

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

№ 1 (74)
2026

Ростов-на-Дону

ТРУДЫ
Ростовского государственного университета
путей сообщения

2026
№ 1 (74)

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.

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

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 Шашурин, 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**

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. 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. Yaitskov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, RSTU, Rostov-on-Don

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

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

Бакико Е. В. К вопросу об эффективности системы управления охраной труда за счет повышения профессиональной компетентности профильных специалистов	6
Баланова М. В., Иванкова М. В. Анализ и расчет вредных факторов на рабочем месте машиниста крана на железнодорожном ходу	12
Белавкина М. В., Назаренко А. К. Формирование стрессоустойчивости и воспитание осознанного отношения к владению оружием как элементы обеспечения безопасности	18
Борисова А. В., Кучерова В. Г. Анализ условий труда слесаря механосборочных работ машиностроительного производства	24
Денис Н. В., Белавкина М. В. Речевая коммуникация и профессиональное выгорание в сфере обеспечения безопасности трудовой деятельности	31
Завьялов Д. С., Крутова В. А. Методология исследования шума комбайна	37
Зенкова Т. А., Агабабян С. Н. Оздоровительные и рекреативные технологии в образовательном процессе высшего образования	43
Каменская Е. Н., Нестерова О. А. Применение искусственного интеллекта в охране труда	50
Лысенко Д. С., Тишина В. В., Брагинская А. Д., Шейхова Р. Г. Пищевые привычки: опасные последствия для работоспособности и профессионального долголетия	56
Новиков Н. Н., Финоченко Т. А. Проблемы статистики несчастных случаев	63
Поршнева С. К., Стасева Е. В., Гераськова С. Е., Хвостиков А. Г. Сравнительный анализ эффективности газоочистного оборудования и их влияние на условия труда работников предприятий нефтепереработки	70
Пушкин А. С., Яицков И. А. Двигатель как источник акустического излучения в воздушную среду машинного зала	80
Скакунов Д. А. Метрики информативности методов оценки уровней профессиональных рисков	86
Терехова И. Р., Иост Н. И., Серкова Т. Д. Анализ предлагаемых изменений, содержащихся в проекте нового профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда»	93

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ,
ТЯГА ПОЕЗДОВ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

Бубнова Г. А., Шульгинов П. А., Вахромов А. О. Оценка технического состояния автосцепного устройства и современные способы восстановления ресурса вагона ...	99
Гусельников А. П. Процессное управление и организационная структура на предприятии локомотивного хозяйства	109
Каргин В. Г., Rogov A. A. Модель управления жизненным циклом вагона	114
Кюн Н. Р. Анализ эффективности систем электродинамического торможения моторвагонного подвижного состава	123
Лаптева И. И., Жатченко Я. В., Гао Хэ Трехмерное проектирование и механический расчет котла цистерны на прочность	130
Попов Д. Д., Свечников А. А. Сравнительный анализ эффективности перспективных типов оребрения для радиаторов систем охлаждения маневровых тепловозов	137
Прокофьев И. И. Накопитель электрической энергии на маневровом тепловозе	144
Яицков И. А., Поляков П. А., Кузькин А. А. Применение тормозных устройств с электромеханическим приводом на современных электропоездах	149

CONTENTS

LABOUR SAFETY

Bakiko E. V. On the Issue of the Effectiveness of the Occupational Safety Management System by Improving the Professional Competence of Specialized Specialists	6
Balanova M. V., Ivankova M. V. Analysis and Calculation of Harmful Factors at the Workplace of a Railway Crane Operator	12
Belavkina M. V., Nazarenko A. K. Developing Stress Resistance and Cultivating a Conscious Attitude Towards Weapon Ownership as Elements of Ensure Security	18
Borisova A. V., Kucherova V. G. Analysis of Working Conditions of a Mechanic Performing Mechanical Assembly Work in Mechanical Engineering Production	24
Denis N. V., Belavkina M. V. Speech Communication and Professional Burnout in the Field of Ensuring Labor Safety	31
Zavialov D. S., Krutova V. A. Combine Harvester Noise Research Methodology	37
Zenkova T. A., Agababyan S. N. Health and Recreational Technologies in the Educational Process of Higher Education	43
Kamenskaya E. N., Nesterova O. A. Application of Artificial Intelligence in Occupational Safety	50
Lysenko D. S., Tishina V. V., Braginskaya A. D., Sheikhova R. G. Eating Habits: Dangerous Consequences for Work Capacity and Professional Longevity	56
Novikov N. N., Finochenko T. A. Problems of Accident Statistics	63
Porshneva S. K., Staseva E. V., Geraskova S. E., Khvostikov A. G. Comparative Analysis of the Efficiency of Gas Purification Equipment and Their Impact on the Working Conditions of Employees at Oil Refineries	70
Pushkin A. S., Yaitskov I. A. Engine as a Source of Acoustic Radiation into the Air Environment of the Machine Room	80
Skakunov D. A. Informativeness Metrics for Methods of Professional Risk Assessment ...	86
Terekhova I. R., Iost N. I., Serkova T. D. Analysis of the Proposed Changes Contained in the Draft New Professional Standard «Occupational Safety and Health Specialist»	93

RAILWAY ROLLING STOCK, TRAIN TRACTION AND ELECTRIFICATION

Bubnova G. A., Shulginov P. A., Vakhromov A. O. Assessment of the Technical Condition of the Automatic Coupling Device and Modern Methods of Restoring the Railcar's Resource	99
Guselnikov A. P. Process Management and Organization at Locomotive Facilities	109
Kargin V. G., Rogov A. A. Model of Car Life Cycle Management	114
Kuhn N. R. Analysis of the Effectiveness of Electrodynamic Braking Systems for Electric Train	123
Lapteva I. I., Zhatchenko Ya. V., Gao He 3D Design and Mechanical Strength Calculation of a Tank Boiler	130
Popov D. D., Svecnikov A. A. Comparative Analysis of the Efficiency of Promising Fin Types for Radiators of Shunting Diesel Locomotive Cooling Systems	137
Prokofiev I. I. Electric energy storage device on a shunting diesel locomotive	144
Yaitskov I. A., Polyakov P. A., Kuzkin A. A. The Use of Electromechanical Braking Devices on Modern Electric Trains	149

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

УДК 331.45

DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_6

*Е. В. Бакико***К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА
ЗА СЧЕТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ
ПРОФИЛЬНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

Аннотация. В работе представлены результаты эксперимента оценки изменений состояния системы управления охраной труда на предприятии с низкой мотивацией руководства в эффективно функционирующей данной системе за счет повышения уровня профессиональной компетентности специалистов по охране труда.

В работе дана характеристика состояния данной системы на начало и конец эксперимента. Выполнена оценка уровня профессиональной компетентности специалистов отдела охраны труда на предприятии авторским методом по входным критериям.

Рост уровня профессиональной компетентности профильного специалиста показал следующие результаты: увеличение перечня оцениваемых производственных факторов; увеличение доли работников, прошедших «реальный», а не «формальный» инструктаж и проверку знаний; решение проблемы обеспечения работников эффективными средствами индивидуальной защиты органов дыхания; участие специалистов отдела охраны труда в тематических профессиональных мероприятиях.

Ключевые слова: система управления охраной труда, специалист по охране труда, профессиональная компетентность.

Для цитирования: Бакико Е. В. К вопросу об эффективности системы управления охраной труда за счет повышения профессиональной компетентности профильных специалистов / Е. В. Бакико // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 6–11. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_6.

Система управления охраной труда (СУОТ) была и остается одной из самых проблемных систем на производстве. Поскольку ее интеграция в производственный процесс, как правило, встречает на своем пути фактический конфликт интересов с другими производственными системами [1]. Управление охраной труда на системной основе часто представляется работодателям излишне дорогим и не приоритетным, руководителям – причиной задержки производственного процесса и снижением производительности труда, а работникам – источником повышенного дискомфорта при выполнении работ для них, способом снижения заработной платы и недостаточно эффективной защитой. Такая структурная деформация СУОТ или системы обеспечения безопасности труда частое явление в России [2]. Причиной этому является недооценка последствий низкой ее эффективности, низкая мотивация руководителей разных уровней «реального» управления охраной труда на предприятиях.

«Формальная» СУОТ мало чем отличается от привычного ранее понятия «техники безопасности». Упрощенно можно сказать, что основное ее отличительное свойство в системности процессов управления охраной труда и вовлечение в «реальное», а не

«формальное» участие и управление персоналом различных уровней предприятия с точки зрения безопасности труда.

Ответственность за СУОТ законодательством возложено на работодателя, однако зачастую сам работодатель смутно представляет, что такое СУОТ, как ее оценить и как повысить ее эффективность. Принято считать, что эти функции делегированы работодателем специалистам по охране труда (СОТ). Действительно подобные компетенции и функционал у СОТ имеются. Однако без фактической поддержки руководителей и главное, высшего руководства, его деятельность мало эффективна. Здесь важную роль выполняет уровень профессиональной компетентности специалистов по охране труда (ПКСОТ).

Эффективность СУОТ и уровень ПКСОТ тесно связаны друг с другом. Авторские исследования влияния ПКСОТ на эффективность СУОТ доказывают, что в условиях заинтересованности работодателя и при высоком уровне ПКСОТ, СУОТ постепенно переходит из «формального» состояния в эффективно функционирующее. Сомнения часто возникают о возможностях положительного влияния на СУОТ профильного специалиста высокого уровня компетентности там, где мотивация руководства низкая.

Целью работы является проведение эксперимента оценки изменений состояния СУОТ за счет повышения уровня ПКСОТ на предприятии, где со стороны руководства нет значимой мотивации в эффективно функционирующей СУОТ. На промышленной предприятии, где проводился эксперимент, имеется отдел охраны труда. Уровень компетентности десяти сотрудников, включая руководителя отдела различный. Используя метод оценки потенциальной ПКСОТ по входным критериям, который ранжирует СОТ по 23-ем уровням, их можно характеризовать данными, представленными в таблице 1 [3].

Условия и задача эксперимента заключается в качественной оценке повышения эффективности СУОТ на предприятии при замене СОТ №9 (1) на СОТ №9 (2), чей уровень ПКСОТ по [3] выше на 4 уровня своего предшественника. Других изменений в сфере охраны труда не отмечено. Так отношение руководства к охране труда не изменилось, руководитель отдела охраны труда не менялся. В период эксперимента серьезных изменений в законодательстве (2025 год) в сфере охраны труда не происходило и т.д.

Кратко состояние СУОТ на начало эксперимента можно охарактеризовать так:

- СУОТ имеется. Не все процессы фактически функционируют. Часть процессов часто функционирует формально;
- уровень производственного травматизма на предприятии выше среднего (средний коэффициент частоты несчастных случаев на тысячу работников $k_{\text{ч}} = 1,78$. Это превышает средний статистический аналогичный коэффициент $k_{\text{ч}} = 1,0$);
- мотивация высшего руководства в развитии СУОТ не выявлена;
- эффективное развитие и непрерывное повышение ПКСОТ не планируется, однако условия для частичного саморазвития ПКСОТ созданы;
- повышение финансирования для развития СУОТ не предусмотрено;
- вовлечение персонала для участия в процессах и проблемах охраны труда планируется формально;
- интеграция СОУТ в систему менеджмента качества не предусмотрена;
- расследованию несчастных случаев (связанных и не связанных с производством), профзаболеваний, а также микротравм высшее руководство не препятствует;
- средствами индивидуальной защиты работники обеспечены в полном объеме;
- объем и периодичность предварительных и периодических медицинских осмотров работников, включая психиатрическое обследование соответствует требованиям;
- имеется свой отдел «центр обучения» со штатными преподавателями, в том числе для обучения по обязательным программам требований охраны труда;
- специальная оценка условий труда и оценка профессиональных рисков проводится регулярно.

Таблица

Оценка уровней ПКСОТ по входным критериям

Оцениваемые специалисты	Входные критерии [3]					Уровень ПКСОТ по [3]
	Образование	Опыт работы, лет	Повышение компетентности	Наличие смежных компетенций	Личностные факторы	
COT №1	высшее по охране труда (бакалавриат)	2	не регулярное, формальное	нет	нет	9
COT №2		3	формальное		коммуникация	10
COT №3		5	регулярное по требованиям		мотивация	13
COT №4	высшее техническое и проф. переподготовка по охране труда	2	не регулярное, формальное		мотивация	9
COT №5		менее года	первоначальное по требованиям		нет	9
COT №6		более 10 лет	регулярное, эффективное	есть	мотивация и коммуникация	16 ²
COT №7	высшее техническое	менее года	не регулярное, формальное		2	7
COT №8		менее года	первоначальное по требованиям		нет	6
COT №9(1) ¹	высшее по охране труда (специалитет)	более 5	регулярное по требованиям	нет	мотивация и коммуникация	14
COT №9(2) ¹	высшее по охране труда (магистратура, аспирантура)	менее 1 года	регулярное, эффективное	есть	мотивация и коммуникация	18 ²
COT №10	средне специальное профессиональное гуманитарное	1	не регулярное, формальное	нет	нет	1

¹ COT №9(1) заменен COT №9(2) (одна штатная единица);

² уровень повышен на 1, так как у специалистов есть опыт руководства в данной сфере [3].

В ходе эксперимента отмечено, что адаптация к особенностям производственных условий более компетентного COT №9(2) составила 2-4 месяца. После чего последовали изменения, характеризующие функционирование процессов СУОТ на предприятии. Продолжительность эксперимента на предприятии $t = 6$ месяцев.

Результаты повышения эффективности СУОТ за счет повышения ПКСОТ в отделе охраны труда предприятия в рамках эксперимента, представим в виде локальных примеров изменений, где можно констатировать положительные результаты более детальным их описанием [4-6].

Пример 1. На предприятии регулярно проводится плановая специальная оценка условий труда (СОУТ), а также 2 раза в год внеплановая СОУТ. Организация, проводящая СОУТ в основном одна и та же. Уровень компетентности экспертов при проведении СУОТ, по мнению COT №6, COT №9(1), COT №9(2) – достаточно высокий, эксперты опытные.

Однако ряд производственных факторов таких как ультразвук, лазерные излучения систематически не идентифицировались и не оценивались.

Рабочие места с нестационарными рабочими местами оценивались без учета времени пребывания в различных рабочих зонах и т.п.

Рост ПКСОТ устранил эти упущения.

Пример 2. Инструктирование работников, как это часто бывает, проводится в ряде подразделений формально. Ориентировочно экспертно можно условно обозначить долю таких инструктажей в пересчете на проинструктированных работников – 92%.

Рост ПКСОТ позволил снизить такую долю до 91%. Ожидается и дальнейшее ее снижение.

Пример 3. Решены задачи по затянувшимся на несколько лет проблемам – правильному применению работниками средств индивидуальной защиты (СИЗ). Среди них:

1. Работники были обеспечены средствами индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), не соответствующими вредным веществам, находящимся в воздухе рабочей зоны.

Рост ПКСОТ позволил скорректировать нормы выдачи СИЗ и заменить СИЗОД на эффективные.

2. Обоснована и дифференцирована закупка специальной обуви с противоударным подноском. Ранее всем выдавалась специальная обувь с одинаковым защитным свойством (Мун 200 Дж).

Рост ПКСОТ позволил скорректировать работу отдела снабжения предприятия по закупке специальной обуви разным категориям работников с соответствующими противоударными защитными свойствами от МУН 5 Дж до МУН 200 Дж не нарушая законодательство и повышая удобство применения обуви работниками.

4. Организовано участие сотрудников отдела охраны труда в региональном мероприятии, организованном Минтрудом России, где все специалисты отдела познакомились с новыми тенденциями в профессиональной сфере, пообщались с коллегами, получили новые знания.

Рост ПКСОТ позволил впервые организовать такое участие всех специалистов отдела данного предприятия.

Необходимо отметить, что данные примеры не включают текущие вопросы и задачи отдела охраны труда. Речь идет об очевидных для предприятия изменениях, связанных с повышением уровня компетентности СОТ№9(2) и как следствие, с повышением эффективности работы всего отдела охраны труда в целом.

Кратко изменения процессов СУОТ на конец эксперимента с привязкой к Примерному положению о СУОТ [4] можно охарактеризовать так:

1. Увеличился перечень идентифицированных производственных факторов для оценивания результатов их измерений при проведении СОУТ. Как следствие увеличились основания для прохождения работниками предприятия периодических медицинских осмотров.

Совершенствуются процессы а) и в) СУОТ (раздел V [4]).

2. Увеличилась доля руководителей «реально», а не «формально» проводящих инструктаж на рабочем месте своим подчиненным. На конец эксперимента ее можно обозначить увеличением на +1% работников, прошедших «реальный» инструктаж и проверку знаний.

Совершенствуется процесс г) СУОТ (раздел V [4]).

3. Найдены компромиссные решения по обеспечению работников необходимыми СИЗ с учетом их эффективности и экономической целесообразности.

Совершенствуется процесс д) СУОТ (раздел V [4]).

4. Поддержка участия специалистов отдела охраны труда в мероприятиях, направленных на постоянное улучшение СУОТ на предприятии.

Реализуется п. 74 раздел V [4,7,8].

Таким образом, эффективность повышения ПКСОТ даже при неизменных на предприятии условиях и низкой заинтересованности в совершенствовании СУОТ со стороны высшего руководства доказана.

Список литературы

1. Галкин, А. В. Научное обоснование и разработка методологии повышения надежности функционирования системы

References

1. Galkin, A. V. Scientific substantiation and development of a methodology for improving the reliability of the occupational safety

обеспечения безопасности труда угледобывающего предприятия: специальность 05.26.01 «Охрана труда (по отраслям)»: дис. ... д-ра техн. наук / А. В. Галкин; – Кемерово, 2020. – 279 с.

2. **Сидельникова, А. С.** Анализ эффективности системы управления охраной труда в организации / А. С. Сидельникова, Н.В. Румянцева // Вестник научного центра ВостНИИ промышленной и экологической безопасности. 2023. № 1. С.73-85.

3. **Бакико, Е. В.** Оценка и прогнозирование профессиональной компетентности специалистов в области охраны труда по входным критериям / Е. В. Бакико // информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2019. № 1 (33). С. 195-197.

4. Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/ (дата обращения 10.11.2025).

5. **Финоченко, Т. А.** Система управления факторами риска перевозочного процесса, обуславливающая его безопасность / Т. А. Финоченко, Л. В. Дергачева // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 7. – С. 159-167. – DOI:10.24412/2071-6168-2022-7-159-167.

6. **Воробинская, Л. И.** Особенности оценки и управления профессиональными рисками / Л. И. Воробинская, В. А. Финоченко // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 11. – С. 253-259. – DOI 10.24412/2071-6168-2021-11-253-260.

7. **Новиков, Н. Н.** Несчастные случаи обусловленных человеческим фактором / Н. Н. Новиков, Т. А. Финоченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2(67). – С. 87-98.

8. **Воробинская, Л. И.** Анализ методов оценки потенциальных рисков в области охраны труда предприятий железнодорожного машиностроения / Л. И.

system of a coal mining enterprise: specialty 05.26.01 "Occupational Safety (by industry)": dis. ... Doctor of Engineering Sciences / A. V. Galkin; – Kemerovo, 2020. - 279 p.

2. **Sidelnikova, A. S.** Analysis of the effectiveness of the occupational safety management system in an organization / A. S. Sidelnikova, N. V. Rummyantseva // Bulletin of the Scientific Center of the East Research Institute for Industrial and Environmental Safety. 2023. No. 1. pp. 73-85.

3. **Bakiko, E. V.** Assessment and forecasting of professional competence of specialists in the field of labor protection based on input criteria / E. V. Bakiko // information technologies and systems: management, economics, transport, law. 2019. No. 1 (33). Pp. 195-197.

4. Order of the Ministry of Labor of Russia dated October 29, 2021 No. 776n "On approval of the Model Regulations on the labor protection management system" URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/ (date of access November 10, 2025).

5. **Finochenko, T. A.** Risk factor management system for the transportation process, determining its safety / T. A. Finochenko, L. V. Dergacheva // Bulletin of Tula State University. Technical sciences. – 2022. – No. 7. – P. 159-167. – DOI 10.24412/2071-6168-2022-7-159-167.

6. **Vorobinskaya, L. I.** Features of assessment and management of professional risks / L. I. Vorobinskaya, V. A. Finochenko. News of Tula University. Technical sciences. – Tula: No. 11, 2021. – P. 253-259– DOI 10.24412/2071-6168-2021-11-253-260.

7. **Novikov, N. N.** Accidents caused by human factors / N. N. Novikov, T. A. Finochenko // Works of the Rostov State Transport University. – 2024. – No. 2 (67). – P. 87-98.

8. **Vorobinskaya, L. I.** Analysis of methods for assessing potential risks in the field of labor protection of railway engineering enterprises / L. I. Vorobinskaya, V. A.

Воробинская, В. А. Финоченко, Т. А. Финоченко // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 7. – С. 234-238. – DOI 10.24412/2071-6168-2022-7-234-239.

Finochenko, T. A. Finochenko // Bulletin of Tula State University. Technical sciences. - 2022. – No. 7. – P. 234-238. – DOI 10.24412/2071-6168-2022-7-234-239.

E. V. Bakiko

TO THE QUESTION OF THE EFFECTIVENESS OF THE OCCUPATIONAL SAFETY MANAGEMENT SYSTEM BY INCREASING THE PROFESSIONAL COMPETENCE OF SPECIALISTS

Abstract. This paper presents the results of an experiment assessing changes in the state of an occupational health and safety management system at an enterprise with low management motivation compared to an effectively functioning system by improving the professional competence of occupational health and safety specialists.

The paper characterizes the state of this system at the beginning and end of the experiment. The professional competence of occupational health and safety specialists at the enterprise was assessed using the author's method based on input criteria.

The increase in the professional competence of the subject matter specialist yielded the following results: an expansion of the list of production factors assessed; an increase in the proportion of employees who completed "real" rather than "formal" training and knowledge assessment; a solution to the problem of providing workers with effective personal respiratory protective equipment; and the participation of occupational health and safety specialists in thematic professional events.

Keywords: occupational health and safety management system, occupational health and safety specialist, professional competence.

For citation: Bakiko, E. V. On the Issue of the Effectiveness of the Occupational Safety Management System by Improving the Professional Competence of Specialized Specialists / E. V. Bakiko // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 6–11. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_6.

Сведения об авторах

Бакико Елена Владимировна

Акционерное общество «Центральное конструкторское бюро автоматики»,
отдел промышленной, экологической
безопасности и охраны труда,
специалист по охране труда,
e-mail: bakiko@mail.ru

Information about the authors

Bakiko Elena Vladimirovna

Joint Stock Company «Central Design Bureau of Automation»,
Department of Industrial, Environmental
Safety and Labor Protection,
Occupational Safety Specialist,
e-mail: bakiko@mail.ru

М. В. Баланова, М. В. Иванкова

ФОРМИРОВАНИЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ И ВОСПИТАНИЕ ОСОЗНАННОГО ОТНОШЕНИЯ К ВЛАДЕНИЮ ОРУЖИЕМ КАК ЭЛЕМЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. Вопрос обеспечения охраны труда при эксплуатации грузоподъемных механизмов на железнодорожном транспорте находится в центре внимания в современном мире. Данная статья ставит своей целью исследование факторов риска, анализ статистики нарушений и отказов, разработку методов оценки и снижения рисков, а также формирование комплекса технических и организационных мероприятий, направленных на существенное повышение уровня безопасности.

Ключевые слова: анализ и статистические исследования, охрана труда, вредные факторы, режим труда и отдыха.

Для цитирования: Баланова, М. В. Анализ и расчет вредных факторов на рабочем месте машиниста крана на железнодорожном ходу / М. В. Баланова, М. В. Иванкова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1 – С. 12–17. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_12.

Анализ условий труда является краеугольным камнем системы управления профессиональными рисками. Он представляет собой не простую инвентаризацию потенциальных опасностей, а глубокий, систематизированный процесс идентификации, оценки и измерения параметров производственной среды и трудового процесса, способных нанести ущерб здоровью работника. Конечной целью такого анализа выступает не констатация фактов, а научное обоснование комплекса профилактических мероприятий, направленных на минимизацию негативных последствий вплоть до их полного устранения [1-3]. Анализ и статистические исследования, проводимые ежегодно, результаты которых демонстрируют устойчивую тенденцию к сокращению уровня производственного травматизма представлены на рисунке 1. Они показывают, как изменяются показатели производственного травматизма и его тяжести на предприятиях железнодорожной отрасли за последние десять лет.



Рис. 1. Динамика производственного травматизма за последние 10 лет

Несмотря на видимое снижение уровня производственного травматизма, представленное на диаграмме, необходимо учитывать что ключевыми факторами, приводящими к травмам, являются: инциденты с подвижным составом (наезды, зажатия), поражения электрическим током, падения (с высоты, с движущегося транспорта), дорожно-транспортные происшествия, падение предметов, воздействие грузов и движущихся деталей, железнодорожные аварии, а также падения и спотыкания на рабочих поверхностях, попадание инородных тел в глаза и воздействие экстремальных температур. Наибольшее количество пострадавших было зафиксировано в результате происшествий, связанных с передвижением работников и работой на специализированных автомотрисах.

Основные организационные причины травмирования работников железнодорожного транспорта: неудовлетворительная организация и контроль за производством работ – 28%; нарушение производственной дисциплины – 16%; нарушение технологического процесса – 14%; нарушения правил дорожного движения – 9 %; недостаточное обучение безопасным приемам труда – 7%; неудовлетворительное содержание рабочих мест – 5%; эксплуатация неисправных механизмов – 1%; неприменение средств защиты – 2%; прочее – 18%.

Анализ изученных случаев травматизма рисунок 2 позволяет выявить наиболее уязвимую группу: это работники железнодорожного транспорта со стажем около 10 лет, в возрасте 30-40 лет, получающие травмы непосредственно на путях при выполнении работ по их текущему содержанию и ремонту. Особый риск в этих работах представляет неразрывная связь с использованием специализированного подвижного состава.

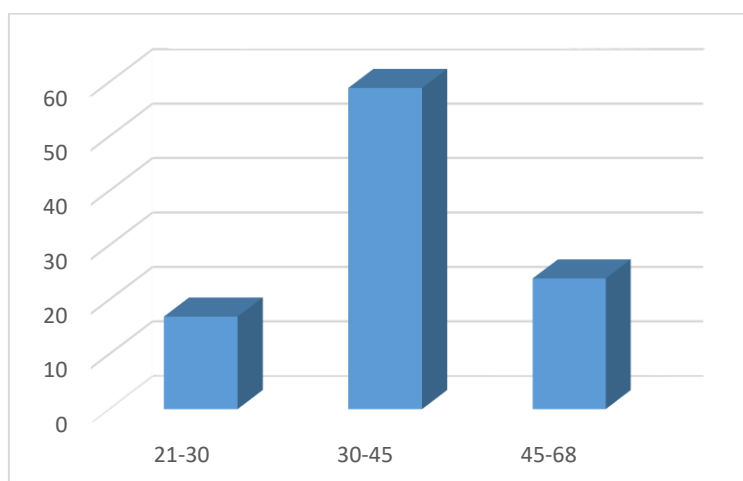


Рис. 2 Анализ травматизма машинистов крана в зависимости от возраста

Согласно статистическим данным периодического медицинского осмотра состояния здоровья работников, воздействие вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса приводит к ускоренному биологическому старению организма, снижению работоспособности, что, в свою очередь, способствует развитию патологий, ухудшению качества жизни и увеличению числа производственных травм. Основными организационными причинами производственного травматизма являются: нарушения трудовой дисциплины, неудовлетворительная организация работ, ненадлежащий контроль за производством работ, а также нарушения технологического процесса или правил дорожного движения. Таким образом, подавляющая часть (70-75%) производственного травматизма обусловлена человеческим фактором.

Машинист крана на железнодорожном ходу осуществляет свою деятельность в условиях комплексного воздействия вредных производственных факторов. Их анализ позволяет оценить уровень профессионального риска и разработать меры по снижению негативного влияния на здоровье работника. Профессия машиниста крана (крановщика) относится к категории работ с повышенной опасностью и высокой психофизиологической

нагрузкой. Работа на высоте, управление сложной техникой и постоянное воздействие комплекса неблагоприятных факторов производственной среды требуют строгой регламентации трудового процесса. Правильно организованный режим труда и отдыха не только сохраняет здоровье работника, но и напрямую влияет на безопасность грузоподъемных операций. Данная статья рассматривает нормативные основы режима работы, а также методику расчета допустимого времени контакта с вредными факторами.

Основные вредные факторы, воздействующие на машиниста крана на железнодорожном ходу это [4, 5]:

1. Физические факторы занимают центральное место в данной оценке. Прежде всего, это повышенный уровень шума, генерируемый дизельным двигателем, гидравлическими системами, механизмами поворота и движения крана, а также внешними источниками – движением других железнодорожных составов и погрузо-разгрузочными операциями. Постоянное воздействие шума, часто превышающего 80 дБА, способствует развитию профессиональной тугоухости, повышенной утомляемости и снижению концентрации внимания. Следующим значимым фактором является вибрация. Общая вибрация, передающаяся на оператора через конструкцию крана при его перемещении по рельсовым путям или работе механизмов, оказывает негативное влияние на опорно-двигательный аппарат, нервную систему и может провоцировать заболевания желудочно-кишечного тракта. Кроме того, в холодный и переходный период года работник подвергается воздействию низких температур и повышенной подвижности воздуха (ветра) при выполнении операций вне кабины, что увеличивает риск заболеваний органов дыхания и периферической нервной системы, а также электромагнитные поля (от токопроводов, электрооборудования крана).

2. Химический фактор представлен, главным образом, контактом с вредными веществами, содержащимися в атмосфере рабочей зоны. В процессе работы дизельного двигателя в воздух могут выделяться продукты неполного сгорания топлива, включая оксиды углерода, азота и сажевые частицы. При проведении ремонтных работ или обслуживания крана возможен контакт с парами моторных и гидравлических масел, смазочных материалов, а также с компонентами антикоррозионных покрытий. Регулярное, даже в малых концентрациях, воздействие этих веществ может привести к хроническим заболеваниям дыхательной системы, аллергическим реакциям и поражениям кожи.

3 Психофизиологические факторы оказывают существенное влияние на функциональное состояние машиниста. Работа требует постоянной концентрации внимания, быстрой обработки информации и принятия точных решений в условиях динамично изменяющейся рабочей обстановки. Это создает высокую нервно-эмоциональную нагрузку, способствующую развитию стресса, профессионального выгорания и повышенной утомляемости. Статическая нагрузка, обусловленная необходимостью длительного сохранения рабочей позы в кабине управления, особенно в периоды наблюдения и точного маневрирования, приводит к нагрузке на мышцы спины, шеи и поясничного отдела, повышая риск развития остеохондроза и миофасциальных синдромов. Работа также часто характеризуется неравномерностью нагрузки, наличием ночных смен или работы в выходные дни, что нарушает естественные биоритмы и может снижать общую резистентность организма.

Для сохранения здоровья работника необходимо, чтобы доза вредного фактора, полученная за смену, не превышала гигиенический норматив. В основе расчета лежит принцип дозовой нагрузки.

Допустимое время контакта с вредным фактором ($T_{\text{доп}}$) рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{доп}} = (\text{ПДУ} \times T_{\text{см}}) / \text{УФ} \quad (1)$$

где ПДУ – предельно допустимый уровень (концентрация) фактора, установленный гигиеническими нормативами; $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены (обычно 480 минут

или 8 часов); УФ – фактический уровень воздействия фактора на рабочем месте (по данным специальной оценки условий труда).

Расчет воздействия шума в кабине машиниста крана будет выглядеть следующим образом. Фактический уровень шума в кабине крана (УФ) = 89 дБА. Предельно допустимый уровень (ПДУ) для работ = 80 дБА. Продолжительность смены (Т см) = 480 минут.

$$T_{\text{доп}} = (80 \text{ дБА} \times 480 \text{ мин}) / 85 \text{ дБА} = (38400) / 89 \approx 431 \text{ минуты.}$$

Допустимое время нахождения в условиях шума 89 дБА составляет 431 минуты (7 часов 19 минуты). В данном случае необходимо применять средства индивидуальной защиты (СИЗ) органа слуха, которые снижают фактическую нагрузку на уши работника до допустимой.

Для химических веществ, как правило, действует принцип: среднесменная концентрация не должна превышать ПДК. Концентрация пыли в кабине во время подачи сыпучих грузов (Кф) = 12 мг/м³. ПДК для данного вида пыли = 6 мг/м³.

Время технологической операции (подача сыпучих) = Ттех = 3 часа (180 мин) за смену.

В остальное время концентрация пыли в кабине фоновые значения – 2 мг/м³ (менее ПДК).

Необходимо рассчитать среднесменную концентрацию (Ксс):

$$K_{\text{сс}} = (K_{\text{ф}} \times T_{\text{тех}} + K_{\text{фон}} \times (T_{\text{см}} - T_{\text{тех}})) / T_{\text{см}} \quad (2)$$

$$K_{\text{сс}} = (12 \text{ мг/м}^3 \times 3 \text{ ч} + 2 \text{ мг/м}^3 \times 5 \text{ ч}) / 8 \text{ ч} = (36 + 10) / 8 = 46 / 8 = 5,75 \text{ мг/м}^3.$$

Среднесменная концентрация (5,75 мг/м³) ниже ПДК (6 мг/м³). Условия труда считаются допустимыми. Специального сокращения времени работы не требуется, но необходима эффективная вентиляция кабины и использование респиратора во время погрузки и выгрузки сыпучих грузов.

Расчет времени при воздействии температуры

Для нагревающего или охлаждающего микроклимата время непрерывного пребывания регламентируется СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Для низких температур (работа зимой): Допустимое время непрерывного пребывания на холоде зависит от температуры воздуха и скорости ветра. Общее время работы на холоде в течение смены не должно превышать норм, установленных для конкретной климатической зоны (например, в северных регионах сокращение рабочего дня). При температуре ниже -20°C без ветра рекомендуется 10-минутный перерыв после каждого часа работы. При температуре ниже -30°C и ветре – 10-минутный перерыв через каждые 30-40 минут работы.

Пути оптимизации режима труда и отдыха

1. Автоматизация контроля: Внедрение систем тахографии и датчиков усталости.
2. Эргономика кабин: Установка современных кресел с подогревом, кондиционеров, виброзащитных платформ.
3. Ротация: Чередование машинистов на кранах с разной интенсивностью работы.
4. Психологическая разгрузка: Оборудование комнат психологической разгрузки (особенно на предприятиях с непрерывным циклом).

Вывод: Режим труда и отдыха машиниста крана – это не просто график работы, а ключевой элемент системы управления профессиональными рисками [6-8]. Расчет допустимого времени воздействия вредных факторов позволяет индивидуализировать этот режим для каждого конкретного рабочего места, не допуская развития профессиональных заболеваний и сохраняя высокую работоспособность в течение всей смены. Работодатель обязан не только предоставлять льготы и компенсации за вредные условия труда, но и, в

первую очередь, стремиться к снижению уровней воздействия этих факторов путем технических и организационных мероприятий.

Список литературы

1. 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 RJOHNP.
2. **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
3. **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.
4. **Финоченко, Т. А.** Влияние количественной оценки условий труда на величину производственного риска / Т. А. Финоченко, И. Г. Переверзев, В. А. Финоченко // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4(47). – С. 139. – EDN YUQKXO.
5. 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. – EDN BSRDEM.
6. **Финоченко, В. А.** Особенности оценки и управления профессиональными рисками / Л.И. Воробинская, В.А. Финоченко. Известия Тульского университета. Технические науки. – Тула. 2021. – № 11 – С. 253-259.
7. **Финоченко, В. А.** Анализ методов оценки потенциальных рисков в области охраны труда предприятий железнодорожного машиностроения / Л. И. Воробинская, В. А.

References

1. Methodological recommendations for assessing working conditions for the main professions of JSC Russian Railways / V. A. Finochenko, T. A. Finochenko, V. A. Nazimko [et al.]. - Rostov-on-Don Rostov State Transport University, 2012. - 73 p. - EDN RJOHNP.
2. **Yaitskov, I. A.** Problems of the negative impact of industrial noise on railway workers / I. A. Yaitskov, I. G. Pereverzev, T. A. Finochenko // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2018. – № 4. – S. 112-114. – EDN YURPTF.
3. **Finochenko, T. A.** Ensuring the Security of Technological Systems of Transport Infrastructure Enterprises / T. A. Finochenko, I. A. Balanov, S. V. Borisov [et al.] // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. - 2022. - No. 4 (61). - P. 109-113. - EDN VRKCF.
4. **Finochenko, T. A.** The influence of quantitative assessment of working conditions on the magnitude of industrial risk / T. A. Finochenko, I. G. Pereverzev, V. A. Finochenko // Inzhenernyy vestnik Dona. - 2017. - No. 4 (47). - P. 139. - EDN YUQKXO.
5. Current issues of occupational safety and health in production / M. E. Tsabolova, A. A. Tashchiyan, T. A. Finochenko, I. A. Yaitskov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. - 2024. - No. 1 (66). - P. 100-104. - EDN BSRDEM.
6. **Finochenko, V. A.** Features of Assessment and Management of Professional Risks / L.I. Vorobinskaya, V.A. Finochenko. Bulletin of Tula University. Technical Sciences. - Tula. 2021. - No. 11 - P. 253-259.
7. **Finochenko, V. A.** Analysis of Methods for Assessing Potential Risks in the Field of Occupational Safety and Health at Railway Engineering Enterprises / L. I. Vorobinskaya,

Финоченко, Т. А. Финоченко. Известия Тульского университета. Технические науки. – Тула: № 7, 2022. – С. 234-238

8. Мотивация работников к соблюдению требований охраны труда / Т. А. Финоченко, Л. В. Положенцева, А. С. Козлюк [и др.] // Сборник научных трудов IV международной научно-практической конференции «Транспорт и логистика: пространственно-технологическая синергия развития», Ростов-на-Дону, 03–04 февраля 2020 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2020. – С. 313-315.

V. A. Finochenko, T. A. Finochenko. Bulletin of Tula University. Technical Sciences. - Tula: No. 7, 2022. - P. 234-238

8. Motivating employees to comply with occupational safety requirements / T. A. Finochenko, L. V. Polozhentseva, A. S. Kozlyuk [et al.] // Collection of scientific papers of the IV international scientific and practical conference "Transport and logistics: spatial and technological synergy of development", Rostov-on-Don, February 3–4, 2020. - Rostov-on-Don: Rostov State Transport University, 2020. - P. 313-315.

M. V. Balanova, M. V. Ivankova

ANALYSIS AND CALCULATION OF HARMFUL FACTORS AT THE WORKPLACE OF A RAILWAY CRANE OPERATOR

Abstract. In today's world, occupational safety and health during the operation of lifting equipment in rail transport is a high priority. This article will examine risk factors, statistics on violations and failures, propose risk assessment and mitigation methods, and develop a set of technical and organizational measures to ensure greater safety.

Keywords: occupational safety and health, analysis of working conditions, risk factors, violations

For citation: Balanova, M. V. Analysis and Calculation of Harmful Factors at the Workplace of a Railway Crane Operator / M. V. Balanova, M. V. Ivankova // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 12–17. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_12.

Сведения об авторах

Баланова Марина Васильевна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: fmv04@mail.ru

Иванкова Мария Владимировна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,
студент,
e-mail: ivankova.maria0908@mail.ru

Information about the authors

Balanova Marina Vasilievna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
e-mail: fmv04@mail.ru

Ivankova Maria Vladimirovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Student,
e-mail: ivankova.maria0908@mail.ru

М. В. Белавкина, А. К. Назаренко

ФОРМИРОВАНИЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ И ВОСПИТАНИЕ ОСОЗНАННОГО ОТНОШЕНИЯ К ВЛАДЕНИЮ ОРУЖИЕМ КАК ЭЛЕМЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. В статье рассматривается потенциал занятий стрелковым спортом как основы формирования стрессоустойчивости и самоконтроля, связанного с использованием оружия. Обсуждается польза занятий стрелковым спортом для детей и взрослых. Отмечается перспективность стрелкового спорта для формирования профессионально – важных качеств людей, чья деятельность связана не только с силовыми, охранными (в т.ч. природоохранными) и оборонными структурами, но и с принятием ответственных решений в условиях психоэмоционального напряжения.

Ключевые слова: обеспечение безопасности, стрессоустойчивость, психологическая подготовка, оружие, синдром выгорания, профессиональное долголетие.

Для цитирования: Белавкина, М. В. Формирование стрессоустойчивости и воспитание осознанного отношения к владению оружием как элементы обеспечения безопасности / М. В. Белавкина, А. К. Назаренко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 18–23. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_18.

Актуальность. В современном мире меняется перечень профессий, в том числе доступных для вовлечения женщин, поэтому важно осознавать не только критерии профпригодности, но и искать высокоэффективные способы сохранения трудового долголетия наиболее опытных и продуктивных специалистов – профессионалов [1, 2]. Известно, что успешное выполнение трудовых функций связано с умением работника сконцентрироваться на выполнении многоплановых задач, сохранить стабильность реакций на возникающие стрессоры [1-5].

Особенно актуальной для перегруженного информацией нестабильного общества является проблема обеспечения профессиональной надежности и высокого уровня развития профессионально – важных качеств людей, чья деятельность связана не только с силовыми, охранными (в т.ч. природоохранными) и оборонными структурами, но и с принятием ответственных решений в условиях психоэмоционального напряжения [3-5]. Кроме того, многие специалисты отмечают, что очень частым спутником успешных профессионалов является синдром выгорания, способствующий снижению качества жизни и повышающий риск преждевременного старения [3, 6, 7].

Для решения обозначенной проблемы может быть полезным применение накопленного в отечественной системе подготовки спортсменов опыта, прежде всего в стрелковом спорте, поскольку подготовка стрелка направлена на формирование и развитие целого ряда качеств, полезных как в повседневной жизни, так и деятельности представителей различных профессий.

Цель работы. Рассмотреть вопросы психологической подготовки в стрелковом спорте, как основы, направленной на сохранение стрессоустойчивости и повышение безопасности деятельности, связанной с использованием оружия, либо требующих повышенной концентрации внимания.

Результаты исследования. Первые зафиксированные в истории соревнования с

применением огнестрельного оружия были проведены в Швейцарии в 1471 году.

Однако навыки, связанные с использованием лука или арбалета, имеют более глубокие корни и уходят во времена античности и средневековья. Развитию данного вида спорта в нашей стране способствовало участие и подготовка к многочисленным войнам XIX и XX веков [8].

Сегодня стрелковый спорт также популярен, поскольку рассматривается и как основа военной подготовки, и как дисциплина, включенная в программу Олимпийских игр. Кроме того, занятия стрельбой являются популярным видом проведения досуга, получения навыков самообороны, самоконтроля, само регуляции, ответственного поведения при обращении с оружием, критического мышления и лидерства.

Занятие стрелковым спортом предполагает развитие общей и специальной выносливости, выдержки, устойчивости к монотонии, координационных способностей, что связано с напряжением в ожидании выстрела и прицеливания в течение длительного времени. Необходимо сформировать у спортсмена эмоциональную устойчивость и при удачном выстреле, а при промахе (Рисунок 1).

Стрельба – вид спорта, который требует от спортсмена высокой концентрации не только в период соревнований, но и на протяжении всего тренировочного цикла, так как требуется учитывать баллистику, оценивать изменяющиеся условия среды и, при этом, сохранять меткость.

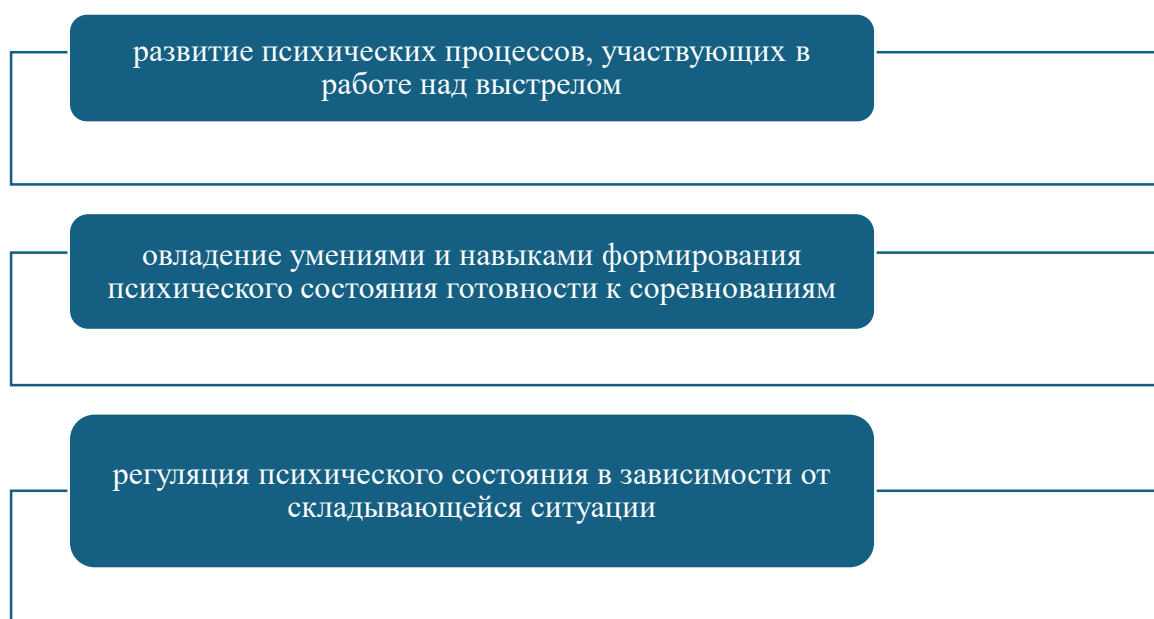


Рис. 1. задачи психологической подготовки в стрелковом спорте

Различные направления стрелкового спорта можно применять для формирования и совершенствования широкого спектра умений и навыков [8]:

- пулевая стрельба (использование винтовки или пистолета) - контроль дыхания и навыки обработки прицельных приспособлений и спуска;
- стендовая стрельба (стрелки поражают движущиеся мишени.) - быстрота реакции, стрессоустойчивость и выдержка.
- высокоточная стрельба (стрельба на большие дистанции, требующая точного расчёта баллистики, учёта погодных условий и использования специализированного оружия) – развитие мышления и умения не реагировать на внешние условия;
- практическая стрельба (имитация боевых условий) - меткость, скорость, тактическое мышление, умение перемещаться и работать с укрытиями.

Для стрелка важно овладеть навыками самоконтроля, чтобы в стрессовых соревновательных ситуациях следить за собственными действиями и достигать высоких результатов, а также восстанавливать работоспособность после больших физических и психоэмоциональных нагрузок [9 -11].

Напряжение во время прицеливания и выполнения выстрела может сопровождаться рядом неприятных реакций (учащение пульса, повышение потоотделения ладоней, утрата равновесия, искажение зрительного восприятия). Неспособность бороться с нежелательными вегетативными проявлениями ведет к снижению результативности и повышению тревожности при выполнении последующих выстрелов [9]. Именно поэтому тренировочные занятия и опыт участия в соревнованиях позволяет спортсменам приобрести некоторые конкурентные преимущества:

- ✓ поддержание высокой работоспособности в условиях нарастающего утомления, особенно в конце стрельбы;
- ✓ на основании информации, поступающей по ходу выполнения стрельб, принятие определенных решений и их исполнение для достижения максимально возможных результатов, когда главный соперник - не "рядом стреляющий спортсмен", а цена собственной ошибки;
- ✓ регулярное выполнение большого объема статической нагрузки;
- ✓ овладение приемами само регуляции с целью оптимизации эмоциональных состояний, восстановления, стимуляции работоспособности [12].

Эмоциональная устойчивость (умение управлять собственным психическим состоянием) зависит от уровня развития и сформированности:

- интеллектуальных способностей;
- мотивационной сферы;
- эмоциональных проявлений;
- волевых регуляторов;
- особенностей нравственной сферы личности.

Психологическая готовность к соревнованиям является обязательной составляющей во всех видах спорта, однако для тех, кто занимается стрелковым спортом, по данным литературных источников и опыту собственной соревновательной деятельности можно определить специфические характеристики (рисунок 2):

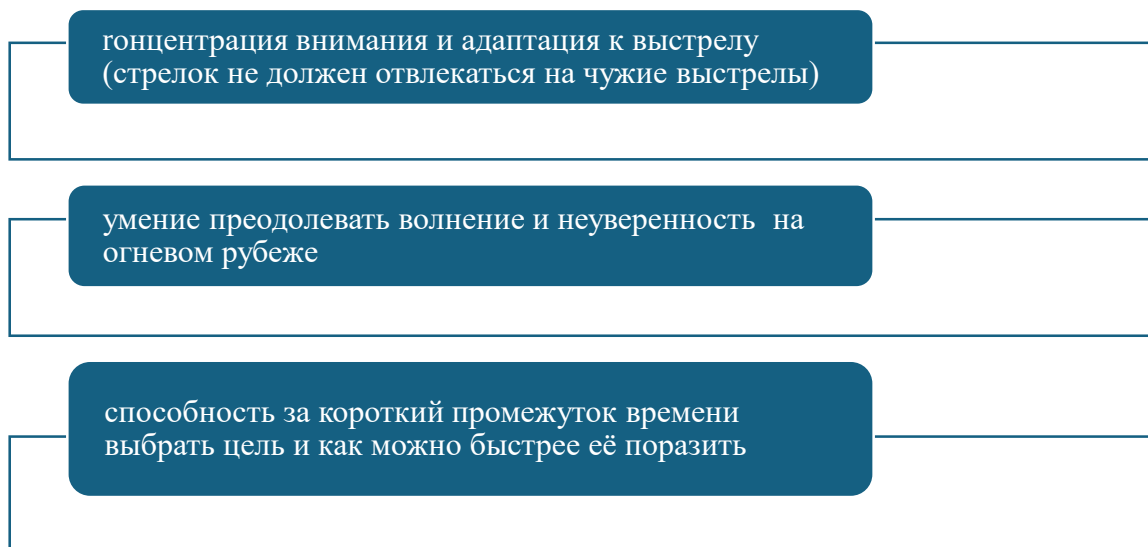


Рис. 2. Особенности психологической устойчивости в стрелковом спорте

Для успешного выступления на соревнованиях необходим оптимальный уровень возбуждения. Даже у опытных стрелков «предстартовое состояние» может вызывать

психофизиологические изменения, которые негативно влияют на технику стрельбы и результативность деятельности [13]:

- изменение времени прицеливания;
- увеличение колебания руки с оружием;
- расслабление мышц кистей рук;
- перенапряжение мышц туловища;
- запотевание ладоней;
- раскоординация действий («палец не жмет»);
- потеря устойчивости;
- увеличение частоты сердечных сокращений;
- увеличение тремора рук, замедленная или ускоренная реакция.

В подготовке стрелка идет работа с такими составляющими, как:

1. Готовность адекватно реагировать на изменяющиеся условия. С этой целью рекомендуется проводить занятия в разные временные интервалы дня, а также в различных погодных условиях.
2. Психоэмоциональная стабильность спортсмена связана с работой тренера на объективное оценивание «плохого» и «хорошего» выстрела и сохранение эмоциональной стабильности как в случае успеха, так и в случае промаха.
3. Стабильность эмоционального состояния достигается максимальной отработкой технических приемов.
4. Эффективным средством формирования стрессоустойчивости является моделирование соревновательных условий на тренировке посредством создания повышенного эмоционального фона, что вызывает у стрелков некоторое возбуждение, сходное с предстартовым состоянием.
5. Интересным представляется подход кратковременных изменений физиологических характеристик посредством бега, приседаний и иных упражнений с последующим выполнением установок тренера.

В целом, психологическая подготовка, связанная с повышением стрессоустойчивости в стрелковом спорте, способствует формированию адекватного поведения и обладает оздоровительным эффектом.

Заключение. Изменения, характерные для рынка труда современной России, связаны с усилением работы, направленной на реализацию профессионально-прикладной физической культуры. Целью такой работы является формирование и развитие у будущих специалистов (если говорить о пользе занятий стрелковым спортом в детском возрасте) и сотрудников качеств и навыков с акцентом на поддержание эффективной работы и продление профессионального долголетия. Занятия в секции стрелкового спорта обладают также большим потенциалом в контексте поддержания высокого уровня физического и психического здоровья. Кроме того, для формирования готовности школьников и студентов к самостоятельной жизни, развития навыков самоконтроля представляется возможным вернуться к опыту нашей страны, когда занятия стрелковым спортом являлись не только частью спортивной, но и рекреационной системы (оборудование общественных мест, приспособленных для учебной или целевой стрельбы).

Список литературы

1. Белавкина, М. В. Повышение пенсионного возраста и проблема сохранения здоровья работающего населения / М. В. Белавкина, Д. С. Лысенко С. Л. Аслanian // Успехи геронтологии. – 2022. – Т. 35, № 4. – С. 584.

References

1. Belavkina, M.V. Raising the retirement age and the problem of maintaining the health of the working population / M. V. Belavkina, D. S. Lysenko, S. L. Aslanyan // Advances in Gerontology. – 2022. – Vol. 35, No. 4. – P. 584.

2. **Лысенко, А. В.** Работоспособность пожилых преподавателей вуза при сочетанном влиянии дыхательных упражнений и пептидного биорегулятора «кортексин» / А. В. Лысенко, Д. С. Лысенко, Л. Г. Буйнов, Л. А. Сорокина // Успехи геронтологии. – 2020. – Т. 33, №2. – С. 307 – 312. DOI: 10.34922/AE.2020.33.2.012
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. **Лысенко, Д. С.** Активное и здоровое долголетие: надежды, разочарования, перспективы / Д. С. Лысенко, А. В. Лысенко, В. Н. Федорец, А. В. Арутюнян // University Therapeutic Journal. – 2023. – Т. 5. № 2. – С. 57-67. DOI: 10.56871/UTJ.2023.74.66.005
5. **Финоченко, Т. А.** Неблагоприятные условия труда как фактор преждевременного старения работников локомотивных бригад / Т. А. Финоченко, В. А. Мамченко, Л. С. Козина, А. В. Лысенко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2007. – №4 (28). – С. 104 – 110.
6. **Лысенко, А. В.** Профессиональное долголетие работников банка: особенности применения физкультурно – оздоровительных технологий / А. В. Лысенко, Д. С. Лысенко, Т. А. Викулина // Актуальные вопросы спортивной психологии и педагогики. – 2025. – Т.5, №1. – С. 102 – 109. DOI: 10.15826/spp.2025.1.133
7. **Широков, В. А.** Профилактика синдрома эмоционального выгорания в различных профессиональных группах (аналитический обзор) / В. А. Широков, А. В. Новикова, Е. В. Зибарев, А. В. Жигалова, И.В. Бутакова // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102, №11. – С. 1170 – 1176
8. **Евстифеев, В. Ю.** История развития стрелкового спорта в России / В. Ю. Евстифеев, Е. А. Юпатова // Молодой ученый. - 2023. - № 6 (453). - С. 280–282.
9. **Завихорин Д.С.** Воспитание эмоциональной устойчивости юных
2. **Lysenko, A. V.** Performance of elderly university teachers under the combined influence of breathing exercises and the peptide bioregulator "cortexin" / A. V. Lysenko, D. S. Lysenko, L. G. Buynov, L. A. Sorokina // Advances in Gerontology. - 2020. - Vol. 33, No. 2. – P. 307 – 312. DOI: 10.34922/AE.2020.33.2.012
3. Industrial sanitation and occupational hygiene. Health and performance. / M. V. Belavkina, A. V. Borisova, A. V. Lysenko, D. S. Lysenko, T. A. Finochenko. – Rostov-on-Don: RGUPS.- 2022.– 108 p. – ISBN 978-5-907494-06-0.
4. **Lysenko, D. S.** Active and healthy longevity: hopes, disappointments, prospects / D. S. Lysenko, A. V. Lysenko, V. N. Fedorets, A. V. Harutyunyan // University Therapeutic Journal. – 2023. – Vol. 5. No. 2. – P. 57–67. DOI: 10.56871/UTJ.2023.74.66.005
5. **Finochenko, T. A.** Unfavorable working conditions as a factor in premature aging of locomotive crew workers / T. A. Finochenko, V. A. Mamchenko, L. S. Kozina, A. V. Lysenko // Bulletin of the Rostov State Transport University. – 2007. – No. 4 (28). – P. 104 – 110.
6. **Lysenko, A. V.** Professional longevity of bank employees: features of the application of physical education and health technologies / A. V. Lysenko, D. S. Lysenko, T. A. Vikulina // Current issues of sports psychology and pedagogy. - 2025. - Vol. 5, No. 1. – P. 102 – 109. DOI: 10.15826/spp.2025.1.133
7. **Shirokov, V. A.** Prevention of emotional burnout syndrome in various professional groups (analytical review) / V. A. Shirokov, A. V. Novikova, E. V. Zibarev, A. V. Zhigalova, I.V. Butakova // Hygiene and Sanitation. – 2023. – Vol. 102, No. 11. – P. 1170 – 1176
8. **Evstifeev, V. Yu.** History of the development of shooting sports in Russia / V. Yu. Evstifeev, E. A. Yupatova // Young scientist. - 2023. - No. 6 (453). - P. 280-282.
9. **Zavihorin D.S.** Developing emotional stability in young athletes in the field of target

спортсменов в области пулевой стрельбы: автореферат дис...кандидата педагогических наук: 13.00.04 – Челябинск, 2012. – 23 с.

10. **Романина, Е. В.** Эмоциональная устойчивость как фактор успешности соревновательной деятельности юных спортсменов (на материале стрелкового спорта) / Е.В. Романина, М.В. Грицаенко // Физическая культура – 2004. – № 3. – С. 58–63.

11. **Тимошенко, Л. И.** Обучение стрелков психологической готовности к производству выстрела / Л. И. Тимошенко, Р. А. Кудрявцев // Современные наукоемкие технологии. 2015. № 12–2. С. 375–378

shooting: abstract of dis.... candidate of pedagogical sciences: 13.00.04 - Chelyabinsk, 2012. - 23 p.

10. **Romanina, E. V.** Emotional Stability as a Factor in the Success of Young Athletes' Competitive Activity (Based on Shooting Sports) / E. V. Romanina, M. V. Gritsenko // Physical Education – 2004. – No. 3. – Pp. 58–63.

11. **Timoshenko, L. I.** Training Shooters in Psychological Readiness to Fire a Shot / L. I. Timoshenko, R. A. Kudryavtsev // Modern Science-Intensive Technologies. 2015. No. 12–2. Pp. 375–378

M. V. Belavkina, A. K. Nazarenko

DEVELOPING STRESS RESISTANCE AND CULTIVATING A CONSCIOUS ATTITUDE TOWARDS WEAPON OWNERSHIP AS ELEMENTS OF ENSURE SECURITY

Annotation. This article examines the potential of shooting sports as a foundation for developing stress resilience and self-control associated with firearms use. The benefits of shooting sports for children and adults are discussed. It also highlights the potential of shooting sports for developing professionally important qualities in individuals whose work involves not only law enforcement, security (including environmental protection), and defense agencies, but also those involved in making responsible decisions under emotional stress.

Keywords: Shooting sports, stress resistance, professionally important qualities, weapons, longevity.

For citation: Belavkina, M. V. Developing Stress Resistance and Cultivating a Conscious Attitude Towards Weapon Ownership as Elements of Ensure Security / M. V. Belavkina, A. K. Nazarenko // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 18–23. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_18.

Сведения об авторах

Белавкина Марина Валерьевна
Южный федеральный университет (ЮФУ),
Академия физической культуры и спорта,
кандидат педагогических наук, доцент,
e-mail: mvbelavkina@sfedu.ru

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

Information about the authors

Belavkina Marina Valeryevna
Southern Federal University (SFedU),
Academy of Physical Education and Sports,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate
Professor,
e-mail: mvbelavkina@sfedu.ru

Nazarenko Artem Karenovich
Southern Federal University (SFedU),
Academy of Physical Education and Sports,
Student,
email: arnaza@sfedu.ru

А. В. Борисова, В. Г. Кучерова

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА СЛЕСАРЯ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ РАБОТ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В работе представлен анализ производственной среды на рабочем месте слесаря механосборочных работ. Приведены данные о фактических и допустимых значениях потенциально вредных и опасных производственных факторов, дана оценка их влияния на уровень профессионального риска. На основании проведенного анализа сформирован комплекс мероприятий, направленных на улучшение условий труда.

Ключевые слова: слесарь механосборочных работ, опасные и вредные производственные факторы, средства индивидуальной защиты, профессиональный риск

Для цитирования: Борисова, А. В. Анализ условий труда слесаря механосборочных работ машиностроительного производства / А. В. Борисова, В. Г. Кучерова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 24–30. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_24.

Машиностроительная отрасль является фундаментом промышленного комплекса России, однако она характеризуется наличием рабочих мест с вредными и опасными производственными факторами. В частности, в механосборочных цехах, где происходит окончательная сборка узлов и агрегатов, на рабочих местах слесарей, станочников и транспортных рабочих регистрируются повышенные уровни шума, вибрации и загазованности. Одной из наиболее распространенных профессий машиностроительной отрасли, работники которой при этом подвержены влиянию неблагоприятных факторов является слесарь механосборочных работ (далее – СМР).

Специфика труда слесаря включает как статическую работу у верстака, так и взаимодействие с пневматическим и электрическим инструментом (дрели, гайковерты, шлиф машинки). Кроме того, трудовая деятельность сопровождается подъемом и перемещением тяжестей (деталей и узлов массой до 10 кг и более), а также работой в зоне действия подъемно-транспортных механизмов (мостовых кранов, кран – балок, электротележек), что создает дополнительные риски травмирования [1]. Нередко СМР осуществляются вспомогательные функции при выполнении электросварочных работ. В этом случае работник подвержен воздействию вредных химических веществ, поступающих в воздух рабочей зоны.

Таким образом, принимая во внимание потенциально высокий профессиональный риск, связанный с негативным действием опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ), необходимо разработать систему мероприятий по улучшению условий труда на основе комплексного анализа производственной среды на рабочем месте СМР машиностроительного предприятия.

Анализ производственной среды был проведен путем изучения характера и условий труда СМР, в том числе воздействующих на работника факторов производственного и трудового процессов, «фотографии» рабочего дня. На первом этапе была проведена идентификация потенциально вредных и опасных производственных факторов.

Процедура идентификации представляет собой процесс обнаружения и установления количественных, временных, пространственных и иных характеристик факторов, воздействующих на работников.

В рамках данного научного исследования этот процесс реализован на основе изучения

типовой инструкции по охране труда РД 153-34.0-03.2991-2001 и анализа результатов специальной оценки условий труда (СОУТ), проведенной на одном из машиностроительных предприятий Ростовской области. Перечень факторов рабочей среды, влияющих на условия труда СМР и показателей ОВПФ, идентифицированных при СУОТ, совпадают. Согласно протоколам результатов измерений ОВПФ, проведенных для СОУТ, условия труда слесаря, по итоговой оценке, соответствуют классу 3.2 (вредные второй степени). Проведенный анализ позволяет выделить ключевые факторы, характерные для данной процессии, с указанием их фактических значений и нормативных требований к ним [2].

Так, эквивалентный уровень шума на рабочем месте при работе пневматической дрелью составляет 92 дБА, что превышает предельно допустимый уровень (ПДУ) в 80 дБА, установленный СанПиН 1.2.3685-21 [3]. Эквивалентный скорректированный уровень вибрации (виброскорости) при работе с ручным механизированным инструментом достигает 128 дБ при норме не более 112 дБ. Тяжесть трудового процесса оценивается вредным классом 3.2, обусловленными высокими физическими перегрузками. За рабочую смену СМР совершает до 15000 стереотипных рабочих движений (при норме до 20000, но с учетом региональной нагрузки на мышцы рук и плечевого пояса) и удерживает груз (детали, инструмент) до 25% времени смены. Масса разового подъема деталей часто превышает 5 кг, что при постоянной в течение смены нагрузке классифицируется как вредный фактор. Анализ воздушной среды в зоне дыхания показывает, что при зачистке деталей и работе в зоне выделения сварочных аэрозолей концентрация пыли может достигать 6-8 мг/м³ при значении предельно-допустимой концентрации (ПДК) для фиброгенной пыли 4 мг/м³. Освещенность на рабочей поверхности при использовании только общего освещения составляет 150-200 лк, что ниже нормируемых 300 лк для механосборочных работ (разряд зрительной работы IV - средней точности).

Травмоопасность не входит в обязательную группу показателей рабочей среды, исследуемых в СОУТ. Однако данный параметр имеет существенное значение в анализе условий труда СМР, обусловлен механическим фактором, является следствием наличия движущихся частей оборудования, острых кромок деталей и возможности падения предметов. Следует учесть, что вероятность травмирования увеличивается при недостаточной освещенности.

Результаты полной идентификации факторов производственной среды и трудового процесса на рабочем месте СМР обобщены и приведены в таблице 1.

Результаты гигиенической оценки условий труда являются основанием для дальнейшей оценки уровней профессиональных рисков. Универсального метода оценки профессиональных рисков нет. Методологические подходы в этом направлении включают сочетание методов качественной и количественной оценки. К методам качественной оценки относятся такие методы, как «дерево решений», «галстук-бабочка», диаграмма Исикавы «пять почему». Данные методы позволяют структурировать и наглядно представить этапы развития опасного события, тем самым получить возможность анализа и оценки значимости причины и следствия каждого действия или бездействия, влияющего на конечный исход – профессиональный риск.

Количественные методы оценки профессиональных рисков базируются на обобщенном математическом выражении, представляющим собой сочетание (произведение) подверженности (частоты), вероятности возникновения опасного события и тяжести последствий. В работе [4] представлена сравнительная оценка основных и наиболее применяемых в крупных производственных компаниях методических подходов количественной оценки рисков. Сравнение проведено по методикам оценки профессиональных рисков, разработанных ОАО «РЖД», ФГБОУ «ВНИИ труда Минтруда России, норвежской компанией Det Norske Veritas, ЗАО «Клинический институт охраны труда», EcoStandart group.

Таблица 1

Анализ вредных производственных факторов на рабочем месте СМР

№ п/п	Наименование вредного/опасного производственного фактора	Источник возникновения	Фактическое значение фактора, гигиенический норматив		Потенциальные риски для здоровья работника
1	Повышенный уровень шума и вибрации	Работа пневматического инструмента (дрели), работа вентиляции, работа соседнего оборудования (прессы, испытательные стенды)	Эквивалентный уровень шума		Профессиональная тугоухость, вибрационная болезнь, нарушение координации, спазмы периферических сосудов
	$L_{\phi} = 92\text{дБА}$		$L_{\text{пду}} = 80 \text{ дБА}$		
2	Повышенный уровень локальной вибрации		Эквивалентный скорректированный уровень виброускорения		
			$L_{\phi} = 128 \text{ дБ}$	$L_{\text{пду}} = 126 \text{ дБ}$	
3	Тяжесть трудового процесса	Подъемы и перенос тяжелых деталей и узлов, неудобная рабочая поза, статические нагрузки	Стереотипные рабочие движения и региональной нагрузке свыше 15000, подъем груза > 5 кг, часто		Остеохондроз, радикулит, грыжи межпозвоночных дисков, хронические мышечные боли
4	Запыленность рабочей среды	Абразивная пыль при зачистке деталей,	Пыль фиброгенного действия		Болезни органов дыхания (пневмокониозы)
			$C_{\phi} = 6-8 \text{ мг/м}^3$	$C_{\text{пдк}} = 4 \text{ мг/м}^3$	
5	Химический фактор (токсичные вещества в воздухе)	Сварочные аэрозоли, пары СОЖ	Масло минеральное		Бронхиты, аллергические реакции, острые и хронические отравления
			$C_{\phi} = 5,1 \text{ мг/м}^3$	$C_{\text{пдк}} = 5 \text{ мг/м}^3$	
			MnO (в пересчете на Mn в сварочном аэрозоле)		
			$C_{\phi} = 0,5 \text{ мг/м}^3$	$C_{\text{пдк}} = 0,3 \text{ мг/м}^3$	
6	Травмоопасность (механический фактор)	Отлетающая стружка, острые кромки деталей, подвижные части оборудования, падение предметов	Усугубляется недостатком освещения		Травмы глаз, порезы рук, ушибы, переломы, ушибленные раны
7	Недостаточная освещенность	Неисправные светильники, отсутствие или неправильная настройка местного освещения	Освещенность рабочей поверхности		Ухудшение зрения, снижение внимания, повышение риска травматизма из-за плохой видимости
			$E_{\phi} = 150 - 200 \text{ лк}$	$E_{\text{н}} = 300 \text{ лк}$	

По результатам сравнения можно отметить, что для большинства методик объектом оценки рисков является рабочее место. Наибольшую возможность оценки входных данных, таких как условия труда, количество случаев травматизма и выявленных профзаболеваний, опасность технических устройств, дает методика, разработанная ОАО «РЖД». Однако к недостаткам данной методики следует отнести высокую сложность применения, отсутствие итоговой шкалы рисков.

Для снижения негативного влияния ОВПФ, воздействующих на организм работника, рекомендуется применять комплексный подход, включающий технические, организационные решения и совершенствование системы обеспечения средствами индивидуальной защиты (СИЗ). Наиболее эффективным методом обеспечения безопасности труда является устранение опасности в источнике ее возникновения. Для снижения шума и вибрации рекомендуется внедрение современного малозумного инструмента с уровнем шума не более 75 - 78 дБА с виброзащитными рукоятками, а также установка стационарного оборудования на виброизолирующие фундаменты и опоры. Оздоровление воздушной среды требует модернизации приточно-вытяжной вентиляции с организацией локальных отсосов непосредственно у мест зачистки и сборочных операций, которые характеризуются выделением пыли и аэрозолей. Для нормализации освещения необходима замена устаревших светильников на светодиодные с улучшенной цветопередачей (индекс цветопередачи $R_a > 80$) и что, критически важно, освещение каждого рабочего места регулируемым светильником местного освещения. Это позволит СМР направлять свет точно на зону обработки, обеспечивая нормируемые 300 лк на рабочей поверхности.

Для обеспечения соответствия фактических уровней физических и химических факторов гигиеническим нормам необходимо проводить регулярный мониторинг качества рабочей среды путем реализации процедуры производственного лабораторного контроля. Результаты качественно проведенного мониторинга, выполненного аккредитованной испытательной лабораторией, обеспечат достоверную доказательную базу эффективности выполненных мероприятий по улучшению условий труда, могут быть использованы при повторной специальной оценке условий труда. Параллельно с техническими мерами требуется совершенствование системы обеспечения СИЗ. Анализ типовых норм выдачи показывает, что работнику полагается широкий спектр СИЗ (костюм, ботинки, очки, респиратор, наушники) [5]. Однако ключевая проблема заключается в несоответствии качества СИЗ реальным условиям труда и низкой культуре их использования. Данный вывод подтверждается современными исследованиями в области охраны труда. Так, в работе [6], посвящённой разработке локальных норм выдачи СИЗ в соответствии с Едиными типовыми нормами (ЕТН – 2021), отмечается, что ключевым отличием нового подхода является переход от формального закрепления перечней СИЗ по профессиям к риск-ориентированной модели. Авторы подчеркивают, что ранее действовавшие нормативы обязывали работодателей выдавать СИЗ без учета фактического воздействия вредных факторов на конкретных рабочих местах, что способствовало возникновению нецелевого расходования средств, поскольку часть выданных СИЗ не применялась работниками в ходе выполнения трудовых функций [6]. Современный подход требует формирования базового комплекта СИЗ с последующей его корректировкой на основе данных специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков, что позволяет устранить избыточность и повысить реальную защищенность работников. Обобщённые проблемы в обеспечении работников СИЗ и пути их решения представлены в таблице 2.

Таким образом, проведенный анализ производственной среды СМР в машиностроительной отрасли свидетельствует о сохранении негативного воздействия на организм работника факторов рабочей среды и трудового процесса. Традиционные меры защиты исчерпали свой потенциал и не позволяют снизить класс вредности условий труда [7].

Таблица 2

Мероприятия по совершенствованию использования СИЗ

Проблема в обеспечении СИЗ	Решение
Выдача СИЗ общего назначения, не адаптированных под конкретные риски (например, обычные наушники не позволяют слышать предупредительные сигналы)	Подбор СИЗ на основе карт оценки профессиональных рисков. Использование активных противошумных наушников с функцией обратной связи, которые подавляют вредный шум, но пропускают речь и сигналы.
Захламленность рабочих мест обтирочными материалами, создающая пожарную нагрузку и риск травм	Оснащение рабочих мест автоматическими или панорамными защитными очками с антизапотевающим покрытием и вентиляцией, более комфортными для длительного ношения
Неудобство спецодежды из плотных тканей, стесняющей движение и нарушающей теплообмен	Выбор современных смесовых тканей (например, с содержанием хлопка и полиэстера) с защитными пропитками (масло-водоотталкивающими), обеспечивающих не только защиту, но и комфортный микроклимат пододежного пространства.

Предлагаемый комплекс мер, приведенный в данной работе, мероприятия направлен на качественное улучшение условий труда за счет перехода от пассивной защиты трудящихся к активному управлению профессиональными рисками. Инвестиции в модернизацию вентиляции и внедрение малошумного инструмента должны идти в ногу с изменением управленческой культуры и вовлечением самих работников в процессы улучшения через обеспечение удобным и эффективными СИЗ. Только такой комплексный подход, основанный на точных данных СОУТ и подборе мер защиты, позволит не только снизить профессиональные риски до приемлемого уровня, но и повысить производительность труда, снизить текучесть кадров и сохранить здоровье трудового коллектива – главную цель любого современного предприятия.

Список литературы

1. Об утверждении Правил по охране труда при размещении, монтаже, техническом обслуживании и ремонте технологического оборудования [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 27.11.2020 № 833н (ред. от 11.12.2020). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» - сайт. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501495&ysclid=mmyqd6o71r607553464>
2. Охрана труда на железнодорожном предприятии / Т. А. Финоченко, И. Г. Переверзев, Е. П. Чубарь, А. В. Борисова. - учеб. пособие, 2020. – 72 с. ISBN 978-5-88814-915-7

References

1. On approval of the Rules for labor protection during the placement, installation, maintenance and repair of process equipment [Electronic resource]: Order of the Ministry of Labor of Russia dated November 27, 2020 No. 833n (as amended on December 11, 2020). – Access from the reference and legal system "ConsultantPlus" - website. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501495&ysclid=mmyqd6o71r607553464>
2. Occupational safety and health at a railway enterprise / T. A. Finochenko, I. G. Pereverzev, E. P. Chubar, A. V. Borisova. - textbook, 2020. – 72 p. ISBN 978-5-88814-915-7

3. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах: СанПиН 1.2.3685-21: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 28.01.2021. – Москва, 2021.

4. **Комзолов, А. А.** Анализ методических подходов к количественной оценке профессиональных рисков / А. А. Комзолов, Т. В. Кириченко, В. Д. Бархатов, М. В. Манежева // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. – 2022. – № 2. – С. 110-141. – DOI 10.38050/01300105202226.

5. Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением : Приказ Минтруда России от 09.12.2014 № 997н. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. **Федорова, Н. В.** Риск-ориентированный подход при нормировании СИЗ / Н. В. Федорова // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. – Ангарск, 2025. – № 22. – С. 273-278.

7. **Ефремова, О. С.** Система управления охраной труда в организации / О. С. Ефремова. – М.: Альфа-Пресс, 2020. – 304 с. – ISBN 978-5-94280-756-6.

8. **Семиглазова, Т. А.** Управление профессиональными рисками / Т. А. Семиглазова, Е. А. Финоченко // Транспорт и логистика: инновационное развитие в условиях глобализации технологических и экономических связей: Сборник научных трудов, Ростов-на-Дону, 08–09 февраля 2017 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2017. – С. 241-245.

9. **Абдульманова, К. И.** Обеспечение безопасных условий труда на рабочих местах операторов кузнечнопрессового оборудования / К. И. Абдульманова, Т. А. Финоченко // Труды Ростовского

3. Sanitary and epidemiological requirements for physical factors in the workplace: SanPiN 1.2.3685-21: approved. by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on January 28, 2021. – Moscow, 2021.

4. **Komzolov, A. A.** Analysis of methodological approaches to the quantitative assessment of occupational risks / A. A. Komzolov, T. V. Kirichenko, V. D. Barkhatov, M. V. Manezheva // Bulletin of Moscow University. Series 6: Economy. – 2022. – No. 2. – P. 110-141. – DOI 10.38050/01300105202226.

5. On approval of the Standard Standards for the free issuance of special clothing, special footwear and other personal protective equipment to workers in cross-cutting professions and positions in all types of economic activity, engaged in work with harmful and (or) hazardous working conditions, as well as in work performed in special temperature conditions or associated with pollution: Order of the Ministry of Labor of Russia dated 09.12.2014 No. 997n. - Access from the reference and legal system "ConsultantPlus".

6. **Fedorova, N. V.** Risk-based approach to PPE standardization / N. V. Fedorova // Collection of scientific papers of the Angarsk State Technical University. - Angarsk, 2025. – No. 22. – P. 273–278.

7. **Efremova, O. S.** Occupational safety management system in an organization / O. S. Efremova. – Moscow: Alfa-Press, 2020. – 304 p. – ISBN 978-5-94280-756-6.

8. **Semiglazova, E. A.** Professional Risk Management / T. A. Semiglazova, E. A. Finochenko // Transport and logistics: innovative development in the context of globalization of technological and economic ties: Collection of scientific papers, Rostov-on-Don, February 8–9, 2017. – Rostov-on-Don: Rostov State University of Railway Engineering, 2017. – P. 241–245.

9. **Abdulmanova, K. I.** Ensuring safe working conditions at the workplaces of forging and pressing equipment operators / K. I. Abdulmanova, T. A. Finochenko // Proceedings of the Rostov State Transport

государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1(58). – С. 4–7. University. – 2022. – No. 1 (58). – P. 4–7.

A. V. Borisova, V. G. Kucheroва

ANALYSIS OF WORKING CONDITIONS OF A MECHANICAL ASSEMBLY MECHANIC IN MECHANICAL ENGINEERING PRODUCTION

Abstract. This paper presents an analysis of hazardous and harmful occupational factors affecting the health of mechanical assembly mechanics. The author presents an analysis of factors such as vibration and noise, the severity of the work process, injury risk, and insufficient lighting. The author also proposes improvements to the personal protective equipment (PPE) provision system.

Keywords: mechanical engineering, mechanic, hazardous/harmful occupational factors, analysis, special assessment of working conditions, personal protective equipment (PPE), adverse effects.

For citation: Borisova, A. V. Analysis of Working Conditions of a Mechanic Performing Mechanical Assembly Work in Mechanical Engineering Production / A. V. Borisova, V. G. Kucheroва // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 24–30. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_24.

Сведения об авторах

Борисова Анастасия Викторовна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: nastja004@bk.ru

Кучерова Варвара Георгиевна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
Лицей, документовед,
e-mail: chekmezkucheroва@gmail.com

Information about the authors

Borisova Anastasia Viktorovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor,
e-mail: nastja004@bk.ru

Kucheroва Varvara Georgievna

Rostov State Transport University (RSTU),
Lyceum, Document Specialist,
e-mail: chekmezkucheroва@gmail.com

Н. В. Денис, М. В. Белавкина

РЕЧЕВАЯ КОММУНИКАЦИЯ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ВЫГОРАНИЕ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы профессионального выгорания работников в сфере обеспечения безопасности трудовой деятельности сквозь призму речевой коммуникации. Систематизированы основные факторы, обуславливающие эмоциональное напряжение в профессиональном общении, и проанализирована их связь с риском развития выгорания. Особое внимание уделено специфике коммуникативных процессов в условиях цифровизации. Предложены практические рекомендации по формированию и совершенствованию навыков профессионального общения, включая элементы речевого этикета и стратегий снижения коммуникативной нагрузки, направленные на профилактику профессионального выгорания и повышение уровня безопасности труда.

Ключевые слова: обеспечение безопасности, профессиональное выгорание, трудовая деятельность, коммуникативные навыки, речевой этикет.

Для цитирования: Денис, Н. В. Речевая коммуникация и профессиональное выгорание в сфере обеспечения безопасности трудовой деятельности / Н. В. Денис, М. В. Белавкина // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – №. 1. – С. 31–36. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_31.

Актуальность. Российская экономика сегодня сталкивается с масштабными вызовами, что связано с глобальной цифровизацией, санкционной политикой, дестабилизацией внешнеполитической ситуации, переориентацией сложившихся связей, необходимостью в ускоренном темпе развивать новые, либо модернизировать существующие отрасли. На государственном уровне разрабатываются инновационные программы и национальные проекты, которые должны способствовать социально-экономическому развитию страны [1].

В этих условиях важное значение играет «человеческий капитал», и прежде всего, состояние здоровья работников. Сегодня уже недостаточно говорить о контролирующей роли системы «охраны труда», которая имеет в нашей стране глубокие корни и выполняет важнейшую функцию обеспечения безопасности сотрудников на производстве и минимизацию рисков профессиональных заболеваний [2]. Важно формировать среду, связанную с оптимизацией процессов сохранения здоровья работников, в частности направленную на предотвращение профессионального выгорания [3, 4].

Цель работы: изучить роль речевой коммуникации в формировании профессионального выгорания на фоне цифровизации всех сфер современной жизни и деятельности.

Результаты исследования. В 70-х годах XX века термин «профессиональное выгорание» был использован психологами, как определяющий не только снижение качества деятельности работника, но, и как обоснование ухудшения его здоровья. Распространенность данного явления в наши дни подтверждается фактом включения в Международную классификацию болезней (МКБ) как фактор, который может влиять на физическое и ментальное здоровье [4].

Сегодня данной теме отводится достаточное внимание в научной литературе, а само явление изучается специалистами различных областей знаний. Наиболее распространенным

является определение выгорания как состояния эмоционального, физического и ментального истощения, вызванного чрезмерным и длительным стрессом на рабочем месте [4]. Безусловно, стрессовые ситуации могут провоцироваться чрезмерной нагрузкой, уровнем ответственности при выполнении трудовых функций, личностно-ролевыми конфликтами и другими факторами. Однако, большинство исследователей признает существование повышенного риска выгорания в профессиях типа «человек-человек», причем реакция организма на продолжительный коммуникативный стресс является определяющей.

Проявлением коммуникативного стресса является повышенная конфликтность, неумение контролировать собственные реакции, подверженность манипулятивным воздействиям. Снизить негатив в общении можно используя навыки речевой коммуникации. Последняя в профессиональной деятельности выполняет ряд взаимосвязанных функций, среди основных можно выделить интерактивную, информационную, регулятивную (рисунок 1).

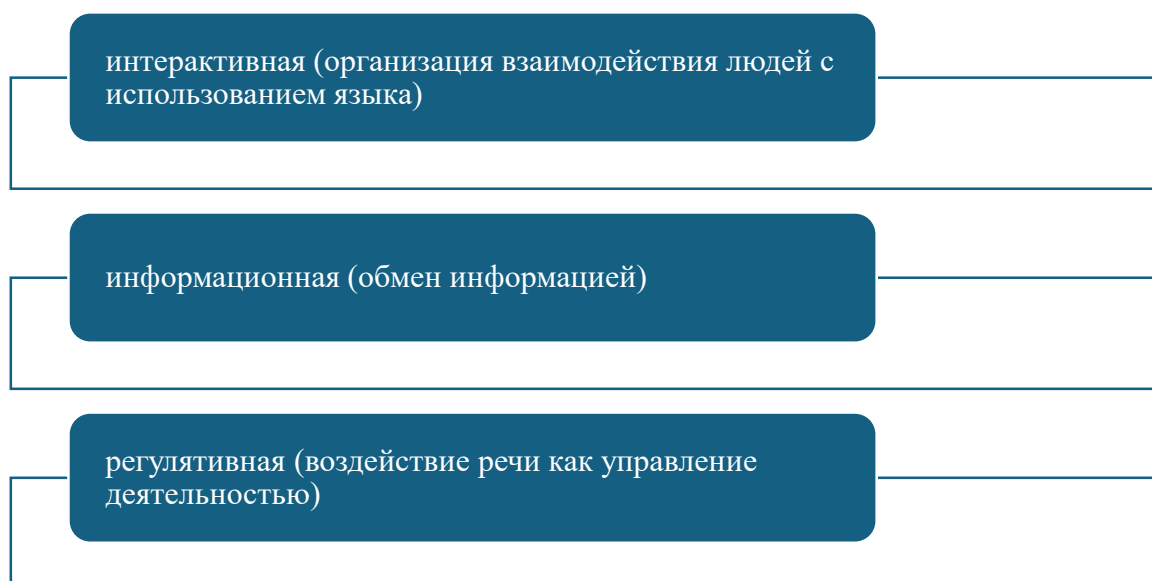


Рис. 1. Основные функции речевой коммуникации

Реализация указанных функций – сложное явление, поскольку предусматривает взаимодействие субъектов. Порождение речи предусматривает ее адекватное восприятие (и содержательное, и эмоциональное), так как в процессе речевого взаимодействия субъектов участвуют их мышление, воля, эмоции. В противном случае существует риск возникновения непонимания, эмоционального напряжения, что в итоге снижает продуктивность производственных процессов и влияет на микроклимат в трудовом коллективе.

Успешное декодирование информации возможно при схожих подходах к речевой культуре в трудовом коллективе. Вербальная и невербальная коммуникация имеет отношение к эмоциональной сфере, а также к проявлению когнитивных способностей.

Общепризнанно, что трансформация языка не только отражает изменения, происходящие в обществе, но и позволяет искать пути использования общения для развития самих людей, оптимизации их взаимодействия. Происходящей в настоящее время метаморфозе языка способствовал целый ряд причин. «Упрощение» и даже примитивизация различных форм общения вследствие цифровизации всех сфер жизни и деятельности, а также стремительное внедрение дистанционных технологий на фоне ковидных ограничений признаются важнейшим фактором риска развития различных заболеваний (в том числе когнитивных дефицитов) и ускоренного старения [5, 6].

Сегодня в деловом общении практически не проявляется контактоустанавливающая (социативная или фактическая) функция языка, которая позволяет сформировать

эмоциональную окрашенность речи, настроить собеседника на точное восприятие информации. К речевому этикету имеет отношение такая функция языка как эмотивная, связанная с выражением эмоций, чувств, отношений человека [7]. Такой «обедненный» тип общения может способствовать снижению взаимопонимания, особенно в ситуациях командной работы. Безусловно, точные установки и рекомендации способствуют оптимизации времени на восприятие задачи, но при этом у сотрудника может формироваться эмоциональное напряжение, связанное с ощущением «неоцененности» собственной роли и результатов труда.

В стремлении к экономии времени и упрощению сообщений, особенно в письменных формах, все чаще используются графические изображения (эмодзи). Считаем, что это усредняет эмоции автора, и может даже осложнять общение, так как адресату затруднительно адекватно понять эмоции, которые вкладывает автор сообщения в тот или иной символ. Кроме того, использование шаблонных изображений зачастую идет вразрез с правилами речевого этикета, искажая установленный порядок иерархических отношений [7]. Действительно, в деловом общении субординация рассматривается как инструмент для эффективной работы. Ее несоблюдение часто провоцирует конфликты и напряженность, а также может привести к психологическим срывам и, в целом, к снижению эффективности деятельности. В этом контексте использование речевых оборотов, направленных на реализацию конативной функции языка, позволяет избегать конфликтных ситуаций и недопонимания в коллективе сотрудников. Именно поэтому «классические» требования делового общения как никогда актуальны, поскольку позволяют правильно структурировать решение поставленной задачи, четко осознавать собственную позицию.

Более того, современная практически безэмоциональная речь, подстроенная под компьютерные технологии, приводит не только к определенным сложностям во взаимоотношениях между людьми, но и снижает эффективность восприятия и интерпретации информации. Работа с построением сложных фраз, включающих деепричастные обороты, влияет на творческую рефлексию. К сожалению, современный стиль общения предполагает использование простых и коротких сообщений. При этом современные девайсы предлагают готовые решения в выборе слов. Это снижает потребность пользователей в поиске наиболее точных, при этом выразительных форм, в полной мере передающих настроение.

Речь, связанная с использованием синонимов, антонимов и омонимов позволяет в общении выделять множество оттенков эмоциональных состояний, а также в полной мере оценивать происходящие события. Существуют экспериментальные доказательства взаимосвязи между «наполненностью» языка, скоростью чтения и точностью восприятия информации [8]. В практике советской системы образования использовалась методика изучения большого объема текстов, их анализ и пересказ. Это работало именно на улучшение памяти, аналитических способностей.

В решении профессиональных задач важно использовать групповые формы работы, поскольку умение вести диалоги с несколькими партнерами обогащает словарный запас и требует четкого выстраивания речевых оборотов, что связано с систематизацией и обобщением информации.

Для преодоления профессионального выгорания рекомендуется использовать стиль общения с ориентацией на процесс деятельности либо на собеседника. Так как есть исследования, которые доказывают, что к эмоциональной напряженности приводит использование в коммуникации прагматичности и прямолинейности [9, 10]. Рекомендуется при отправлении письменной информации использовать корректное и профессиональное приветствие, включая имя получателя, если это уместно. Персонализированное приветствие делает сообщение дружелюбным.

Важно определять и, даже формализовать временные лимиты для встреч и консультаций. Избегать длительных вариаций общения, используя паузы. И, что наиболее важно, формировать представления о личностной ценности каждого сотрудника, поскольку

оздоровительные технологии, основанные на человеческих ценностях, становятся лейтмотивом совершенствования производства [10, 11].

Заключение. Проведенный анализ роли речевой коммуникации в профессиональном выгорании показал необходимость соблюдения норм делового этикета, сохранения социально одобренных конструкторов общения. Это формирует правильную модель поведения работника, снижает риск конфликтов в исполнении трудовых функций. Признавая одной из целей коммуникации эмоциональное взаимодействие между сотрудниками, важно использовать выразительные средства, связанные с пониманием работником собственной значимости в коллективе. Правильно организованная коммуникация позволяет грамотно управлять временными ресурсами и планировать совместную деятельность. Соблюдение навыков общения позволяет сохранить эмоциональную устойчивость сотрудника, особенно в конфликтных ситуациях, либо при решении неординарных задач, что будет способствовать оптимизации трудовой деятельности и, в целом сохранению здоровья и профессионального долголетия [11].

Список литературы

1. **Макар, С. В.** Стратегические цели национального развития России: риски и возможности / С. В. Макар, Е. И. Медведева, С. В. Крошилин, А. В. Ярашева // Дискуссия. – 2024. – № 7(128). – С. 61–71. – DOI 10.46320/2077-7639-2024-7-128-61-71.
2. **Финоченко, Т. А.** Новые аспекты охраны труда в условиях боевых действий и гибридных войн / Т. А. Финоченко, Д. С. Лысенко // Физическая культура, спорт, здоровье и долголетие. Материалы четырнадцатой международной научной конференции. – Ростов-на-Дону – Таганрог, 2025.- С. 81–88
3. **Финоченко, Т. А.** Состояние психосоматического здоровья в неблагоприятных условиях профессиональной деятельности / Т. А. Финоченко, А. В. Лысенко, Д. С. Лысенко. – Ростов-на-Дону, 2017. – 101 с.
4. **Хальфин, Р. А.** Профессиональное выгорание медицинских работников: актуальный вопрос управления системой здравоохранения / Р. А. Хальфин, П. С. Смольникова, А. С. Столкова // Национальное здравоохранение. – 2023. – №4 (2). – С. 40 – 46. <https://doi.org/10.47093/2713-069X.2023.4.2.40-46>
5. **Лысенко, Д. С.** Ускоренное старение как риск цифровизации образования: возможности профилактики / Д. С. Лысенко, А. В. Лысенко, Л. А. Сорокина, Л. А. Буйнов,

References

1. **Makar, S. V.** Strategic goals of national development of Russia: risks and opportunities / S. V. Makar, E. I. Medvedeva, S. V. Kroshilin, A. V. Yarasheva // Discussion. - 2024. - No. 7 (128). - P. 61-71. - DOI 10.46320/2077-7639-2024-7-128-61-71.
2. **Finochenko, T. A.** New aspects of labor protection in combat and hybrid wars / T. A. Finochenko, D. S. Lysenko // Physical education, sports, health and longevity. Proceedings of the fourteenth international scientific conference. – Rostov-on-Don – Taganrog, 2025.- P. 81–88
3. **Finochenko, T. A.** The state of psychosomatic health in unfavorable conditions of professional activity / T. A. Finochenko, A. V. Lysenko, D. S. Lysenko. – Rostov-on-Don, 2017. – 101 p.
4. **Khalfin, R. A.** Professional burnout of medical workers: a topical issue of healthcare system management / R. A. Khalfin, P. S. Smolnikova, A. S. Stolkova // National Healthcare. – 2023.- No. 4 (2). – P. 40 – 46. <https://doi.org/10.47093/2713-069X.2023.4.2.40-46>
5. **Lysenko, D. S.** Accelerated aging as a risk of digitalization of education: possibilities of prevention / D. S. Lysenko, A. V. Lysenko, L. A. Sorokina, L. A. Buynov, A. V. Arutyunyan

А. В. Арутюнян // Успехи геронтологии. - 2022. – Т. 35, № 1. – С. 61–67.

// Advances in Gerontology. - 2022. – Vol. 35, No. 1. – P. 61–67.

6. **Яковлева, Е. А.** Назад в будущее: примитивизация, варваризация или новые сценарии? /Е. А. Яковлева, Р. А. Григорьев // Russian Journal of Economics and Law. – 2024. - №4. – С. 1007 – 1023

6. **Yakovleva, E. A.** Back to the Future: Primitivization, Barbarization, or New Scenarios? / E. A. Yakovleva, R. A. Grigoriev // Russian Journal of Economics and Law. – 2024. - No. 4. – P. 1007 – 1023.

7. **Курченкова, Д. А.** Пути формирования молодежного сленга в цифровой среде / Д. А. Курченкова, А. А. Менщикова // Актуальные проблемы теории и практики социально-гуманитарных наук. Сборник научных статей. – Москва, 2025. – С. 186–191.

7. **Kurchenkova, D. A.** Ways of Formation of Youth Slang in the Digital Environment / D. A. Kurchenkova, A. A. Menshchikova // Actual Problems of Theory and Practice of Social and Humanitarian Sciences. Collection of Scientific Articles. – Moscow, 2025. – P. 186–191.

8. **Belavkina M. V., Lysenko D. S., Finochenko T. A.** Impact of information on human health: educational and professional aspects // BIO WEB OF CONFERENCES. XVII International Scientific and Practical Conference “State and Development Prospects of Agribusiness” (INTERAGROMASH 2024). EDP Sciences, 2024. – P. 06001

8. **Belavkina M. V., Lysenko D. S., Finochenko T. A.** Impact of information on human health: educational and professional aspects // BIO WEB OF CONFERENCES. XVII International Scientific and Practical Conference “State and Development Prospects of Agribusiness” (INTERAGROMASH 2024). EDP Sciences, 2024. – P. 06001

9. **Лысенко, Д. С.** Активное и здоровое долголетие: надежды, разочарования, перспективы / Д. С. Лысенко, А. В. Лысенко, В. Н. Федорец, А. В. Арутюнян // Университетский Терапевтический Вестник. – 2023. – 5 (2). – С. 57–67.

9. **Lysenko, D.S.** Active and healthy longevity: hopes, disappointments, prospects / D. S. Lysenko, A. V. Lysenko, V. N. Fedorets, A. V. Harutyunyan // University Therapeutic Bulletin. – 2023. – 5 (2). – P. 57–67.

N. V. Denis, M. V. Belavkina

SPEECH COMMUNICATION AND PROFESSIONAL BURNOUT IN THE FIELD OF ENSURING LABOR SAFETY

Abstract. This article examines the problems of professional burnout in the field of occupational safety through the lens of verbal communication. It systematizes the main factors that cause emotional stress in professional communication and analyzes their relationship with the risk of burnout. Particular attention is paid to the specifics of communication processes in the context of digitalization. Practical recommendations are offered for developing and improving professional communication skills, including elements of speech etiquette and strategies for reducing communication stress, aimed at preventing professional burnout and improving occupational safety.

Keywords: safety, professional burnout, work activity, communication skills, speech etiquette.

For citation: Denis, N. V. Speech Communication and Professional Burnout in the Field of Ensuring Labor Safety / N. V. Denis, M. V. Belavkina // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 31–36. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_31.

Сведения об авторах

Денис Наталья Владимировна

Полоцкий государственный университет
им. Е. Полоцкой (ПГУ),
гуманитарный факультет, доцент,
кафедра «Физической культуры»,
e-mail: n.hryshanava@psu.by

Белавкина Марина Валерьевна

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

Information about the authors

Denis Natalia Vladimirovna

Polotsk State University named after E.
Polotskaya (PSU),
Faculty of Humanities,
Associate Professor, Chair «Physical
Education»,
e-mail: n.hryshanava@psu.b

Belavkina Marina Valeryevna

Southern Federal University (SFedU),
Academy of Physical Education and Sports,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate
Professor,
e-mail: mvbelavkina@sfedu.ru

Д. С. Завьялов, В. А. Крутова

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ШУМА КОМБАЙНА

Аннотация. В работе описан подход к измерению акустических характеристик комбайна. Рассматривается алгоритм проведения экспериментальных исследований шума комбайна с установленным навесным оборудованием для получения объективной картины соответствия уровней звукового давления санитарной норме как на рабочем месте комбайнера внутри кабины, так и на открытом рабочем месте, которым является площадка выхода и зона вокруг комбайна на расстоянии до 7,5 метров.

Ключевые слова: сельское хозяйство, кормоуборочный комбайн, эквивалентный уровень шума, уровень звукового давления, рабочее место оператора, санитарная норма.

Для цитирования: Завьялов, Д. С. Методология исследования шума комбайна / Д. С. Завьялов, В. А. Крутова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 37–42. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_37.

Кормоуборочный комбайн представляет собой многофункциональную сельскохозяйственную машину, предназначенную для полной механизации процесса сбора и подготовки кормов. Он осуществляет скашивание, измельчение и погрузку в транспортное средство сеяных или естественных трав, а также подбор и измельчение массы из валков. В отличие от зерноуборочного комбайна, основным продуктом является не зерно, а измельчённая зелёная масса (силос, сенаж), что определяет специфику его рабочих органов. На рисунке 1 приведена технологическая схема комбайна.

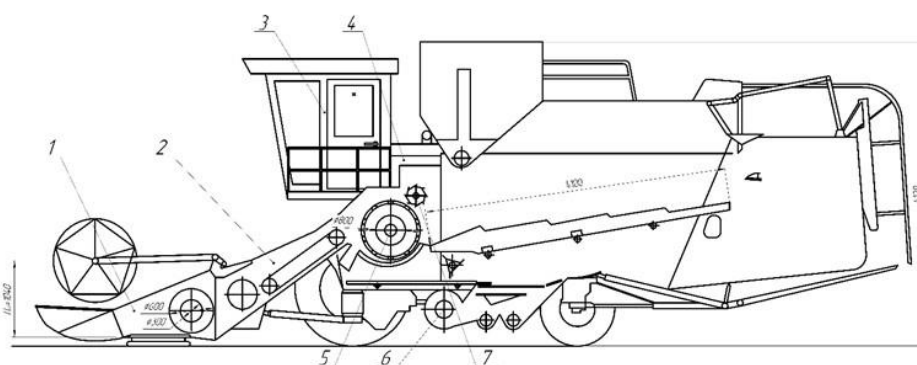


Рис. 1. Технологическая схема комбайна:

1 – жатка; 2 – наклонная камера; 3 – кабина; 4 – двигатель; 5 – измельчающий барабан; 6 – вентилятор; 7 – роторы

С точки зрения акустики, интерес представляют следующие узлы комбайна: двигатель внутреннего сгорания (4), барабан (5), роторы (7), вентилятор (6), жатка (1), наклонная камера (2).

В рамках исследования рассматривались комбайны немецкого производства CLAAS JAGUAR 830, 850 и 870 (рис.2). Измерения акустических характеристик проводились в соответствии с установленной нормативной документацией [1-7], в полевых условиях

эксплуатации комбайнов на ферме в Ленинградской области. Скорость ветра при испытаниях не превышала 5 м/с. Атмосферные осадки отсутствовали.



Рис. 2. Комбайн CLAAS JAGUAR 830

Испытания выполнялись последовательно с поэтапным подключением технологических агрегатов для оценки их вклада в общий акустический профиль:

- Холостой ход: работает только двигатель внутреннего сгорания на минимальных и номинальных оборотах.
- Запуск молотилки: подключается молотильно-сепарирующее устройство (МСУ).
- Включение жатки: активируются режущий аппарат и мотовило.
- Включение измельчителя: запуск соломотряса и измельчителя-разбрасывателя.
- Во время движения в скоростном диапазоне от 5 до 30 км/ч.

Каждый этап фиксировался отдельной спектрограммой. Контроль рабочих параметров, включая частоту оборотов двигателя и кинематику рабочих органов комбайна, производился на основе показаний штатной системы мониторинга, данные с которой считывались на информационной панели, расположенной в кабине оператора.

В качестве регистрирующей аппаратуры используются портативные многоканальные анализаторы спектра и прецизионные шумомеры 1-го класса точности (рис. 3).



Рис. 3. Шумомеры-виброметры, анализаторы спектра Экофизика-110А и Октава-110А

Для каждого режима работы комбайна проводилось не менее пяти измерений, длительность которых составляла не менее 5 минут для последующей статистической обработки. Измерения проводились в нормируемом диапазоне частот 31,5–8000 Гц.

Измерения шума внутри кабины (рис.4) проводились при закрытых окнах и дверях без щелей и зазоров. Микрофон устанавливался на высоте 0,6 метра поверхности сидения, а также смещен на 0,2 метра от его оси симметрии в направлении центра кабины.



Рис. 4. Схема кабины комбайна

Отдельно исследовался шум, возникающий на площадке выхода и вокруг машины. Согласно СанПиН 2.2.3.4282-87 № 4282-87 система мероприятий по ограничению шума должна обеспечивать на рабочем месте и на расстоянии 7,5 м от оси движения машины уровни звукового давления и уровня звука [7].

При исследовании шума на площадке выхода микрофон устанавливался на уровне слуха оператора на высоте 1,5 метра.

При исследовании шума на удалении от комбайна микрофон устанавливался на высоте 1,5 метра от поверхности земли. Точки замера на расстоянии до 7,5 метров.

Для последующей оценки раздельного вклада основных источников шума проводились измерения каждого агрегата приведенных ранее при отключении других. Замеры производились на расстоянии 1 метр от агрегата.

Результаты данных измерений в зависимости от разброса полученных значений усреднялись следующим образом:

- если разность полученных значений меньше 7 дБА, то среднее значение определяется по формуле:

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i, \quad (1)$$

где L_i – измеренный уровень звука, дБА; n – число измерений.

- если разность выше 7 дБА, то среднее значение определяется по формуле:

$$\bar{L} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_i} - 10 \lg n. \quad (2)$$

Уровни звукового давления на площадке выхода комбайна представлены на рисунке 5.

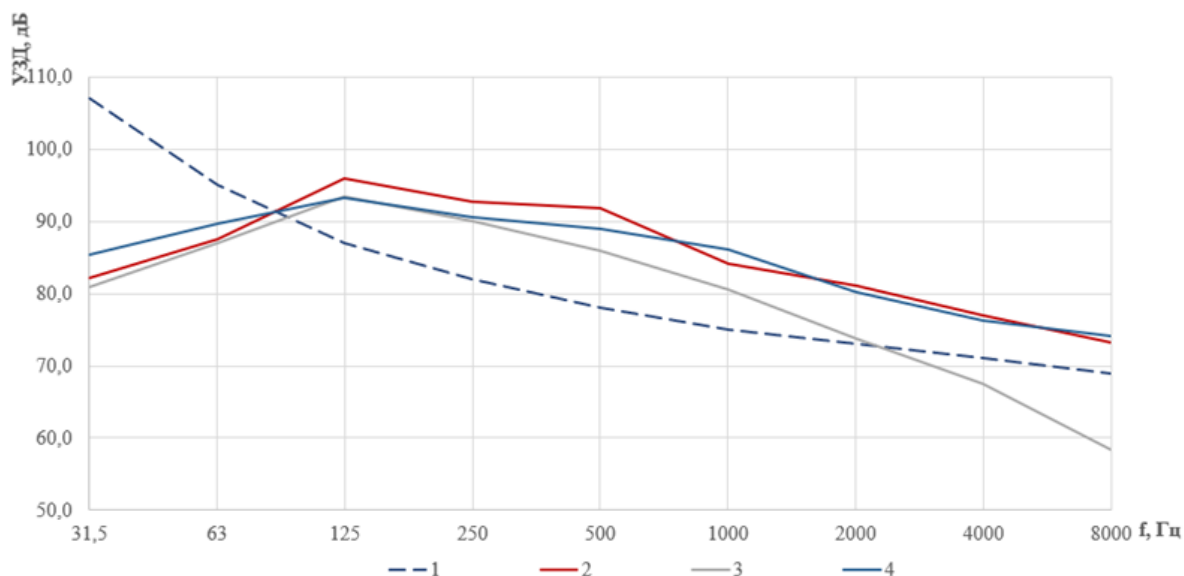


Рис. 5. Исследуемые спектры шума на площадке выхода комбайна с установленными технологическими агрегатами:

1 – санитарная норма; 2 – с включёнными двигателем, молотильным барабаном, вентилятором и роторами; 3 – с включёнными двигателем, молотильным барабаном, вентилятором, роторами и наклонной камерой; 4 – со всеми включенными технологическими агрегатами

Анализ спектров шума на площадке выхода комбайна, свидетельствует об отсутствии превышения норм уровня звукового давления. В то же время фиксируются отклонения сверх санитарной нормы, представленные в таблице.

Таблица

Наибольшие значения отклонения между санитарной нормой и полученным уровнем звукового давления по октавным частотам

Частота, Гц	Наибольшее значение отклонения от санитарной нормы, дБ
125	9
250	11
500	14
1000	11
2000	8
4000	6
8000	5

Спектры шума внутри кабины комбайна с активными технологическими узлами (рис. 6) демонстрируют полное соответствие нормам УЗД по всем частотам, независимо от режима. Таким образом, даже при совместной эксплуатации двигателя, молотильного барабана, вентилятора, роторов, наклонной камеры и жатки акустические параметры в кабине остаются в пределах допустимых значений.



Рис.6. Исследуемые спектры шума в кабине комбайна с установленными технологическими агрегатами:

1 – санитарная норма; 2 – с включёнными двигателем, молотильным барабаном, вентилятором и роторами; 3 – с включёнными двигателем, молотильным барабаном, вентилятором, роторами и наклонной камерой; 4 – со всеми включенными технологическими агрегатами

В кабине комбайна уровень шума полностью соответствует установленным санитарным нормам. Спектральные характеристики не превышают допустимых значений ни при работе только двигателя, ни при одновременной работе всех технологических агрегатов. Это свидетельствует о высокой эффективности системы шумоизоляции кабины, которая обеспечивает безопасные акустические условия для работы оператора.

Таким образом, чтобы гарантировать безопасность труда персонала, работающего рядом с машиной, требуются технические меры, направленные на снижение шумообразования и распространения шума от его рабочих органов.

Список литературы

1. ГОСТ Р 53490-2009 (ИСО 5131:1996). Тракторы сельскохозяйственные. Шум на рабочем месте оператора. Методы и условия измерений: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное. – Введ. 2011-01-01. – Москва: Стандартиформ, 2010. – 12 с.
2. ГОСТ 12.2.120-2005. Система стандартов безопасности труда. Кабины и рабочие места операторов тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин. Общие требования безопасности: межгосударственный стандарт: издание официальное. – Введ. 2010-07-01. – Москва: Стандартиформ, 2010. – 17 с.
3. ГОСТ 27435-87. Внутренний шум автотранспортных средств. Допустимые уровни и методы измерений: межгосударственный стандарт: издание

References

1. GOST R 53490-2009 (ISO 5131:1996). Agricultural tractors. Noise at the operator's workplace. Measurement methods and conditions: national standard of the Russian Federation: official publication. – Introduced 2011-01-01. – Moscow: Standartinform, 2010. – 12 p.
2. GOST 12.2.120-2005. Occupational safety standards system. Cabins and workplaces of tractor and self-propelled agricultural machinery operators. General safety requirements: interstate standard: official publication. – Introduced 2010-07-01. – Moscow: Standartinform, 2010. – 17 p.
3. GOST 27435-87. Interior noise of motor vehicles. Permissible levels and measurement methods: interstate standard: official publication. – Introduced 1989-01-01. –

официальное. – Введ. 1989–01–01. – Москва: Издательство стандартов, 1988. – 10 с.

4. Теоретическое описание виброакустической динамики несущих рам автотрасс дизельно-монтажных и балластно-распределительных машин / И. А. Баланов, В. А. Крутова, А. А. Порческо, Т. А. Финоченко // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 9. – С. 27-30. – DOI 10.24412/2071-6168-2023-9-27-28.

Moscow: Publishing House of Standards, 1988. – 10 p.

4. Theoretical description of vibroacoustic dynamics of supporting frames of diesel-mounted and ballast-distributing machine railcars / I. A. Balanov, V. A. Krutova, A. A. Porchesko, T. A. Finochenko // Bulletin of Tula State University. Technical sciences. - 2023. – No. 9. – P. 27-30. – DOI 10.24412/2071-6168-2023-9-27-28.

D. S. Zavialov, V. A. Krutova

COMBINE HARVESTER NOISE RESEARCH METHODOLOGY

Abstract. The paper describes an approach to measuring the vibroacoustic characteristics of a combine harvester. It considers an algorithm for investigating noise in the operator's cab and within the harvester's operating zone at a distance of up to 7.5 meters. Various operating modes are analyzed, accounting for the individual noise contributions of specific components.

Keywords: agriculture, forage harvester, equivalent noise level, sound pressure level, operator's workstation, the sanitary norm.

For citation: Zavialov, D. S. Combine Harvester Noise Research Methodology / D. S. Zavialov, V. A. Krutova // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 37–42. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_37.

Сведения об авторах

Завьялов Дмитрий Сергеевич

Балтийский государственный технический университет «ВОМЕНЕХ» им. Д.Ф. Устинова, кафедра НЗ «Механика деформируемого твердого тела», Ассистент,
e-mail: zavialov_ds@voenmeh.ru

Крутова Вероника Александровна

Балтийский государственный технический университет «ВОМЕНЕХ» им. Д.Ф. Устинова, кафедра НЗ «Механика деформируемого твердого тела», д.т.н., доцент, и.о. зав. каф.
e-mail: krutova_va@voenmeh.ru

Information about the authors

Zavialov Dmitriy Sergeevich

Baltic States Technical University «VOENMEH» named after D.F. Ustinov, Chair «Mechanics of Deformable Solids», Assistant,
E-mail: zavialov_ds@voenmeh.ru

Krutova Veronica Alexandrovna

Baltic States Technical University «VOENMEH» named after D.F. Ustinov, Chair «Mechanics of Deformable Solids», Associate Professor, Doctor of Technical Sciences, Acting Head of the Chair,
e-mail: krutova_va@voenmeh.ru

Т. А. Зенкова, С. Н. Агабабян

ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЕ И РЕКРЕАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема внедрения оздоровительных и рекреативных технологий в систему высшего образования в условиях современных вызовов. Анализируется динамика состояния здоровья студенческой молодежи, выявляются основные факторы риска в образовательной среде, связанные с цифровизацией и интенсификацией учебного труда. Раскрывается сущность понятий «оздоровительные технологии» и «физическая рекреация», представлена их классификация и потенциал применения в вузе. Особое внимание уделено дифференцированному подходу к организации занятий, использованию средств рекреационного туризма и формированию мотивации студентов к здоровому образу жизни как необходимому условию профессиональной подготовки конкурентоспособных специалистов.

Ключевые слова: оздоровительные технологии, физическая рекреация, здоровье сбережение, студенты, высшее образование, физическая культура, мотивация, адаптация.

Для цитирования: Зенкова, Т. А. Оздоровительные и рекреативные технологии в образовательном процессе высшего образования / Т. А. Зенкова, С. Н. Агабабян // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 43–49. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_43.

Современное высшее образование в Российской Федерации переживает период глубоких трансформаций, связанных с цифровизацией, ростом информационных нагрузок и интенсификацией учебного процесса. В этих условиях проблема сохранения и укрепления здоровья студенческой молодежи приобретает характер национального приоритета. Согласно Федеральному закону «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», охрана здоровья детей и молодежи является важнейшим условием физического и психического развития личности [9].

Однако статистика последних лет демонстрирует тревожные тенденции. По данным масштабных исследований, проведенных в 2024–2025 годах, лишь 10–15 % студентов первого курса могут быть отнесены к категории условно здоровых и способны выполнять стандартные образовательные нагрузки без ограничений. От 30 до 50 % обучающихся имеют различные отклонения в состоянии здоровья: нарушения опорно-двигательного аппарата (сколиозы, нарушения осанки), заболевания сердечно-сосудистой системы (вегето-сосудистая дистония, аритмии), снижение адаптационных возможностей организма и ухудшение зрения [2]. Данная ситуация актуализирует поиск эффективных педагогических механизмов, способных не только минимизировать негативное влияние образовательной среды, но и сформировать у будущих специалистов устойчивую потребность в здоровом образе жизни.

Цель данной статьи – теоретическое обоснование необходимости системного внедрения оздоровительных и рекреативных технологий в образовательный процесс высшей школы и анализ практических подходов к их реализации на современном этапе.

В современной педагогической науке понятие «оздоровительные технологии» трактуется как совокупность методов, форм и средств организации образовательного процесса, направленных на сохранение, укрепление и развитие физического, психического и

социального благополучия обучающихся [5]. Важно подчеркнуть, что данные технологии не являются альтернативой образовательным целям, а служат их достижению, создавая здоровьесберегающую среду.

Родовым понятием выступают «здоровьесберегающие образовательные технологии», которые включают в себя:

- организационно-педагогические технологии (оптимизация учебного расписания с учетом биоритмов, профилактика переутомления, нормирование домашних заданий);
- психолого-педагогические технологии (создание благоприятного психологического климата, технологии снятия стресса перед экзаменами) [5];
- учебно-воспитательные технологии (формирование культуры здоровья через содержание учебных дисциплин) [8].

Самостоятельное значение в этой системе имеет физическая рекреация. В учебно-методических пособиях последних лет раскрывается сущность рекреации как сложного социального и биологического явления, обеспечивающего восстановление и развитие физических и духовных сил человека в процессе досуговой деятельности. Физическая рекреация в вузе предполагает использование любых форм двигательной активности (туризм, плавание, подвижные игры, атлетическая гимнастика, йога) с целью активного отдыха, переключения с одного вида деятельности на другой, получения удовольствия от движения [4].

Ключевым отличием рекреативных технологий от традиционных занятий физической культурой является их добровольность, доступность, эмоциональная насыщенность и отсутствие жесткой регламентации. Как отмечают исследователи, именно рекреационный туризм позволяет сменить привычную обстановку, укрепить иммунную систему, снизить уровень стресса и тревожности, что особенно актуально для студентов, проживающих в мегаполисах [1].

Студенческий возраст (18–25 лет) характеризуется завершением физического созревания и одновременно высокой подверженностью стрессогенным факторам. Интенсификация учебного труда, сессионное напряжение, нарушение режима сна и питания, гиподинамия приводят к истощению адаптационных резервов организма. Исследователи подчеркивают, что традиционная организация обучения в вузе сама по себе провоцирует риски для здоровья, что требует системного внедрения компенсаторных механизмов [8].

Проведенные в 2025 году исследования в ряде педагогических университетов показывают необходимость дифференцированного подхода к организации занятий с учетом реального состояния здоровья студентов. Применение унифицированных нагрузок без учета медицинских показателей и функциональных возможностей может не только снизить мотивацию, но и привести к ухудшению физического состояния [2].

Дополнительным фактором выступает низкий уровень валеологической грамотности студентов. Многие молодые люди не осознают ценности здоровья как ресурса профессиональной и личной успешности. Самооценка здоровья часто неадекватна, а стремление к его сохранению не входит в систему жизненных приоритетов [6]. Это актуализирует задачу формирования осознанного отношения к своему организму через образовательные и просветительские программы.

Анализ научной литературы и практического опыта позволяет выделить несколько групп оздоровительных и рекреативных технологий (рис. 1.), применимых в условиях современного высшего образования.

Первая группа – физкультурно-оздоровительные технологии. Они реализуются в рамках дисциплины «Физическая культура» и включают как традиционные виды (легкая атлетика, спортивные игры, гимнастика), так и современные фитнес-направления (аэробика, пилатес, кроссфит, функциональный тренинг, стретчинг). Эффективность данных технологий повышается при использовании информационно-коммуникативных средств и цифровых

платформ для мониторинга. Исследования последних лет доказывают, что применение мониторинговых технологий и индивидуализация программ способствуют росту мотивации и улучшению показателей физического здоровья студенток [3].



Рис. 1. Классификация оздоровительных и рекреативных технологий в образовательном процессе вуза

Вторая группа – рекреативно-досуговые технологии. Они реализуются во внеучебное время в форме секций, клубов по интересам, туристических походов, дней здоровья, спортивных праздников. Современные исследования подтверждают высокую эффективность физической рекреации для студентов, проходящих практику в загородных центрах. Виды двигательной активности на природе (пешие прогулки, ориентирование, элементы туризма, гребля) способствуют снятию психоэмоционального напряжения и восстановлению работоспособности [7].

Третья группа – психолого-педагогические технологии здоровьесбережения. К ним относятся тренинги по управлению стрессом, развитию эмоциональной устойчивости, коммуникативных навыков, арт-терапия. Важной задачей является создание благоприятного психологического климата в студенческих группах, профилактика конфликтов и обеспечение психологической поддержки в период сессий [5].

Четвертая группа – образовательные (просветительские) технологии. Они направлены на формирование знаний о здоровье, факторах риска, принципах здорового питания, профилактике вредных привычек, репродуктивном здоровье. Интеграция этих тем в содержание профессиональных дисциплин и специальных курсов позволяет сформировать компетенции здоровьесбережения как часть общекультурных и профессиональных компетенций выпускника [3].

Ключевым условием успешности оздоровительных технологий является мотивация студентов. Как показывают исследования, традиционные занятия физической культурой нередко воспринимаются студентами как «немодные», «не соответствующие современным стандартам» и «неинтересные» [1]. Для преодоления этого барьера необходим переход от авторитарной педагогики к личностно-ориентированному подходу, где студент является активным субъектом здоровьесберегающей деятельности.

Эффективным инструментом выступает технология результирующей отметки и возможность выбора видов двигательной активности [7]. Важно, чтобы студент мог выстраивать индивидуальную траекторию физкультурно-оздоровительных занятий с учетом собственных интересов, состояния здоровья и графика учебной деятельности. Использование балльно-рейтинговой системы с поощрением за участие в рекреационных мероприятиях также повышает вовлеченность. Динамика вовлеченности студентов в оздоровительные программы представлена в таблице 1.

Таблица 1

Динамика вовлеченности студентов в оздоровительные программы (2023 – 2026 гг.)

Показатель	2023	2024	2025	2026 (план)
Доля студентов, регулярно занимающихся физической культурой, %	32	38	47	55
Удовлетворенность занятиями (оценка по 5-балльной шкале)	3,2	3,7	4,3	4,6
Посещаемость занятий (средний показатель), %	67	74	82	88

Организация спортивно-массовых мероприятий, конкурсов, фестивалей, квестов на тему ЗОЖ также повышает привлекательность здорового образа жизни. При этом внеурочная деятельность должна планироваться при активном участии самих студентов, что повышает их мотивацию и социальную активность [5]. Эффективной формой являются межфакультетские соревнования по менее распространенным видам спорта (лапта, городки, перетягивание каната), которые не требуют специальной дорогостоящей подготовки.

В ряде университетов успешно апробирована модель использования рекреационного туризма. Тренировочные занятия на открытом воздухе, экскурсии, походы выходного дня не только улучшают физическую форму, но и способствуют экологическому воспитанию, расширению кругозора, формированию коммуникативных навыков и командообразованию [1]. Такие формы особенно ценны для первокурсников в период адаптации к вузовской жизни.

Примеры реализации рекреативных технологий в вузе представлены в таблице 2.

Проведенный анализ позволяет утверждать, что внедрение оздоровительных и рекреативных технологий в образовательный процесс высшей школы является не временной мерой, а стратегической необходимостью, закреплённой в актуальных государственных программах развития образования и молодежной политики до 2030 года. Современный вуз призван выполнять не только образовательную, но и важную социальную миссию – воспитание физически и психически здорового поколения, способного к эффективной профессиональной деятельности и активному долголетию. Модель влияния оздоровительных технологий на качество подготовки специалистов представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Модель влияния оздоровительных технологий на качество подготовки специалистов

Таблица 2

Примеры реализации рекреационных и оздоровительных технологий в российских вузах

Вуз	Технология	Описание реализации
МГТУ им. Н.Э. Баумана	Комплексная программа здоровьесбережения	Разработана программа психолого-педагогического и медико-социального сопровождения образовательного процесса, включающая мониторинг здоровья и профилактические мероприятия
Уральский государственный лесотехнический университет	Индивидуализация физического воспитания	Внедрены программы физической культуры с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студентов
Алматинский технологический университет	Блочная модель рекреации	Реализуется трехблочная модель: образовательно-оздоровительный (учебное время), спортивно-массовый (внеучебное), индивидуально-самостоятельный (каникулы)
Омский государственный педагогический университет	Интерактивные рекреационные технологии	Использование интерактивной песочницы, интерактивного пола, программно-дидактических комплексов для игровых занятий
Уфимский государственный нефтяной технический университет	VR-технологии в рекреации	Проведение VR-экскурсий для студентов, создание цифровых двойников исторических объектов
Гжельский государственный университет	Проектная деятельность	Разработка и защита студенческих проектов по рекреационно-оздоровительным технологиям

Системная реализация данных технологий предполагает:

- регулярный мониторинг состояния здоровья и физической подготовленности студентов с использованием цифровых инструментов;
 - дифференциацию и индивидуализацию учебных нагрузок на основе данных мониторинга;
 - расширение спектра рекреативных форм занятий (включая туризм, йогу, скандинавскую ходьбу);
 - психологическое сопровождение и создание здоровьесберегающей среды в университетских кампусах;
- формирование устойчивой мотивации к здоровому образу жизни через систему поощрений и личный пример преподавателей.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой и апробацией инновационных моделей интеграции оздоровительных технологий в профессиональную подготовку специалистов различного профиля, а также с изучением возможностей цифровых инструментов (мобильные приложения, носимые устройства) для персонализации физкультурно-оздоровительной работы со студентами и повышения ее привлекательности.

Список литературы

1. **Головко, О. Н.** Возможности рекреационного туризма для проведения оздоровительных занятий в вузе / О. Н. Головко, А. Г. Михайлова, В. А. Лей // Педагогическая перспектива. – 2024. – № 4(16). – С. 66–72. – DOI: 10.55523/27822559_2024_4(16)_66.
2. **Моргунова, К. В.** Способы и методы релаксации в сохранении здоровья человека / К. В. Моргунова, Т. А. Зенкова // Физическая культура, спорт и туризм в высшем образовании. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный экономический университет "РИНХ", 2025. – С. 211-215.
3. **Зенкова, Т. А.** Здоровый образ жизни: пути и решения / Т. А. Зенкова // Актуальные проблемы развития и совершенствования системы физического воспитания для подготовки специалистов в транспортной отрасли. Москва: Российский университет транспорта, 2020. – С. 60-65.
4. **Никишкин, В. А.** Физическая рекреация в высших учебных заведениях: учеб.-метод. пособие / В. А. Никишкин, В. П. Зайцев, С. И. Крамской [и др.]; под ред. В. А. Никишкина, В. П. Зайцева. – М.: МИСИ-МГСУ; Ай Пи Ар Медиа, 2024. – 180 с. – ISBN 978-5-4497-2563-1.
5. **Колесова, А. Н.** Здоровьесберегающие технологии в высшем и среднем профессиональном образовании: вызовы и решения / А. Н. Колесова // Всероссийская педагогическая конференция «Здоровьесберегающие технологии в образовательном процессе». – 2025. – URL: <https://xn--d1abbusdciv.xn--p1ai/conf-08-2025-pb-7830/>.
6. Актуализация проблемы формирования здорового образа жизни и физической культуры личности студентов вузов // Вестник технологического университета. – 2025. – С. 360–361. – URL: <https://vestniktu.ru/ru/nauka/article/63442/view>
7. **Скрябина, Е. А.** Физическая рекреация для студентов педагогических вузов, проходящих практику в загородном образовательном центре / Е.А. Скрябина, Т.В. Андрюхина // Педагогические проблемы здоровьесформирования детей,

References

1. **Golovko, O. N.** Possibilities of recreational tourism for conducting health classes at the university / O. N. Golovko, A. G. Mikhailova, V. A. Ley // Pedagogical perspective. - 2024. - No. 4 (16). - Pp. 66-72. - DOI: 10.55523/27822559_2024_4 (16)_66.
2. **Morgunova, K. V.** Ways and methods of relaxation in maintaining human health / K. V. Morgunova, T. A. Zenkova // Physical education, sports and tourism in higher education. - Rostov-on-Don: Rostov State University of Economics "RINH", 2025. - Pp. 211-215.
3. **Zenkova, T. A.** Healthy lifestyle: ways and solutions / T. A. Zenkova // Actual problems of development and improvement of the physical education system for training specialists in the transport industry. Moscow: Russian University of Transport, 2020. - P. 60-65.
4. **Nikishkin, V. A.** Physical recreation in higher educational institutions: a teaching aid / V. A. Nikishkin, V. P. Zaitsev, S. I. Kramskoy [et al.]; edited by V. A. Nikishkin, V. P. Zaitsev. - M.: MISI-MGSU; IPR Media, 2024. - 180 p. - ISBN 978-5-4497-2563-1.
5. **Kolesova, A. N.** Health-saving technologies in higher and secondary vocational education: challenges and solutions / A. N. Kolesova // All-Russian pedagogical conference "Health-saving technologies in the educational process". – 2025. – URL: <https://xn--d1abbusdciv.xn--p1ai/conf-08-2025-pb-7830/>.
6. Updating the Problem of Forming a Healthy Lifestyle and Physical Culture of University Students // Bulletin of the Technological University. – 2025. – P. 360–361. – URL: <https://vestniktu.ru/ru/nauka/article/63442/view>
7. **Skryabina, E. A.** Physical Recreation for Students of Pedagogical Universities Undertaking Internships at a Countryside Educational Center / E.A. Skryabina, T.V. Andryukhina // Pedagogical Problems of Health Formation of Children, Youth, and the

молодежи, населения: сб. материалов XX Всерос. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: РГППУ, 2024. – С. 246–251.

8. **Попов, М. В.** О необходимости здоровьесберегающих образовательных технологий в вузе / М. В. Попов, Н. Е. Нехаенко // Consilium Medicum. – 2025. – Т. 22, № 2. – С. 72–77. – DOI: 10.19163/2658-4514-2025-22-2-72-77

Population: Collection of Materials of the XX All-Russian Scientific and Practical Conf. – Yekaterinburg: RSPPU, 2024. – pp. 246–251.

8. **Popov, M. V.** On the need for health-saving educational technologies in higher education institutions / M. V. Popov, N. E. Nekhaenko // Consilium Medicum. – 2025. – Vol. 22, No. 2. – P. 72–77. – DOI: 10.19163/2658-4514-2025-22-2-72-77

T. A. Zenkova. S. N. Agababyan

HEALTH AND RECREATIONAL TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF HIGHER EDUCATION

Abstract: The article discusses the current problem of introducing health and recreational technologies into the higher education system in the context of modern challenges. The dynamics of the health status of students is analyzed, the main risk factors in the educational environment associated with digitalization and intensification of academic work are identified. The essence of the concepts of "wellness technologies" and "physical recreation" is revealed, their classification and potential application in higher education are presented. Special attention is paid to a differentiated approach to the organization of classes, the use of recreational tourism facilities and the formation of students' motivation for a healthy lifestyle as a necessary condition for the professional training of competitive specialists.

Keywords: wellness technologies, physical recreation, health care, students, higher education, physical education, motivation, adaptation.

For citation: Zenkova, T. A. Health and Recreational Technologies in the Educational Process of Higher Education / T. A. Zenkova, S. N. Agababyan // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 43–49. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_43.

Сведения об авторах

Зенкова Татьяна Андреевна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Физическое воспитание и спорт»,
кандидат педагогических наук, доцент,
e-mail: zata-70@mail.ru

Агабабян Светлана Николаевна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
факультет ИТУ,
e-mail: lana.agababyan@yandex.ru

Information about the authors

Zenkova Tatyana Andreevna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Physical Education and Sport»,
Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor,
e-mail: zata-70@mail.ru

Agababyan Svetlana Nikolaevna

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

Е. Н. Каменская, О. А. Нестерова

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОХРАНЕ ТРУДА

Аннотация. Исследование посвящено изучению потенциала интеграции искусственного интеллекта (ИИ) в область охраны труда. ИИ позиционируется как ключевой инструмент для совершенствования производственной безопасности, способствующий смещению парадигмы от реагирования на происшествия к упреждающему их предотвращению. В рамках работы анализируются разнообразные векторы применения ИИ, включая компьютерное зрение, прогностическую аналитику, создание цифровых двойников, анализ поведенческих паттернов персонала и встраивание в системы управления безопасностью.

Ключевые слова: искусственный интеллект, охрана труда, компьютерное зрение, ИИ-ассистенты, чат-боты.

Для цитирования: Каменская, Е. Н. Применение искусственного интеллекта в охране труда / Е. Н. Каменская, О. А. Нестерова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 50–55. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_50.

Искусственный интеллект (ИИ) активно трансформирует сферу охраны труда, позволяя перейти от реактивного подхода (реагирования на инциденты) к проактивному – предотвращению несчастных случаев до их возникновения. Технологии ИИ применяются для автоматизации рутинных задач, анализа больших объёмов данных, прогнозирования рисков и повышения безопасности на производстве.

Искусственный интеллект представляет собой комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека [2].

Технологии искусственного интеллекта включают компьютерное зрение, обработку естественного языка, распознавание и синтез речи, интеллектуальную поддержку принятия решений и перспективные методы искусственного интеллекта [2].

В научных статьях по охране труда искусственный интеллект (ИИ) рассматривается как инструмент для повышения безопасности на производстве, перехода от реактивного подхода к проактивному предотвращению инцидентов. Исследования охватывают различные направления применения ИИ: компьютерное зрение, предиктивную аналитику, цифровые двойники, анализ поведения работников и интеграцию в системы управления безопасностью.

Основные направления применения ИИ в сфере охраны труда:

1. *Компьютерное зрение* для контроля соблюдения требований безопасности. Компьютерное зрение представляет собой область искусственного интеллекта, которая позволяет компьютерам «видеть» и интерпретировать изображения, подобно человеческому глазу. Оно использует алгоритмы машинного обучения и анализа изображений для распознавания объектов, обнаружения аномалий и принятия решений на основе визуальных данных. В контексте техносферной безопасности (охраны труда и промышленной безопасности) компьютерное зрение становится мощным инструментом для автоматизации мониторинга, снижения рисков и повышения эффективности превентивных мер.

Системы видеоаналитики в режиме реального времени отслеживают [1]: ношение средств индивидуальной защиты (СИЗ): распознают отсутствие касок, защитных очков,

перчаток и спецодежды, отправляют уведомления при нарушениях; присутствие людей в опасных зонах (например, в зонах работы тяжёлой техники или под высоковольтным напряжением); опасное поведение (падение человека, отсутствие хвата за перила на лестнице); пожары и задымления: видеодетекторы огня быстрее традиционных датчиков обнаруживают возгорания. Например: на Быстринском ГОКе (ГК «Норникель») нейросеть контролирует использование СИЗ на ключевых участках производства.

2. *Предиктивная аналитика* для прогнозирования рисков. Машинное обучение анализирует данные с датчиков оборудования (вибрация, температура и др.), выявляет аномалии и прогнозирует поломки до возникновения аварий [5]. Также модели анализируют данные о происшествиях, личные и профессиональные характеристики сотрудников, чтобы предсказывать риски несчастных случаев. Пример: «Норильский никель» использует систему предиктивной аналитики для прогнозирования аварий на горно-обогатительном производстве.

3. *ИИ-ассистенты и чат-боты* для анализа данных и автоматизации рутинных процессов. Например, KioutCHAT – чат-бот, разработанный Клинским институтом охраны и условий труда, работает на базе больших языковых моделей (LLM) и предназначен для специалистов в области охраны труда. Помогает автоматизировать рутинные процессы: создание документов, планирование мероприятий, определение стратегий повышения безопасности рабочих процессов.

Некоторые возможности KioutCHAT: оценка профессиональных рисков и подбор СИЗ (чат-бот анализирует данные и предлагает рекомендации по выбору средств индивидуальной защиты с учётом результатов измерений вредных производственных факторов), реагирование на инциденты (позволяет фиксировать микротравмы и несчастные случаи, анализировать их и предлагать меры предотвращения), разработка инструкций по охране труда (генерирует инструкции на основе заданных параметров), фиксация и анализ опасных ситуаций (анализирует фотографические изображения для выявления нарушений и оформления отчётов), психологическое тестирование работников (оценивает личностные качества, влияющие на производственную безопасность).

Разрабатываются ИИ-ассистенты и цифровые эксперты, которые могут отвечать на вопросы по техносферной безопасности, опираясь на нормативно-правовые акты. Например, специализированный информационно-аналитический инструмент (система «Анна») умеет анализировать запросы, находить соответствующие законы, приказы и регламенты, а также предоставлять юридически точные ответы с указанием источников.

Генеративные нейросети и чат-боты помогают адаптировать сценарии инструктажей под конкретную аудиторию (с учётом возраста, опыта, профессии); создавать тексты для локальных нормативных актов, служебных записок, технических описаний; генерировать структуры документов и задавать вопросы для уточнения деталей при создании инструкций по охране труда.

4. *Системы ИИ* для контроля физиологического и психического состояния работников. ИИ анализирует уровень стресса, усталости, бдительности, частоту сердечных сокращений, осанку и движения тела. Например, система «Антисон» помогает водителям карьерных самосвалов контролировать уровень усталости и сохранять концентрацию во время длительной работы.

5. *Виртуальная и дополненная реальность (VR/AR)* для обучения. ИИ в сочетании с VR/AR позволяет имитировать опасные ситуации для тренировки сотрудников в безопасной среде. Например, «СИБУР» использует VR-тренажёры для отработки алгоритмов поведения при пожарах и выбросах опасных веществ, а «Росатом» разработал комплекс VR-тренажёров для персонала атомных электростанций. С помощью VR-тренажеров сотрудник качественнее усваивает знания и получает навыки: находясь в смоделированной ситуации проще запоминает нужную последовательность действий и на наглядном примере может увидеть последствия ошибок [6].

6. *Идентификация опасностей с помощью ИИ* для подбора СИЗ. ИИ анализирует данные о вредных производственных факторах и профессиональных рисках, предлагая оптимальные средства защиты. Например, платформа KioutCHAT на основе введенных пользователем данных формирует рекомендуемый перечень СИЗ.

7. *Интеллектуальные системы поддержки принятия решений* в сфере охраны труда [3] – комплекс программных, алгоритмических и технологических средств, которые помогают анализировать риски, прогнозировать последствия аварий, моделировать сценарии развития чрезвычайных ситуаций и выбирать оптимальные меры реагирования. Например, экспертные системы и геоинформационные системы (ГИС) используются для моделирования процессов управления, формирования систем поддержки управленческих решений в сфере техносферной безопасности.

8. *Роботизированные системы с ИИ* применяются для работы в опасных условиях. Например, многофункциональный робототехнический комплекс противопожарной защиты с элементами ИИ, испытанный на Калининской АЭС, сканирует помещения по температуре и содержанию горючих газов, автоматически определяя режим тушения.

9. *Умные средства индивидуальной защиты*. Например, «умные каски» с модулями позиционирования, датчиками температуры, акселерометрами и кнопкой SOS. Они отслеживают местоположение работника, время пребывания в опасных зонах, высоту нахождения, температуру окружающей среды, оповещают об ударах и падениях.

10. *Обучающие технологии ИИ* для интеллектуального развития и контроля знаний персонала. ИИ создаёт индивидуальные планы обучения с учётом уровня знаний работника, специфики рабочего места, профессии и других факторов.

На рис. 1. показаны направления использования технологий искусственного интеллекта в процессе обучения [4] по охране труда (рис. 1).

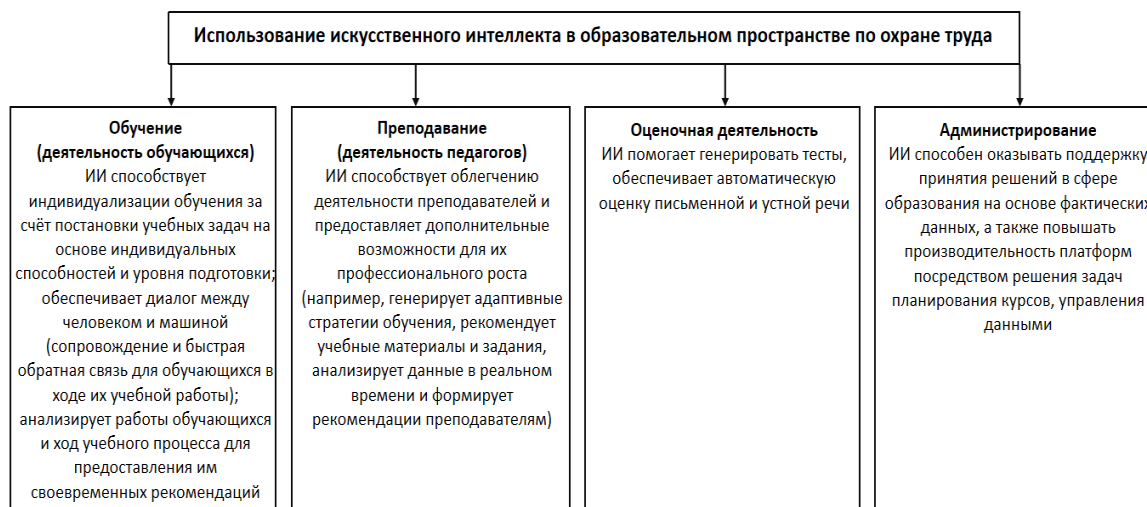


Рис. 1. Использование технологий искусственного интеллекта в процессе обучения по охране труда

Примерами интеллектуальных систем управления индивидуальными образовательными траекториями при обучении по охране труда являются:

1) Интеллектуальный анализ образовательных данных EDM (Educational Data Mining) с целью прогнозирования учебного поведения обучающихся, оптимизации содержания и последовательности обучения, анализа влияния систем обучения. Методы EDM: кластеризация (выявление групп с трудностями в освоении тем, разработка индивидуальных стратегий), классификация (прогнозирование успеваемости, выявление студентов из группы риска), регрессия (оценка эффективности стратегий обучения, совершенствование программ) и др.

2) Российская цифровая образовательная платформа «Университет 2035» объединяет возможности вузов, компаний, платформ и экспертов для создания индивидуальных образовательных траекторий, занимается изучением новых подходов к работе с данными о развитии человека, разрабатывает цифровые образовательные платформы и инструменты, использует анализ данных и технологии искусственного интеллекта для персонализации обучения, диагностики компетенций и построения индивидуальных образовательных траекторий.

3) Облачная образовательная платформа Stellic для управления учебным процессом и сопровождения, поддержки и адаптации обучающихся на всех этапах обучения: Degree Planning (создание индивидуального плана обучения через интерфейс, добавление курсов в планируемые семестры, просмотр альтернативных сценариев обучения при смене программы), Progress Tracking (отображение оставшихся требований по программе, аудит степени с полным пониманием текущего статуса), Advisor Collaboration (общий доступ к плану обучения для студентов и консультантов, планирование встреч через систему), Admin Tools (аналитика по успеваемости и выполнению требований) и т.д.

Примеры интеллектуальных адаптивных обучающих систем:

1) Адаптивная образовательная платформа Knewton анализирует данные об обучении в реальном времени, строит индивидуальную образовательную траекторию, даёт рекомендации преподавателям и подбирает контент для обучающихся, интегрируется с любыми системами управления учебным процессом (LMS) через API.

2) Международная компания Squirrel AI в сфере образовательных технологий специализируется на интеллектуальном адаптивном обучении с применением искусственного интеллекта. Система использует ИИ для создания индивидуальных учебных планов под каждого обучающегося (каждый обучающийся проходит начальную диагностику, система непрерывно обновляет индивидуальную «карту знаний» по мере изучения материала, порядок освоения тем определяется алгоритмом).

Системы ИИ обладают рядом преимуществ в области охраны труда: повышение эффективности за счёт автоматизации рутинных задач, ускорение и повышение точности обработки больших объёмов данных, снижение травматизма и профессиональных заболеваний; переход к проактивному управлению рисками, персонализация обучения и контроля знаний сотрудников.

Ограничения и риски использования ИИ в области охраны труда представлены на рис. 2.

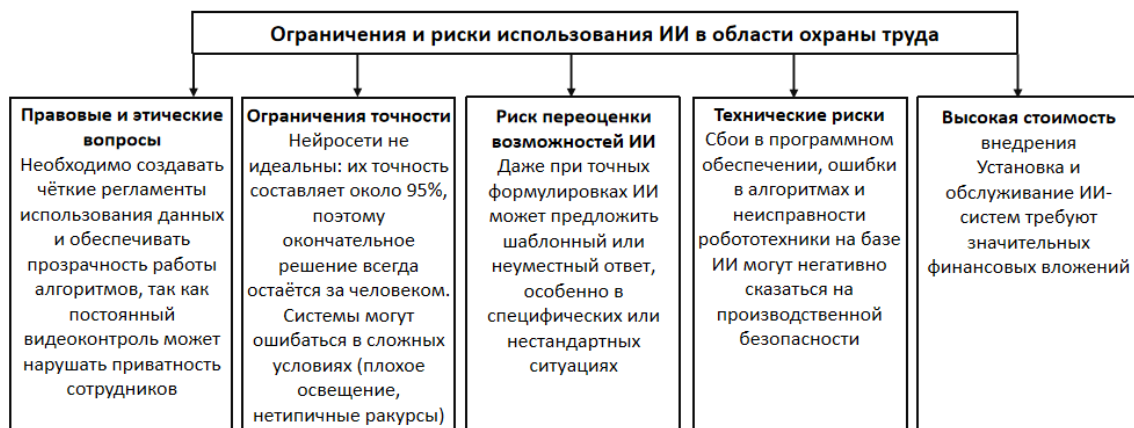


Рис. 2. Ограничения и риски использования ИИ в области охраны труда

Несмотря на представленные ограничения и риски ИИ открывает новые возможности в сфере охраны труда для повышения безопасности на производстве. Однако применение ИИ

требует комплексного подхода, включая совершенствование нормативно-правовой базы, развитие цифровых компетенций персонала и создание отраслевых стандартов.

Список литературы

1. Глебова, А. Э. Потенциал использования искусственного интеллекта в охране труда / Глебова А. Э., Пескова В. А. // Вестник науки. – 2025. – № 4(85). – том 2. – С. 1225-1233. DOI 10.24412/2712-8849
2. ГОСТ Р71657–2024. Национальный стандарт РФ. Технологии искусственного интеллекта в образовании.
3. Ручкина Г. Ф., Демченко М. В., Попова А. В., Лапина М. А., Горохова С. С., Свиридова Е. А., Баракина Е. Ю. Правовое регулирование технологий искусственного интеллекта как базовое условие экономического прорыва России: монография. Москва, 2023. ISSN: 978-5-466-02573-6
4. Лызь, Н. А. Новая педагогика высшей школы: непрерывное образование, цифровая среда, человек обучающийся: учебное пособие / Н. А. Лызь, А. Е. Лызь // Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2024. – Таганрог. 138 с. ISBN: 978-5-9275-4589-6
5. Слепцова, К. Ю. Применение технологий искусственного интеллекта для снижения уровня производственного травматизма на промышленных предприятиях / К. Ю. Слепцова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2025. – № 27 (578). – С. 33-36. URL: <https://moluch.ru/archive/578/127471>.
6. Тимофеева, С. С. Цифровизация и искусственный интеллект в охране труда» // XXI век. Техносферная безопасность. – 2024. – том 9. – №3. – С 280-295. <https://doi.org/c10.21285/2500-1582-2024-9-3-280-295>.
7. Актуальные проблемы обеспечения охраны труда на производстве / М. Э. Цаболова, А. А. Ташчян, Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1(66). – С. 100-104.

References

1. Glebova, A.E., Peskova, V.A. Potential for Using Artificial Intelligence in Occupational Safety // Science Bulletin. – 2025. – No. 4 (85). – Volume 2. – P. 1225-1233. DOI 10.24412/2712-8849
2. GOST R 71657–2024. National Standard of the Russian Federation. Artificial Intelligence Technologies in Education.
3. Ruchkina G. F., Demchenko M. V., Popova A. V., Lapina M. A., Gorokhova S. S., Sviridova E. A., Barakina E. Yu. Legal Regulation of Artificial Intelligence Technologies as a Basic Condition for Russia's Economic Breakthrough: Monograph. Moscow, 2023. ISSN: 978-5-466-02573-6
4. Lyz, N. A. New pedagogy of higher education: continuous education, digital environment, the learning person: a tutorial / N. A. Lyz, A. E. Lyz; Southern Federal University. - Rostov-on-Don; Taganrog: Publishing House of Southern Federal University, 2024. – Taganrog. 138 p. ISBN: 978-5-9275-4589-6
5. Sleptsova, K. Yu. Application of artificial intelligence technologies to reduce the level of occupational injuries at industrial enterprises / K. Yu. - Text: direct // Young scientist. – 2025. – No. 27 (578). – P. 33–36. URL: <https://moluch.ru/archive/578/127471>.
6. Timofeeva, S. S. Digitalization and artificial intelligence in labor protection" // XXI century. Technosphere safety. – 2024. – Vol. 9. – No. 3. – P. 280–295. <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2024-9-3-280-295>.
7. Actual problems of ensuring labor protection in production / M. E. Tsabolova, A. A. Tashchiyan, T. A. Finochenko, I. A. Yaitskov // Proceedings of the Rostov State Transport University. – 2024. – No. 1 (66). – P. 100–104.

E. N. Kamenskaya, O. A. Nesterova

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LABOR PROTECTION

Abstract. The study focuses on exploring the potential of integrating artificial intelligence (AI) into the field of occupational safety. AI is positioned as a key tool for improving industrial safety, shifting the paradigm from incident response to proactive prevention. The study examines various applications of AI, including computer vision, predictive analytics, digital twinning, behavioral pattern analysis, and integration into safety management systems.

Keywords: artificial intelligence, occupational safety, computer vision, AI assistants, chatbots.

For citation: Kamenskaya, E. N. Application of Artificial Intelligence in Occupational Safety / E. N. Kamenskaya, O. A. Nesterova // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 50–55. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_50.

Сведения об авторах

Каменская Елена Николаевна

Южный федеральный университет,
Институт компьютерных технологий и
информационной безопасности,
кафедра «Психология и безопасность
жизнедеятельности»,
доктор педагогических наук, доцент,
профессор,
e-mail: kamenskyaen@sfedu.ru

Нестерова Олеся Александровна

Южный федеральный университет,
Институт компьютерных технологий и
информационной безопасности,
кафедра «Психология и безопасность
жизнедеятельности»,
ассистент,
e-mail: semina@sfedu.ru

Information about the authors

Kamenskaya Elena Nikolaevna

Southern Federal University,
Institute of Computer Technologies and
Information Security,
Chair «Psychology and Life Safety»,
Doctor of Pedagogical Sciences, Associate
Professor, Professor,
e-mail: kamenskyaen@sfedu.ru

Nesterova Olesya Aleksandrovna

Southern Federal University,
Institute of Computer Technologies and
Information Security,
Chair «Psychology and Life Safety»,
Assistant,
e-mail: semina@sfedu.ru

Д. С. Лысенко, В. В. Тишина, А. Д. Брагинская, Р. Г. Шейхова

ПИЩЕВЫЕ ПРИВЫЧКИ: ОПАСНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ДОЛГОЛЕТИЯ

Аннотация. Систематизированы опасные последствия негативных пищевых привычек и нарушений пищевого поведения для здоровья, работоспособности и профессионального долголетия работающего населения. Обсуждается рациональность использования диет, биологически активных добавок к пище и специализированных пищевых продуктов для поддержания эффективности трудовой деятельности, повышения качества и увеличения продолжительности жизни.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, пищевые привычки, профессиональное долголетие, работоспособность.

Для цитирования: Пищевые привычки: опасные последствия для работоспособности и профессионального долголетия / Д. С. Лысенко, В. В. Тишина, А. Д. Брагинская, Р. Г. Шейхова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 56–62. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_56.

Актуальность. Известно, что поведение, связанное с приемом пищи, представляет собой сложную реакцию на совокупность внутренних (генетика, психоэмоциональное состояние и т.д.) и внешних факторов (социокультурная детерминация, факторы окружающей среды) и является одной из главных составляющих здоровья и долголетия [1–5]. В научной литературе описаны как полезные, так и вредные пищевые привычки, схематичная характеристика которых представлена нами на рисунках 1 и 2, причем большинство авторов подчеркивают, что соблюдение принципов рационального питания и отсутствие нарушений пищевого поведения позитивно влияет на психоэмоциональное состояние и работоспособность, а также снижает риск развития многих заболеваний и преждевременного старения в современных условиях стрессогенной окружающей среды [1–3, 6–8]. В контексте решения демографических и социально – экономических проблем современности все большее внимание ученых привлекает задача сохранения здоровья работающего населения и обеспечения трудового долголетия высококвалифицированных специалистов [1, 4, 7, 9]. В этой связи актуальным является не только изучение опасных последствий негативных пищевых привычек и нарушений пищевого поведения для здоровья, работоспособности и профессионального долголетия работающего населения, но и поиск новых подходов к повышению эффективности применения различных популярных диет, биологически активных добавок к пище и специализированных продуктов питания [10–13].

Цель исследования: систематизировать негативные последствия нарушений пищевого поведения и структурировать новые подходы к рационализации питания для поддержания эффективности трудовой деятельности, повышения качества и увеличения продолжительности жизни.

Результаты исследования. Отклонения в пищевом поведении принято разделять на две основные группы: нарушения пищевого поведения (промежуточное звено между нормой и патологией) и расстройства пищевого поведения (патологическое поведение, направленное не на удовлетворение физиологических потребностей, а на стремление соответствовать стандартам красоты либо на нивелирование различных стресс-факторов, реакций на внешние стимулы к поеданию пищи).

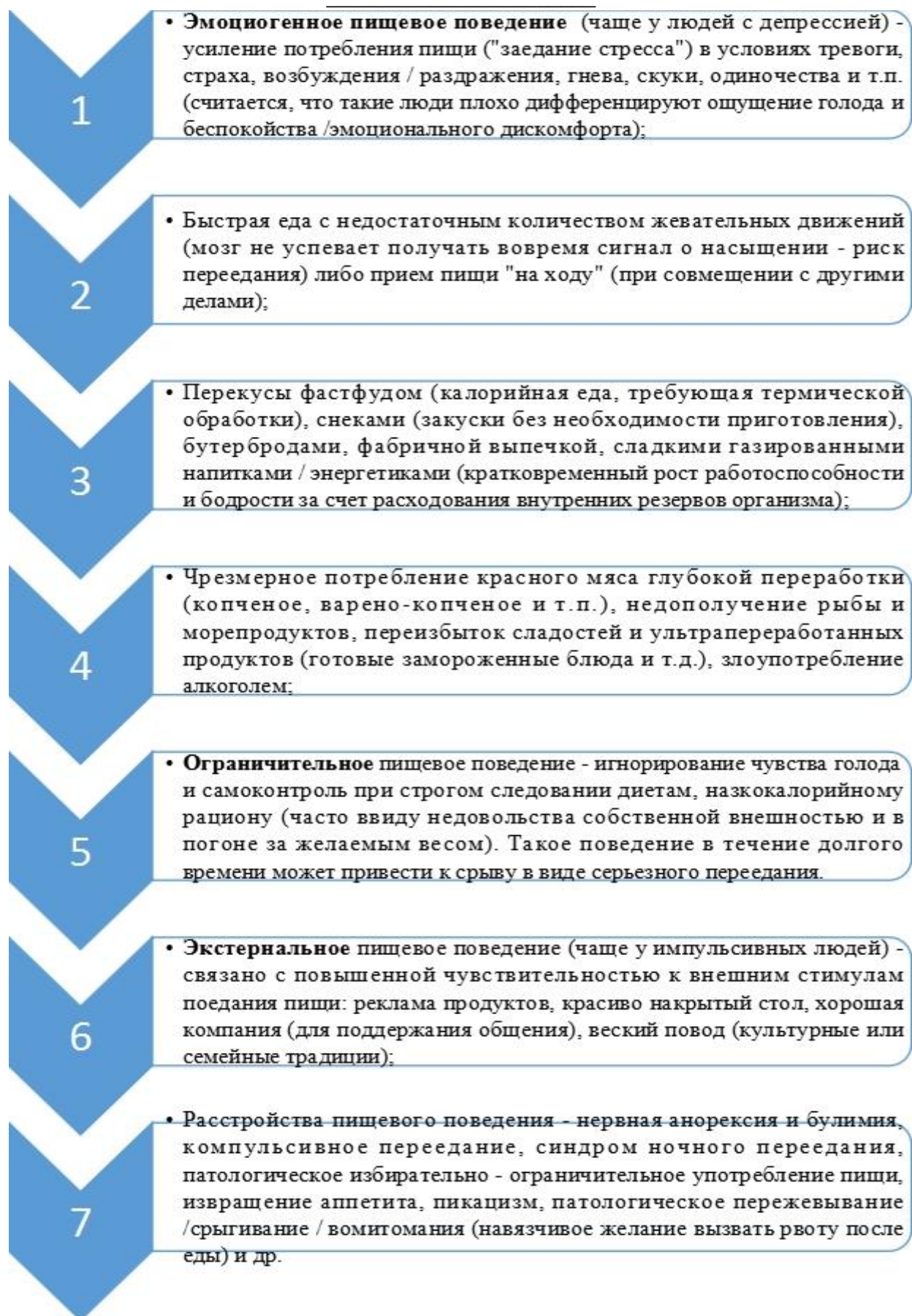


Рис. 1. Краткая характеристика основных вредных пищевых привычек

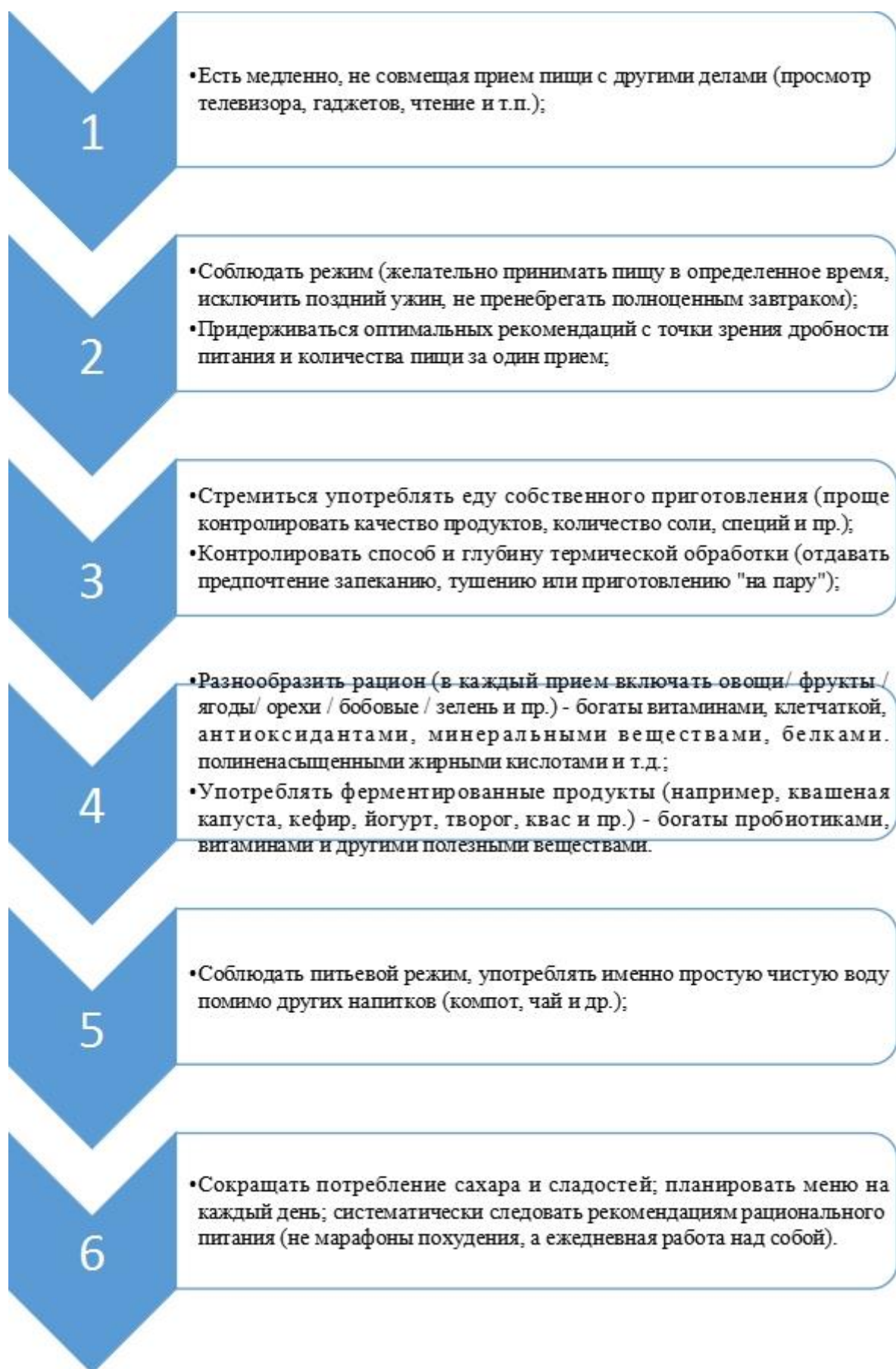


Рис. 2. Краткая характеристика полезных пищевых привычек

Важно, что нарушения пищевого поведения (в том числе ограничительное, эмоциогенное и экстернальное) обычно рассматриваются как отклонения от нормы, которые легче поддаются корректирующим воздействиям и не достигают уровня патологии, тогда как расстройства пищевого поведения относят к девиациям, усугубление которых чревато тяжелыми заболеваниями и даже летальным исходом [14, 15]. К основным опасным последствиям нерационального питания относят целый ряд хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ), которые уже долгое время являются причинами инвалидности, преждевременного старения и смерти: например, патологии эндокринной системы (ожирение, сахарный диабет 2 типа), нарушения функций опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта, онкологические заболевания и др.

Заключение. Большую тревогу вызывает широкое распространение алиментарно-зависимых заболеваний среди детей и молодежи [15–18]. Многие авторы подчеркивают, что пищевые привычки в семье особенно значимы при формировании эмоциогенного типа нарушения пищевого поведения [6, 14]. Если в семье еда – главный источник удовольствия, то такие источники удовольствия как эстетические, духовные или интеллектуальные не развиваются должным образом. Подобная ситуация может негативно повлиять не только на обеднение структуры свободного времени на более поздних этапах онтогенеза, но и способствовать наряду с дисгармоничным развитием личностных качеств затруднению социализации и выполнению профессиональных обязанностей.

Наиболее перспективным способом решения проблемы сохранения здоровья, улучшения качества и увеличения продолжительности жизни (в т.ч. продуктивного профессионального долголетия) признается применение биологически активных добавок к пище, пищевых нутриентов, развитие высокотехнологичного производства продуктов питания функционального и специализированного назначения с помощью био- и нанотехнологий, генной инженерии [3, 4, 9, 11–13].

Список литературы

1. **Лысенко, Д. С.** Активное и здоровое долголетие: надежды, разочарования, перспективы / Д. С. Лысенко, А. В. Лысенко, В. Н. Федорец, А. В. Арутюнян // *University Therapeutic Journal*. – 2023. – Т. 5. № 2. – С. 57–67. DOI: 10.56871/UTJ.2023.74.66.005
2. **Юсипова Ю.** Дорожная карта к долголетию. Краткое руководство для почти вечной жизни. – Изд-во Комсомольская правда, 2021 – 320 с.
3. Бонусные годы. Индивидуальный план продления молодости на основе последних научных открытий / Фединцев А., Веремеенко Д., Бегмуродова Н. // – М.: Эксмо, 2022 – 432 с.
4. **Лысенко, А. В.** Теория и практика использования пептидов для улучшения адаптации к неблагоприятным профессиональным воздействиям / А. В. Лысенко, Т. А. Финоченко, В. А. Назимко, Р. Г. Шейхова. – Ростов-на-Дону, 2011. – 151 с.

References

1. **Lysenko, D. S.** Active and healthy longevity: hopes, disappointments, prospects / D. S. Lysenko, A. V. Lysenko, V. N. Fedorets, A. V. Arutyunyan // *University Therapeutic Journal*. – 2023. – Vol. 5. No. 2. – С. 57–67. DOI: 10.56871/UTJ.2023.74.66.005
2. **Yusipova Yu.** Roadmap to Longevity. A Brief Guide to Nearly Eternal Life. – Komsomolskaya Pravda Publishing House, 2021 – 320 p.
3. Bonus Years. An Individual Plan for Prolonging Youth Based on the Latest Scientific Discoveries. / Fedintsev A., Veremeenko D., Begmurodova N. // – Moscow: Eksmo, 2022 – 432 p.
4. **Lysenko, A. V.** Theory and practice of using peptides to improve adaptation to adverse occupational influences / A. V. Lysenko, T. A. Finochenko, V. A. Nazimko, R. G. Sheykhova. – Rostov-on-Don, 2011. – 151 p.

5. **Лысенко, А. В.** Значение двигательной активности и рационального питания в «дорожной карте» продления жизни / А. В. Лысенко, Д. С. Лысенко, А. М. Ощепкова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – №3 (51). – С. 56 – 58.

6. **Дадаева, В. А.** Типы нарушений пищевого поведения // Профилактическая медицина. – 2021. – Т. 24, №4. – С. 113–119.

7. **Лысенко, Д. С.** Ускоренное старение как риск цифровизации образования: возможности профилактики / Д. С. Лысенко, А. В. Лысенко, Л. А. Сорокина, Л. А. Буйнов, А. В. Арутюнян // Успехи геронтологии. – 2022. – Т. 35, № 1. – С. 61–67.

8. **Курмаев, Д. П.** Саркопения, ожирение, саркопеническое ожирение и нутритивный статус у людей в возрасте 60 лет и старше / Д. П. Курмаев, С. В. Булгакова, Е. В. Тренева, К. Р. Киселева, Е. В. Лупашко, О. А. Рождественская // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2023. – №4. – С. 462 – 487. DOI: 10.24412/2312-2935-2023-4-1-462-487

9. **Лысенко, А. В.** Работоспособность пожилых преподавателей вуза при сочетанном влиянии дыхательных упражнений и пептидного биорегулятора «кортексин» / А. В. Лысенко, Д. С. Лысенко, Л. Г. Буйнов, Л. А. Сорокина // Успехи геронтологии. – 2020. – Т. 33, №2. – С. 307–312. DOI: 10.34922/AE.2020.33.2.012

10. **Дубенко, С. Э.** Эффективность использования специализированного пищевого продукта у рабочих медной промышленности // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100, №3. – С. 254 – 260. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-3-254-260

11. **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.

5. **Lysenko, A. V.** The Importance of Physical Activity and Rational Nutrition in the Roadmap for Life Extension / A. V. Lysenko, D. S. Lysenko, A. M. Oshchepkova // Proceedings of the Rostov State Transport University. – 2020. – No. 3 (51). – P. 56–58.

6. **Dadaeva, V. A.** Types of Eating Disorders // Preventive Medicine. – 2021. – Vol. 24, No. 4. – P. 113–119.

7. **Lysenko, D.S.** Accelerated Aging as a Risk of Digitalization of Education: Prevention Possibilities / D. S. Lysenko, A. V. Lysenko, L. A. Sorokina, L. A. Buynov, A. V. Arutyunyan // Advances in Gerontology. – 2022. – Vol. 35, No. 1. – P. 61–67.

8. **Kurmaev, D.P.** Sarcopenia, obesity, sarcopenic obesity, and nutritional status in people aged 60 years and older / D. P. Kurmaev, S. V. Bulgakova, E. V. Treneva, K. R. Kiseleva, E. V. Lupashko, O. A. Rozhdestvenskaya // Modern problems of health care and medical statistics. – 2023. – No. 4. – P. 462–487. DOI: 10.24412/2312-2935-2023-4-1-462-487

9. **Lysenko, A. V.** Performance of Elderly University Teachers under the Combined Effect of Breathing Exercises and the Peptide Bioregulator "Cortexin" / A. V. Lysenko, D. S. Lysenko, L. G. Buynov, L. A. Sorokina // Advances in Gerontology. – 2020. – Vol. 33, No. 2. – Pp. 307–312. DOI: 10.34922/AE.2020.33.2.012

10. **Dubenko, S. E.** Efficiency of Using a Specialized Food Product among Copper Industry Workers // Hygiene and Sanitation. – 2021. – Vol. 100, No. 3. – P. 254–260. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-3-254-260

11. **Lysenko, A. V.** The Efficiency of Using Modern Ergogenic Aids in Sports and the Danger of Food Counterfeits / A. V. Lysenko, T. A. Stepanova, S. S. Vassel, D. S. Lysenko // Theory and Practice of Physical Education. – 2020. – No. 1. – P. 82–86.

12. **Шейхова, Р. Г.** Биохимические показатели в образцах крови и волос женщин с субклиническим гипотиреозом: новый препарат селена как возможный геропротектор / Р. Г. Шейхова, П. Н. Булкаева, А. В. Лысенко, Д. С. Лысенко // Успехи геронтологии. – 2024. – Т. 37, № 5. – С. 666–667

13. **Шейхова, Р. Г.** Исследование влияния адгезивного биорегулятора «витирлин» на показатели уровня железа в крови при гипотиреозе крыс / Р. Г. Шейхова, М. Б. Саидов, В. П. Ямскова, А. В. Лысенко // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1. – Естественные науки – 2023. – Т. 38, №4. – С. 111–118

14. **Михайлова, А. П.** Пищевое поведение в норме, в условиях стресса и при патологии: библиографический обзор / А. П. Михайлова, А. В. Штрахова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Психология. – 2018. – Т. 11, №3. – С. 80–95.

15. **Кендыш, А. В.** Скрининг расстройств пищевого поведения среди студенческой молодежи: распространенность и связь с образом тела / А. В. Кендыш, В. В. Жилкина, А. С. Джумян, С. А. Лобков // Эпомен: медицинские науки. – 2026. – №27. – С. 102–109.

16. **Финоченко, Т. А.** Состояние психосоматического здоровья в неблагоприятных условиях профессиональной деятельности / Т. А. Финоченко, А. В. Лысенко, Д. С. Лысенко. – Ростов-на-Дону: РГУПС, 2017. – 101 с

17. **Костюков, А. В.** Обеспечение безопасных условий труда работников энергетических хозяйств предприятий / А. В. Костюков, Т. А. Финоченко // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2024. – Т. 13, № 2(66). – С. 161–168.

18. **Новиков, Н. Н.** Несчастные случаи обусловленных человеческим фактором / Н. Н. Новиков, Т. А. Финоченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2(67). – С. 87–98

12. **Sheikhova, R. G.** Biochemical parameters in blood and hair samples of women with subclinical hypothyroidism: a new selenium preparation as a possible geroprotector / R. G. Sheikhova, P. N. Bulkaeva, A. V. Lysenko, D. S. Lysenko // Advances in Gerontology. – 2024. – V. 37, No. 5. – P. 666–667

13. **Sheikhova, R. G.** Study of the influence of the adhesive bioregulator "vitirlin" on blood iron levels in hypothyroid rats / R. G. Sheikhova, M. B. Saidov, V. P. Yamskova, A. V. Lysenko // Bulletin of the Dagestan State University. Series 1. – Natural sciences - 2023. – Vol. 38, No. 4. – P. 111–118

14. **Mikhailova, A. P.** Eating behavior in norm, under stress and in pathology: a bibliographic review / A. P. Mikhailova, A. V. Shtrakhova // Bulletin of the South Ural State University. Series Psychology. – 2018. – Vol. 11, No. 3. – P. 80–95.

15. **Kendysh, A. V.** Screening of eating disorders among student youth: prevalence and relationship with body image / A. V. Kendysh, V. V. Zhilkina, A. S. Dzhuman, S. A. Lobkov // Epomen: medical sciences. – 2026. – No. 27. – P. 102–109.

16. **Finochenko, T. A.** The state of psychosomatic health in unfavorable conditions of professional activity / T. A. Finochenko, A. V. Lysenko, D. S. Lysenko. – Rostov-on-Don: Rv State Transport University, 2017. – 101 p.

17. **Kostyukov, A. V.** Ensuring safe working conditions for workers in energy sectors of enterprises / A. V. Kostyukov, T. A. Finochenko // XXI century: results of the past and problems of the present plus. – 2024. – V. 13, No. 2 (66). – P. 161–168.

18. **Novikov, N. N.** Accidents caused by human factors / N. N. Novikov, T. A. Finochenko // Proceedings of the Rostov State Transport University. – 2024. – No. 2(67). – P. 87–98

D. S. Lysenko, V. V. Tishina, A.D. Braginskaya, R. G. Sheikhova

EATING HABITS: DANGEROUS CONSEQUENCES FOR WORK CAPACITY AND PROFESSIONAL LONGEVITY

Abstract. The dangerous consequences of unhealthy eating habits and eating disorders for the health, productivity, and longevity of the working population are systematized. The rationale for using diets, dietary supplements, and specialized food products to maintain work performance, improve quality of life, and extend life expectancy is discussed.

Keywords: life safety, dietary habits, professional longevity, work capacity.

For citation: Eating Habits: Dangerous Consequences for Work Capacity and Professional Longevity / D. S. Lysenko, V. V. Tishina, A. D. Braginskaya, R. G. Sheikhova // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 56–62. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_56.

Сведения об авторах

Лысенко Дмитрий Сергеевич

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

Тишина Виолетта Владимировна

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

Брагинская Анна Дмитриевна

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

Шейхова Рукият Гаджимурадовна

Дагестанский государственный университет
(ДГУ),
доцент,
e-mail: sharg2006@mail.ru

Information about the authors

Lysenko Dmitry Sergeevich

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

Tishina Violetta Vladimirovna

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

Braginskaya Anna Dmitrievna

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

Sheikhova Rukiyat Gadzhimuradovna

Dagestan State University (DSU),
Associate Professor,
e-mail: sharg2006@mail.ru

Н.Н. Новиков; Т.А. Финоченко

ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА И СТАТИСТИКИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований, по созданию единой методики оценки несчастных случаев на производстве. Проведен анализ статистических данных по производственному травматизму в России, выявлены основные причины несчастных случаев и их распределение по отраслям экономики. Целью данного исследования является разработка комплексной методики оценки рисков травматизма с учетом человеческого фактора и технических причин. Так как результаты исследования показали, что 70-90% несчастных случаев обусловлены человеческим фактором. Практическая значимость работы заключается в разработке методики оценки компетентности работников через степень риска травматизма, а также предложений по унификации статистического учета производственных травм.

Ключевые слова: производственный травматизм, несчастный случай, травма, профессиональный риск, охрана труда, профзаболевания, компетентность работников.

Для цитирования: Новиков, Н. Н. Проблемы статистики несчастных случаев / Н. Н. Новиков, Т. А. Финоченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 63–69. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_63.

Введение. Сбор и анализ данных о несчастных случаях сталкивается с фундаментальным парадоксом: чем ближе мы пытаемся рассмотреть явление, тем больше его очертания расплываются. Официальная статистика, та, что ложится в отчеты ведомств и межгосударственных организаций, по своей природе ретроспективна и консервативна. Она фиксирует уже случившееся, прошедшее через фильтры бюрократической машины – от первичного извещения до кодификации по утвержденным классификаторам. Каждая такая запись – это айсберг, чья подводная часть, состоящая из сопутствующих обстоятельств, психологического климата на рабочем месте, предшествующих мелких инцидентов и нарушений, остается за кадром. Экономический ущерб мирового ВВП, вызванный производственными травмами и профессиональными заболеваниями, достигает 4%, что соответствует темпам его ежегодного роста, а для развивающихся стран эта цифра составляет 10%. Однако отсутствие системного взгляда на эту проблему приводит к тому, что работодатели зачастую воспринимают затраты на охрану труда исключительно как издержки, а не как инвестиции. В западных компаниях давно принята концепция "нулевого травматизма", где безопасность вплетена в операционные процессы наравне с производительностью. Там каждый несчастный случай разбирается не для поиска виноватого, а для выявления корневых причин — включая те самые психологические и организационные факторы, которые в российской практике остаются "вне поля зрения". Например, усталость сотрудника, вызванная переработками, или напряженная атмосфера в бригаде могут стать катализатором аварии с куда большей вероятностью, чем изношенное оборудование. Пока эти факторы не будут интегрированы в систему анализа рисков, любые меры останутся полумерами, реагирующими на следствие, а не на причину. В России пока практика подсчета трудовых потерь и экономические методы стимулирования охраны труда находится в зачаточном состоянии.

Основная проблема кроется в самом пороге регистрации. Что считается несчастным случаем? Нередко существует разрыв между юридическим определением, которое требует определенного срока нетрудоспособности или конкретных последствий, и реальностью микротравм, стрессовых событий, случаев, которые не привели к прямому ущербу здоровью, но создали прецедент. Эти «почти-аварии», или инциденты, в идеальной системе должны быть ключевым индикатором надвигающейся беды. Однако на практике они часто замалчиваются из-за страха перед проверками, потерей премий или простого человеческого нежелания создавать проблемы. Таким образом, статистика лишается своего прогностического потенциала.

Можно выделить следующие основные причины травм. Во-первых, это *элементарное пренебрежение правилами безопасности*, как техническими, так и бытовыми. Человек, годами выполняющий одну и ту же операцию, впадает в состояние автоматизма, когда движения отточены до мелочей, а внимание притупляется. Руки сами совершают нужные манипуляции, в то время как сознание уже занято планированием вечерних дел или обдумыванием вчерашнего разговора. Именно в этот миг привычный ритм сбивается, и случается неожиданное: соскользнула отвёртка, не сработала блокировка, порвался изношенный трос. Рутинная – злейший враг бдительности, она создаёт иллюзию полного контроля над процессом, который на деле всегда содержит элемент хаоса.

Во-вторых, причиной является *физическое и психоэмоциональное утомление*. Усталый организм реагирует с запозданием, его реакции заторможены, а мышечный контроль ослаблен. Глаза видят, но мозг не успевает обработать сигнал об опасности. Работа на износ, будь то многочасовая смена за станком или монотонное сидение за рулем в ночном рейсе, истощает внутренние резервы. Сюда же следует отнести стресс, тревогу, эмоциональную подавленность, которые сужают поле внимания, замыкая его на внутренних переживаниях. Человек, обременённый тяжёлыми мыслями, перестаёт адекватно оценивать окружающую среду, его восприятие становится избирательным и неполным.

Третья группа причин носит *организационный характер*. Сюда относится недостаточное обучение и инструктаж, когда человек просто не обладает необходимыми знаниями о рисках своей деятельности. Нередко виной бывает неадекватная организация рабочего пространства: плохое освещение, недостатки в содержании территории, проездов, проходов; скользкие или неровные поверхности, отсутствие чёткой маркировки опасных зон; неправильная расстановка оборудования. Хаос в пространстве порождает хаос в действиях. Отдельно следует выделить использование неисправного оборудования, транспортных средств, инструментов, а также недостатки в организации рабочих мест, нарушение технологического регламента, правил и норм транспортировки, складирования, хранения, планово-предупредительного ремонта оборудования, транспортных средств и инструмента. К сожалению, в погоне за выполнением плана или сроками, руководители среднего звена нередко закрывают глаза на очевидные нарушения. Работник, видя такой подход, перестаёт воспринимать требования охраны труда как безусловную норму. Со временем формируется опасная субкультура, где «опытный» сотрудник учит новичка сокращать технологические операции, пренебрегать блокировками или работать на неисправном оборудовании. Эта простая, на первый взгляд, халатность ликвидирует последний барьер защиты, превращая потенциально безопасные действия в лотерею с травмой.

Усугубляет ситуацию и практика совмещения профессий без соответствующей переподготовки. Когда сварщика просят временно поработать на погрузчике, а кладовщика — заменить оператора насосной станции, риск многократно возрастает. Человек, обученный одному виду деятельности, оказывается в совершенно новой среде опасностей, где его прошлый опыт не только не помогает, но и создаёт ложное чувство уверенности.

Четвёртая причина – это игнорирование *средств коллективной и индивидуальной защиты*. Защитные очки, каски, перчатки, респираторы нередко воспринимаются как обуза, стесняющая движения, мешающая комфорту. Возникает ложное ощущение, что опасность

абстрактна и именно сейчас, в данный конкретный момент, ничего произойти не может. Эта бравада, подкреплённая иногда примером более опытных коллег, которые «всю жизнь работали без всего и ничего», формирует опасную культуру пренебрежения.

Отдельного внимания заслуживают *технические причины*, не зависящие от уровня организации труда, такие как несовершенство технологических процессов, конструктивные недостатки оборудования, приспособлений, инструментов; слабая механизация тяжёлых видов работ; неэффективность защитных ограждений, предохранительных механизмов, систем сигнализации и блокировок. Категории «технические обстоятельства» и «человеческий фактор» не существуют изолированно — они образуют сложную причинно-следственную сеть, где за одним происшествием может стоять цепочка как инженерных, так и поведенческих звеньев.

Исследования [1–8] посвященные статистике несчастных случаев и профзаболеваний свидетельствуют, что 70 – 90 % несчастных случаев обусловлены человеческим фактором. Тем не менее, ни в одном официальном источнике не найти данных о том, какие именно человеческие факторы послужили причиной инцидента, в какой временной точке, где это произошло, что стало первопричиной и так далее. Уровень травмирования на производстве, несмотря на официально декларируемую тенденцию к снижению, остаётся высоким. Наиболее серьёзные показатели травматизма наблюдаются в обрабатывающей промышленности – 22,9 %, строительстве – 17,5%, при транспортировке и складировании – 11,8%, а также в сельском хозяйстве – 9,6%. Главной причиной травмирования признаётся неудовлетворительная организация производственного процесса – 32,4 %.

Особую тревогу вызывает тот факт, что значительная часть несчастных случаев происходит на фоне, казалось бы, очевидных и давно известных рисков. Падение с высоты, как самый распространённый вид травм 38,6 %, регулярно фиксируется на объектах, где обязательное применение страховочных систем и ограждений регламентировано на законодательном уровне. Это наводит на мысль, что корень проблемы лежит не столько в отсутствии знаний или средств защиты, сколько в системном недооценивании опасности. Когда работодатель экономит на регулярной проверке лесов и подмостей, а работник пренебрегает пристёгиванием страховочного пояса ради скорости выполнения задания, формируется устойчивая модель поведения, при котором безопасность приносится в жертву производительности.

Фиксация травм и несчастных случаев до сих пор является краеугольным камнем в сфере охраны труда. Причинами происшествия могут одновременно являться и усталость сотрудника, и неисправность оборудования, и неудачная организация рабочего пространства, и недостаточный инструктаж. Выбор главной причины — всегда субъективное решение следователя, на которое влияют корпоративные интересы, страховые соображения или просто устоявшиеся практики. В итоге, корневые системные проблемы могут быть погребены под ярлыком «человеческий фактор», что позволяет не менять процессы, а лишь ужесточать дисциплину. Статистика в таком случае не отражает истинных узких мест, а лишь консервирует упрощенные и часто ошибочные представления.

В настоящее время разрабатывается концепция управления охраной и условиями труда с оценкой профессиональных рисков.

Одна из важнейших задач, лежащей в основе всех решений по управлению охраной труда, является формирование единой и современной базы данных, содержащей статистику по производственному травматизму и профзаболеваниям. В настоящее время эти сведения разрознены и распределяются между Росстатом, Рострудом и Фондам социального страхования. Особую остроту этой проблеме придает отсутствие механизма обмена информацией между ведомствами. Росстат публикует обобщенные сводки по формам федерального статистического наблюдения, но они лишены детализации, необходимой для микромоделирования рисков. Роструд располагает данными о расследованиях тяжелых и смертельных случаев, однако доступ к ним закрыт в силу конфиденциальности. Фонд

социального страхования, в свою очередь, хранит сведения о страховых выплатах, но они не всегда коррелируют с фактическими условиями труда из-за особенностей процедуры признания случая страховым. В итоге ни одно из ведомств не владеет полной картиной, а попытки соединить эти массивы вручную наталкиваются на методологические расхождения и юридические барьеры.

Таким образом, основные усилия должны быть направлены на превентивные меры, а также на прогнозирование несчастных случаев и профессиональных заболеваний. По нашему мнению, необходимо внедрить эффективный контроль за состоянием условий труда и его охраной на каждом рабочем месте, который исключал бы сокрытие инцидентов и несчастных случаев с сотрудниками, усилил бы личную ответственность всех уровней руководства за точный и полный их учёт, а также обеспечил бы систематическое изучение всех происшествий с персоналом на производстве. Такой подход позволил бы своевременно и объективно не только выявлять их, но и устанавливать, где, когда и по какой причине произошло конкретное событие, кто или что способствовало происшествию, пол и возраст пострадавшего, а также принятые меры организационно-технического, правового и социально-экономического характера. Основные причины травматизма – недостаточное понимание причин, по которым возникли травмы, и к каким последствиям они могут привести.

Так, акт по форме Н-1 содержит достаточно данных, которые могут быть использованы при формировании сведений по статистике несчастных случаев. Некоторые источники свидетельствуют о том, что уровень травматизма в стране снижается. Однако при этом не принимается во внимание объективное обстоятельство: уменьшается количество человеко-часов, фактически отработанных в процессе труда, а также проведённых в опасных условиях, так как растёт механизация и автоматизация труда. Увеличивается доля заёмного труда, работы по гражданско-правовым договорам, а также неформальная занятость.

Во-вторых, трудоёмкость оценки «случайных факторов» затрудняет получение результатов в области травмоопасности. К тому же использование методик для расчёта индивидуальных и интегральных профессиональных рисков, которые не учитывают мотивацию и компетентность работников, заранее приведёт к искажённой информации о реальном уровне профессионального риска [4].

Учитывая описанные обстоятельства и потребность в изменении текущей ситуации, требуется создать систему статистики, применимую для оценки вероятности получения производственных травм, а также для повышения качества обучения и переподготовки персонала. Поскольку человеческий фактор выступает одной из основных причин травматизма и была предложена методика количественной оценки рисков.

Основной идеей данного подхода является необходимость измерения степени компетентности работника при помощи степени риска травматизма. Причем степень компетентности определяется как обратная величина степени риска травматизма.

Разрабатываемая в настоящее время система оценки рисков травмирования работников, учитывающая степень тяжести вреда здоровью, может опираться на следующие статистические данные:

- общее число работников по видам экономической деятельности;
- количество смертельных случаев по видам экономической деятельности;
- общая численность травмированных по видам экономической деятельности;
- число работников, попадающих в различные группы дней нетрудоспособности.

Наличие этих данных позволит производить оценку профессионального риска и организовать более качественную профилактику мероприятий для сокращения производственного травматизма. Использование достоверных статистических данных при оценке профессиональных рисков позволит создать объективную комплексную методику для расчёта как индивидуальных, так и интегральных профессиональных рисков.

Для этого целесообразно ежегодно анализировать международные достижения в сфере охраны труда и здоровья работников, а также возобновить практику рабочих совещаний по новым документам с участием профильных специалистов [3].

На данный момент рассматриваются следующие предложения по унификации источников данных о несчастных случаях на производстве.

Для обеспечения единого подхода к сбору статистики о производственных травмах и пострадавших предлагается:

1. Отменить форму №7-травматизм Росстата;

2. Приказом Росстата ввести форму отчётности СФР о страховых несчастных случаях по аналогии со сведениями, предоставляемыми Рострудом по несчастным случаям с тяжёлым исходом. В форме учесть классификаторы (основные и дополнительные), установленные приказом № 223н, а также дополнить форму показателями, содержащимися в форме №7-травматизм «Число человеко-дней нетрудоспособности у пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более, временная нетрудоспособность которых закончилась в отчётном году» и «Численность пострадавших, частично утративших трудоспособность и переведённых с основной работы на другую на один рабочий день в соответствии с медицинским заключением (без выдачи листа нетрудоспособности)».

3. Для учёта Рекомендаций по установлению единых подходов к формированию статистической отчётности в сфере условий и охраны труда в государствах – участниках СНГ приказом Росстата ввести форму отчётности работодателей по сведениям о размере финансовых средств, израсходованных на реализацию мероприятий по улучшению условий и охраны труда.

Предлагается Росстат определить органом исполнительной власти, являющимся единым источником сведений о несчастных случаях с тяжёлым исходом и пострадавших со смертельным исходом, а также страховых несчастных случаях, позволяющих анализировать и отслеживать динамику производственного травматизма по сопоставимым показателям исходя из имеющихся у Росстата полномочий и функционала.

Проект Единой методики учёта несчастных случаев на производстве (далее – методика) разрабатывается с целью систематизации и унификации процесса учёта несчастных случаев, анализа производственного травматизма, а также оценки его динамики. Основной задачей методики является создание комплексного подхода по анализу производственного травматизма в Российской Федерации.

Основными принципами методики являются систематичность (полный учёт всех случаев травматизма, включая несчастные случаи с лёгким, тяжёлым и смертельным исходом). Методика будет распространяться на все организации, независимо от формы собственности и вида экономической деятельности. Исходными данными для учёта и анализа производственного травматизма будут являться ежегодные статистические данные Росстата, формируемые на основании административных данных СФР и годовой отчётности Роструда, направляемых в Росстат по формам, утверждённым приказом Росстата.

Несчастные случаи, признанные по результатам расследования как не связанные с производством, будут учитываются в ведомственной отчётности Роструда по форме, разработанной и утверждённой приказом Роструда. Отчёты могут размещаться на сайте Роструда, а также предоставляться по официальному запросу заинтересованным сторонам.

Данные о несчастных случаях, признанных по результатам расследования как несчастные случаи на производстве, и пострадавших в них работников, формируются в соответствии с приказами Росстата и должны будут ежегодно размещаться в единой межведомственной информационно-статистической системе (ЕМИСС).

Проект Единой методики учёта несчастных случаев на производстве (далее – методика) разрабатывается с целью систематизации и унификации процесса учёта несчастных случаев, анализа производственного травматизма, а также оценки его динамики. Основной задачей

методики является создание комплексного подхода по анализу производственного травматизма в Российской Федерации.

В дополнении следует отметить, что необходимо, чтобы на сайте Минтруда была создана база случаев несчастных случаев на производстве. Где анализировались бы их причины, технические предложения для их предотвращения и кого и чему необходимо обучить. Желательно и что в этом плане делается в мире (это скорее задача МОТ).

Список литературы

1. **Ворошилов, С. П.** Ещё раз о статистике несчастных случаев / С. П. Ворошилов, Н. Н. Новиков, К. Н. Тодрадзе // Журнал Охрана труда и социальное страхование, 2020. – № 11 – С.40–49.
2. **Новиков, Н. Н.** Влияние человеческого фактора на несчастные случаи. Журнал БиОТ. 2024.– № 3 – С.5–10.
3. **Новиков, Н. Н.** Международный опыт оценки производственных рисков на современном этапе развития охраны труда / Н.Н. Новиков, Е.С. Ворошилов, К.Н. Тодрадзе // Журнал Охрана труда и социальное страхование, 2024. – № 8 – С.60–63.
4. Практическое использование методики количественной оценки рисков травматизма «Вероятность-Вред-Риск» (ВВР) на примере АО «СУЭК-Кузбасс». / Лисовский В. В., Иванов Ю. М., Ворошилов А. С., Седельников Г. Е., Ли Х.У. // Уголь. 2018. – №12. – С.41–46
5. **Финоченко, Т. А.** Влияние количественной оценки условий труда на величину производственного риска / Т. А. Финоченко, И. Г. Переверзев, В. А. Финоченко // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4(47). – С. 139. – EDN YUQKXO.
6. 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. – EDN BSRDEM.
7. **Финоченко, В. А.** Особенности оценки и управления профессиональными рисками / Л. И. Воробинская, В. А. Финоченко. Известия Тульского университета. Технические науки. – Тула. 2021. – № 11 – С. 253–259.

References

1. **Voroshilov, S. P.** Accident Statistics Revisited / S. P. Voroshilov, N. N. Novikov, K. N. Todradze // Journal of Occupational Safety and Social Insurance, No. 11, 2020. p. 40–49
2. **Novikov N. N.** The influence of the human factor on accidents. Journal of BioOT, No. 3, 2024. pp. 5–10.
3. **Novikov, N. N.** International experience in assessing production risks at the current stage of labor protection development / N. N. Novikov, E. S. Voroshilov, K. N. Todradze // Journal of Labor Protection and Social Insurance, No. 8, 2024. P.60–63.
4. Practical use of the quantitative injury risk assessment methodology “Probability-Harm-Risk” (PHR) using the example of JSC SUEK-Kuzbass. / Lisovsky V. V., Ivanov Yu. M., Voroshilov A. S., Sedelnikov G. E., Li H. U. // Coal. – 2018. No. 12. pp. 41–46
5. **Finochenko, T. A.** The influence of quantitative assessment of working conditions on the magnitude of industrial risk / T. A. Finochenko, I. G. Pereverzev, V. A. Finochenko // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2017. – No. 4 (47). – P. 139. - EDN YUQKXO.
6. Current issues of occupational safety and health in production / M. E. Tsabolova, A. A. Tashchiyan, T. A. Finochenko, I. A. Yaitskov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2024. – No. 1 (66). – P. 100-104. – EDN BSRDEM.
7. **Finochenko, V. A.** Features of Assessment and Management of Professional Risks / L. I. Vorobinskaya, V. A. Finochenko. Bulletin of Tula University. Technical Sciences. – Tula. 2021. – No. 11 - pp. 253–259.

8. **Финоченко, В. А.** Анализ методов оценки потенциальных рисков в области охраны труда предприятий железнодорожного машиностроения / Л. И. Воробинская, В. А. Финоченко, Т. А. Финоченко // Известия Тульского университета. Технические науки. – Тула: 2022. – № 7 – С. 234-238

8. **Finochenko, V. A.** Analysis of Methods for Assessing Potential Risks in the Field of Occupational Safety and Health at Railway Engineering Enterprises / L. I. Vorobinskaya, V. A. Finochenko, T. A. Finochenko. Bulletin of Tula University. Technical Sciences. – Tula: No. 7, 2022. – pp. 234–238

N.N. Novikov; T.A. Finochenko

PROBLEMS OF ACCOUNTING AND STATISTICS OF ACCIDENTS

Abstract. This article presents the results of research into the development of a unified methodology for assessing industrial accidents. An analysis of statistical data on industrial injuries in Russia was conducted, identifying the main causes of accidents and their distribution by economic sector. The aim of this study is to develop a comprehensive methodology for assessing injury risks, taking into account human and technical factors. The study's results showed that 70-90% of accidents are caused by human factors. The practical significance of this work lies in the development of a methodology for assessing worker competence based on injury risk, as well as proposals for unifying statistical recording of industrial injuries.

Keywords: industrial injuries, accident, injury, occupational risk, occupational safety, occupational diseases, worker competence.

For citation: Novikov, N. N. Problems of Accident Statistics / N. N. Novikov, T. A. Finochenko // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 63–69. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_63.

Сведения об авторах

Новиков Николай Николаевич
Генеральный директор Национальной Ассоциации Центров Охраны Труда (НАЦОТ),
доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ,
e-mail: nacot-nnn@mail.ru

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

Information about the authors

Novikov Nikolay Nikolaevich
Director General of the National Association of Occupational Safety and Health Centers (NAOSH),
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Honored Scientist of Russian Federation,
e-mail: nacot-nnn@mail.ru

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

С. К. Поршнева, Е. В. Стасева, С. Е. Гераськова, А. Г. Хвостиков

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УСЛОВИЯ ТРУДА РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Аннотация. Нефтеперерабатывающая промышленность относится к отраслям со значительным техногенным воздействием на окружающую среду и формированием вредных факторов в воздухе рабочей зоны. В статье представлен сравнительный анализ эффективности различных технологий газоочистного оборудования (плавающие крышки и понтоны, модернизированные горелки, скрубберы и тканевые фильтры, установки улавливания легких фракций и дыхательные клапаны), применяемых на четырех нефтеперерабатывающих заводах Российской Федерации. С использованием методов статистической обработки данных (дисперсионный анализ по критерию Фишера) выполнена оценка существенности различий в эффективности улавливания загрязняющих веществ. Результаты анализа показали, что на уровне значимости $\alpha=0,05$ выбор конкретного типа технологии не оказывает статистически значимого влияния на вариацию показателей эффективности. Все рассмотренные предприятия демонстрируют сопоставимо высокий (90–98 %) уровень оснащённости очистным оборудованием. Сделан вывод о том, что итоговое воздействие на воздушную среду рабочей зоны является однородным, что позволяет унифицировать мероприятия по охране труда и промышленной безопасности в отрасли.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающий завод, газоочистное оборудование, условия труда, охрана труда, эффективность улавливания, загрязняющие вещества, дисперсионный анализ, критерий Фишера, специальная оценка условий труда, промышленная безопасность.

Для цитирования: Сравнительный анализ эффективности газоочистного оборудования и их влияние на условия труда работников предприятий нефтепереработки / С. К. Поршнева, Е. В. Стасева, С. Е. Гераськова, А. Г. Хвостиков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 70–79. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_70.

Нефтеперерабатывающая промышленность является одной из ключевых отраслей экономики Российской Федерации, обеспечивающей топливом и сырьём различные сектора производства. Вместе с тем предприятия нефтепереработки относятся к категории объектов с высоким уровнем техногенного воздействия на окружающую среду и человека. Технологические процессы переработки углеводородного сырья сопровождаются значительными выбросами загрязняющих веществ, включая диоксид серы (SO_2), оксиды азота (NO_x), летучие органические соединения (ЛОС), твёрдые частицы и углеводороды [1].

Согласно статистическим данным, на долю предприятий по производству кокса и нефтепродуктов в России приходится около 3,5–4 % суммарных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников [2]. В абсолютных значениях это составляет несколько сотен тысяч тонн ежегодно. Основными источниками эмиссии загрязняющих веществ на нефтеперерабатывающих заводах выступают: технологические печи (вклад в выбросы оксидов азота достигает 70–80 %); резервуарные парки, которые

являются основными источниками ЛОС (до 40–50 % потерь от испарения); установки термического крекинга и системы хранения готовой продукции являются источниками твёрдых частиц и углеводородов [3].

Поступление загрязняющих веществ от источников НПЗ формирует в приземном слое атмосферы приземные концентрации, превышающие ПДК, что значительно влияет и на состав воздуха рабочей зоны.

С позиций охраны труда и промышленной безопасности присутствие в воздухе рабочей зоны сернистых соединений, ароматических углеводородов (бензол, толуол) и оксидов азота формирует устойчивый химический фактор вредности. В соответствии с Федеральным законом № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» и действующей Методикой проведения СОУТ (Приказ Минтруда № 817н), химический фактор подлежит идентификации и инструментальным измерениям на рабочих местах операторов технологических установок, машинистов технологических насосов, слесарей КИПиА и ремонтного персонала. Превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ влечёт отнесение условий труда к вредному классу (подклассы 3.1–3.4) с соответствующими гарантиями и компенсациями для работников: повышенная оплата труда, дополнительный отпуск, сокращённая рабочая неделя, досрочное назначение пенсии [4].

Одним из действенных инструментов минимизации воздействия вредных производственных факторов и снижения профессиональных рисков является внедрение современных газоочистных технологий и технических средств улавливания выбросов непосредственно в источниках их образования. К числу таких решений относятся плавающие крышки и понтоны резервуаров, модернизированные горелочные устройства технологических печей, скрубберы и тканевые фильтры на установках сжигания, системы улавливания лёгких фракций (УЛФ) и дыхательные клапаны типа КДС. Эффективность перечисленного оборудования варьирует в зависимости от конструктивных особенностей, режимов эксплуатации и организации производственного контроля.

Целью настоящей работы является сравнительный анализ эффективности различных технологий очистки выбросов на четырёх нефтеперерабатывающих предприятиях Российской Федерации – ООО «РН-Туапсинский НПЗ», АО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания», АО «Газпромнефть-МНПЗ» (Москва) и АО «Новошахтинский завод нефтепродуктов». На основе статистической обработки эмпирических данных с применением дисперсионного анализа (критерия Фишера) в работе выполнена оценка существенности различий в эффективности применяемых природоохранных технологий и обосновано их влияние на условия труда работников. Исходные данные для анализа, включающие показатели эффективности улавливания по пяти типам технологий, представлены в таблице 1. Полученные результаты позволят сформулировать рекомендации по обеспечению бесперебойной работы систем очистки и снижению уровня воздействия вредных факторов на предприятиях нефтепереработки.

Для минимизации выбросов загрязняющих веществ (или эмиссии) применяются специализированные технологии очистки, адаптированные к типам загрязнителей и требованиям законодательства.

К основным технологиям очистки можно отнести [5]:

1. Плавающие крышки (ПК) и понтоны – это конструкции, используемые в резервуарах для хранения жидких продуктов (например, нефти, нефтепродуктов) с целью минимизации испарения, снижения потерь продукта и уменьшения риска возгорания. Они "плавают" на поверхности жидкости, автоматически подстраиваясь под её уровень, что устраняет паровое пространство между жидкостью и крышкой [5].

Понтоны разделены на секции для предотвращения затопления при повреждении (если одна секция теряет герметичность, остальные сохраняют плавучесть) (рисунок 1).

Применяются в нефтехранилищах и предназначены для снижения испарения легких фракций нефти, тем самым обеспечивается: сокращение выбросов ЛОС (летучих

органических соединений); уменьшение концентрации взрывоопасных паров; сокращение выбросов вредных веществ.

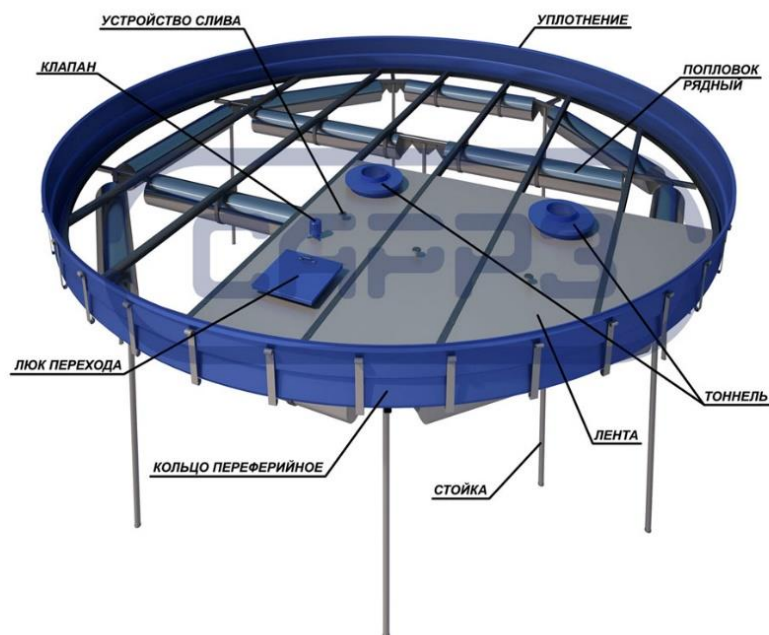


Рис. 1. Понтоны для резервуаров

2. Модернизация горелок в печах.

На нефтеперерабатывающих заводах России применяют более 1500 технологических трубчатых печей, в составе которых работают десятки тысяч горелочных устройств (ГУ), являющихся основными источниками загрязнения окружающей среды. Модернизация горелок для нефтезаводских печей предусматривается с целью сокращения вредных выбросов токсичных оксидов азота, как одного из наиболее опасных химических веществ [6].

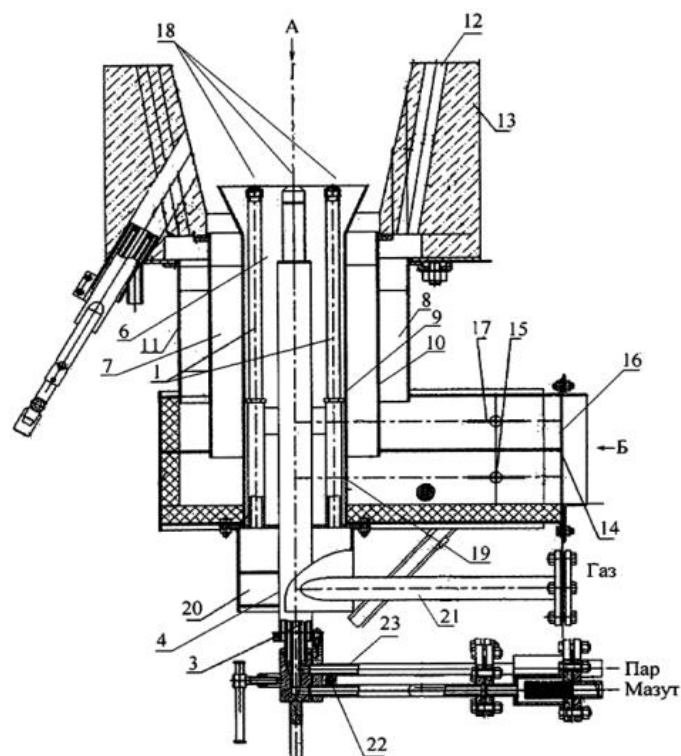
Комбинированные горелочные устройства помогают реализовать как раздельное применение топлива в газовой фазе и мазута, так и их одновременное сжигание. При таком способе жидкое топливо применяют как дополнительное к основному – газообразному топливу. Это позволяет значительно увеличить радиационные свойства (излучательную способность) факела. При добавке газа к мазуту и в случае их одновременного сжигания повышаются геометрические характеристики комбинированного факела и снижается содержание токсичных и загрязняющих ингредиентов в продуктах сгорания. В газомазутных ГУ топливо подают по двум разным (не объединенным) каналам, при всем этом именно мазут подают по внутренней трубке, по причине его плохого смешивании с воздухом.

Модернизация горелок с применением устройств типа ГКВД (Горелка Комбинированная со Встроенной пилотной горелкой, Диффузионная) (рисунок 2) позволяет не только сократить выбросы токсичных оксидов азота, но и обеспечить надежность работы печей благодаря возможности переключения между режимами, что в конечном итоге способствует улучшению условий труда операторов технологических установок. [7].

3. Применение скрубберов и тканевого фильтра на установке сжигания.

Скрубберы и тканевые фильтры применяются на установках сжигания на НПЗ для очистки отходящих газов. Эти устройства помогают снизить концентрацию вредных веществ, которые образуются в процессе сжигания, до значений, которые соответствуют экологическим нормам [8].

Скрубберы используют для удаления оксидов азота, диоксидов серы, тяжёлых металлов и других загрязнителей. Принцип работы: загрязнённые газы проходят через специальный материал, где контактируют с жидкостью (чаще всего с водой или химическими растворами). Жидкость улавливает вредные вещества, а очищенный газ выводится наружу.



- 1 – газовые стволы; 2 – выходные отверстия для подачи газа; 3 – форсунка;
 4 – центrovочная труба; 6 – центральный канал; 7 – средний канал;
 8 – периферийный канал; 9 – внутренняя обечайка; 10 – средняя обечайка;
 11 – наружная обечайка; 12 – цилиндрические отверстия; 13 – горелочный камень;
 14, 16 – воздуховод; 15, 17 – регулятор подачи воздуха; 18 – зона выходных отверстий 2; 19 –
 окна; 20 – газовая камера; 21 – газопроводящий патрубок; 22 – жиклер; 23 – эмульсатор

Рис. 2. Горелочное устройство ГКВД (продольный разрез)

Некоторые типы скрубберов, которые применяются на НПЗ:

- Влажные. Используют воду или раствор для промывки газов, что снижает концентрацию вредных компонентов (рисунок 3).

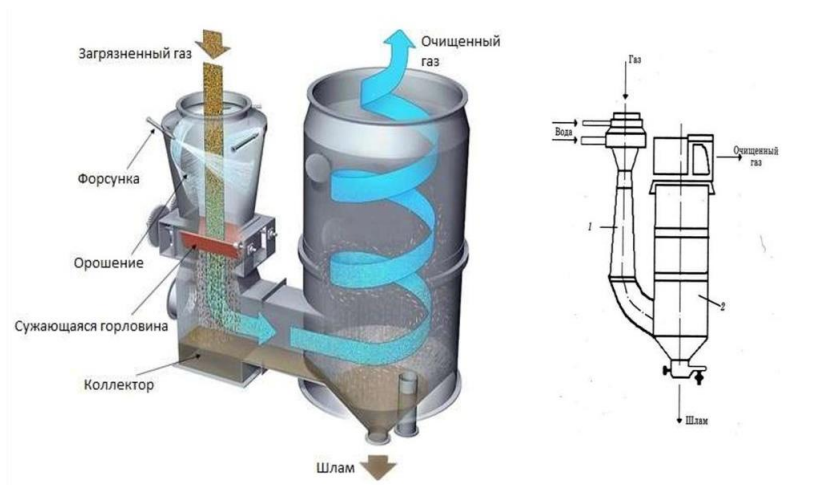


Рис. 3. Скруббер

- Сухие. Применяют адсорбенты (например, активированный уголь или известь), которые удерживают загрязнители на своей поверхности.

- Гибридные. Сочетают элементы влажных и сухих технологий для достижения наибольшей эффективности очистки.

- Мокрые пылеуловители: отличие от сухих и эффективность очистки.

- Тканевые фильтры (рукавные фильтры) используют для удаления твёрдых частиц, которые образуются при сжигании. Принцип работы: загрязнённый газ проходит через пористую структуру рукавов, где твёрдые частицы остаются на их поверхности. Очищенный газ выводится наружу, а захваченные частицы оседают в пылесборнике в нижней части фильтра.

4. Установка улавливания лёгких фракций (УЛФ) на нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ) предназначена для сбора и компримирования паров лёгких фракций углеводородов, которые выделяются из газового пространства резервуаров [8]. Принципиальная схема обвязки установки улавливания представлена на рисунке 4.

При проведении технологических операций из нефти или нефтепродуктов выделяются лёгкие фракции, которые перераспределяются между резервуарами по трубопроводам газоуравнительной системы.

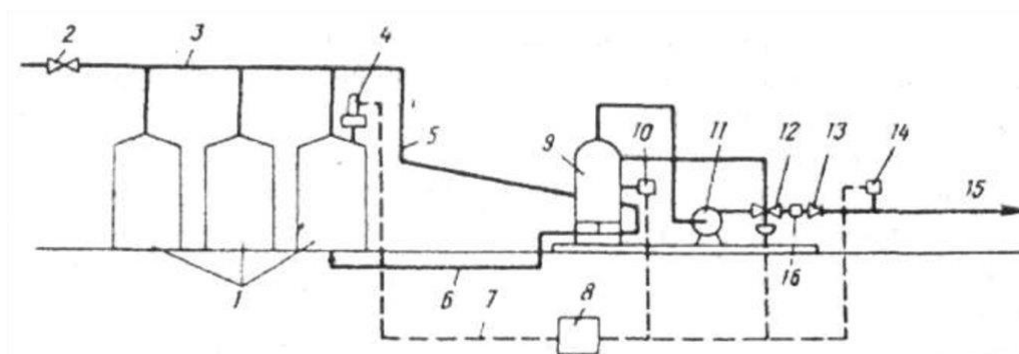
Установки легких фракций (УЛФ) применяются в следующих местах:

- Резервуарные парки хранения углеводородов.

- Терминалы отпуска и приёмки углеводородов (железнодорожные и автомобильные цистерны, танкеры).

- Комплексные сборные пункты углеводородов.

Цели использования установок – ликвидировать потери лёгких углеводородов из резервуаров, сократить загрязнение воздуха, уменьшить пожаро- и взрывоопасность хранящихся нефтепродуктов, снизить внутреннюю коррозию резервуаров.



- 1 – резервуар; 2 – предохранительный клапан; 3 – манифольд; 4 – блок регуляторов давления; 5 – уклон; 6 – линия возврата жидких углеводородов из скруббера в резервуар; 7 – линия связи; 8 – привод (двигатель); 9 – скруббер; 10 – регулятор верхнего предела уровня жидкости в скруббере; 11 – компрессор; 12 – трехходовая задвижка; 13 – обратный клапан; 14 – регулятор предельного давления на выходе компрессора; 15 – линия выхода газа в систему газосбора или на продажу; 16 – газовый счетчик

Рис. 4. Принципиальная схема обвязки установки улавливания легких фракций (УЛФ)

5. Дыхательные клапаны (рисунок 5) типа КДС устанавливают на вертикальные резервуары с нефтью и нефтепродуктами на НПЗ. Они предназначены для герметизации газового пространства и поддержания давления в нём в заданных пределах, чтобы сократить потери от испарения и уменьшить загрязнение окружающей среды парами нефтепродуктов. Клапаны монтируют на крыше резервуара с помощью крепёжного фланца или переходника. Для защиты от атмосферных осадков и ветра клапан имеет крышку и четыре воздуховода для вакуумных затворов.

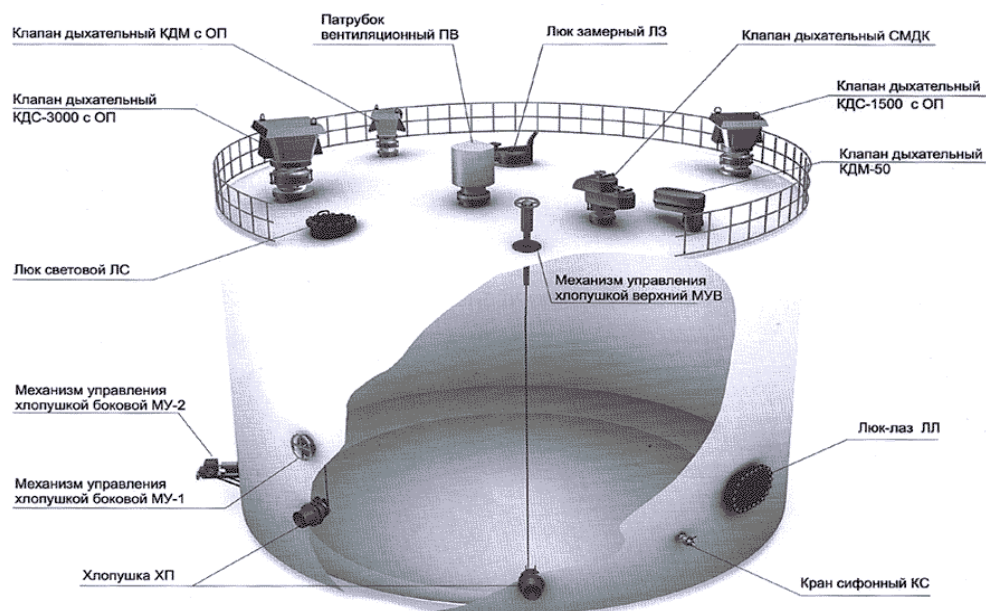


Рис. 5. Клапан дыхательный

Представленные в таблице 1 показатели эффективности газоочистного оборудования (в процентах) являются не только техническими характеристиками, но и ключевыми индикаторами качества воздушной среды на рабочих местах. Для целей охраны труда принципиальное значение имеет то, насколько полно применяемые технологии предотвращают поступление вредных веществ в зону дыхания персонала.

Таблица 1

Показатели эффективности улавливания загрязняющих веществ по типам очистного оборудования на четырех нефтеперерабатывающих заводах РФ

Предприятие	Эффективность улавливания, %				
	Плавающие крышки (ПК) и понтоны	Модернизация горелок в печах	Применение скрубберов и тканевого фильтра на установке сжигания	Установка улавливания легких фракций	Установка дыхательных клапанов типа КДС
ООО «ТНПЗ»	75	82	94	98	96
АО «РНПК»	99	94	96	98	94
АО «МНПЗ»	95	89	95	98	96
АО «НЗНП»	83	90	94	98	95

В соответствии со статьей 13 Федерального закона № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», химический фактор подлежит инструментальному измерению на каждом рабочем месте. Исследования Роспотребнадзора показывают, что на нефтеперерабатывающих заводах в зоне обслуживания технологических установок (операторные, открытые площадки, обвязка насосов) концентрации бензола, сероводорода и диоксида азота могут превышать ПДК в 1,5–3 раза при неэффективной работе газоулавливающих систем [2].

Эффективность работы оборудования (например, УЛФ – 98 % или понтонов – 75 %) является ключевым фактором, определяющим, насколько фактические концентрации вредных веществ на рабочем месте превышают нормативы, а следовательно – какой класс вредности (3.1, 3.2 и т.д.) будет присвоен по итогам специальной оценки.

В соответствии с Приложением № 3 к Приказу Минтруда № 817н (Методика проведения СОУТ) классификация условий труда по уровню превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ осуществляется следующим образом:

класс 2 (допустимый) – концентрации вредных веществ не превышают ПДК;

класс 3.1 (вредный первой степени) – превышение ПДК до 2 раз;

класс 3.2 (вредный второй степени) – превышение ПДК в диапазоне от 2 до 5 раз;

классы 3.3–3.4 – условия труда с более высокими степенями вредности.

Установлено, что снижение выбросов на 90,0–98,0% позволяет поддерживать концентрации вредных веществ в рабочей зоне в пределах нормативных значений либо существенно минимизировать степень вредности условий труда.

Анализ данных, представленных в таблице 1, демонстрирует значительный разброс показателей эффективности снижения выбросов – от 75,0% до 99,0%. Данный факт обуславливает необходимость оценки влияния выбора конкретной технологии (использование горелок, скрубберов или понтонов) на итоговые условия труда.

Был рассчитан дисперсионный анализ данных, приведённых в таблице 1. Он позволит оценить, существенно ли различаются показатели эффективности между четырьмя предприятиями (фактор «Предприятие») и, следовательно, имеются ли основания для присвоения различных классов (подклассов) условий труда на данных объектах по химическому фактору.

По условию $m = 4$, $n = 5$. Найдем:

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 x_{ij} &= 75 + 82 + \dots + 98 + 95 = 1859; \\ \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 x_{ij}^2 &= 75^2 + 82^2 + \dots + 98^2 + 95^2 = 173543; \\ \sum_{i=1}^4 (\sum_{j=1}^5 x_{ij})^2 &= (75 + 82 + \dots + 96)^2 + (99 + 94 + \dots + 94)^2 + \dots + (83 + 90 + \dots + 95)^2 = 864715; \\ \sigma_1 &= \frac{\sum_{i=1}^4 (\sum_{j=1}^5 x_{ij})^2}{n} - \frac{(\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 x_{ij})^2}{m \cdot n} = \frac{864715}{5} - \frac{1859^2}{4 \cdot 5} = 148,95; \\ S_1^2 &= \frac{\sigma_1}{m-1} = \frac{148,95}{4-1} = 49,65; \\ \sigma_2 &= \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 x_{ij}^2 - \frac{\sum_{i=1}^4 (\sum_{j=1}^5 x_{ij})^2}{n} = 173543 - \frac{864715}{5} = 600; \\ S_2^2 &= \frac{\sigma_2}{m \cdot n - m} = \frac{7270}{16} = 37,5.\end{aligned}$$

Фактически наблюдаемое значение статистики $F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{49,65}{37,5} = 1,324$.

По таблицам распределения Фишера-Снедекора находим критическое значение F – критерия F_{α, k_1, k_2} , где $k_1 = m - 1$; $k_2 = mn - m$, т.е. $F_{0,05; 3; 16} = 3,24$.

Проведенный дисперсионный анализ показал, что на уровне значимости $\alpha=0,05$ использование различных технологий очистки не оказывает существенного влияния на вариацию данных по эффективности улавливания ($F < F_{\text{табл}}$). Это означает, что все рассмотренные предприятия (НПЗ) демонстрируют статистически однородный, высокий уровень оснащённости очистным оборудованием.

С точки зрения охраны труда, данный вывод имеет важное практическое значение. Он свидетельствует о том, что независимо от выбранного типа технологии (будь то модернизация горелок или установка понтонов), итоговое воздействие на воздушную среду рабочей зоны будет примерно одинаковым в пределах статистической погрешности. Это позволяет службам охраны труда разрабатывать единые, унифицированные мероприятия по защите персонала (режимы труда и отдыха, типы СИЗОД, периодичность медицинских осмотров) для всех предприятий отрасли, ориентируясь на достигнутый средний уровень очистки, который, согласно данным таблицы, приближается к 90–98%. Дальнейшее улучшение условий труда

должно быть сосредоточено не столько на выборе между данными типами устройств, сколько на обеспечении их бесперебойной работы и герметичности систем на более высоком уровне (например, борьба с неорганизованными выбросами).

Список литературы

1. **Подалов, Ю. А.** Экология нефтегазового производства / Ю. А. Подалов. – Москва : Инфра-Инженерия, 2010. – 416 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=144813> (дата обращения: 01.03.2026). – ISBN 978-5-9729-0028-2. – Текст электронный.
2. Информация об охране атмосферного воздуха, 2025. – URL: Росприроднадзор | Информация об охране атмосферного воздуха (дата обращения: 20.02.2026) – Текст: электронный.
3. ИТС-2025. Переработка нефти: информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. – Москва, 2025. – 700 с.
4. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» — Введ. 2013-12-28. — Москва: Изд-во стандартов, 2013. — 36 с.: ил. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://standart.kodeks.ru/docs01/>
5. **Кузнецова, П. В.** Работоспособность вертикальных стальных резервуаров с понтонами / П. В. Кузнецова, Р. Д. Бакирова, В. А. Кузнецов // Актуальные проблемы аппаратостроения : сб. тр. конф. – Уфа: УУНиТ, 2022. – С.41-46. – URL: <https://confbsu.bashedu.ru/avap-2022-05-16/8/> (дата обращения: 15.03.2026).
6. **Катин В. Д., Журавлев А. А.** Анализ действующих и разработка модернизированных конструкций горелок типа ГП с низким выбросом оксидов азота для трубчатых нефтезаводских печей // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2024. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-deystvuyuschih-i-razrabotka-modernizirovannyh-konstruktsiy-gorelok-tipa-gp-s-nizkim-vybrosom-oksidov-azota-dlya-trubchatyh>

References

1. **Podavalov, Yu. A.** Ecology of Oil and Gas Production / Yu. A. Podavalov. - Moscow: Infra-Engineering, 2010. - 416 p. - Access mode: by subscription. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=144813> (date of access: 01.03.2026). - ISBN 978-5-9729-0028-2. - Text electronic.
2. Information on Atmospheric Air Protection, 2025. - URL: Rosprirodnadzor | Information on Atmospheric Air Protection (date of access: 20.02.2026) - Text: electronic.
3. ITS-2025. Oil Refining: Information and Technical Handbook on the Best Available Technologies. - Moscow, 2025. - 700 p.
4. Federal Law of December 28, 2013 N 426-FZ "On the Special Assessment of Working Conditions" – Introduced on December 28, 2013. – Moscow: Publishing House of Standards, 2013. – 36 p.: ill. [Electronic resource] / Access mode: <http://standart.kodeks.ru/docs01/>
5. **Kuznetsova, P. V.** Performance of vertical steel tanks with pontoons / P. V. Kuznetsova, R. D. Bakirova, V. A. Kuznetsov // Actual problems of apparatus engineering: collection of conf. - Ufa: UUNiT, 2022. - pp. 41-46. – URL: <https://confbsu.bashedu.ru/avap-2022-05-16/8/> (date of access: 15.03.2026).
6. **Katin V. D., Zhuravlev A. A.** Analysis of existing and development of modernized designs of GP-type burners with low nitrogen oxide emissions for tubular oil refinery furnaces // Bulletin of RUDN. Series: Ecology and Life Safety. 2024. No. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-deystvuyuschih-i-razrabotka-modernizirovannyh-konstruktsiy-gorelok-tipa-gp-s-nizkim-vybrosom-oksidov-azota-dlya-trubchatyh>

7. **Достияров А.М.,** Умышев Д.Р. Микрофакельные горелочные устройства и способы снижения вредных выбросов ГТУ: Монография. – Алматы: ТОО «BrandBook», 2021. – 212 с.
8. Инженерная экология: учеб. пособие / Т. А. Финоченко, В. А. Финоченко, А. В. Борисова, Л. И. Воробинская, Л. В. Дергачева, В. В. Козлюк. - ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2025. – 164 с. ISBN 978-5-9077494-97-8
9. **Гуда, А. Н.** Экоинформационные системы на железнодорожном транспорте : монография / А. Н. Гуда, В. А. Финоченко. – Ростов на Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2008. – 179 с. – ISBN 978-5-88814-249-3.
10. **Гуда, А. Н.** Экспертная система экологического мониторинга железнодорожного транспорта / А. Н. Гуда, В. А. Финоченко, Б. А. Веремеенко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2012. – № 1(45). – С. 96-101.
11. **Финоченко, В. А.** Технологии защиты окружающей среды от воздействия железнодорожного транспорта / В. А. Финоченко, Т. А. Финоченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 1(54). – С. 62-64.

7. **Dostiayarov A.M.,** Umyshev D.R. Microflare Burner Devices and Methods for Reducing Harmful Emissions from Gas Turbine Plants: Monograph. – Almaty: TOO BrandBook, 2021. – 212 p.
8. Engineering ecology: textbook / T. A. Finochenko, V. A. Finochenko, A. V. Borisova, L. I. Vorobinskaya, L. V. Dergacheva, V. V. Kozlyuk. - FGBOU VO RGUPS. - Rostov n / D, 2025. - 164 p. ISBN 978-5-9077494-97-8
9. **Guda, A. N.** Environmental information systems in railway transport: monograph / A. N. Guda, V. A. Finochenko. - Rostov-on-Don: Rostov State University of Railway Engineering, 2008. - 179 p. - ISBN 978-5-88814-249-3.
10. **Guda, A. N.** Expert system for environmental monitoring of railway transport / A. N. Guda, V. A. Finochenko, B. A. Veremeenko // Bulletin of the Rostov State University of Railway Engineering. - 2012. - No. 1 (45). - P. 96-101.
11. **Finochenko, V. A.** Technologies for environmental protection from the impact of railway transport / V. A. Finochenko, T. A. Finochenko // Proceedings of the Rostov State University of Railway Engineering. - 2021. - No. 1 (54). - P. 62-64.

S. K. Porshneva, E. V. Staseva, S. E. Geraskova, A. G. Khvostikov

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF GAS TREATMENT EQUIPMENT AND THEIR IMPACT ON THE WORKING CONDITIONS OF EMPLOYEES OF OIL REFINERY ENTERPRISES

Abstract. The oil refining industry is a sector with a significant anthropogenic impact on the environment and the formation of harmful factors in the air of the working area. The article presents a comparative analysis of the efficiency of various gas cleaning equipment technologies (floating covers and pontoons, upgraded burners, scrubbers and fabric filters, light fraction capture units and breathing valves) used at four oil refineries of the Russian Federation. Using statistical data processing methods (Fisher's test of variance), the significance of differences in the efficiency of pollutants capture was assessed. The analysis results showed that at the significance level of $\alpha=0.05$, the choice of a specific type of technology does not have a statistically significant impact on the variation of efficiency indicators. All the enterprises under review demonstrate a comparable high (90–98%) level of equipment with treatment equipment. It is concluded that the final impact on the air environment of the work

area is homogeneous, which allows for the unification of occupational health and industrial safety measures in the industry.

Keywords: oil refinery, gas purification equipment, working conditions, occupational safety, capture efficiency, pollutants, dispersion analysis, Fisher's criterion, special assessment of working conditions, industrial safety.

For citation: Comparative Analysis of the Efficiency of Gas Purification Equipment and Their Impact on the Working Conditions of Employees at oil Refineries / S. K. Porshneva, E. V. Staseva, S. E. Geraskova, A. G. Khvostikov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 70–79. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_70.

Сведения об авторах

Поршнева Софья Константиновна

Донской государственный технический университет (ДГТУ),
кафедра «Производственная безопасность»,
магистрант,
e-mail: soniaporshneva1821@gmail.com

Стасева Елена Владимировна

Донской государственный технический университет (ДГТУ),
кафедра «Производственная безопасность»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: elena_staseva@mail.ru

Гераськова Светлана Евгеньевна

Донской государственный технический университет (ДГТУ),
кафедра «Производственная безопасность»,
старший преподаватель,
e-mail: cjamz-2003@mail.ru

Хвостиков Андрей Георгиевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: xvost72@mail.ru

Information about the authors

Porshneva Sofya Konstantinovna

Don State Technical University (DSTU),
Chair «Industrial Safety»,
Master's Degree Student,
e-mail: soniaporshneva1821@gmail.com

Staseva Elena Vladimirovna

Don State Technical University (DSTU),
Chair «Industrial Safety»,
Candidate of Engineering Sciences,
e-mail: elena_staseva@mail.ru

Geraskova Svetlana Evgenievna

Don State Technical University (DSTU),
Chair «Industrial Safety»,
Senior Lecturer,
e-mail: cjamz-2003@mail.ru

Khvostikov Andrey Georgievich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life safety»,
Candidate of Engineering Sciences,
e-mail: xvost72@mail.ru

А. С. Пушкин, И. А. Яицков

ДВИГАТЕЛЬ КАК ИСТОЧНИК АКУСТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВОЗДУШНУЮ СРЕДУ МАШИННОГО ЗАЛА

Двигатель выступает не только источником механической энергии, но и мощным генератором акустического излучения. Его работа сопряжена с комплексом физических процессов, которые неизбежно порождают звуковые волны, распространяющиеся в воздушную среду помещения. Это явление требует детального рассмотрения, поскольку шум оказывает прямое влияние на условия труда персонала, надежность работы оборудования и акустический климат всего здания. Понимание природы акустического излучения двигателя открывает путь к целенаправленному управлению шумовым фоном. Первым и наиболее эффективным методом является воздействие на источник непосредственно. Это предполагает совершенствование конструкции двигателя: применение более жестких блоков цилиндров, оптимизацию формы камер сгорания для снижения скорости нарастания давления, использование демпфирующих вставок в поршнях и шатунах, а также внедрение прецизионных систем впрыска, минимизирующих детонацию.

Ключевые слова: акустическая безопасность, обкатка двигателей, спектр шума, производственная среда, двигатель внутреннего сгорания

Для цитирования: Пушкин, А. С. Двигатель как источник акустического излучения в воздушную среду машинного зала / А. С. Пушкин, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 80–85. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_80.

Двигатель внутреннего сгорания или газотурбинная установка в условиях машинного зала представляет собой сложный источник акустического излучения, который формирует устойчивое шумовое поле, воздействующее на воздушную среду помещения. Физическая природа этого излучения обусловлена несколькими одновременно действующими механизмами.

В первую очередь, это процессы сгорания топлива в цилиндрах или камерах сгорания, которые порождают резкие перепады давления, распространяющиеся в виде акустических волн через элементы конструкции – блок цилиндров, головку блока, картер, а также впускные и выпускные тракты. Частотный состав этого шума широк: от низкочастотных составляющих, связанных с частотой вспышек в цилиндрах, до высокочастотных, обусловленных турбулентностью газового потока и детонационными явлениями.

Вторым значимым источником является работа механизмов газораспределения, кривошипно-шатунного механизма и сопряженных деталей. Механические вибрации, возникающие при возвратно-поступательном движении поршневой группы или вращении ротора с лопатками, передаются на корпусные детали и фундамент, заставляя их совершать упругие колебания, которые в свою очередь излучают звук в окружающий воздух. Газодинамические шумы от работы впускных и выпускных клапанов, воздушных фильтров и систем турбо наддува, также вносят значительный вклад, создавая турбулентность и вихревые потоки, которые преобразуются в акустическую энергию. Каждый из источников обладает своей спектральной характеристикой, однако в совокупности они формируют широкополосный шум с доминированием низкочастотных составляющих, которые наиболее трудно поддаются ослаблению и эффективно распространяются в замкнутом объеме

машинного зала. Металлические поверхности, обладая высокой жесткостью, эффективно передают вибрацию в воздух, особенно в среднем и высоком частотных диапазонах. Именно эти механические источники вносят основной вклад в общий шумовой фон машинного зала на частотах выше 500 Гц.

Не менее существенным акустическим излучателем выступают впускная и выпускная системы. При движении потоков воздуха и отработавших газов возникают пульсации давления, которые, распространяясь по воздухопроводам, порождают аэродинамический шум. Технические параметры двигателя существенно определяют характеристики его акустического излучения: мощность двигателя и частота вращения вала или ротора напрямую коррелируют с общим уровнем звуковой мощности: увеличение числа оборотов приводит к более частым циклам сгорания и увеличению интенсивности вибраций, что повышает уровни звука; тип топлива и конструктивные особенности камеры сгорания влияют на жесткость процессов сгорания - дизельные двигатели с их характерным «жестким» сгоранием создают более импульсный шум с преобладанием высокоэнергетических ударных волн по сравнению с искровыми бензиновыми двигателями; степень сжатия и системы рециркуляции отработавших газов также модифицируют спектр шума, добавляя или нивелируя отдельные частотные полосы. В газотурбинных установках доминантой является шум от работы компрессора и турбины, который имеет более широкий спектр. Этот гул, несмотря на наличие глушителей, способен распространяться на значительные расстояния и является одной из главных проблем при проектировании шумозащиты машинного зала.

Особого внимания заслуживает излучение шума корпусными деталями двигателя и его агрегатами. Картер, крышки, поддоны, масляные и водяные насосы, генераторы, вентиляторы - все эти элементы, вибрируя, работают как мембраны, излучающие звук. Материалы корпуса двигателя - чугун, алюминиевые сплавы или сталь - также влияют на демпфирование вибраций и, как следствие, на эффективность преобразования механической энергии в звуковую. Вентилятор системы охлаждения, например, создает интенсивный аэродинамический шум от лопастей, который имеет широкий спектр и часто доминирует на средних частотах. Шум от работы топливной аппаратуры носит характер ритмичных стуков, особенно хорошо слышимых вблизи двигателя.

Каждый из этих источников имеет свою направленность излучения. Выпускной тракт излучает преимущественно в сторону выхлопного отверстия, корпусные детали — во всех направлениях, но с разной интенсивностью. Впускной тракт направляет шум в сторону воздухозаборника. В результате в машинном зале формируется сложное акустическое поле с неравномерным распределением уровней звукового давления. Вблизи двигателя уровень шума может достигать 110 – 120 дБА и более, снижаясь по мере удаления, но оставаясь опасным для слуха человека. Двигатель, излучает акустическую энергию во внутренний воздушный объем машинного зала, который имеет форму прямоугольного параллелепипеда. В этом случае, звуковое давление, создаваемое каждым двигателем, определяется по формуле:

$$P_i = \frac{\rho_0 C_0^2 Q_0}{\sqrt{z} V} \sum_N \frac{\omega_i^2}{(2\omega_N \delta_N)^2 + (\omega_N^2 - \omega_i^2)^2} \quad (1)$$

где ρ_0 и C_0 – плотность воздуха, кг/м³ и скорость звука в воздухе, м/с; Q_0 – производительность источника шума, м³/с; V – объем производственного помещения, м³; ω_N – круговые собственные частоты внутреннего воздушного объема, 1/с; ω_i – среднегеометрические частоты октавных полос, 1/с; δ_N – коэффициент звукопоглощения внутри производственного помещения, 1/с.

Для двигателей выполняется соотношение:

$$Q = S'_g V_{gi} \quad (2)$$

где S'_g – площадь поверхности двигателя, м²; V_{gi} – октавные скорости колебаний корпуса, м/с.

Октавные уровни виброскорости L_V , измеренные на корпусе двигателя, являются исходными данными для расчёта производительности источника Q_0 . Эти величины зависят от конструктивных особенностей двигателя, его технического состояния, режима работы и жёсткости крепления. Виброскорость значительно изменяется в пределах одной модели при разных условиях эксплуатации, поэтому для достоверного прогноза акустической обстановки рекомендуется использовать результаты непосредственных измерений, а не паспортные данные или обобщённые справочные значения. На практике намного удобнее измерять октавные уровни виброскорости, которые определяются как:

$$L_V = 20 \lg \frac{V_i}{5 \cdot 10^{-8}},$$

тогда выражение (1) производительности Q_0 примет вид:

$$Q = S'_g \cdot 5 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{0,05 L_{Vi}}$$

Если на участках одновременно обрабатываются несколько двигателей, то выражение принимает вид:

$$L_{P\Sigma} = 10 \lg \sum_{i=1}^k 10^{0,1 L_{Pi}}$$

где k – количество двигателей.

Тогда полученное выражение для суммарного уровня звукового давления $L_{P\Sigma}$ в машинном зале учитывает не только характеристики источников шума, но и акустические свойства помещения, поэтому получена следующая зависимость:

$$L_{P\Sigma} = 2 \lg \frac{S_u}{V} + \lg \sum f_i^2 \left[7,6 \cdot 10^2 \left(f_N \cdot \frac{S_n \alpha_n}{V} \right)^2 + (f_N^2 - f_i^2)^2 \right]^{-1} + 10 \lg \sum_{i=1}^{k_2} 10^{0,1 L_{ki}} + 3 \quad (3)$$

Совокупное действие всех источников приводит к тому, что двигатель превращается в мощный широкополосный излучатель. Его шумовое поле включает инфразвуковые составляющие от низкооборотных дизель-генераторов, низкочастотные доминанты от сгорания и выпуска, среднечастотный гул от механизмов и высокочастотные свисты от аэродинамических процессов. Учет всех этих составляющих необходим для точного прогнозирования шумовой обстановки и разработки эффективных мер акустической защиты. Уровень звуковой мощности каждого двигателя определяется по формуле:

$$N = 10 \lg \frac{P^2 S}{2 \rho_0 C_0 10^{-12}} = 20 \lg P + 10 \lg S + 90, \quad \text{дБ} \quad (4)$$

где S_n – площадь производственного помещения, м²; α_n – коэффициент звукопоглощения производственного помещения, параметр, характеризующий суммарное звукопоглощение поверхностей помещения, и зависит от материалов стен, пола, потолка, а также от наличия оборудования и людей.

В практических расчётах часто используют его средние значения для конкретного типа производственного помещения, причем для повышения точности следует проводить измерения времени реверберации. Чем выше звукопоглощение, тем быстрее затухают собственные колебания воздушного объёма, что снижает резонансное усиление шума на определённых частотах и делает акустическую обстановку более равномерной.

Ключевым элементом здесь является расчёт собственных частот f_N , которые определяются геометрией прямоугольного параллелепипеда.

$$f_N = 172 \sqrt{\left(\frac{n_x}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{l_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{l_z}\right)^2}$$

где l_x, l_y, l_z – длина, ширина, высота производственного помещения, м; n_x, n_y, n_z – числовые коэффициенты, определяющие соответствующую собственную частоту колебаний воздушного объема. Для практических целей достаточно рассматривать первые несколько мод колебаний, соответствующих малым значениям n_x, n_y, n_z , так как именно они вносят наибольший вклад в формирование акустического поля на низких и средних частотах – там, где обычно сосредоточена основная энергия шума двигателей. При этом важно отметить, что реальное распределение звукового давления в пространстве помещения не является однородным: вблизи стен и в углах могут образовываться зоны повышенного или пониженного давления в зависимости от совпадения частот возбуждения с собственными частотами объёма. Для каждой октавы количество собственных колебаний определяется согласно таблице.

Таблица

Ширина полосы пропускания для октавных полос

Частота, Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ширина полосы, Гц	22,4 45	45 90	90 180	180 355	355 710	710 1400	1400 2800	2800 5600	5600 11200

При одновременной работе нескольких двигателей суммарный уровень звукового давления, согласно приведённой формуле, определяется логарифмическим сложением энергий от каждого источника. То есть, если один из двигателей создаёт значительно более высокий уровень шума по сравнению с остальными, именно он будет доминировать, однако даже относительно тихие двигатели могут создавать проблемы, если их шум содержит дискретные составляющие, совпадающие с собственными частотами помещения – в таких случаях возможно локальное увеличение уровня на несколько децибел за счёт резонансных явлений.

Расчётная методика на основе приведённых формул позволяет достаточно точно оценить ожидаемые уровни шума в машинном зале при условии корректного задания всех исходных параметров. Полученное значение $L_{p\Sigma}$ может быть использовано для сравнения с нормативными требованиями и для планирования шумозащитных мероприятий.

Двигатель как источник акустического излучения при обкатке оказывает комплексное воздействие на всё пространство машинного зала. Его шум образуется в результате совокупности термодинамических, механических и аэродинамических процессов. Осознание этого принципа – первый шаг к созданию безопасных и комфортных условий эксплуатации энергетического оборудования. В перспективе развитие методов численного моделирования акустики машинного зала и внедрение адаптивных схем глушения помогут существенно улучшить условия труда на обкаточных участках, не снижая качества технологического контроля.

Список литературы

1. Двигатели внутреннего сгорания: Учеб. для вузов / Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н. и др.; Под ред. Луканина В.Н. – М.: Высш. шк., 1985. – 311 с.

References

1. Internal Combustion Engines: Textbook for Universities / Khachiyan A.S., Morozov K.A., Lukanin V.N. et al.; Edited by Lukanin V.N. – Moscow: Vysshaya Shkola, 1985. – 311 p.

2. **Пронников, Ю.В.** Теоретическое обоснование выбора звукопоглощающего материала для кабин электроподвижного состава и ограждающих конструкций на участках обкатки двигателей подвижного состава / Ю.В. Пронников, Ю.И. Багиев // Вестник РГУПС. – 2010. - № 4. – С. 20-24.

3. **Чукарин, А.Н.** Теория и методы акустических расчетов и проектирования технологических машин для механической обработки // А.Н. Чукарин. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2005. – 152 с

4. **Багиев, Ю.И.** Определение уровней шума, создаваемого при воздействии воздушной составляющей звукозащитных ограждений для участков испытаний ДВС / Ю.И. Багиев, А.Н. Чукарин // Вестник РГУПС. – 2011. - №1. – С. 5-8.

5. **Багиев, Ю.И.** Теоретические исследования колебаний двигателя внутреннего сгорания при его обкатке / Ю.И. Багиев // Транспорт. Безопасность. Логистика: труды междунар. науч.-практ. конф., 27-29 окт. – Ростов н/Д, 2010. – С. 25-31.

6. Экспериментальные исследования шума и вибрации на участках обкатки двигателей внутреннего сгорания и тяговых электродвигателей машиностроительных предприятий / В.Э. Фролов, И.А. Яицков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020.– № 3.– С. 271-278.

7. **Яицков, И.А.** Теоретическое исследование воздушной составляющей шума силовых установок транспортных машин // Интернет-журнал «Наукovedение» [Электронный ресурс]. 2017. Т. 9. –№ 6. – URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/35TVN617>.

8. **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.

2. **Pronnikov, Yu.V.** Theoretical Justification for the Selection of Sound-Absorbing Material for the Cabins of Electric Rolling Stock and Protective Structures at the Engine Running Sections of Rolling Stock / Yu.V. Pronnikov, Yu.I. Bagiev // Bulletin of RGUPS. – 2010. - No. 4. – P. 20-24.

3. **Chukarin, A.N.** Theory and Methods of Acoustic Calculations and Design of Technological Machines for Mechanical Processing // A.N. Chukarin. – Rostov-on-Don: Publishing Center of DSTU, 2005. – 152 p.

4. **Bagiev, Yu.I.** Determination of noise levels generated by the effect of the air component of soundproof barriers for internal combustion engine test sites / Yu.I. Bagiev, A.N. Chukarin // Bulletin of RSUPS. – 2011. – No.1. – P. 5-8.

5 **Bagiev, Yu.I.** Theoretical studies of internal combustion engine vibrations during its run-in / Yu.I. Bagiev // Transport. Safety. Logistics: proceedings of the international scientific-practical conference, October 27-29. – Rostov-on-Don, 2010. – P. 25-31.

6. Experimental studies of noise and vibration at the running-in sites of internal combustion engines and traction electric motors of mechanical engineering enterprises / V.E. Frolov, I.A. Yaitskov // News of the Tula State University. Technical Sciences. 2020.– No. 3.– P. 271-278.

7. **Yaitskov, I.A.** Theoretical study of the air component of noise of power units of transport machines // Internet journal “Naukovedenie” [Electronic resource]. 2017. Vol. 9. – No. 6. – URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/35TVN617>.

8. **Balanova, M.V.** Methodology and technical support for conducting experimental studies to determine noise in the workplace / M.V. Balanova, T.A. Finochenko, I.A. Yaitskov // Proceedings of the Rostov State Transport University. 2019. - No. 1. - P. 5-7.

9. Актуальные проблемы обеспечения охраны труда на производстве / М. Э. Цаболова, А. А. Ташчян, Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1(66). – С. 100-104.
10. Анализ условий труда работника на предприятиях транспортного машиностроения / М. В. Алексеев, И. А. Смычок, А. Н. Чукарин, Т. А. Финоченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 3(68). – С. 6-12.

9. Actual problems of ensuring labor protection in production / M.E. Tsabolova, A.A. Tashchiyan, T.A. Finochenko, I.A. Yaitskov // Proceedings of the Rostov State Transport University. - 2024. - No. 1 (66). - P. 100-104.
10. Analysis of working conditions of employees at transport engineering enterprises / M. V. Alekseev, I. A. Smychok, A. N. Chukarin, T. A. Finochenko // Proceedings of the Rostov State Transport University. - 2024. - No. 3 (68). - P. 6-12.

A. S. Pushkin, I. A. Yaitskov

ENGINE AS A SOURCE OF ACOUSTIC RADIATION INTO THE AIR OF A TURBINE ROOM

An engine not only acts as a source of mechanical energy but also as a powerful generator of acoustic radiation. Its operation involves a complex set of physical processes that inevitably generate sound waves that propagate into the room's air. This phenomenon requires detailed consideration, as noise directly impacts the working conditions of personnel, the reliability of equipment, and the acoustic climate of the entire building. Understanding the nature of engine acoustic radiation opens the way to targeted noise management. The first and most effective method is to address the source directly. This involves improving engine design: using more rigid cylinder blocks, optimizing the shape of combustion chambers to reduce the rate of pressure buildup, using damping inserts in pistons and connecting rods, and implementing precision injection systems that minimize detonation.

Keywords: acoustic safety, engine break-in, noise spectrum, industrial environment, internal combustion engine

For citation: Pushkin, A. S. Engine as a Source of Acoustic Radiation into the Air Environment of the Machine Room / A. S. Pushkin, I. A. Yaitskov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 80–85. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_80.

Сведения об авторах

Пушкин Александр Сергеевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,
Аспирант,
e-mail: s2006@inbox.ru

Яицков Иван Анатольевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
факультет «Электромеханический»,
декан, доктор технических наук, профессор,
e-mail: yia@rgups.ru

Information about the authors

Pushkin Alexander Sergeevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Postgraduate student,
email: s2006@inbox.ru

Yaitskov Ivan Anatolievich

Rostov State Transport University (RSTU),
Electromechanical Faculty,
Dean, Doctor of Engineering Sciences,
Professor,
e-mail: yia@rgups.ru

Д. А. Скакунов

МЕТРИКИ ИНФОРМАТИВНОСТИ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ УРОВНЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

Аннотация. В работе предложены метрики информативности методов оценки уровней профессиональных рисков и выполнен их сравнительный анализ. Для количественной оценки введен показатель относительной информативности, основанный на соотношении объема исходной и получаемой информации при применении метода. Результаты показали, что системные методы обладают наибольшей информативностью, тогда как качественные методы обеспечивают быстрый обзор потенциальных опасных событий. Работа демонстрирует возможность объективного выбора метода для конкретного источника опасности и технологического процесса, повышает эффективность оценки риска и служит основой для дальнейшего развития гибридных и автоматизированных инструментов анализа безопасности.

Ключевые слова: оценка уровней профессиональных рисков, методы оценки, опасное событие, показатель относительной информативности, анализ, дерево, метрики.

Для цитирования: Скакунов, Д. А. Метрики информативности методов оценки уровней профессиональных рисков / Д. А. Скакунов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1 – С. 86–92. –DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_86.

Риск-ориентированные подходы в обеспечении безопасности трудового процесса подразумевают проведение оценки уровней профессиональных рисков. Методы, позволяющие провести такую оценку, регламентируются рядом национальных стандартов, включая ГОСТ Р МЭК 31010-2021 [1] и ГОСТ Р 58771-2019 [2], а также другими нормативно-методическими документами в области риск-менеджмента, а рекомендации по выбору этих методов приведены в Приказе Минтруда России от 28.12.2021 № 926 "Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков" [3]. Большое разнообразие методов оценки уровней профессиональных рисков приводит к проблеме принятия решения по выбору необходимого метода. Одним из недостатков, перечисленных выше источников, является отсутствие количественно измеримых показателей (унифицированных метрик), ориентируясь на которые можно было бы минимизировать долю субъективного фактора при принятии решения о том, какой именно метод использовать в процессе оценки уровней профессиональных рисков. Основной целью данных исследований является формулирование количественного показателя, выступающего в качестве критерия, характеризующего возможности известных методов оценки уровней профессиональных рисков.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- описание представления информации при использовании методов оценки уровней профессиональных рисков;
- количественная оценка информации при использовании методов.

Таким образом, основная идея данной работы заключается в том, чтобы, используя метрический подход к сравнению методов оценки уровней профессиональных рисков, количественно оценить степень информативности того или иного метода. Вся информация, связанная с используемым методом оценки уровней профессиональных рисков, была

разделена на две группы: информация, выступающая в качестве исходных данных, содержащая сведения метода, которые необходимы для его использования, и информация, являющаяся результатом использования метода.

Введем показатель относительной информативности метода, I_{Σ} :

$$I_{\Sigma} = \frac{I_k}{I_0},$$

где I_0 - количество информации, необходимое для использования метода; I_k - количество информации, получаемой на выходе.

Чем больше значение, I_{Σ} , тем информативнее метод, используемый для оценки профессионального риска. Количество информации интерпретируется, как количество памяти, выделяемое персональной электронно-вычислительной машиной (ПЭВМ) для представления исходных, выходных параметров и параметров модели. Так, согласно [4, 5], для представления и оперирования целыми числами ПЭВМ использует 32 бита информации, для оперирования символьными переменными – 8 бит. Соответственно, складывая данные значения, можно определить, I_0 , I_k , и, I_{Σ} .

В качестве примера рассматривалось следующее опасное событие: «удар» – удар фрагментами разлетевшегося диска при выполнении работ с использованием угловой шлифовальной машины (УШМ).

Оценка показателя относительной информативности метода, I_{Σ} , осуществлялась с учетом условия, что все исходные данные заранее известны. Алгоритм определения, I_{Σ} , включал в себя набор ключевых терминов и словосочетаний, характеризующих опасное событие, и они распределялись по исходным данным и по значениям, получаемым на выходе использования того или иного метода. В случае выбора принималось максимально возможная интерпретация в качестве конечного результата.

Для проведения исследования были выбраны следующие методы оценки уровней профессиональных рисков:

- матричный метод (матрица 3х3 Европейского комитета по охране труда, представленная в Приказе Минтруда России от 28.12.2021 № 926 "Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков");

- анализ Исикавы (метод рыбного скелета);
- анализ дерева событий (ЕТА);
- анализ дерева отказов (неисправностей) (FTA);
- анализ «галстук-бабочка» (ВТА);
- анализ причин и последствий (ССА);
- структурированный метод "Что, если?" (SWIFT).

Таким образом, на рисунках 1-5 и в таблице приведены примеры графического применения вышеуказанных методов [6-10].



Рис. 1. Пример диаграммы Исикавы (рыбный скелет)

Таблица

Пример результатов SWIFT-анализа

Направляющие слова (Что, если...?)	Идентифицирующее событие (отклонение)		Опасное событие
Диск дефектный	Разрушение диска	Отказ оборудования	Удар
Диск несвоевременно заменен			
Кожух УШМ неисправен	Отсутствие кожуха УШМ		
Не проверено наличие кожуха УШМ			
Работник не знает требований, не понимает опасность	Человеческий фактор		
На работника воздействуют физические факторы			
Не контролируются действия работника			

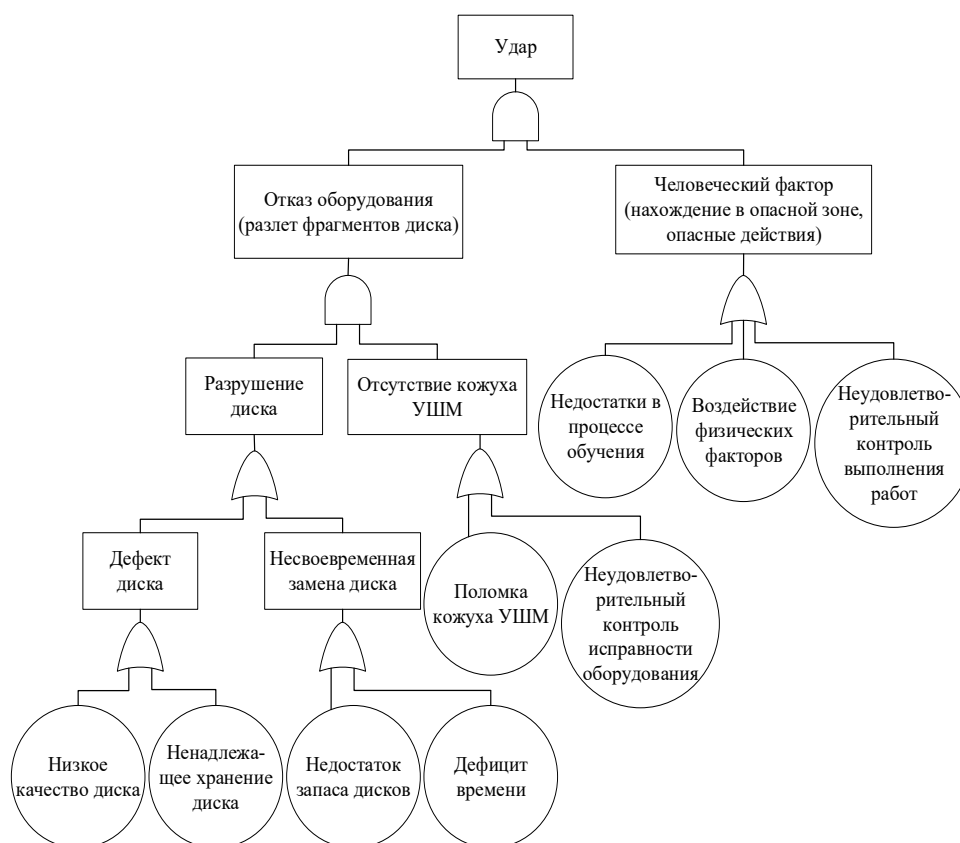


Рис. 2. Пример дерева отказов (неисправностей)

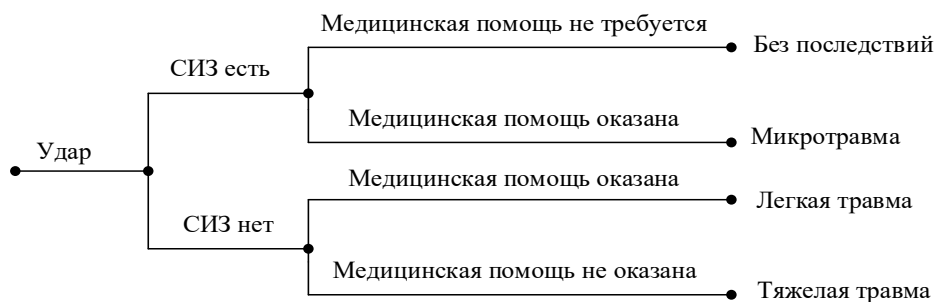


Рис. 3. Пример дерева событий

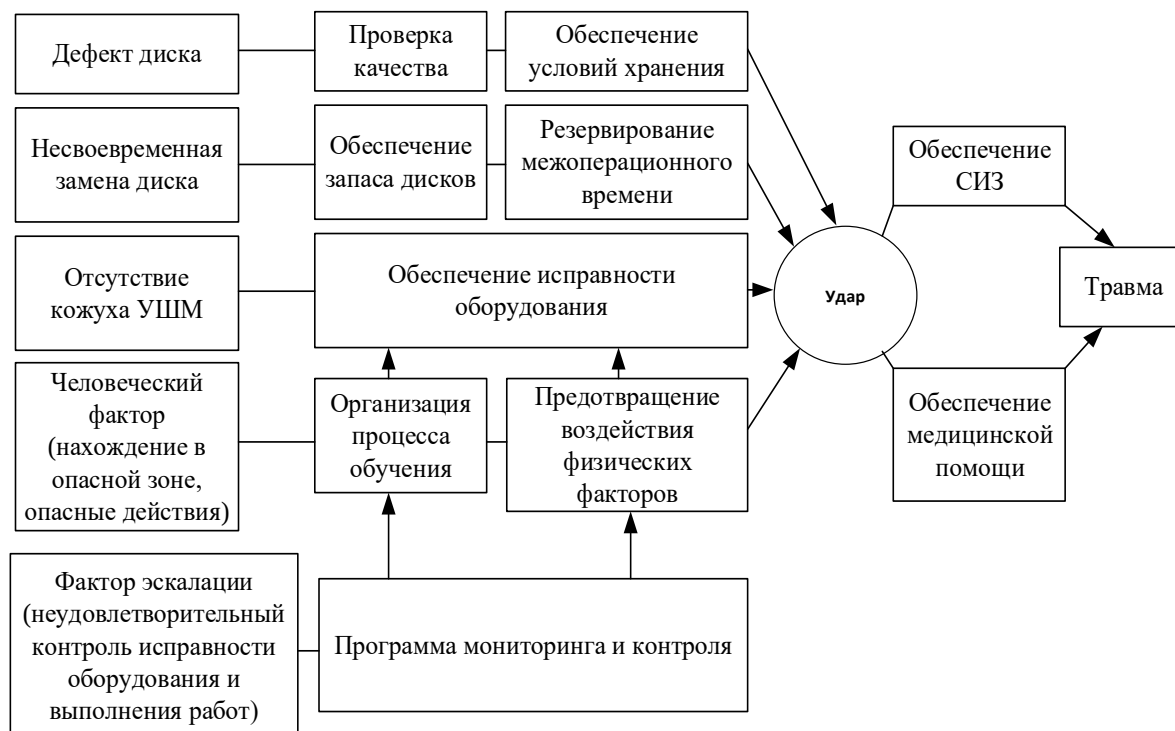


Рис. 4. Пример диаграммы галстук-бабочка

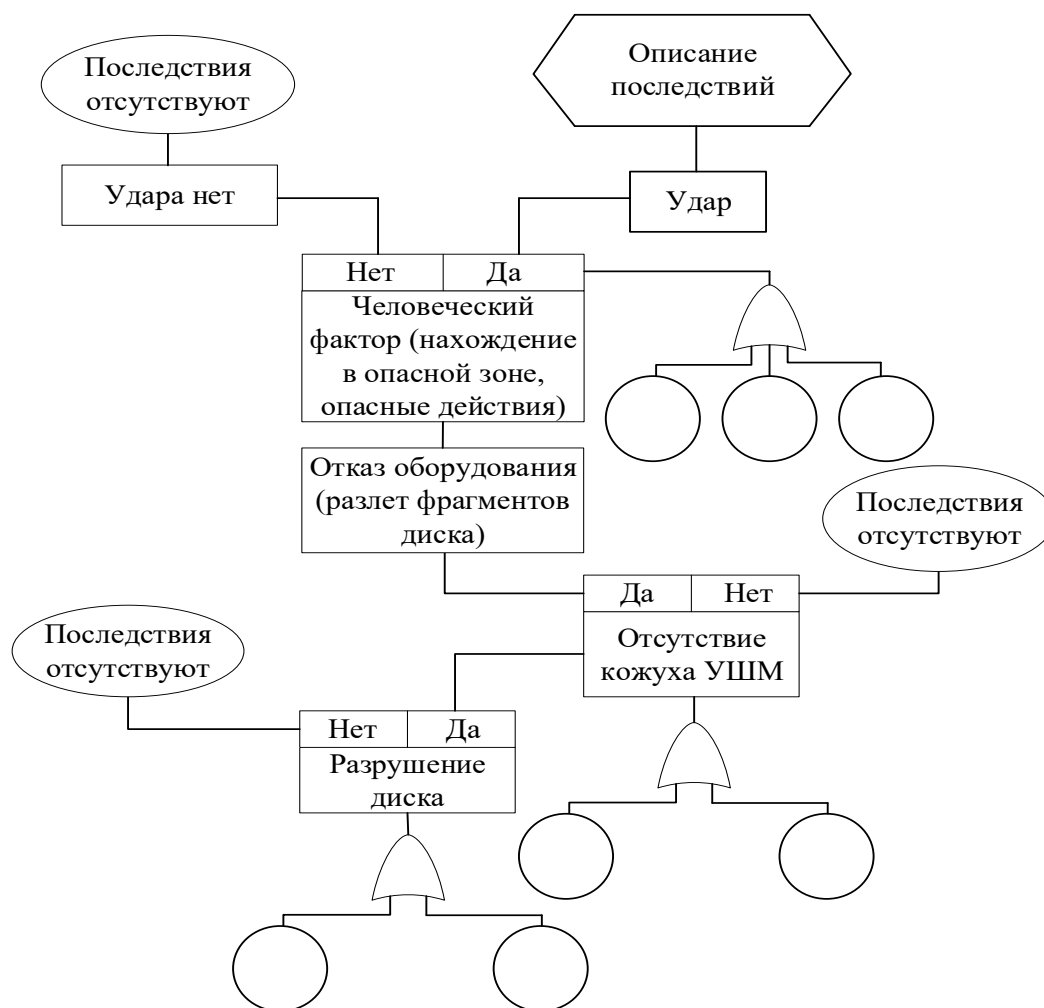


Рис. 5. Пример схемы анализа причин и последствий

В результате расчета исходных данных и конечных результатов при использовании вышеуказанных методов оценки уровней профессиональных рисков были получены значения показателя, I_3 , относительной информативности всех методов (рисунок 6).

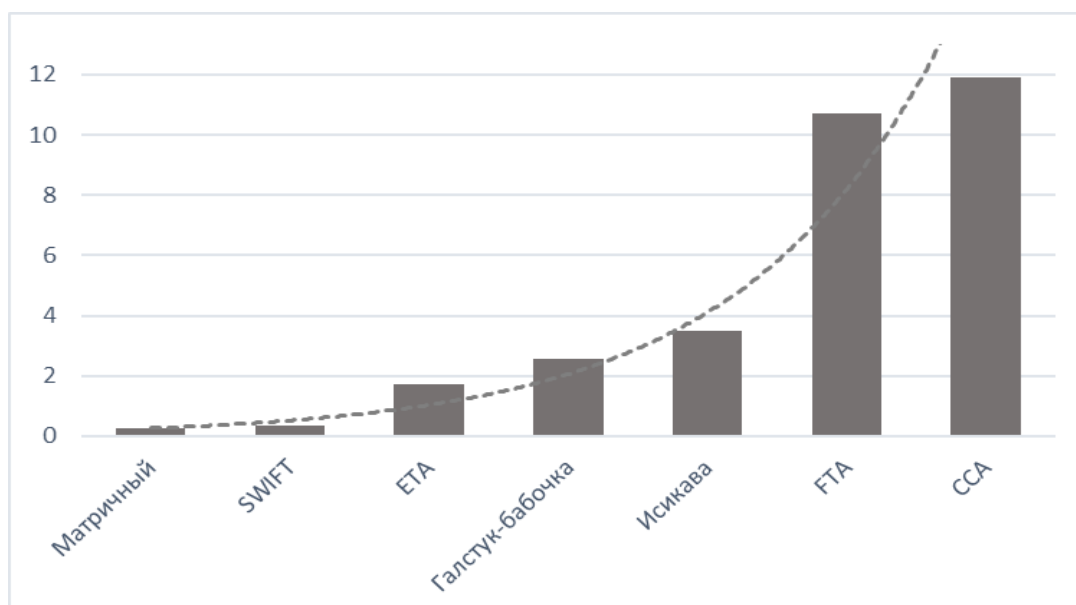


Рис. 6. Диаграмма значений показателя относительной информативности

Результаты были аппроксимированы.

Уравнение регрессии имеет вид: $y = 0,1303e^{0,6905x}$.

Величина достоверности аппроксимации: $R^2 = 0,9506$.

Результаты показали, что метод Анализ причин и последствий (11,91) и метод Анализ дерева отказов (10,69) обладают наибольшей информативностью, позволяя детально моделировать причинно-следственные цепочки, включая человеческий фактор и отказ оборудования. Матричный метод (0,24) продемонстрировал наименьший уровень информативности, что указывает на его ограниченную способность выявлять полный спектр факторов риска, но сохраняет ценность для раннего выявления потенциальных опасных событий.

Таким образом, практическая значимость исследования данной работы заключается в возможности обоснованного выбора метода оценки уровней профессиональных рисков для конкретного источника опасности и технологического процесса, что повышает эффективность и снижает субъективность при принятии решений. На основании полученных данных можно рекомендовать применение методов системного анализа (Анализ причин и последствий и Анализ дерева отказов) для комплексной оценки рисков, а качественных методов (Анализ Исикавы, Анализ «галстук-бабочка», Анализ дерева событий, Структурированный метод "Что, если?" и Матричный метод) – для предварительного выявления потенциальных опасных событий и структурирования причин.

В качестве направлений будущих исследований предлагается:

1. Расширение применения метрик информативности на другие виды опасных событий.
2. Введение дополнительных критериев оценки методов, включая трудоёмкость, требуемую квалификацию и ресурсозатраты.
3. Разработка комбинированных (гибридных) подходов, объединяющих системные и качественные методы для повышения информативности анализа.
4. Создание автоматизированных инструментов расчёта относительной информативности и визуализации результатов, что позволит ускорить и стандартизировать процесс оценки риска.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-mek-31010-2011>
2. ГОСТ Р 58771–2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 90 с.
3. Об утверждении Методических рекомендаций по проверке создания и обеспечения функционирования системы управления охраной труда: приказ Роструда от 21 марта 2019 г. № 77. URL: <http://docs.cntd.ru/document/554207464>
4. **Казанский, А. А.** Программирование на C#: учебное пособие для вузов. – М.: Юрайт, 2025. – 181 с. – ISBN 978-5-534-21381-2
5. **Демин, А. Ю.** Информатика. Программирование на C# в Visual Studio : учебник для среднего профессионального образования / А. Ю. Демин, В. А. Дорофеев. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 138 с. – ISBN 978-5-534-20595-4.
6. **Жданова, М. В.** Методы определения влияния несоответствий на вероятность отказа инженерных систем / М. В. Жданова, А. С. Павлов // Строительство и архитектура. – 2024. – Т. 12, № 2(43). – DOI 10.29039/2308-0191-2024-12-2-6-6.
7. Risk Assessment for Marine Pilot Occupational Accidents using Fault Tree and Event Tree Analysis / A. Camliyurt, S. Choi, S. Kim [et al.] // Journal of Navigation and Port Research. – 2022. – Vol. 46, No. 5. – P. 400-408
8. Analyzing system safety and risks under uncertainty using a bow-tie diagram: An innovative approach / R. Ferdous, F. Khan, R. Sadiq [et al.] // Process Safety and Environmental Protection. – 2013. – Vol. 91, Issues 1-2. – P. 1-18. – DOI:10.1016/j.psep.2011.08.010
9. Представление динамических причинно-следственных связей в человекомашинных системах / А. Ф. Резчиков, В. А. Кушников, В. А. Иващенко [и др.] // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2017. – Т. 17, № 1. – С. 109-116. – DOI 10.18500/1816-9791-2017-17-1-109-116.

References

1. GOST R ISO/IEC 31010-2011. Risk management. Risk assessment methods. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-mek-31010-2011>
2. GOST R 58771–2019. Risk Management. Risk Assessment Technologies. Moscow: Standartinform, 2020. 90 p.
3. On Approval of the Methodological Recommendations for Verifying the Creation and Operation of an Occupational Safety Management System: Order of Rostrud No. 77 of March 21, 2019. URL: <http://docs.cntd.ru/document/554207464>
4. **Kazansky, A. A.** Programming in C#: a textbook for universities. - M.: Yurait, 2025. - 181 p. - ISBN 978 5 534 21381 2
5. **Demin, A. Yu.** Computer Science. Programming in C# in Visual Studio: a textbook for secondary vocational education / A. Yu. Demin, V. A. Dorofeev. - 2nd ed. - Moscow: Yurait Publishing House, 2025. - 138 p. - ISBN 978-5-534-20595-4.
6. **Zhdanova, M. V.** Methods for determining the influence of non-conformities on the probability of failure of engineering systems / M. V. Zhdanova, A. S. Pavlov // Construction and architecture. - 2024. - Vol. 12, No. 2 (43). – DOI 10.29039/2308-0191-2024-12-2-6-6.
7. Risk Assessment for Marine Pilot Occupational Accidents using Fault Tree and Event Tree Analysis / A. Camliyurt, S. Choi, S. Kim [et al.] // Journal of Navigation and Port Research. – 2022. – Vol. 46, No. 5. – P. 400-408
8. Analyzing system safety and risks under uncertainty using a bow-tie diagram: An innovative approach / R. Ferdous, F. Khan, R. Sadiq [et al.] // Process Safety and Environmental Protection. – 2013. – Vol. 91, Issues 1-2. – P. 1-18. – DOI:10.1016/j.psep.2011.08.010
9. Representation of dynamic cause-and-effect relationships in human-machine systems / A. F. Rezchikov, V. A. Kushnikov, V. A. Ivaschenko [et al.] // Bulletin of the Saratov University. New series. Series: Mathematics. Mechanics. Computer science. - 2017. - Vol. 17, No. 1. - Pp. 109-116. - DOI 10.18500/1816-9791-2017-17-1-109-116.

10. Совершенствование подхода к анализу техногенного риска и обоснованию проектных решений для опасных производственных объектов нефтегазового комплекса / А. В. Александрова, М. В. Герман, А. А. Левчук, А. Ю. Скрынников // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2024. – № 3. – С. 121-130. – DOI 10.25257/FE.2024.3.121-130.

11. Таранушина, И. И. Оформление процедуры выявления опасностей и оценки профессиональных рисков / И. И. Таранушина, О. В. Попова, Т. А. Финоченко // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 1. – С. 73-81. – DOI 10.24000/0409-2961-2020-1-73-81.

10. Improving the approach to the analysis of technogenic risk and justification of design solutions for hazardous industrial facilities in the oil and gas complex / A. V. Alexandrova, M. V. German, A. A. Levchuk, A. Yu. Skrynnikov // Fires and emergencies: prevention, liquidation. – 2024. – No. 3. – P. 121-130. – DOI 10.25257/FE.2024.3.121-130.

11. Taranushina, I. I. Registration of the procedure for identifying hazards and assessing professional risks / I. I. Taranushina, O. V. Popova, T. A. Finochenko // Occupational safety in industry. - 2020. - No. 1. - P. 73-81. - DOI 10.24000/0409-2961-2020-1-73-81.

D. A. Skakunov

INFORMATIVENESS METRICS FOR METHODS OF PROFESSIONAL RISK ASSESSMENT

Abstract. This paper proposes informativeness metrics for methods of professional risk assessment and presents a comparative analysis of these methods. For quantitative evaluation, a relative informativeness indicator is introduced, based on the ratio of the volume of input information required for a method to the information obtained as its output. The results show that systematic methods provide the highest informativeness, whereas qualitative methods allow a rapid overview of potential hazardous events. The study demonstrates the possibility of objective method selection for a specific hazard source and technological process, enhances the efficiency of risk assessment, and serves as a foundation for the further development of hybrid and automated safety analysis tools.

Keywords: professional risk assessment, assessment methods, hazardous event, relative informativeness indicator, analysis, tree, metrics.

For citation: Skakunov, D. A. Informativeness Metrics for Methods of Professional Risk Assessment / D. A. Skakunov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 86–92. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_86.

Сведения об авторах

Скакунов Дмитрий Алексеевич
Омский государственный технический университет,
кафедра «Промышленная экология и безопасность»,
аспирант,
e-mail: skakunov17@yandex.ru

Information about the authors

Skakunov Dmitry Alekseevich
Omsk State Technical University,
Chair «Industrial Ecology and Safety»,
Postgraduate Student,
E-mail: skakunov17@yandex.ru

И. Р. Терехова, Н. И. Иост, Т. Д. Серкова

АНАЛИЗ ПРЕДЛАГАЕМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ПРОЕКТЕ НОВОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА «СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА»

Аннотация. В статье проведен анализ проекта нового профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда», описаны предложения по его корректировке. Гармонизация нового профессионального стандарта должна идти по пути синергии между требованиями регулятора и реальными производственными возможностями работодателей. Только при условии, что «культура безопасности» станет не дополнительной функциональной нагрузкой на специалиста, а общекорпоративной ценностью, поддерживаемой высшим руководством предприятия, можно будет ожидать реального снижения рисков производственного травматизма и устойчивого развития всей системы техносферной безопасности.

Ключевые слова: профессиональный стандарт, специалист в области охраны труда, культура безопасности, управленческие функции, федеральный государственный образовательный стандарт, система управления охраной труда, компания ОАО «РЖД»

Для цитирования: Терехова, И. Р. Анализ предлагаемых изменений, содержащихся в проекте нового профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда» / И. Р. Терехова, Н. И. Иост, Т. Д. Серкова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 93–98. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_93.

Задача любой организации заключается в обеспечении безопасных условий труда и специалист по охране труда (СОТ) играет в ней важную роль. Для того чтобы усовершенствовать компетенции, создать единые стандарты и увеличить эффективность системы управления охраной труда (СУОТ), был актуализирован профессиональный стандарт, регламентирующий требования квалификации и обязанностей специалистов этой области.

Срок действия текущего профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда» (ПС «СОТ») ограничен 1 сентября 2027 года [1]. В настоящее время происходит подведение итогов общественного обсуждения текста обновляемого проекта. Стоит отметить, что на официальной странице размещения ПС «СОТ» Федерального портала проектов нормативно-правовых актов (март 2026 года) зафиксировано 679 негативных реакций («дизлайков») и только 8 положительных оценочных реакций («лайков») [2]. Это говорит о наличии многочисленных критических замечаний со стороны профессионального сообщества (ПС), которые необходимо проанализировать подробнее.

Новый ПС «СОТ» — нормативный документ, который устанавливает:

- требования к уровню профессиональной подготовки и образованию;
- перечень необходимых знаний, навыков и компетенций;
- обязанности и полномочия специалиста;
- критерии оценки профессиональной деятельности.

ПС «СОТ» ориентирован на специалистов, работающих в различных сферах, и включает современные подходы, такие как: автоматизация процессов, управление рисками на высокотехнологичных производствах, использование искусственного интеллекта,

цифровизация, использование систем мониторинга и анализа данных. Это позволяет быстрее выявлять и устранять риски, своевременно реагировать на опасные ситуации, оптимизировать обучение сотрудников, анализировать статистику несчастных случаев и принимать меры.

Действующие СОТ отмечают, что существенными различиями между старой и новой версиями стандарта являются следующие [3,4].

В обобщенных трудовых функциях нового стандарта появилась формулировка «стратегическое управление культурой безопасности в организации», которая, с точки зрения ПС, выглядит юридически некорректно, поскольку в государственных нормативно-правовых актах (НПА) отсутствует само определение понятия «культура безопасности» (КБ). Определение понятия КБ нормативно было закреплено исключительно в атомной энергетике после трагедии на Чернобыльской АЭС. Согласно [5] «культура безопасности» – это квалификационная и психологическая подготовленность всех лиц, при которой обеспечение безопасности атомных станций является приоритетной целью и внутренней потребностью, приводящей к самоосознанию ответственности и к самоконтролю при выполнении всех работ, влияющих на безопасность. У всех причастных к атомной энергетике лиц и организаций «должна формироваться культура безопасности путем проведения необходимого подбора, обучения и подготовки персонала в каждой сфере деятельности, влияющей на безопасность, установления и строгого соблюдения дисциплины при четком распределении персональной ответственности руководителей и исполнителей, разработки и строгого соблюдения требований действующих инструкций по выполнению работ и их периодическому обновлению с учетом накапливаемого опыта. Все указанные лица должны знать характер и степень влияния их деятельности на безопасность. Они полностью должны отдавать себе отчет в тех последствиях, к которым может привести несоблюдение или нечеткое выполнение требований действующих инструкций и нормативных документов» [5].

Схожим понятием является понятие «культуры безопасности жизнедеятельности» (КБЖ), регламентируемое в Национальном стандарте Российской Федерации по тематике безопасности в чрезвычайных ситуациях [5]: КБЖ – это «составная часть общей культуры, характеризующая уровень подготовки в области безопасности жизнедеятельности и осознанную потребность в соблюдении норм и правил безопасного поведения». На формирование КБЖ, помимо навыков, знаний и умений, непосредственно влияет большое количество разнообразных факторов: само мировоззрение сотрудника, его система ценностей и идеалов, проявляемые качества личности, темперамент, черты характера, а также собственное физическое состояние. Также имеют значение создаваемые условия в рамках охраны труда в организации, которой работает человек: психологический комфорт, трудовая дисциплина, приоритет профилирования производственного травматизма и предотвращения развития профессиональных рисков, перманентное обучение в области обеспечения безопасности, а также материальное и моральное стимулирование безопасной деятельности персонала.

Развитие КБЖ должно планомерно происходить в течение всей жизни каждого человека, обеспечивая накопление знаний и опыта в области безопасности жизнедеятельности.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что оба этих цитируемых понятия (как КБ, так и КБЖ) подразумевают, помимо прочего, осознание и наличие собственной ответственности сотрудников в необходимости соблюдения норм безопасности при осуществлении, в том числе, трудовой деятельности.

Таким образом, согласно проекту внедряемого профессионального стандарта предлагается в рамках деятельности СОТ наделить его полномочиями по обеспечению КБ в организации (безотносительно причастности его сферы деятельности к атомной энергетике либо независимо от необходимого порядка действий в чрезвычайных ситуациях во всех сферах деятельности) за счет принятия на себя обязанности стратегического управления по убеждению в необходимости осознания ответственности безопасного проведения работ всеми

сотрудниками и по мотивированию возникновения их внутренней потребности в этом. То есть СОТ дополнительно должен обладать квалификацией психолога, применять техники коучинга, иметь развитые коммуникативные навыки и лидерские качества, активно использовать методики проведения соцопросов, заниматься полноценной педагогической и воспитательной работой. При этом привычки соблюдать требования охраны труда должны быть собственной инициативой и личными действиями каждого сотрудника, СОТ в данном случае может заниматься лишь вопросами просвещения и контроля исполнения этих действий (либо бездействий).

К тому же стоит отметить, что руководители компаний должны быть лидерами в вопросах развития КБ, ставить в приоритет прежде всего безопасность труда, а не коммерческую выгоду. Соблюдение норм и требований охраны труда как элемент работающей КБ должно регулироваться системой поощрения работников – для их эффективной мотивации продолжать следовать этой культуре.

Следовательно, потребуется проводить специальное дополнительное обучение для действующих СОТ (что несет в себе дополнительные финансовые затраты для работодателей), а также вносить соответствующие изменения в текущий образовательный стандарт по направлению подготовки «Техносферная безопасность» [7]. При этом ввиду отсутствия, как уже указывалось ранее, определения в НПА понятия «КБ», ведение образовательной деятельности по повышению квалификации действующих сотрудников или подготовке кадров в рамках получения высшего образования также представляет сложность в связи с тем, что в настоящее время отсутствует стандартизированный подход к обучению по данной тематике и существует острая необходимость обеспечения кадровым составом квалифицированных преподавателей по КБ, равно как и уместной методической базой.

Стоит отметить, что после утверждения в НПА правового статуса понятия «КБ» в федеральных государственных образовательных стандартах по различным уровням подготовки (бакалавриат, специалитет, магистратура) и направлениям (не только по 20.03.01 «Техносферная безопасность», но и всем прочим) должна быть отражена необходимость приобретения знаний, навыков и умений по вопросам КБ для всех обучающихся студентов образовательных организаций любого уровня. Целесообразность реализации такого предложения обусловлена потребностью предварительного осознания будущими выпускниками личной ответственности в вопросах безопасности труда и жизнедеятельности в целом, благодаря получению теоретических и практических компетенций уже во время учебы – то есть до момента непосредственной встречи в рабочей деятельности с реальными условиями труда и имеющимися профессиональными рисками, влияющими как на личную, так и на коллективную безопасность.

Также к контрольно-надзорным функциям СОТ, согласно [2], предлагается добавить управленческие, связанные со стратегическим развитием СУОТ на предприятии. К тому же СОТ должен будет назначать сотрудникам предприятия обязанности и полномочия по охране труда, контролировать исполнение требований охраны труда, внедрять новые технологии – иначе говоря, брать на себя функции руководителя, оставаясь при этом в статусе «специалиста», как не имеющего юридических обоснований на эти действия согласно Трудовому кодексу РФ, так и не обладающего возможностью изыскивать и распределять соответствующие ресурсы, в том числе материальные, на реализацию всех необходимых мер.

ПС прогнозирует снижение престижа профессии и утечку кадров в связи с вышеописанными несовместимыми правовыми аспектами предстоящей деятельности СОТ, увеличением числа функциональных обязанностей – и, следовательно, росту физической и моральной нагрузки на рассматриваемых сотрудников, а также возможным отсутствием потребовавшихся СОТ в новых реалиях лидерских навыков и иных личностных характеристик, нежеланием за выполнение управленческих функций и несение полной ответственности руководителя, получать зарплату уровня специалиста [3,4].

Несмотря на вышеизложенные замечания и предложения, носящие в том числе, конструктивный характер, можно привести пример организации, в которой КБ уже используется в качестве работающего элемента СУОТ [7]. Например, одной из задач согласно [8] является необходимость внедрения и развития КБ производственных процессов, когда каждый сотрудник не просто понимает важность соблюдения требований охраны труда, а осознает ответственность, значимость своей роли в коллективном обеспечении безопасного труда, сохранения не только собственных жизни и здоровья, но также и коллег по работе. На полигоне Октябрьской железной дороги – филиале ОАО «РЖД» вопросы развития культуры безопасности труда решаются более десяти лет с целью предотвращения намечавшейся тенденции увеличения показателей производственного травматизма [9]. Поскольку анализ случаев производственного травматизма показал, что одной из основных причин произошедших несчастных случаев является «человеческий фактор» – т.е. неправильные действия самого работника, руководством и специалистами Службы охраны труда и промышленной безопасности полигона дороги была проделана планомерная работа по развитию риск-менеджмента, повышению эффективности контрольно-проверочной деятельности, по реализации мероприятий по развитию лидерских качеств у руководителей среднего звена – с целью дальнейшего транслирования ценностей компании сотрудникам и наставничества по вопросам КБ, и многие другие [9].

В качестве резюме можно отметить, что развитая КБ в организации — это не только безоговорочное «автоматическое» исполнение работниками нормативных требований охраны труда, но и, прежде всего, полноценное осознание каждым сотрудником ответственности за свою и чужую безопасность, жизнь и здоровье при производстве работ.

Внедрение нового профессионального стандарта обозначило необходимость предварительного решения ключевых проблем, касающихся используемого понятийного аппарата (вопрос требует проработки уже длительное время), дополнительного обучения по вопросам КБ, а также юридически обоснованного распределения полномочий по охране труда между сотрудниками организации, учитывая ее иерархическое структурирование.

Также следует учесть, что КБ может стать органичной частью корпоративной культуры организации лишь в том случае, когда ее положения будут выполняться в текущих реальных условиях, а не просто формально отражаться в отчетной документации (например, лидерство руководителя в вопросах КБ, приоритет безопасности перед коммерческой выгодой или выполнением сверхурочного объема работ).

Первым шагом на пути реализации предлагаемых изменений должен стать учет конструктивных предложений, высказанных профессиональным сообществом, с целью придания ПС «СОТ» правомерного статуса.

Список литературы

1. Приказ Минтруда России от 22.04.2021 N 274н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда» (Зарегистрировано в Минюсте России 24.05.2021 N 63604).
2. Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда». [Электронный ресурс] / Федеральный портал проектов нормативно-правовых актов
3. Специалист по охране труда: новый профстандарт. [Электронный ресурс] / Интернет-портал «Блог-инженера»

References

1. Order of the Ministry of Labor of Russia dated April 22, 2021, No. 274n, "On Approval of the Professional Standard 'Occupational Safety Specialist'" (Registered with the Ministry of Justice of Russia on May 24, 2021, No. 63604).
2. On Approval of the Professional Standard 'Occupational Safety Specialist'. [Electronic resource] / Federal Portal of Draft Regulatory Legal Acts
3. Occupational Safety Specialist: New Professional Standard. [Electronic resource] / Internet Portal "Engineer's Blog"

4. Постановление Госатомнадзора РФ от 14.11.1997 N 9 «Об утверждении и введении в действие нормативного документа ПНАЭ Г-01-011-97 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. ОПБ-88/97». [Электронный ресурс] / Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

5. ГОСТ Р 22.3.07-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Культура безопасности жизнедеятельности. Общие положения» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 11.03.2014 N 107-ст). [Электронный ресурс]

6. Приказ Минобрнауки России от 25.05.2020 N 680 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность»

7. Информационный буклет «Культура безопасности в ОАО «РЖД». [Электронный ресурс] / Официальный сайт компании ОАО «РЖД»

8. Распоряжение ОАО «РЖД» от 21 января 2020 г. № 102/р «Об утверждении политики холдинга «РЖД» в области охраны труда и окружающей среды, промышленной и пожарной безопасности». [Электронный ресурс] / Официальный сайт компании ОАО «РЖД».

9. **Зайцева, Н. А.** Развитие культуры безопасности труда на полигоне Октябрьской железной дороги / Н. А. Зайцева, А. В. Быченков, И. Р. Терехова // Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня основания кафедры «Техносферная и экологическая безопасность», Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБТРАНС-2024). Санкт-Петербург, 2024. С. 73-78. – ISBN: 978-5-605-37552-4

4. Resolution of the Russian Federation State Nuclear Supervision Authority of November 14, 1997, No. 9, "On Approval and Implementation of the Regulatory Document PNAE G-01-011-97, "General Provisions for Ensuring the Safety of Nuclear Power Plants. OPB-88/97." [Electronic resource] / ConsultantPlus Legal Reference System

5. GOST R 22.3.07-2014. National Standard of the Russian Federation. "Safety in Emergencies. Life Safety Culture. General Provisions" (approved and put into effect by Order of Rosstandart dated March 11, 2014, No. 107-st). [Electronic resource]

6. Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated May 25, 2020 No. 680 "On Approval of the Federal State Educational Standard for Higher Education – Bachelor's Degree in the Field of Training 20.03.01 Technosphere Safety"

7. Information Booklet "Safety Culture at JSC Russian Railways." [Electronic resource] / Official website of JSC Russian Railways

8. Order of JSC Russian Railways dated January 21, 2020 No. 102/r "On Approval of the Russian Railways Holding Policy in Occupational Health and the Environment, Industrial and Fire Safety." [Electronic resource] / Official website of JSC Russian Railways.

9. **Zaitseva, N. A.** Developing a Culture of Occupational Safety at the Oktyabrskaya Railway Test Site / N. A. Zaitseva, A. V. Bychenkov, I. R. Terekhova // Collection of materials from the IX International scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the founding of the Technosphere and Environmental Safety Department, Technosphere and Environmental Safety in Transport (TEBTRANS-2024). St. Petersburg, 2024. pp. 73-78. – ISBN: 978-5-605-37552-4

I. R. Terekhova, N. I. Iost, T. D. Serkova

**ANALYSIS OF THE PROPOSED CHANGES CONTAINED IN THE DRAFT NEW
PROFFESIONAL STANDARD
«OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH SPECIALIST»**

Abstract. This article analyzes the draft of the new professional standard "Occupational Safety Specialist" and outlines proposals for its revision. Harmonization of the new professional standard should seek synergy between regulatory requirements and the actual production capabilities of employers. Only if "safety culture" becomes not an additional functional burden on specialists, but a corporate value supported by senior management, can we expect a real reduction in the risk of occupational injuries and the sustainable development of the entire technosphere safety system in the Russian Federation.

Keywords: professional standard, occupational safety specialist, safety culture, management functions, federal state educational standard, occupational safety management system, Russian Railways JSC.

For citation: Terekhova, I. R. Analysis of the Proposed Changes Contained in the Draft New Professional Standard «Occupational Safety and Health Specialist» / I. R. Terekhova, N. I. Iost, T. D. Serkova // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 93–98. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_93.

Сведения об авторах

Терехова Ильмира Рифовна

Петербургский государственный
университет путей сообщения Императора
Александра I,
кафедра «Техносферная и экологическая
безопасность»,
к.т.н., доцент,
e-mail: terekhova_pgups@mail.ru

Иост Наталья Ивановна

Петербургский государственный
университет путей сообщения Императора
Александра I,
кафедра «Техносферная и экологическая
безопасность», магистрант,
e-mail: pretty.iost@mail.ru

Серкова Таисия Дмитриевна

Петербургский государственный
университет путей сообщения Императора
Александра I,
кафедра «Техносферная и экологическая
безопасность»,
студент,
e-mail: tssrkv0203@gmail.com

Information about the authors

Terekhova Ilmira Rifovna

Emperor Alexander I St. Petersburg State
Transport University,
Chair «Technosphere and Environmental
Safety»,
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor
e-mail: terekhova_pgups@mail.ru

Iost Natalya Ivanovna

Emperor Alexander I St. Petersburg State
Transport University,
Chair «Technosphere and Environmental
Safety»,
Master's Student,
e-mail: pretty.iost@mail.ru

Serkova Taisiya Dmitrievna

Emperor Alexander I St. Petersburg State
Transport University,
Chair «Technosphere and Environmental
Safety»,
Student,
e-mail: tssrkv0203@gmail.com

**ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ,
ТЯГА ПОЕЗДОВ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ**

УДК 629.463

DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_99

*Г. А. Бубнова, П. А. Шульгинов, А. О. Вахромов***ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОСЦЕПНОГО УСТРОЙСТВА И
СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕСУРСА ВАГОНА**

Аннотация. На основании годовых отчётов по ремонту вагонов вычислены вероятности различных отказов автосцепки, а также построена динамика списания вагонов из эксплуатации с прогнозом на ближайшие 3 года. Рассмотрены современные методы диагностики автосцепного устройства, а также методы наплавки для восстановления изношенных деталей. Проанализированы преимущества и недостатки методов наплавки.

Ключевые слова: вагон, автосцепное устройство, неисправность, износ, диагностика, ремонт, наплавка, интенсивность переходов.

Для цитирования: Бубнова, Г. А. Оценка технического состояния автосцепного устройства и современные способы восстановления ресурса вагона / Г. А. Бубнова, П. А. Шульгинов, А. О. Вахромов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 99–108. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_99.

Автосцепное устройство предназначено для сцепки вагонов между собой и с локомотивом. Оно является одним из ключевых узлов подвижного состава и воспринимает ударную нагрузку при сцепке. В следствие частых ударов со временем у автосцепок возникают различные трещины и истирания деталей, что может привести к саморасцепу вагонов при движении. Это может негативно сказаться на безопасности движения поездов, а также принесёт финансовые убытки. Поэтому необходимо тщательно следить за состоянием автосцепных устройств и при выявленных неисправностях незамедлительно производить качественный ремонт. В данной статье будут рассмотрены передовые технологии диагностики и ремонта автосцепок СА-3.

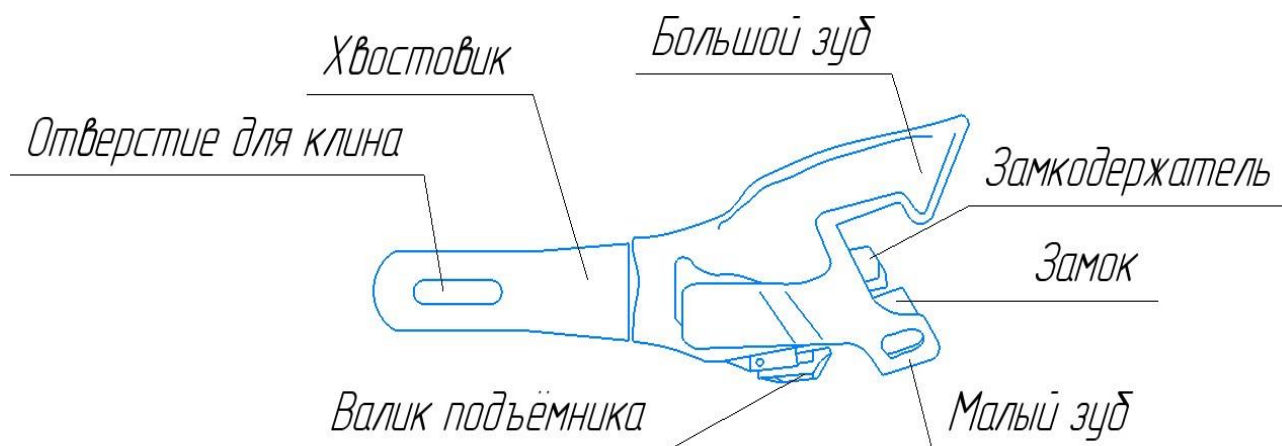


Рис. 1. Автосцепка СА-3

Основные неисправности автосцепки представлены на рисунке 2.

а)



Трещины на корпусе автосцепки

б)



Излом клина тягового хомута

в)

Нарушение крепления
предохранителя валика подъёмника

г)

Неисправность
от саморасцепа

д)

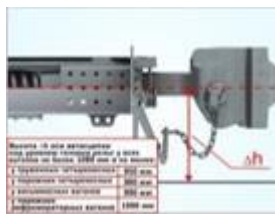


Излом ударной розетки

е)

Несоответствие длины
цепи расцепного
привода

ж)



Недопустимая высота автосцепки над уровнем головок рельсов

Рис. 2. Виды неисправностей Советской автосцепки 3

В настоящее время для выявления дефектов и неисправностей автосцепок в основном применяют визуальный осмотр, либо используют шаблоны. Но шаблоны дают достаточно высокую погрешность, а визуально человек не всегда может обнаружить неисправность. Поэтому сначала рассмотрим более современные методы диагностики автосцепок.

Для производства неразрушающего контроля автосцепки на ремонтных депо внедряются современные автоматизированные установки «Робоскоп ВТМ 3000» (рис. 3). Данные установки позволяют проводить вихретоковый, измерительный, импедансный и ультразвуковой контроль, с возможностью позиционирования и перемещения манипулятора по заданной траектории в трехмерном пространстве и позиционирования рабочей точки инструмента контроля по указанным координатам в пределах зоны досягаемости манипулятора. «Робоскоп ВТМ-3000» накапливает в своем архиве не менее 1000 записей результатов контроля с целью последующего их анализа и представления в виде документа. [1]

Применение этого устройства позволяет значительно повысить точность измерения

параметров деталей автосцепки, выявлять трещины как снаружи, так и внутри детали. Также повышается производительность выполнения работ. Но вместе с тем, такая установка имеет высокую стоимость и требует определённой квалификации работника, поэтому компании ОАО «РЖД» необходимо открывать учебные центры для переподготовки работников.



Рис. 3. «Робоскоп ВТМ 3000»

Ещё одним современным техническим устройством для диагностики является пост диагностики подвижного состава (ППСС). Он позволяет проводить диагностику вагона с помощью лазерных, тепловых, тензометрических датчиков, а также специализированными камерами технического зрения. ППСС контролирует более 20 параметров вагона, среди которых есть и связанные с автосцепкой. Осмотр происходит полностью автоматически, а работники привлекаются только в случае выявления неисправности. Система также аккумулирует данные с постов, что позволяет выявлять статистику неисправностей и делать прогнозы. [2]

Такое устройство обеспечивает высокую производительность и облегчает труд работников, так как контроль можно производить прямо на перегоне во время проследования поезда, не отправляя подвижной состав в депо.



Рис. 4. ППСС

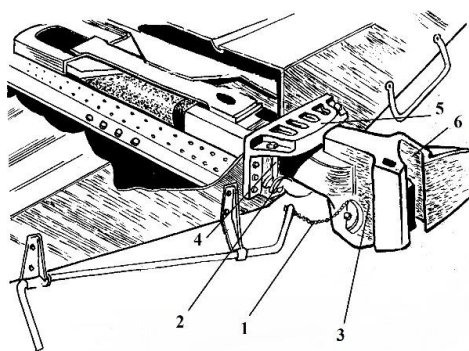
Наиболее опасными для движения поездов являются неисправности, приводящие к саморасцепу автосцепки. Саморасцеп может привести к набеганию отцепившейся части состава, либо падению деталей автосцепки на путь при их изломе, вследствие чего вагоны могут сойти с рельсов.

Замок автосцепки удерживается в сцепленном состоянии с помощью предохранителя. Если износ деталей не превышает норму, то обеспечивается надёжное функционирование механизма, исключающее саморасцеп автосцепки.

Чаще всего причиной саморасцепа является недействующий предохранитель. На надёжность работы предохранителя влияет размер вертикального зацепления противовесом верхнего плеча предохранителя в сцепленном состоянии, а также износы шипа, стенок овального отверстия замкодержателя, забоины и закругления на его противовесе и торце верхнего плеча предохранителя. Кроме того, на вертикальное зацепление также влияет износ малого зуба смежной автосцепки. Если размеры данных износов выше допустимых, то они могут вызвать значительное опускание противовеса. При этом вертикальное зацепление может стать недостаточным для удержания предохранителя и замка, что приведёт к саморасцепу. Большое значение для надёжного действия автосцепки имеет зазор между торцами верхнего плеча предохранителя и противовеса замкодержателя. Этот зазор характеризует работу механизма автосцепки при сцеплении. При износе этот зазор увеличивается, из-за этого может случиться опережение включения предохранителя, и в таком случае произойдёт излом или изгиб его деталей, и, как следствие, саморасцеп. [3]

Таким образом, все детали автосцепного устройства должны удовлетворять установленным нормам и строго контролироваться при ремонте. На рисунке 5 представлены статистические данные о неисправностях автосцепки для 10 тысяч вагонов, с которыми поступали вагоны в текущий ремонт (ТР-1, ТР-2) в течение 2021–2022 гг.

а)



б)

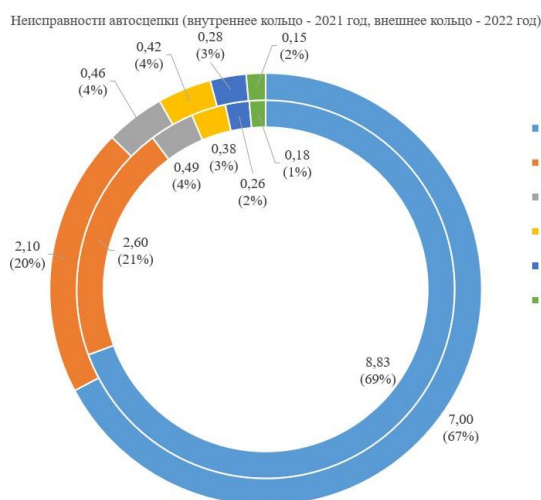


Рис. 5. Динамика отказов автосцепных устройств с 2021–2022 гг. а) Неисправности автосцепки; б) доли их отказов в эксплуатации

1 – Излом/ослабление расцепного привода; 2 – Провисание автосцепки; 3 – Трещина в корпусе автосцепки; 4 – Обрыв/трещина маятниковой подвески; 5 – Трещина ударной розетки; 6 – Неисправность корпуса автосцепки

Большое значение имеют критерии, характеризующие состояние автосцепки. Переходы из одного состояния в другое изобразим в виде графа. Вершины графа – это состояния автосцепки, а дуги – это переходы между состояниями. S_i – состояние узла; P_i – вероятность данного состояния; λ_{1i} – интенсивность перехода из исправного состояния в неисправное; μ_{i1} – интенсивность восстановления. Виды состояний на графе (рис. 5): S_1 – исправное работоспособное, контролируемое при техническом обслуживании (ТО); S_2 – неисправное работоспособное, восстанавливаемое при ТО; S_3 – неработоспособное неисправное, восстанавливаемое текущим ремонтом (ТР); S_4 – неработоспособное неисправное, восстанавливаемое плановым ремонтом; S_5 – неисправное предельное состояние, когда деталь не подлежит ремонту. [4]

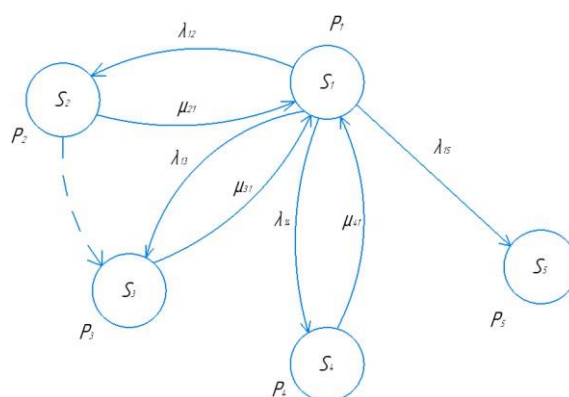


Рис. 6. Граф состояния автосцепки в процессе технического обслуживания

Примем, что все вагоны, поступившие в ремонт, были отремонтированы, то есть $\mu_{21} = \mu_{31} = \mu_{41} = 1$. Проведём расчёт вероятностей отказов для каждого состояния по формуле

$$\lambda_{1i} = \frac{n_i}{N} \quad (1)$$

где n_i – количество вагонов, поступивших на ТО, ТР, плановый ремонт, либо списанных;
 N – общее число вагонов в эксплуатации.

Для получения численных значений использовали годовой отчёт по ремонту вагонов за 2021 год.

Доля вагонов, прибывших на ТО:

$$\lambda_2 = \frac{n_2}{N} = \frac{11885}{1188471} = 0,01$$

Доля вагонов, прибывших на ТР:

$$\lambda_3 = \frac{n_3}{N} = \frac{22400}{1188471} = 0,0188$$

Доля вагонов, прибывших на плановый ремонт:

$$\lambda_4 = \frac{n_4}{N} = \frac{29800}{1188471} = 0,0251$$

Доля списанных вагонов:

$$\lambda_5 = \frac{n_5}{N} = \frac{26200}{1188471} = 0,0220$$

Изменение количества списанных вагонов можно изобразить на графике (Рис. 7).

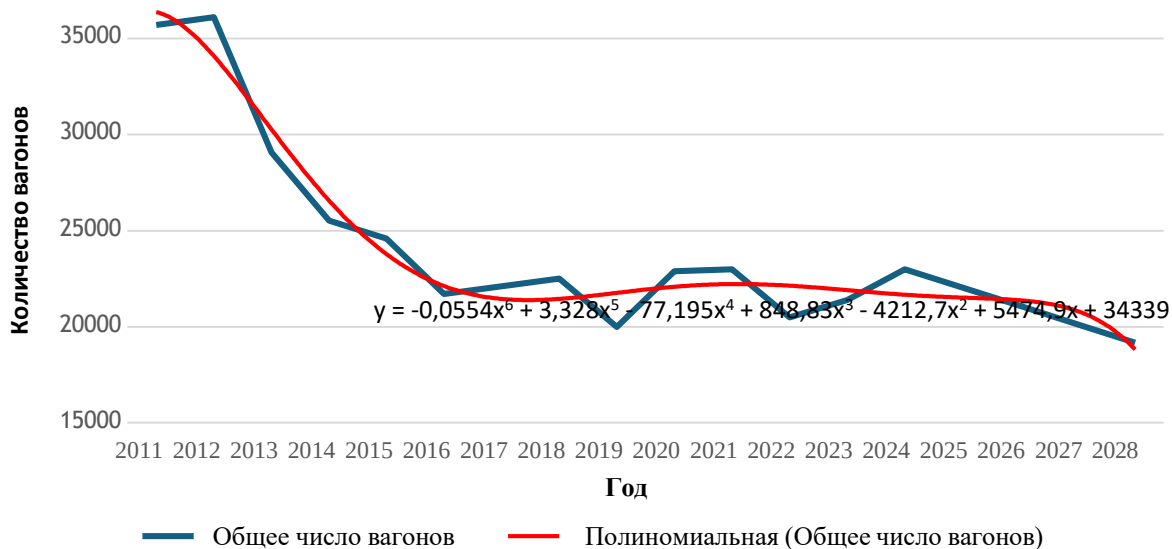


Рис. 7. Динамика количества списанных вагонов за 2011–2028 гг.

Как видно из графика, число списанных вагонов постепенно снижается, это связано с усовершенствованием технологии ремонта и диагностики. Прогноз на период 2026–2028 годов показывает дальнейшее снижение количества списанных вагонов.

Что касается самих способ ремонта, то в данной статье рассмотрим современные методы наплавки для восстановления геометрических параметров изношенных деталей автосцепок. Например, неисправностей корпуса автосцепки и сцепного механизма.

Из возможных способов наплавки металла выделили три, которые могут применяться при ремонте автосцепок или иных узлов вагонов. Это наплавка сварочным аппаратом, лазерная наплавка, индукционная наплавка.

Наиболее простой и дешёвый способ восстановления геометрических размеров деталей автосцепки – это ручная дуговая наплавка с применением сварочного аппарата. Такой метод до сих пор имеет широкое применение на производстве в виду своей простоты. Он позволяет с достаточной равномерностью наносить металл на восстанавливаемую поверхность автосцепки.

Чаще всего применяют ручную дуговую наплавку плавящимся электродом. Формирование наплавляемой поверхности происходит за счёт взаимодействия наносимого материала и основного металла. Процесс наплавки проходит в три этапа: первый – это нагрев и расплавление присадочного материала, а также тонкого слоя основного металла. Второй этап – наплавленный и основной металл сплавляются между собой. Образуется сварочная ванна, где смешиваются присадочный и основной металл. После этого начинается третий этап – охлаждение и кристаллизация расплава. В итоге получается достаточно прочный металлический слой на восстанавливаемой поверхности. Наплавка производится узкими полосами, который частично перекрывают друг друга. Это обеспечивает равномерность

наплавки и снижает количество дефектов. [5]

Преимущества ручной дуговой наплавки заключаются в её простоте, универсальности, манёвренности, доступности оборудования, низкой стоимости оборудования и самого процесса. Способ позволяет делать наплавку в любом пространственном положении. Но вместе с тем у этого способа есть существенные недостатки – это низкая производительность ввиду малой скорости перемещения электрода и необходимости их замены. Также имеет место нестабильность качества наплавляемого слоя. Поэтому на производстве применяются более технологичные и автоматизированные способы.

Лазерная наплавка – технология нанесения расплавленного материала на поверхность заготовки с использованием лазерного излучения в качестве источника тепла. Как правило, используется порошковый присадочный материал, который под воздействием энергии лазера формирует плотное покрытие, имеющее металлургическую связь с основным материалом (Рис. 8).

В качестве порошкового материала используют смесь из частиц титана и карбида кремния с размером 20–100 мкм в массовом соотношении 6:4 или 6:5.

Способ получения более прочного покрытия состоит в нанесении порошкового высокоэнтропийного материала, содержащего никель (10–30%), кобальт (10–30%), железо (10–30%), титан (2–10%), хром (10–30%), марганец (10–30%), углерод в атмосфере аргона (0,5–2,5%). Увеличение содержания титана более 10% приведет к повышению хрупкости покрытия, а снижение его менее 2% не позволяет достичь требуемой прочности. Также увеличение содержания углерода более 2,5% приведет к повышению хрупкости покрытия, а снижение его менее 0,5% не позволяет достичь требуемого упрочнения и снижает твердость покрытия.

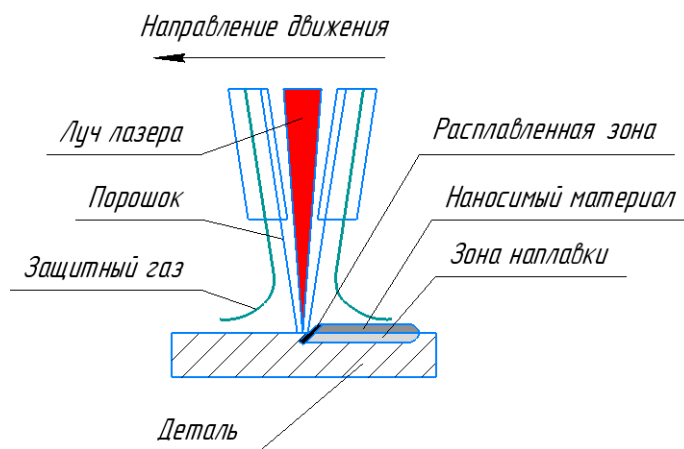


Рис. 8. Лазерная наплавка

Указанный материал наносят лазерной наплавкой при мощности лазера 2,2–2,6 кВт, скорости сканирования лазерного луча 12–15 мм/сек, расходе наплавляемого материала 7,5 – 15 г/мин. и диаметре пятна 2,0–2,5 мм.

Снижение мощности лазера менее 2,2 кВт приведет к неполному сплавлению порошкового материала с основой, а увеличение его более 2,6 кВт ведет к перемешиванию материала подложки и наплавляемого материала.

Увеличение скорости сканированного луча более 15 мм/сек ведет к изменению химического состава наплавляемого покрытия, что не позволит достичь требуемых свойств покрытия, а снижение этой скорости менее 12 мм/сек не обеспечивает требуемую толщину покрытия.

Увеличение расхода наплавляемого материала более 15 г/мин ведет к перерасходу наплавляемого материала и увеличению пористости, а снижение расхода его менее 7,5 г/мин

не обеспечивает требуемые толщину и свойства покрытия.

Заданное содержание в предлагаемой композиции титана и хрома позволит образовывать твердые тугоплавкие частицы карбида титана, что в значительной степени повысит износостойкости и ударную вязкость покрытия. Остальные компоненты композиции образуют высокоэнтропийную металлическую матрицу, которая характеризуется высокой стабильностью, высокими твердостью и прочностью, и при этом (в отличие от карбида титана) высокой адгезией к покрываемому металлу.[6]

По сравнению с электродуговой наплавкой, данный метод имеет более высокую производительность в следствии высокой скорости проведения наплавки. Также этот процесс

является менее трудоёмким и обеспечивает высокое качество и износостойкость наплавляемого покрытия. Лазерная наплавка создаёт очень гладкую поверхность металла, требующую минимальной последующей обработки. Основным недостатком метода является высокая стоимость оборудования и необходимость в высококвалифицированных специалистах.

Индукционная наплавка также применяется для восстановления и упрочнения поверхностей деталей автосцепки. Для нагрева наплавляемых поверхностей и расплавления наплавочного материала используются токи средней и высокой частоты. Сущность индукционной наплавки заключается в нагреве наплавляемой поверхности с помощью индуктора, локализации энергии в поверхностном слое и расплавлении его вместе с порошковым наплавочным материалом, нанесённым на восстанавливаемую поверхность. Метод позволяет производить наплавку по всей поверхности детали одновременно.

В манипуляторе для индукционной наплавки тележка снабжена кареткой, установленной на её раме с возможностью возвратно-поступательного перемещения во взаимно перпендикулярных направлениях, а поворотный стол каретки с жёстко закреплёнными на нём стойками оснащён вращателем с механизмом его подъёма, причём последний представляет собой две связанные между собой винтовые передачи, имеющие привод и размещённые в стойках, при этом винтовые передачи кинематически связаны с ползунами, несущими ложемент вращателя. Кроме того, вращатель снабжён приводом вращения, гильза которого шарнирно связана с планшайбой вращателя и механизмом наклона изделия в обе стороны от горизонта посредством винтовой тяги, установленной на раме ложемента с возможностью подъёма и опускания.

Автосцепку устанавливают в зависимости от восстанавливаемой поверхности на вращателе манипулятора. После установки изделия манипулятор разворачивают относительно генератора с индуктором, для чего вручную поворачивают поворотный стол и фиксируют тормозом. В зависимости от необходимого приближения к индуктору, устанавливают вначале опорную тележку относительно него, для чего используют основные или дополнительные колёса, регулируя их подъёмным механизмом. Затем с помощью маховиков автосцепка подводится ближе к индуктору. После этого с помощью привода включаем механизм подъёма, который, перемещая ползуны по винтовым передачам, устанавливает вращатель на необходимую высоту.

Вначале с помощью индуктора наплавляют поверхности 1 и 4, а при повороте вращателя посредством маховика осуществляется наплавка поверхностей 2 и 3. Для наплавки поверхности 7 манипулятор отводят от индуктора, разворачивают на 180°, устанавливают изделие, производят установочные манипуляции на устройстве, подводя под индуктор заданную поверхность (рисунок 6).[7]

Этот способ обеспечивает незначительное проплавление основного металла, что сохраняет его структуру. Как и лазерная наплавка, метод индукционной наплавки имеет достаточно высокую производительность и эффективность. Но данный способ имеет высокую стоимость оборудования, применяемого для наплавки. Также есть риск перегрева основного металла, а КПД метода зависит от толщины основного металла.

В данной работе были рассмотрены передовые технологии для диагностики

автосцепных устройств и восстановления их изношенных деталей. Проанализированы преимущества и недостатки различных способов наплавки металла, производимые при текущем и плановом ремонте автосцепок. Также были изучены и представлены в виде диаграммы наиболее частые неисправности узла и проведён расчёт вероятностей отказов. На основании годовых отчётов по ремонту вагонов был составлен график динамики списания вагонов, а также прогноз на ближайшие 3 года.

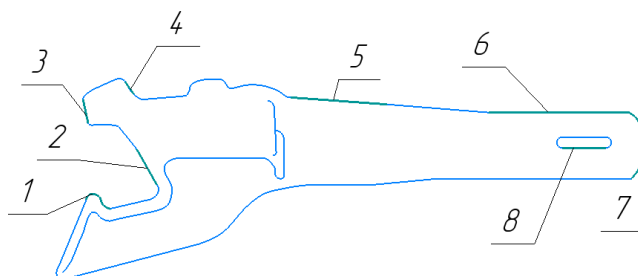


Рис. 9. Наплавка поверхностей автосцепки СА-3

Список литературы

1. Стенды лазерного сканирования и дефектоскопии Робоскоп BTM-3000 [Электронный ресурс]. URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/50029-12-roboskop-vtm-3000> (дата обращения 04.11.2025)
2. Как работают лазеры на железной дороге [Электронный ресурс]. URL: <https://gudok.ru/content/analitika/infrastructure/1593908/?ysclid=mhxle3psru874679357> (дата обращения 13.11.2025)
3. Автосцепные устройства подвижного состава железных дорог / В. В. Коломийченко, В. И. Беляев, И. Б. Феоктистов и др. – М. Транспорт, 2002. – 53 с.
4. Г. А. Камаретдинова, А. Ю. Волкова / Анализ технического состояния грузовых вагонов на межгосударственном стыковом пункте
5. Наплавка металлов – технология восстановления и упрочнения [Электронный ресурс]. URL: <https://inner.su/articles/naplavka-metallov-eto/> (дата обращения 12.11.2025)
6. Бодров Е. Г., Самодурова М. Н., Пашкеев К. Ю., Трофимов Е. А. Способ получения износостойкого покрытия. Патент № RU 2826362 C1
7. Зайченко Ю. А., Демин А. Н., Косаревский В. В. Манипулятор для индукционной наплавки. Патент № RU 2101152 C1

References

1. Roboscope VTM-3000 Laser Scanning and Flaw Detection Stands [Electronic resource]. URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/50029-12-roboskop-vtm-3000> (accessed 04.11.2025)
2. How Lasers Work on Railways [Electronic resource]. URL: <https://gudok.ru/content/analitika/infrastructure/1593908/?ysclid=mhxle3psru874679357> (accessed 11/13/2025)
3. Automatic coupling devices of railway rolling stock / V. V. Kolomiychenko, V. I. Belyaev, I. B. Feoktistov et al. – M. Transport, 2002. – 53 p.
4. G. A. Kamaretdinova, A. Yu. Volkova / Analysis of the technical condition of freight cars at an interstate junction point
5. Metal surfacing – a technology for restoration and strengthening [Electronic resource]. URL: <https://inner.su/articles/naplavka-metallov-eto/> (accessed 12.11.2025)
6. Bodrov E. G., Samodurova M. N., Pashkeev K. Yu., Trofimov E. A. Method for producing a wear-resistant coating. Patent No. RU 2826362 C1
7. Zaychenko Yu. A., Demin A. N., Kosarevsky V. V. Manipulator for induction surfacing. Patent No. RU 2101152 C1

8. Инструкция по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства подвижного состава железных дорог
9. Лапшин В. Ф., Орлов М. В. Основы технического обслуживания вагонов: Учебное пособие. - Екатеринбург: УрГУПС, 2006. - 375 с.

8. Instructions for the repair and maintenance of automatic coupling devices of railway rolling stock
9. Lapshin V. F., Orlov M. V. Fundamentals of technical maintenance of wagons: Textbook. - Ekaterinburg: Ural State University of Railway Transport, 2006. - 375 p.

G. A. Bubnova, P. A. Shulginov, A. O. Vakhromov

ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE AUTOMATIC COUPLING DEVICE AND MODERN METHODS OF RESTORING THE RAILCAR'S RESOURCE

Abstract. Based on annual railcar repair reports, the probabilities of various automatic coupling failures are calculated, and a railcar decommissioning trend is plotted, with a forecast for the next three years. Modern diagnostic methods for automatic coupling devices, as well as surfacing methods for restoring worn parts, are considered. The advantages and disadvantages of surfacing methods are analyzed.

Keywords: railcar, automatic coupling device, malfunction, wear, diagnostics, repair, surfacing, wear rate.

For citation: Bubnova, G. A. Assessment of the Technical Condition of the Automatic Coupling Device and Modern Methods of Restoring the Railcar's Resource / G. A. Bubnova, P. A. Shulginov, A. O. Vakhromov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 99–108. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_99.

Сведения об авторах

Бубнова Гузаль Арсеновна

Уральский государственный университет
путей сообщения,
к.т.н., доцент, начальник отдела,
e-mail: GBubnova@usurt.ru

Шульгинов Павел Александрович

Уральский государственный университет
путей сообщения,
студент,
e-mail: p.a.shulginov@yandex.ru

Вахромов Аркадий Олегович

Уральский государственный университет
путей сообщения,
студент,
e-mail: arkadij392004@yandex.ru

Information about the authors

Bubnova Guzal Arsenovna

Ural State Transport University,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor, Head of the
Department,
e-mail: GBubnova@usurt.ru

Shulginov Pavel Alexandrovich

Ural State Transport University,
Student,
e-mail: p.a.shulginov@yandex.ru

Vakhromov Arkady Olegovich

Ural State Transport University,
Student,
e-mail: arkadij392004@yandex.ru

А. П. Гусельников

ПРОЦЕССНОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА НА ПРЕДПРИЯТИИ ЛОКОМОТИВНОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос управлением процессами ремонта и организации эксплуатации тягового подвижного состава (как заказчики услуг или поставщики продукции, изделий) на предприятиях железнодорожного транспорта в современных условиях.

Ключевые слова: тяговая подвижная единица, ремонт, эксплуатация, контроль, процесс организации работы, качество.

Для цитирования: Гусельников, А. П. Процессное управление и организационная структура на предприятии локомотивного хозяйства / А. П. Гусельников // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 109–113. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_109.

Традиционно ответственность за качество и внедрение программ повышения качества возлагалась на отдел технического контроля (ОТК) локомотивного депо (эксплуатационного, ремонтного или эксплуатационно-ремонтного депо, далее по тексту – предприятие), поэтому каждое подразделение всегда преследовало свои собственные интересы и функционировало в рамках выделенного ему бюджета. Премии руководителям и сотрудникам подразделений, чаще всего, выдавались за количество выпущенной ими продукции (независимо от количества брака) и соблюдение установленных графиком сроков поставки. Решением проблем, связанных с появлением этого брака, и поиском причин, предупреждающих повторение возникших проблем, подразделения начинали заниматься после неоднократных замечаний ОТК и руководителей предприятия. В результате, терялись время и материальные затраты. Чтобы этого не происходило, требуется просто изменить процедуру контроля. Поскольку контроль качества конечного продукта не гарантирует отсутствия брака при принятой системе работы, то процедуру контроля надо рассредоточить по технологической цепочке. В этом случае все неблагоприятные отклонения в процессе изготовления продукта будут выявлены задолго до того момента, как он попадёт в ОТК.

В этом и состоит смысл процессного подхода, рекомендуемого международным стандартом ISO 9000, провозглашающим принципы менеджмента качества, описывающим основные положения систем менеджмента качества и устанавливает для них терминологию – управление процессом состоит не столько в организации контроля качества уже готового продукта, сколько в организации метрологического контроля всех параметров производства, которые влияют на обеспечение качества этого продукта. В этих условиях перекладывание ответственности за качество производственных процессов только на плечи ОТК в настоящее время является заблуждением. Необходимый результат достигается быстрее и эффективнее, если управление качеством продукции осуществляется через управление процессом производства этой продукции (или оказания услуг). При процессном подходе к управлению качеством продукции или услуг происходит переход от управления результатами процесса (продукции, услуги) к управлению собственно процессами производства продукции или услуги. Это позволяет оперативно воздействовать на качество продукта в любой момент. В результате, во-первых, ускоряется достижение требуемого качества объекта управления, и, во-вторых, повышается эффективность управленческих решений в отношении постоянного улучшения качества продукции и оказываемых услуг.

Управление процессом включает его проектирование, контроль и совершенствование – ключевые виды деятельности, необходимые для достижения высокой эффективности при помощи основных (предназначенных для создания ценности) и вспомогательных процессов, а также выявления возможностей повышения качества и улучшения эксплуатационных характеристик, что, в конечном счёте, влияет на удовлетворённость потребителей. Хорошее управление процессами позволяет не допускать брака или совершения ошибок, устраняет отходы и избыточность и тем самым приводит к более высокой эффективности предприятия. Сокращается общее время цикла, повышается гибкость и быстрота реагирования на запросы внутренних и внешних потребителей [1].

Причём, очень часто предприятия начинают серьёзно заниматься планированием и совершенствованием своих производственных процессов тогда, когда сталкиваются в своей деятельности с определёнными трудностями в конкурентной среде. В качестве примера можно рассмотреть пересмотр своих позиций руководством компании Boeing Airlift and Tanker Programs [3].

Компания Boeing Airlift Tanker (A&T) Programs разрабатывает, проектирует и выпускает грузовые самолёты C-17. Этими самолётами пользуются военно-воздушные силы США для транспортировки крупных и тяжёлых грузов по всему земному шару. В 1996 г. A&T подписала соглашение стоимостью 14,2 млрд. долл. США на поставку 80 единиц C-17 для ВВС США. За несколько лет до этого Министерство обороны США угрожало отказаться от программы C-17 из-за технических проблем, перерасхода средств и опозданий с поставками самолётов. Реакцией компании A&T на это предупреждение ВВС США явился полный пересмотр позиций своего бизнеса. Руководство компании поставило перед собой задачу – стать «сфокусированной на процессах и ориентированной на заказчика». С этой целью компания инициировала создание партнёрских отношений с заказчиками, профсоюзами и поставщиками и заменила команды, управляемые сверху, на команды, наделённые полномочиями (по горизонтали), которые теперь функционируют как небольшие отдельные виды бизнеса, ориентированные на общие цели, разрабатываемые системно.

Организационную структуру A&T и её подходы к повышению эффективности характеризуют взаимозависимость и интеграция. Высокий уровень сложности модели процесса в масштабах всего предприятия определяет весь бизнес в виде восьми «семей» взаимосвязанных процессов. Эти основные группировки варьируются от управления производством и разработки нового бизнеса до производства и поддержки продукции после её доставки заказчику.

Каждая «семья» состоит примерно из 10 основных процессов. В свою очередь, каждый из основных процессов может насчитывать несколько вспомогательных процессов. В результате получается интегрированная модель, позволяющая управлять процессом. Эта модель позволяет напрямую переходить от общих инициатив A&T к планам работы и целям команд и отдельных сотрудников. Она также помогает идентифицировать очевидные операционные зависимости, связывающие друг с другом подгруппы семейства процессов. Руководство компании A&T управляет этими прямыми взаимосвязями как «мегапроцессами», которые также охватывают как поставщиков, так и потребителей продукции.

При реализации новой философии управления процессами руководство A&T разработало и использует принципы, обязательных для руководителей и рядовых сотрудников компании:

- повышение качества всего процесса, от начала до конца.
- подход к качеству включает предотвращение брака и постоянное совершенствование.
- каждый член организации на том или ином уровне управляет процессом, будучи и потребителем, и поставщиком.
- степень повышения качества процесса определяется потребительскими запросами.
- корректирующие действия фокусируются на устранении базовых причин, порождающих проблемы, а не на лечении симптомов.

- упрощение процессов снижает вероятность появления ошибок и повторных работ.
- повышение качества процесса при применении принципов управления качеством обеспечивается строгим и структурным подходом.

Приведенный пример показывает, как, за сравнительно короткий промежуток времени с помощью эволюционных мер и принятия на вооружение принципов обеспечения качества, компания обеспечила своё конкурентное преимущество. В настоящее время перед ОАО «РЖД» стоит похожая задача. Как признают руководители корпорации во многих рыночных высокодоходных сегментах ОАО «РЖД» работает в условиях возрастающей конкуренции. Для того чтобы остаться лидером корпорация приняла решение о построении корпоративной системы управления качеством, как основы совершенствования всех бизнес- и технологических процессов в компании [3]. Все основные принципы совершенствования системы управления А&Т (приведенные выше) присутствуют и в программных документах корпорации ОАО «РЖД» [3]. Нужно просто использовать то, что уже наработано и проверено на практике, в частности, той же компанией А&Т.

В общих чертах структура процессного управления работой железных дорог на территории России может быть представлена следующим образом. Перевозка грузов и пассажиров в пределах всех железных дорог – это взаимосвязанные бизнес-процессы, которыми управляет дирекция компании ОАО «РЖД». Взаимосвязанные бизнес-процессы отдельных железных дорог в совокупности образуют интегрированный бизнес-процесс дирекции ОАО «РЖД». Этот бизнес-процесс состоит из набора операций. Порядок их выполнения в рамках внутренних бизнес-процессов каждой железной дороги, чётко определён технологией, соответствующими правилами и инструкциями в соответствии с Уставом ОАО «РЖД». Поэтому такие понятия, как маршруты и правила, определяющие бизнес-логику интегрального процесса хорошо известны и измеряемы. Внутренний бизнес-процесс каждой железной дороги делится на основные и вспомогательные процессы. Основные бизнес-процессы, выполняемые дорожными филиалами Центральной дирекции управления движением, Дирекции тяги, Центральной дирекции инфраструктуры и дочерними и зависимыми обществами, создают добавленную стоимость. Это меж-функциональный или сквозной процесс. Вспомогательные бизнес-процессы выполняются в ремонтных локомотивных и вагонных депо, станционных комплексах, которые формируют инфраструктуру железных дорог. Всё это подпроцессы в структуре сквозного процесса. И все эти процессы работают на одних и тех же принципах управления качеством, преследуя главную цель – обеспечение железнодорожным транспортом удовлетворённости своих клиентов. Таким образом, в современных условиях компания ОАО «РЖД» в организационном плане должна представлять из себя систему, способную организовать управление совокупностью бизнес-процессов на меж-функциональном уровне. Это очень непростая задача, которую в пределах всей компании можно и нужно решать эволюционным путём.

В начале, каждая из Центральных дирекций начинает внедрять процессный подход в границах своей ответственности обеспечения перевозочного процесса. Как показал опыт выполнения таких проектов [2], «сегментирование» может быть удобно для упорядочения деятельности филиалов Дирекций, но не в полной мере способно решать ключевые проблемы их меж функционального взаимодействия на уровне железных дорог, где, собственно, и осуществляется перевозочный процесс. Поэтому разработка системы менеджмента качества (СМК) только на уровне каждого из филиалов, является необходимым, но не достаточным условием эффективного использования бизнес-процессов на уровне управления всей компании. Внутри компании всегда существуют проблемы меж функционального взаимодействия Дирекций, которые приводят к снижению эффективности деятельности компании в целом. Эти проблемы не устраняются формальной «стыковкой» деятельности линейных подразделений, так как их причины лежат глубже и чаще всего связаны с моделью бизнеса компании, давно используемыми технологиями управления, исторически сложившимся распределением функций и полномочий между руководителями управления

компании и т.д. [3]. Таким образом, если мы не будем рассматривать перевозки грузов и пассажиров как единый сквозной процесс, а будем «резать» его на части и пытаться формализовать взаимодействие служб, имеющих различные интересы, то вряд ли добьёмся существенного практического эффекта.

Напротив, управление железными дорогами с использованием процессно-ориентированного подхода позволит объединить отдельные иногда разрозненные усилия подведомственных Дирекциям филиалов и линейных предприятий, направленных на выполнение конкретных функций, в единую цепочку объединённых усилий на достижение конкретных стратегических результатов – предоставление клиенту качественно организованного перевозочного процесса в необходимые для него сроки. Выстраивание основных и вспомогательных бизнес-процессов в сквозные (горизонтальные), при условии делегирования части полномочий по принятию управленческих решений на уровень конкретных исполнителей процесса, позволит более гибко, а главное, более динамично реагировать железным дорогам на внутренние и внешние изменения. При этом, основное внимание должно быть направлено, как на проработку и совершенствование механизмов взаимодействия различных служб и хозяйств в рамках сквозного внутреннего бизнес-процесса, так и оперативного взаимодействия с внешней средой, т.е. с клиентами, поставщиками и партнёрами.

Иногда руководители очень неплохо управляют компанией, добиваясь результативности. Но добиться эффективности, т.е. получить результативность с чрезвычайно экономным использованием ресурсов, – этому руководство РЖД еще должно научиться. С другой стороны, прямой автоматический перенос зарубежных концепций систем управления качеством в структуру управления ОАО «РЖД» вряд ли принесёт ощутимую пользу без изменения ментальности людей, работающих в корпорации. Если 20 – 25 лет тому назад в структуре управления Министерства путей сообщения (МПС) работали, в основном, железнодорожники, прошедшие путь от помощника машиниста или мастера до руководителя главка, то в настоящее время – это смешанная команда, состоящая как из классических железнодорожников, так и людей из других сфер деятельности. И тем, и другим, для того чтобы внедрять принципы управления качеством нужны современные знания и навыки и, главное, нужны лидеры. Причём лидеры на всех уровнях управления корпорации, а не только в лице её президента, который принял очень важное для себя решение – создать корпоративную систему управления качеством, используя опыт, знания и дисциплинированность своих руководителей и рядовых сотрудников. Для того чтобы руководители всех уровней управления были не только результативными, но и эффективными, с 2006 г. в корпорации реализуется программа обучения «Лидерство как система. Школа лидерства» известной Российской консалтинговой компании ЗАО «Центр «Приоритет» [4].

Список литературы

1. Хойер Р., Хойер Б. Что такое качество? // Стандарты и качество, 2002, № 3, с. 97.
2. Мазур Л.В., Сибиль Н.И., Шаповалова А.А., Опимах Н.Л. Система менеджмента качества повышает эффективность производства (опыт депо Горький-Сортировочный) // «Локомотив», 2007, №12, с. 5 – 7.
3. Джерри Г. Боулз. «Ведущая компания мирового уровня», Фортин, 21 сентября 1992 г.

References

1. Hoyer R., Hoyer B. What is quality? // Standards and Quality, 2002, №3, p. 97.
2. Mazur L.V., Sibil N.I., Shapovalova A.A., Opimakh N.L. The quality management system increases production efficiency (experience of the Gorky-Sortirovochny depot) // Lokomotiv, 2007, №12, p. 5-7.
3. Jerri G. Bowles. «Leading the World-Class Company», Fortine, September 21, 1992.

4. Лapidус, В. А. Школа лидерства в ОАО «РЖД» // Стандарты и качество, 2008, № 1.

4. **Lapidus, V. A.** School of Leadership at Russian Railways//Standards and Quality, 2008, №1.

A. P. Guselnikov

PROCESS MANAGEMENT AND ORGANIZATION AT LOCOMOTIVE FACILITIES

Abstract. The article discusses the issue of managing the processes of repair and organization of operation of traction rolling stock (as customers of services or suppliers of products, products) at railway transport enterprises in modern conditions.

Keywords: traction mobile unit, repair, operation, control, work organization process, quality.

For citation: Guselnikov, A. P. Process Management and Organization at Locomotive Facilities / A. P. Guselnikov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 109–113. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_109.

Сведения об авторах

Гусельников Александр Павлович
Российский университет транспорта,
кафедра «Электропоезда и локомотивы»,
старший преподаватель,
e-mail: gusash@yandex.ru

Information about the authors

Guselnikov Alexander Pavlovich
Russian University of Transport,
Chair «Electric Trains and Locomotives»,
Senior Lecturer,
e-mail: gusash@yandex.ru

В. Г. Каргин, А. А. Рогов

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ВАГОНА

Аннотация. Управление жизненным циклом сложных технических объектов играет одну из ключевых ролей в формировании показателей надежности и эффективности их использования. В настоящее время существующие автоматизированные системы управления (АСУ) по мониторингу, контролю и ремонту, в частности, грузового подвижного состава, осуществляют в режиме реального времени сбор информации, где источниками являются инфраструктурные приборы безопасности, диагностическое оборудование в ремонтных цехах и на пунктах технического обслуживания, формирующие в итоге статистические данные по использованию подвижного состава за контролируемый период времени (месяц, квартал, год и т.д.). Интегрированная информация из комплекса данных источников существенно важна для собственника (оператора) и изготовителя подвижного состава для проведения анализа и прогноза старения самого вагона и его элементной базы в течение всего срока эксплуатации. Целью данной работы является формирование модели управления жизненным циклом грузового вагона на основе разработки единой интегрированной информационной базы данных, позволяющей создать его полноценный «цифровой двойник». Такое решение также позволяет получать информацию для проведения многофакторного анализа, что является действенным инструментом в управлении жизненным циклом вагона. Проведенное исследование подтверждает эффективность применения данного инструмента для решения задач по обобщенной обработке массива разрозненной информации, находящейся в различных АСУ, что позволяет управлять ресурсом вагона и его элементной базы, в том числе исключить возможность возникновения критических неисправностей, нарушения требований перевозки груза, длительных простоев для проведения восстановительного ремонта. Данная модель имеет высокий потенциал применения в структурах железнодорожной отрасли и позволяет повысить техническую и экономическую эффективность подвижного состава в перевозочной деятельности.

Ключевые слова: модель управления, рефрижераторный вагон, цифровой двойник, многофакторный анализ, эффективность.

Для цитирования: Каргин, В. Г. Модель управления жизненным циклом вагона / В. Г. Каргин, А. А. Рогов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 114–122. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_114.

Введение

Российские железные дороги имеют многочисленные протяженные маршруты и занимают одну из лидирующих позиций по величине участковой скорости в мире – 38,7 км/ч, они также являются одними из основных лидеров в мире по грузообороту [1]. В соответствии со «Стратегией развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» (Стратегия) [2] запланирована ликвидация «узких мест»; увеличение грузопогрузки в 1,47 – 1,6 раза (по минимальному и максимальному прогнозу); развитие тяжеловесного движения; снижение транспортных издержек в 1,8 раза для высвобождения экономических

ресурсов, а также повышение глобальной конкурентоспособности. Стратегия также нацелена на существенное сокращение средних сроков доставки груза (более, чем на 23 %) с обеспечением его сохранности, а также на внедрение технологии позиционного контроля за процессами их перевозки.

Целевые требования Стратегии, в том числе, ставят задачи перед собственниками и изготовителями подвижного состава в области повышения надежности вагонов, совершенствования системы их технического обслуживания и ремонта (ТОиР), которое достигается на основе повышения надежности вагона и его элементной базы, совершенствовании конструкции, а также установления причин нестабильно или недостаточно надежной работы отдельных элементов вагона. В настоящее время решить указанные задачи возможно с использованием многофакторного анализа характеристик процессов использования вагона, собирая и обрабатывая большой объем данных из многочисленных автоматизированных систем.

Задачи повышения эффективности использования рельсового подвижного состава, а также существующих систем ТОиР неоднократно становились темами научных исследований [3 - 5]. Так, в [3] разработана модель автоматизированного управления техническим состоянием локомотива в условиях сервисного обслуживания с встраиванием в систему ТОиР вероятностно-статистических методик управлением качеством и эксплуатационной надежностью с учетом применения принципов управления качеством и бережливого производства.

В [4] предложена модель управления жизненным циклом локомотива с использованием микропроцессорной диагностики оборудования, позволяющая устанавливать фактическое изменение и управление ресурсами локомотива на всем его жизненном цикле. В [5] обосновывается необходимость внедрения технологии «цифровой двойник» в жизненный цикл грузовых вагонов с переходом от статистических цифровых моделей и «цифровых теней» к полноценным «цифровым двойникам» с двухсторонней связью «физический объект – виртуальная модель».

Авторами доказано, что применение предлагаемых в исследованиях решений позволят повысить экономическую эффективности эксплуатации подвижного состава, точно назначать сроки службы и межремонтные пробеги, прогнозировать аварийные ситуации, а также сокращать количество натурных испытаний за счет использования виртуальных полигонов.

Современное техническое развитие позволяет интегрировать получаемые данные из различных автоматизированных систем в единую киберфизическую модель по принципам интероперабельности [6].

Для комплексного управления жизненным циклом рефрижераторного вагона необходимо создание межплатформенной системы управления базами данных, получаемых от инфраструктурных и диагностических комплексов, а также от телеметрических датчиков вагона.

В рамках данного научного исследования необходимо отметить, что существующие нормативные подходы периодичности проведения ТОиР нуждаются в интеграции с АСУ различных уровней. Таким образом, задача по формированию модели управления жизненным циклом вагона (МУЖЦВ) является актуальной.

Материалы и методы

Рефрижераторный вагон, предназначенный для перевозки скоропортящихся грузов (СПГ), конструкционно оборудован холодильно-нагревательной установкой (ХНО) и дизель генераторной установкой (ДГУ), вырабатывающей электроэнергию для обеспечения функционирования всех систем, в том числе позволяющей использовать телеметрическое оборудования для мониторинга ХНО и управления отдельными элементами ДГУ. Рефрижераторный вагон 16-1881 оборудован не только указанными элементами – на нем также установлены солнечные батареи, позволяющие даже во время длительного перестоя

При такой информационной архитектуре требуется интеграция получаемых данных из различных АСУ в единую информационно-аналитическую базу.

Формирование комплексного решения реализовано на примере программного продукта «Модель управления жизненным циклом вагона» [9] в который, на основе автоматизированной интероперабельности или внесения данных оператором, накапливается информация об: использовании вагона в поездах; отвлечении на погрузо-выгрузочные операции; подготовке и уборке; проведении плановых и внеплановых ремонтных и экипировочных работ; износе узлов и деталей (тормозная колодка, колесная пара); учете достижения оборудованием назначенного срока службы (НСС) для его своевременной замены. В результате формируется полноценный «цифровой двойник» эксплуатационного этапа жизненного цикла вагона.

Например, при проведении текущего отцепочного или планового ремонта, нормативно требуется заносить данные о всем фактическом объеме ремонтных работ в дефектную ведомость вагона формы ВУ-22 [10]. Именно в данной ведомости наиболее полно отражаются все данные по объему выполняемых работ, замене узлов и деталей, а также проведения иных операций на вагоне, которые не фиксируются в электронном паспорте (например, обточка поверхности катания колесной пары с последующей ее подкаткой обратно под вагон).

На основе моделирования с внесением всех регламентных замен элементов, можно установить оборудование, требующее системного или периодического ремонта (рисунок 2). Данное решение является одним из элементов формирования многофакторного анализа использования вагона на эксплуатационном этапе его жизненного цикла.

История ремонтов ВУ-22		+ Добавить
Внеплановый 07.12.2024 2	Колёсная пара Тормозное оборудование	 
Строк работ: 2		
► Подробнее по работам...		
ДР 22.07.2023 3	Ходовые части Колёсная пара Автоцепное устройство Тормозное оборудование Электрооборудование Аккумуляторные батареи Пожарная сигнализация и безопасность Телеметрия и диагностика	 
Строк работ: 8		
► Подробнее по работам...		
Внеплановый 23.03.2022 2	Колёсная пара Буksы и подшипники Тормозное оборудование	 
Строк работ: 3		
► Подробнее по работам...		
ДР 04.11.2020 2	Ходовые части Колёсная пара Автоцепное устройство Тормозное оборудование Электрооборудование Кондиционирование воздуха (климатическая установка)	 
Строк работ: 7		
► Подробнее по работам...		
Внеплановый 07.07.2019 2	Колёсная пара Тормозное оборудование	 
Строк работ: 2		
► Подробнее по работам...		

Рис. 2. История ремонтов, перенесенных из дефектной ведомости ВУ-22 условного вагона № 00000006

По результатам статистических данных выявленных причин отказов наблюдаемой эксплуатации 73 изотермических вагонов за 2024 г. построим диаграмму Парето, которая показывает, что в зону наибольшего внимания попадает обслуживание автотормозного, электро и автосцепного оборудования, колесных пар, ходовых частей и пожарной сигнализации.

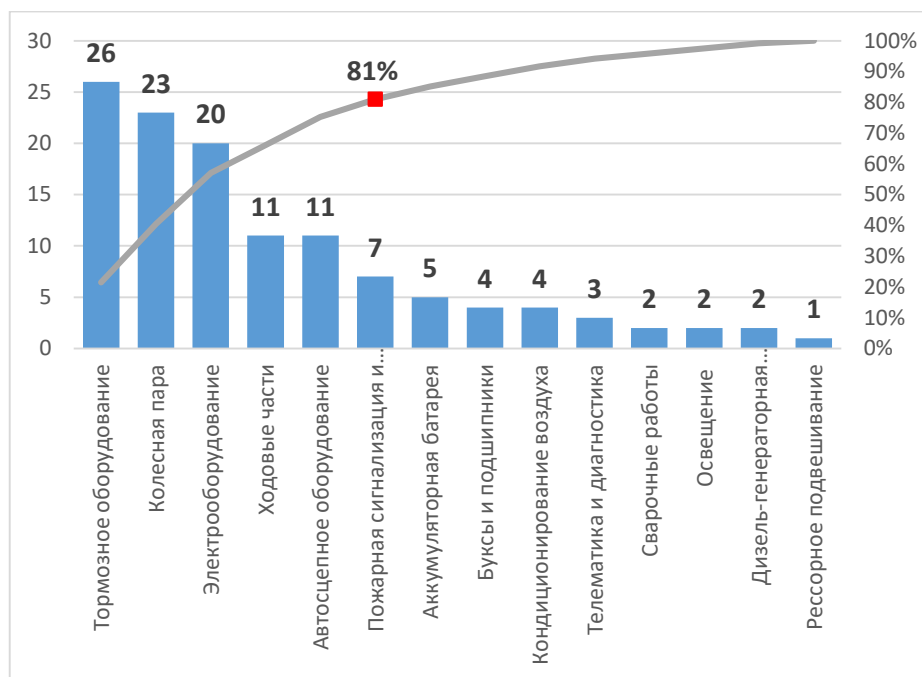


Рис. 3. Диаграмма Парето замены и ремонта оборудования при проведении имитационного моделирования

Следовательно, на эксплуатационном этапе жизненного цикла требуется уделять особое внимание именно этому оборудованию, а также планировать перспективную закупку или ремонтные операции данной элементной базы вагона.

Вместе с этим в МУЖЦВ в режиме реального времени можно получать следующую информацию: основные характеристики вагона (номер, тип, данные о постройке, назначенный срок службы, возраст, остаточный ресурс, текущий статус использования); экономические показатели (стоимость, затраты на ТОиР, затраты на замену оборудования, остаточная стоимость узлов); история ремонтов (где и когда проводился ремонт, в каком структурном подразделении, затраты); последняя замена оборудования (элемент, дата, прогнозная дата замены, стоимость, остаточный ресурс); состояния колесных пар (износы поверхности катания и толщина обода); данные о последнем ремонте и допуске вагона на пути общего пользования; простои вагона (общее отвлечение вагона из рабочего парка, количество записей, простои по причинам). Фрагмент цифрового паспорта вагона представлен на рисунке 4.

Заключение

Проведенное исследование позволяет получить и сформировать данные для многофакторного анализа использования вагона на эксплуатационном этапе жизненного цикла с дальнейшей интеграцией данных в «цифрой двойник» вагона.

Многофакторный анализ позволяет сопоставлять информацию о назначенном сроке службы элементной базы, установленного изготовителем, с фактическими результатами эксплуатации, а также прогнозировать ситуацию выхода из строя или нестабильной работы оборудования.

Анализ маршрутов курсирования дает возможность создавать индивидуальную систему ТОиР для каждой единицы подвижного состава в зависимости от интенсивности и условий его использования.

В целом, предложенная модель управления жизненным циклом рефрижераторного вагона позволяет значительно повысить экономическую эффективность и надежность на эксплуатационном этапе жизненного цикла.

ЦИФРОВОЙ ПАСПОРТ ВАГОНА

№ 00000006

Дата выдачи: 23.04.2026

Тип: 16-1881 (АРВ)

В эксплуатации

Конец ресурса

Система СЖЦ

1. ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Номер вагона	00000006	Назначенный ресурс	32 лет
Тип вагона	16-1881 (АРВ)	Возраст	32,3 лет
НСС (секция состава)	—	Остаток ресурса	0% (0 лет)
Завод-изготовитель (клеймо)	5	Маршрут курсирования	—
Дата изготовления	01.01.1994	Текущий статус	В эксплуатации

Использовано ресурса: 32,3 из 32 лет | Остаток: 0%

2. ФИНАНСОВАЯ СВОДКА

ЦЕНА ПОКУПКИ — тыс. руб.	РЕМОНТЫ (ФАКТ) 4160 тыс. руб.	ДЕТАЛИ / НСС 8480 тыс. руб.	ИТОГО ВЛОЖЕНО 12640 тыс. руб.	ОСТАТОК. СТ-ТЬ УЗЛОВ 616 тыс. руб.
--------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	---

3. ИСТОРИЯ РЕМОНТОВ

Дата	Вид ремонта	Предприятие	Стоимость, тыс. руб.	Примечание
07.12.2024	ТОР	2	30	—
22.07.2023	ДР (Деповской ремонт)	3	200	—
23.03.2022	ТОР	2	30	—
04.11.2020	ДР (Деповской ремонт)	3	200	—
07.07.2019	ТОР	2	30	—
18.02.2018	ДР (Деповской ремонт)	3	200	—
20.10.2016	ТОР	2	30	—
04.06.2015	ДР (Деповской ремонт)	3	200	—
03.02.2014	ТОР	2	30	—
17.09.2012	ДР (Деповской ремонт)	3	200	—
20.05.2011	ТОР	2	30	—
01.01.2010	КР (Капитальный ремонт)	3	1800	—
04.11.2008	ДР (Деповской ремонт)	3	200	—
07.07.2007	ТОР	2	30	—
18.02.2006	ДР (Деповской ремонт)	2	200	—
20.10.2004	ТОР	3	30	—
04.06.2003	ДР (Деповской ремонт)	2	200	—
03.02.2002	ТОР	—	30	—
17.09.2000	ДР (Деповской ремонт)	2	200	—
20.05.1999	ТОР	3	30	—
01.01.1998	ДР (Деповской ремонт)	2	200	плановый ремонт
05.10.1996	ТОР	—	30	—
20.05.1995	ТОР	3	30	дефект на поверхности катания колесной пары

Рис. 4. Фрагмент цифрового паспорта вагона

Список литературы

1. Министерство транспорта Российской Федерации. Официальный сайт [сайт] <https://mintrans.gov.ru/> (дата обращения 21.04.2026).
2. Стратегия развития железнодорожного транспорта до 2030 года, утвержденная Распоряжением Правительства РФ от 17.06.2008 г. № 877-р. – Москва, Правительство РФ, 2008, 70 с.
3. **Аболмасов, А. А.** Управление техническим состоянием тягового подвижного состава в условиях сервисного обслуживания : дисс. ... на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – Москва: МИИТ, – 2017. – 180 с
4. **Семенов, А. П.** Модель управления жизненным циклом локомотивов с использованием современных методов технического диагностирования : специальность 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Семенов Александр Павлович, – 2022. – 379 с.
5. **Шевченко, Д. В.** Методология построения цифровых двойников на железнодорожном транспорте / Д. В. Шевченко // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2021. – Т. 80, № 2. – С. 91-99. – DOI 10.21780/2223-9731-2021-80-2-91-99.
6. **Семенов, А. П.** Организация управления жизненным циклом отечественных локомотивов / А. П. Семенов // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 1(49). – С. 62-71. – DOI 10.20291/2079-0392-2021-1-62-71.
7. Вагон рефрижераторный автономный, модель 16-1881. Руководство по эксплуатации 1881.00.000 РЭ. Утвержденное генеральным конструктором ООО «ТСКБМ им. В.М.Бубнова» В.М. Бубновым 09.07.2021 г. – 114 с.
8. Патент № 2753314 C1 Российская Федерация, МПК B61D 3/00, B60P 3/20,

References

- 1 Ministry of Transport of the Russian Federation. Official website [website] <https://mintrans.gov.ru/> (accessed April 21, 2026).
- 2 Strategy for the development of railway transport until 2030, approved by the Order of the Government of the Russian Federation of June 17, 2008 No. 877-r. – Moscow, Government of the Russian Federation, 2008, 70 p.
- 3 **Abolmasov, A. A.** Management of the technical condition of traction rolling stock under service maintenance conditions: diss. ... for a Ph.D. in engineering sciences. – Moscow: MIIT, – 2017. – 180 p.
- 4 **Semenov, A. P.** Life cycle management model for locomotives using modern methods of technical diagnostics: specialty 05.22.07 "Rolling stock of railways, train traction and electrification": dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences / Semenov Alexander Pavlovich, - 2022. - 379 p.
- 5 **Shevchenko, D. V.** Methodology for constructing digital twins in railway transport / D. V. Shevchenko // Bulletin of the Research Institute of Railway Transport. - 2021. - Vol. 80, No. 2. - P. 91-99. - DOI 10.21780/2223-9731-2021-80-2-91-99.
- 6 **Semenov, A. P.** Organization of life cycle management of domestic locomotives / A. P. Semenov // Bulletin of the Ural State Transport University. - 2021. - No. 1 (49). - P. 62-71. - DOI 10.20291/2079-0392-2021-1-62-71.
- 7 Autonomous refrigerated car, model 16-1881. Operating manual 1881.00.000 RE. Approved by V.M. Bubnov, General Designer of V.M. Bubnov TsKBM LLC, on July 9, 2021. – 114 p.
- 8 Patent No. 2753314 C1 Russian Federation, IPC B61D 3/00, B60P 3/20, B61D 27/00.

В61D 27/00. Вагон автономный рефрижераторный : № 2020137229 : заявл. 11.11.2020: опубл. 13.08.2021 / В. М. Бубнов, В. В. Буров, В. Г. Каргин [и др.] ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Головное специализированное конструкторское бюро вагоностроения имени Валерия Михайловича Бубнова", Закрытое акционерное общество "Новека Инжиниринг".

9. Свид. 2026618660 Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Модель управления жизненным циклом вагона / Шинкарук А.С., Каргин В.Г., Еремеева А.Н., Вишняков И.А. заявители и правообладатели Шинкарук А.С., Каргин В.Г., Еремеева А.Н., Вишняков И.А. (RU). – № 2026616906, заявл. 26.03.2026.

10. Об утверждении форм первичного учета ОАО «РЖД» по вагонному хозяйству (Распоряжение от 21.05.2024 г. № 1217/р). – Москва. – 2024. – ОАО «РЖД».

Autonomous refrigerated car: No. 2020137229: declared 11.11.2020: published 13.08.2021 / V. M. Bubnov, V. V. Burov, V. G. Kargin [et al.]; applicant Limited Liability Company "Head Specialized Design Bureau for Car Building named after Valery Mikhailovich Bubnov", Closed Joint-Stock Company "Noveka Engineering".

9 Certificate 2026618660 Russian Federation. Certificate of state registration of the computer program. Car life cycle management model / Shinkaruk A.S., Kargin V.G., Ereemeeva A.N., Vishnyakov I.A. Applicants and copyright holders Shinkaruk A.S., Kargin V.G., Ereemeeva A.N., Vishnyakov I.A. (RU). – No. 2026616906, declared 26.03.2026.

10 On approval of primary accounting forms of JSC Russian Railways for the rolling stock fleet (Order dated 21.05.2024 No. 1217/r). – Moscow. – 2024. – JSC Russian Railways.

V. G. Kargin, A. A. Rogov

CAR LIFECYCLE MANAGEMENT MODEL

Abstract. Lifecycle management of complex technical assets plays a key role in determining reliability and operational efficiency. Currently, existing automated control systems (ACS) for monitoring, controlling, and repairing freight rolling stock, in particular, collect information in real time. The sources include infrastructure safety devices, diagnostic equipment in repair shops, and maintenance centers, ultimately generating statistical data on rolling stock usage over a controlled period (month, quarter, year, etc.). Integrated information from these sources is crucial for the owner (operator) and manufacturer of rolling stock for determining and analyzing the aging of the car itself and its components from the beginning to the end of its life. The goal of this work is to develop a lifecycle management model for freight cars based on the development of a unified integrated information database, enabling the creation of a complete "digital twin." This solution also provides information for multivariate analysis, a powerful tool in car lifecycle management. The study confirms the effectiveness of this tool for solving problems involving the unified processing of disparate data stored in various automated control systems. This enables the management of the lifespan of railcars and their components, including eliminating the possibility of critical malfunctions, violations of cargo transportation requirements, and extended downtime for repairs. This model has high potential for application in the railway industry and helps improve the technical and economic efficiency of rolling stock in transportation operations.

Keywords: management model, refrigerated wagon, digital twin, multivariate analysis, efficiency.

For citation: Kargin, V. G. Model of Car Life Cycle Management / V. G. Kargin. A. A. Rogov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 114–122. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_114.

Сведения об авторах**Каргин Валентин Геннадьевич**

Российский университет транспорта,
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,
соискатель ученой степени кандидата
технических наук,
e-mail: w_g_k@mail.ru

Рогов Анатолий Алексеевич

Российский университет транспорта,
кафедра «Управления качеством»,
к.т.н., доцент,
e-mail: rogov_a@rambler.ru

Information about the authors**Kargin Valentin Gennadievich**

Russian University of Transport,
Chair «Carriages and Carriage
Facilities»,
Candidate for the Degree of Candidate of
Technical Sciences,
e-mail: w_g_k@mail.ru

Rogov Anatoly Alekseevich

Russian University of Transport,
Chair «Quality Management»,
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor,
e-mail: rogov_a@rambler.ru

Н. Р. Кюн

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ МОТОРВАГОННОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Аннотация. В статье рассмотрены типы электрического торможения моторвагонного подвижного состава, проведён сравнительный анализ относительно механических систем торможения и рассмотрен пример эффективности рекуперативного торможения МВПС моторвагонного депо Омск.

Ключевые слова: торможение, рекуперация, реостатное торможение, система, генераторный режим, схема.

Для цитирования: Кюн, Н. Р. Анализ эффективности систем электродинамического торможения моторвагонного подвижного состава / Н. Р. Кюн // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 123–129. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_123.

Современные требования к моторвагонному подвижному составу (МВПС) постоянного тока, такие как повышение скоростей движения, интенсивности разгонов и торможений, а также увеличение пассажировместимости, предъявляют высокие требования к тормозным системам. Наряду с традиционным пневматическим торможением, ключевую роль в обеспечении безопасности и экономичности перевозок играет электродинамическое торможение (ЭДТ). Его эффективность напрямую влияет на энергопотребление, плавность хода и снижение износа пневматических тормозов.

Электрическое торможение основано на свойстве обратимости тяговых двигателей в генераторный режим. Тормозная сила электрического торможения имеет ту же природу, что и сила тяги. Электромагнитная сила при торможении равна, как и при тяговом режиме $3,6C\Phi I$, но направлена в сторону, противоположную движению поезда. Различие в абсолютных значениях сил тяги и торможения обусловлено различным влиянием потерь (механических, магнитных и потерь в передаче). При генераторном (тормозном) режиме они увеличивают тормозную силу и способствуют торможению поезда.

$$B_{\text{кд}} = 3,6C\Phi I + \Delta B,$$

где $\Delta B = \Delta F$ – суммарные потери колесно-моторного блока.

Осуществление процесса электродинамического торможения на электропоездах постоянного тока с коллекторным тяговым электродвигателем:

Процесс реостатного торможения при последовательном возбуждении тяговых двигателей может начаться только при наличии остаточного магнитного потока в двигателе. Для реостатного торможения обмотки возбуждения необходимо реверсировать, чтобы сохранить в них такое же направление тока (следовательно, и магнитного потока), как и в режиме тяги (в якоре при генераторном режиме направление тока изменится), т.е. нужно согласовать направление магнитного потока с направлением генераторного тока.

Допустим, при включенных контакторе ЛК и контактах реверсора В1, В2 (рис. 1, а) ток в режиме тяги проходит в направлении, показанном стрелками, тогда после отключения линейного контактора остаточный магнитный поток обмотки возбуждения будет направлен аналогично.

Если теперь замкнуть якорь через контактор на резистор R , оставив реверсор в прежнем положении, то наведенная в якоре небольшая э.д.с. E за счет остаточного магнитного потока поступит на обмотку возбуждения в противоположном направлении. Это размагнитит двигатель, и торможение станет невозможным. Если при этом реверсор развернуть в положение "Назад" и замкнуть H_1 , H_2 , то генераторный ток I , пройдет по обмотке, как и в тяге. Он усилит остаточный магнитный поток и обеспечит самовозбуждение машины (рис. 1, б).

Было бы желательно подобный способ распространить на весь цикл торможения. Однако на практике торможение разбивается на несколько этапов. Прежде всего потому, что предпочтение отдается рекуперативному торможению, позволяющему возвращать электроэнергию в контактную сеть, а двигатели с последовательным возбуждением практически нельзя перевести в режим рекуперации, так как не представляется возможным перейти через промежуточный момент холостого хода, необходимый для перевода электрической машины из двигательного в генераторный режим.

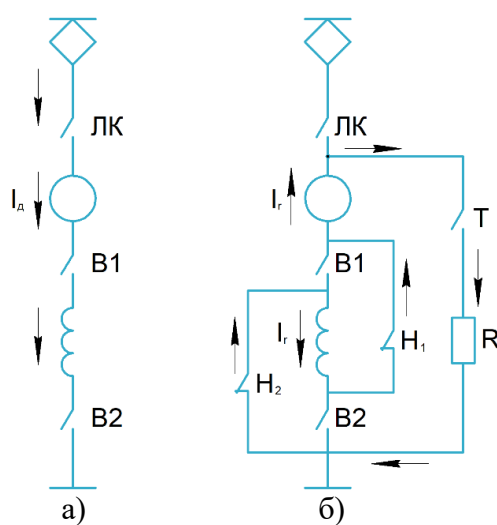


Рис. 1. Режимы работы:

а – режим тяги; б – режим реостатного торможения с самовозбуждением

Кроме того, использовать реостатное торможение с самовозбуждением с максимальной скорости тоже нельзя, поскольку их суммарное напряжение достигло бы очень большого значения, опасного и для электрооборудования, и для контактной сети. Применять реостатное торможение до остановки поезда не представляется возможным, потому что при малом вращении якоря двигателя, работающего в генераторном режиме, резко уменьшается его э.д.с., ток и электромагнитный тормозной момент. Поэтому полной остановки достигают с помощью электропневматического тормоза. Иными словами, описанная схема не обеспечивает сохранение тормозной силы при уменьшении скорости до нуля и непригодна для полной остановки поезда.

Схема начинает действовать с рекуперативного торможения, когда суммарное напряжение двигателей (точнее — суммарная э.д.с. генераторов) превышает напряжение контактной сети. Двигатели с последовательным возбуждением становятся генераторами с независимым возбуждением [1].

Область применения рекуперации имеет ограничения. Например, рекуперативное торможение при постоянном напряжении на тяговых двигателях ограничивается минимальной скоростью (45 - 50 км/ч), которая зависит от мощности синхронного генератора и насыщения тяговых двигателей, после чего приходится переходить на реостатное торможение с самовозбуждением.

Область рекуперации значительно расширяет использование двигателей, рассчитанных на глубокое ослабление возбуждения (до 18 %). Чтобы повысить коммутационную устойчивость двигателей в режиме электрического торможения и обеспечить надежную работу коллекторов и щеток, напряжение на коллекторах ограничивают до 750 В. При напряжении сети 3000 В это определяет постоянное последовательное соединение четырех двигателей.

Система рекуперативно-реостатного торможения предусматривает: автоматический переход с рекуперативного торможения на реостатное с самовозбуждением при минимальной скорости движения; автоматическое замещение рекуперативного торможения реостатным с независимым возбуждением при недостаточном потреблении энергии из контактной сети (при повышении в ней напряжения свыше 4000 В); автоматическое управление процессами торможения [2].

Эффективность рекуперативного торможения зависит не только от режимов работы электропоезда, но и от потребления энергии и сети, и параметров всей системы энергоснабжения.

Если во время рекуперации при недостаточном потреблении энергии из контактной сети напряжение на токоприемнике повысится до 3950 В, то сработает реле максимального напряжения РМН, включающее контактор Т. Произойдет переход на замещающее реостатное торможение. Поскольку в составе электропоезда имеется несколько моторных вагонов, реле РМН, которых срабатывают не одновременно, замещающее реостатное торможение может включиться на одном или нескольких вагонах в то время, когда оборудование на остальных вагонах продолжит работать в режиме рекуперации [3].

Силовая схема, обеспечивающая работу в данных режимах, получается наиболее простой при постоянном последовательном соединении тяговых двигателей, подключенных к общим резисторам. Все двигатели одинаково нагружены даже при расхождении характеристик. Недостаток последовательного соединения - склонность колесных пар к юзу.

На электропоездах ЭС2Г, ЭС2ГП и ЭС104 с асинхронными тяговыми электродвигателями переменного тока система электродинамического торможения представлена также в виде рекуперативно-реостатного торможения с автоматическим выбором режима торможения.

При электродинамическом (рекуперативном) торможении машинист задает необходимое тормозное усилие в процентах. Цифровой сигнал об этом поступает в систему управления электропоезда. Последняя рассчитывает необходимое тормозное усилие и выдает сигнал на блок управления приводом БУП о тормозном усилии.

Инверторы снижают частоту приложенного напряжения, при которой частота вращения магнитного поля статора становится меньше частоты вращения ротора асинхронного ТД. При этом ТД переходят в режим генератора. Вырабатываемая ими энергия через обратные диоды инверторов передается на промежуточный контур тягового преобразователя. Если напряжение промежуточного контура будет больше напряжения контактной сети, то энергия торможения будет возвращаться в контактную сеть. Так происходит рекуперативное торможение.

От промежуточного контура тормозной ток протекает через обмотки сетевого фильтра дросселя, датчик сетевого тока ДТ, быстродействующий выключатель и далее через токоприемник возвращается в контактную сеть. Если напряжение в контактной сети будет больше или равно напряжению промежуточного контура, то рекуперативное торможение становится неэффективным.

Если нагрузки в контактной сети будет недостаточно для реализации необходимого тормозного усилия, то БУП открывает силовые транзисторы тормозных регуляторов. Ток промежуточного контура замыкается на тормозных резисторах, находящихся на крыше вагона. Происходит реостатное торможение электропоезда.

В тех случаях, когда заданного тормозного усилия от рекуперативного или реостатного торможения будет недостаточно, система управления дает сигнал на БУТ для реализации необходимого тормозного усилия электропневматическим тормозом. При этом возможно совместное применение электродинамического и электропневматического торможения [4].

Таблица

Сравнение типов торможения на электропоездах постоянного тока

Тип торможения	Принцип действия	Плюсы	Минусы
Пневматическое	Сжатый воздух (из главных резервуаров) подается в тормозные цилиндры, которые через колодки прижимаются к колесам или дискам. Тормозная энергия превращается в тепло и рассеивается.	- Высокая надежность: простая и отработанная конструкция. - Независимость от контактной сети: работает при отсутствии напряжения. - Эффективность на низких скоростях: основной способ для полной остановки поезда. - Резервная система: всегда является аварийным и стояночным тормозом.	- Износ: прямой механический контакт приводит к износу колодок, дисков и бандажей колес. - Потеря энергии: вся кинетическая энергия рассеивается впустую в виде тепла. - Пыль и грязь: продукты износа загрязняют окружающую среду и оборудование. - Меньшая плавность: по сравнению с электрическими системами.
Электропневматическое	Ускоренный вариант пневматического торможения. Управляющий сигнал – электрический, а исполнительный механизм – пневматический. Электронный блок по проводам мгновенно передает команду на электропневматические вентили для наполнения тормозных цилиндров каждого вагона.	- Быстродействие: тормозная магистраль не используется для передачи управляющего сигнала, поэтому торможение срабатывает почти мгновенно по всему составу. - Синхронность: все тормозные цилиндры срабатывают одновременно, что исключает продольные рывки. - Плавность и точность: позволяет точно дозировать тормозное усилие. - Снижение продольных нагрузок на автосцепки.	- Сложность и стоимость: более сложная система с электронными блоками и датчиками. - Все минусы пневматического торможения: так как конечное тормозное усилие создается колодками/дисками, сохраняются износ и потери энергии. - Требуется резервирование: обычно дублируется классической пневматической системой.
Рекуперативное	Электродвигатели переходят в генераторный режим. Вырабатываемая электроэнергия не рассеивается, а возвращается в контактную сеть для питания других поездов или потребителей.	- Энергоэффективность: экономия электроэнергии (до 25-30% и более). - Отсутствие износа: тормозные колодки и диски не используются, что снижает затраты на обслуживание. - Плавность торможения: легко регулируется силой тока. - Экологичность: снижение выбросов (пыли от износа) и энергопотребления.	- Зависимость от сети: эффективно только при наличии потребителя энергии в сети (других поездов). Если энергию некому принять, система не работает. - Ограниченность на низких скоростях: тормозной эффект резко падает при снижении скорости (~15-20 км/ч и ниже). - Сложность системы управления: требует сложных преобразователей и систем стабилизации напряжения в сети. - Высокая стоимость оборудования.

Продолжение таблицы

Реостатное	Электродвигатели переходят в генераторный режим. Вырабатываемая электроэнергия подается на мощные резисторы (реостаты) на крыше поезда, где преобразуется в тепло и рассеивается в атмосферу.	- Независимость от контактной сети: работает при любых условиях, главное — наличие собственного напряжения. - Стабильность: тормозное усилие постоянно и предсказуемо, не зависит от состояния сети. - Отсутствие износа механических частей (как и у рекуперации). - Проще и дешевле рекуперации, так как не требуется стабилизировать сеть.	- Потеря энергии: вся кинетическая энергия рассеивается впустую. - Нагрев: мощные ТЭНы на крыше значительно нагревают вагон и окружающую среду, особенно в тоннелях. - Ограниченность на низких скоростях: как и у рекуперации, эффективно только на высоких и средних скоростях. - Дополнительная нагрузка на систему вентиляции.
------------	--	--	---

Рассмотрим эффективность рекуперативного торможения на примере расхода и рекуперации электроэнергии электропоездов постоянного тока моторвагонного депо Омск за октябрь 2025 года.

В моторвагонном депо Омск в октябре работало 39 машинистов, общий расход электроэнергии составил 1 250 310 кВт·ч, общий объем рекуперации – 170 757 кВт·ч. Представим распределение удельной электроэнергии рекуперации и процента рекуперации относительно затраченной электроэнергии на тягу (см. рис. 1,2).

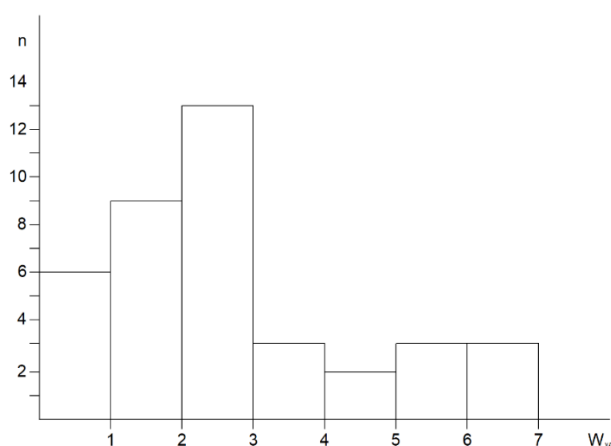


Рис. 2. График распределения удельной энергии рекуперации

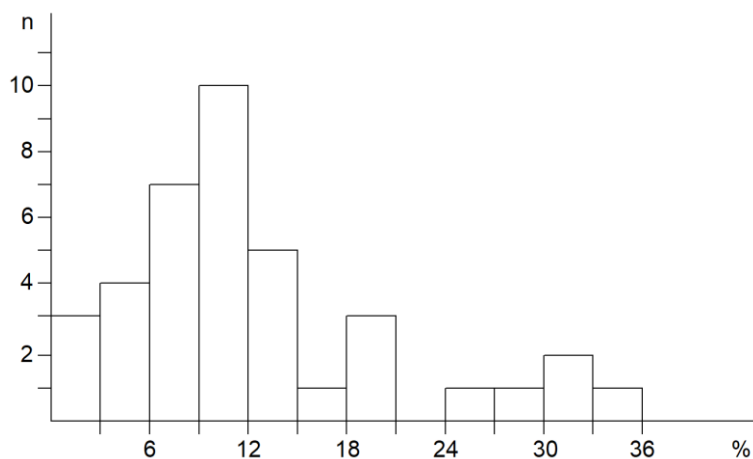


Рис. 3. График распределения процента рекуперации

Общая доля рекуперации за октябрь в моторвагонном депо Омск составила 13,7%. Самый большой процент рекуперации у машиниста – 36,8%, самый маленький – 0%. Доля рекуперации зависит от исправности и модели электропоезда, квалификации машиниста и участка обслуживания.

Но также не стоит забывать, что не вся электроэнергия, полученная в результате рекуперации, идёт на тягу поездов, если на участке нет электроподвижного состава, идущего в тяге, вся электроэнергия уходит на тяговую подстанцию и гасится в балластных резисторах, то есть переходит в тепловую энергию, как при реостатном торможении.

Проведенный анализ позволяет сформулировать вывод об эффективности рекуперативного и реостатного торможения, который демонстрирует зависимость итоговой эффективности систем торможения от совершенства системы управления.

Работа систем электрического торможения требует серьезной защиты от перегрузок и обязательного соблюдения некоторых условий, например, обеспечение равенства потоков возбуждения всех ТЭД, что способствует равномерному распределению нагрузок между двигателями при торможении. Рельсы должны быть сухими. При плохих условиях сцепления (влажность, листопад) возможно возникновение юза колесной пары, что требует интеграции ЭДТ с системой автоматической регулировки силы торможения (противобуксовочная система). Также большую роль играет значение напряжения в контактной сети: при его превышении система автоматически отключает рекуперацию и переходит в реостатный режим. Переход осуществляется при достижении 3950 В, то есть без учета энергии рекуперации в контактной сети должно быть не более 3700 В. Если в контактной сети не будет других поездов в тяге, вся выработанная энергия погасится в балластных резисторах на тяговой подстанции.

Из основных преимуществ электродинамического торможения следует отметить: снижение износа механических тормозных колодок и дисков, плавность торможения, отсутствие резких механических воздействий, что повышает комфорт пассажиров и снижает нагрузку на ходовые части. Недостатком существующей системы электродинамического торможения МВПС является отсутствие эффективной системы управления, что проявляется в виде неустойчивой работы в переходных режимах.

Список литературы

1. **Просвирин, Б. К.** Электропоезда постоянного тока с электрическим торможением / Б. К. Просвирин // ТРАНСИЗДАТ – 2000, С. 328. – ISBN: 5-900345-04-1.
2. Электропоезда постоянного тока ЭД2 Т, ЭТ2 М, ЭД4 М, ЭР2 Т, ЭТ2 / под ред. Д. В. Пегова. – Москва : Центр Коммерческих Разработок, 2008. – 192 с. : табл., ил.
3. Энергосберегающее оборудование электропоездов / А. С. Мазнев, А. М. Евстафьев и др. // Локомотив. – 2007. – № 1. – С. 3.
4. Краткое пособие для обучения локомотивных бригад на электропоезд ЭС2ГП «Премиум». / В.Б. Петров // УЦ ДОСС – 2018, С. 44.

References

1. **Prosvirin, B. K.** Electric trains with direct current and electric braking / B. K. Prosvirin // TRANSIZDAT – 2000, p. 328. – ISBN: 5-900345-04-1.
2. Electric trains with direct current ED2 T, ET2 M, ED4 M, ER2 T, ET2 / edited by D. V. Pegov. – Moscow: Center for Commercial Development, 2008. – 192 p.: tables, ill.
3. Energy-saving equipment of electric trains / A. S. Maznev, A. M. Evstafiev and others // Lokomotiv. – 2007. – No. 1. – P. 3.
4. Brief manual for training locomotive crews on the ES2GP "Premium" electric train. / V.B. Petrov // UC DOSS - 2018, p. 44.

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF ELECTRODYNAMIC BRAKING SYSTEMS FOR DC ELECTRIC TRAIN

Abstract. The article discusses the types of electric braking of electric train, provides a comparative analysis of mechanical braking systems, and provides an example of the effectiveness of regenerative braking at the Omsk electric train depot.

Keywords: braking, recovery, rheostatic braking, system, generator mode, circuit.

For citation: Kuhn, N. R. Analysis of the Effectiveness of Electrodynamic Braking Systems for Electric Train / N. R. Kuhn // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 123–129. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_123.

Сведения об авторах

Кюн Никита Робертович

Омский государственный университет путей
сообщения,
аспирант,
e-mail: kyun_9@mail.ru

Information about the authors

Kuhn Nikita Robertovich

Omsk State Transport University,
Graduate Student,
e-mail: kyun_9@mail.ru

И. И. Лаптева, Я. В. Жатченко, Гао Хэ

ТРЕХМЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОТЛА ЦИСТЕРНЫ НА ПРОЧНОСТЬ

Аннотация. Основной целью данного исследования является анализ прочности конструкции котла цистерны на основе методов механического расчета и соответствующих стандартов для обеспечения его безопасности и надежности при рабочем давлении и условиях эксплуатации. Основная цель расчёта прочности – гарантировать безопасную работу котла при рабочих давлениях и температурах, предотвращая аварии, вызванные отказом материала или разрушением конструкции. Расчёт прочности позволяет определить оптимальную толщину стенок, распределение напряжений и прочность сварных соединений, чтобы избежать концентрации напряжений, деформаций и появления трещин. Расчёт прочности помогает выбрать наиболее подходящие материалы и толщину стенок, что позволяет снизить затраты на производство, сохранив при этом высокий уровень безопасности и надёжности конструкции.

Ключевые слова: цистерна-контейнер, прочность, транспорт, срок службы, оптимизация конструкции.

Для цитирования: Лаптева, И. И. Трёхмерное проектирование и механический расчет котла цистерны на прочность. / И. И. Лаптева, Я. В. Жатченко, Гао Хэ // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 130–136. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_130.

Контейнерный транспорт обладает такими преимуществами, как высокая грузоподъемность, низкая стоимость перевозки и высокая эффективность транспортировки. Поэтому этот вид транспорта широко используется в морских и автомобильных перевозках по всему миру. Цистерна-контейнер – это тип контейнера, используемый для хранения и транспортировки различных газов, жидкостей и сухих порошков. Цистерна-контейнер обычно состоит из двух частей: корпуса и рамы. Цистерна представляет собой сосуд под давлением. Иногда внутри резервуара устанавливаются ударопрочные пластины для снижения инерционного эффекта при транспортировке жидкостей. Оболочка оснащается предохранительными клапанами для аварийного отключения (запорные краны, шаровые краны и другие компоненты арматуры), а также датчиками уровня, манометрами, термометрами и другим измерительным и испытательным оборудованием для обеспечения безопасности емкости при транспортировке и использовании. По сравнению с традиционным видом транспорта цистерны-контейнеры имеют значительные преимущества, такие как небольшие единовременные инвестиции, большая грузоподъемность, низкие транспортные расходы, что соответствует международным тенденциям. Однако с быстрым развитием отрасли количество контейнеров увеличивается, все чаще происходят аварии при контейнерных перевозках, наносящие неизмеримый ущерб стране и людям. Это связано с тем, что условия эксплуатации контейнеров очень специфичны. Материалы, перевозимые в контейнерах, обычно представляют собой высокотоксичные, взрывоопасные и легковоспламеняющиеся химические вещества и химикаты, а сами контейнеры подвергаются различным динамическим и статическим нагрузкам во время погрузки, погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки.

В случае разрыва или деформации цистерны, приводящей к утечке токсичных веществ, это может привести к невообразимым последствиям. Поэтому особенно важно обеспечить достаточную прочность контейнеров при транспортировке.

Цель расчёта прочности котла цистерны:

1. Обеспечение безопасности эксплуатации;
2. Проверка обоснованности конструкции;
3. Соответствие нормативным требованиям;
4. Увеличение срока службы;
5. Оптимизация выбора материалов и снижение затрат.

С бурным развитием современных промышленных и производственных технологий растет потребность в проектировании высококачественных, высокоуровневых, крупных, сложных и совершенных машин и инженерных сооружений. Для этого необходимы эффективные средства точного прогнозирования напряжений, деформаций и перемещений, которые будут возникать при эксплуатации машин и инженерных конструкций в будущем. Однако некоторые традиционные методы часто оказываются неэффективными при анализе практических инженерных задач. Из-за сложности решения краевых задач для дифференциальных уравнений классическая теория упругости может решать только относительно простые задачи, такие как форма конструкции и ее несущая способность. Задачи со сложной геометрией, неровными границами, трещинами или изменениями толщины, а также с геометрической и материальной нелинейностью, как правило, сталкиваются со многими проблемами. Получение аналитических решений с помощью классических методов эластодинамики очень сложно, а иногда и невозможно. Поэтому необходимо найти простой и точный метод численного анализа. Метод конечных элементов (МКЭ) – это очень эффективный метод численного расчета, который был создан и развит для удовлетворения этого требования.

Конструктивные параметры и условия загрузки контейнеров-цистерн при расчете методом МКЭ представлены в таблице 1.

Таблица 1

Конструктивные параметры контейнера-цистерны 1BB

Название параметра	Значение	Название параметра	Значение
Модель продукта	GX32HFA	Рабочая температура	-40~65°C
Тип контейнера	1BB	Диаметр резервуара	2365mm
Размеры (мм)	6000×2432×2591	Объем содержимого резервуара	38m ³
Заполняющая среда	Безводный фтористый водород (АНФ)	Толщина стенки цилиндра	12mm
Расчетное давление	0.7MPa	Толщина стенки головки	10mm
Выдерживать испытательное давление под давлением	1.05MPa	Материал резервуара	09Г2С
Средняя плотность	822kg/m ³	Материал юбки	16MnR
Качество корпуса коробки	9570kg	Материал угловой стойки рамы	Q345
Масса резервуара	7685kg	Рама (кроме угловых стоек)	20
Максимальная грузоподъемность	26430kg	Предел коррозионной стойкости	3mm
Максимальная общая масса	36000kg	Допустимое качество укладки	192000kg

Инерционная сила нагружения разделена на три следующих сценария:

- в горизонтальном направлении перпендикулярно направлению движения – общая масса (если направление движения невозможно точно определить, максимально допустимая сила нагрузки должна быть в два раза больше общей массы);
- при хранении – пятикратное превышение общей массы (на штабеля действует пятикратная сила тяжести);
- при разгрузке краном.

Статические нагрузки, действующие на цистерну: собственный вес резервуара – вес конструкции резервуара (включая оболочку, теплоизоляцию, опорные элементы и т.д.).

Динамические нагрузки:

- инерционные силы: силы, возникающие при ускорении, перемещении, остановке или раскачивании краном;
- коэффициент динамичности обычно принимается 1,5–2,0 (согласно стандартам ISO 4306 или GB/T 3811);
- ударные/колебательные нагрузки: резкие остановки или влияние ветра могут создавать дополнительные ударные нагрузки. Риски минимизируются за счет плавности операций.

Далее будет определена величина и направление силы инерции на основе соответствующих положений Международного кодекса морской перевозки опасных грузов и Правил проверки контейнеров Китайского классификационного общества, рассмотрены силы инерции как статические нагрузки, рассчитано напряжение контейнера при нормальных и низких температурах, а также классифицировано напряжение в соответствии со стандартами анализа и проектирования стальных сосудов под давлением, рассчитана интенсивность напряжения и выполнена проверка прочности, конечно-элементная модель котла-цистерны 1ВВ представлена на рисунке 1.

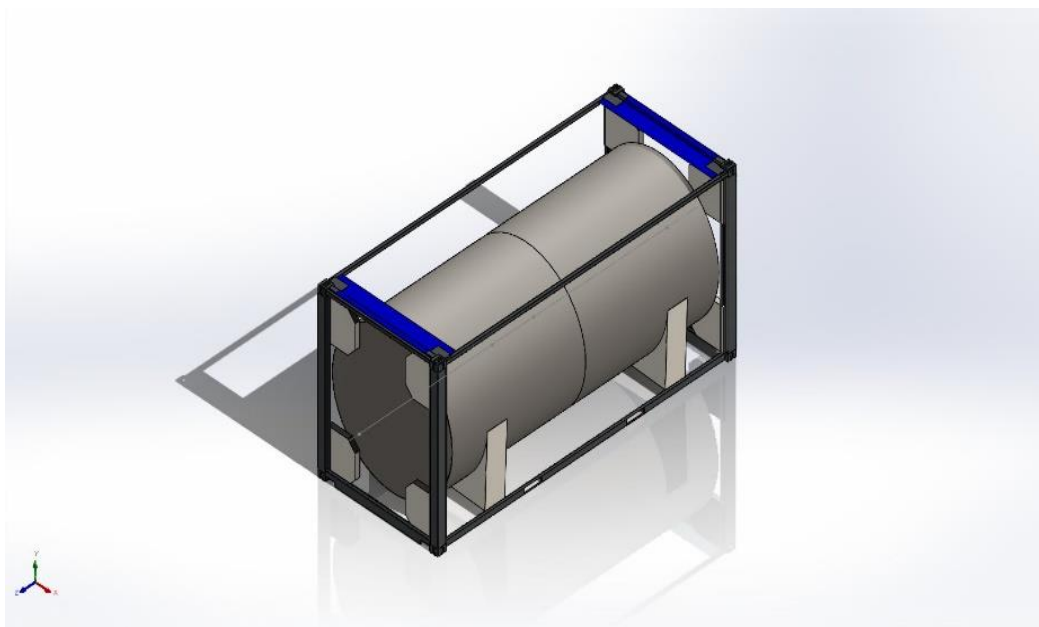


Рис. 1. Конечно-элементная модель котла-цистерны 1ВВ

В качестве основы для проверки прочности контейнеров-цистерн будут приняты соответствующие положения JB4732-95 «Стальные сосуды под давлением. Стандарт анализа и проектирования». В соответствии с положениями JB4732-95 «Стальные сосуды под давлением. Стандарты анализа и проектирования» при проверке прочности применяется

теория максимального напряжения сдвига, а интенсивность напряжения должна быть в два раза больше максимального напряжения сдвига:

$$S = \max\{|S_{12}|, |S_{23}|, |S_{31}|\} , \quad (1)$$

где S – интенсивность стресса; σ_1 , σ_2 , σ_3 – основное напряжение.

Первичная общая интенсивность мембранных напряжений S_I не должна превышать расчетного значения интенсивности напряжений kS_m :

$$S_I \leq kS_m. \quad (2)$$

Допустимое значение первичной местной прочности пленки S_{II} составляет $1.5kS_m$:

$$S_{II} \leq 1.5kS_m. \quad (3)$$

Допустимое значение интенсивности напряжений S_{III} первичного местного мембранного напряжения плюс первичное изгибное напряжение составляет $1.5kS_m$:

$$S_{III} \leq 1.5kS_m. \quad (4)$$

Допустимое значение интенсивности напряжений S_{IV} первичного местного мембранного напряжения плюс первичное изгибное напряжение и вторичное напряжение составляет $3kS_m$:

$$S_{IV} \leq 3kS_m. \quad (5)$$

Допустимое значение интенсивности напряжений S_V первичного локального напряжения плюс вторичное напряжение и пиковое напряжение равно S_a :

$$S_V \leq S_a, \quad (6)$$

где k – коэффициент сочетания нагрузок, для этого анализа $k=1$; S_m – расчетная интенсивность напряжений материала при расчетной температуре; S_a – допустимое значение интенсивности усталостных напряжений материала при определенном числе циклов.

Для получения $S_I \sim S_V$ следует выбрать наиболее опасные точки напряжения, чтобы получить результаты на основе структуры компонента, формы нагрузки и результатов расчета методом конечных элементов.

Корпус резервуара изготовлен из материала 09Г2С, расчетная прочность материала при комнатной температуре составляет 154 МПа. Материал юбки — 16MnR, расчетная прочность материала при комнатной температуре составляет 196 МПа. Материал угловых колонн каркаса – Q345, предел текучести материала при комнатной температуре σ_s – 345 МПа, предел прочности на растяжение σ_b – 470 МПа. Расчетное значение интенсивности напряжений составляет (меньшее значение между $\sigma_s/1,5$ и $\sigma_b/2,6$) 181 МПа. Материал остальных частей рамы – 1020, расчетная прочность материала при комнатной температуре – 150 МПа.

Результаты проверки прочности контейнеров-цистерн, заполненных грузом в нормальных температурных условиях при четырех рабочих состояниях, приведены в таблице 2 для первого рабочего условия.

Приведенные выше результаты показывают, что согласно JB4732-95 «Стальные сосуды под давлением. Стандарт анализа и проектирования» при нормальных температурных условиях контейнер, подвергнутый воздействию инерционной силы, соответствует требованиям прочности. Диаграммы результатов конечно-элементного анализа представлены на рисунках 2-3.

Таблица 2

Результаты расчета прочности на напряжение и проверка в 1 рабочем условии

Проверить позицию	Тип интенсивность и напряжения	Значение (МПа)	Допустимое значение (МПа)	Результаты проверки
Середина головы	S_I	92.5	154	удовлетворяет
	S_{III}	97.9	231	удовлетворяет
Середина цилиндра	S_I	71.1	154	удовлетворяет
	S_{III}	74.5	231	удовлетворяет
Соединение между продольной балочной опорой и цилиндром	S_{II}	61.6	231	удовлетворяет
	S_{IV}	151	462	удовлетворяет
Каркас в целом (без угловых колонн)	S_I	60	150	удовлетворяет
	S_{III}	62.8	225	удовлетворяет
Часть каркаса (без угловых колонн)	S_{II}	211	225	удовлетворяет
	S_{IV}	367	450	удовлетворяет
Угловая колонна торцевой рамы	S_I	52.3	181	удовлетворяет
	S_{III}	101	271.5	удовлетворяет
Часть угловой колонны торцевой рамы	S_{II}	213	271.5	удовлетворяет
	S_{IV}	447	543	удовлетворяет

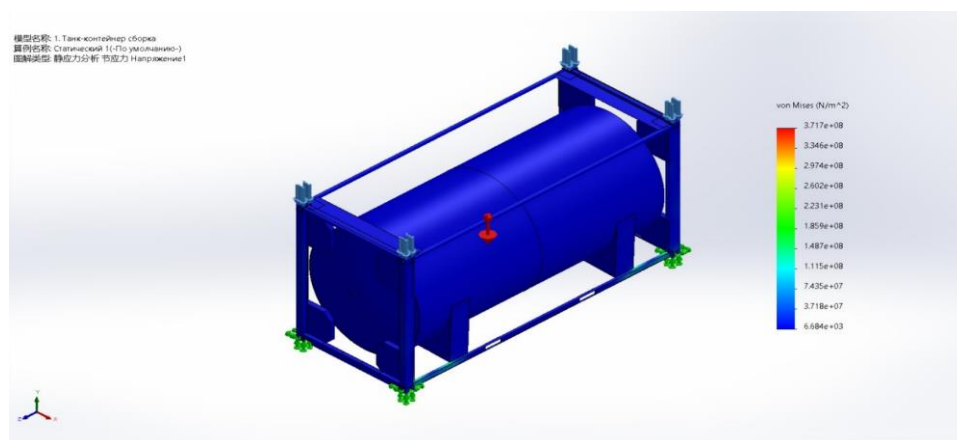


Рис. 2. Диаграмма облака анализа напряжений

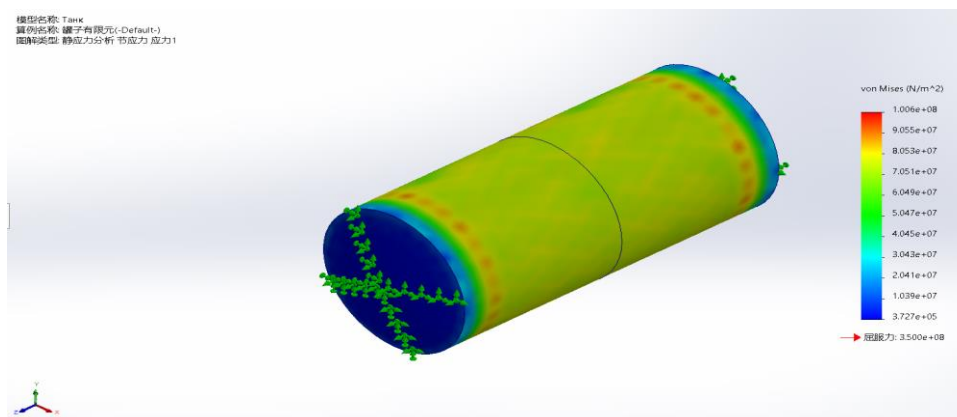


Рис. 3. Облачная диаграмма анализа деформации

Приведенные выше результаты показывают, что согласно JB4732-95 «Стальной сосуд под давлением анализ стандарта проектирования» в условиях низких температур, за счет инерционной силы резервуар удовлетворяет требованиям прочности.

Результаты расчетов показывают, что: при комнатной температуре и при низкой температуре -40°C , загруженной товарами, в четырех условиях прочность котла-цистерны 1ВВ находится в диапазоне допустимых значений, что позволяет удовлетворить требования к прочности, предъявляемые проектом. Кроме того, установлено, что интенсивность напряжений в котле-цистерне в основном определяется внутренним давлением; интенсивность напряжений в раме определяется величиной и направлением силы инерции.

Список литературы

1. ГОСТ Р. 34233.6-2017. Сосуды и аппараты //Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках. М.: Стандартиформ. – 2019.
2. Абдрахманов Д. М. и др. Изменения и нововведения в требованиях к сосудам и аппаратам, работающим под давлением //Вестник науки и образования. – 2016. – №. 4 (16). – С. 13-15.
3. Расчет на прочность легкового прицепа общего назначения при загрузке прицепа сыпучим грузом с использованием компьютерных программных средств проектирования SOLIDWORKS Simulation. Кузин Е., Сульдин С., Митин Э., Митина А. // САПР и графика. 2017. № 4 (246). С. 2527.
4. **Chen Q.** Research on the dynamics of urban rail vehicles using asymmetric bogies. Abstract of Ph. D. thesis. South-West Jiao-Tong University. Chengdu, 2008. 25 p.
5. **Lv H.** Design and dynamic performance study of suspension vehicle wheel side motor bogie. Abstract of Ph. D. thesis. South-West Jiao-Tong University. Chengdu, 2020. 22 p.
6. **Wang Y Z.** Overall scheme design and dynamic performance study of 200 km/h high speed freight car inner axle box bogie. Abstract of Ph. D. thesis. South-West Jiao-Tong University. Chengdu, 2019. 19 p.
7. **Wang W D, Li K S.** Analysis of the influence of bogie wheelbase error on the linear dynamics performance of vehicles // China Railway Science. 1995. № 4. P. 88-101.
8. **Yang X.** Overall design and dynamic performance study of 160 km/h axle box bogie. Abstract of Ph. D. thesis. South-West Jiao-Tong University. Chengdu, 2018. 24 p.

References

1. GOST R 34233.6-2017. Vessels and apparatus // Standards and methods for strength calculation. Strength calculation under low-cycle loads. Moscow: Standartinform. – 2019.
2. **Abdrakhmanov D. M. et al.** Changes and innovations in the requirements for vessels and apparatuses operating under pressure // Bulletin of Science and Education. - 2016. - No. 4 (16). - P. 13-15.
3. Strength calculation of a general-purpose light-duty trailer when loading the trailer with bulk cargo using SOLIDWORKS Simulation computer design software. Kuzin E., Sul'din S., Mitin E., Mitina A. // CAD and graphics. 2017. No. 4 (246). P. 2527.
4. **Chen Q.** Research on the dynamics of urban rail vehicles using asymmetric bogies. Abstract of Ph. D. thesis. South-West Jiao-Tong University. Chengdu, 2008. 25 p.
5. **Lv H.** Design and dynamic performance study of suspension vehicle wheel side motor bogie. Abstract of Ph. D. thesis. South-West Jiao-Tong University. Chengdu, 2020. 22 p.
6. **Wang Y Z.** Overall scheme design and dynamic performance study of 200 km/h high speed freight car inner axle box bogie. Abstract of Ph. D. thesis. South-West Jiao-Tong University. Chengdu, 2019. 19 p.
7. **Wang W D, Li K S.** Analysis of the influence of bogie wheelbase error on the linear dynamics performance of vehicles // China Railway Science. 1995. № 4. P. 88-101.
8. **Yang X.** Overall design and dynamic performance study of 160 km/h axle box bogie. Abstract of Ph. D. thesis. South-West Jiao-Tong University. Chengdu, 2018. 24 p.

I. I. Lapteva, Ya. V. Zhatchenko, Gao He

3D DESIGN AND MECHANICAL STRENGTH CALCULATION OF A TANK BOILER

Abstract. The primary objective of this study is to analyze the structural strength of a tank boiler using mechanical calculation methods and relevant standards to ensure its safety and reliability under operating pressures and conditions. The primary goal of the strength calculation is to ensure safe operation of the boiler at operating pressures and temperatures, preventing accidents caused by material failure or structural failure. Strength calculations help determine the optimal wall thickness, stress distribution, and weld strength to avoid stress concentration, deformation, and cracking. Strength calculations help select the most appropriate materials and wall thicknesses, reducing production costs while maintaining a high level of structural safety and reliability.

Keywords: tank container, strength, transport, service life, design optimization.

For citation: Lapteva, I. I. 3D Design and Mechanical Strength Calculation of a Tank Boiler. / I. I. Lapteva, Ya. V. Zhatchenko, Gao He // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobsheniya. – 2026. – № 1. – P. 130–136. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_130.

Сведения об авторах

Лаптева Ирина Ивановна

Дальневосточный государственный
университет путей сообщения,
кафедра «Транспорт железных дорог»,
старший преподаватель,
e-mail: irinlapteva@mail.ru

Жатченко Ярослав Валерьевич

Дальневосточный государственный
университет путей сообщения,
кафедра «Транспорт железных дорог»,
старший преподаватель,
e-mail: zhatchenko@yandex.ru

Гао Хэ

Дальневосточный государственный
университет путей сообщения,
магистрант группы MO121НТК

Information about the authors

Lapteva Irina Ivanovna

Far Eastern State Transport University,
Chair «Railway Transport»,
Senior Lecturer,
e-mail: irinlapteva@mail.ru

Zhatchenko Yaroslav Valerievich

Far Eastern State Transport University,
Chair «Railway Transport»,
Senior Lecturer,
e-mail: zhatchenko@yandex.ru

Gao He

Far Eastern State Transport University,
Master's Student of the MO121NTK group

Д. Д. Попов, А. А. Свечников

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТИПОВ ОРЕБРЕНИЯ ДЛЯ РАДИАТОРОВ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ МАНЕВРОВЫХ ТЕПЛОВОЗОВ

Аннотация. В статье проведен сравнительный анализ современных типов оребрения (жалюзийное, волнистое, перфорированное, ячеистые структуры) для применения в радиаторах систем охлаждения маневровых тепловозов. На основе систематизации данных научных публикаций оценены преимущества и недостатки каждого типа по ключевым критериям: коэффициент теплоотдачи, аэродинамическое сопротивление, стойкость к засорению, технологичность изготовления. Разработаны рекомендации по выбору типа оребрения для различных условий эксплуатации.

Ключевые слова: оребрение радиаторов, теплоотдача, аэродинамическое сопротивление, система охлаждения, маневровый тепловоз, аддитивные технологии.

Для цитирования: Попов, Д. Д. Сравнительный анализ эффективности перспективных типов оребрения для радиаторов систем охлаждения маневровых тепловозов/ Д. Д. Попов, А. А. Свечников // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 137–143. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_137.

Обеспечение стабильных тепловых режимов в системах охлаждения маневровых тепловозов является критически важной задачей в условиях растущих требований к надежности, экономичности и экологичности железнодорожного транспорта. Радиатор, как ключевой элемент этой системы, во многом определяет ее общую эффективность, которая напрямую связана с конструкцией теплообменной поверхности.

Потенциал традиционных решений на основе гладких труб и простых типов оребрения во многом исчерпан. В современных условиях для достижения прорыва в эффективности необходим осознанный выбор среди перспективных высокоэффективных типов оребрения, которые зачастую сложнее и дороже в производстве, но предлагают значительное улучшение тепловых характеристик. К таким инновационным конструкциям относятся, в частности, трубы со спиральным (хеликоидальным) оребрением, изготавливаемые методами накатки, навивки или высокочастотной сварки, а также продольное оребрение, создаваемое путем экструзии или сварки. Эти технологии позволяют многократно – в 10-12 раз и более увеличить площадь теплообмена по сравнению с гладкой трубой того же диаметра, что ведет к созданию более компактных и легких теплообменных аппаратов без потери мощности [1].

Целью данной статьи является проведение сравнительного анализа перспективных типов оребрения и разработка на его основе инженерных рекомендаций для их применения в радиаторах систем охлаждения маневровых тепловозов. Анализ будет охватывать не только теплотехническую эффективность (коэффициент теплоотдачи) и гидравлическое сопротивление, но и такие важные для эксплуатации критерии, как стойкость к засорению и технологичность изготовления, включая потенциал использования аддитивных технологий.

Для обеспечения репрезентативности выборки были изучены работы, посвященные как численному моделированию (CFD-анализу), так и экспериментальным исследованиям теплообмена и гидродинамики в каналах сложной формы.

Для объективного сравнения перспективных типов оребрения были выбраны следующие критерии, общепринятые в научной практике для оценки теплообменных поверхностей:

1. Теплотехническая эффективность – данный критерий оценивает способность поверхности эффективно передавать тепловую энергию потоку охладителя. В качестве ключевых количественных показателей используются:

- коэффициент теплоотдачи (α , Вт/м²·К): прямой показатель интенсивности теплообмена. Более высокие значения свидетельствуют о лучшей теплопередаче;
- критерий Колберна (j-factor): безразмерный параметр, характеризующий эффективность конвективного теплообмена и определяемый как $j = St \cdot Pr^{2/3}$, где St – число Стэнтона, Pr – число Прандтля. Этот критерий позволяет сравнивать различные поверхности независимо от конкретных условий течения, что делает его универсальным инструментом для анализа.

2. Гидравлическое сопротивление – параметр определяет энергетические затраты на прокачку теплоносителя через систему охлаждения. Оценка проводится по:

- коэффициент лобового сопротивления (f): безразмерный параметр, характеризующий гидравлические потери на трение и местные сопротивления;
- перепад давления (ΔP , Па): прямая количественная мера потерь давления на участке теплообменной поверхности.

3. Комплексный критерий эффективности.

Для выбора оптимальной конструкции недостаточно рассматривать теплоотдачу и сопротивление по отдельности. Наиболее объективную оценку дает критерий (j/f), представляющий собой отношение теплотехнической эффективности (j-factor) к гидравлическим потерям (f-factor). Поверхность с высоким значением j/f обеспечивает лучшую теплоотдачу при меньших затратах энергии на преодоление сопротивления, что является ключевым для энергоэффективных систем.

4. Стойкость к засорению.

Для маневровых тепловозов, работающих в условиях повышенной запыленности, этот критерий имеет критическое значение, так как загрязнение поверхности радиатора резко снижает его эффективность. Ввиду сложности количественной оценки применяется качественная оценка, основанная на анализе конструктивных особенностей. Оцениваются:

- способность накапливать загрязнения, т.е. наличие зон застоя, щелей и карманов, где может скапливаться пыль и грязь;
- способность к самоочищению: насколько аэродинамика поверхности способствует сдуванию и выносу частиц загрязнений потоком воздуха.

5. Технологичность.

Оценивается возможность и эффективность изготовления с использованием массовых промышленных технологий, такими как литье под давлением, пайка/сварка, накатка/навивка, штамповка, а также пригодность для аддитивного производства. Оценивается потенциал использования технологий 3D-печати: свобода геометрии, интеграция функций (возможность печати монолитных конструкций), экономическая целесообразность.

Проведем детальный анализ перспективных типов оребрения, рассматривая их физические принципы действия и систематизируя количественные данные.

Жалюзийное оребрение (рис. 1). Конструкция представляет собой плоскую пластину с рядом узких щелей (жалюзи), отгибаемых под определенным углом (обычно 20-30°) к набегающему потоку. Физический принцип действия заключается не только в турбулизации, но и в периодическом разрушении пограничного слоя. Каждая жалюзи действует как новый стартовый участок для роста теплового пограничного слоя, что поддерживает высокий градиент температуры у поверхности. Кроме того, поток в значительной степени «переориентируется» вдоль жалюзи, что увеличивает фактическую длину пути и эффективную поверхность теплообмена

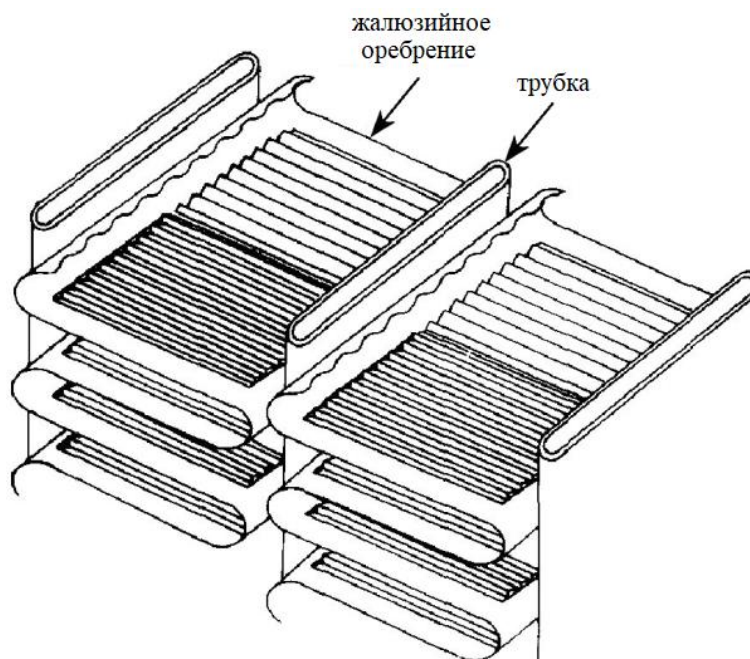


Рис. 1. Жалюзийное оребрение

Жалюзийное оребрение демонстрирует увеличение коэффициента теплоотдачи (j -factor) на 35-60 % по сравнению с гладким оребрением при той же площади [2].

Однако за счет интенсивного вихреобразования и многократных отрывов потока рост коэффициента гидравлического сопротивления (f -factor) составляет 80-120 %.

Эффективность по комплексному критерию (j/f) может превышать показатели гладких пластин на 10-15 %, но сильно зависит от геометрии жалюзи и скорости потока.

Преимущество жалюзийного оребрения является максимальная интенсивность теплообмена среди традиционных типов оребрения.

Недостатки: высокое аэродинамическое сопротивление; выраженная склонность к забиванию пылью и насекомыми из-за малых размеров щелей, что требует частой очистки в эксплуатации.

Волнистое и серповидное оребрение (рис. 2). Пластина оребрения имеет плавные периодические изгибы в одном (волнистое) или двух встречных направлениях (серповидное). Основной механизм интенсификации охлаждения – вынужденная поперечная пульсация потока. При обтекании изогнутой поверхности в пристенных областях возникают поперечные течения и вихри Дина-Гортлера, которые эффективно «взбалтывают» пограничный слой, подводя к поверхности более холодные массы воздуха. Серповидная конфигурация создает более сложную трехмерную турбулентность, обеспечивая лучший теплообмен.

Волнистое оребрение повышает теплоотдачу на 25-45 % относительно гладкого.

Увеличение гидравлического сопротивления находится в диапазоне 40-70 % [3].

Комплексный критерий (j/f) часто на 5-20 % выше, чем у жалюзийного в реальном диапазоне скоростей, что свидетельствует о более выгодном компромиссе.

Плюсы: оптимальное соотношение эффективность/сопротивление; менее склонно к засорению благодаря более плавной геометрии и отсутствию узких щелей.

Минусы: теплотехническая эффективность в абсолютном выражении уступает правильно спроектированному жалюзийному оребрению.

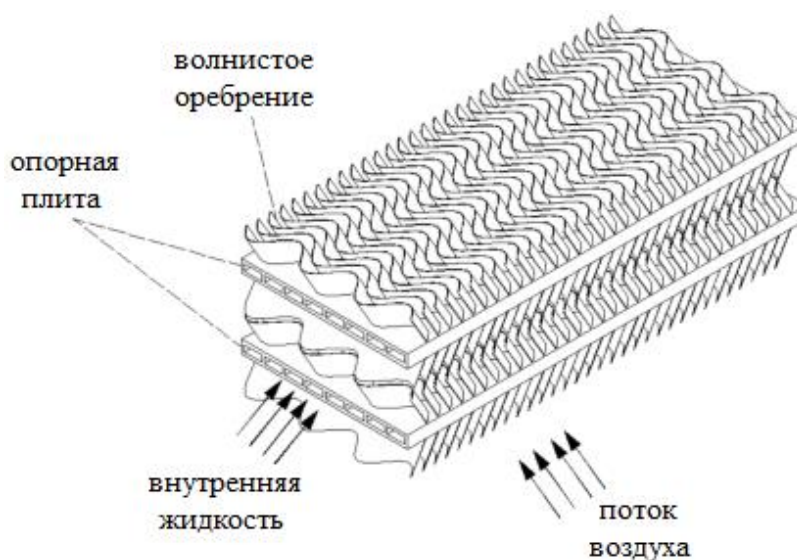


Рис. 2. Волнистое и серповидное ребрение

Перфорированное ребрение (рис. 3). Данный тип представляет собой пластину с регулярно расположенными сквозными отверстиями. Физический принцип действия основан на перемешивании потока за счет струйной эжекции и отрывных течений. На кромках каждого отверстия пограничный слой срывается, а струи из вышерасположенных отверстий «пронзают» и разрушают слой на нижележащих участках. Это приводит к постоянному обновлению пристенной области.

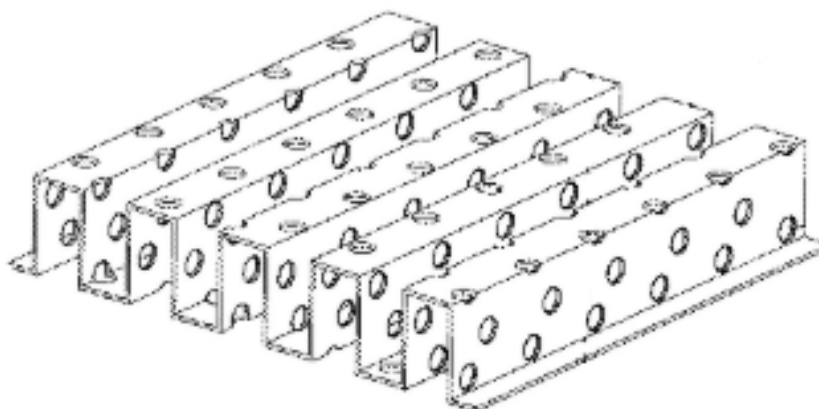


Рис. 3. Перфорированное ребрение

Перфорация диаметром 2-3 мм с относительной площадью перфорации 15-25 % обеспечивает прирост теплоотдачи на 15-30 % [4].

Рост сопротивления при этом составляет 25-50 %, что связано с дополнительными потерями на вход и выход из отверстий.

Эффективность перфорированных поверхностей сильно зависит от шага и диаметра отверстий.

Преимущества: умеренная склонность к засорению (часть мелких частиц проходит насквозь, не задерживаясь на поверхности); относительно простая технология изготовления (штамповка).

Недостатки: снижение механической прочности и жесткости пластины; риск возникновения местных концентраторов напряжений; эффективность ниже, чем у волнистых и жалюзийных типов.

Ячеистые и пористые структуры (рис. 4). Это объемные, трехмерно-периодические решетчатые (гироиды, кельвиновы ячейки) или случайные структуры. Они представляют

собой не поверхность, а объемный теплообменник. Принцип действия кардинально отличается: поток вынужден многократно и хаотично менять направление, омывая развитую поверхность со всех сторон. Теплоотдача происходит в условиях интенсивной трехмерной турбулентности и развитого ламинарно-турбулентного перехода, что обеспечивает экстремально высокие коэффициенты конвекции.

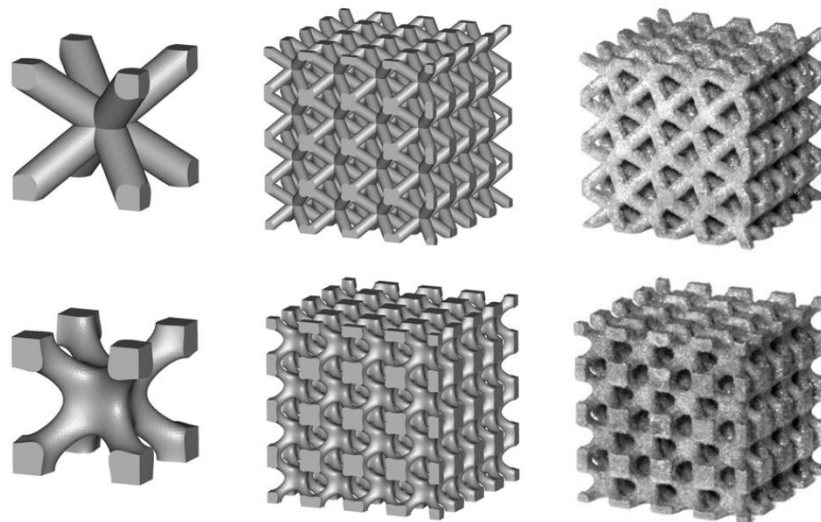


Рис. 4. Ячеистые и пористые ребрения

Радиаторы с данным типом ребрения могут быть изготовлены методом селективного лазерного сплавления (SLM-печать). Данная конструкция радиатора может повышать теплосъем в 2-4 раза на единицу объема по сравнению с радиаторами традиционной конструкции. [5].

Минусом такой конструкции является повышенное гидравлическое сопротивление, которое может на 1-2 порядка превышать сопротивление гладкотрубной конструкции.

Комплексная эффективность (j/f) может быть колебаться в зависимости от пористости и размера ячейки, но основное преимущество – в сверхвысокой удельной поверхностной плотности.

Плюсы: предельно высокая эффективность теплосъема на единицу объема; малый вес; потенциал для интегрального охлаждения.

Минусы: высокая стоимость производства исключительно аддитивными методами; высокий риск необратимого засорения в условиях запыленности; сложность очистки.

Проведенный сравнительный анализ позволяет оценить применимость перспективных типов ребрения для модернизации или разработки новых радиаторов маневрового тепловоза ТЭМ18ДМ. Выбор оптимального типа должен определяться не столько максимальной теплоотдачей, сколько поиском наилучшего компромисса между эффективностью, эксплуатационной надежностью и экономической целесообразностью в конкретных условиях работы.

На основании анализа технической документации и конструкции, радиатор тепловоза ТЭМ18ДМ относится к пластинчато-трубному типу с плоскоовальными трубками и с простым слабопрофилированным пластинчатым ребрением.

Для массового производства новых партий радиаторов для тепловозов ТЭМ18ДМ наиболее обоснованным и надежным выбором является волнистое (серповидное) ребрение. Оно обеспечивает значительный прирост теплотехнических характеристик по сравнению с традиционными гладкими пластинами, сохраняя при этом высокую эксплуатационную надежность и ремонтпригодность в сложных условиях маневровой работы.

Ячеистые и пористые структуры в настоящее время не могут быть рекомендованы для серийного применения на тепловозе ТЭМ18ДМ в связи с высокой стоимостью, нерешенной

проблемой необратимого засорения и необходимостью применения аддитивных технологий. Это решение для спецзадач, где компактность и малый вес радиатора являются приоритетами, а стоимость и эксплуатационные расходы – факторами второго порядка.

Таким образом, для условий работы маневровых тепловозов, рекомендуется применение волнистого (серповидного) оребрения, как решения, обеспечивающего наилучший баланс между теплотехнической эффективностью, умеренным гидравлическим сопротивлением и эксплуатационной стойкостью к засорению.

Для депо с налаженной системой технического обслуживания, включающей регулярную очистку радиаторных секций, и при наличии требований к максимальной тепловой производительности, допустимо рассмотреть применение жалюзийного оребрения при условии осознанного принятия повышенных энергозатрат на прокачку воздуха и риска более частого загрязнения.

Список литературы

1. **Афанасьева, И. В.** Существующие технологии оребрения труб / И. В. Афанасьева // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1(52). – С. 194. – EDN WRTCOI.
2. **Шаповалов, А. В.** Способы интенсификации теплообмена в теплопередающих устройствах / А. В. Шаповалов, Н. М. Кидун, Т. Н. Никулина // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого. – 2021. – № 4. – С. 67–76.
3. **Осминкина, А. С.** Сравнительный анализ теплогидравлических характеристик оребренных поверхностей разных форм / А. С. Осминкина, Е. Ю. Павлюк, А. В. Савкин // Энергоресурсоэффективные и инновационные технологии в промышленности. – 2019. – С. 297–299.
4. **Рекин, А. Д.** Экспериментальное и расчетное исследование теплового и напряженного состояния перфорированной стенки жаровой трубы с различным наклоном отверстий и шагом между ними / А. Д. Рекин, В. В. Жестовский, В. П. Лукаш, С. А. Стряпунин // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – 2002. – № 2 (2). – С. 81–87.
5. Zhao, M., Liu, F., Fu, G., Zhang, D.Z., Zhang, T., & Zhou, H. Improved Mechanical Properties and Energy Absorption of BCC Lattice Structures with Triply Periodic Minimal Surfaces Fabricated by SLM // Materials. – 2018. – Vol. 11, No. 12. – Art. 2411. – DOI: 10.3390/ma11122411.

References

1. **Afanasyeva, I. V.** Existing technologies for pipe finning / I. V. Afanasyeva // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2019. – No. 1(52). – P. 194. – EDN WRTCOI.
2. **Shapovalov, A. V.** Methods for intensifying heat transfer in heat-transfer devices / A. V. Shapovalov, N. M. Kidun, T. N. Nikulina // Bulletin of the P. O. Sukhoi Gomel State Technical University. – 2021. – No. 4. – P. 67–76.
3. **Osminkina, A. S.** Comparative analysis of the thermal-hydraulic characteristics of finned surfaces of various shapes / A. S. Osminkina, E. Yu. Pavlyuk, A. V. Savkin // Energy- and Resource-Efficient and Innovative Technologies in Industry. – 2019. – P. 297–299.
4. **Rekin, A. D.** Experimental and computational study of the thermal and stress state of a perforated flame tube wall with varying hole inclination and spacing / A. D. Rekin, V. V. Zhestovsky, V. P. Lukash, S. A. Stryapunin // Vestnik of Samara State Aerospace University. – 2002. – No. 2 (2). – P. 81–87.
5. Zhao, M., Liu, F., Fu, G., Zhang, D.Z., Zhang, T., & Zhou, H. Improved Mechanical Properties and Energy Absorption of BCC Lattice Structures with Triply Periodic Minimal Surfaces Fabricated by SLM // Materials. – 2018. – Vol. 11, No. 12. – Art. 2411. – DOI: 10.3390/ma11122411.

D. D. Popov, A. A. Svechnikov

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF PROMISING FIN TYPES FOR RADIATORS OF SHUNTING DIESEL LOCOMOTIVE COOLING SYSTEMS

Abstract. The article presents a comparative analysis of modern fin types (louvered, wavy, perforated, cellular structures) for application in radiators of shunting diesel locomotive cooling systems. Based on the systematization of data from scientific publications, the advantages and disadvantages of each type are evaluated against key criteria: heat transfer coefficient, aerodynamic resistance, fouling resistance, and manufacturability. Recommendations for selecting the fin type for various operating conditions are developed.

Keywords: radiator fins, heat transfer, aerodynamic resistance, cooling system, shunting diesel locomotive, additive technologies.

For citation: Popov, D. D. Comparative Analysis of the Efficiency of Promising Fin Types for Radiators of Shunting Diesel Locomotive Cooling Systems / D. D. Popov, A. A. Svechnikov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 137–143. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_137.

Сведения об авторах

Попов Данила Дмитриевич

Приволжский государственный университет
путей сообщения,
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
аспирант,
e-mail: p.daniel.d@yandex.ru

Свечников Александр Александрович

Приволжский государственный университет
путей сообщения,
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
к.т.н., доцент, доцент,
e-mail: aa.svechnikov@samgups.ru

Information about the authors

Popov Danila Dmitrievich

Volga State Transport University,
Chair «Traction Rolling Stock»,
Postgraduate Student,
e-mail: p.daniel.d@yandex.ru

Svechnikov Aleksandr Aleksandrovich

Volga State Transport University,
Chair «Traction Rolling Stock»,
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor, Associate Professor,
e-mail: aa.svechnikov@samgups.ru

*И. И. Прокофьев***НАКОПИТЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА МАНЕВРОВОМ ТЕПЛОВОЗЕ**

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос применения накопителей электрической энергии в силовых установках маневровых тепловозов. Предлагаемые в статье схемные решения позволяют снизить расход дизельного топлива локомотивом и увеличить мощность и крутящий момент на валу тягового двигателя тепловоза.

Ключевые слова: накопители энергии, маневровый тепловоз, гибридная силовая установка, гибридный локомотив, энергосбережение.

Для цитирования: Прокофьев, И. И. Накопитель электрической энергии на маневровом тепловозе / И. И. Прокофьев // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 144–148. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_144.

В соответствии с комплексной государственной программой Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» разработка мер по энергосбережению, повышению эффективности, в том числе и в сфере транспорта, является приоритетным направлением государственной политики [1].

Выполнение маневровой работы является одной из важных задач эксплуатации парка локомотивов, при этом большую часть этой работы выполняется тепловозами.

Особенностью работы маневровых локомотивов являются частые тягово-тормозные циклы при выполнении таких технологических операциях, как подача или уборка составов к месту стоянки, погрузки или выгрузки, одиночное следование локомотива, вывозная работа и работа на подъездных путях и путях промышленных предприятий.

Тепловозы имеют большой расход энергетических ресурсов в виде дизельного топлива на холостом ходу, а холостой ход обычно составляет до 60% от общего времени работы на станции [2]. Кроме того, хотя тепловозы в номинальном режиме и имеют коэффициент полезного действия до 30%, но для маневровой работы характерны режимы, когда реализуется неполная мощность локомотива. Все эти факторы снижают КПД маневрового тепловоза до 9 – 13% [2].

В настоящее время широко распространяются гибридные локомотивы, на которых применяется силовая установка с не менее чем двумя различными источниками энергии. Одним из вариантов дополнительного источника энергии является накопитель электрической энергии.

Применение накопителей энергии способствует уменьшению расхода топлива, снижению загрязнения окружающей среды и повышению мощности силовой установки локомотива.

Экономия топливных ресурсов локомотива и снижение объёмов выбросов CO₂ достигается за счёт оптимизации работы дизеля при использовании в гибридной силовой установке накопителя энергии [3]. Так, компанией АО «Трансмашхолдинг» в партнерстве с группой компаний Ctrl2GO был представлен гибридный локомотив ТЭМ5Х, который оснащён дизелем и литий-ионной аккумуляторной батареей с емкостью 240 кВт·ч и экономией топлива до 30% [4, 5].

Кроме этого, за счёт энергии накопителя электрической энергии появляется возможность увеличения момента и мощности на валу тяговых двигателей маневрового тепловоза [5]. Также появляется возможность использовать накопленную энергию при пуске

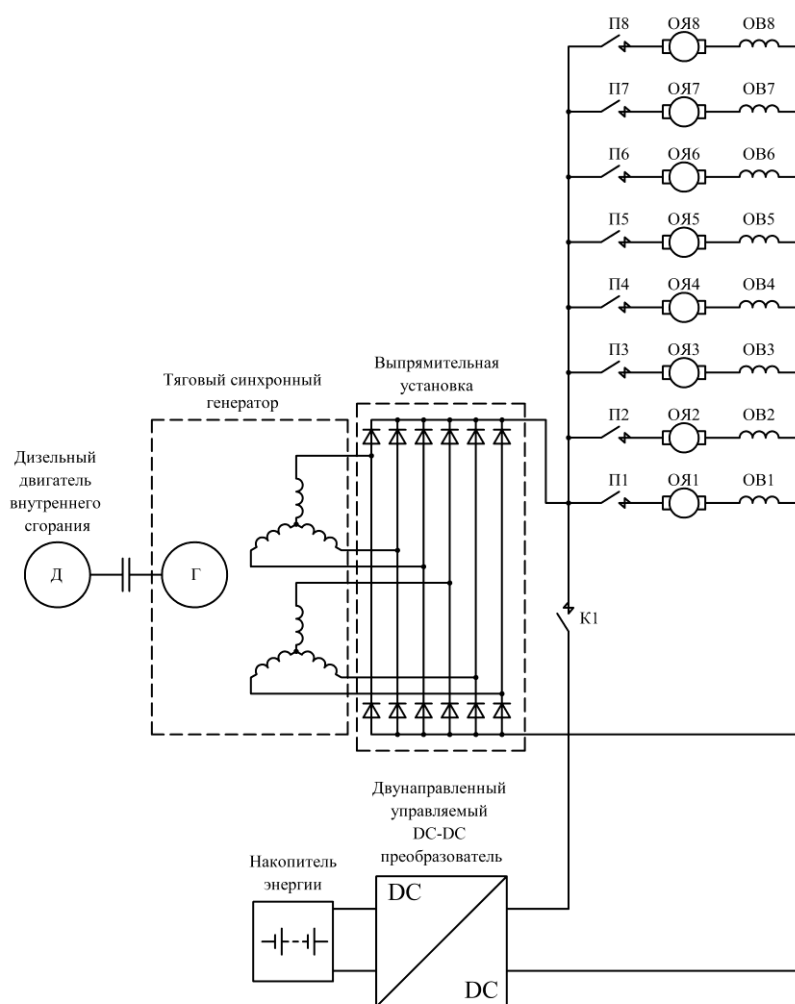


Рис. 1. Схема подключения накопителя энергии к тяговой электрической передаче тепловоза переменного-постоянного тока

дизельного двигателя внутреннего сгорания [5].

Известно, что тепловозы не оборудованы системами электрического рекуперативного торможения, что связано с отсутствием потребителей электроэнергии при торможении. Применение накопителей энергии в силовых установках позволит накапливать энергию торможения для последующего использования в режиме тяги или в режиме пуска дизеля.

На рисунке 1 приведена схема подключения накопителя энергии с управляемым устройством заряда-разряда к силовой электрической цепи тепловоза. В рассмотренном случае представлен тепловоз с электрической передачей переменного-постоянного тока. Дизель в данном случае является основным источником энергии, а накопитель электрической энергии — дополнительным.

Для включения накопителя в силовую цепь предусмотрен ключ К1, а для регулирования процессов заряда и разряда — устройство заряда и разряда.

Устройство заряда и разряда представлено в виде двухнаправленного DC-DC преобразователя [6], который позволяет регулировать величину разрядных и зарядных токов. Электрическая схема DC-DC преобразователя представлена на рисунке 2, где U_n — напряжение, приложенное к нагрузке (к тяговым двигателям), а $U_{нэ}$ — напряжение, приложенное к накопителю электрической энергии. В данном случае DC-DC преобразователь не имеет гальванической развязки и представляет собой понижающий преобразователь при заряде накопителя энергии и повышающий преобразователь при работе [6].

Накопитель энергии (рисунок 3) может быть представлен в виде последовательно-параллельных включённых в цепь ячеек аккумуляторов или суперконденсаторов, а также в виде гибридной системы накопления электрической энергии, в которую включены аккумуляторные и суперконденсаторные ячейки [3].

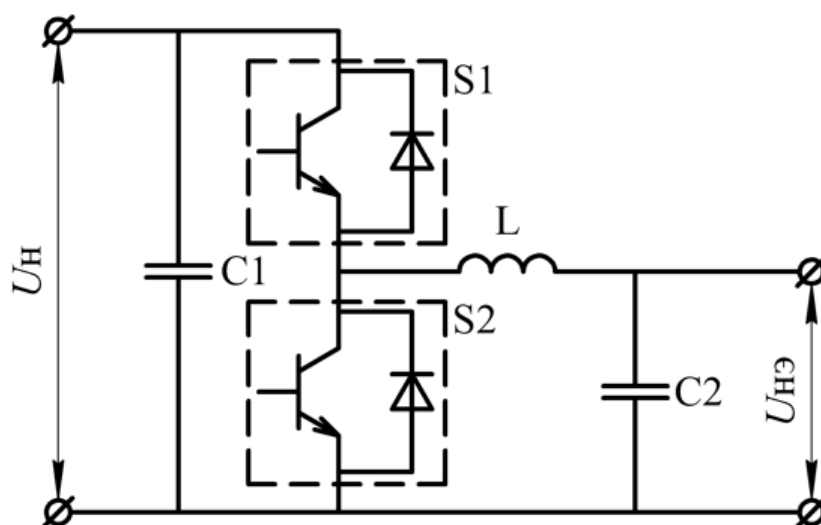


Рис. 2. Схема двунаправленного DC-DC преобразователя

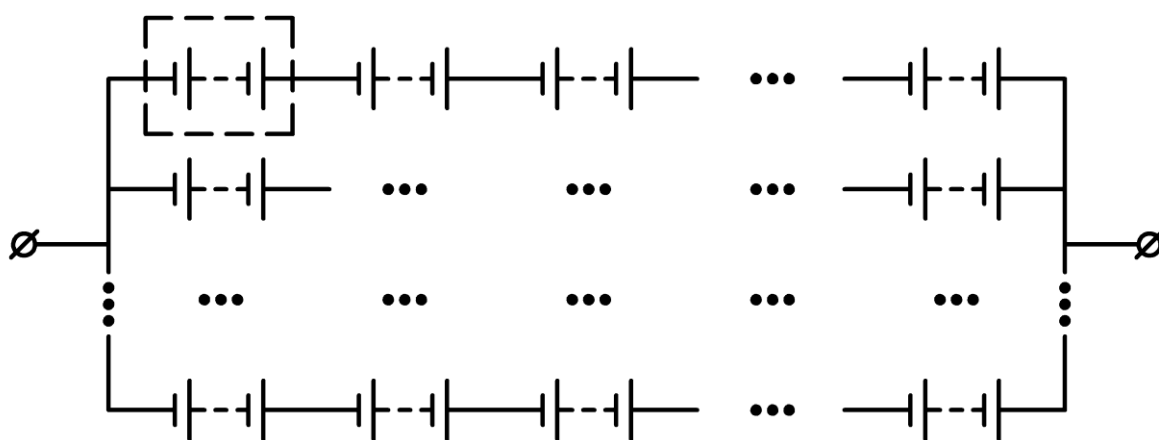


Рис. 3. Схема подключения аккумуляторных ячеек в накопителе энергии

Процесс заряда накопителя энергии реализуется в генераторном режиме работы тяговых электрических машин (в режиме электрического рекуперативного торможения), при этом двунаправленный DC-DC преобразователь работает в режиме понижающего преобразователя [6]. Разряд накопителя осуществляется в двигательном режиме работы тяговых электрических машин (в режиме тяги), при этом двунаправленный DC-DC преобразователь работает в режиме повышения напряжения [6].

Необходимо отметить, что режим совместной работы дизельного двигателя и накопителя энергии в тяговом режиме позволяет суммировать их мощности, тем самым повышая крутящий момент и общую выходную мощность на валах тяговых электродвигателей.

Представленные на рисунках 1 и 2 схемные решения позволяют осуществить рекуперативное торможение. В этом режиме накопитель энергии выступает в роли потребителя, а затем использует накопленный заряд для тяги. Это, в свою очередь, снижает расход топлива тепловозом и даёт возможность повысить крутящий момент и мощность на валу тягового двигателя.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 9 сентября 2023 г. N 1473 «Об утверждении комплексной государственной программы российской федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности»». – URL: <https://base.garant.ru/407632842/> (дата обращения: 27.06.2025)
2. Использование контактно-аккумуляторных электровозов для маневровой работы на станциях / Ю. М. Иньков, А. С. Космодамианский, Г. А. Федяева, В. П. Феоктистов // Наука и техника транспорта. – 2014. – №4. – С. 9-15. – ISSN: 2074-9325.
3. **Титова, Т. С.** Повышение энергетической эффективности локомотивов с накопителями энергии / Т. С. Титова, А. М. Евстафьев // Известия петербургского университета путей сообщения. – 2017. – №4. – С. 200-210. – ISSN: 1815-588X.
4. Маневровый гибридный тепловоз ТЭМ5Х // Склад и техника: – URL: <https://sitmag.ru/article/25569-manetroviy-gibridniy-teplovov-tem5h-gibridniy-avtonomniy-lokomotiv-obrel-plot?ysclid=mhqjxh42r2103115432> (дата обращения: 08.11.2025).
5. **Кузнецов, Г. Ю.** Повышение технических характеристик автономных локомотивов литий-ионной тяговой батареей / Г. Ю. Кузнецов, Е. Ю. Логинова // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2022. – №4(52). – С. 57 – 65. – ISSN: 2220-4245.
6. Bidirectional DC-DC Converters for Energy Storage Systems / H. R., Karshenas, H., Daneshpajoo, A., Safae, P., Jain, A., Bakhshai // Energy Storage in the Emerging Era of Smart Grids. – 2011. – pp. 161-178. DOI: 10.5772/23494

References

1. Russian Government Resolution No. 1473 of September 9, 2023, "On Approval of the Comprehensive State Program of the Russian Federation 'Energy Conservation and Improving Energy Efficiency'." – URL: <https://base.garant.ru/407632842/> (accessed: June 27, 2025)
2. Use of contact-battery electric locomotives for shunting operations at stations / Yu. M. Inkov, A. S. Kosmodamiansky, G. A. Fedyaeva, V. P. Feoktistov // Science and Technology of Transport. - 2014. - No. 4. - P. 9-15. - ISSN: 2074-9325.
3. **Titova, T. S.** Improving the energy efficiency of locomotives with energy storage devices / T. S. Titova, A. M. Evstafiev // Bulletin of the St. Petersburg University of Railway Engineering. - 2017. - No. 4. - P. 200-210. - ISSN: 1815-588X.
4. Shunting hybrid diesel locomotive TEM5H // Warehouse and equipment: – URL: <https://sitmag.ru/article/25569-manetroviy-gibridniy-teplovov-tem5h-gibridniy-avtonomniy-lokomotiv-obrel-plot?ysclid=mhqjxh42r2103115432> (date of access: 08.11.2025).
5. **Kuznetsov, G. Yu.** Improving the technical characteristics of autonomous locomotives with a lithium-ion traction battery / G. Yu. Kuznetsov, E. Yu. Loginova // Transsib News / Omsk State University of Railway Engineering. - Omsk. - 2022. - No. 4 (52). - P. 57 - 65. - ISSN: 2220-4245.
6. Bidirectional DC-DC Converters for Energy Storage Systems / H. R., Karshenas, H., Daneshpajoo, A., Safae, P., Jain, A., Bakhshai // Energy Storage in the Emerging Era of Smart Grids. – 2011. – pp. 161-178. DOI: 10.5772/23494

I. I. Prokofiev

ELECTRIC ENERGY STORAGE DEVICE ON A SHUNTING DIESEL LOCOMOTIVE

Abstract. This article discusses the application of electric energy storage devices in the power systems of shunting diesel locomotives. The proposed circuit solutions allow for reducing the diesel fuel consumption of the locomotive and increasing the power and torque on the shaft of the locomotive's traction engine.

Keywords: energy storage devices, shunting diesel locomotive, hybrid power plant, hybrid locomotive, energy saving.

For citation: Prokofiev, I. I. Electric energy storage device on a shunting diesel locomotive / I. I. Prokofiev // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2026. – № 1. – P. 144–148. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_144.

Сведения об авторах

Прокофьев Илья Игоревич

Российский университет транспорта,
кафедра «Электропоезда и локомотивы»,
ассистент,
e-mail: prockofiew.ilya2015@yandex.ru

Information about the authors

Prokofiev Ilya Igorevich

Russian University of Transport,
Chair «Electric Trains and Locomotives»,
Assistant,
e-mail: prockofiew.ilya2015@yandex.ru

И. А. Яицков, П. А. Поляков, А. А. Кузькин

ПРИМЕНЕНИЕ ТОРМОЗНЫХ УСТРОЙСТВ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ НА СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОПОЕЗДАХ

Аннотация. При проектировании современных тормозных устройств необходимо руководствоваться двумя правилами: первое – изменение тормозных характеристик при минимальных габаритных размерах конструкций; второе – обладание системой управления, имеющую обратную связь и учитывающие большое количество данных внешних факторов и адаптировать тормозные характеристики под изменяющиеся условия эксплуатации. Проанализированы конструкции тормозных устройств с электромеханическим приводом. В результате анализа были сделаны выводы о крайне низкой надежности работы электрической части тормозных устройств, несмотря на быструю адаптацию тормозного устройства к изменяющимся внешним условиям. Помимо конструкций электромеханического привода тормоза была проведен литературный обзор источников, посвященных созданию электропневматических систем управления тормозными устройствами. Проанализированные работы позволили сделать вывод, что несмотря на наличие электронной системы управления пневматическая тормозная система имеет значительную инерционность в работе. На основании двух правил разработки проекта тормозного устройства выработана структура будущего тормозного устройства, включающего основу – пневматическую систему, обеспечивающую работоспособность, и электромеханический механизм регулирования тормозных сил в процессе торможения в зависимости от изменяющихся внешних факторов.

Ключевые слова: тормозное устройство, электромеханический привод, электропневматический привод.

Для цитирования: Яицков, И. А. Применение тормозных устройств с электромеханическим приводом на современных электропоездах / И. А. Яицков, П. А. Поляков, А. А. Кузькин // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 149–155. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_149.

Тормозные устройства, применяемые на электропоездах, относятся к средненагруженным силовым устройствам, обеспечивающим безотказную работу на длительных сроках эксплуатации при различных климатических и дорожных факторах. Конструкция тормозных устройств достаточно длительно не претерпевало значительных модернизаций. В современном мире тормозная система должна учитывать возрастающие средние скорости движения подвижного состава, динамические нагрузки, минимальное время реагирования и адаптацию под изменяющиеся внешние факторы. С учетом этих условий необходимо разрабатывать тормозные устройства с учетом изменения тормозных характеристик при минимальных габаритных размерах конструкций. Для этого тормозное устройство должно обладать системой управления, имеющую обратную связь и учитывающие большое количество данных внешних факторов и адаптировать тормозные характеристики под изменяющиеся условия эксплуатации.

Первым направлением решения данной проблемы является активное внедрение электромеханических приводов тормозных устройств, которые разрабатываются для

различных типов транспорта. Вторым направлением является разработка систем контроля торможения транспортного средства, базирующихся на установке электронного контроллера в блок тормоза.

Если первое направление связано с модернизацией элементов тормозной системы, заключающейся в снижении габаритных размеров элементов тормозных устройств и сокращении потерь и времени реагирования блока тормозов на изменяющуюся внешнюю среду. В работе [1] представлен электромеханический тормоз (рис. 1), который преобразует электрическую энергию электродвигателей в требуемую прижимную силу. Ротор электродвигателя вращается вместе с винтом винтовой передачи, благодаря чему гайки, встроенные в рычаги клещевого механизма, перемещаются и создают контактное давление в парах трения фрикционного узла. Преимуществом данного тормоза состоит в обеспечении требуемой прижимающей силы, в быстродействии при срабатывании тормоза.



Рис. 1. Электромеханический тормоз для подвижного состава

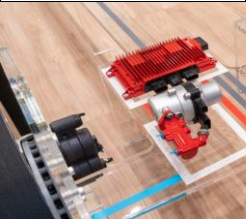
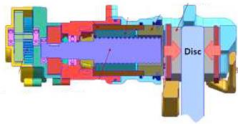
Недостатком является малая надежность при длительной эксплуатации тормозного устройства. При эксплуатации тормозных устройств с электромеханическим приводом энергоустановка не выдерживает постоянных динамических нагрузок и выходит из строя.

Математическое моделирование электронно-механической тормозной системы автомобиля с пропорционально-интегрально-дифференциальным управлением [2] показало, что создание требуемой прижимной силы в паре трения составляет 0,01с. В реальности обеспечения данной тормозной силы при повторяющихся циклах прижатия – релаксации во фрикционном узле наблюдается инерция, что негативно влияет на нагруженность и работоспособность электромеханического привода блока тормоза.

В автомобильной отрасли достаточно много разработок связанных с электромеханическим приводом тормозных устройств (см. табл.).

Таблица

Разработки тормозных устройств с электромеханическим приводом в автомобильной отрасли

№	Устройство	Иллюстрация	Компания	Результат
1	Тормозные устройства с электромеханическим клиновидным тормозным приводом. Сила, действующая со стороны привода, раскладывается на нормальную и силу для перемещения клина. В качестве клинового тормоза используется два клина с телами качения, расположенными между ними		Siemens VDO	Заклинивание тормоза
2	Тормозное устройство со вспомогательным электромеханическим приводом к основному гидравлическому. Электромеханический привод выполнен в виде редуктора вращающего винтовую передачу, преобразующую вращательное движение в поступательное		Continental TEVEZ	Прекращена разработка тормоза
3	Электромеханический актуатор встроен в гидравлическую тормозную систему для обеспечения требуемого усилия на каждом колесе транспортного средства		Brembo	Разработка продолжается
4	Электромеханический тормоз включающий бесколлекторный электродвигатель, обеспечивающий прижатие колодки через кулачковый механизм. Для увеличения вращающего момента на кулачке использовалась планетарная и коническая передачи		Haldex VIE	Разработка продолжается
5	Электромеханический тормоз выполнен в качестве основной рабочей тормозной системы. Для обеспечения перемещения колодки была выбрана винтовая передача		Hitachi	Разработка продолжается
6	Электромеханический тормоз преобразует вращающий момент от электродвигателя в поступательное перемещение колодки с помощью цилиндрических и винтовой передач		DGIST	Разработка продолжается
7	Электромеханический тормоз преобразует вращающий момент от электродвигателя в поступательное перемещение колодки с помощью цилиндрических и кулачковых передач		VE	Разработка продолжается

Проанализировав разработки конструкций тормозных устройств с электромеханическим приводом, можно сделать вывод о преждевременном отказе от традиционных гидравлических и пневматических типов привода тормозных устройств. Наиболее успешными типами разработки тормозных устройств являются модели, в которых тормоз с электромеханическим типом привода как вспомогательный, или как стояночный. В виду малой надежности электрической части привода можно предложить создание промежуточного гибридного варианта, в котором основное усилие привода будет обеспечивать рабочее тело системы, а регулирование усилием тормозного привода будет осуществлять электромеханический привод под влиянием внешних факторов.

Рассмотрим второе направление решение рассматриваемой проблемы, которое заключается в разработке систем контроля торможения транспортного средства, базирующихся на установке электронного контроллера в блок тормоза.

Старые системы, устанавливаемые на пассажирские поезда, используют несколько проводов для управления отдельными клапанами или различные варианты переключения проводов для управления тормозами. Большинство из этих систем используют вторую магистраль для подачи воздуха в основной резервуар и не имеют встроенной двусторонней связи, как в системах с электропневматическими тормозами. Система управления тормозными устройствами является по своей сути тормозными ассистентами, которые позволяют адаптировать тормозное усилие по требованию оператора подвижного состава (рис. 2). Тормозные системы – ассистенты направлены на достижения требуемого давления в тормозном цилиндре для замедления состава или его полной остановки.

Недостатком данной системы является пневматическая часть, которая остается на данный момент инерционной в сравнении с электрической частью.

В статье [3] моделировалась работа компьютерной модели электропневматического тормозного устройства для валидации ее с экспериментальными данными.

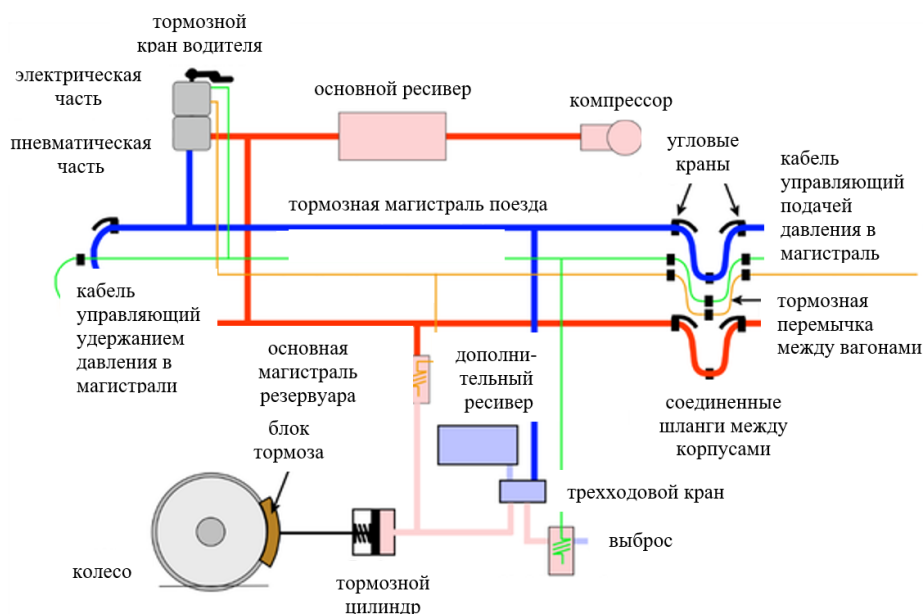


Рис. 2. Схема системы управления тормозом электропоезда

В работе [4] моделировалась электронная система управления наполнения тормозных цилиндров сжатым воздухом. Система контролировала регулирование давления с помощью электропневматического регулятора. Основным направлением совершенствования заключалось в снижении тормозного пути. В работе [5] исследователи предложили использовать пневматические тормозные системы с электронным управлением и сегментированные электропневматические тормозные системы для

снижения продольной ударной силы, но их различия неочевидны. Были созданы модели в программных продуктах SIMPACK, AMESim и Simulink динамики поезда, пневматического торможения и модуля управления тормозами, а также комплексная вычислительная модель, которая анализирует эффективность торможения с электронным управлением и с пневматическим управлением. Результаты показывают, что между торможением с электронным управлением и торможением с пневматическим управлением нет существенной разницы в таких показателях эффективности, как тормозной путь и давление в тормозном цилиндре. Кроме того, подробно рассматриваются различия в механизме работы систем торможения с электронным управлением и с пневматическим управлением, что может послужить основой для оптимизации тормозной системы с электронным управлением. В статье [6] приводятся имитационные модели для моделирования реального процесса торможения подъемного механизма при режимах штатного и экстренного торможения. Был проведен анализ эффективности торможения в различных условиях. В результате было получен результат при комбинированном способе торможения: первоначальное усилие в тормозной системе создавалось механическим тормозом, после для стабилизации вибраций в системе необходимо было подтормаживать электрическим тормозом.

В результате проанализированной информации можно сделать вывод, что необходимо тормозное устройство, которое будет регулировать тормозную силу на колесной паре тележки в зависимости от требования машиниста электропоезда. Электронная система – тормозной ассистент необходим для управления электромеханическим приводом блока регулирования тормозного устройства, при сохранении за пневматической системой основы создания усилия в тормозной камере. Таким образом можно объединить лучшие стороны электромеханического привода и пневматической системы лишив их недостатков, связанных с низкой надежностью (электрическая часть привода тормозного устройства) и высокой инерционностью работы (управлением пневматической системы).

Список литературы

1. Ma, T., Weng, J., Tian, C., Wu, M. A wear prediction framework for ball-screw of electro-mechanical brake unit on railway trains. (2024) Actuators, vol. 13, 17p. <https://doi.org/10.3390/act13040135>
2. Weng, J., Tian, C., Wu, M., Chen, M. Coupled rigid-flexible modelling and dynamic characteristic analysis of electromechanical brake (EMB) units on trains (2021) Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit. Vol. 235. pp 700-712. <https://doi.org/10.1177/095440972095754>
3. Szente V., Vad J., Lóránt G. Computational and experimental investigation on dynamics of electric braking systems (2001) Conference: 7th Scandinavian International Conference on Fluid Power, 13p.
4. Karthikeyan, P., Sonawane, D. B., Subramanian, S. C. Model-based control of an electropneumatic brake system for commercial vehicles (2010) International Journal of

References

1. Ma, T., Weng, J., Tian, C., Wu, M. A wear prediction framework for ball-screw of electro-mechanical brake unit on railway trains. (2024) Actuators, vol. 13, 17p. <https://doi.org/10.3390/act13040135>
2. Weng, J., Tian, C., Wu, M., Chen, M. Coupled rigid-flexible modelling and dynamic characteristic analysis of electromechanical brake (EMB) units on trains (2021) Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit. Vol. 235. pp 700-712. <https://doi.org/10.1177/095440972095754>
3. Szente V., Vad J., Lóránt G. Computational and experimental investigation on dynamics of electric braking systems (2001) Conference: 7th Scandinavian International Conference on Fluid Power, 13p.
4. Karthikeyan, P., Sonawane, D. B., Subramanian, S. C. Model-based control of an electropneumatic brake system for commercial vehicles (2010) International Journal of

Automotive Technology, vol. 11 pp. 507-515.
DOI 10.1007/s12239-010-0062-9.

5. Lan, C., Zhipeng, Z. Research and analysis of electronically controlled pneumatic and segmented electro-pneumatic braking system based on comprehensive computing model (2023) Sixth International Conference on Traffic Engineering and Transportation System (ICTETS 2022), vol. 12591 6p.
<https://doi.org/10.1117/12.2668545>

6. Wang, Q.-W., Bu, X.-Y., Zhou, C., Guo, T.-X., Wen, H. Analysis and research on electromechanical-pneumatic-mechanical braking performance of crane hoisting mechanism (2024) Research Square, 10p.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3806199/v1>

Automotive Technology, vol. 11 pp. 507-515.
DOI 10.1007/s12239-010-0062-9.

5. Lan, C., Zhipeng, Z. Research and analysis of electronically controlled pneumatic and segmented electro-pneumatic braking system based on comprehensive computing model (2023) Sixth International Conference on Traffic Engineering and Transportation System (ICTETS 2022), vol. 12591 6p.
<https://doi.org/10.1117/12.2668545>

6. Wang, Q.-W., Bu, X.-Y., Zhou, C., Guo, T.-X., Wen, H. Analysis and research on electromechanical-pneumatic-mechanical braking performance of crane hoisting mechanism (2024) Research Square, 10p.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3806199/v1>

I. A. Yaitskov, P. A. Polyakov, A. A. Kuzkin

THE USE OF ELECTROMECHANICAL BRAKING DEVICES ON MODERN ELECTRIC TRAINS

Abstract. When designing modern braking devices, it is necessary to follow two rules: the first is to change the braking characteristics with minimal overall dimensions of structures; the second is to have a feedback control system that takes into account a large number of external factors and adapt the braking characteristics to changing operating conditions. The designs of brake devices with electromechanical drive are analyzed. As a result of the analysis, conclusions were drawn about the extremely low reliability of the electrical part of the braking devices, despite the rapid adaptation of the braking device to changing external conditions. In addition to the designs of the electromechanical brake actuator, a literary review of sources devoted to the creation of electropneumatic brake control systems was conducted. The analyzed work led to the conclusion that despite the presence of an electronic control system, the pneumatic braking system has significant inertia in operation. Based on two rules for the design of a braking device, the structure of a future braking device has been developed, which includes a base – a pneumatic system that ensures operability, and an electromechanical mechanism for regulating braking forces during braking, depending on changing external factors.

Keywords: braking device, electromechanical drive, electropneumatic drive.

For citation: Yaitskov, I. A. The Use of Electromechanical Braking Devices on Modern Electric Trains / I. A. Yaitskov, P. A. Polyakov, A. A. Kuzkin // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobseniya. – 2026. – №. 1. – P. 149–155. – DOI 10.46973/1818-5509_2026_1_149.

Сведения об авторах

Яицков Иван Анатольевич

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
факультет «Электромеханический»,
декан

Information about the authors

Yaitskov Ivan Anatolievich

Rostov State Transport University (RSTU),
Electromechanical Faculty,
Dean,

декан, доктор технических наук, профессор,
e-mail: yia@rgups.ru

Поляков Павел Александрович
Набережночелнинский институт Казанского
федерального университета,
кафедра «Механики и конструирования»,
заведующий кафедрой,
доктор технических наук, доцент,
e-mail: polyakov.pavel88@mail.ru

Кузькин Антон Алексеевич
Набережночелнинский институт Казанского
федерального университета,
кафедра «Автомобили»,
аспирант,
e-mail: AntonKuzkin039@yandex.ru

Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: yia@rgups.ru

Polyakov Pavel Alexandrovich
Naberezhnye Chelny Institute of Kazan
Federal University,
Chair «Mechanics and Engineering»,
Head of the Chair,
Doctor of Technical Sciences, Associate
Professor,
e-mail: polyakov.pavel88@mail.ru

Kuzkin Anton Alekseevich
Naberezhnye Chelny Institute of Kazan
Federal University,
Chair «Automobiles»,
Postgraduate Student,
e-mail: AntonKuzkin039@yandex.ru

Научное издание

**ТРУДЫ
Ростовского государственного университета
путей сообщения**

Научно-технический журнал

№ 1 (74)
2026

Полнотекстовая версия статей находится в открытом доступе на сайте
Российской научной электронной библиотеки: www.elibrary.ru
Научной электронной библиотеки «КиберЛенинка» <https://cyberleninka.ru/>
Журнал обрабатывается в системах индексов научного цитирования
РИНЦ и ScienceIndex

Оригинал-макет журнала подготовлен Т. З. Талахадзе

Подписано в печать 30.03.2026.	Формат 60×84/8.	Бумага офсетная.
Дата выхода в свет 31.03.2026.	Усл. печ. л. 18,14.	Изд. № 50.
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**