

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

**№ 2 (67)
2024**

Ростов-на-Дону

ТРУДЫ
Ростовского государственного университета
путей сообщения

2024
№ 2 (67)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Александр Евгеньевич 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 Soobshcheniya
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. Solomin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, RSTU, Rostov-on-Don

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

<i>Абдульманова К. И., Финоченко Т. А.</i> Анализ исследований шума и запыленности станков с лезвийным инструментом	8
<i>Алешков Д. С., Суковин М. В., Куцепалова Е. В., Бачина О. Г.</i> Об оценке возможности использования метода дерево отказов и метода Файна-Кинни при оценке профессиональных рисков	12
<i>Баланов И.А., Антонов Ю., Яицков И.А.</i> Безопасный труд при эксплуатации железнодорожного подвижного состава.....	19
<i>Баланова М. В., Бондарева Ю. А., Нестерук В. Н.</i> Сравнительный анализ выбросов вредных веществ в атмосферу при сгорании бензинов различных марок ..	25
<i>Воробинская Л. И.</i> Экологические проблемы железнодорожного транспорта: обзор и пути решения	29
<i>Гладких С. Н., Афанасьева Д. А.</i> Улучшение плодородия почв при использовании растительных остатков в земледелии	34
<i>Дергачёва Л. В., Коновалов А. В., Белугина Е. М.</i> Внедрение АСУ на предприятиях транспортного комплекса, обеспечивающие эффективность и безопасность производственных процессов	40
<i>Завьялов А. Б.</i> Адаптация трудозанятых инвалидов к рабочим местам	51
<i>Квачук П. М., Тимченко М. И., Финоченко В. А.</i> Физическое воспитание в вузе на основе функционального многоборья	55
<i>Киреева В. В., Брюнеткин С. М., Пономарев Е. А.</i> Утилизация отходов переработки кормовых и злаковых культур как путь рационального использования растительного сырья	60
<i>Козлюк В. В., Чубарь Е. П.</i> Оценка электромагнитной обстановки при работе Wi-Fi с усилителем в офисном помещении	66
<i>Курочкина В. А., Холодова С. Н.</i> Оценка эффективности применения пожарных роботов для защиты складских сооружений	71
<i>Мастерова В. Р., Ячменев С. П., Кучумов Д. В.</i> Спорт – как основа психического и физического здоровья человека в информационном обществе	77
<i>Медведев В. И., Сурков М. Д.</i> К вопросу разработки методики оценки экологических и социальных последствий чрезвычайных ситуаций с опасными грузами класса 1 ...	81
<i>Новиков Н.Н., Финоченко Т.А.</i> Несчастные случаи обусловленных человеческим фактором.....	87
<i>Носова А. Ю., Ивлева А. Н.</i> Организация предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в России	99
<i>Переверзев И. Г.</i> Человеческий фактор при сопровождении процесса перевозок опасных грузов	104
<i>Рудиков Д. А.</i> Влияние компетентности работника на показатели профессионального риска	108
<i>Филиппова Е. В., Ляшко Г. И.</i> К вопросу о пользе и вреде занятий физическими упражнениями	112
<i>Хвостиков А. Г., Бгуашев Х. Н.</i> Физиологические особенности труда сотрудников сил обеспечения транспортной безопасности	118
<i>Холодова С. Н., Курочкина В. А.</i> Строительная экспериментальная экспертиза огнестойкости сэндвич-панелей	123
<i>Чубарь Е. П.</i> Анализ акустической обстановки за пределами слышимого диапазона при работе системы вентиляции в помещении лаборатории	132

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ, ТЯГА ПОЕЗДОВ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

Булавин Ю. П. Реализация метода экспертных оценок в задачах конструирования вагонов на PYTHON.....	138
Ворон О. А., Диордиев В. И., Смыкалин В. С. Анализ работоспособности систем жизнеобеспечения пассажирских вагонов моделей 61-4516/4517/4529 (сочлененный сцеп) выпуска 2022-23 гг.....	143
Ворон О. А., Патенян А. А., Долгополов А. С., Сколов П. В., Домани М. Д. Перспективы использования инновационного подвижного состава для скоропортящихся грузов в МТК «СЕВЕР-ЮГ».....	147
Дынькин Б. Е. Повышение точности измерений параметров коротких замыканий релейными защитами тяговых сетей переменного тока.....	154
Лексин А. Г., Минеева Н. И., Грибов А. В., Демин В. Н., Тимошенкова Е. В., Кайдаш Я. С., Хлебников В. Г., Малов Е. В. Современный подход к оценке теплового комфорта проезда пассажиров в городском железнодорожном транспорте мегаполиса в холодный период года	159
Логунова П. А. Система анализа показателей энергоэффективности тяговой сети постоянного тока.....	169

CONTENTS

LABOUR SAFETY

Abdulmanova K. I., Finochenko T. A. Analysis of noise and dust studies machines with blade tools	8
Aleshkov D. S., Sukovin M. V., Kutsepalova Y. V., Bachina O. G. On assessing the possibility of using the fault tree method and the Fine-Kinney method in assessing occupational risks	12
Balanov I.A., Antonov Yu., Yaitskov I. A. Safe work when operating railway rolling stock.....	19
Balanova M. V., Bondareva Yu. A., Nesteruk V. N. Comparative analysis of emissions of harmful substances into the atmosphere during the combustion of gasoline of various brands	25
Vorobinskaya L. I. Environmental problems of railway transport: overview and solutions	29
Gladkih S. N., Afanasyeva D. A. Improvement of soil fertility when using crop residues in agriculture	34
Dergacheva L. V., Konovalov A. V., Belugina E. M. Implementation of automated control systems at enterprises of the transport complex, ensuring the efficiency and safety of production processes	40
Zavyalov A. B. Adaptation of employed disabled persons to workplaces	51
Kvachuk P. M., Timchenko M. I., Finochenko V. A. Physical education at the university based on the CrossFit	55
Kireeva V. V., Brunetkin S. M., Ponomarev E. A. Waste disposal for processing feed and cereal crops as a way of rational use of vegetable raw materials	60
Kozlyuk V. V., Chubar E. P. Assessment of the electromagnetic environment when using Wi-Fi with an amplifier in an office place	66
Kurochkina V. A., Kholodova S. N. Evaluation of the effectiveness of application fire robots for the protection of warehouse structures	71
Masterova V. R., Yachmenev S. P., Kuchumov D. V. Sport – as the basis of mental and physical health of a human in the information society	77
Medvedev V. I., Surkov M. D. On the issue of developing a methodology for assessing the environmental and social consequences of emergencies with dangerous goods of class 1	81
Novikov N. N., Finochenko T. A. Accidents caused by human factors.....	87
Nosova A. Y., Ivleva A. N. Organization of emergency prevention and response in Russia	99
Rudikov D. A. The influence of employee competence on occupational risk indicators	104
Pereverzev I. G. The human factor in the maintenance of the process transportation of dangerous goods	108
Filippova E. V., Lyashko G. I. On the question of the benefits and harms of physical exercise	112
Khvostikov A. G., Bguashev K. N. Physiological features of the work of employees of the transport security forces	118
Kholodova S. N., Kurochkina V. A. Construction experimental examination of the fire resistance of sandwich panels	123
Chubar E. P. Analysis of the acoustic environment outside the audible range during operation of the ventilation system in the laboratory room	132

RAILWAY ROLLING STOCK, TRAIN TRACTION AND ELECTRIFICATION

Bulavin Yu. P. Implementation of the method of expert assessments in problems of designing cars in PYTHON.....	138
Voron O. A., Diordiev V. I., Smykalin V. S. Analysis of the performance of life support systems for passenger cars of models 61-4516/4517/4529 (articulated coupling) produced in 2022-23.....	143
Voron O. A., Patenyan A. A., Dolgoplov A. S., Skolov P. V., Domani M. D. Prospects for the use of innovative rolling stock for perishable goods in the NORTH-SOUTH ITC.....	147
Dynkin B. E. Increasing the accuracy of measurements of short circuit parameters by relay protection of AC traction networks.....	154
Lexin A. G., Mineeva N. I., Gribov A. V., Demin V. N., Timoshenkova E. V., Kaidash Y. S., Khlebnikov V. G., Malov E. V. A modern approach to assessing the thermal comfort of passenger travel in the urban railway transport of a megalopolis in the cold season	159
Logunova P. A. System for analyzing energy efficiency indicators of a DC traction network.....	169

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

УДК 621.9 + 06

*К. И. Абдульманова, Т. А. Финоченко***АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ШУМА И ЗАПЫЛЕННОСТИ
СТАНКОВ С ЛЕЗВИЙНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ¹**

Аннотация. Наиболее целесообразным путем снижения шума и вибрации при деревообработке является совершенствование конструкций деревообрабатывающих станков. К сожалению, основным методом снижения шума и вибраций отечественного оборудования является увеличение его массы. Однако увеличение массы деревообрабатывающего станка приводит к повышению его цены, увеличивает расходы на эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт. В связи с этим возникает необходимость установления других более рациональных методов снижения уровней шума и вибрации.

Ключевые слова: обработка, лезвийная обработка, деревообрабатывающие станки, виброакустика, вибрация, схема.

Для цитирования: Абдульманова, К. И. Анализ исследований шума и запыленности станков с лезвийным инструментом / К. И. Абдульманова, Т. А. Финоченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 8–11.

Обработка древесины в основном осуществляется резанием лезвийным инструментом. Схема лезвийной обработки древесины представлена на рис.1.

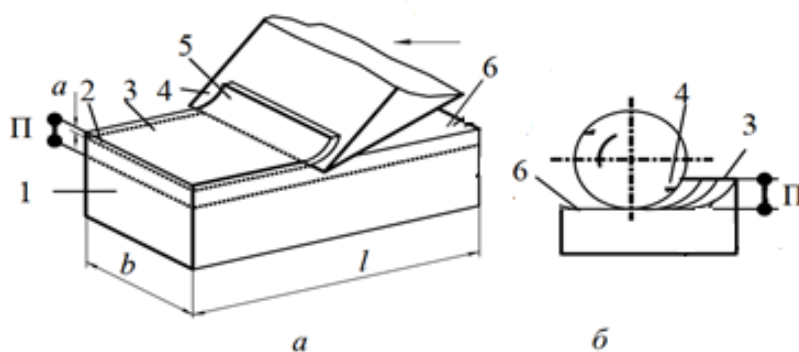


Рис. 1. Схемы лезвийной обработки древесины

На схеме (рис. 1) показаны обрабатываемая заготовка 1, лезвие 4, которое перемещается по поверхности 6, проникает в материал обрабатываемой поверхности 3 и отделяет срезаемый слой 2. Срезаемый слой характеризуется длиной l , шириной b и толщиной a . Древесина срезаемого слоя пластически деформируется и закручивается, образуя стружку 5. Часть древесины, оставленной для удаления на данной операции и называемой припуском П. В ряде случаев припуск П может быть настолько большим, что его срезают не сразу, а последовательно за несколько проходов.

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

При эксплуатации деревообрабатывающих станков возникают вибрация и шум, негативно влияющие на технико-экономические и санитарно-гигиенические показатели работы. Зарегистрированные уровни звука на рабочих местах деревообрабатывающих станков лежат в пределах 82–120 дБА. Вибрации при работе деревообрабатывающих станков снижают срок эксплуатации, приводят к поломкам, снижают точность и увеличивают шероховатость обработанных деталей.

Наиболее целесообразным путем снижения шума и вибрации при деревообработке является совершенствование конструкций деревообрабатывающих станков. К сожалению, основным методом снижения шума и вибраций отечественного оборудования является увеличение его массы. Однако увеличение массы деревообрабатывающего станка приводит к повышению его цены, увеличивает расходы на эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт. В связи с этим возникает необходимость установления других более рациональных методов снижения уровней шума и вибрации.

В научных исследованиях [1–4] изучались процессы образования шума, генерируемого при эксплуатации лесопильных рам. Детально исследовалось влияние систем электромеханического привода на формирование спектров шума эксплуатации пильных деревообрабатывающих станков. Идентификация шумовых источников выявила узел резания, в качестве доминирующего источника акустической системы лесопильной рамы. Для оценки зависимости волновых чисел от характеристик инструмента и проведения акустических расчетов для свободных движений полотна пилы предложена аналитическая зависимость уровней звукового давления, учитывающая параметры узла резания и динамику этого процесса. Помимо изучения процессов шумообразования, проведены исследования влияния шума на здоровье и работоспособность обслуживающего персонала. Которые показали, что длительное воздействие шумового дискомфорта на организм приводит к различным проблемам, включая нарушение сна, снижение концентрации внимания, устойчивое стрессовое состояние, а также проблемы со слухом. И на основании этих исследований сформированы рекомендации по снижению уровня шума лесопильных рам, с использованием звукопоглощающих материалов и экранов, закрывающих узел резания. Реализация этих предложений позволила улучшить условия работы лесопильного оборудования.

В предшествующих исследованиях [5–9] изучались процессы шумо- и пылеобразования, возникающие при работе ленточнопильных станков и разработана система защиты. Математическое моделирование энергетических параметров взаимодействия дисперсных частиц пыли и жидкости в процессе гидрообеспыливания. Представлена методика оптимизации параметров деревообрабатывающего участка для решения практических задач по улучшению этих показателей. Путем анализа связи между спектрами шума, генерируемого ленточнопильными станками, и технологическими режимами обработки, видом древесины и режущим инструментом, получены математические зависимости, позволяющие прогнозировать процесс шумообразования. На основе этих данных были разработаны устройства, обеспечивающие комплексную защиту от шума и пыли, при соблюдении требований процесса обработки на ленточнопильных станках. Однако, помимо изучения шумообразования и запыленности, важно обратить внимание на другие аспекты безопасности и эргономики работы на станках пильной группы. Также стоит обратить внимание на возможность автоматизации процесса обработки на ленточнопильных станках. Разработка системы управления и контроля, основанной на современных технологиях, позволит повысить эффективность работы и снизить риски для операторов.

В работах [2–4] проведено исследование аналогичных процессов для многопильных станков, которые используют тонкий инструмент с низкой изгибной жесткостью. Была определена математическая модель виброакустической динамики системы «заготовка – режущий инструмент», которая является основным фактором в формировании звукового поля в рабочей зоне.

В работах [5–6] были изучены процессы запыленности и шумообразования на рейсмусовых, фуговальных и шипорезных станках. Систематизация аэродинамического вихревого обеспыливания воздуха, представленная В. М. Цветковым, значительно упрощает расчет оптимальных параметров этого процесса с учетом энергетической эффективности и экономичности. Критерием оценки экономичности процесса очистки воздуха, учитывающим динамические характеристики и санитарные условия, является аналитическая зависимость показателя энергоемкости. Математическое обоснование выбора технологии аэродинамической вихревой очистки воздуха от древесной пыли лежит в основе методики поддержания запыленности воздушной среды на рабочих местах в пределах допустимых норм.

Разработанные математические зависимости для прогнозирования шумовой обстановки на рабочих местах позволяют проводить соответствующие мероприятия уже на этапе проектирования с целью соблюдения санитарных норм по шуму. Защитные устройства, которые ограждают зону резания, обеспечивают звукоизоляцию и одновременно допускают допустимые концентрации пыли в воздухе рабочей зоны. Литвинов А.Е. в своих работах определил зависимости уровней звукового давления от заготовок и режущего инструмента, а также способов их крепления с учетом режимов резания и диссипативных характеристик технологической системы. Полученные зависимости позволили уточнить расчеты вибрации и уровней звукового давления и определить соответствующие меры по снижению виброакустической активности режущего инструмента.

В работах [6–7] были исследованы шумовые характеристики и запыленность на рабочих местах операторов модельных станков. Анализ условий труда операторов модельных фрезерных станков показал несоответствие санитарным нормам по шуму 15 дБА и запыленности 30 мг/м³. Была улучшена модель формирования шумовых спектров для системы «фреза – режущий инструмент» модельных станков с учетом компоновки шпиндельной группы.

В работах [7–8] рассмотрены виброакустические характеристики высокоскоростных копировально-фрезерных станков, у которых уровни звука на шпиндельных бабках превышают допустимые уровни на 8–20 дБА. Методика расчета октавных уровней звукового давления на шпиндельных бабках основывается на необходимой жесткости узла резания.

Предложенные теоретические выводы были подтверждены экспериментальными исследованиями в производственных условиях. Учитывая особенности процесса генерации шума для рассматриваемых станков, предложенные мероприятия привели к снижению уровней шума до допустимых норм.

Библиографический список

1. Месхи, Б. Ч. Улучшение условий труда операторов металлорежущих и деревообрабатывающих станков за счет снижения шума в рабочей зоне (теория и практика), - Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ. – 2003. – 131 с.
2. Rudikov, D. A. Error analysis of the cutting machine step adjustable drive / D. A. Rudikov // Intelligent Information Technology and Mathematical Modeling 2021 (ИТММ 2021). Journal of Physics: Conference Series 2131 (2021) 022046. DOI: 10.1088/1742-6596/2131/2/022046
3. Чукарин, А. Н. Теория и методы акустических расчетов и проектирования технологических машин для механической обработки // Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2004. – 152 с.
4. Финоченко, Т. А. Методика проведения экспериментальных исследований шума прутковых токарных автоматов / Т. А. Финоченко, А. Н. Чукарин // Инновационные технологии в машиностроении и металлургии: матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. / Мин-во промышленности и энергетики. Ростов-на-Дону: Изд. центр ДГТУ. – 2012. – С. 263-268.

5. **Финоченко, Т. А.** Методика и техническое обеспечение проведения экспериментальных исследований по определению шума на рабочих местах / Т.А. Финоченко, М.В. Баланова, И.А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. 2019. – №1 (46) – С.5-8.

6. **Чукарин, А. Н.** О расчете корпусного шума шпиндельных бабок станков токарной группы. / А. Н. Чукарин, А. А. Феденко // Надежность и эффективность станочных и инструментальных систем. - Ростов н/Д. 1993 – С. 74-78.

7. **Рудиков, Д. А.** Повышение точности и надежности привода металлорежущего станка по критерию минимизации погрешности ряда / Д.А. Рудиков, В.А. Финоченко // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023.– № 3 – С. 75-83. DOI: 10.24412/2071-6168-2023-3-75-84

8. **Рудиков, Д. А.** Вопросы снижения шума элементов механических приводов / Д. А. Рудиков, А. В. Тишина, К. И. Абдульманова, Н. А. Чукарина. - Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. 2018.– № 2. – С. 48-52. ISSN: 1818-5509.

K. I. Abdulmanova, T. A. Finochenko

ANALYSIS OF NOISE AND DUST STUDIES MACHINES WITH BLADE TOOLS

Abstract: The most appropriate way to reduce noise and vibration in woodworking is to improve the designs of woodworking machines. Unfortunately, the main method of reducing noise and vibrations of domestic equipment is to increase its mass. However, an increase in the weight of a woodworking machine leads to an increase in its price, increases the cost of operation, maintenance and repair. In this regard, there is a need to establish other more rational methods of reducing noise and vibration levels.

Keywords: machining, blade processing, woodworking machines, vibroacoustics, vibration, circuit.

For citation: Abdulmanova, K. I. Analysis of noise and dustiness studies of machines with bladed tools / K. I. Abdulmanova, T. A. Finochenko // Proceedings of the Rostov State University of Railway Engineering. – 2024. – No. 2. – P. 8–11

Сведения об авторах

Абдульманова Кира Игоревна

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

Финоченко Татьяна Анатольевна

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

Information about the authors

Abdulmanova Kira Igorevna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Health and Safety»,
graduate student,
e-mail: Kira_igorevna@mail.ru

Finochenko Tatyana Anatolyevna

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

УДК 331.453

*Д. С. Алешков, М. В. Суковин, Е. В. Куцепалова, О. Г. Бачина***ОБ ОЦЕНКЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ДЕРЕВО ОТКАЗОВ И МЕТОДА ФАЙНА-КИННИ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ¹**

Аннотация. Рассмотрена взаимосвязь между методом Файна-Кинни и методом Дерево отказов для случая их использования при оценке профессиональных рисков. Описаны корректные условия возможности использования результатов количественного и качественного анализ опасностей методом Дерево отказов в оценке профессиональных рисков методом Файна-Кинни. Представлен алгоритм перехода.

Ключевые слова: оценка профессиональных рисков, профессиональный риск, метод Дерево отказов, метод Файна-Кинни.

Для цитирования: Об оценке возможности использования метода дерево отказов и метода Файна-Кинни при оценке профессиональных рисков / Д. С. Алешков, М. В. Суковин, Е. В. Куцепалова, О. Г. Бачина // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 12–18.

В «Рекомендациях по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков», утвержденных приказом Минтруда России от 28 декабря 2021 № 926 говорится о возможности использования нескольких методов при оценке профессиональных рисков. Таким образом, актуальным является вопрос насколько значения профессиональных рисков, полученные при использовании различных методов идентичны, или значения профессионального риска инварианты по отношению к методам его получения.

В работе [1] описаны условия перехода от результатов, полученных при использовании метода Файна-Кинни к результатам, получаемым при использовании Матричного метода (тепловой диаграммы). Так же в [1] показана зависимость обеспечения инвариантности результатов от выбора шкал матричного метода.

Основываясь на терминологии ГОСТ Р 58771-2019 целесообразно произвести оценку возможности перехода от метода Файна-Кинни и вообще от матричных методов отнесенных к технологиям оценки значимости риска, отчетности и документирования рисков, к методам отнесенным к технологии понимания последствий, вероятности и риска.

В настоящее время достаточно широко распространена трактовка опасности как совокупности «небезопасных условий» и/или «небезопасных действий» [2, 3], что позволяет их трактовать как события, которые непосредственно предшествуют такому событию, как «Несчастный случай на производстве». Используя классическое определение понятия риска [4–6], несчастный случай на производстве может быть представлен как одно из возможных состояний системы «работник – машина – окружающая среда». С позиций формальной логики реализация опасности возможна при выполнении трех условий в одном месте, в один и тот же момент времени:

- наличие опасности;
- работник в зоне действия опасности;
- отсутствие средств защиты [7].

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

В случае использования Дерева отказов, конечным результатом является вероятность реализации или нереализации опасности [8–13]. Второй уровень дерева отказов может объединять в себе указанные выше достаточные и необходимые условия.

Такой подход достаточно хорошо согласуется с методом Файна–Кинни, как частным случаем матричных методов, в котором присутствует произведение первых двух условий.

Кроме этого, можно говорить о матричных методах, как методах визуализации вероятностей, последствий и самих рисков, а не как о методе их определения. Данный факт косвенно подтверждается тем, что матричные методы, или тепловые диаграммы, согласно ГОСТ Р 58771-2019, отнесены к технологии отчетности и документирования рисков.

Рассмотрим древовидный граф, который легко может быть представлен деревом отказов при введении соответствующих логических условий, на примере несчастного случая на производстве, с учетом указанных выше условий (рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент древовидного графа применительно к несчастному случаю на производстве

Вероятность несчастного случая в соответствии с данным его представлением определяется по формуле:

$$P_P = P_A \cdot P_B \cdot P_B,$$

где P_A , P_B , P_B – вероятности событий A , B , B , соответственно (рис. 1).

В методе Файна–Кинни вероятность несчастного случая представляет собой произведение:

$$P_P = P_A \cdot P_B,$$

где P_B подверженность может трактоваться как наличие работника в опасной зоне. Соответственно вершина древовидного графа может быть представлена как двух ветвевой граф (рис. 2).



Рис. 2. Фрагмент древовидного графа применительно к несчастному случаю на производстве при использовании метода Файна–Кинни

Исходя из этого представления можно предположить, что событие B располагается на нижележащих уровнях иерархии древовидного графа. Кроме этого, априори предполагается, что пользователь метода владеет вероятностными характеристиками P_A и P_B , и может их адекватно перевести в балльную систему оценки для дальнейшего использования метода Файна–Кинни.

Таким образом, можно выделить следующие алгоритмы использования метода Файна–Кинни:

- использование методов технологии понимания опасностей для определения вероятностей;

- перевод определенных вероятностей в баллы по технологии, представленной, например, в [2];

или

- использование экспертных методов с определением вероятностей или баллов головного события;

- перевод полученных результатов в значения соответствующих шкал метода Файна–Кинни;

или

- использование экспертных методов с определением баллов по шкалам метода Файна–Кинни непосредственно.

Все другие события, связанные с организацией рабочего пространства, используемым оборудованием и его характеристиками, а также характеристиками работника и его трудовыми действиями, в явном виде не отражены и могут быть отнесены как к вероятности, подверженности и последствиям, которые являются независимыми переменными метода Файна–Кинни.

Рассмотрим возможность построения метода оценки профессионального риска по аналогии с методом Файна–Кинни, но с учетом событий входящих в древовидный граф, представленный на рис. 1.

На рис. 3 представлено множество возможных значений произведений вероятности, P_A на подверженность, P_B , в баллах, согласно рекомендациям метода Файна–Кинни.

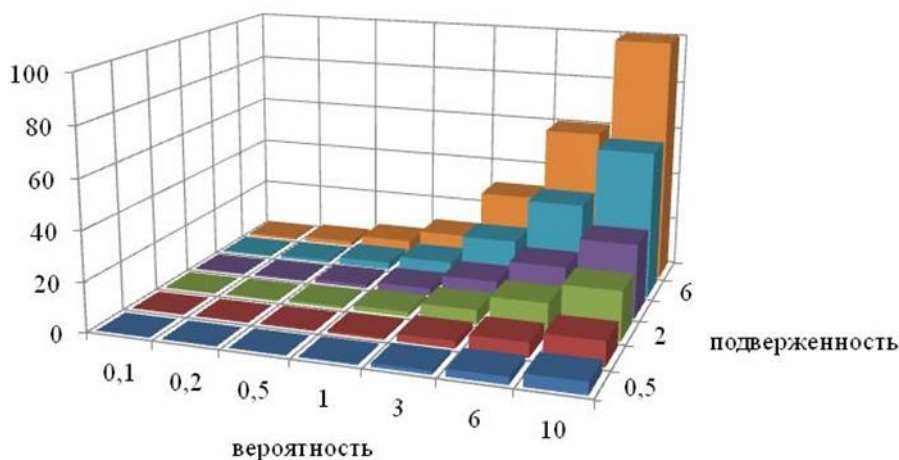


Рис. 3. Множество возможных значений произведений вероятности на подверженность в баллах

Так как добавляется еще одна переменная в виде наличия или отсутствия системы защиты работника, то здесь уже имеет место быть пространство из четырех переменных: тяжесть (далее Т), наличие опасности, подверженность и эффективность системы защиты. Далее необходимо произвести шкалирование новой независимой переменной.

В таблице представлен вариант шкалирования события, связанного с тем, что система защиты в силу ряда обстоятельств не обеспечила защиту работника от воздействия опасности.

Таблица

**Пример шкалирования события, обусловленного влиянием средств защиты
на воздействие опасности на работника**

Категория, i	Значение, B , балл
Отсутствие системы защиты	10 (0,556)
Наличие СИЗ	5 (0,278)
Наличие КСЗ	2 (0,111)
Наличие СИЗ и КСЗ	1 (0,056)

Данное бальное распределение хорошо аппроксимируется средствами MS Excel, уравнение регрессии имеет вид:

$$B = 22,361e^{-0,782i}$$

Величина достоверности аппроксимации составила, $R^2 = 0,997$. На рис. 4 представлено данное распределение.

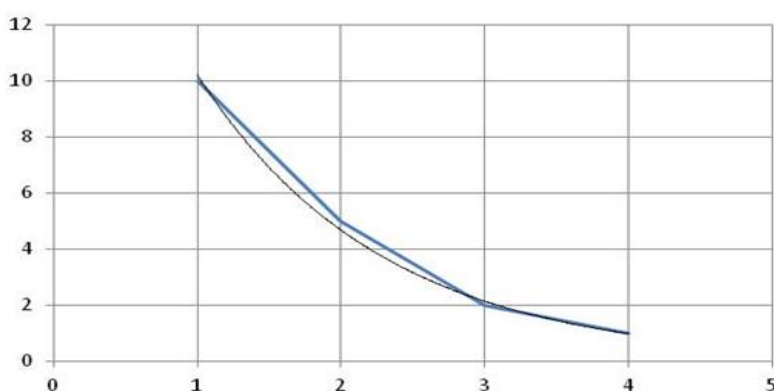


Рис. 4. Зависимость баллов от категорий использования средств защиты

Окончательный результат представляет собой матрицу тензорного произведения матриц операторов A , B , V и T , которая может быть представлена блочной матрицей. Визуализация значений блочной матрицы представлено на рис. 5.

Учитывая большую размерность получаемого результата, возможно получение следующего алгоритма оценки профессионального риска:

- находим величину профессионального риска через тензорное произведение матриц операторов A , B , V и T ;
- полученные дискретные значения рисков упорядочиваем по возрастанию и переходим к относительным единицам [1];
- используя шкалу рисков, описанную в методе Файна-Кинни, производим окончательное определение величины профессионального риска.

На рис. 6 представлено окончательный результат полей профессионального риска при модификации метода Файна-Кинни за счет учета влияния систем защиты на рабочем месте. Определяя бальные значения тяжести последствий, наличия опасности, подверженности работника этой опасности и наличия системы защиты, на пересечении соответствующих значений тепловой диаграммы (рис. 6) окончательно находим величину профессионального риска, значение которой интерпретируется в соответствии с рекомендациями метода Файна-Кинни.

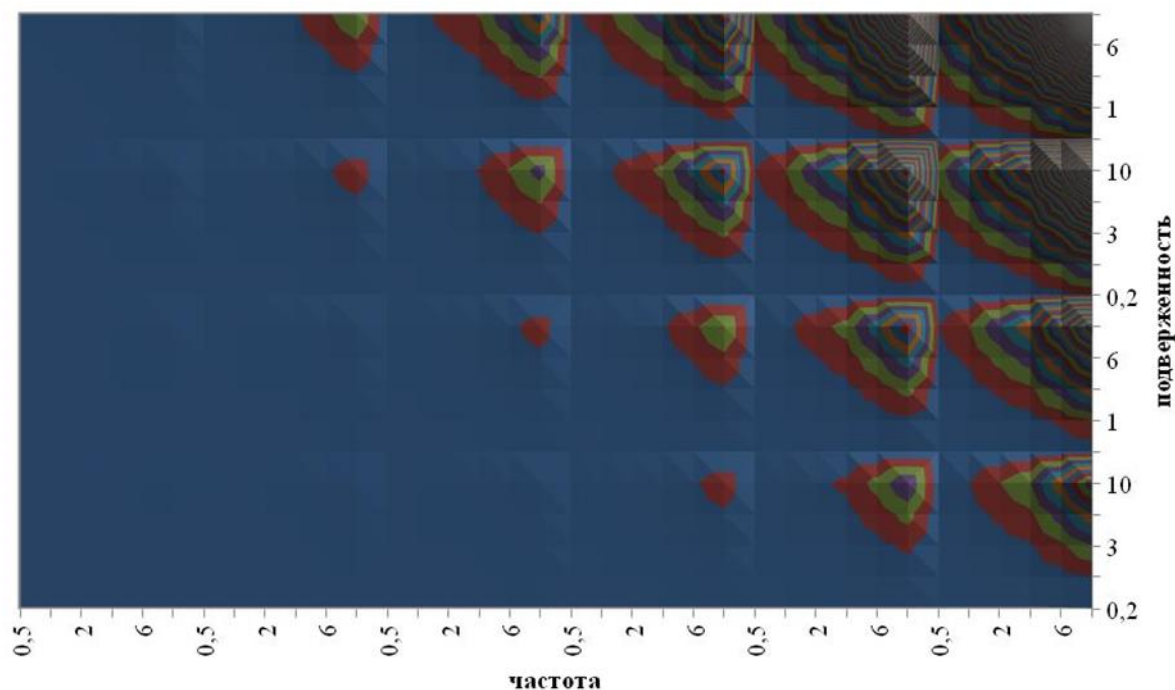


Рис. 5 Блочная матрица произведения тяжести последствий, наличия опасности, подверженности и эффективности системы защиты в баллах

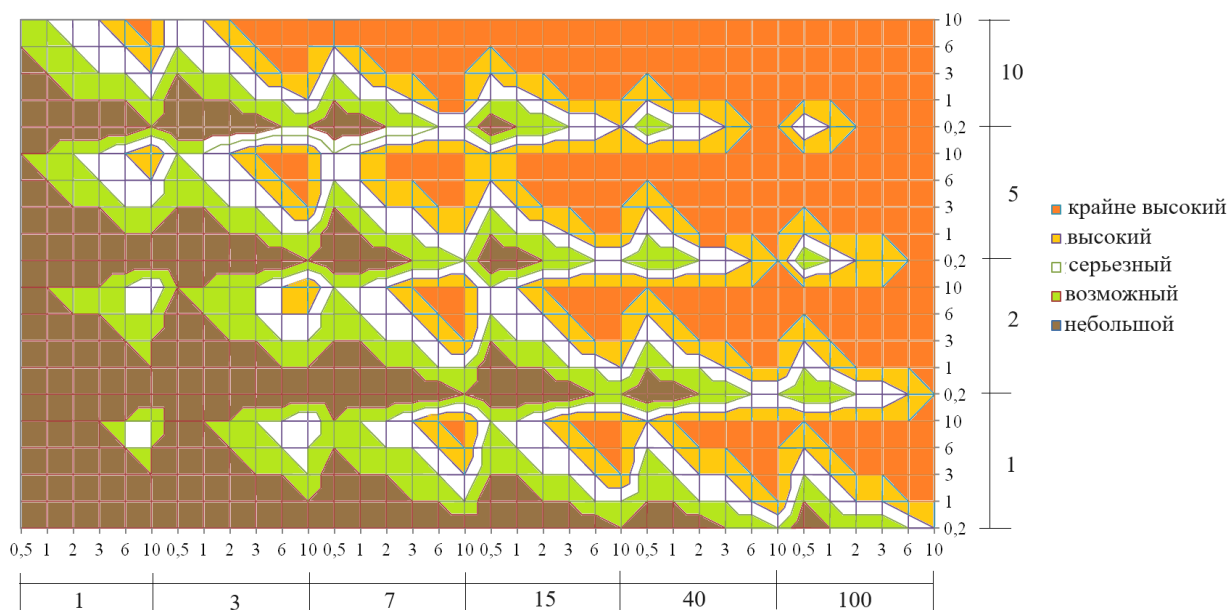


Рис. 6 Поля профессионального риска при модификации метода Файна-Кинни за счет учета влияния систем защиты на рабочем месте

Таким образом, можно сказать, что при увеличении независимых параметров, которые являются событиями дерева отказов, размерность итоговой блочной матрицы резко возрастает. Так же возрастает сложность ее использования. Однако при этом, окончательный результат становится менее подверженным влиянию субъективных факторов.

Библиографический список

1. Об оценке тождественности использования матричных методов при оценке профессиональных рисков / Д. С. Алешков, М. В. Суковин, Е. В. Куцепалова, Р. Н. Профатилов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 2(63). – С. 16-21.
2. **Королев, И. В.** Совершенствование системы управления охраной труда на предприятии с учетом профессиональных рисков / И. В. Королев, А. А. Закревский // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2023. – Т. 12, № 4(64). – С. 266-271.
3. Техносферная безопасность : введение в профессию / А. Н. Лопанов, Е. А. Фанина, О. Н. Томаровщенко, И. В. Прушковский. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. – 220 с. – ISBN 978-5-361-01000-4.
4. 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. – EDN AMEICP.
5. **Щирова, Т. И.** Микроклимат и его влияние на человека / Т. И. Щирова // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2022. – № 3(57). – С. 151-153.
6. **Кузнецов, А. А.** Проблемы и эффективность проведения специальной оценки условий труда в России и зарубежных странах / А. А. Кузнецов // Приоритетные направления устойчивого социально-экономического развития государств в условиях усиления внешних рисков : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Киров, 03 ноября 2022 года. – Киров: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «Аверс», 2022. – С. 857-864.
7. **Молдашов, С. М.** Эргономический подход в выборе средств индивидуальной защиты органов дыхания / С. М. Молдашов, В. С. Хомякова // Молодежь и наука. – 2023. – № 2.
8. **Финоченко, Т. А.** Достойный труд - безопасный труд / Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2. – С. 5-6.
9. **Finochenko, T. A.** Risk Management in Transportation Safety System / T. A. Finochenko, L. V. Dergacheva, I. A. Yaitskov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020, Vladivostok, 06–09 октября 2020 года. Vol. 666. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 022050. – DOI 10.1088/1755-1315/666/2/022050.
10. **Борисова, А.В.** Риск-ориентированный подход к обеспечению безопасности труда / А. В. Борисова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 1 (50). – С. 5-7.
11. **Borisova, A.V.** The use of the expert method in solving the issues of choosing the instrumentation of the procedure for controlling production factors / A.V. Borisova, T.A. Finochenko, V.A. Finochenko // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020. IOP Publishing Ltd, 2021. С. 022022.
12. **Чубарь Е.П.** Оценка мероприятий по снижению воздействия вредных производственных факторов на основе риск-ориентированного подхода / Е.П. Чубарь, В.В. Козлюк, А.В. Борисова, М.В. Баланова // Вестник аграрной науки Дона. – 2024. – Т. 17. – № 1 (65). – С. 85-94.
13. **Финоченко, Т. А.** Специальная оценка условий труда как информационная база для внедрения риск-ориентированного подхода в сфере охраны труда / Т. А. Финоченко, В. А. Финоченко, Л. И. Воробинская // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 2 (51). – С. 107–110.

D. S. Aleshkov, M. V. Sukovin, Y. V. Kutsepalova, O. G. Bachina

ON ASSESSING THE POSSIBILITY OF USING THE FAULT TREE METHOD AND THE FINE-KINNEY METHOD IN ASSESSING OCCUPATIONAL RISKS

Abstract. The relationship between the Fine-Kinney method and the Fault Tree method is considered for the case of their use in assessing occupational risks. The correct conditions for the possibility of using the results of quantitative and qualitative hazard analyzes using the Fault Tree method in assessing occupational risks using the Fine-Kinney method are described. The transition algorithm is presented.

Keywords: occupational risk assessment, occupational risk, fault tree method, Fine-Kinney method

For citation:. On assessing the possibility of using the fault tree method and the Fine-Kinney method in assessing occupational risks / D. S. Aleshkov, M. V. Sukovin, Y. V. Kutsepalova, O. G. Bachina // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 16–22.

Сведения об авторах

Алешков Денис Сергеевич

Сибирский государственный
автомобильно-дорожный
университет (СибАДИ),
кафедра «Техносферная и
экологическая безопасность»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: denisaleshkov@mail.ru

Суковин Михаил Владимирович

Сибирский государственный
автомобильно-дорожный
университет (СибАДИ),
кафедра «Техносферная и
экологическая безопасность»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: sukovin_8@mail.ru

Куцепалова Елена Викторовна

ООО «ЛИТ»
директор,
e-mail: sukovin_8@mail.ru

Бачина Ольга Геннадьевна

Сибирский государственный
автомобильно-дорожный
университет (СибАДИ),
магистрант,
e-mail: sukovin_8@mail.ru

Information about the authors

Aleshkov Denis Sergeevich

Siberian State Automobile and
Highway University (SibADI),
Chair «Technosphere and
Environmental Safety»,
Candidate of Engineering
Sciences
E-mail: denisaleshkov@mail.ru

Sukovin Mikhail Vladimirovich

Siberian State Automobile and
Highway University (SibADI),
Chair «Technosphere and
Environmental Safety»,
Candidate of Engineering
Sciences,
E-mail: sukovin_8@mail.ru

Kutsepalova Yelena Viktorovna

LLC «LIT»,
Director
E-mail: sukovin_8@mail.ru

Bachina Olga Gennadievna

Siberian State Automobile and
Highway University (SibADI),
master's student,
E-mail: sukovin_8@mail.ru

УДК 656.21 + 06

И. А. Баланов, Ю. А. Антонов, И. А. Яицков

БЕЗОПАСНЫЙ ТРУД ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Аннотация. Воздействие виброакустических факторов производственной среды негативно воздействует на состояние здоровья работающих, которое сопровождается повышенной утомляемостью, снижением внимания и умственной работоспособности, увеличением времени реакции и повышением порога слышимости, что, отражается на производительности и безопасности движения. Воздействие виброакустических факторов усиливается при эффекте суммации с микроклиматическими условиями. Поэтому снижение воздействия повышенных уровней шума и микроклимата на машинистов обслуживающих железнодорожную технику является важной задачей социально-экономическом и научно-техническом аспекте. Исследования факторов производственной среды на рабочих местах машинистов автотриакс с буровыми установками можно дать анализ тому, что причинами несчастных случаев и профессиональных заболеваний, являются не только повышенные уровни виброакустических характеристик, а также климатические условия.

Ключевые слова: производственная среда, виброакустика, микроклимат, железнодорожный подвижной состав.

Для цитирования: Баланов, И. А. Безопасный труд при эксплуатации железнодорожного подвижного состава / И. А. Баланов, Ю. А. Антонов, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 19–24.

Введение. В настоящее время третья часть работников производственной сферы, в том числе и транспортного комплекса, трудятся в условиях, не соответствующих гигиеническим требованиям. Условия в которых трудятся работники оказывает значительное влияние на их состояние здоровья. Профессиональная заболеваемость ведет к снижению работоспособности, и как следствие к социальному (оплата больничных) и экономическому (недополученные продукции) ущербу. И хотя уровень профессиональных заболеваний, в настоящее время, имеет тенденцию снижения, однако находится еще на достаточно высоком уровне [1,2]. Неудовлетворительное состояние условий труда на рабочих местах предприятий транспортного комплекса является следствием недостаточного внимания со стороны работодателей вопросам охраны труда. К факторам, способствующим возникновению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, в первую очередь следует отнести износ оборудования и неблагоприятные условия труда. Улучшение условий труда машинистов и обеспечение безопасности движения один из основных векторов развития железнодорожного транспорта [3].

Железнодорожный транспорт, и в частности автотриаксы являются сложными вибродинамическими системами, включающими большое количество разнохарактерных источников вибраций и звукового излучения, создающих существенные превышения фактически создаваемых уровней звукового давления и вибраций над предельно-допустимыми значениями, как на рабочих местах машинистов, так и в зонах жилой застройки, прилегающих к железнодорожным путям. В настоящее время снижение шума транспортных магистралей, включая железнодорожный транспорт достигается пассивными методами в

основном акустическими экранами. Однако, наиболее перспективным в этом направлении следует считать уменьшение интенсивности звукового излучения самих источников шума.

Машина буровая с комбинированным железнодорожным ходом альтернатива различным видам и моделям железнодорожных автомотрис, данный вид машин предназначен для выполнения различных работ по строительству контактной сети: бурение, установка фундаментов и опор, монтаж арматуры контактной сети. Сферой их применения в железнодорожной отрасли Трансэнерго – филиал ОАО «РЖД» по установке опор для передачи и распределение электрической энергии потребителям. Машины данного типа имеют недостаток — это неспособность автомотрис работать «с поля», не занимая железнодорожный перегон [4].

Автомотриса на рельсах появились на сети железных дорог в начале двадцатого столетия, представляет собой самоходный вагон, который оснащен двигателем внутреннего сгорания. Предназначение данного вида транспорта было для перевозки бригад железнодорожников, чтобы оперативно проводить работы на определенных участках. Данный вид машин относят к техническим, которые называют машинами специального назначения. Их основным видом деятельности является проведение технического обслуживания и ремонта железнодорожного полотна непосредственно за счет ресурса самих машин.

С помощью этого типа автомотрис ремонтируют не только железнодорожные пути внизу, но и контактные сети поверх них. Для этой цели существуют монтажно-восстановительные автомотрисы - самоходные путевые машины, которые, помимо выполнения работ по электрификации и электроснабжению, также могут быть оснащены грузоподъемным краном, пантографом, и даже буровой установкой для рытья котлованов. Однако есть тип автомотрис, который все-таки известен обывателю, и он предназначен не для служебных поездок (рисунок 1).



Рис.1. Автомотриса АДМ

Буровая машина представляет собой самоходное средство на базе грузового шасси большой грузоподъемности, средств управления и контроля, рабочего бурового органа с устройством вращения шнекового бура, закрепленного на стреле манипулятора. Силовой установкой в данной машине является привод гидравлической насосной станции от коробки отбора мощности на КПП шасси автомобиля. Рама локомотива оборудована опорами с гидравлическими цилиндрами подъема-опускания, а также механизма передвижения по рельсам. Все механизмы и системы машины обслуживаются средством управления и контроля, которое выполнено в виде выносного пульта управления с основными операциями.

Посредством буровой машины для погружения свайных фундаментов опор контактной сети и свай производят бурение шнековым буром породы или грунта для установки с помощью крана или краново-манипуляторных установок свайных фундаментов

ТСН, ТА, ФК, ФКА, ТФАЭ на глубину до 5,55 м и до 8,55 от уровня головок рельсов соответственно.

Управление автомотрисой производится машинистом. Масса погружаемых элементов до 1,5 тонн; длина погружаемых элементов: свайных фундаментов — до 5 м; свай 30×30 см, 35×35 см, 40×40, — до 8 м. Автомотриса укомплектована навесным буровым оборудованием с диаметрами от 219, 325, 650 мм и с глубиной бурения 5 метров. Данная модель машины передвигается своим ходом по рельсам железнодорожных дорог до ближайшего переезда, имеет возможность передвигать в сцепка рабочую железнодорожную платформу, а также транспортироваться локомотивом в составе ремонтного поезда.

К передвигаемой по железнодорожным путям буровой автомотрисе предъявляются те же требования как к подвижному составу железных дорог. При выполнении работ передвигаются в пределах обслуживаемого участка железнодорожного пути самоходом и вписываются в габаритные размеры подвижного состава. На дальние расстояния транспортируются в составе железнодорожного поезда. Габаритные размеры соответствуют требованиям Правил технической эксплуатации железных дорог и габаритам подвижного состава, касающихся их проезда по минимально допустимым кривым участкам и через сортировочные горки.



Рис. 2. Автомотриса с буровой установкой в рабочем положении

Автомотриса дизельная монтажная строительная (рисунок 2) представляет собой самоходный двухосный экипаж с двигателем внутреннего сгорания. Данный вид машины относится к категории путевой техники для служб энергоснабжения. Используется для бурения котлованов и установки в них железнодорожных опор контактной сети, перевозки опор и других грузов на собственной и прицепной платформах. Автомотриса оборудована буровой установкой и телескопическим краном с грузовым крюком. Автомотриса представляет собой самоходный двухосный экипаж. На передней консоли расположена несущая кабина с грузоподъемным краном, оборудованным съемными люльками. На задней консоли установлено буровое оборудование с аутригерами. В средней части под рамой расположена гидромеханическая трансмиссия, состоящая из силовой установки - дизеля ЯМЗ-238 Б-14, гидропередачи ГП 300 (или ГМП - 300) и карданного привода к осевым редукторам колёсных пар.

Автомотриса предназначена для бурения котлованов под установку опор контактной сети, монтажа и демонтажа элементов контактной сети и опор, перевозки железобетонных опор и других грузов на собственной и прицепной платформах, выполнения маневровых и погрузочно-разгрузочных работ, питания электроэнергией 380/220 В, 50 Гц потребителей в полевых условиях, в том числе проведения сварочных работ [5].

Источниками шума, которые воздействуют на работника при выполнении его непосредственных обязанностей [6]:

-шумы которые возникают при движении автотрисы по неровным поверхностям железнодорожного полотна:

-шумы которые воздействуют на работника от основного оборудования, дизель генераторов:

-шумы от проходящих поездов.

Все воздействующие шумы негативно влияют на работоспособность, так как оказывают негативное влияние не только на органы слух, но и на нервную систему, психическое и физическое состояние работника. Он активизирует в организме работника выработку кортизола являющимся гормоном стресса.

К факторам высокой биологической активности, вызывающей разного рода патологии относятся общая и локальная вибрация. Вибрация которая влияет на машиниста автотрисы это общая, на сидении машиниста автотрисы и на полу кабины и локальная на рукоятке управления. Основным источником возникновения вибрации является двигатель. Уровни вибрации зависят от конструктивных особенностей и несовершенства кабины и представленные в таблице.

Таблица

Уровни виброскорости различных элементов кабины автотрисы

Элементы конструкций	Уровни, дБ
Рама двигателя	90-117
На лапе двигателя	87-113
Сиденье машиниста	102-115
Боковая стенка кабины	101-126
Передняя стенка кабины	100-123

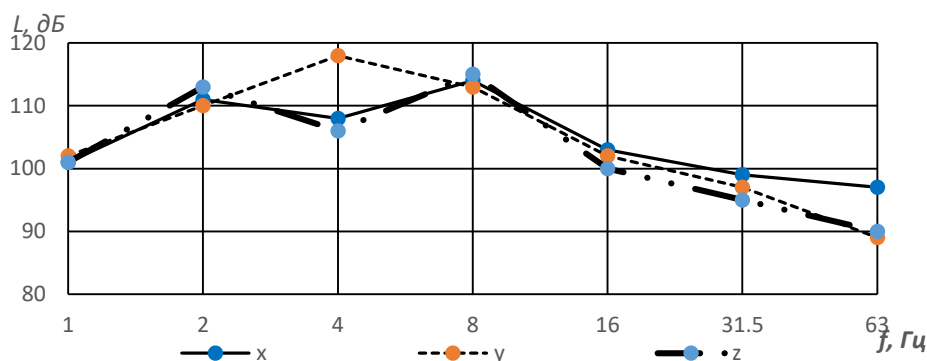


Рис.3. Спектры вибраций на боковых стенках кабины

Выбрав точки измерения на графике рис 3. можно увидеть анализ колебательных процессов кабины показывает, что на боковых стенках кабины вибрация достигает 126 дБ.

Проводя анализ гистограммы представленной на рис.4 можно увидеть что уровни звукового давления в пределах от 31.5 Гц до 8000 Гц превышают предельно допустимые значения от 8 до 16 дБ. Гистограмма позволяет сделать выводы о том, что в кабине автотрисы имеются несколько источников шума. Позволяя предположить, что формирование звукового поля оказывает влияние как по боковым стенкам кабины, так и на сидении машиниста.

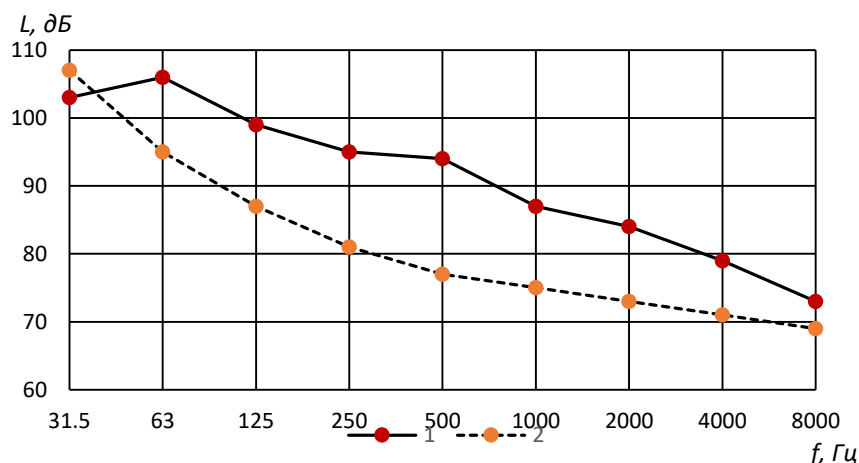


Рис. 4. Спектры шума от двигателя в кабине автотомотрисы: 1 – кабина автотомотрисы 2- предельно-допустимый уровень

Проводя исследования факторов производственной среды, шума, вибрации, электромагнитных излучений, метеорологических условий на рабочих местах машинистов автотомотрис с буровыми установками можно дать анализ тому, что причинами несчастных случаев и профессиональных заболеваний, являются не только повышенные уровни виброакустических характеристик, а также климатические условия. Несовершенства кабины отражается на микроклиматических условиях на рабочем месте [7]. В летний период температура воздуха зачастую существенно не отличается от наружной и в южных регионах может составлять от 35 до 47°C. В зимний период работ температура опускаться до 5 -15°C, а перепады по вертикалям между уровнем головы и ног машиниста крана составляет 6 - 5°C. Скорость движения воздуха в кабине не превышает 0,5 м/с, однако если приходится открывать окна, что приводит в целом к непостоянству температурного режима в помещении кабины, то можно приравнять работу машиниста в кабине как работу на открытом воздухе.

Проведя анализ исследований можно сделать вывод, что на рабочих местах машинистов автотомотрис с буровыми установками в кабине необходимо установить системы обогрева и кондиционирования.

Библиографический список

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

5. Методические рекомендации по оценке условий труда для основных профессий ОАО РЖД / В. А. Финоченко, Т. А. Финоченко, В. А. Назимко [и др.]. – Ростов-на-дону : Ростовский государственный университет путей сообщения, 2012. – 73 с. – EDN RJONZR.

6. **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.

7. **Галкина, О. В.** Обеспечение нормируемого температурного режима в кабинах железнодорожного подвижного состава: дис. канд. тех. наук / О.В. Галкина – Москва, 2002. – 163 с.

I. A. Balanov, Yu. A. Antonov, I. A. Yaitskov

SAFE WORK WHEN OPERATING RAILWAY ROLLING STOCK

Annotation. The impact of vibroacoustic factors in the working environment negatively affects the health of workers, which accompanied by increased fatigue, decreased attention and mental performance, increased reaction time and an increase in the hearing threshold, which affects performance and traffic safety. The impact of vibroacoustic factors increases when combined with microclimatic conditions. Therefore, reducing the impact of increased noise levels and microclimate on drivers servicing railway equipment is an important task in the socio-economic and scientific-technical aspects. Research into the factors of the working environment at the workplace of drivers of railcars with drilling rigs can provide an analysis of the fact that the causes of accidents and occupational diseases are not only increased levels of vibroacoustic characteristics, but also climatic conditions

Key words: production environment, vibroacoustics, microclimate, railway rolling stock.

For citation: Balanov, I. A. Safe work when operating railway rolling stock / I. A. Balanov, Yu. A. Antonov, I. A. Yaitskov // Proceedings of the Rostov State Transport University. – 2024. – No. 2. – P. 19–24.

Сведения об авторах

Баланов Игорь Андреевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
аспирант кафедры «БЖД»,
e-mail: igor.balanov@bk.ru

Антонов Юрий Александрович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
аспирант кафедры «БЖД»,
e-mail: antonov0882@gmail.com

Яицков Иван Анатольевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
Декан факультета Электромеханический,
доктор технических наук, профессор
e-mail: yia_nis@rgups.ru

Information about the authors

Balanov Igor Andreevich

Rostov State Transport University (RGUPS),
postgraduate student
of the department of “BJD”,
e-mail: igor.balanov@bk.ru

Antonov Yuri Alexandrovich

Rostov State Transport University (RGUPS),
postgraduate student
of the department of “BJD”,
e-mail: antonov0882@gmail.com

Yaitskov Ivan Anatolievich

Rostov State Transport University (RGUPS),
Dean of the Faculty of Electromechanical,
Doctor of Technical Sciences, Professor
e-mail: yia_nis@rgups.ru

УДК 656.21 + 06

*М. В. Баланова, Ю. А. Бондарева, В. Н. Нестерук***СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ
В АТМОСФЕРУ ПРИ СГОРАНИИ БЕНЗИНОВ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК¹**

Аннотация. Использование качественного топлива в заправке автомобилей это жизненно важный компонент не только безопасности, но и условий окружающей нас среды. Данная проблема в настоящее время имеет актуальный характер в связи с экологической культурой и бережным отношением к окружающей среде в нашей стране. Данная статья рассматривает общие характеристики бензинов АИ-76 и АИ-95. Показана таблица сравнения выхлопных газов двигателей по их веществам, а так же сравнение компонентов АИ-76 и АИ-95.

Ключевые слова: Автомобильный транспорт, бензин, топливо, марка бензина, углеводороды, оксид углерода, оксид азота, окружающая среда, экология, охрана труда.

Для цитирования: Баланова, М. В. Сравнительный анализ выбросов вредных веществ в атмосферу при сгорании бензинов различных марок / М. В. Баланова, Ю. А. Бондарева, В. Н. Нестерук, // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 25–28.

Введение. Отрасль железнодорожного транспорта в своей непосредственной работе не может обходиться без автомобилей и автопогрузчиков. При формировании состава пассажирских и грузовых вагонов, при ремонте, при обслуживании необходима помощь автомобилей и автопогрузчиков. Автомобильный транспорт самая большая отрасль, которая прочно удерживает лидирующие позиции в транспортном комплексе страны. Ежедневное взаимодействие с этим видом транспорта у каждого человека в нашей стране и не только. Наличие автомобилей на каждом предприятии страны, все пользуется общественным транспортом, а более 50% населения имеет личный автомобиль. Все эти владельцы желают, чтобы его транспортное средство прослужила как можно дольше. Для этого необходимо хорошее техническое обслуживание и качественное топливо [1–3].

Общие сведения. В нашей стране много крупных заправочных станций, где за качеством продаваемого заправочного топлива строго следят, но не все продавцы сейчас честны. Большинство АЗС продают разбавленный, некачественный бензин. Некачественный бензин негативно сказывается на работе двигателей, а также, на выбросах вредных веществ, не соответствующих ПДУ, в окружающую среду. Тем самым принося вред экологии, росту онкологических заболеваний и увеличению смертности в стране.

Детонация, возникающая при использовании низкокачественного бензина, приводит к громкому металлическому стуку и перегреву двигателя, который в свою очередь дает выбросы в атмосферу оксида азота, оксида углерода, диоксида углерода, бензола, ксилола, сажи [4–7].

Все разновидности бензиновых моторов спроектированы для использования конкретного вида топлива, содержащего определённое октановое число. Детонационная волна в двигателе может возникнуть из-за преждевременного или запоздалого воспламенения при использовании некачественного горючего. Такое негативно воздействует на двигателя может привести как к выходу из строя работы автомобильного двигателя, так и к его возгоранию, и дальнейшему взрыву

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

Определенный тип двигателя допускает применение бензина со строго определенным октановым числом. Определить октановое число позволяет моторный и исследовательский методами. Суть данного определения заключается в сравнении работы одноцилиндрового двигателя на испытуемом бензине и эталонном топливе. Смесь двух углеводородов – изооктана (C_8H_{18}) и нормального гептана (C_7H_{16}) используют в качестве эталонного топлива. Октановое число первого принимают равным 100 единицам, второго – нулю. Процентном соотношении из этих углеводородов будет характеризовать октановое число. Так, смесь из 92 % изооктана и 8 % гептана будет равноценна бензину с октановым числом 92, следовательно будет соответствовать бензину АИ-92.

Углеводороды в бензине подвергаются химическим изменениям в результате окисления, из-за чего бензин приобретает желтовато-коричневый цвет, а на стенках бака образуется смолянистый слой. При использовании такого бензина смола интенсивно откладывается на деталях топливной системы, что ухудшает образование воздушной смеси и снижает наполняемость двигателя [8–11].

Экологические свойства топлива на сегодняшний день приобретают все большее значение. Все это связано с тем, что автомобильные двигатели выбрасывают в городскую атмосферу более 95 % угарного газа, около 65 % углеводородов и 30 % оксидов азота. При сжигании 1 кг бензина в атмосферу выбрасывается 465 г угарного газа, 25 г углеводородов и 15 г оксидов азота. На сжигание 1 кг бензина требуется 14,5 кг воздуха. Бензина сгорает, также требуется 14,5 кг воздуха.

Для заправки автомобилей горючим наряду с дизельным топливом и газом используют бензины различных марок, которые в настоящее время являются самым распространенным видом топлива. Бензины наряду с общими качествами в зависимости от марки и октанового числа имеют значительные отличия. Рассмотрим выбросы вредных веществ для различных марок бензина, таких как АИ-76 и АИ-95.

Бензин АИ-76 обладает октановым числом приблизительно 76, в то время как у бензина АИ-95 это число достигает 95. Это означает, что бензин АИ-95 более стабилен и устойчив к самовозгоранию и, соответственно, рекомендуется для использования в современных двигателях с повышенной степенью сжатия. Сравнительный анализ октановых чисел представлен в табл. 1.

Таблица 1

Анализ октановых чисел

Марка бензина	Октановое число		
	ГОСТ 51105-97	Измеренное октанометром и хроматографическим методом	Расчётное
АИ-76	76	79	76
АИ-95	95	89	94

Благодаря более высокому октановому числу, бензин АИ-95 обеспечивает более эффективное сгорание топлива в двигателе, что способствует улучшению экономии топлива и повышению мощности автомобиля. Стоимость бензина АИ-95 обычно выше, чем у бензина АИ-76, так как его производство требует дополнительных затрат и обладает улучшенными характеристиками, что позволяет значительно снизить характеристики выбросов вредных веществ в атмосферу. Сравнительный анализ представлен в табл. 2.

Рассмотрев два вида бензина, можно сделать вывод, что бензин марки АИ-95 рекомендуется для использования в современных автомобилях, особенно с мощными двигателями, в то время как бензин АИ-76 может применяться в менее требовательных двигателях. Как видно из таблицы 2 в процессе сгорания, бензин марки АИ-76 выделяет в атмосферу большее количество вредных веществ, то есть содержит больше бензола, толуола,

ксилола и оксидов азота, и других сопутствующих веществ, которые представляют угрозу для здоровья человека и окружающей нас среды.

Таблица 2

Сравнительный анализ выхлопных газов бензина АИ-76 и АИ- 95

Вещество	АИ-76	АИ-95
N ₂	76 – 78	74 – 77
O ₂	2.0 – 18.0	0.3 – 8.0
H ₂ O	3.0 – 5.5	0.5 – 4.0
CO ₂	0.0 – 16.0	1.0 – 10.0
CO	0.1 – 5.0	0.01 – 0.5
Оксид азота	0.0 – 0.8	0.0002 – 0.5
Углеводороды	0.2 – 3.0	0.09 – 0.1
Альдегиды	0.0 – 0.2	0.001 – 0.009
Сажа	0.01 – 1.1	0.0 – 0.04
Бензол	0.0-1.55	0.97
Толуол	1.15	1.0
Ксилол	0.132	0.005

Библиографический список

1. Инженерная экология: учеб. пособие / В.А. Финоченко, Г.Н. Соколова, Т.А. Финоченко; под ред. В.А. Финоченко; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2019. – 164 с
2. **Зырянов, В. Ю.** Содержание выхлопных газов. Анализ бензина при сгорании / В. Ю. Зырянов. // Молодой ученый. – 2020. – № 19 (309). – С. 25-28. – URL: <https://moluch.ru/archive/309/69738>
3. **Баланова М.В.** Роль "человеческого фактора" в обеспечении безопасности железнодорожного транспорта / Переверзев И.Г., Финоченко Т.А., Баланова М.В., Гомелев В.В. // В сборнике: Транспорт и логистика: стратегические приоритеты, технологические платформы и решения в глобализованной цифровой экономике. сборник научных трудов III международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 303-307.
4. **Коротков, А.Г.,** Устинов А.А. Влияние качества бензина на состав и количество выбросов вредных веществ. Журнал "Автомобильный мир", №8(42), 2014.
5. **Хорошева, Н.А.,** Чумаков А.Г. Оценка влияния выбросов вредных веществ при сгорании бензинов АИ-76 и АИ-95 на состояние окружающей среды. Труды Мурманского государственного технического университета, №2(16), 2019.
6. **Borisova, A.,** Finochenko, V., Finochenko, T.: Modern measurement systems in the system of environmental monitoring. Academic Journal of Manufacturing Engineering, 2017.– 15(4) – С. 94-98.
7. **Финоченко, Т. А.** Достойный труд - безопасный труд / Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2. – С. 5-6.
8. **Finochenko, T. A.** Risk Management in Transportation Safety System / Т. А. Finochenko, L. V. Dergacheva, I. A. Yaitskov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020, Vladivostok, 06–09 октября 2020 года. Vol. 666. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 022050. – DOI 10.1088/1755-1315/666/2/022050.
9. **Финоченко, В. А.** Анализ экозащитных технологий на станциях реостатных испытаний локомотивных депо / В.А. Финоченко // Вестник Ростовского государственного путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 42-47.

10. **Борисова, А. В.** Проблемы и перспективы развития экоаналитического контроля и мониторинга / В. А. Фирсов, Е. П. Чубарь // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 3 (52). – С. 8–12.

11. **Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие** / И. Г. Переверзев, Т. А. Финоченко, И. А. Яицков [и др.] / ФГБОУ ВО РГУПС. 2-е изд., перераб. и доп. Ростов н/Д, 2019. 308 с.

M. V. Balanova, Yu. A. Bondareva, V. N. Nesteruk

COMPARATIVE ANALYSIS OF EMISSIONS OF HARMFUL SUBSTANCES INTO THE ATMOSPHERE DURING THE COMBUSTION OF GASOLINE OF VARIOUS BRANDS

Abstract. The use of high-quality fuel in refueling cars is a vital component not only of safety, but also of the environmental conditions around us. This problem is currently relevant in connection with the ecological culture and respect for the environment in our country. This article examines the general characteristics of AI-76 and AI-95 gasoline. A comparison table of engine exhaust gases by their substances is shown, as well as a comparison of AI-76 and AI-95 components.

Keywords: motor transport, gasoline, fuel, brand of gasoline, hydrocarbons, carbon monoxide, nitrogen oxide, environment, ecology, labor protection.

For citation: Balanova, M. V. Comparative analysis of emissions of harmful substances into the atmosphere during the combustion of gasoline of various brands / M. V. Balanova, Yu. A. Bondareva, V. N. Nesteruk // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – No. 2. – pp. 25–28.

Сведения об авторах

Баланова Мария Васильевна

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «БЖД»,
доцент,
e-mail: fmv04@mail.ru

Бондарева Юлия Андреевна

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «БЖД»,
студент бакалавр,
e-mail: uliabondareva337@gmail.com

Нестерук Вероника Николаевна

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «БЖД»,
студент бакалавр,
e-mail: nesteruknika@gmail.com

Information about the authors

Balanova Maria Vasilievna

Rostov State Transport University (RGUPS),
Department of “BJD”,
assistant professor,
e-mail: fmv04@mail.ru

Bondareva Yulia Andreevna

Rostov State Transport University (RGUPS),
Department of “BJD”,
bachelor student,
e-mail: uliabondareva337@gmail.com

Nesteruk Veronika Nikolaevna

Rostov State Transport University (RGUPS),
Department of “BJD”,
bachelor student,
e-mail: nesteruknika@gmail.com

УДК 656.2 : 504+ 06

Л. И. Воробинская

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА: ОБЗОР И ПУТИ РЕШЕНИЯ¹

Аннотация. В статье рассмотрены экологические проблемы железнодорожного транспорта: шумовое загрязнение, проблема утилизации отходов, проблема очистки сточных вод, проблема разливов горюче – смазочных материалов. Предложены пути их решения.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, экологические проблемы ж.д. транспорта, шумовое загрязнение, выбросы вредных веществ, разливы горюче-смазочных материалов.

Для цитирования: Воробинская, Л. И. Экологические проблемы железнодорожного транспорта: обзор и пути решения / Л. И. Воробинская // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 29–33.

Железнодорожный транспорт (ж. д. транспорт) обладает рядом уникальных особенностей, которые отличают его от других видов транспорта и делают наиболее популярным:

1. Стационарная инфраструктура: ж. д. транспорт опирается на стационарную инфраструктуру, состоящую множества взаимосвязанных компонентов. Эта инфраструктура требует значительных первоначальных инвестиций, но предлагает выделенную полосу отвода, которая может обеспечить более быструю и эффективную транспортировку:

1) железнодорожные пути;

2) системы сигнализации: обеспечивают безопасную и эффективную работу поездов.

3) вокзалы: железнодорожные станции служат узловыми пунктами для пассажирских и грузовых перевозок. Они могут варьироваться от небольших остановок в сельской местности до крупных городских терминалов и обычно включают платформы, билетные кассы и удобства для пассажиров.

4) помещения для технического обслуживания: они необходимы для технического обслуживания и ремонта подвижного состава, такого как локомотивы и железнодорожные вагоны. Помещения для технического обслуживания могут включать мастерские, депо и складские площадки.

5) мосты и туннели: Эти сооружения позволяют железным дорогам преодолевать естественные препятствия, такие как реки, долины и горы. Они могут быть построены с использованием различных материалов, таких как сталь, бетон или каменная кладка.

6) системы электрификации; телекоммуникационные системы.

7) центры управления: эти учреждения осуществляют надзор за железнодорожными операциями и управление ими, отслеживая движение поездов, управляя системами сигнализации и координируя меры реагирования на сбои в работе или чрезвычайные ситуации.

2. Высокая вместимость: поезда могут перевозить большое количество пассажиров или значительный объем грузов, что делает их идеальными для массовых перевозок. Такая высокая вместимость может привести к экономии за счет масштаба, снижая стоимость единицы перевозки.

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

3. Энергоэффективность: ж.д. транспорт, как правило, более энергоэффективен, чем другие виды транспорта, такие как автомобильный или воздушный. Это особенно актуально для электропоездов, которые могут питаться от возобновляемых источников энергии.

4. Безопасность: ж.д. транспорт по праву считается одним из самых безопасных видов транспорта. Снижению риска несчастных случаев и аварий способствуют следующие факторы:

- регулирование и надзор: правительства и регулирующие органы устанавливают строгие правила и предписания для обеспечения безопасности железнодорожных перевозок. Эти правила охватывают такие области, как эксплуатация поездов, техническое обслуживание и инфраструктура.

- технологии: современные поезда оснащены передовыми средствами обеспечения безопасности. К ним относятся системы предотвращения столкновений, автоматической защиты поездов и позитивного управления поездами, которые помогают предотвращать несчастные случаи, вызванные человеческой ошибкой.

- инфраструктура: спроектирована с учетом требований безопасности. Регулярные проверки и техническое обслуживание помогают поддерживать эти компоненты в хорошем рабочем состоянии.

- обучение: железнодорожный персонал проходит тщательную подготовку.

- культура безопасности: высокая культура безопасности в железнодорожных компаниях имеет решающее значение. Это предполагает формирование общей приверженности безопасности среди всех сотрудников, от высшего руководства до рядовых работников.

- исследования и разработки: непрерывные исследования и разработки в области безопасности на железнодорожном транспорте помогают выявлять и устранять новые риски и вызовы. [1, 6]

Несмотря на преимущества ж. д. транспорта, он также оказывает негативное воздействие на окружающую среду, усугубляя экологические проблемы как источник загрязнения. Рассмотрим некоторые экологические проблемы ж. д. транспорта.

1. Выбросы вредных веществ: ж. д. транспорт, особенно работающий на дизельном топливе, выделяет вредные вещества, такие как монооксид углерода, оксиды азота и твердые частицы, которые способствуют загрязнению воздуха и изменению климата, могут оказывать негативное воздействие на здоровье человека. Усилия по сокращению выбросов на железнодорожном транспорте включают использование более чистых видов топлива, таких как природный газ и электричество, а также внедрение более строгих стандартов по выбросам. Кроме того, некоторые компании инвестировали в разработку поездов с нулевым уровнем выбросов, например, работающих на водородных топливных элементах.

2. Шумовое загрязнение: ж. д. транспорт может создавать значительный шум, который негативно сказывается на здоровье и благополучии людей, живущих вблизи железнодорожных линий. Существует несколько мер, которые можно предпринять для снижения шума от железнодорожного транспорта: использование шумозащитных экранов, применение технологии шумоподавления, ограничение скорости поезда, планирование движения поездов, использование альтернативных видов топлива, привлечение общественности для решения проблемы шума и совместной работы по поиску решений [2, 7, 8].

3. Проблема утилизации отходов: ж. д. транспорт генерирует значительное количество отходов, включая твердые отходы, опасные отходы и сточные воды. Отходы, образующиеся на железнодорожном транспорте, могут включать различные материалы, такие как металл, пластик, бумага и органические отходы.

4. Фрагментация среды обитания: ж. д. транспорт может фрагментировать среду обитания, нарушая передвижение животных и растений и приводя к потере биоразнообразия.

Фрагментация среды обитания – это процесс, посредством которого большая непрерывная среда обитания преобразуется в ряд более мелких изолированных мест обитания.

5. Разливы горючесмазочных материалов (ГСМ): деятельность железнодорожного транспорта может привести к разливам ГСМ, которые могут оказать значительное воздействие на окружающую среду. Разливы ГСМ на железных дорогах могут происходить из-за аварий или отказов оборудования, и они могут иметь значительные экологические и экономические последствия. Первым шагом в реагировании на разлив ГСМ на железной дороге является локализация разлива, чтобы предотвратить его распространение. Это может быть сделано с помощью абсорбирующих материалов, боновых заграждений или земляных дамб для сдерживания разлива. Как только разлив локализован, следующим шагом является сбор ГСМ с помощью скimmers, пылесосов или другого оборудования для сбора. После сбора масла пораженный участок необходимо очистить и обеззаразить. Это может включать удаление загрязненной почвы, использование методов биоремедиации для расщепления ГСМ. Предотвращение разливов нефти на железных дорогах имеет решающее значение для минимизации их воздействия на окружающую среду и экономику. Этого можно достичь путем регулярного осмотра и технического обслуживания ж. д. оборудования, обучения персонала и внедрения передовых методов управления обработкой и хранением ГСМ. [3]

Для решения перечисленных экологических проблем железнодорожного транспорта могут быть предложены следующие меры:

- Инвестирование в экологически чистые технологии - экологически чистые технологии на железнодорожном транспорте связаны с применением определенных методов и материалов при эксплуатации и техническом обслуживании поездов и железнодорожной инфраструктуры. Это включает использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечная энергия и энергия ветра, для управления поездами и железнодорожными сооружениями, а также внедрение энергоэффективных технологий при проектировании и эксплуатации поездов. Кроме того, использование экологически чистых материалов при строительстве и обслуживании железнодорожной инфраструктуры, таких как переработанная сталь и бетон, также может рассматриваться как часть экологически чистых технологий на железнодорожном транспорте. Эти технологии помогают снизить углеродный след железнодорожного транспорта. [4, 9, 10]

- Внедрение мер по снижению шума: реализуются мероприятия по снижению шума, такие как установка шумовых барьеров и использование менее шумных поездов, чтобы уменьшить воздействие шума на экосистемы и население.

- Улучшение управления отходами. Утилизация отходов на транспорте - важный вопрос, который привлекает к себе внимание в последние годы. Существует несколько подходов к обращению с железнодорожными отходами, в том числе:

- вторичная переработка – является важнейшим аспектом обращения с железнодорожными отходами. Такие материалы, как металл, пластик и бумага, могут быть переработаны и использованы повторно, что сокращает количество отходов, отправляемых на свалки.

- захоронение на свалках – хотя захоронение на свалках не является предпочтительным методом обращения с отходами, оно может быть необходимо для определенных видов отходов, которые невозможно переработать или преобразовать в энергию.

- внедрение методик разделения и сбора отходов: поощрение пассажиров к разделению отходов на различные категории, такие как органические, пригодные для вторичной переработки и не подлежащие вторичной переработке, может повысить эффективность управления отходами.

- просвещение и осведомленность: информирование пассажиров о важности надлежащей утилизации отходов и воздействии отходов на окружающую среду может способствовать поощрению ответственного поведения.

– использование биоразлагаемых материалов: поощрение использования биоразлагаемых материалов вместо одноразовых пластмасс может сократить количество образующихся отходов, не подлежащих вторичной переработке.

– политика и регулирование: внедрение строгих правил и нормативных актов, касающихся утилизации отходов на транспорте, может помочь обеспечить соблюдение требований и способствовать ответственному поведению. Государственное регулирование экологической политики в транспортном секторе предполагает разработку и обеспечение соблюдения законов и подзаконных актов, направленных на снижение воздействия транспорта на окружающую среду: установление стандартов выбросов для транспортных средств, поощрение использования альтернативных видов топлива и инвестиции в инфраструктуру общественного транспорта. Цель этой политики состоит в том, чтобы свести к минимуму негативное воздействие транспорта на окружающую среду: загрязнение воздуха и выбросы парниковых газов, загрязнение сточными водами, в то же время обеспечивая необходимое перемещение людей и товаров.

• Чтобы смягчить воздействие железнодорожного транспорта на фрагментацию среды обитания, могут быть приняты различные меры, такие как:

– строительство переходов: они могут включать подземные переходы или эстакады, которые позволяют диким животным безопасно пересекать железнодорожные пути и поддерживать связь между местами обитания.

– внедрение проектов, благоприятствующих дикой природе, например, путем использования существующих транспортных коридоров или совмещения путей с естественными барьерами.

– внедрение методов рационального землепользования, например, путем сохранения или восстановления естественной среды обитания и сведения к минимуму застройки в охраняемых районах.

– мониторинг и исследования: регулярный мониторинг воздействия железнодорожного транспорта на дикую природу и места обитания может помочь в принятии обоснованных управленческих решений и адаптивных стратегиях для минимизации фрагментации. [5]

Важно отметить, что решение экологических проблем на железнодорожном транспорте требует совместных усилий железнодорожных компаний, правительств и местных сообществ. Работая сообща, возможно минимизировать воздействие железнодорожного транспорта на окружающую среду и здоровье человека. Ж.д. транспорт играет решающую роль в транспортировании людей и грузов. Увеличение доли его использования в сравнении с другими видами транспорта приведет к сокращению выбросов парниковых газов.

Библиографический список

1. Павлова, Е. И. Экология транспорта: учебник и практикум для вузов / Е. И. Павлова, В. К. Новиков. – 7-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 416 с. - ISBN 978-5-534-16734-4.

2. Анализ зарубежного опыта повышения экологичности транспортного обслуживания / В. А. Галкин, Е. Л. Кузина, М. А. Василенко [и др.] // Компетентность. – 2023. – №1. – DOI: 10.24412/1993-8780-2023-1-20-27.

3. Шадиметов, Ю. Ш. Актуальные вопросы стратегии экологически устойчивого транспорта / Ю. Ш.Шадиметов, Д. А. Айрапетов // Universum: технические науки. – 2022. – №4-5 (97). – DOI:10.32743/UniTech.2022.97.4.13343.

4. Уланов, А. А. Проблема углеродного следа в мире и его сокращение на железной дороге / А. А. Уланов, М. П. Лыкова // Мир науки и мысли. The World of Science and Ideas. – 2023. – №1. – eISSN: 2949-1509.

5. **Каячев, Г. Ф.** Интеграция модели устойчивого развития в грузовые железнодорожные перевозки в России: предпосылки и факторы / **Г. Ф. Каячев**, **Н. Е. Власова** // Векторы благополучия: экономика и социум. – 2020. – №1 (36). – ISSN: 2658-4956.

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

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

8. **Borisova, A. V.** The use of the expert method in solving the issues of choosing the instrumentation of the procedure for controlling production factors / **A. V. Borisova**, **T. A. Finochenko**, **V. A. Finochenko** // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020. IOP Publishing Ltd, 2021. С. 022022.

9. **Финоченко, Т. А.** Специальная оценка условий труда как информационная база для внедрения риск-ориентированного подхода в сфере охраны труда / **Т. А. Финоченко**, **В. А. Финоченко**, **Л. И. Воробинская** // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 2 (51). – С. 107–110.

10. **Дергачева, Л. В.** Реализация методик экологического просвещения в учебных заведениях / **Л. В. Дергачева** // Транспорт: наука, образование, производство (Транспорт-2019), Ростов-на-Дону, Изд. РГУПС/ – 2019. – Т2. – С. 325-330.

L. I. Vorobinskaya

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF RAILWAY TRANSPORT: OVERVIEW AND SOLUTIONS

Abstract. The article discusses the problems of wastewater treatment. As an effective solution to achieve high quality purification, it is proposed to use membrane bioreactors; the advantages of their application in practice are considered.

Keywords: wastewater, wastewater treatment, membrane bioreactors, filtration, wastewater treatment methods.

For citation: Vorobinskaya, L. I. Environmental problems of railway transport: overview and solutions / L. I. Vorobinskaya // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 29–33.

Сведения об авторах

Воробинская Лидия Ивановна
Ростовский государственный университет
путей сообщения,
кафедра «Безопасность
жизнедеятельности»,
старший преподаватель,
e-mail: lida.vorobinskaya@mail.ru

Information about the authors

Vorobinskaya Lidiya Ivanovna
Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Senior Lecturer,
e-mail: lida.vorobinskaya@mail.ru

УДК 631.879.4:631.559

С. Н. Гладких, Д. А. Афанасьева

УЛУЧШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ¹

Аннотация. Представлены исследования физиологии огурца обыкновенного, выращенного на промышленно загрязненных почвах с добавкой утилизированной растительной массы (компоста). Представлены результаты эксперимента по использованию компоста как фактора улучшения плодородия для получения качественного урожая культурных растений. На основе анализа и статистической обработки экспериментальных данных найден экономически выгодный метод экологически безопасной утилизации растительных остатков после уборки урожая и преобразования их в полезные питательные вещества для почвы.

Ключевые слова: плодородие почвы, утилизированная растительная масса, компост, качество растительной продукции, промышленно загрязнённая почва.

Для цитирования: Гладких, С. Н. Улучшение плодородия почв при использовании растительных остатков в земледелии / С. Н. Гладких, Д. А. Афанасьева // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 34–39.

Антропогенное воздействие с каждым годом ухудшает состояние природой среды. Человек, в погоне за временем, нерационально использует природные ресурсы. Так, утилизация продуктов растительного происхождения стала одной из важнейших вопросов экологии. Многочисленные, уже устаревшие, способы утилизации опавших листьев или сухостоя только наносят вред окружающей среде, особенно почве. Для России, которая является индустриально аграрной страной, влияние утилизированной растительной массы на плодородие почвы должно быть приоритетным. Данная работа дает ответ на вопрос целесообразности использования утилизированной растительной массы (компоста) как подкормку для выращивания овощей на деградированной почве и получения качественной растительной продукции.

Актуальность работы определяется необходимостью выращивания качественной продукции. Объектом исследования является утилизированная растительная масса (компост) как подкормка и средство экологически безопасного воздействия на почву. Предметом исследования являются овощная культура - огурец посевной, который выращивается на промышленно загрязненных почвах с добавкой утилизированной растительной массы (компоста). Изучение последних исследований и работ, посвященных этой проблеме [1-6], позволило выделить неразрешенные ранее аспекты и разработать цели и задачи нашего исследования.

Цель работы – исследование влияния утилизированной растительной массы (компоста) на физиологию растений через улучшение почвы.

Задачи исследования:

1. Рассмотреть существующие гипотезы о влиянии разного содержания компоста в почве на ростовые и морфологические показатели растений.

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

2. Экспериментально доказать возможность получения экологически чистой продукции при выращивании на почвах, где в качестве подкормки используется утилизированная растительная масса.

3. Сравнить урожайность растений, которые выращивались на четырех участках почвы, и определить влияние утилизированной растительной массы (компост) и продуктов сжигания на рост и развитие овощной продукции.

Для достижения цели исследования использовано экспериментальное внедрение подкормки в виде утилизированной растительной массы (компост) и фиксирование морфологических изменений в течение вегетационного периода [10–11].

Для эксперимента с выращиванием овощей на промышленно загрязненной почве была выбрана почва с приусадебного участка вблизи г. Мариуполя (с. Каменское) и почва у стен меткомбината, которая при любом розе ветра в течение года подвергалась пылевым выбросам ММК им. Ильича. По данным лабораторных исследований предприятия «Азовгео», почва, на которой должен проводиться эксперимент, имеет загрязнение тяжелыми металлами, которое превышает ПДК в несколько раз и имеет повышенный уровень кислотности. Эксперимент проводился на двух видов загрязненного грунта, который был разделен на две отдельные группы, потому что нашей целью было исследование влияния компоста на улучшение физико-химических и биологических показателей промышленно загрязненного грунта. Кроме того, для улучшения состава и плотности почвы добавлялся чистый речной песок. Подготовка компоста для эксперимента велась в течение 3-х лет на приусадебном участке вблизи г. Мариуполя (с. Каменское); для этого использовались остатки растительной массы после сбора урожая и растительные отходы после прополки дачного участка. Все растительные отходы отбирались для компоста без видимых признаков бактериальных и грибковых заболеваний. После того как растительная масса превратилась в компост, она была просеяна и отобрана для добавления в экспериментальные группы почвы, которые были распределены следующим образом:

К – контрольная группа – это местный, промышленно загрязненный грунт, взятый из двух мест (в пригородной зоне и в зоне вблизи меткомбината им. Ильича);

Э₁ – первое экспериментальное звено – это смесь из трех видов составляющих почвы: 1/3 часть местного грунта; 1/3 часть песка и 1/3 часть компоста;

Э₂ – второе экспериментальное звено – это смесь из двух видов, составляющих почвы: 1/2 часть компост и 1/2 часть песка;

Э₃ – третье экспериментальное звено – это 70 % компоста и 30 % местного грунта.

Для проверки качества почвы каждого участка на определенный отклик на него овощных культур, были проведены аналитические исследования физических параметров почвы на экспериментальных участках. Были сделаны следующие замеры почвы: установление показателя pH; температуры; влажности после первого полива в течение 3-х дней и освещенности почвы. Показатели физических параметров каждого экспериментального участка были получены с помощью цифрового прибора «Анализатор почвы рН300» – это цифровой прибор для измерения четырех важных для растений параметров - pH (кислотность почвы), влажность, температура и освещенность почвы. С помощью этого прибора были получены показатели, представленные в табл. 1.

По результатам измерений физических параметров почвы все экспериментальные участки оказались пригодными для выращивания огурца посевного, но лучшие параметры имели участки Э₂ и Э₃.

Для эксперимента по изучению влияния утилизированной растительной массы на почву и улучшении ее питательных качеств, было принято решение использовать в качестве тест-объекта требовательное к питательным элементам, кислотности и загрязнителям в почве растение. Так, исходя из наших убеждений, растение, которое требовательно ко всем вышеперечисленным факторам и которое покажет более обоснованные выводы по истечению срока эксперимента – это огурец обыкновенный, так как из многих требовательных растений

овощных культур, при правильном уходе и выращивании, он может за короткий срок дать видимые морфологические признаки как результат отклика на качество почвы. Основой нашего эксперимента стали 4 звена с различными наполнителями, охарактеризованные выше [2, 7–9].

Таблица 1

Показатели физических параметров экспериментальных участков

Физический параметр почвы	К	Э ₁	Э ₂	Э ₃
pH – кислотность почвы				
В₁ – влажность почвы через 3 часа после полива				
В₂ – влажность почвы через 12 часа после полива				
В₃ – влажность почвы через 24 часа после полива				
- температура почвы				
Освещенность почвы. в люксах				

Семена огурца посевного были замочены для проращивания и высажены в каждый экспериментальный участок в одно и то же время. Полив каждого участка происходил тоже в одинаковые сроки и в одинаковом количестве. Все вегетационные стадии развития огурца на каждом участке фиксировались в лабораторном журнале, а полученные результаты анализировались и заносились в табл. 2.

Таблица 2

Динамика вегетационных стадий огурца в различных экспериментальных звеньях

Фаза развития огурцов	День появления фазы развития в экспериментальных группах			
	К	Э ₁	Э ₂	Э ₃
Появление первых всходов				
Появление первого настоящего листа				
Фаза наличия 7-8 настоящих листьев				
Появление побега 1 порядка				

По данным таблиц составлялись диаграммы для более тщательного анализа и рассчитывалось среднестатистическое отклонение для выявления действия изучаемого нами фактора - влияния компоста на качество почвы.

В ходе проведения эксперимента все полученные морфофизиологические показатели растений огурца при наблюдении тщательно анализировались. Например, были получены показатели различных фаз развития огурца на экспериментальных участках. Если проанализировать все фазы развития огурцов на всех экспериментальных участках, то можно заметить зависимость показателей от конкретного состава почвы. Лучшие результаты были у растений участков Э₂ и Э₃, а худшие – у растений контрольной группы. Результаты представлены в табл. 3.

Но для того, чтобы доказать, что конкретный фактор состава почвы действительно влияет на ускорение фаз развития огурца, надо проверить его морфологические показатели на каждом участке с помощью среднестатистического отклонения.

Среднестатистическое стандартное отклонение показывает, на сколько, в среднем отклоняются конкретные значения признака от среднего их значения. В контрольной группе этот показатель наибольший. Это указывает на то, что расхождение в количестве цветков на разных растениях достаточно велико потому, что эта группа не была склонна к какому-либо отклику на качество почвы (табл. 4).

Сравнивая этот показатель с показателями экспериментальных групп, мы видим, что разница существенная. Это расхождение обусловлено применением разного количества добавления к составу почвы компоста как фактора улучшения её плодородности. Для подтверждения этого факта был проверен показатель среднестатистического стандартного отклонения ещё по одному морфологическому критерию, а именно по количеству плодов огурца на одном растении по всем экспериментальным группам. Для экспериментальных групп оно составляет: $K = 1,12$; $\mathcal{E}_1 = 0,82$; $\mathcal{E}_2 = 0,78$; $\mathcal{E}_3 = 0,51$). Очевидно, что разница существенна.

Таблица 3

Динамика фаз развития огурца при выращивании на различных экспериментальных звеньях

Фаза развития огурцов	День появления фазы развития в экспериментальных группах			
	К	$\mathcal{E}_1$	$\mathcal{E}_2$	$\mathcal{E}_3$
Появление первого цветка				
Массовое цветение				
Первая завязь				
Фаза корнитонов				

Таблица 4

Определение влияния фактора состава почвы на количество цветов

Группа	Количество цветов на одном растении									Среднестатистическое отклонение
К	4	9	5	6	3	11	9	4	3	4,03
	5	8	10	4	6	8	12	9	5	
$\mathcal{E}_1$	7	6	8	7	8	7	6	8	8	0,82
	8	8	7	8	8	6	8	7	7	
$\mathcal{E}_2$	10	11	10	11	10	11	11	10	10	0,51
	10	10	11	10	11	10	11	11	10	
$\mathcal{E}_3$	13	14	14	13	13	13	13	13	14	0,47
	13	13	13	13	14	13	13	13	13	

Для эксперимента с выращиванием овощей на промышленно загрязненной почве была выбрана почва с приусадебного участка вблизи г. Мариуполя (с. Каменское) и почва у стен меткомбината. К местному грунту добавлялся предварительно полученный из растительных отходов компост в качестве улучшителя его питательных свойств и песок как разрыхлитель почвы для улучшения его аэрации. По определенному составу почвы и на основании анализа физических свойств сделано четыре экспериментальных участка, в которые были высажены проросшие семена огурцов одного и того же сорта. Все физические показатели почвы экспериментальных участков были приемлемыми для выращивания огурца, как культуры индикатора на определенный состав почвы. В течение пяти месяцев велись наблюдения за ходом фаз вегетационного периода растений на всех участках и полученные

результаты записывались в виде таблиц для дальнейшего анализа. Также анализировались и морфологические показатели растений с каждого экспериментального участка. Для доказательства влияния компоста на улучшение питательных свойств промышленно загрязненных почв применялись методы математической статистики, а именно: рассчитывалось среднестатистическое отклонение по одному параметру – количество плодов на одном растении с определенного участка.

Практическое значение работы заключается в том, что материалы и результаты проведенного эксперимента могут быть использованы на внеклассных практических занятиях по экологии и агрономии, а также для широкого использования в тепличных хозяйствах и на открытом грунте как дешевого метода экологически безопасной утилизации растительных остатков после уборки урожая и превращения их в полезные питательные вещества для почвы.

Для достижения поставленной цели использовано экспериментальное внедрение подкормки в виде утилизированной растительной массы (компост) и фиксирование морфологических изменений в течение вегетационного периода. В работе представлены исследования физиологии огурца обыкновенного, выращенного на четырех участках с различными наполнителями в качестве подкормки почвы. Результаты исследовательского эксперимента по использованию компоста как фактора улучшения плодородия для получения качественного урожая культурных растений на деградированной почве в сочетании с песком, как разрыхлителя, подтвердили нашу гипотезу, что утилизированная растительная масса (компост), как продукт повышения плодородия почвы для промышленно загрязненных почв, имеет положительное влияние на выращивание овощной продукции. На основе анализа и статистической обработки экспериментальных данных найден экономически выгодный метод экологически безопасной утилизации растительных остатков после уборки урожая и преобразования их в полезные питательные вещества для почвы, а также средства наиболее целесообразного использования этого метода в практическом земледелии.

Библиографический список

1. **Григулецкий, В. Г.** Оценка эффективности применения фосфогипса в земледелии / В. Г. Григулецкий, О. В. Ширяев, Р. А. Ивакин // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2021. – Т. 17. № 4. – С. 20-28. – ISSN: 2308-3875.
2. **Финоченко, Т. А.** Достойный труд - безопасный труд / Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2. – С. 5-6.
3. **Семинченко, Е. В.** Воспроизводство почвенного плодородия – биологизированные севообороты и органические удобрения // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2019. – Т. 15. – № 2. – С. 10-13. – ISSN: 2308-3875.
4. **Антоненко, Д. А.** Воздействия компоста на экологические свойства чернозема выщелоченного при переходе на органическое земледелие // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: естественные и технические науки. – 2021. – № 8. – С. 7-12, DOI 10.37882/2223-2966.2021.08.02.
5. **Ковалев, И. В.** Экологические функции почв и вызовы современности // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2020. – Т. 16. – № 2. – С. 4-16.
6. **Монгуш, С. П.** Загрязнение окружающей среды (на примере отходов производства и потребления) // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2019. – Т. 15. – № 3. – С. 31-36. – ISSN: 2308-3875.
7. **Финоченко, В. А.** Анализ экозащитных технологий на станциях реостатных испытаний локомотивных депо / В. А. Финоченко // Вестник Ростовского государственного путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 42-47.

8. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / И. Г. Переверзев, Т. А. Финоченко, И. А. Яицков [и др.]/ ФГБОУ ВО РГУПС. 2-е изд., перераб. и доп. Ростов н/Д, 2019. 308 с.

9. Дергачева, Л. В. Экологическая безопасность как система / Л.В. Дергачева // Труды РГУПС. – 2018. – № 2 (43). – С. 72–74.

10. Дергачева, Л. В. Реализация методик экологического просвещения в учебных заведениях / Л.В. Дергачева // Транспорт: наука, образование, производство (Транспорт-2019), Ростов-на-Дону. – Изд. РГУПС. – 2019. – Т2. – С. 325-330.

11. Borisova, A. V. The use of the expert method in solving the issues of choosing the instrumentation of the procedure for controlling production factors / A. V. Borisova, T. A. Finochenko, V. A. Finochenko // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020. IOP Publishing Ltd, 2021. С. 022022.

S. N. Gladkih, D. A. Afanasyeva

IMPROVEMENT OF SOIL FERTILITY WHEN USING CROP RESIDUES IN AGRICULTURE

Abstract. Studies of the physiology of common cucumber grown on industrially polluted soils with the addition of recycled plant matter (compost) are presented. The results of an experiment on the use of compost as a factor in improving fertility to obtain a high-quality crop of cultivated plants are presented. Based on the analysis and statistical processing of experimental data, an economically advantageous method for the environmentally safe disposal of plant residues after harvesting and converting them into useful nutrients for the soil has been found.

Keywords: soil fertility, recycled plant matter, compost, quality of plant products, industrially polluted soil.

For citation: Gladkih, S. N. Improvement of soil fertility when using crop residues in agriculture / S. N. Gladkih, D. A. Afanasyeva // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 34–39.

Сведения об авторах

Гладких Светлана Николаевна
Новгородский государственный
университет имени Ярослава Мудрого,
кандидат технических наук,
доцент кафедры «Геоэкология и
лесоустройство»
e-mail: gl_svetlana53@mail.ru

Афанасьева Дарья Андреевна
Новгородский государственный
университет имени Ярослава Мудрого,
студент
e-mail: afadarya@mail.ru

Information about the authors

Gladkih Svetlana Nikolaevna
Yaroslav the Wise Novgorod State University,
candidate of technical Sciences, associate
Professor of the Department of "Geoecology
and Forest Management"
e-mail: gl_svetlana53@mail.ru

Afanasyeva Darya Andreevna
Yaroslav the Wise Novgorod State University,
Student
e-mail: afadarya@mail.ru

УДК 629.7.042.2

*Л. В. Дергачёва, А. В. Коновалов, Е. М. Белугина***ВНЕДРЕНИЕ АСУ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ¹**

Аннотация. В результате анализа структуры автоматизированных систем управления компонентами транспортного комплекса, было обнаружено, что применение информационных технологий недостаточно. Сегодняшний уровень использования средств автоматизации технологических процессов в производственных цехах предприятия ПАО «ТАНТК им. Г. М. Бериева» является неэффективным. Для повышения эффективности технологических процессов и обеспечения безопасности труда, рекомендуется внедрение системы «Электронный техпроцесс» на основе автоматизированной системы управления. Оптимизация качества производства возможна через перенос технологического процесса и всех связанных с ним документов в электронный формат, внедрение системы «Электронный техпроцесс» на базе автоматизированной системы управления предприятия, применение средств автоматизации технологическими процессами производства воздушных судов, формирование операционного технологического процесса и внедрение мероприятий по повышению безопасности труда и рационализации рабочих мест сотрудников. Это позволит систематизировать и хранить все технические документы, минимизировать интеллектуальную работу и улучшить качество производства в целом. Универсальная система управления «Электронный техпроцесс», предложенная для применения на предприятиях транспортного комплекса, базируется на автоматизированной системе данного предприятия.

Ключевые слова: автоматизация технологических процессов, электронный техпроцесс, эффективность производства, безопасность труда, автоматизированная система управления, оптимизация производства.

Для цитирования: Дергачёва, Л. В. Внедрение АСУ на предприятиях транспортного комплекса, обеспечивающие эффективность и безопасность производственных процессов / Л. В. Дергачёва, А. В. Коновалов, Е. М. Белугина // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 40–50.

Транспортная инфраструктура является неотъемлемой частью любой экономики. В нее входят не только сами передвижные источники (поезда, самолеты, машины) и транспортные магистрали, но и все предприятия, обслуживающие производственный процесс. Последние можно разделить на четыре составляющие:

1. Предприятия, которые непосредственно участвующие в перевозочном процессе – железнодорожные вокзалы, аэропорты, автовокзалы;
2. Предприятия, занимающиеся ремонтом и подготовкой транспортных средств в рейс – локомотиво- и вагоноремонтные заводы, авиаремонтные предприятия, вагонные депо и др;

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

3. Предприятия, занимающиеся строительством и обслуживанием транспортных магистралей;

4. Предприятия, занимающиеся выпуском новых транспортных средств.

Для того чтобы транспортная структура хорошо функционировала, имела высокие экономические показатели и показатели безопасности необходимо тесная взаимосвязь всех звеньев транспортной структуры (рис. 1). Для этого необходимо внедрять передовые достижения менеджмента, теории управления ресурсами, а самое главное – внедрять в деятельность предприятий информационные технологии. Автоматизированные системы управления (АСУ) позволяют повысить показатели безопасности транспортных перевозок, качество обслуживания, сокращают время проведения технологических операций, позволяют эффективно планировать использование ресурсов. Деятельность АСУ построена на фундаментальном принципе теории управления – принципе обратной связи. АСУ – это система «человек-машина», из ее контура человек не только не исключен, как в атомических системах, а наоборот занимает главенствующую роль. АСУ же выступает инструментом, облегчающим работу человека и взаимосвязь различных компонентов системы, обеспечивает автоматизированный сбор и обработку информации, направленный на оптимизацию процесса управления.



Рис. 1. Структура транспортного комплекса:

1 – дорожная сеть; 2 – предприятия перевозочного процесса (вокзалы, аэропорты и т.д.);
3 – предприятия подготовки транспорта в рейс; 4 – предприятия по ремонту транспорта;
5 – предприятия выпуска новых единиц транспорта; 6 – подготовка персонала (учебные заведения) и проектно-научные предприятия.

Цель работы. Оптимизировать управление производством ПАО ТАНТК им. Г. М. Бериева путем внедрения в его работу современных информационных систем. Для этого необходимо решение следующих основных задач:

–определение путей по оптимизации технического документооборота в производственные цеха;

–разработка мероприятий к системам электронного управления средствами автоматизации технологическими процессами производства воздушных судов, при создании электронного техпроцесса;

–внедрение мероприятий, направленных на повышение безопасности труда.

ПАО ТАНТК им. Г. М. Бериева входит в состав ОАО «Объединенная авиастроительная корпорация», которая насчитывает 4 конструкторских бюро, 11 заводов, 3 управляющих компании и 2 лизинговые компании. Работа предприятия характеризуется выпуском достаточно широкого спектра номенклатуры деталей, а значит множеством производственных процессов, что однозначно требует применения средств автоматизации технологических процессов, начиная от минимальной заготовки детали и заканчивая сборкой самолета-амфибии, к примеру, Бе-200 ЧС.

На предприятиях железнодорожного транспорта внедрена и функционирует автоматизированная система управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ), обеспечивающая сбор и обработку информации. Работа АСУЖТ направлена на оптимизацию управления железнодорожным транспортом России. В ее структуру входят функциональные подсистемы различных структурных подразделений железнодорожного транспорта. Комплекс отраслевых подсистем АСУЖТ реализует различные задачи управления в: перевозочном процессе; грузовой и коммерческой работе; пассажирских перевозках; локомотивном и вагонном хозяйствах; эксплуатации и ремонте пути. Надо отметить, что это динамическая и постоянно развивающаяся система. В задачи АСУЖТ входят также и межотраслевые задачи, заключающиеся в технико-экономическом планировании работы и развитии железных дорог; бухгалтерском учёте и отчётности; материально-техническом обеспечении; научно-технической информации; учёте и анализе кадров и т. д. Реализация функции АСУЖТ имеет линейную вертикаль, реализующуюся на трёх уровнях управления: Министерство – Территориальные Управления железных дорог – Линейные предприятия [1–3].

Подобные АСУЖТ системы необходимо внедрять и в работу других транспортных комплексов, например, авиационном. Пока в гражданской авиации функционируют четыре основные направления автоматизации, не образующих единую систему:

1. Автоматизация управления полетом самолета;
2. Автоматизация управления воздушным движением (АСУ УВД);
3. Использование средств компьютерной техники для обучения экипажей;
4. Автоматизация планирования и управления деятельностью авиакомпаний и аэропортов.

Последняя система наиболее развита, поскольку аэропорты являются многостычковыми пунктами, которые обрабатывают огромные объемы информации, циркулирующими как между различными участниками перевозочного процесса, так и внутри каждого из участников. В структуру этой системы входит множество разрозненных, порой не связанных между собой автоматизированных зарубежных систем, используемых в различных странах мира [4, 16–19].

Проблема в авиационном комплексе заключается еще и в том, что после распада СССР произошли существенные изменения в хозяйственной модели гражданской авиации [5, 20–22]. На смену Аэрофлота – компании монополиста, пришли сотни маленьких компаний перевозчиков, которые не могли содержать и обслуживать свои воздушные средства и перешли на их лизинг, причем воздушные средства стали в основном зарубежного производства. Все это повлекло за собой банкротство многих авиационноремонтных заводов.

ПАО «ТАНТК им. Г. М. Бериева» в современном названии функционирует с 1989 г, хотя история и работа самого предприятия началась еще в 1934 г. Производственные площади предприятия претерпели реконструкцию и модернизацию. Сейчас предприятие, специализируется на разработке, серийном производстве, модернизации и ремонте самолетов-амфибий и авиационных комплексов специального назначения. Важной составляющей деятельности предприятия остается и капитальный ремонт самолетов авиации военно-морского флота России и Дальней авиации российских военно-воздушных сил. При анализе действующего производства на предприятии ПАО «ТАНТК им. Г. М. Бериева» выявлен невысокий уровень автоматизации операций. Практически полностью отсутствует

применение средств автоматизации технологическими процессами в производственных цехах, что является пережитком прошлого и не может не повлиять на снижение рейтинга среди конкурентов предприятия, с более мощной системой автоматизации производства воздушных судов [6]. В целом, предприятие ПАО «ТАНТК им. Г. М. Бериева» по многим показателям не отвечает современным требованиям производства [7].

Внедрение системы «Электронный техпроцесс» (ЭТП) на базе АСУ предприятия – это прекрасная возможность минимизировать интеллектуальную работу, повысить безопасность труда и эффективность полученной работы, минимизировать ошибки в документах, обеспечить хранение и систематизацию технических документов и производственных процессов на предприятии [8].

Актуальность применения системы электронного техпроцесса (ЭТП) заключается в эффективном решении проблемы в информационной интеграции задач технической подготовки [9] производства и обеспечения безопасности труда на ПАО ТАНТК им. Г.М. Бериева. Данная система является универсальной и может быть внедрена, реализована на промышленных предприятиях любого региона РФ, при этом адаптирована не только для авиационного производства.

Поиск предложений по оптимизации технического документооборота в производственных цехах ПАО ТАНТК им. Г. М. Бериева очень важен и актуален [10]. На сегодняшний день приходится сталкиваться с недостаточной эффективностью разработки и применения технологических процессов в производстве ПАО ТАНТК им. Г. М. Бериева. Так при передаче перечня работ от цеха к цеху, возможны случаи, когда технологические документы были утеряны или не были внесены во время корректировки в техпроцесс. Человеческий фактор, к сожалению, не всегда удастся исключить.

Предлагается решение проблемы, а именно, перенесения технологического процесса и всех связанных с ним документов в электронный формат, что позволит сделать базу техпроцессов доступной не только в отдельно взятом подразделении, но и в других производственных цехах, в целом [11]. Предусмотрено, что в новой системе электронного техпроцесса каждый сотрудник, ответственный за создание и корректировку техпроцесса, будет иметь индивидуальную учетную запись для авторизации и внесения корректировок, а также будет обладать определенными правами доступа к ней [12].

Электронный формат технологических процессов существенно, облегчит проверку и утверждение всех технологий производства контролирующими органами, например, отдел главного технолога (ОГТ) и др.

Ко всем технологиям будет прикреплен эскиз и чертеж детали, а возможно и трехмерная модель изготавливаемой детали, что облегчит восприятие предполагаемой работы, а значит оптимизировать работу производственных цехов [14], благодаря применению средств автоматизации технологических процессов при производстве воздушных судов.

Все данные, необходимые для формирования операционного технологического процесса (ОТП) по операциям, переходам, оборудованию, приспособлениям, инструменту, материалам (основным и вспомогательным), профессии, режимам резания берутся из специально заполненных электронных библиотек.

АСУ ПАО ТАНТК им. Г. М. Бериева основывается на организационной структуре предприятия (рис. 2) и разработанной функциональной структуре АСУ (рис. 3). Начата разработка и внедрение интерфейса ЭТП. Внешний вид титульного листа ОТП на базе АСУ ПАО ТАНТК им. Г. М. Бериева представлен на рис. 4. На основании требований технической документации конкретной детали технолог выбирает необходимые параметры и вводит их в соответствующее поле. Далее выбирается цех, в котором данный электронный техпроцесс создается и запускается. Также в соответствующих «полях» происходит выбор необходимых параметров из базы данных (рис. 5). Таким образом, раздел «поле» представляет

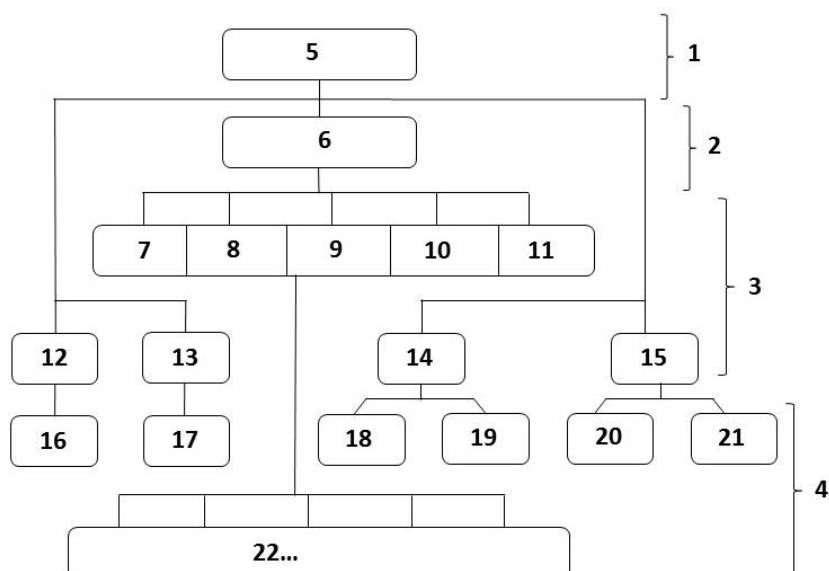


Рис. 2. Организационная структура предприятия:

1–4 – Уровни управления от 0 до 3; 5 – Директор; 6 – Главный инженер; 7 – Конструкторско-технологический отдел; 8 – Заместитель главного инженера по науке; 9 – Заместитель главного инженера по эксплуатации; 10 – Заместитель главного инженера по ремонту; 11 – Производственно-технический отдел; 12 – Заместитель по снабжению и сбыту; 13 – Заместитель по капитальному строительству; 14 – Заместитель по экономике; 15 – Заместитель по общим вопросам; 16 – Отдел материально-технического снабжения; 17 – Отдел капитального планирования; 18 – Отдел труда и заработной платы; 19 – Планово-экономический отдел; 20 – Бухгалтерия; 21 – Отдел кадров; 22 – цеха предприятия

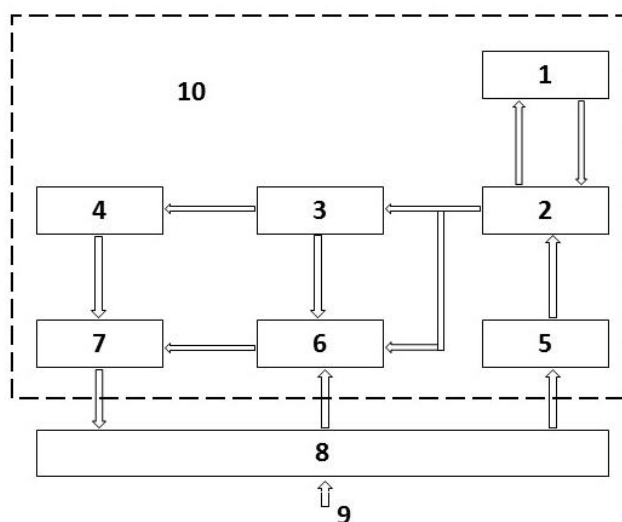


Рис. 3. Функциональная структура АСУ:

1 – Формирование заданий на управление; 2 – Сбор информации в технологический объект управления (ТОУ); 3 – Выработка команд управления; 4 – Реализация управления; 5 – Измерение физических сигналов и параметров ТОУ; 6 – Контроль функционирования технических и программных средств АСУ технологического предприятия; 7 – Исполнительные устройства и механизмы; 8 – ТОУ; 9 – Внешние возмущения (взаимосвязь с другими предприятиями); 10 – АСУ технологического предприятия.

собой переменные данные, зависящие от конкретного технологического процесса. Затем задаются параметры наименования детали, в соответствии с техническими характеристиками конструкторской документации, фиксируется дата создания техпроцесса и причина его создания или корректировка уже имеющегося ЭТП (при необходимости). Данная функция необходима при внесении конструкторских записей и корректировок. Технолог ОГТ может вносить какие-либо новые решения по повышению эффективности выполняемой работы в онлайн-режиме.

3	Литера		5	Лист		6	Листов	
4	Цех №		Технологический процесс №		1	№		2
7	Наименование ОТП							
8	Взамен № ОТП		10					действует
9	Тема	изделия					с	по
14	№ ДСЕ/МОНТАЖА						для серии	12
15	Наименование ДСЕ/монтажа							
16	№ КТС/КВ				№ СЗ 17			
18	Суммарная трудоемкость по ОТП							
19	Разряд	название профессии	норма вр.	стоимость	30	Основание:		
20					31	Ежегодный контроль соответствия ТП		
21					32	Должность	ФИО	Дата
22								утв
23	ФИО	Дата	утв	33	ФИО	Дата	утв	39
24	Технолог		ЭП	34	Главный специалист		ЭП	
25	Начальник ТБ		ЭП	35	Начальник отд. ТУ		ЭП	
26	Начальник цеха	29	ЭП	36	Ведущий технолог ТУ		ЭП	
27	Нормоконтроль		ЭП	37	Нормировщик		ЭП	
28	Начальник БТК		ЭП	38	ОТиЗ		ЭП	
40	№ ОТП предшественника		для сборочных ОТП 41		Титульный лист ОТП 42			

Рис. 4. Титульный лист ОТП (Окно формирования ОТП – сканпрограммы):

- 1 – Название листа «Технологический процесс №»; 2 – счетчик; 3 – Литера; 4 – Цех №; 5 – Лист; 6 – листов; 7 – Наименование ОТП; 8 – Взамен № ОТП; 9 – Тема заменяемого ОТП; 10 – изделие; 11 – действует «с» «по»; 12 – для серии; 13 – для изделия ОКР (опытно-конструкторской разработки); 14 – № ДСЕ (деталь сборочной единицы)/ монтажа; 15 – Наименование ДСЕ/монтажа; 16 – № КТС (конструкторско-технологическая спецификация)/ КВ (комплектовочная ведомость), 17 – № СЗ (служебная записка); 18 – суммарная трудоемкость по ОТП; 19 – разряд; 20 – название профессии; 21 – норма времени; 22 – стоимость; 23 и 33 – Согласование: ФИО, дата, утверждение; 24 – Технолог; 25 – Начальник ТБ (технологическое бюро); 26 – Начальник цеха; 27 – Нормоконтроль; 28 – Начальник БТК (бюро технического контроля); 29 и 39 – ЭП (электронная подпись); 30 – Основание; 31 – Ежегодный контроль соответствия ТП (технологическом процессу); 32 – Должность, ФИО, Дата и утверждение; 34 – Главный специалист; 35 – Начальник отдела ТУ (техническое управление); 36 – Ведущий технолог ТУ; 37 – Нормировщик; 38 – ОТиЗ (отдел труда и зарплаты); 40 – № ОТП предшественника; 41 – для сборочных ОТП; 42 – Титульный лист ОТП.

В процессе изготовления авиационной продукции случаются нестандартные ситуации, когда при проведении ремонтно-монтажных работ на изделии, по чертежу изготовить деталь затруднительно и, соответственно, появляются корректировки конструкторов (добавляется дополнительная вставка, или увеличение припуска детали, в техпроцесс внедряется замена вида работ – клепка на пайку, замена вида сварки, или вообще материала и т. д) [13]. Подобные корректировки после утверждения будут внесены в электронный техпроцесс.

Очень важно, что программа учитывает конкретное количество изготавливаемой продукции, отслеживает пути ее производства и корректирует, впоследствии, возможные недочеты и потери рабочего времени. Руководитель подразделения может войти в предлагаемую систему и увидеть всю необходимую информацию с помощью операции «сортировка данных».

1 № цеха изготовителя	2 Поле	3 Из расцеховки КВ или КТС
4 № ОТП	5 Поле	6 Генерируется АСУ
7 Наименование ОТП	8 Поле технолога	9 Заполняется технологом ТБ цеха изготовителя
10 Ограничение действия ОТП	11 с по	12 Действует для изделий <u>только для серии</u>
13 ТСП окср	14 Информационное Поле (не редактируется)	15 Из АСУ <u>технологического</u> состояние поставки на сборку -формируется ОКСП
16 Ограничение действия ОТП	17 Поле даты	18 причина
20 Взамен ОТП	21 Поле дата	22 № ОТП
		23 Информация для проработки

Рис. 5. Окно формирования ОТП (скан программы):

Позиции 1, 4, 7, 10, 13, 16 и 20 – фиксированные названия; позиции 2, 5, 8, 11, 14, 17, 18, 21 и 22 – поля ввода информации в зависимости от пояснений позиций 3, 6, 9, 12, 15, 19 и 23.

1 – № цеха изготовителя; 2 и 5 – поля ввода данных, в зависимости от 3 и 6 соответственно; 3 – из расцеховки комплектОВОЧНОЙ ведомости (КВ) или конструкторско-технологической спецификации (КТС); 4 – № ОТП; 6 – генерируется АСУ; 7 – наименование ОТП; 8 – Поле технолога; 9 – заполняется технологом Технического бюро (ТБ) цеха изготовителя;

10 – Ограничение действий ОТП; 11 – даты «с» «по»; 12 – действует для изделий только серии; 13 – технологическая спецификация (ТСП) опытно-конструкторской серийной разработки (ОКСР); 14 – не редактируемое информационное поле; 15 – из АСУ технологических производственных процессов – Технологическое состояние поставки на сборку – формируется ОКСП; 16 – Ограничения действия ОТП; 17 и 21 – поле ввода даты;

18 – причина; 19 – Ограничения действия вследствие изменения ОТП (изменения конструкторской документации (КД), устранение несоответствий, улучшение в ОТП);

20 – Взамен ОТП; 22 – № ОТП; 23 – Информация для проработки.

Разработка мероприятий к системам электронного управления средствами автоматизации технологических процессов производства воздушных судов, при создании электронных техпроцессов, характеризуется важной особенностью - его вертикальной направленностью: документ, прежде чем попасть к исполнителю, проходит ряд согласований и утверждений у вышестоящего руководства, кроме того, в электронном техпроцессе присутствует регистрационная система, подготовка отчетов, контроль исполнения [14].

В связи с этим наиболее приемлемым мероприятием будет применение средств автоматизации технологическими процессами производства воздушных судов на базе АСУ [15].

Преимуществами внедряемой системы являются:

- следование стандартам авиационной промышленности ПАО ТАНТК им. Г.М. Бериева;
- соответствие целям и задачам ПАО ТАНТК им. Г.М. Бериева при производстве продукции;
- доступность ее технического обслуживания на ПАО ТАНТК им. Г.М. Бериева, как во время установки, так и в процессе эксплуатации, так как, данная программа уже применяется в бухгалтерии предприятия;
- возможность доработать и откорректировать систему электронного техпроцесса в случае расширения деятельности ПАО ТАНТК им. Г.М. Бериева (увеличения производимой продукции и т.д.);
- защищенность от несанкционированного доступа третьих лиц (каждый сотрудник имеет определенные права для работы в системе электронного техпроцесса).

В результате проведенных экономических исследований был выявлен возможный экономический рост производительности труда технологов на предприятии в 1,5 – 2 раза.

Также разработан алгоритм внедрения системы электронного техпроцесса на ПАО ТАНТК им. Г.М. Бериева с учетом возможных сложностей психологического и информационного характера, которые встречаются при внедрении новых тенденций развития на предприятиях.

Возможности и перспективы развития производства после внедрения электронного техпроцесса в цехах ПАО ТАНТК им. Г. М, Бериева:

1. Выписка нарядов (рабочих карт для рабочего) производится автоматически, это позволяет проводить четкий контроль количества запускаемых деталей на изделие;
2. Повышению безопасности труда путём обеспечения рационализации рабочих мест сотрудников;
3. Внесение корректировок в электронный техпроцесс автоматически и хранение информации;
4. Электронный техпроцесс доступен в ознакомительной форме рабочим и мастерам (при возможном размещении терминала с данными техпроцессов в электронной форме на участке), а также конструкторам завода, цехам, участвующим в разработке электронного техпроцесса;
5. Любые возможные изменения электронного техпроцесса могут быть проконтролированы и скорректированы вышестоящим руководством предприятия: конструктором, главным технологом, работниками отдела труда и зарплаты (ОТиЗ), планово-диспетчерским управлением (ПДУ) и т. д.
6. Вносить корректировки и изменения в электронный техпроцесс могут только авторизованные пользователи, обладающие для этого определенными правами. Они же, впоследствии, несут ответственность за внесенные изменения и корректировки.

Преимущества внедрения АСУ техническими процессами (ТП):

1. Внушительные проектные и инженерные ресурсы;
2. Обширный каталог оборудования и компонентов в базе данных;
3. Возможности автоматизации проектно-конструкторских, монтажных работ;
4. Оперативное решение всех задач управления ТП производства воздушных судов;
5. Актуальные базы данных соответствуют стандартам и требованиям ГОСТ;
6. Качественный сервис на каждом этапе работы средств автоматизации ТП;
7. Высокие экономические показатели после внедрения средств автоматизации ТП на базе АСУ;

8. Квалифицированная помощь в решении вопросов на любом этапе внедрения средств автоматизации ТП на базе АСУ;

9. Техническое сопровождение и обслуживание соответствующего отдела информационных технологий (ИТ) или управление информационных технологий (УИТ).

Грамотно разработанная концепция АСУ ТП – это основа ожидаемой эффективности и успешности проекта.

Применение автоматизации технологических процессов позволяет сократить численность обслуживающего персонала, увеличить объем выпускаемой продукции, повысить эффективность производственного процесса, улучшить качество продукции, снизить расходы сырья, повысить безопасность труда и экономичность производства. С применением автоматизированных технологических процессов значительно сокращается разработка и внедрение ТП, а, следовательно, ускоряются производственные процессы при существенной оптимизации производства ПАО ТАНТК им. Г.М. Бериева и интеграция предприятия в общую систему комплекса АСУ.

Библиографический список

1. **Guda A. N.** Algorithmic and software support of efficient design of railway transport technological systems. / O. N. Chislov, V. A. Finochenko, A. N. Guda, [et al.] – International Journal of Applied Engineering Research. 2016. Vol. 11. № 23. pp. 11428-11438.

2. **Finochenko, V. A.** The variant of design development decision and technological process of hump sorting complexes. / E. A. Mamaev, O. N. Chislov, V. N. Zubkov, A. N. Guda, V. A. Finochenko // International Journal of Applied Engineering Research. 2016. Vol. 11. № 23. pp. 11515-11524.

3. **Dergachev, V. V.** A comprehensive solution for ensuring information security of an industrial facility infrastructure./ I. E. Vilinov, A. V. Volodin, V. V. Dergachev // Telecommunications and Radio Engineering. 2013. Vol. 72. № 3. pp. 181-193.

4. **Romanova S.** Organizational and accounting basis of electronic document management of enterprise / S. Romanova, I. Nazarenko, A. Oriekhova, A. Milka, O. Tsvirko // Academy of Accounting and Financial Studies Journal. 2019. Vol. 23. № Special Issue 2.

5. **Poddubny, I. V.** Modern Vision on Structures at the Maintenance System of Russian Civil Aviation/ Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management, 2015, vol. 9, No. 3, pp. 86-92. DOI: 10.14529/em090312.

6. **Verevkina, O. I.** Assessment of contribution of human factor and factors of material-technical supply to safety risks due to poor repair and technology/IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. Vol. 760, N. 1. DOI: 10.1088/1757-899X/760/1/012065.

7. **Taranushina, I. I.** Method of professional risk assessment as the element of industrial safety concept/ I.I. Taranushina, O.V. Popova // Bezopastnost' Truda v Promyshlennosti, 2019. Vol.2019. N.7. pp. 74-80. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-7-74-80.

8. The algorithm of document routing in the electronic document management system using machine learning methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, A. A. Voyakina, V. I. Skvortsov, V. A. Khvorov // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. 2018. Vol. 18. № 2.1. pp. 765-772.

9. **Guda, A.N.** Executable logic prototypes of systems engineering complexes and processes on railway transport / A. N. Guda, V. V. Ilicheva, O. N. Chislov, // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2018, 680, pp. 161–170.

10. **Drozd, O. V.** The model of electronic design document as a part of integrated information environment of radioelectronic enterprise / O. V. Drozd, D. V. Kapulin // 11th International IEEE Scientific and Technical Conference «Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines», Dynamics 2017. Proceedings. 2017. pp. 1-5.

11. **Balabanov, I. P.** Implementation of ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 requirements with the systems of electronic document turnover/ I. P. Balabanov, F. F. Davletshin //International Journal of Engineering and Technology(UAE). 2018. Vol. 7. № 4. pp. 78-81.
12. **Putivtseva, N. P.** On the use of expert evaluation methods to select the electronic document management system / N. P. Putivtseva, T. V. Zaitseva, O. P. Pusnaya, T. G. Kuz'micheva, E. V. Kaljuzhnaja // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016. Vol. 11. № 4. pp. 733-737.
13. **Rosa, A. T. R.** Concept of electronic document management system (EDMS) as an efficient tool for storing document/ A. T. R. Rosa, I. V. Pustokhina, E. L. Lydia, K. Shankar, M. Huda // Journal of Critical Reviews. 2019. Vol. 6. № 5. pp. 85 – 90.
14. **Prymachenko, H. O.** Research status of automation of logistics transport and distribution processes / H. O. Prymachenko, Ye.I. Hryhorova // Intellectualization of Logistics and Supply Chain Management. 2020. № 1 (1). pp. 39-50. DOI: 10.46783
15. **Chukarin, A.N.** Structuring information on the state of labor safety at mechanical engineering enterprises/ S.A. Solod, V.V. Novikov, A.N. Chukarin, A.E. Litvinov// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 1001(1), 012112.
16. **Finochenko, T. A.** Risk Management in Transportation Safety System / T. A. Finochenko, L. V. Dergacheva, I. A. Yaitskov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020, Vladivostok, 06–09 октября 2020 года. Vol. 666. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 022050. – DOI 10.1088/1755-1315/666/2/022050.
17. Анализ повышения транспортной безопасности и влияния на окружающую среду при реконструкции байкало-амурской железнодорожной магистрали / Д. С. Алтынов, Л. В. Дергачева, Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2023. – № 4. – С. 198-216.
18. К вопросу оценки безопасности на автомобильных дорогах при возникновении чрезвычайных ситуаций / П. О. Середа, И.В. Лебедева, В.Н. Наконечный [и др.] // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», № 1 (2018). Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive>.
19. **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.
20. **Гуда, А. Н.** Экспертные системы в управлении природоохранной деятельностью на железных дорогах / Гуда А.Н., Финоченко В.А., Веремеенко Б.А. // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2004. № 3. С. 97-102.
21. **Гуда, А. Н.** Экоинформационные системы на железнодорожном транспорте (монография) / Гуда А.Н., Финоченко В.А. // РОСЖЕЛДОР, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" (РГУПС). Ростов на Дону, 2008.
22. **Годунов, А. Е.** К вопросу об обеспечении транспортной безопасности объекта транспортной инфраструктуры на стадии проектирования и строительства / А. Е. Годунов, Д. С. Алтынов, М. А. Дергунова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021.– № 3 (56). – С. 10-14.

L. V. Dergacheva, A. V. Kononov, E. M. Belugina

IMPLEMENTATION OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS AT ENTERPRISES OF THE TRANSPORT COMPLEX, ENSURING THE EFFICIENCY AND SAFETY OF PRODUCTION PROCESSES

Abstract. As a result of the analysis of the structure of automated control systems for components of the transport complex, it was found that the use of information

technology is insufficient. The current level of use of automation of technological processes in the production halls of the enterprise PJSC "Beriev TANTK" is inefficient. In order to increase the efficiency of technological processes and ensure occupational safety, it is recommended to implement the "Electronic Process Technology" system based on an automated control system. Optimization of production quality is possible through the transfer of the technological process and all related documents to an electronic format, the introduction of an Electronic Process Technology system based on an automated enterprise management system, the use of automation tools for aircraft manufacturing processes, the formation of an operational technological process and the implementation of measures to improve occupational safety and rationalize employee workplaces. This will allow you to systematize and store all technical documents, minimize intellectual work and improve the quality of production in general. The universal control system "Electronic process technology", proposed for use in enterprises of the transport complex, is based on the automated system of this enterprise.

Keywords: automation of technological processes, electronic process technology, production efficiency, labor safety, automated control system, production optimization.

For citation: Dergacheva, L. V. Implementation of automated control systems at enterprises of the transport complex, ensuring the efficiency and safety of production processes / L. V. Dergacheva, A. V. Konovalov, E. M. Belugina // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 40–50.

Сведения об авторах

Дергачева Людмила Владимировна

Ростовский государственный университет путей сообщения, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

E-mail: l.v.gromova@mail.ru

Коновалов Анатолий Васильевич

Донской государственный технический университет

И. о. заведующего кафедрой «Технологии производства авиационных комплексов специального назначения», кандидат технических наук, доцент

E-mail: a-v-k-57@mail.ru

Белугина Евгения Михайловна

Публичное Акционерное Общество «Таганрогский научно-технический комплекс имени Г.М. Бериева»

инженер по организации и нормированию труда 2 кат., OTi3

E-mail: Jane-5555@mail.ru

Information about the authors

Dergacheva Lyudmila Vladimirovna

Rostov State Transport University (RSTU), Ph.D. (candidate of technical Sciences), Associate Professor, Chair «Life Safety»

Phone +7 (903) 436-49-90

E-mail: l.v.gromova@mail.ru

Anatoly V. Konovalov,

Don State Technical University

Acting Head of the Department of Special Aviation Systems Technology, Ph.D.

(candidate of technical Sciences), Associate Professor

Phone +7(928)613-90-80

E-mail: a-v-k-57@mail.ru

Belugina Evgeniya Mikhailovna

PJSC Public Joint Stock Company "TANK named after G.M. Beriev"

engineer for the organization and rationing of labor of the 2nd cat., OTiS

E-mail: Jane-5555@mail.ru

УДК 364.48

А. Б. Завьялов

АДАПТАЦИЯ ТРУДОЗАНЯТЫХ ИНВАЛИДОВ К РАБОЧИМ МЕСТАМ¹

Аннотация. В статье приведены важность эргономики и адаптирования к своим рабочим местам инвалидов или людей с ограниченными возможностями (ЛОВ) для повышения эффективности и производительности выполняемой ими работы. Помимо этого, перечислены основные приспособления для адаптации к таким местам, приведены мнения ученых, занимающихся данной проблематикой, в заключение сказано, что к интегрированию и адаптации людей-инвалидов в рабочих процесс необходимо привлекать широкий круг разных специалистов.

Ключевые слова: адаптация, приспособления, эргономика, инвалид, ограниченные возможности.

Для цитирования: Завьялов, А. Б. Адаптация трудозанятых инвалидов к рабочим местам / А. Б. Завьялов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 51–54.

В последнее время приобретает важность проблема трудоустройства людей с ограниченными возможностями (ЛОВ), чье активное участие в трудовой отрасли становится одним из аспектов их интегрирования в общество. Установлено [1, 10–12], что предоставление возможности использования своих навыков и возможностей в сфере труда, поможет ЛОВ добиться схожих результатов, что и у некоторых работников без всяких ограничений по здоровью. Несмотря на то, что ЛОВ подбираются на должность по соответствующим способностям, навыкам и опыту, отдельное внимание стоит обратить на физические и психологические особенности человека. Исследования показывают [2, 13], что к основным трудностям, с которыми сталкиваются ЛОВ при поступлении на работу, можно отнести отсутствие адекватного образования и обучения, опыта работы, некорректные представления о способности ЛОВ выполнять заданный объем работ.

Эргономика как наука важна в трудовом процессе, поскольку она непосредственно влияет на производительность, выступая в роли факторов риска, от которых зависит качество и удобство рабочего места для работника.

Внедрение эргономики для интеграции ЛОВ в трудовую сферу не имеет особого применения – она всегда будет стремиться адаптировать работу к особенностям работника. Для этого необходимо провести точный и подробный анализ адаптации ЛОВ к рабочему месту, уделяя особое внимание двум важным аспектам:

- индивидуальной оценке, состоящей в определении заинтересованности ЛОВ в работе, их навыки и характер ограниченных возможностей, которые могут повлиять на выполнение заданного объема работ;

- эргономической оценке, характеризующейся требованиями к работе и характеристиками поставленных рабочих задач.

Цель состоит в том, чтобы требования работы не превышали функциональные возможности ЛОВ и чтобы рабочее место было доступным и безопасным. По мнению Тортосы [3, 14], рабочие места ЛОВ должны позволять или способствовать развитию их индивидуальных навыков и способностей, а также предотвращать прогрессирование имеющихся болезней и ограничений в движении; это позволит избежать того, что ЛОВ

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

необходимо будет прилагать большие усилия для адаптации к рабочему месту, а также к работе, не соответствующей их профессиональной квалификации.

Можно провести параллель между реабилитацией инвалидов в медицинской модели и процессом приспособления рабочего места ЛОВ с помощью его модификации или корректировки. Эргономический принцип повышения эффективности и производительности уравнивает возможности, направленные на повышение доступности окружающей среды для ЛОВ за счет снижения спроса. Не менее важным пунктом эргономики является определение разумных приспособлений при обеспечении комфортной трудовой среды на рабочем месте для людей с физическими или умственными недостатками [4]. Для успешной адаптации ЛОВ к работе необходимо создать такое рабочее место, которое будет свободным от любых физических, психических и поведенческих барьеров, что позволит создать инклюзивную среду для всех работников [5]. Для этого необходимо четко понимать характер поставленной задачи (работы), выявить физические, организационные, технические требования самого рабочего места и определить функциональные возможности работника с ограниченными возможностями. Таким образом, использование эргономических принципов играет фундаментальную роль в интеграции ЛОВ в трудовую и деловую жизнь страны.

Приспособления к рабочему месту – это индивидуальные средства, позволяющие ЛОВ выполнять рабочие задачи и быть более продуктивными в процессе работы. К примерам необходимых приспособлений можно отнести обеспечение доступности процедуры найма и отбора для ЛОВ, адаптацию рабочей среды к инвалидам, предоставление вспомогательных устройств для ЛОВ, организацию гибкого рабочего графика, перераспределение несущественных задач между другими работниками и т. д. [6]. Таким образом, внедрение приспособлений на рабочем месте является необходимым инструментом для повышения занятости в труде людей с ограниченными возможностями.

К самым распространенным используемым ЛОВ на рабочих местах приспособлениям можно отнести эргономично-настроенные места для удобной рабочей позы при выполнении работы, если речь идет о людях с трудностями поддержания положения тела. Помимо этого, в случаях людей с проблемами передвижения наиболее распространенным видом приспособлений стало использование эргономично-заказных рабочих мест для лучшей рабочей позы; для людей, испытывающих трудности с манипуляциями, к наиболее распространенным приспособлениям относится "система приятелей" для помощи в выполнении более физически сложных задач; для людей, испытывающих трудности с координацией движений, наиболее часто используемое приспособление – система распознавания голоса. Для помощи людям с плохим зрением на рабочем месте может использоваться программное обеспечение для чтения с экрана, а для тех, кто имеет проблемы со слухом на рабочем месте используются слуховые аппараты.

К одним из основных проблем в вопросе использования труда ЛОВ можно отнести затраты работодателя на адаптацию людей с ограниченными возможностями к рабочему месту и получаемой им выгоды от этого. В публикации Шарца [7] содержатся исследования компаний, в которых адаптировали работу ЛОВ, и было выявлено, что в первый год после адаптации 49,4 % работодателей не потратили ничего на адаптацию ЛОВ; остальные заявили, что средние затраты в первый год составили примерно 600 долларов. Кроме того, были получены оценки прямых выгод компании, таких как, повышение производительности труда (от 0 до 116 000 долларов, в среднем 1 000 долларов) и снижение количества прогулов сотрудников.

В публикациях Соловьевой [8, 9] к основным преимуществам, полученными компаниями в результате адаптации рабочих мест к ЛОВ, относятся наличие квалифицированных работников с опытом работы, повышение производительности труда, устранение затрат на обучение новых сотрудников без опыта и необходимых навыков, улучшение отношений между работниками, повышение морального духа в компании.

Важно отметить, что для качественной адаптации рабочих мест необходимо ее планирование, т.е. определение времени на адаптацию, прилагаемых к ней сил и средств – количеству и типу задействованных специалистов (важно, чтобы в их число входили физиотерапевты, эрготерапевты, специалисты по охране труда, архитекторы, дизайнеры). Также важно активное участие в адаптации непосредственно людей с ограниченными возможностями, устраивающихся на работу, их коллег и работодателя – только так можно добиться хорошего результата. Приспособленность людей с ОВ к рабочим местам хоть и отличается по сложности и необходимым ресурсам и затратам, но получаемая работодателем выгода, может превысить расходы как в материальном плане (объемы производства, качество продукции), так и в моральном (отношения между работниками).

Проанализировав приведенные выше тезисы, можно сделать вывод, что адаптация рабочих мест к ЛОВ должна осуществляться только с учетом физических, интеллектуальных и организационных требований этих рабочих мест, четкого понимания поставленных работодателем задач и функциональных способностей самого человека с ограниченными возможностями. Для этого необходимо взаимодействие большого числа интегрированных в адаптацию ЛОВ людей, в т.ч. специалистов в области охраны труда и эргономики, для проведения обследования, анализа полученных данных и разработки рекомендаций к рабочим местам [9].

Стоит отметить, что каждая группа инвалидности и характер физических ограничений имеют свои особенности, потому что даже при одинаковой инвалидности люди могут различными функциональными возможностями, а их навыки зависят от уровня подготовки, полученного образования, вида травм, характера лечения, стажа. Помимо этого, и рабочие места имеют свои особенности, следовательно, нельзя говорить о разработке и получении универсальных адаптаций, пригодных для рабочих мест; каждая ситуация отличается друг от друга. Однако привлечение ЛОВ в трудовую сферу необходимо и дальше внедрять, стимулировать работодателей отбросить свои предрассудки и адаптировать рабочие места для людей с ограниченными возможностями.

Библиографический список

1. ВОЗ - Всемирная организация здравоохранения. Всемирный доклад об инвалидности 2022 // Генебра. Всемирная организация здравоохранения. - 2022.
2. Eide, A. Living conditions among people with activity limitations in Zimbabwe: A national representative study // Oslo. SINTEF. - 2003.
3. Tortosa, L. Ergonomia y Discapacidad // Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. - 1997.
4. Терехова, И.Р. Эвакуация маломобильных групп населения при возникновении пожароопасных ситуаций на объектах железнодорожного транспорта // В сборнике: Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020). Материалы II Международной научно-практической конференции. - 2020. - С. 221-225.
5. Холостова, Е.И. Социальная реабилитация // учебное пособие. – Москва, 2002. - С. 308.
6. Петраков, Д.П. Оценка доступности объектов и услуг для инвалидов: возможные риски // Физическая и реабилитационная медицина. - 2020. - Т. 2. № 3. -С. 57–64.
7. Schartz, H., Hendricks, D., Blanck, P. Workplace accommodations: Evidence based outcomes // Work. - 2006. Volume 27. pp. 345-354.
8. Соловьева, Т. И. Стоимость приспособлений на рабочем месте для людей с ограниченными возможностями: с услугами персональной помощи или без них / Соловьева Т. И., Уоллс Р. Т., Хендрикс Д. Ж., Даулер Д. Л. // Журнал: Инвалидность и здоровье. - 2009. - №2. – С.196-205.

9. Соловьева, Т. И. Выгоды работодателей от приспособлений на рабочем месте / Соловьева Т. И., Уоллс Р. Т., Даулер Д. Л. // Журнал: Инвалидность и здоровье. - 2011. - № 4. - С. 39-45.
10. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / И.Г. Переверзев, Т.А. Финоченко, И.А. Яицков [и др.]/ ФГБОУ ВО РГУПС. 2-е изд., перераб. и доп. Ростов н/Д, 2019. 308 с.
11. Финоченко, Т. А. Профилактика ускоренного старения / Т. А. Финоченко, А. В. Лысенко, В. А. Назимко. Р. Г. Шейхова // Охрана труда. Практикум. –2009. –№ 3. – С. 36–40.
12. 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.
13. Белавкина, М. В. Промышленная санитария и гигиена труда. Здоровье и работоспособность. / М. В. Белавкина, А. В. Борисова, А. В. Лысенко, Д. С. Лысенко, Т. А. Финоченко. –Ростов-на-Дону: РГУПС. –2022. –108 с. ISBN: 978-5-907494-06-0
14. Popova, T. V. Protection of urban population from infrasound: problem and prospects for solution / T. V. Popova, A. V. Lysenko, T. A. Finochenko // Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2022). Switzerland. –2023. – С. 988–994. DOI: 10.1007/978-3-031-36960-5_111

A. B. Zavyalov

ADAPTATION OF EMPLOYED DISABLED PERSONS TO WORKPLACES

Abstract. The article summarizes the importance of ergonomics and adaptation of disabled people or people with disabilities (PWDs) to their workplaces in order to increase the efficiency and productivity of their work. In addition, the main adaptations for adapting to such places are listed, the opinions of scientists dealing with this issue are given, and finally it is stated that a wide range of different specialists should be involved in the integration and adaptation of people with disabilities in the work process.

Keywords: adaptation, adaptations, ergonomics, disabled person, disability.

For citation: Zavyalov, A. B. Adaptation of employed disabled persons to workplaces / A. B. Zavyalov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 43–46.

Сведения об авторе

Завьялов Алексей Борисович
Петербургский государственный
университет путей сообщения Императора
Александра I (ПГУПС),
кафедра «Техносферная и экологическая
безопасность»,
ассистент,
e-mail: zenitpiter91@inbox.ru

Information about the author

Zavyalov Alexey Borisovich
Emperor Alexander I St. Petersburg State
Transport University (PGUPS),
Chair «Technosphere and Environmental
Safety»,
Assistant,
e-mail: zenitpiter91@inbox.ru

УДК 796 + 06

*П. М. Квачук, М. И. Тимченко, В. А. Финоченко***ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ НА ОСНОВЕ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МНОГОБОРЬЯ¹**

Аннотация. Настоящая статья посвящена организации физического воспитания на основе функционального многоборья. Особое внимание уделяется разработке комплексных тренировочных программ, способствующих совершенствованию физической подготовки. Предлагается концепция интеграции функционального многоборья с целью повышения эффективности занятий физической культурой и спортом.

Ключевые слова: многофункциональное многоборье, кроссфит, комплексы упражнений, физическая подготовка.

Для цитирования: Квачук, П. М. Физическое воспитание на основе функционального многоборья / П. М. Квачук, М. И. Тимченко, В. А. Финоченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 55–59.

Одним из приоритетов государства, главным индикатором успеха нацпроектов является сохранение здоровья и обеспечение продолжительности жизни россиян. Поэтому эти вопросы требуют объединения усилий на всех уровнях, включая профессиональные научные и медицинские сообщества, средства массовой информации. Учитывая данный аспект важной задачей, должна стать необходимость формирования физической подготовленности.

Общеизвестным фактом является то, что регулярно выполняя физические упражнения обеспечиваются хороший иммунитет и стабильное психологическое состояние человека. При этом, стабильная физическая нагрузка на протяжении всего срока жизни даёт возможность снизить риск развития как возрастных, так и профессиональных заболеваний [1, 9]. Надо сказать, что существует много направлений в спортивной подготовке молодых людей, одной из которых является физическое воспитание на основе функционального многоборья, так называемого кроссфита. Как раз в данной работе рассматривается это направление оздоровления и физической подготовки.

В настоящее время методики тренировок по кроссфиту показали свою высокую эффективность как при подготовке спортсменов высокого уровня [2, 3, 8], так и во время проведения занятий по физической культуре в различных фитнес-центрах [4, 5, 10].

В общем, кроссфит – это система физической подготовки, включающая в себя различные многосуставные упражнения при высокой степени интенсивности их выполнения]. В основе построения тренировок лежит идея о многофункциональной подготовке атлета для развития гибкости, силы, выносливости, скорости и координации движений. Если рассматривать элементы, используемые в тренировочном процессе, то они взяты из таких видов спорта как акробатика, тяжёлая атлетика, силовой экстрим, лёгкая атлетика и плавание. При чем упражнения и их комбинации постоянно совершенствуются.

Здесь следует отдельно сказать, что изолирующие упражнения исключены из тренировочных методик кроссфита, так как, по утверждению создателя системы, они не являются функциональными [6].

В кроссфите выполняются высокоинтенсивные упражнения, такие как тяжелоатлетические рывок, толчок, подтягивания, бег, бёрпи и т.д. При этом элементы

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

совершаются в стиле круговой тренировки, то есть, с минимальным перерывом между повторениями и подходами, а при достаточно высокой подготовленности атлета, вообще без перерыва. Одним из основных правил является вариативность и изменение направления нагрузки каждую следующую тренировку.

Необходимо отметить, что в кроссфите классические методологические постулаты физической подготовки, такие как систематичность, терпение и самодисциплина являются базовыми. Также к важным факторам относится и психологический аспект, отвечающий за самоконтроль и эффективность аутотренинга.

Одним из преимуществ кроссфита является его адаптивность – тренировки могут быть изменены и адаптированы под любой уровень физической подготовки, что делает этот вид занятий доступным для всех. Индивидуальная программа тренировок, восстановление организма от физических нагрузок позволят извлечь должную пользу как для опытных спортсменов, так и для любителей. С методической точки зрения, начинать следует с легких весов и постепенно увеличивать нагрузку. Это дает возможность организму адаптироваться к тренировкам и избежать переутомления.

Важной составляющей является правильное питание, которое играет ключевую роль в процессе физической подготовки. Обеспечение организма достаточным количеством белков, углеводов и жиров, витаминов и минералов, является важным фактором поддержания энергии и восстановления после тренировок.

Индивидуальный набор упражнений при построении плана программы подбирается исходя из подготовленности и возможностей спортсмена, а также наличие спортивных снарядов (тяжелоатлетический гриф, турник, брус, фитбол и др.). При этом нужно понимать, что кроссфит – очень высокоинтенсивная нагрузка для организма и требуют владения сложной техникой упражнений. В связи с этим неподготовленному человеку надо начинать тренироваться под контролем специалиста, аккуратно дозируя нагрузку. Так же нужно учитывать, что максимально эффективно тренировать различные физические качества одновременно – сложно и травмоопасно и, в связи с этим, оптимальное распределение физической нагрузки является базовым правилом.

WOD (Workout of the Day) – это комплекс упражнений, который обязан выполнить спортсмен в день тренировки. Существует много его вариаций, однако необходимо учитывать, что он должен выполняться после тщательной разминки всех мышц и сердечно-сосудистой системы.

В настоящее время существует большое количество разнообразных комплексов, к наиболее доступным и популярным которых относят:

– AFAP (as fast as possible – так быстро как можешь), суть которого заключается в том, что задание нужно закончить как можно быстрее;

– AMRAP (as many as possible – столько, сколько сможешь выполнить), т. е. за определенный промежуток времени необходимо выполнить максимальное количество повторений;

– EMOM (every minute on minute – в начале каждой минуты выполняется задание), суть данного комплекса заключается в выполнении определенного количества повторений упражнения в течение минуты.

В качестве мотивации спортсменов следует использовать соревновательный метод с фиксацией результатов. При этом во время повторного выполнения комплекса упражнений необходимо следить за развитием навыков спортсмена.

Данный метод спортивного совершенствования можно использовать на занятиях не только в спортивных школах, но и в общеобразовательных учреждениях и высшего образования [7, 13]. Для этого можно использовать комплексы упражнений, в которых не нужно использовать дополнительные снаряды. Как вариант комплекса упражнений для юношей можно взять комплекс «Странная пирамида» (21-18-15-12-9-6-3-3-6-9-12-15-18-21 повторений махов гири и отжиманий), если надо, варьируя количество повторений в

упражнениях и вес гири. Для девушек можно выполнять облегченный вариант комплекса «Съюзан» (5 раундов на время: бег 200 м, 10 приседаний).

Необходимо отметить, что занятия кроссфитом способствуют улучшению метаболизма, увеличению мышечной массы, увеличению объема легких, укреплению сердца и сосудов, снижению риска развития и профилактики сердечных заболеваний.

Прежде чем приступать к активным тренировкам, крайне важно получить консультацию медицинского специалиста и разрешение заниматься физическими нагрузками.

В кроссфите ежегодно проводят соревнования, в которых принимают участие лучшие спортсмены со всего мира как в индивидуальном, так и в командном зачетах. Эти соревнования называются Кроссфит-игры (CrossFit Games) и являются престижными, при проведении которых участники проходят серию тяжелых испытаний.

В России проводятся региональные, межрегиональные и всероссийские соревнования по функциональному многоборью. Самыми престижными из них являются «Игры Гераклиона». Необходимо отметить, что популярность этого вида растет в связи с чем, на наш взгляд, необходимо применять данный подход, основанный на идеях кроссфита, во время занятий по физической культуре и спорту. Ниже приводятся авторские комплексы упражнений для молодежи (табл.), реализующих методологию функционального многоборья.

Таблица

Комплексы упражнений для молодежи

Юноши	1 курс	Разминка 15 минут (5 минут бег, 5 минут суставная разминка, разминочные подходы подтягиваний, отжиманий, приседаний) AMRAP 15 минут – 5 бёрпи; – 5 махов гири 16 кг; – 10 подъемов туловища из положения лежа.
	2 курс	Разминка 15 минут (5 минут бег, 5 минут суставная разминка, разминочные подходы подтягиваний, отжиманий, приседаний) AFAP – 6 подтягиваний; – 9 отжиманий от брусьев; – 12 трастеров с гирей 16 кг; – 1 км бег.
Девушки	1 курс	Разминка 15 минут (5 минут бег, 5 минут суставная разминка, разминочные подходы горизонтальных подтягиваний, отжиманий, приседаний) AMRAP 12 минут – 3 берпи; – 3 приседаний; – 3 швунгов гантелей.
	2 курс	Разминка 15 минут (5 минут бег, 5 минут суставная разминка, разминочные подходы горизонтальных подтягиваний, отжиманий, приседаний) AFAP – 6 трастеров с гантелями; – 12 прыжков «звездочка»; – 15 подъёмов туловища из положения лежа; – 500 м бег.

С методической точки зрения в конце каждой тренировки необходимо выполнять растяжку. Необходимо отдельно сказать, что предложенные комплексы упражнений требуют эмпирической практической проверки.

В целом можно констатировать, что процесс физического воспитания на основе кроссфита необходимо шире внедрять в практику. Это даст, в свою очередь, положительный эффект в области оздоровления и повышения уровня физической подготовки молодых людей.

Выводы.

1. Приоритетной составляющей, обеспечивающей сохранение здоровья и успех в профессиональной деятельности, является физическое воспитание молодых людей.

2. В настоящее время результаты использования методик тренировок по методам функционального многоборья – кроссфита доказали свою жизнеспособность и эффективность. В связи с этим данный подход спортивного совершенствования можно использовать на занятиях в высших учебных заведениях и шире вводить в практику при физической подготовке.

3. Предложенные комплексы упражнений должны пройти практическую эмпирическую проверку во время занятий по физвоспитанию.

Библиографический список

1. **Съёмова, С. Г.** Особенности физической подготовленности студентов в вузе / С. Г. Съёмова. / Физическая культура. Спорт. Туризм, Двигательная рекреация. 2018. Т.6. №3.
2. **Абраменков, П. В.** Кроссфит как средство физической подготовки юных спортсменов-тхэквондистов на тренировочном этапе (этапе спортивной специализации) // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. – 2022. – №25(1). – С.121-130. – ISSN 2414-0244
3. **Горбачева, О. А.** Развитие скоростно-силовых способностей волейболистов средствами Кроссфит // Наука-2020. – 2018. – С.98-103.
4. **Зулаева, Т. И.** Оптимизация физических качеств женщин на кроссфит тренировках // Т.И. Зулаева, А.Х. Мамадиев, Х.А. Висатиова. Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2018. – №3(157). – С.126-130.
5. **Кокорев, Д. А.** Содержание физического воспитания студентов на основе функционального многоборья (кроссфита) // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2017. – ISSN 2305-8404
6. **Грег Глассман** Руководство по проведению кроссфит тренировок; [Электронный ресурс]: http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_L1_Training_Guide_Russian.pdf
7. **Диц, С. Г.** Кроссфит в системе общей физической подготовки студентов: учебно-методическое пособие / С. Г. Диц, И. Н. Азизова, Л. М. Никитина. – Казань: КФУ, 2018. – 34 с.
8. **Финоченко, Т. А.** Специальная оценка условий труда как информационная база для внедрения риск-ориентированного подхода в сфере охраны труда / Т. А. Финоченко, В. А. Финоченко, Л. И. Воробинская // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 2 (51). – С. 107–110.
9. **Финоченко, Т. А.** Профилактика ускоренного старения / Т. А. Финоченко, А. В. Лысенко, В. А. Назимко, Р. Г. Шейхова // Охрана труда. Практикум. –2009. –№ 3. –С. 36–40.
10. **Белавкина, М. В.** Промышленная санитария и гигиена труда. Здоровье и работоспособность. / М. В. Белавкина, А. В. Борисова, А. В. Лысенко, Д. С. Лысенко, Т. А. Финоченко. –Ростов-на-Дону: РГУПС. –2022. –108 с. ISBN: 978-5-907494-06-0
11. **Popova, T. V.** Protection of urban population from infrasound: problem and prospects for solution / T. V. Popova, A. V. Lysenko, T. A. Finochenko // Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2022). Switzerland. –2023. – С. 988–994. DOI: 10.1007/978-3-031-36960-5_111
12. **Финоченко, Т. А.** Достойный труд - безопасный труд / Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2. – С. 5-6.
13. **Finochenko, T. A.** Risk Management in Transportation Safety System / T. A. Finochenko, L. V. Dergacheva, I. A. Yaitskov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020, Vladivostok, 06–09 октября 2020 года. Vol. 666. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 022050. – DOI 10.1088/1755-1315/666/2/022050.

14. **Зенкова, Т. А.** К вопросу об общей теории спортивной подготовки / Т. А. Зенкова // Физическая культура и спорт: интеграция науки и практики : Материалы XV Международной научно-практической конференции, Ставрополь, 03 декабря 2018 года. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. – С. 91–93.

15. **Химич, М. Н.** Самосохранительное поведение в цифровом обществе: постановка проблемы и перспективы социально-философской рефлексии / М. Н. Химич // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 270-277. – DOI 10.17213/2075-2067-2023-4-270-277.

P. M. Kvachuk, M. I. Timchenko, V. A. Finochenko

PHYSICAL EDUCATION AT THE UNIVERSITY BASED ON THE CROSSFIT

Abstract. This article is devoted to the organization of physical education based on functional all-around. Particular attention is paid to the development of comprehensive training programs that help improve physical fitness. A concept for integrating functional all-around sports is proposed in order to increase the effectiveness of physical education and sports.

Keywords: multifunctional multiathlon, crossfit, exercise complexes, physical training

For citation: Kvachuk, P. M. Physical education at the university based on the crossfit / P. M. Kvachuk, M. I. Timchenko, V. A. Finochenko // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 52–56.

Сведения об авторе

Квачук Платон Михайлович

Ростовский государственный университет
путей сообщения,
кафедра «Автоматизированные системы
электрооборудования», студент,
e-mail: pkvachuk@mail.ru

Тимченко Михаил Ильич

Ростовский государственный университет
путей сообщения,
кафедра «Физическое воспитание и спорт»,
старший преподаватель,
email: fizkult@rgups.ru

Финоченко Виктор Анатольевич

Ростовский государственный университет
путей сообщения,
кафедра «Безопасность
жизнедеятельности»,
доктор технических наук, профессор,
декан энергетического факультета
e-mail: fin@rgups.ru

Information about the author

Kvachuk Platon Mikhailovich

Rostov State Transport University (RSTU)
The chair of «Automated power supply
systems», Student,
e-mail: pkvachuk@mail.ru

Timchenko Mikhail Ilyich

Rostov State Transport University (RSTU)
The chair of «Physical Education and Sports»,
Senior lecturer,
e-mail: fizkult@rgups.ru

Finochenko Victor Anatolyevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life safety»,
Dean of Power Department,
Dr. Tech Sci., Professor,
phone (8-863) 27-26-375.
e-mail: fin@rgups.ru

УДК 502.174 658.567

В. В. Киреева, С. М. Брюнеткин, Е. А. Пономарев

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ КОРМОВЫХ И ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР КАК ПУТЬ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ¹

Аннотация. В работе представлены результаты разработки способа приготовления корма из отходов переработки зеленой массы кормовых бобовых растений с введением сухого корма - ячменной мякины для снижения влажности сырья. Приведены данные показателей кормовой и энергетической ценности полученного силоса. Использование разработанного способа способствует решению проблемы утилизации растительных отходов в агропромышленном комплексе и позволяет получать доброкачественный корм для животных.

Ключевые слова: бобовые и злаковые культуры, утилизация растительных отходов, пресс-остаток, ячменная мякина, силосование.

Для цитирования: Киреева, В. В. Утилизация отходов переработки кормовых и злаковых культур как путь рационального использования растительного сырья / В. В. Киреева, С. М. Брюнеткин, Е. А. Пономарев // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 60–65.

В настоящее время рационы зимнего кормления сельскохозяйственных животных нередко не сбалансированы по протеину, каротину и другим витаминам из-за недостаточного их содержания в рационах, что в значительной мере приводит к увеличению потребления кормов. Это связано с тем, что значительное количество протеина растительного происхождения теряется при производстве таких традиционных кормов для зимних рационов, как силос, сенаж, сено.

Силосование растительного сырья (от испанского *silos* – яма) – имеет широкое распространение в кормопроизводстве. Это издавна известный биологический метод консервирования биомассы зеленых растений, закладываемых на хранение в специальных силосных хранилищах (траншеях или ямах).

Обитающие в норме на стеблях и листьях растений эпифитные микроорганизмы способны превращать содержащиеся в растительном соке сахара в молочную, уксусную, пропионовую и отчасти некоторые другие органические кислоты, которые придают корму характерный вкус и специфический запах. Главным консервирующим средством для активного протекания микробиологических процессов при брожении в силосовании является выделяемая находящимися в растительной массе молочно-кислыми бактериями молочная кислота [1, 8–11].

Степень требуемой силосуемости или несилосуемости зеленой массы предназначенных для силосования растений определяется специальной величиной - сахарным минимумом, который представляет собой процентное содержание сахара в клеточном соке, необходимое для накопления достаточного уровня молочной кислоты в количестве, которое необходимо для подкисления среды и снижения pH до 4,2 при данной характерной величине ее буферности.

При содержании в клеточном соке растений слишком большого количества легко растворимых сахаров и, в особенности при недостатке в нем белка, силос получается

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

переокисленным и плохо поедается животными. Кроме того, высокое содержание влаги в зеленой массе обуславливает накопление большого количества жидкости в силосуемой массе, жизнь и деятельность не разрушенных или недостаточно разрушенных клеток в ней растений продлевается, в результате ферментативных процессов происходит дополнительное интенсивное расщепление сахаров, крахмала, белка.

Зеленая массы высокобелковых кормовых культур, относящихся к семейству бобовых, обладает очень низким содержанием сахаров и высокой буферной емкостью, что объясняет ее принадлежность к группе несилосуемых культур. Сахаро-буферное отношение в зеленой массе люцерны может лежать в достаточно широких пределах и составлять колебания в интервале 0,5–1,1, что в свою очередь является фактором, существенно затрудняющим ее хранение. При этом степень способности к сбраживанию вегетативной массы не является устойчивым характерным свойством и видовым признаком кормовых растений и может изменяться в зависимости от укоса и соблюдения режимов и условий выращивания.

Силос, приготовленный из свежескошенной люцерны по традиционной технологии, характеризуется нестабильностью сохранности питательных веществ при хранении. В результате дефицита легко растворимых сахаров в силосуемой массе, как правило, возникает известная в кормоприготовлении вторичная ферментация, приводящая к кормовой непригодности и полной порче продукта [2, 12–14].

Для снижения влажности растительной массы бобовых трав, предназначенной для силосования, в животноводческих хозяйствах после скашивания традиционно проводят подсушивание (проявление) под открытым небом, которое в среднем продолжается в течение 1,5–2 суток и неизбежно связано с высокими потерями питательных веществ при подборе.

Перспективной технологией, с точки зрения сохранности питательной ценности получаемого корма, снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду и сокращения энергоемкости процесса кормопроизводства, считается разработанная технология прессового механического обезвоживания вегетативной массы зеленых растений [3, 15–18].

Базовый вариант данной технология переработки вегетативной массы трудносилосуемых кормовых трав, относящихся к семейству бобовых, заключается в последовательных операциях скашивания травостоя с одновременно выполняемым измельчением, транспортировании к месту, где зеленая масса дополнительно повторно измельчается до более мелких частиц, затем разделяется с помощью прессования на волокнистую (жом) и жидкую (зеленый сок) фракции.

В результате отжима зеленой массы из ее тканей выделяется 45–55 % клеточного зеленого сока, остальная масса - отпрессованный остаток (жом) имеет влажность 62–68 %. Несмотря на достаточно высокую кормовую ценность, жом является отходом производства, не используемым в кормопроизводстве, но предпринимаются попытки его переработки в травяную муку в рассыпном или гранулированном виде для включения в рационы. Данная технология переработки вегетативной массы растений позволяет приготавливать из нее корм и скармливать животным из таких растений, которые плохо силосуются или плохо поедаются. В связи с этим, перспективными и актуальными являются исследования, направленные на изучение возможности снижения влажности пресс-остатка, исключаящей высоко энергетически затратной сушки, до величины, необходимой для его использования в качестве сырья для силосования. Таким способом может стать, например, снижение влажности пресс-остатка введением сухих кормов.

Переработка продовольственных и фуражных зерновых культур на предприятиях агропромышленного комплекса сопровождается образованием большого количества побочных продуктов и отходов [4].

Результаты исследования состава незерновой части урожая злаковых сельскохозяйственных культур указывают на ее высокое кормовое достоинство и возможность использования в кормопроизводстве.

Мякина является отходом переработки сельскохозяйственных растений, образующимся при молотье злаковых культур. По своему составу она представляет собой разнородную смесь, состоящую из мелких, легко опадающих частиц колосовых культур, шелухи, образованной из цветочных и кроющих пленок колосков, обломков колосьев, колосовых остей, стеблей и других мелких разной величины и размеров включений.

Мякина в сельскохозяйственном кормопроизводстве традиционно используется как кормовой продукт. По химическому составу она сходна с соломой злаковых культур растений, из которых образуется при переработке, но отличается более высоким содержанием азота и переваримостью в свежем виде.

Из-за содержания в составе мякины большого количества жестких частиц остей колосьев введение сухой мякины в рацион оказывает вредное действие на слизистую оболочку ротовой полости животных, засоряет книжку - отделение желудка, и может привести патологическим последствиям и даже к летальному исходу.

После высыхания, мякина приобретает жесткую консистенцию, и потому в животноводческих хозяйствах ее традиционно принято использовать в пареном виде. Мякину запаривают в деревянном чане, при этом укладывают послойно с отрубями или плодовыми или овощными жмыхами, небольшим количеством поваренной кристаллической соли, после чего заливают кипятком. Запаренная таким способом мякина становится мягче и охотно поедается скотом. Проводится также силосование мякины, обычно в смеси с другими сочными обладающими высокой влажностью кормами. Мякина продовольственных и фуражных злаковых культур по сравнению с соломой содержит меньше клетчатки, но в ее состав входит больше сырого протеина и зольных элементов.

Из всех фуражных зерновых культур мякина ячменя обладает наибольшей питательностью. Несмотря на большой спрос животноводческих фермерских хозяйств только около 40 % всех получаемых зерновых отходов используется для приготовления кормов или в других целях.

Цель проведенного исследования заключалась в разработке способа использования отхода переработки зеленой массы сеяных бобовых трав – пресс-остатка - в качестве сырья для приготовления силоса при снижении его влажности введением сухого корма – ячменной мякины. В экспериментах использовалась листостебельная масса люцерны посевной 1-го укоса, убранная на опытном участке в фазе наибольшего накопления протеина и других питательных веществ - бутонизации-начала цветения.

Свежескошенная зеленая масса люцерны подвергалась переработке способом влажного фракционирования, разработанным исследователями ДГТУ при которой она подвергалась измельчению, затем отжиму на лабораторной экструзионной прессовой установке. В результате отжима биомасса разделялась на твердую фракцию - пресс-остаток и жидкую - зеленый сок, который предназначался для приготовления белковых концентратов [4]. Несмотря на достаточно высокое содержание питательных веществ, пресс-остаток не находил применения и рассматривался как отход производства [5].

Для утилизации данного отхода изучалась возможность приготовления из него корма силосованием без традиционного провяливания в поле. Для этого предусматривалось снижение влажности зеленой массы люцерны до величины, необходимой для закладки на силос в смеси с сухим кормом. В качестве сухого корма использовался побочный продукт переработки зерна – ячменная мякина в ее естественном сухом виде.

Ячменная мякина вводилась в свежеприготовленный пресс-остаток в количестве 1 % от массы силосуемого сырья, которое затем тщательно перемешивалось в лабораторном смесителе и закладывалось на хранение.

Для контроля для приготовления силоса использовался пресс-остаток без введения ячменной мякины. При определении химического состава [6] готового корма, приготовленного из пресс-остатка и корма из пресс-остатка с добавлением ячменной мякины для снижения влажности сырья было установлено, что лучшее заквашивание корма наблюдалось

в опытном варианте.

Химический анализ силоса из исходного субстрата и с введением ячменной мякины показал, что кроме определенного сокращения продолжительности процессов ферментации в субстрате, происходило его обогащение протеином, повышалась кормовая и энергетическая ценность корма, показатели сохранности питательных веществ.

Содержание питательных веществ в 100 г абсолютно сухого вещества (АСВ) приготовленного силоса из исходного пресс-остатка и с добавлением ячменной мякины приведены в таблице.

Таблица

Химический состав, (% АСВ) силоса из пресс-остатка люцерны

Продукт	Содержание в корме				
	протеин	жир	клетчатка	зола	водорастворимые углеводы
Силос из пресс-остатка	13,95	4,21	28,81	9,82	2,30
Силос из пресс-остатка и ячменной мякины	14,88	4,20	28,37	9,79	2,25
Силос 1(2) класса [7]	н/м 16 (14)		н/б 30 (33)	н/б 10 (12)	

Содержание обменной энергии и кормовых единиц составляли – ОЭ – 8,95–8,97 МДж/кг и 0,771–0,772 корм. ед. В контроле данные показатели составляли соответственно ОЭ - 7,1 МДж/кг, корм ед. 0,630 (норма для силоса 2 класса ОЭ - 9,0 МДж/кг, и 0,77 корм.ед.) [7]. Содержание клетчатки незначительно превышало требуемую по нормам величину.

Приготовленный силос по содержанию обменной энергии, протеина и зольных элементов соответствовал требованиям к силосу 2 класса [7]. По органолептическим показателям также отвечал регламентированным нормам – имел мягкую немажущуюся консистенцию, зеленовато-оливковый цвет, запах квашеных овощей.

Таким образом, введение побочного продукта обработки злаковой культуры - ячменной мякины может использоваться в качестве компонента для снижения влажности пресс-остатка - отхода переработки бобовых трав, закладываемого на хранение и получения доброкачественного корма для введения в зимние рационы животных, отвечающего требованиям к силосу 2 класса.

Разработанный способ обеспечивает комплексное, рациональное использование сельскохозяйственного растительного сырья с утилизацией образующихся при его переработке отходов.

Библиографический список

1. **Победнов, Ю. А.** Биологические основы силосования и сенажирования трав (обзор) / Ю. А. Победнов, В.М. Косолапов // Сельскохозяйственная биология, 2014. - № 2. – С. 31-41. - ISSN 0131-6397
2. **Макаров, С. А.** Технология заготовки и способы хранения консервированных кормов // Сельскохозяйственные науки. 2016. № 3 (45). Ч. 3. С 109-112. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-zagotovki-i-sposoby-hraneniya-konservirovannyh-kormov>
3. **Киреева, В. В.** Разработка экологически безопасного малоотходного способа переработки твердых и жидких отходов растительного сырья / В. В. Киреева, Д. Е. Кубченко

// Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. 2021. № 2(55). - С. 103-106. – ISSN: 1818-5509.

4. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование)/ Под общей редакцией Д. Шпаара. – Минск: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2008 – 326 с. ISBN 978-5-903209-06-4.

5. Обращение с твердыми отходами / В. М. Гарин, М. К Лобанова., А.Г Хвостиков., Г. Н Соколова., В. А Финоченко., Т. А Финоченко., И. Н. Можарова, М. А Папсуев., И. В Лебедева, А. П. Мясников // М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018.- 364 с.

6. ГОСТ 32040-2012 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области. М.: Стандартинформ, 2020. – 7 с. - URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/551/55122.pdf>

7. ГОСТ Р 55452-2021 Сено и сенаж. Общие технические условия. - Москва: Стандартинформ, 2021. – 10 с. - URL: <https://meganorm.ru/Data/755/75598.pdf>

8. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / И.Г. Переверзев, Т.А. Финоченко, И.А. Яицков [и др.]/ ФГБОУ ВО РГУПС. 2-е изд., перераб. и доп. Ростов н/Д, 2019. 308 с.

9. Дергачева, Л. В. Экологическая безопасность как система / Л.В. Дергачева // Труды РГУПС. – 2018. – № 2 (43). – С. 72–74.

10. Маколова, Л. В. Обеспечение эколого-ориентированного развития предприятий в современных экономических условиях на основе применения вторичных ресурсов / Л.В. Маколова // Сборник материалов круглого стола «Эколого-ориентированное управление рисками и обеспечение безопасности социально-экономических и общественно-политических систем и природотехногенных комплексов». – М. : ГУУ, 2017. – С. 95–99.

11. Дергачева, Л. В. Реализация методик экологического просвещения в учебных заведениях / Л.В. Дергачева // Транспорт: наука, образование, производство (Транспорт-2019), Ростов-на-Дону, Изд. РГУПС, 2019. Т2. С. 325-330.

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

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

14. Borisova, A.V. The use of the expert method in solving the issues of choosing the instrumentation of the procedure for controlling production factors / A.V. Borisova, T.A. Finochenko, V.A. Finochenko // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020. IOP Publishing Ltd, 2021. С. 022022.

15. Борисова, А. В. Приборно-методическое обеспечение системы контроля и мониторинга вредных производственных факторов предприятий машиностроения. Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 2-2 (36). – С. 67.

16. Финоченко, В. А. Технологии защиты окружающей среды от воздействия железнодорожного транспорта / Финоченко В.А., Финоченко Т.А. // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. 2021. № 1 (54). С. 62-64.

17. Гуда, А. Н. Экспертные системы в управлении природоохранной деятельностью на железных дорогах / Гуда А.Н., Финоченко В.А., Веремеенко Б.А. // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2004. № 3. С. 97-102.

18. Гуда, А. Н. Экоинформационные системы на железнодорожном транспорте (монография) / Гуда А.Н., Финоченко В.А. // РОСЖЕЛДОР, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (РГУПС). Ростов на Дону, 2008.

V. V. Kireeva, S. M. Brunetkin, E. A. Ponomarev

WASTE DISPOSAL FOR PROCESSING FEED AND CEREAL CROPS AS A WAY OF RATIONAL USE OF VEGETABLE RAW MATERIALS

Abstract. The work presents the results of development of a method for preparation of fodder from green mass processing wastes of fodder legume plants with introduction of dry fodder - barley crumb to reduce raw material moisture content. The data of fodder and energy values of the produced silage are given. Using the developed method helps to solve the problem of plant waste disposal in the agro-industrial complex and allows to obtain benign feed for animals.

Keywords: vegetative mass of plants, disposal of plant waste, press residue, brown juice, ultrafiltration, senescence.

For citation: Kireeva, V. V. Waste disposal for processing feed and cereal crops as a way of rational use of vegetable raw materials / V. V. Kireeva, S. V. Brunetkin, E. A. Ponomarev // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 60–65.

Сведения об авторах

Киреева Валерия Васильевна

Донской государственный технический университет (ДГТУ)
кафедра «Производственная безопасность»
доктор биологических наук, доцент
профессор
e-mail: valeriakireeva@gmail.com

Брюнеткин Сергей Максимович

Донской государственный технический университет (ДГТУ),
кафедра «Производственная безопасность»,
магистр,
e-mail: sergeybrun@yandex.ru

Пономарев Евгений Александрович

Донской государственный технический университет (ДГТУ),
кафедра «Производственная безопасность»,
магистр,
e-mail: evgeniy.ramka@mail.ru

Information about the authors

Kireeva Valeria Vasilievna

Don State Technical University (DSTU)
Chair «Industrial safety»
Doctor of biology, Docent
Professor
e-mail: valeriakireeva@gmail.com

Brunetkin Sergey Maksimovich

Don State Technical University (DSTU)
Chair «Industrial safety»
undergraduate
e-mail: sergeybrun@yandex.ru

Ponomarev Evgeny Alexandrovich

Don State Technical University (DSTU)
Chair «Industrial safety»
undergraduate
e-mail: evgeniy.ramka@mail.ru

УДК 655.382.2(07) + 06

В. В. Козлюк, Е. П. Чубарь

ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ РАБОТЕ WI-FI С УСИЛИТЕЛЕМ В ОФИСНОМ ПОМЕЩЕНИИ¹

Аннотация. В статье изложены сведения об использовании локальной сети Wi-Fi в офисных помещениях. Освещено применение ретрансляторов для увеличения площади «покрытия». Приведены технические характеристики составных частей беспроводной сети Wi-Fi. Дано описание методики проведения измерений и оценки электромагнитных излучений радиочастотного диапазона на рабочих местах офисных работников.

Ключевые слова: сеть Wi-Fi, частотный диапазон, роутер, ретранслятор, плотность потока энергии

Для цитирования: Козлюк, В. В. Оценка электромагнитной обстановки при работе Wi-Fi с усилителем в офисном помещении / Е. П. Чубарь, В. В. Козлюк // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 66–70.

В настоящее время при возрастающей интенсивности использования различных мобильных устройств для большей эффективности функционирования во всех сферах жизнедеятельности создаются сети Wi-Fi фактически в любых помещениях, в том числе офисных. Подобные сети значительно упрощают работу сотрудников. Они эффективны при проведении планерок, совещаний, конференций, облегчают доступ к необходимой информации из любой точки офиса [1-4].

Wi-Fi – технология беспроводной локальной сети с устройствами на основе стандартов IEEE 802.11. Частотный диапазон Wi-Fi – 2,4 ГГц (2412-2472 МГц). Устройства определяют наличие сети автоматически. Универсальность подключения к беспроводной сети не требует сложных настроек нового устройства в офисе – подключиться к сети может любой пользователь, знающий пароль.

Сигнал Wi-Fi может передаваться на значительные расстояния даже при низкой мощности передачи. Однако несмотря на то, что радиоволны частотного диапазона 2412-2472 МГц имеют свойство огибать препятствия, часто бывает, что возникает необходимость увеличить площадь «покрытия». Например, при использовании сети многими пользователями [1-4].

В этом случае часто стали применяться ретрансляторы сигнала, по сути являющиеся дополнительными передающими антеннами (рис.1).

Подобные устройства имеют рабочий частотный диапазон такой же, как и у сети Wi-Fi. Измерения для настоящего исследования проводились измерителем уровней электромагнитных излучений ПЗ-41 (рис. 2) в пределах указанного выше диапазона частот с шагом 20 МГц: 2412 МГц; 2432 МГц; 2452 МГц; 2472 МГц.

Были выбраны места для измерения: около антенны роутера и ретранслятора, возле головы пользователя до включения усилителя и после. При проведении исследования перед каждым измерением прибор настраивался: выбиралась нужная частота, измеряемая характеристика, место фиксации антенны.

В измерителе используется изотропная антенна, не требующая ориентации во взаимно перпендикулярных плоскостях для поиска максимальных значений. [1-4] Из нескольких

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

текущих показаний прибора на конкретной частоте выбирались максимальные и вносились в таблицу. Нормы выбраны из документа [5]. Результаты представлены в табл. 1 и на графиках рис. 3.



Рис. 1. Ретранслятор сигнала Mi Wi-Fi Range Extender Pro



Рис. 2. Измеритель уровней электромагнитных излучений ПЗ-41

Таблица 1

Результаты измерений и оценки электромагнитных излучений сети Wi-Fi

Место измерений	Уровни ППЭ, мкВт/см ² на частотах, МГц				Min, мкВт/см ²	Max, мкВт/см ²
	2412	2432	2452	2472		
антенна роутера Wi-Fi	4,4	4,5	9,5	8,2	4,4	9,5
голова пользователя	0,8	0,6	1,7	1,6	0,6	1,7
антенна ретранслятора	4,5	4,8	3,6	7,2	3,6	7,2
голова пользователя	0,4	0,2	0,3	0,5	0,2	0,5
предельно-допустимый уровень (ПДУ) [5]	10	10	10	10	10	10

По результатам измерений получается, что значения плотности потока энергии (ППЭ, мкВт/см²) ниже предельно допустимого уровня [5].

Как-либо систематизировать полученные значения сложно, так как на всех частотах фиксируются отдельные импульсы разной интенсивности. При этом, все же, наибольшие значения наблюдаются возле антенн. Самое большое значение выявлено на частоте 2452 МГц от антенны роутера. Электромагнитные излучения сети Wi-Fi при наличии ретранслятора и без него представлены на рис. 4.

Все неионизирующие излучения оцениваются (сравниваются с ПДУ) по максимальным значениям [5]. Максимальные значения отмечены от антенн роутера и ретранслятора. Антенна роутера обычно находится вдали от пользователя, а ретранслятор

может быть включен в сеть в непосредственной близости от рабочего места пользователя.

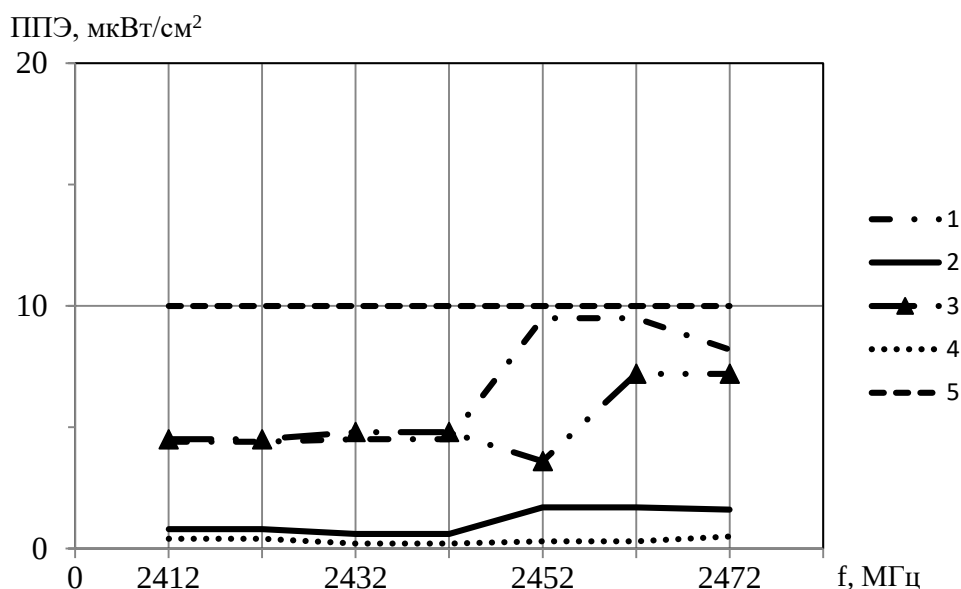


Рис. 3. Электромагнитные излучения сети Wi-Fi

1 – ППЭ от антенны роутера; 2 – ППЭ около головы пользователя без ретранслятора; 3 – ППЭ от антенны ретранслятора; 4 – ППЭ около головы пользователя при наличии ретранслятора; 5 – предельно-допустимый уровень (ПДУ)

Воздействие на организм человека оценивается через расчет энергетической экспозиции: количество энергии (мощность) в мкВт, которое получает 1 см² организма человека (плотность потока энергии) помноженное на максимальное время воздействия [5]:

$$\mathcal{E}_{\text{ППЭ}} = \text{ППЭ} \times T, \text{ мкВт/см}^2 \cdot \text{ч}$$

Время воздействия принимаем равным 7 ч. (рабочий день офисного работника, исключая обеденный перерыв). Значения, полученные измерениями на указанных в табл. 1 частотах от антенн роутера и ретранслятора, умножаем на 7 ч. Рассчитанные энергетические экспозиции сведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты вычислений энергетических экспозиций сети Wi-Fi

Место измерений	Значения $\mathcal{E}_{\text{ППЭ}}$, мкВт/см ² · ч на частотах, МГц				Min, мкВт/см ² · ч	Max, мкВт/см ² · ч
	2412	2432	2452	2472		
антенна роутера Wi-Fi	30,8	31,5	66,5	57,4	30,8	66,5
антенна ретранслятора	31,5	33,6	25,2	50,4	25,2	50,4
предельно-допустимый уровень (ПДУ) [5]	200	200	200	200	200	200

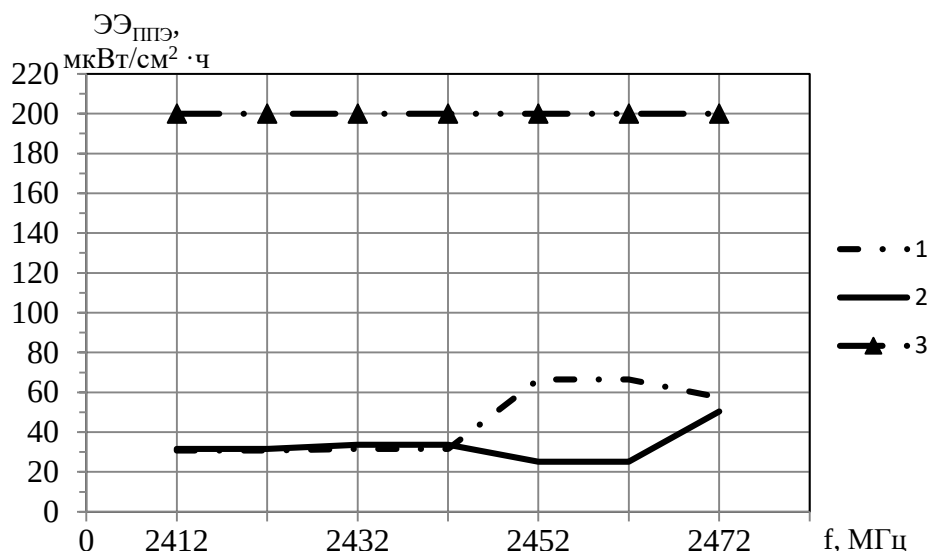


Рис. 4. Электромагнитные излучения сети Wi-Fi

1 – ЭЭ_{ПДЭ} от антенны роутера; 2 – ЭЭ_{ПДЭ} от антенны ретранслятора;
3 – предельно-допустимый уровень (ПДУ)

Рассчитанные значения энергетических экспозиций в три и более раз меньше предельно-допустимого уровня. Проведенные измерения электромагнитных излучений сети Wi-Fi и последующая их оценка показали, что при использовании сети Wi-Fi с ретранслятором сигнала Mi Wi-Fi Range Extender Pro значения электромагнитных полей остаются в нормативных пределах и не причиняют работнику никакого вреда. При этом электромагнитные излучения – это физический фактор рабочей среды. Любой физический фактор, даже находящийся в пределах ПДУ, может иметь накопительный эффект [6]. Поэтому, все же, рекомендуется ограничивать время воздействия электромагнитных полей интервалом рабочих процессов и операций.

Библиографический список

1. **Чубарь, Е. П.** Риск-ориентированный подход к оценке условий труда на железнодорожных предприятиях / Е.П. Чубарь, И.Г. Переверзев // Сборник докладов: Междунар. научно-практ. конф. «Транспорт-2020»: «Транспорт: наука, образование, производство», том II, Ростов н/Д, РГУПС. – 2020. – С. 44–47.
2. **Хвостиков, А. Г.** Комплексная безопасность городской среды / А. Г. Хвостиков, В. А. Фирсов, И. В. Науменко, А. А. Козаченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2 (59). – С. 178–183.
3. **Борисова, А.В.** Проблемы и перспективы развития экоаналитического контроля и мониторинга / В. А. Фирсов, Е. П. Чубарь // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 3 (52). – С. 8–12.
4. **Чубарь, Е. П.** Комплексная оценка условий труда на рабочем месте оператора участка реостатных испытаний / Е. П. Чубарь // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2(43). – С. 28–32.
5. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 28.01.2021 N 2) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/573500115>.

6. **Финоченко, Т. А.** Специальная оценка условий труда как информационная база для внедрения риск-ориентированного подхода в сфере охраны труда / Т. А. Финоченко, В. А. Финоченко, Л. И. Воробинская // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 2 (51). – С. 107–110.

7. **Борисова, А. В.** Приборно-методическое обеспечение системы контроля и мониторинга вредных производственных факторов предприятий машиностроения. Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 2-2 (36). – С. 67.

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

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

E. P. Chubar, V. V. Kozlyuk

ASSESSMENT OF THE ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT WHEN USING WI-FI WITH AN AMPLIFIER IN AN OFFICE PLACE

Abstract. The article provides information about the use of a local Wi-Fi network in office premises. The use of repeaters to increase the area of "coverage" is highlighted. The technical characteristics of the components of the Wi-Fi wireless network are given. A description of the methodology for measuring and evaluating electromagnetic radiation of the radio frequency range in the workplaces of office workers is given.

Keywords: Wi-Fi network, frequency range, router, repeater, energy flow density.

For citation: Chubar, E. P. Assessment of the electromagnetic environment when using Wi-Fi with an amplifier in an office place / E. P. Chubar, V. V. Kozlyuk // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 66–70.

Сведения об авторах

Чубарь Евгения Петровна

Ростовский государственный университет
путей сообщения,
Кандидат технических наук, научный
сотрудник Научно-производственного
центра «Охрана труда»
jeeeyn@mail.ru

Козлюк Виталий Викторович

Ростовский государственный университет
путей сообщения,
Кандидат технических наук, заведующий
лабораторией Научно-производственного
центра «Охрана труда»
kvv_555@mail.ru

Information about the authors

Chubar Evgeniia Petrovna

Rostov State Transport University (RSTU)
Candidate of Technical Sciences, Scientist The
research-and-production center "Labour
safety";
jeeeyn@mail.ru

Kozlyuk Vitaly Viktorovich

Rostov State Transport University (RSTU)
Candidate of Technical Sciences, Head of the
laboratory of the Scientific and Production
Center "Labor Protection
kvv_555@mail.ru

УДК 614.841.3

В. А. Курочкина, С. Н. Холодова

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЖАРНЫХ РОБОТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СКЛАДСКИХ СООРУЖЕНИЙ¹

Аннотация. В статье рассматривается методология моделирования динамики пожара при оценке эффективности пожарных роботов для защиты различных складских сооружений с высокой пожарной нагрузкой. Показано, что моделирование средств противопожарной защиты с изменяющимися параметрами может исказить результаты оценки, полученные на основе имитационного моделирования. Проведен сравнительный анализ различных способов имитации работы пожарных роботов при моделировании пожара, возникшего в результате разлива и воспламенения ЛВЖ на площади 200 кв.м. в складе.

Ключевые слова: пожарные роботы, 3D-моделирование, FDS, CFD, складское помещение.

Для цитирования: Курочкина, В. А. Оценка эффективности применения пожарных роботов для защиты складских сооружений / В. А. Курочкина, С. Н. Холодова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 71–76.

Введение. Одной из ключевых задач, возникающих на этапе проектирования систем пожарной безопасности, является оценка их эффективности, что часто осложняется отсутствием возможности провести полномасштабные испытания в широком диапазоне возможных сценариев пожара на охраняемом объекте [1]. Для решения этой проблемы используется имитационное моделирование, основанное на методах вычислительной гидродинамики (CFD) используется, среди прочего, что позволяет с достаточно высокой точностью оценивать динамику пожарной опасности как с использованием средств противопожарной защиты, так и без них.

В настоящее время существует ряд программных систем, которые позволяют моделировать развитие пожара на основе CFD для различных сценариев, объектов и используемых мер пожарной безопасности, в частности, адекватность которых была доказана обширным перечнем исследований по проверке и валидации. Однако встроенные возможности FDS по оценке эффективности средств пожаротушения в основном ограничены стационарными решениями, которые активируются/деактивируются на основе сигнала (заданный момент времени, показания датчиков достигают порогового значения).

В то же время существуют средства противопожарной защиты, основные параметры которых (положение в пространстве или геометрические размеры) могут варьироваться, оказывая существенное влияние на динамику развития пожара, например, пожарные роботы, работающие по заданному алгоритму, разворачивающие противопожарные щиты и т.д. Для моделирования систем пожарной безопасности с использованием таких решений на относительно небольших в геометрическом смысле объектах можно использовать их имитацию на основе соответствующих стационарных элементов, поскольку характеристики, влияющие на распространение опасных факторов пожара, изменяются в этом случае в незначительных пределах. Однако, если размер защищаемых помещений велик (например,

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

здания складского типа), использование такого подхода может существенно исказить результаты оценки эффективности.

Складские сооружения, предназначены для обработки и хранения товаров, осуществляют приемку мелких партий товаров от промышленных предприятий и в виде крупнопартийных отправок направляют их в районы потребления и т. д., обычно характеризуются большими объемами внутреннего пространства, а также высокой пожарной нагрузкой: топливом, смазочными материалами, которые при разливе и воспламенении могут быстро развить пожар, характеризующийся высокой температурой (800 °С и выше), что, в свою очередь, может привести к перегреву и обрушению строительных конструкций.

Для предотвращения подобных сценариев в помещениях складского типа с высокой пожарной нагрузкой используются комплексные решения в области пожарной безопасности, направленные как на тушение пожара, так и на охлаждение строительных конструкций. При этом, если для тушения пожара можно использовать широко распространенные стационарные средства пожаротушения (спринклерные, дренчерные системы и т. д.), то для эффективного охлаждения строительных конструкций их производительности обычно недостаточно. Поэтому для этой цели часто используются пожарные роботы, которые могут, управляя струей в соответствии с заранее определенным алгоритмом, орошать определенные участки, такие как строительные фермы, предотвращая таким образом их нагрев до критических значений температуры.

Как показано выше, оценка эффективности таких решений осложняется отсутствием встроенных возможностей моделирования средств противопожарной защиты с изменяющимися базовыми параметрами, в частности пожарных роботов и программных средств для расчета динамики пожара. В то же время, учитывая значительные геометрические размеры складских помещений, использование стационарных элементов для имитации струи с пожарного монитора робота может существенно исказить полученные результаты. В частности, усреднение расхода стационарного источника огнетушащего вещества по всей зоне действия пожарного робота при оценке эффективности охлаждения строительных ферм склада приведет к равномерному снижению температуры в соответствующей зоне. Однако при защите металлических конструкций от перегрева струей, движущейся по их поверхности, может произойти значительный локальный перегрев в областях, значительно удаленных от текущего положения места подачи воды, что может привести к потере ими механической прочности и последующему разрушению.

Методы исследования. Для решения данной задачи предлагается использовать методику разделения траектории струи воды над охраняемой территорией на отдельные участки, подача воды на которые осуществляется по заданному алгоритму. Моделирование работы пожарного робота в программной среде моделирования динамики пожара осуществляется путем включения/выключения стационарных источников огнетушащего вещества с соответствующим расходом. Функциональная модель этого метода в нотации IDEF0 показана на рис. 1.

Для имитации работы пожарного робота при моделировании пожара, согласно представленной методике, последовательно решаются следующие задачи:

- Моделирование траектории струи пожарного робота в зависимости от его рабочих параметров и алгоритма управления пожарным монитором.
- Предварительная оценка зоны покрытия и воздействия на нее защищаемых элементов.
- Генерация FDS-кода, который создает стационарные источники огнетушащего вещества и регулирует периоды их включения-выключения для имитации подачи воды с пожарного монитора робота-пожарного в соответствии с заданным алгоритмом.

Список основных блоков кода FDS, который генерируется на выходе представленного алгоритма, представлен в таблице.

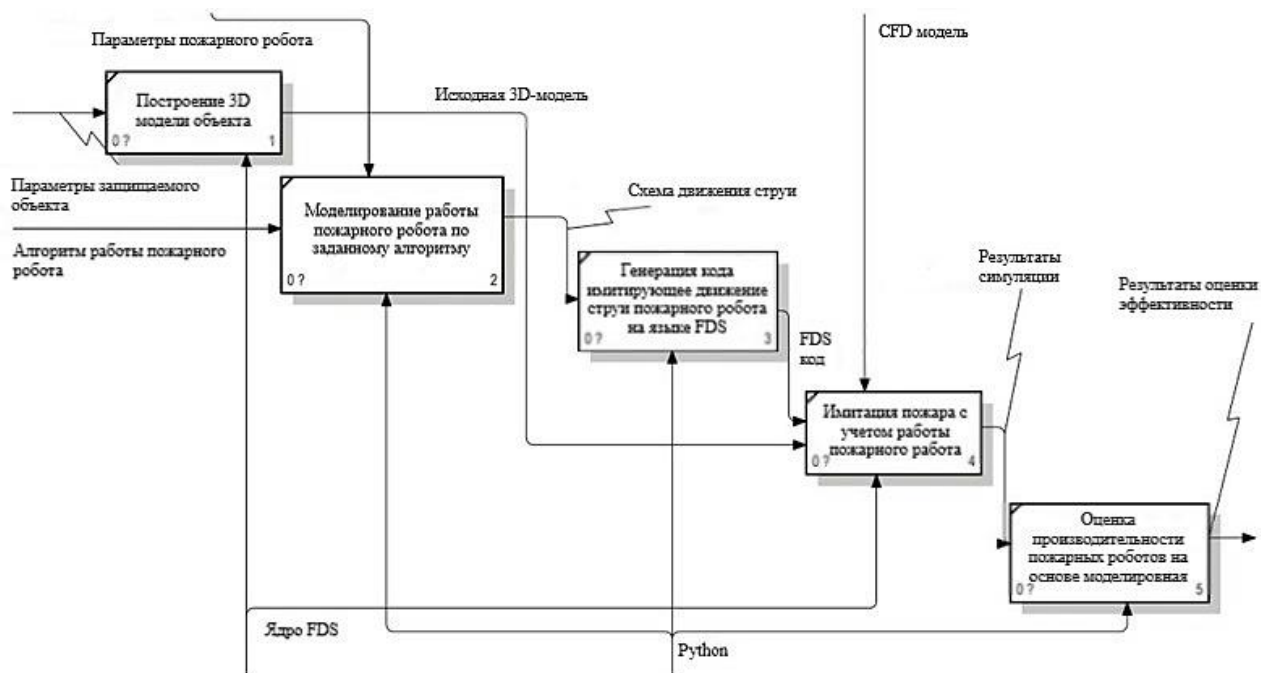


Рис. 1. Функциональная модель методики оценки эффективности роботов пожаротушения на основе имитационного моделирования

Таблица

Список основных блоков кода FDS

Имя блока	Ключевое слово	Параметры
Блок выработки огнетушащего вещества	&PART	Идентификатор
		Огнетушащее вещество
		Диаметр частиц
		Монодисперсность
Блок формирования управляющего таймера	&DEVC	Идентификатор
Блок управляющих сигналов для включения/выключения подачи огнетушащего вещества	&RAMP	Идентификатор
		Список сигналов в виде пар типа: время, тип (вкл./выкл.)
Блок формирования управляющего элемента	&CTRL	Идентификатор
		Идентификатор исходного состояния управляющих сигналов
		Тип управления

На основе представленной методики была проведена оценка эффективности охлаждения пожарными роботами металлических конструкций в складском помещении во время пожара, возникшего в результате разлива ЛВЖ из топливных баков на площади 200 кв.м. и его последующего воспламенения. Геометрические размеры здания, а также расположение пожарных роботов, датчиков, измеряющих температуру строительной фермы, которая расположена над очагом пожара и подвергается наибольшему нагреву, при моделировании показаны на рис. 2.

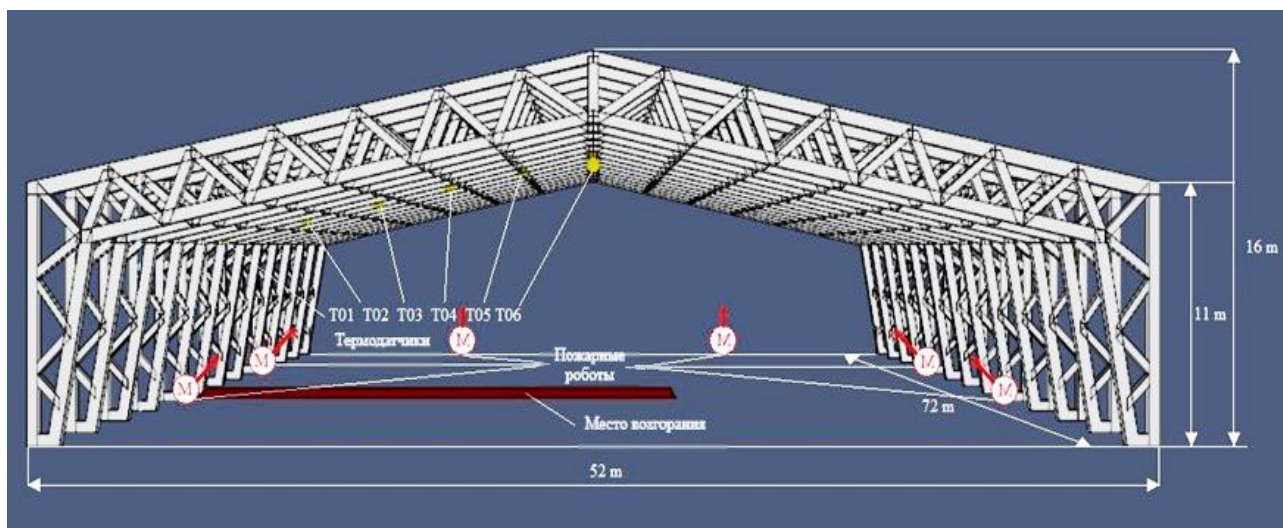


Рис. 2. Модель складского помещения

Результаты. Чтобы оценить эффективность пожарных роботов в защите рассматриваемого склада, был выполнен расчет динамики развития пожара на основе FDS с использованием имитационной модели большого вихря.

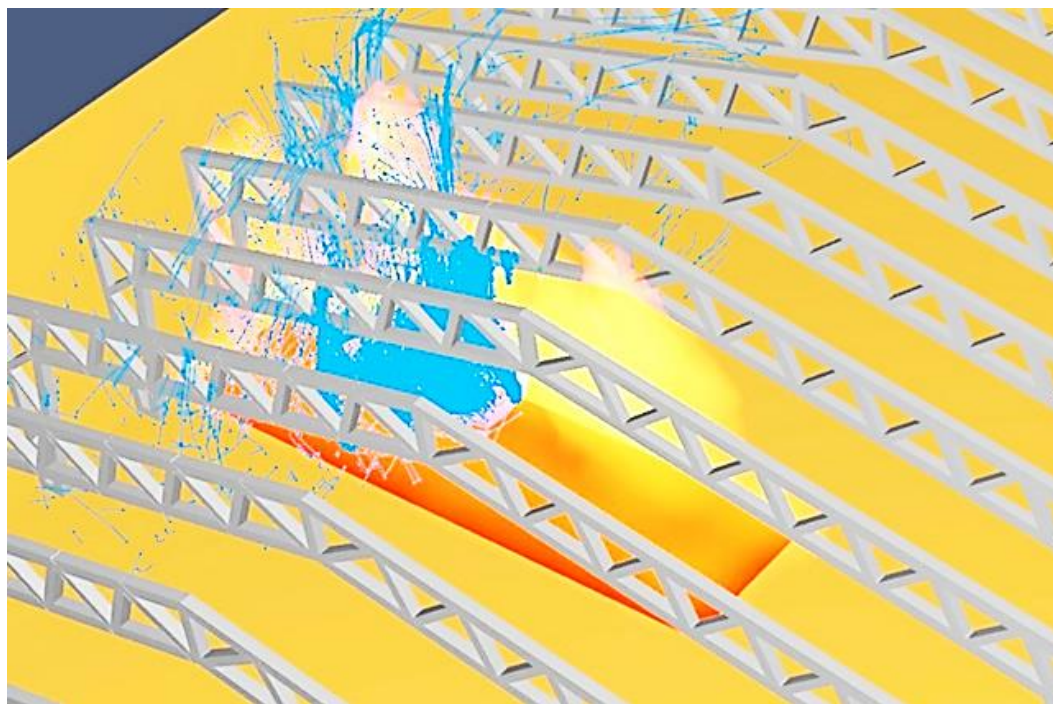


Рис. 3. Фрагмент визуализации моделирования охлаждения строительной фермы пожарным роботом

Моделирование было выполнено для трех случаев пожара:

- Охлаждение фермы здания отсутствует;
- "Стационарное" моделирование охлаждения фермы здания с помощью постоянно активируемых элементов со средним расходом огнетушащего вещества (20 л/с) на защищаемую поверхность;

– "Динамическое" моделирование охлаждения строительных ферм на основе рассмотренной методики последовательно включаемыми элементами с расходом огнетушащего вещества 20 л/с (рис. 3).

На рис. 4 показаны графики зависимости температуры в точке строительной фермы, максимально нагретой за время моделирования (Т02 на рис. 2)

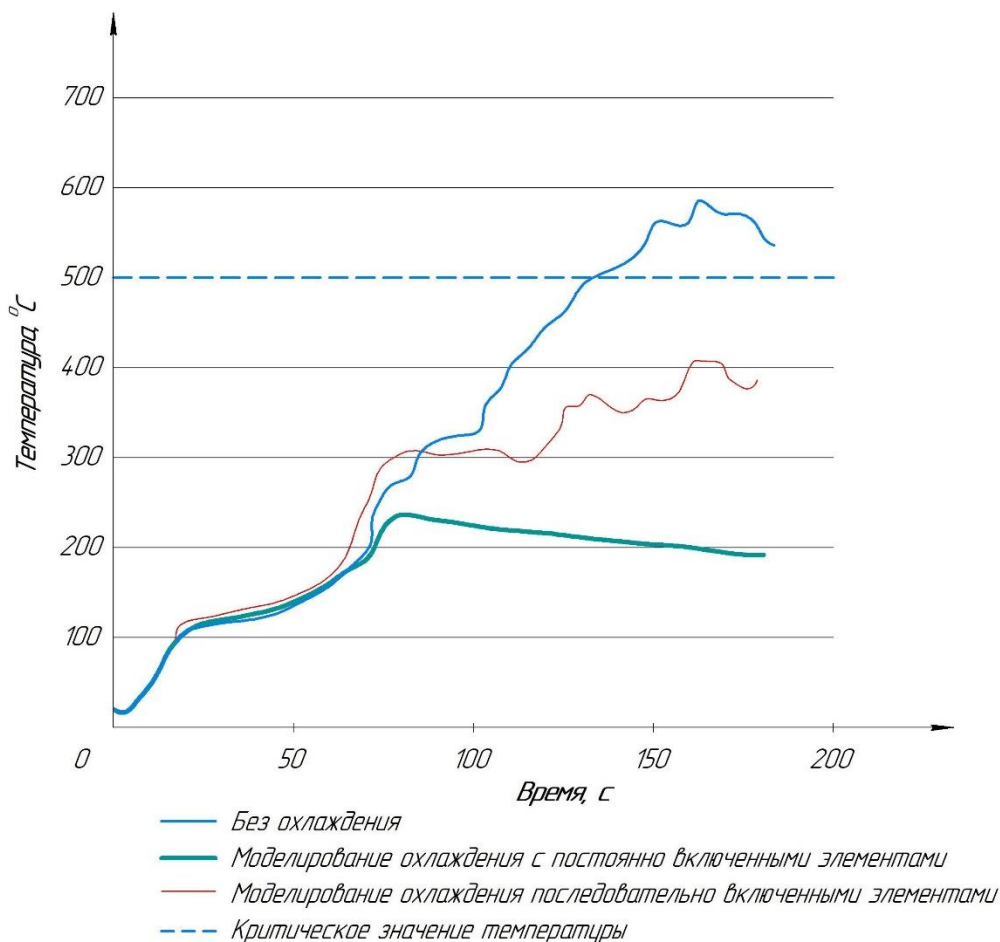


Рис. 4. Результаты оценки эффективности охлаждения строительной фермы в складском помещении пожарным роботом

Анализ исследования. Согласно результатам, показанным на рис. 4 результаты моделирования динамики пожара на складе без применения защиты, температура датчика Т02 (рис. 2) достигает 500 °С уже на третьей минуте с момента возгорания, что может привести к обрушению фермы здания из-за потери прочности. При использовании охлаждения нагрев выше отметки 412 °С не происходит в течение всего времени моделирования, что свидетельствует об эффективности использования пожарных роботов для обеспечения противопожарной защиты исследуемого объекта.

Вывод. Использование пожарных роботов для защиты различных объектов с высокой пожарной нагрузкой, в том числе складских сооружений, предназначенных для обработки и хранения товаров, позволяет без непосредственного присутствия людей в зоне пожароопасности тушить пожар или охлаждать несущие конструкции здания, предотвращая их перегрев и обрушение. При моделировании охлаждения стационарными элементами ожидается медленное равномерное снижение температуры по всей поверхности строительной фермы. А при использовании рассмотренной методики - наблюдаются явные колебания значений температуры, соответствующие циклу работы пожарного робота. Максимальный

диапазон колебаний для датчика T02, расположенного над очагом пожара, составляет 71°C, т.е. 17% от максимального значения температуры, что является довольно значительным и в некоторых случаях может быть критичным с точки зрения из-за нагрева потери прочности строительных конструкций. Поэтому для обеспечения приемлемой точности оценки эффективности пожарных роботов в зданиях и сооружениях со значительными геометрическими размерами на основе имитационного моделирования целесообразно использовать методологию, рассмотренную в данной статье.

Библиографический список

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

V. A. Kurochkina, S. N. Kholodova

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF APPLICATION FIRE ROBOTS FOR THE PROTECTION OF WAREHOUSE STRUCTURES

Abstract. The article discusses the methodology for modeling fire dynamics when assessing the effectiveness of fire robots for protecting various warehouse structures with a high fire load. It is shown that modeling fire protection equipment with changing parameters can distort the assessment results obtained on the basis of simulation modeling. A comparative analysis of various methods of simulating the work of fire robots was carried out when simulating a fire that arose as a result of the spill and ignition of flammable liquids over an area of 200 sq.m. in the warehouse.

Keywords: fire robots, 3D modeling, FDS, CFD, warehouse space.

For citation: Kurochkina, V. A. Evaluation of the effectiveness of application fire robots for the protection of warehouse structures / V. A. Kurochkina, S. N. Kholodova // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 71–76.

Сведения об авторах

Холодова Светлана Николаевна

Донской государственный технический университет,
кафедра «Безопасность жизнедеятельности
и защита окружающей среды»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: holls9@mail.ru

Курочкина Виктория Александровна

Донской государственный технический университет,
кафедра «Безопасность жизнедеятельности
и защита окружающей среды»,
магистрант,
e-mail: kurochkina.vichka@gmail.com

Information about the authors

Kholodova Svetlana Nikolaevna

Don State Technical University,
Department of "Life Safety and Environmental
Protection"
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor,
e-mail: holls9@mail.ru

Kurochkina Victoria Alexandrovna

Don State Technical University, Department of
«Life Safety and Environmental Protection»,
Undergraduate student
e-mail: kurochkina.vichka@gmail.com

УДК 551.583.2

*В. Р. Мастерова, С. П. Ячменев, Д. В. Кучумов***СПОРТ – КАК ОСНОВА ПСИХИЧЕСКОГО И ФИЗИЧЕСКОГО
ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ¹**

Аннотация. Статья посвящена теоретическим аспектам, влияния спорта на психическое и физическое здоровье человека в информационном обществе.

Ключевые слова: психоэмоциональное состояние, здоровый образ жизни, здоровье, физическая культура, виды спорта, эмоциональная гармония.

Для цитирования: Мастерова, В. Р. Спорт – как основа психического и физического здоровья человека в информационном обществе / В. Р. Мастерова, С. П. Ячменев, Д. В. Кучумов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – №2. – С. 77–80.

Роль спорта и игр выходит далеко за рамки физической подготовки. Это глубоко влияет на социальное и эмоциональное здоровье учащихся, а также на их связи со школой. Прививая ценные жизненные навыки, укрепляя социальные связи и способствуя эмоциональному благополучию, спорт и игры способствуют целостному образовательному опыту, который воспитывает всесторонне развитых людей, способных преодолевать жизненные трудности и преуспевать в различных обстоятельствах.

В здоровом теле – здоровый дух! Это выражение мы часто слышали ещё в детства на уроках физкультуры. На сегодняшний день стало модно заниматься спортом, правильно питаться и не иметь вредных привычек. Для многих людей спорт – это отличный способ побыть наедине с собой и привести мысли в порядок.

Помимо очевидной пользы для физического здоровья, физическая активность также положительно влияет на психическое здоровье, так как низкий уровень движения связан с многочисленными проблемами физического и психического здоровья. У физически неактивных людей более высокий уровень заболеваемости и расходов на здравоохранение. Обычно для борьбы с этими проблемами и сохранения психического здоровья рекомендуется лечебная физкультура. Спорт является одним из ключевых компонентов ЗОЖ и имеет существенное значение для поддержания физического, психического и социального благополучия. Регулярные занятия спортом помогают формировать привычку к активной жизни и стимулируют поддержание здоровья на всех уровнях. Согласно эмпирическим исследованиям, физическая активность положительно связана с определенными особенностями психического здоровья [1].

Физическая активность берет свое начало в древней истории. Например считается, что цивилизация долины Инда заложила основу современной йоги примерно в 3000 г. до н.э., в период раннего бронзового века. Благотворная роль физической активности в здоровом образе жизни, а также в профилактике и лечении нарушений здоровья хорошо документирована в литературе. Физическая активность обеспечивает различные существенные преимущества для здоровья.

Механический стресс и неоднократное воздействие гравитационных сил, создаваемых частыми физическими упражнениями, увеличивают различные характеристики, включая физическую силу, выносливость, минеральную плотность костей и нервно-мышечную выносливость, которые способствуют функциональному и независимому существованию. Упражнения, определяемые как плановая, систематическая и повторяющаяся

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

физическая активность, улучшают спортивные результаты за счет улучшения состава тела, физической формы и двигательных способностей.

Функция физической активности в предотвращении широкого спектра хронических заболеваний и преждевременной смертности была тщательно изучена. Достаточные доказательства связывают такие заболевания, как сердечно-сосудистые заболевания, и индивидуальный образ жизни, особенно физические упражнения.

Регулярные физические упражнения снижают кардиометаболические заболевания, рак молочной железы и толстой кишки, а также остеопорозом. Помимо улучшения качества жизни людей с психиатрическими заболеваниями, такими как окклюзионное заболевание периферических артерий и фибромиалгия, регулярная физическая активность может помочь облегчить дискомфорт, связанный с этими конкретными заболеваниями.

Физические упражнения также помогают при различных расстройствах, связанных с употреблением психоактивных веществ, например, при сокращении количества курения или отказе от него. Поскольку физические упражнения сильно влияют на здоровье, мировые стандарты предписывают еженедельно выделять «150 минут» умеренных и интенсивных физических упражнений в клинических и неклинических группах населения [5]. При соблюдении этих рекомендаций многие хронические заболевания можно уменьшить на 20–30%. Более того, тщательные оценки глобальных исследований показали, что небольшого количества физических упражнений достаточно, чтобы принести пользу здоровью.

Появляется все больше доказательств, подтверждающих благотворное влияние физической активности на психическое здоровье: исследования изучают влияние как коротких периодов физических упражнений, так и более длительных периодов активности. Систематические оценки показали лучшие результаты лечения психических заболеваний при физической активности. Были изучены многочисленные психологические эффекты, такие как самооценка, когнитивные функции, настроение, депрессия и качество жизни [3]. Согласно общим результатам, физические упражнения улучшают настроение и самооценку, одновременно уменьшая склонность к стрессу – фактор, который, как известно, усугубляет психические и физические заболевания. Исследования показывают, что люди, которые регулярно занимаются спортом, имеют лучшее настроение. Однако следует подчеркнуть, что устойчивая связь между улучшением настроения и физическими упражнениями у здоровых людей не установлена.

Физическая активность может принести пользу психическому здоровью и благополучию посредством множества перекрывающихся нейробиологических, психосоциальных и поведенческих механизмов. Физическая активность, например, может привести к улучшению психического здоровья за счет изменений в структуре и функциях мозга, таких как изменения активности кортизола или улучшение сосудистой сети всего мозга. Кроме того, физическая активность может привести к изменениям самооценки и самоэффективности что, в свою очередь, приводит к улучшению психического здоровья [2].

Физическая активность также может улучшить социальные связи и поддержку, которые важны для психического здоровья. Наконец, физическая активность может привести к изменениям в поведении, таким как улучшение количества и качества сна, а также улучшение навыков преодоления трудностей и саморегуляции, которые важны для психического здоровья. Однако в моделях механизмов, посредством которых физическая активность приносит пользу психическому здоровью, факторы физической активности могут смягчать взаимосвязь между физической активностью и последствиями для психического здоровья. То есть результаты психического здоровья могут быть оптимизированы при определенных условиях, помимо тех, которые определяются количественными факторами, такими как частота, продолжительность или интенсивность физической активности.

Также спорт и игры имеют огромное значение для укрепления социального и эмоционального благополучия и улучшения школьных связей учащихся. Помимо простой

физической активности, занятия спортом и игры развивают важные жизненные навыки и укрепляют межличностные отношения.

Важно отметить, что различные виды физической активности могут оказывать положительное влияние на широкий спектр показателей психического здоровья и благополучия людей, которые психически здоровы и имеют симптомы распространенных проблем психического здоровья, таких как депрессия и тревога, независимо от исходного уровня симптомов, психологический дистресс или нарушение уровня психосоциального функционирования, при этом тип физической активности следует выбирать на основе личных предпочтений и других факторов, которые могут привести к более длительному соблюдению режима лечения и улучшению психического здоровья.

Известно, что самооценка является ключевым фактором в широком спектре укрепления психического здоровья. Исследования показывают, что как аэробные тренировки, так и тренировки с отягощениями могут повысить самооценку и самооценку подростков. Аналогичным образом, качественные исследования показывают, что среди пожилых людей увеличение силы, связанное с тренировками с отягощениями, часто способствует повышению уверенности, удовлетворенности, самовосприятия и самооценки, что может способствовать повышению самооценки. Среди подростков тренировки с отягощениями могут улучшить самочувствие за счет улучшения мышечной формы.

На занятиях физической культурой применяются комплексные подходы к разработке, внедрению и оценке политики и практики физической активности; создание в школе среды, поддерживающую физическую активность; реализуются программы качественной физической активности, краеугольным камнем которой является качественное физическое воспитание; осуществляется просвещение, которое дает учащимся знания и навыки, необходимые для физической активности; сотрудничество с семьями и членами общества в разработке и реализации политики физической активности [4].

Занятия спортом дают неоценимые уроки командной работы, общения и настойчивости. Через победы и поражения люди учатся справляться с успехами и неудачами, укрепляя устойчивость и повышая самооценку. Этот опыт преобразуется в способность справляться с проблемами за пределами спортивной арены, способствуя сбалансированному социальному и эмоциональному состоянию.

Спорт и игры служат мощными катализаторами построения социальных связей. Люди со школьной скамьи развивают чувство товарищества и общей цели в совместной деятельности, разрушая барьеры и формируя связи, преодолевающие различия. Такая инклюзивность усиливает чувство принадлежности, что жизненно важно для позитивной среды современного информационного общества.

В мире, который все больше зависит от цифровых взаимодействий, физическая форма спорта и игр представляет собой освежающий противовес. Взаимодействие лицом к лицу во время игр и игр развивает эмоциональный интеллект и эмпатию, обогащая навыки межличностного общения, которые необходимы для здоровых отношений в школе и в дальнейшей жизни.

Сегодня в тренде быть здоровым. Если индивид здоров физически и психически, значит, он конкурентоспособен. А конкурентоспособность позволяет быть успешным и востребованным в современном сложном мире. Поэтому спорт – это основа психического и физического здоровья человека в современном мире сегодня, занятие спортом, особенно командным, расширяет социальный круг, помогая оттачивать навыки общения и развивать дружеские отношения, командные виды спорта учат игроков концентрироваться на общей цели, уважать и поддерживать других участников команды, успехи в спорте могут повысить социальный статус и признание со стороны окружающих.

Библиографический список

1. **Стратович А.С.** Спорт – основа психического и физического здоровья человека в информационном обществе // Актуальные исследования. -2019. -№3 (3). -187.
2. **Питкин В.А.** Влияние физической культуры на психическое здоровье человека // Ученые записки университета Лесгафта. -2023.- №8 (222).- С.260.
3. **Ситникова А.Е.** Влияние физической культуры на здоровье человека / А.Е. Ситникова, И.Ю. Головинова // Наука-2020. - 2022. - № 7 (61). - С. 207-211.
4. **Тихонова В.А.** Формирование здорового образа жизни средствами физической культуры: на примере формирования здорового образа жизни студента / В.А. Тихонова, А.М. Данилова // Наука через призму времени. - 2019. - № 6 (27). - С. 169-172.
5. **Питкин В.А.** Физическая культура и оздоровительные технологии в физическом воспитании студентов / В.А. Питкин, Л.А. Холодная, Ю.В. Сумарокова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2022. - № 7 (209). - С. 321-327.

V. R. Masterova, S. P. Yachmenev, D. V. Kuchumov

**SPORT – AS THE BASIS OF MENTAL AND PHYSICAL HEALTH
OF A HUMAN IN THE INFORMATION SOCIETY**

Abstract: The article is devoted to the theoretical aspects of the influence of sport on a person's mental and physical health in the information society.

Key words: psycho-emotional state, healthy lifestyle, health, physical education, sports, emotional harmony.

For citation: Masterova, V. R. Sport – as the basis of mental and physical health of a human in the information society / V. R. Masterova, S. P. Yachmenev, D. V. Kuchumov // Trudu Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. –№ 2. – P. 77–80.

Сведения об авторах

Мастерова Виктория Романовна
ФГКОУ ВО РЮИ МВД России,
слушатель
e-mail: masterova.vika2001@yandex.ru

Ячменев Сергей Петрович
ФГКОУ ВО РЮИ МВД России,
преподаватель кафедры физической
подготовки,
e-mail: cthrf13@mail.ru

Кучумов Дмитрий Вячеславович
ФГКОУ ВО Уральский юридический
институт МВД России,
старший преподаватель кафедры
физической подготовки,
e-mail: ku.dm2015@yandex.ru

Information about the authors

Masterova Viktoria Romanovna
FGKOU VO RUI Ministry of Internal Affairs
of Russia, listener
e-mail: masterova.vika2001@yandex.ru

Yachmenev Sergey Petrovich
RUI Ministry of Internal Affairs of Russia,
prepodavatel' kafedry fizicheskoy podgotovki,
e-mail: cthrf13@mail.ru

Kuchumov Dmitriy Vyacheslavovich
FGKOU VO Ural'skiy yuridicheskiy institut
MVD Rossii,
starshiy преподаvatel' kafedry fizicheskoy
podgotovki
e-mail: ku.dm2015@yandex.ru

УДК 656.225.073.436.08:614.84

В. И. Медведев, М. Д. Сурков

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С ОПАСНЫМИ ГРУЗАМИ КЛАССА 1¹

Аннотация. В работе изложены результаты научных исследований, направленных на разработку методики оценки экологических и социальных последствий чрезвычайных ситуаций с опасными грузами класса 1. Теоретические положения и практические результаты направлены на повышение защиты работников железнодорожного транспорта, прежде всего ОАО «Российские железные дороги». Кроме того, целью являлось снижение ущерба транспортной инфраструктуре и объектам антропогенно-освоенной природной среды. Теоретический и практический интерес представляет с точки зрения точного расчета полного ущерба от последствий чрезвычайных ситуаций с опасными грузами.

Ключевые слова: взрывчатые вещества, железнодорожный транспорт методика оценки, опасные грузы, экологические последствия, чрезвычайные ситуации.

Для цитирования: Медведев, В. И. К вопросу разработки методики оценки экологических и социальных последствий чрезвычайных ситуаций с опасными грузами класса 1 / В. И. Медведев, М. Д. Сурков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 81–86.

Несмотря на объективно необходимое внимание, уделяемое обеспечению безопасности перевозки опасных грузов ОАО «Российские железные дороги» и других субъектов железнодорожного транспорта, выраженное в требованиях [1– 3], нами обоснован, что корректировка требований объективно назрело [4, 5]. Уровень риска при перевозке опасных грузов класса 1 – взрывчатые вещества и изделия – и других классов (за исключением класса 7) остается достаточно высоким. Похожее положение складывается на ведущих железных дорогах мира. Например, аварийность с опасными грузами на железных дорогах США значительно выше, сравнительный анализ ситуации готовится нами к публикации.

Проблеме анализа последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) с опасными грузами на отечественных железных дорогах, как в ретроспективе, так и последние годы, посвящено достаточно много исследований, например, [6, 7]. За последний двухлетний период наметилась тревожная тенденция «создания» ЧС с применением террористических методов на важных транспортных объектах Российской Федерации, которая, конечно, требует особого внимания со стороны специально уполномоченных органов страны, специалистов ОАО «Российские железные дороги» и причастных научных работников транспорта. Установлено, что проблема комплексного учета экологических, социальных и экономических последствий ЧС с опасными грузами изучена недостаточно. В то время, как на последовательное решение этой проблемы существует, как общественный, так и научный запрос. Настоящая работа посвящена результатам научных исследований, направленных на разработку методики оценки экологических и социальных последствий ЧС с опасными грузами класса 1 и некоторых других классов (подклассов) опасности. Представляет интерес рассмотрение грузов – аналогов по химическому составу, относящихся к подклассу 4.1 класса 4 по ГОСТ Р 57478-2015 [8]. В рассмотрение принят ряд веществ, характеристика которых, как наиболее практически важных грузов класса 1 и подкласса 4.1, представлена в табл. 1.

В рассмотрение в табл. 1 приняты опасные грузы класса 1 в конденсированном (к) – твердом, жидком состоянии или в форме механических смесей этих состояний, применяемые при перевозке в сухом или флегматизированном состоянии (добавлением до 10–15 % воды, этилового спирта). Исходные данные использованы из нормативных документов [9, 10].

Таблица 1

**Характеристика наиболее практически
важных грузов класса 1 и подкласса 4.1**

№	Наименование груза	Номер ООН	Знак опасности ¹⁾	Номер аварийной карточки ²⁾	Химическая формула ³⁾
1	Аммония пикрат, сухой или увлажненный менее 10 % по массе	0004	1.1D	141	$\text{NH}_4(\text{NO}_2)_3\text{OC}_6\text{H}_5$
2	Аммония пикрат, увлажненный более 10 % по массе	1310	4151	404	$\text{NH}_4(\text{NO}_2)_3\text{OC}_6\text{H}_5 \times n\text{H}_2\text{O}$
3	Циклотриметилентринитрамин, увлажненный менее 15 % по массе	0072	1.1D	141	$(\text{CH}_2)_3\text{N}_3(\text{NO}_2)_3$
4	Диазодинитрофенол, увлажненный менее 40 % по массе или смесь водно-спиртовая	0074	1.1A	141	$\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_2(\text{N}_2)\text{O}$
5	Диэтиленгликольдинитрат, десенсибилизированный.....	0075	1.1D	141	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_6\text{N}_2$ $((\text{CH}_2\text{ONO}_2)_2)$
6	Динитрофенол, сухой и увлажненный менее 15 % по массе	0076	1.1D+ 6.1	141	$\text{HOOC}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2$
7	Динитрофеноляты щелочных металлов, сухие или увлажненные менее 15 % по массе	0077	1.1C+6 .1	141	$\text{MeOC}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2$
8	Динитрофеноляты щелочных металлов, увлажненные не менее 15 % по массе	1321	4131	404	$\text{MeOC}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2 \times n\text{H}_2\text{O}$
9	Динитрорезорцинол, сухой и увлажненный менее 15 % по массе	0078	1.1D	141	$\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_2(\text{NO}_2)_2$
10	Гексанитродифениламин	0079	1.1D	141	$\text{NH}(\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3)_2$
11	Дипикрилсульфид, сухой и увлажненный менее 10 % по массе	0401	1.1D	141	$\text{S}(\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3)_2$
12	Дипикрилсульфид, увлажненный не менее 10 % по массе	2852	4151	404	$\text{S}(\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3)_2 \times n\text{H}_2\text{O}$
13	Циклотетраметилентетранитрамин, увлажненный менее 15 % по массе	0391	1.1D	141	$(\text{CH}_2)_4\text{N}_4(\text{NO}_2)_4$

Примечания: ¹⁾ Знак опасности - классификационный шифр и номер дополнительной опасности; ²⁾ Указан номер аварийной карточки для опасных грузов класса 1 по соответствию номеров ООН и условного номера взрывчатого материала. ³⁾ Увлажнение веществ более 15% представлено в комплексной форме ассоциации с переменным числом n молекул воды H_2O , зависящем от соотношения молекул вещества и воды.

Нами сформулировано [11], что требуется корректировка стратегии [12] и других нормативов. В рамках методики интерес представляют опасные грузы, характеризующиеся признаками: 1) Взрывоопасностью при транспортных операциях (хранения, погрузки, перевозки, выгрузки);

2) Транспортируются в больших количествах, способных вызвать чрезвычайную (а не аварийную, инцидент) ситуацию; 3) Способностью возгораться и гореть при перевозке.

Методика учитывает: 1) Молекулярный химический состав, выраженный в химической формуле; 2) Характеристику функциональных групп, соотношение химических элементов; 3) Степени окисления элементов в веществе (наличие, например, азота в степенях окисления N^{-3} и N^{+5}); 4) Кислородный баланс КБ) в молекуле; 5) Карбоновый (углеродный) индекс (КИ).

В зависимости от КБ при взрыве вещества образуются различные продукты взрыва, количество и состав которых в основном определяет величину экологических, социальных и экономических последствий ЧС. В силу ограниченности объема работы социальные и экономические последствия не представляется возможным рассмотреть.

КИ – количественное выражение вклада в «углеродный след», в форме мольного (IC_M) и массового (IC_m) индексов. Они выражаются соотношениями $IC_M = [CO_2]_M \times [BB]_M^{-1}$ и $IC_m = [CO_2]_m \times [BB]_m^{-1}$, где: $[CO_2]_M$, $[CO_2]_m$ – количество углерода диоксида, образующегося при взрыве и горении в процессе ЧС, выраженного в молях и килограммах, соответственно; $[BB]_M$, $[BB]_m$ – количество взрывчатого вещества (ВВ), разложившегося при взрыве и горении в процессе ЧС, выраженного в молях и килограммах, соответственно. Карбоновый (углеродный) индекс продуктов определяется аналогично: $IC_M = [CO_2]_M \times [Пр]_M^{-1}$ и $IC_m = [CO_2]_m \times [Пр]_m^{-1}$, $[Пр]_M$, $[Пр]_m$ – мольные и массовые параметры продукта.

Ключевым методическим положением является построение модели ЧС, позволяющей прогнозировать состав и количество продуктов взрыва и горения, образующихся в процессе, что и во многом определяет, по нашему мнению, экологические и социальные последствия. Рассмотрим последовательность процессов. Первичный процесс включает стадию инициирования исходного вещества: $A \times nH_2O (к) \rightarrow A (к) + nH_2O (г)$, где $A (к)$ – вещество A в конденсированном агрегатном состоянии. Эта стадия также обозначается, как высушивание и/или дефлегматизация. При этом, если n – величина малая, близкая к 0, то это ВВ, если $n > 1$, то исходное вещество относилось к подклассу 4.1 и преобразовалось в ВВ.

Вторичный процесс может протекать в трех последовательностях: а) взрыв $\rightarrow$ продукты; б) взрыв $\rightarrow$ пожар $\rightarrow$ продукты; в) пожар $\rightarrow$ взрыв $\rightarrow$ пожар $\rightarrow$ продукты. Характеристика свойств продуктов взрыва и горения веществ (грузов класса 1 и подкласса 4.1) представлена в табл. 2.

Рассмотрим реакции взрыва и горения ВВ. В методическом плане удобно оперировать брутто-формами типа $C_{n1}H_{n2}N_{n3}O_{n4}$ для ВВ, состоящего из элементов: углерод, водород, азот и кислород. Уравнения химических реакций можно выразить в схематическом виде: $C_{n1}H_{n2}N_{n3}O_{n4} (к) + X O_2 (г) \rightarrow n_1 CO_2 (г) + n_2 H_2O (г) + n_3 NO_2 (г)$ в трех основных выделенных режимах: $X = 0.5(2n_1 + n_2 + 2n_3 - n_4)$ – полное сгорание (стехиометрическое, при избытке кислорода); $X = 0.25(2n_1 + n_2 + 2n_3 - n_4)$ – частичное сгорание (медианное, при недостатке кислорода); $X = 0$ – при взрыве. В реакции взрыва данного ВВ состав продуктов изменяется вследствие недостатка кислорода: $n_4 < 0.5(2n_1 + n_2 + 2n_3 - n_4)$ или $1.5n_4 < n_1 + 0.5n_2 + n_3$. Изменение состава продуктов происходит, главным образом, в виде трансформации полных оксидов в частичные оксиды или в элементы C_n (углерод, сажа) и молекулы азота: $CO_2 (г) \rightarrow CO (г)$, $C_{(a)}$; $NO_2 (г) \rightarrow NO (г)$, $N_2 (г)$.

Согласно данным табл. 2, ПДК частичных оксидов существенно ниже, что означает их большую опасность. Следовательно, суммарная опасность взрывов и пожаров при ЧС – экологическая, социальная и экономическая – зависит от конкретной обстановки. Это открывает возможность управления последствиями и ущербами.

Таблица 2

**Характеристика свойств продуктов
взрыва и горения грузов класса 1 и подкласса 4.1**

№ п.п.	Наименование вещества	Химическая формула	Агрегатное состояние, активность ¹⁾	ПДК, мг/м ³	Канцерогенность	Карбоновые индексы ²⁾
1	Углерода диоксид	CO ₂	Газ, нет	9 x 10 ³	нет	1.0/1.0
2	Углерода монооксид	CO	Газ, да	3.0	нет	1.0/1.57
3	Углерод (сажа)	Сm	Аэрозоль, да	0.05	гр. 2В	1.0/3.67
4	Метан	CH ₄	Газ, да	7 x 10 ³	нет	1.0/2.75
5	Вода	H ₂ O	Газ, нет	–	нет	нет
6	Водород	H ₂	Газ, да	5.0	нет	нет
7	Аммиак	NH ₃	Газ, да	20.0	нет	нет
8	Азота диоксид	NO ₂	Газ, нет	2.0	нет данных	нет
9	Азота монооксид	NO	Газ, да	0.085	активен	нет
10	Азот	N ₂	Газ, нет	–	нет	нет
11	Водорода цианид	HCN	Газ, да	20	нет	1.0/1.63
12	Серы диоксид	SO ₂	Газ, да	10	нет	нет
13	Серы триоксид	SO ₃	Газ, нет	1.0	нет	нет
14	Сера	Sm	Аэрозоль, да	6.0	нет	нет
15	Оксиды щелочных металлов	Me ₂ O	Аэрозоль, нет	–	нет	нет

Примечания: ¹⁾ Активность – способность к вторичной трансформации при определенном сочетании взрыва и пожара; ²⁾ Карбоновые индексы продуктов (IC_M)/(IC_m).

Изменение состава продуктов взрыва и горения и трудности, возникающие вследствие неоднозначности состава продуктов, рассмотрено на примере опасного груза номеров ООН 0004 и 1310 - аммония пикрата. Представим в виде брутто-формулы: C₆H₆N₄O₇. Уравнения реакций: - полного сгорания C₆H₆N₄O₇ (к) + 8.5 O₂ (г) → 6 CO₂ (г) + 3 H₂O (г) + 4 NO₂ (г);

– частичного сгорания C₆H₆N₄O₇ (к) + 4 O₂ (г) → 6 CO₂ (г) + 3 H₂O (г) + 2 N₂ (г);

– взрыва C₆H₆N₄O₇ (к) → <C₆O₄>_(г,а) + 3 H₂O (г) + 2 N₂ (г).

Неопределенность продуктов взрыва <C₆O₄>_(г,а) имеет 3 относительно равноценных решения: <C₆O₄>_(г,а) = а) 2 CO₂ (г) + 4 C_(а); б) CO₂ (г) + 2 CO (г) + 3 C_(а); в) 4 CO (г) + 2 C_(а).

Решение проблемы снятия подобного рода неопределенностей будет составлять предмет дальнейших исследований. Выскажем гипотезу, что относительная вероятность решений а), б), в) зависит от энтальпии процессов.

Теоретические положения и практические результаты направлены на повышение защиты работников железнодорожного транспорта, прежде всего ОАО «Российские железные дороги». Кроме того, целью являлось снижение ущерба транспортной инфраструктуре и объектам антропогенно-освоенной природной среды. Теоретический и практический интерес представляет: управление составом и количеством продуктов деструкции при взрыве, горении ВВ и последующих процессов с точки зрения прогноза и расчета полного ущерба от последствий чрезвычайных ситуаций с опасными грузами; обоснования инвестиций в научно-технические разработки по совершенствованию методов управления, сил и средств ОАО «Российские железные дороги», МЧС Российской Федерации и других причастных организаций [1–3].

Выводы:

1 Объективно существует, как общественный, так и научный, запрос на повышение уровня защиты, предупреждение чрезвычайных и аварийных ситуаций с опасными грузами на железнодорожном транспорте и снижение их последствий.

2 Разработаны посылки разработки методики оценки экологического, социального и экономического ущерба, направленной на управление и снижение последствий.

3 Основы методики исходят из факта, что при взрыве и горении опасных грузов класса 1 (и подкласса 4.1) образуются определенные продукты, воздействие которых на людей, транспортной инфраструктуру и объекты антропогенно-освоенной природной среды различаются и являются детерминантой ущерба.

4 В рассмотрение приняты параметры продуктов горения и взрыва: 1) токсичность (ядовитость), характеризующая предельно допустимой концентрацией (ПДК), 2) канцерогенность и 3) величину индекса карбонового (углеродного) следа КС.

5 Намечены направления дальнейших исследований: 1) разработка методических основ формализации экологических, социальных и экономических эффектов на базе совершенствования, валидации и верификации модели; 2) решение проблемы неопределенности соотношения продуктов промежуточного горения средствами «химического дизайна» и Искусственного Интеллекта; 3) проверка гипотезы о влиянии энергетического эффекта – энтальпия процесса деструкции молекул ВВ на состав продуктов. Вопрос разработки методики.

Библиографический список

1. Федеральный закон «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации» от 10 января 2003 года № 18-ФЗ. URL: [http:// www.docs.cntd.ru](http://www.docs.cntd.ru) (дата обращения 18.03.2024).
2. Федеральный закон «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» от 10 января 2003 года № 17-ФЗ. URL: [http:// www.docs.cntd.ru](http://www.docs.cntd.ru) (дата обращения 18.03.2024).
3. Распоряжение ОАО «РЖД» от 26 декабря 2011 г. № 2792р «Об утверждении и вводе в действие Инструктивных указаний по организации аварийно-восстановительных работ на железных дорогах ОАО "Российские железные дороги»» URL: [http:// www.docs.cntd.ru](http://www.docs.cntd.ru) (дата обращения 18.03.2024).
4. Medvedev V. I., Surkov M. D., Oshchepkov Z. P., Rublev, M. G. / The Problem Of New Dangerous Goods On Rail and Other Transport Modes // Lecture Notes in Networks and Systems. V. 403 LNNS, 2022. P. 547-559. DOI: 10.1007 / 978 -9_3 _030_96383-5_61
5. **Медведев, В. И.** О недостатках нормативно-правового регулирования перевозок опасных грузов на железнодорожном транспорте / В. И. Медведев, М. Д. Сурков, З. П. Ощепков // Политранспортные системы: XI Международная научно-техническая конференция (Новосибирск, 12-13 ноя. 2020 г.): материалы - Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2020. - С. 58-64. DOI: 10.52170/ 2712-9195/2021258.
6. **Магдич, И. А.** Организационные аспекты ликвидации медико-санитарных и экологических последствий железнодорожных аварий и катастроф // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 14, №5(3), 2012, С. 612-616.
7. **Попов, В. Г.** Экономические последствия и методы ликвидации чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020 Том 10 № 5А. С. 235-242. DOI: 10.34670/AR.2020.89.57.026.
8. ГОСТ Р 57478-2017. Грузы опасные. Классификация. URL: [http:// www.docs.cntd.ru](http://www.docs.cntd.ru) (дата обращения 18.03.2024).
9. Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам / Правила перевозок жидких грузов наливом в вагонах-цистернах и вагонах бункерного типа для перевозки нефтебитума // Новосибирск, изд-во «Манускрипт», 2010. - 584 с.

10. Правила безопасности и порядок ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами при перевозке их по железным дорогам // Утверждены МПС и МЧС России. / М., 1997. - 365 с. URL: [http:// www.docs.cntd.ru](http://www.docs.cntd.ru) (дата обращения 18.03.2024).

11. Медведев, В.И., Бессоненко, С.А., Карягин, М.Е., Сурков, М.Д., Попова, Н.Б. / Правила перевозки опасных грузов по железным дорогам: разработка дополнений и изменений // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения, 2023. № 4, С. 47-58. DOI: 10.52170/ 1850-9265_2023 _67_47.

12. «Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Белая книга)». Утверждена Распоряжением ОАО «Российские железные дороги от 17.04.18 № 769/р.

V. I. Medvedev, M. D. Surkov

ON THE ISSUE OF DEVELOPING A METHODOLOGY FOR ASSESSING THE ENVIRONMENTAL AND SOCIAL CONSEQUENCES OF EMERGENCIES WITH DANGEROUS GOODS OF CLASS 1

Abstract. The paper presents the results of scientific research aimed at developing a methodology for assessing the environmental and social consequences of emergencies involving dangerous goods of Class 1. The theoretical provisions and practical results are aimed at improving the protection of railway transport workers, primarily JSC Russian Railways. In addition, the goal was to reduce damage to transport infrastructure and objects of the anthropogenic-developed natural environment. It is of theoretical and practical interest from the point of view of accurate calculation of the total damage from the consequences of emergencies with dangerous goods.

Keywords: explosives, railway transport assessment methodology, dangerous goods, environmental consequences, emergencies

For citation: Medvedev, V. I. On the issue of developing a methodology for assessing the environmental and social consequences of emergencies with dangerous goods of class 1 / V. I. Medvedev, M. D. Surkov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 81–86.

Сведения об авторах

Медведев Владимир Ильич

Сибирский государственный университет
путей сообщения»,
кафедра «Безопасность
жизнедеятельности»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: MedvedevVI2017@yandex.ru

Сурков Михаил Дмитриевич

ООО ПК Дельта,
инженер-конструктор,
e-mail: rulka209@gmail.com

Information about the authors

Medvedev Vladimir Ilyich

Siberian State University of Railway
Engineering,
Department of Life Safety,
Doctor of Technical Sciences, Professor
e-mail: MedvedevVI2017@yandex.ru

Surkov Michail Dmitrievich

PC Delta LLC,
design engineer,
e-mail: rulka209@gmail.com

УДК 331.

Н. Н. Новиков, Т. А. Финоченко

НЕСЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ

Аннотация. Практика показывает, что избежать ошибок – невозможно. Ошибкам подвержены все – и рядовые исполнители, и руководители, и небрежные работники, и педантичные профессионалы. «Застрахованных» – нет. В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с «человеческим фактором» как причиной несчастных случаев на производстве. Новый мировой тренд – непрерывное обучение на протяжении всей жизни, в том числе непрерывное и постоянное обучение с использованием цифровых технологий, обеспечивающих повышение компетентности работников.

Ключевые слова: человеческий фактор, несчастный случай, факторы риска, производство, работоспособность.

Для цитирования: Новиков, Н. Н. Несчастные случаи обусловленные человеческим фактором / Н. Н. Новиков, Т. А. Финоченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 87–98.

Практика показывает, что избежать ошибок – невозможно. Ошибкам подвержены все – и рядовые исполнители, и руководители, и небрежные работники, и педантичные профессионалы. «Застрахованных» – нет.

Человеческий фактор – это изменяющаяся во времени и пространстве разность между фактическим комплексом способностей человека и требуемым комплексом способностей. Определение человеческого фактора имеет ряд интерпретаций:

- многозначный термин, описывающий возможность принятия человеком ошибочных или алогичных решений в конкретных ситуациях;
- генетический термин, чаще всего используемый в качестве названия профессиональной специальности, которая исследует так называемую систему «человек - машина»;
- информационная система – взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, которые используются для хранения, обработки передачи и получения информации в интересах достижения поставленной цели;
- система субъективных особенностей трудового процесса, характеризующая комплекс психо-физиологических особенностей человека (восприятие информации, принятие решений, психологические установки и т.п.) и его социальных ролей, играющая важную роль в промышленной безопасности и охране труда.

Человеческий фактор как причина несчастных случаев

Причины, способствующие ошибочным действиям человека, можно объединить в несколько групп:

- недостатки информационного обеспечения, отсутствие учёта человеческого фактора;
- ошибки, вызванные внешними факторами;
- ошибки, вызванные физическим и психологическим состоянием и свойствами человека;
- ограниченность ресурсов поддержки и исполнения принятого решения.

Влияние воздействия человеческого фактора в охране труда прослеживаются в следующем:

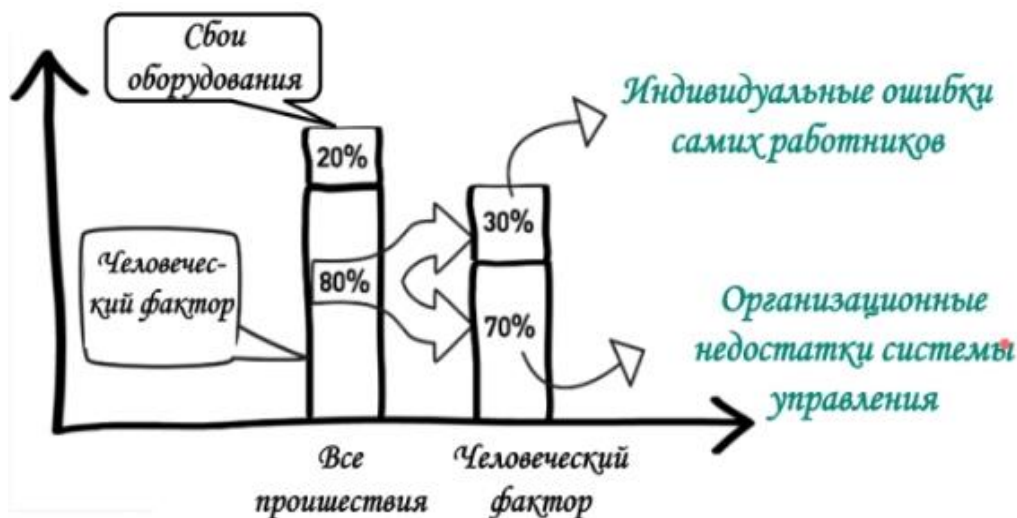


Рис. 1. Влияние человеческого фактора на причины несчастных случаев

Влияние человеческого фактора, на безопасность условий эксплуатации объектов, закладываемое (которое необходимо учитывать) на этапе проектирования:

1. Компетентность специалистов (проектировщиков, разработчиков) в обеспечении безопасных условий эксплуатации объектов.
2. Статистика несчастных случаев у аналогичных объектов (находящихся в эксплуатации).
3. Проблемы у аналогов (находящихся в эксплуатации) в области обеспечения безопасности эксплуатации.
4. Приспособленность объектов эксплуатации к проведению измерений (при спец. оценке, производственном контроле, оценке риска получения травмы), т.е. контролепригодность объекта с точки зрения обеспечения безопасности эксплуатации.
5. Безопасность применяемых (используемых) веществ, технологий в проектируемых объектах.

Таблица 1

Основные причины несчастных случаев на производстве

Причины	Процент от общего количества	
	СФР	Роструд
Личная неосторожность	27,8 %	-
Неудовлетворительная организация производства	11,33 %	27,6%
Нарушение требований безопасности	9,85 %	-
Нарушение правил дорожного движения	8,66 %	11,4%
Нарушение трудовой и производственной дисциплины	5,10 %	10,4 %
Нарушение технологического процесса	3,28 %	6,0 %
Нарушение технического состояния зданий, территорий	2,48 %	-
Недостатки в организации рабочих мест	1,70 %	-
Неприменение средств индивидуальной защиты (СИЗ)	1,49 %	-
Конструктивные недостатки оборудования	1,32 %	-
Недостатки в обучении безопасным приёмам труда	1,18 %	-

Рассмотрим оперативные сведения о количестве зарегистрированных групповых случаев на производстве, несчастных случаев на производстве с тяжёлым и смертельным исходом, а также о количестве несчастных случаев, квалифицированных как не связанные с производством в Российской Федерации за 2023 год, представленных в таблице 2.

Таблица 2

Несчастные случаи, связанные с производством за 2023 год

Квалификация несчастных случаев	Количество, шт
Всего	4952
групповых несчастных случаев	330
из них пострадавших со смертельным исходом	257
несчастных случаев с тяжёлым исходом	3577
несчастных случаев со смертельным исходом	1045

Несчастные случаи, не связанные с производством за 2023 год

Квалификация несчастных случаев	Количество, шт
Всего	3574
групповые	22
из них пострадавших со смертельным исходом	11
с тяжёлым исходом	331
со смертельным исходом	3221

В каких отраслях больше всего производственных травм

Основные виды несчастных случаев на производстве



По данным Роструда в 2019 году, как и последние пять - семь лет, основными причинами несчастных случаев на производстве (в том числе тяжёлых) в разрезе всех отраслей народного хозяйства, являлись:

- неудовлетворительная организация производства работ;
- нарушение работником трудового распорядка;
- нарушение правил дорожного движения;
- нарушение технологического процесса;
- недостатки при подготовке и обучении работников;
- неудовлетворительное содержание рабочих мест;
- неприменение работниками СИЗ.

Таблица 3

Основные причины несчастных случаев в сельском хозяйстве

Группа факторов несчастного случая	Причина
Организационные	- неправильная организация труда, несоблюдение требований техники безопасности; - не проведение, не качественное проведение инструктажа по охране труда; - неудовлетворительное содержание рабочих мест и техники; - нарушение санитарно-гигиенических требований условий труда; - отсутствие должного контроля со стороны руководителя; - отсутствие СИЗ.

Основными факторами человеческого фактора в эргономике можно считать:

- чистота и порядок на рабочем месте;

- пути движения, выходы и пути эвакуации;
- высота рабочей поверхности;
- положение спины, рук, запястий, пальцев, головы и шей, ног;
- перерывы в работе и рабочий ритм;
- постоянно повторяющиеся движения;
- подъёмы тяжестей и переноска грузов;
- применяемые технические средства;
- возможность менять рабочие положения.

Данные факторы также влияют на физическое, психологическое состояние работников, на качество труда и мотивированность к безопасному рабочему процессу. Выполнение требований эргономики. Не совпадение параметров техники с антропометрическими, биофизическими, физиологическими параметрами работника.

Основным методом охраны труда является использование технических средств безопасности. При этом решаются две основные задачи:

1. Создание машин, инструментов, технологий, при использовании которых опасность возникновения от частного случая снижается до минимума.
2. Создание специальных средств защиты, охраняющих человека от опасности в процессе труда.

Однако по данным статистики, в двух из трех несчастных случаях, главным виновником является работающий человек, который по тем или иным причинам не соблюдал правила безопасности.

Влияние человеческого фактора при выборе средств индивидуальной и коллективной защиты на безопасные условия эксплуатации объектов: неправильный подбор СИЗ и их применение; некомпетентность при использовании средств коллективной защиты.

Влияние человеческого фактора на безопасные условия эксплуатации объектов:

Статистика несчастных случаев у аналогичных объектов (находящихся в эксплуатации). Влияет актуальность и объем изучаемого материала специалистами.

Компетентность эксплуатирующих специалистов и их руководителей.

Ошибки первого и второго рода специалистов испытательных лабораторий.

Психологическое состояние специалистов и их руководителей.

Компетентность специалистов испытательных лабораторий и их руководителей.

Компетентность специалистов, осуществляющих оценку риска.

Оценка влияния человеческого фактора на возникновение несчастного случая может быть проведена с помощью следующих критериев:

- Недостаточная подготовка и обучение работников.
- Несоблюдение правил и инструкций по безопасности.
- Усталость и отвлечение работников
- Некомпетентность руководителей и недостаточное руководство.
- Недостаточная коммуникация и информирование.

Основные виды опасных действий рабочих:

1. Не восприятие или неправильное (ошибочное, замедленное) восприятие сигнала, признаков опасности.
2. Неправильная оценка ситуации.
3. Неправильное или несвоевременное решение.
4. Непринятие решения.
5. Пропуск (невыполнение положенного действия операции).
6. Неправильное (неточное, ошибочное) выполнение действия (операции).
7. Несвоевременное действие.
8. Применение опасного приёма; запрещённое действие.

9. Импульсивные (аффективные, панические) действия.

10. Прострация (ступор).

Человеческий фактор и опасности от него на рабочем месте:

1. На рабочем месте характерные опасности: обрыв проводки; скольжение на мокром полу; пролив жидкости; проводка и т.д.

2. Некачественное обучение специалистов (работников). Недостаток образования.

Группы причин опасных действий работников

Причины опасных действий работников можно разделить на следующие группы:

1. Нежелание работника выполнять требования охраны труда, когда работник:

- не осознает важность соблюдения правил безопасности;
- пренебрегает требованиями охраны труда из-за недостатка мотивации или несоответствующего лидерства.

2. Недостаточная подготовка работника к выполнению требований охраны труда, когда работник:

- не обладает необходимыми знаниями и навыками для безопасного выполнения работы;
- не получает достаточное обучение и тренинги по охране труда.

3. Ограничения, которые не позволяют работнику выполнить требования охраны труда, когда работник:

- имеет физические или психологические проблемы, которые мешают ему соблюдать безопасные условия работы;
- не обладает необходимым оборудованием, инструментами и средствами индивидуальной защиты, чтобы выполнять требования охраны труда.

Основные виды опасных (неадекватных) действий руководителей:

1. Не восприятие или неправильное (ошибочное, замедленное) восприятие признаков опасности.

2. Некачественный анализ.

3. Неправильная оценка ситуации, состояния объекта.

4. Неправильная формулировка проблемы.

5. Некачественный прогноз, отсутствие прогноза.

6. Неправильное решение.

7. Несвоевременное решение.

8. Непринятие решения.

9. Отсутствие или несвоевременная выдача соответствующих распоряжений.

10. Неправильные, ошибочные распоряжения.

11. Неисполнение, некачественное или несвоевременное исполнение распоряжений.

12. Некачественный или несвоевременный контроль.

13. Несвоевременная (неточная, ложная) информация о результатах контроля.

14. Отсутствие или несвоевременная реакция по результатам контроля.

Обобщение материалов расследований производственных несчастных случаев и аварий позволяет все многообразие непосредственных причин опасных действий свести к 4 – м группам (классам) причин.

Работоспособность меняется в течение суток. Выделяют 3 суточных периода:

- с 6 до 15 ч – период постепенного повышения работоспособности;
- с 15 до 22 ч – период максимальной работоспособности;
- с 22 до 6 ч – период снижения работоспособности.

Работоспособность достигает своего максимума в 18 ч и минимума в 3 ч. Изменение работоспособности **по дням недели:**

- Пн - нарастающая работоспособность;
- Вт – Чт – высокая работоспособность;
- Пт – Сб – развивающееся утомление.

Работа в ночное время приводит к рассогласованию внешнего и внутреннего ритмов, что вызывает нервные расстройства, сопровождающиеся нарушением сна, снижением внимания и скорости реакций. Прослеживается связь между высокой информационной нагрузкой, режимом работы и эффективностью безаварийной и безопасной работой (Таблица 4).

Таблица 4

Сравнительная эффективность рабочих смен разной длительности

Длительность смены	Производительность	Брак в работе	Невыходы на работу	Несчастные случаи
8 часов	++	+	+	+
10 часов	+++	++	++	++
12 часов	+++	+++	+++	+++
Примечание: + - низкое значение; ++ - среднее значение; +++ - высокое значение				

Система «человек – машина» в своём развитии проходит 3 стадии: *проектирование, изготовление и эксплуатацию*. Правильный учет человеческого фактора на каждой стадии способствует достижению максимальной эффективности и безопасности функционирования этой системы. По данным вице-президента компании «Евраз» Константина Лагутина 50 % трагедий происходит из-за опасных действий работников, 13 % – это нарушение регламента работ, технологии и очередности выполнения задач, 14 % случаев.

Организационные ошибки

- При выполнении любой работы, существует вероятность человеческой ошибки.
- Вероятность ошибки (высокая или низкая) зависит от так называемых, «стимуляторов ошибок», таких как условия труда.
- Стимулятор - это любое условие, которое повышает вероятность ошибки человеком в ходе выполнения работы.

Примеры «стимуляторов ошибок»:

- Несовершенство проектировки конструкции.
- Требования выполнения работы не соответствуют ожидания работника.
- Работнику не представлены необходимые инструменты и информация.
- Операции слишком: сложные; неприятные; повторяющиеся (монотонные); нестандартные.
- Психологические характеристики работника.
- Недостатки профессионального отбора. Психологическая несовместимость (испуг, желание скрыть ошибку).

Стресс контроль. Не внимательность.

Основными симптомами человеческого фактора (накопившегося из-за стресса) могут быть:

- игнорирование правил техники безопасности,
- снижение стандартов выполнения работы,
- ухудшение качества производственных работ,
- раздражительность, нервозность, агрессивность,
- беспокойство, суетливость, повышенная тревожность,
- высокая конфликтность,

- неудовлетворённость работой,
- потеря концентрации внимания и рост числа ошибок,
- поиск оправданий вместо решения поставленных задач,
- общая негативная установка на жизненные перспективы,
- вредные привычки и злоупотребление ими.

Состояние рабочего места и территории. Состояние СИЗ и СКЗ. Нарушение трудовой дисциплины. Использование повреждённых, неисправных машин, механизмов и инструментов и др. Несоблюдение работавшим требований инструкций по охране труда, пожарной безопасности и др. Недостаточный контроль за безопасностью ведения работ. Недостатки в организации и оснащении работ и рабочих мест. Нарушение требований технологического процесса. Длительное пребывание на больших высотах (горная болезнь) и движение в высокогорной зоне по снежным склонам без защитных очков (ожог глаз – «снежная слепота»). Движение по закрытым ледникам без организованной страховки. Движение в условиях плохой видимости без сохранения малых интервалов. Отсутствие надёжной правильно организованной страховки при переправе через реки, опрокидывание лодок, наплыв плота на камень. Употребление в пищу недоброкачественных продуктов или ядовитых растений (отравление.).

Психологические причины возникновения опасных ситуаций можно подразделить на несколько типов.

1. Нарушение мотивационной части действий человека, которое проявляется в нежелании действия, обеспечивающего безопасность. Нарушения мотивационной части действий могут иметь временный характер, связанный, например, с состоянием депрессии или алкогольного опьянения.

2. Нарушение ориентировочной части действий человека, которое проявляется в незнании норм и способов обеспечения безопасности, правил эксплуатации оборудования.

3. Нарушение исполнительской части действий человека, которое проявляется в невыполнении правил и инструкций по безопасности из-за несоответствия психофизических возможностей человека требованиям данной работы.

Такое подразделение психофизиологических (психофизических) причин позволяет наметить **основные способы их устранения**.

Для устранения причин мотивационной части необходимо осуществлять пропаганду, воспитание и образование в области безопасности.

Для устранения причин ориентировочной части – обучение, выработку навыков и приёмов безопасных действий.

Для устранения причин исполнительской части – профессиональный отбор, периодические медицинские освидетельствования, особенно для сложных, ответственных и опасных видов трудовой деятельности.

Действия, которые необходимо выполнить для предотвращения травматизма:

1. Определить и зафиксировать перечень рабочих мест, которые считаются опасными.

2. Необходимо обеспечить опасные зоны предупредительными знаками, ограждением и сигнальными приборами.

3. Разработать и утвердить положение о порядке выдачи и проведения наряда-допуска для опасных работ.

4. При необходимости приобрести и обеспечить трудовой коллектив средствами защиты.

5. Вести обязательный учёт медицинского освидетельствования сотрудников при поступлении на работу и в течение трудовой деятельности.

6. Произвести обучение персонала и организовать проверку знаний по охране труда.

Сущность методологического подхода к оценке влияния человеческого фактора на производственный травматизм состоит в своевременном выявлении у работников склонности

к реализации тех или иных форм опасного поведения в различных производственных ситуациях. Основное преимущество такой склонности состоит в том, что она носит априорный, а не апостериорный характер и базируется на психологических аспектах опасного поведения.

Влияние человеческого фактора на безопасные условия эксплуатации объектов на этапе обучения.

Умение преподавателя довести до слушателей сложные изучаемые вопросы на простых примерах.

- Риск некачественного обучения слушателей.
- Нарушения требований охраны труда включает следующие нарушения:
- Незнание правил, инструкций, норм и способов их выполнения;
- Незнание производственной ситуации из-за отсутствия информации об

организации работ и изменении условий выполнения работ.

Эти нарушения связаны с неправильным пониманием работником того, как правильно и безопасно выполнять свои обязанности. Недостаток информации и некачественное обучение в данной области являются основными факторами, приводящими к нарушениям требований охраны труда.

Профессий, не подверженных риску травматизма, как показывает статистика, не существует. В каждой трудовой сфере существует опасность получить травму, но вероятность этого зависит от многих факторов. И исследования специалистов по охране труда подтверждают, что наиболее значимый из всех этих факторов — человеческий. Примерно 80% всех аварий и несчастных случаев происходит именно из-за него.

Кроме того, человеческий фактор может проявляться через неправильное использование оборудования и инструментов. Недостаточное обучение и навыки работы с техникой могут привести к несчастным случаям и получению травм. Также, неправильная организация рабочего места и несоблюдение правил эргономики могут вызывать различные заболевания и повреждения у работников.

Несоблюдение требований безопасности приводит к невнимательности, усталости и неправильному использованию оборудования, а все это может привести к серьёзным последствиям для работников и предприятий. Для предотвращения производственного травматизма необходимо уделить обучению работников правилам безопасности и навыкам работы с оборудованием, также важно создать условия для комфортного и безопасного труда, включая правильную организацию рабочего места, регулярные перерывы и контроль за уровнем усталости работников.

Кто заинтересован в статистических данных о количестве несчастных случаев.

1. Производители продукции. Цель: совершенствование с целью снизить (исключить) несчастные случаи при эксплуатации продукции.
2. Обучающие центры. Цель: обучить как исключить или снизить данные несчастные случаи при эксплуатации данного оборудования.

По статистическим данным, два случая из трех происходят по вине работающего человека, по другим — человеческому фактору отводится не менее 90 % несчастных случаев. Выделяют три основные причины сложившейся ситуации.

Первая причина. Намечившееся в последние годы активное совершенствование технической, информационной, энергетической оснащенности производственных предприятий опережает развитие представлений о предупреждении негативных последствий таких преобразований.

Вторая причина. В условиях роста мощностей производственных средств возрастает и цена человеческой ошибки, снижаются непосредственные человеческие возможности для противостояния опасным ситуациям.

Третья причина. В результате постоянного контакта с техникой происходит привыкание к возможным опасным ситуациям и нарушению техники безопасности.

Статистика показывает, что в России каждый миллион тонн добытого угля сопряжён с гибелью одного шахтёра. В порядке травмирующей значимости причин прослеживается следующая последовательность: обвалы и обрушения горных пород, машины и механизмы, транспорт, электроснабжение, взрывы метана и т.д. В целом, человеческий фактор является причиной примерно 70 % всех несчастных случаев на производстве. Поведение человека складывается из факторов, т.е. причин, по которым субъект ведет себя так, а не иначе. Факторы могут исходить как от человека – субъективные факторы, так и от внешней среды – объективные факторы.

Перечень опасностей можно найти в следующих документах: Официальная статистика; Отчет фонда социального страхования (ФСС); Статистика Роструда (отчет); Результаты исследований несчастных случаев; Правила по охране труда (ПОТ); Инструкции по охране труда; Техническая документация. Описание технологических процессов; Отчёты профсоюзов. Публикации (отчёты) Роспотребсоюза, НИИ Медицины труда им. Измерова, ФГБУ ВНИИ труда; Публикации в журналах по охране труда и промышленной безопасности; Результаты специальной оценки условий труда и производственного контроля; Медицинские осмотры; Отчёты по микротравмам.

Профессии рабочих, связанных с опасными условиями труда. К профессиям, которые связаны с выполнением опасных работ, относятся: водители автомобиля; электрогазосварщик; плотник; слесарь; крановщик; лифтёр; пожарный; вальщик леса. Перечень производственных мероприятий повышенной опасности, на которые требуется оформлять наряд допуск.

Для правильного профессионального отбора может быть чрезвычайно важным своевременное выяснение наличия необходимых профессиональных качеств у сотрудника. К таковым относятся:

- внимание;
- скорость реакции на уровне мозга и мышц;
- эмоциональный контроль;
- самоконтроль;
- координация и ловкость движений;
- адекватность (отсутствие патологий в поведении).

Все эти качества можно обнаружить при своевременном проведении медосмотра, обязательного при работе на промышленных или добывающих предприятиях, признанных опасными. Исследования установили, что в случае риска работник:

- замечает (распознает) опасность – в этом напрямую задействовано его внимание;
- оценивает степень риска для себя – адекватность и самоконтроль;
- принимает решение действовать – скорость реакции и мышления;
- осуществляет действие – координация и ловкость, мышечная быстрота.

Так, например, при обнаружении неисправного оборудования работник должен:

- заметить неполадку;
- оценить опасность (местонахождение рядом самого себя и других);
- принять решение об отключении агрегата (зачастую не дожидаясь для этого приказов или разрешения руководства);
- оказаться способным это сделать (знать, где он отключается, как сделать это быстро и безопасно и обладать физической возможностью выключения – дотянуться, успеть).

Также на риск получения травмы при выполнении работ влияют внешние факторы:

- утомление или процесс выздоровления после болезни;

- состояние алкогольного или наркотического опьянения;
- уровень сплочённости коллектива и удовлетворённости предложенными условиями труда.

Контроль за всеми этими факторами, в особенности, когда речь заходит о многочисленном штате, невероятно сложен. Учёту влияния человеческого фактора на травматизм поможет ведение учёта микротравм – обязанность работодателя, направленная на повышение эффективности в проведении системных мероприятий по управлению профессиональными рисками, связанных с выявлением опасностей, оценкой и снижением уровней профессиональных рисков, обеспечении улучшения условий и охраны труда (п.2 Приказа № 632н).

Статистика аварий, несчастных случаев на производстве подтверждает, что в 80-90 % случаев основной причиной является – именно человеческий фактор. И какую бы современную технику, средства контроля, автоматизированную или роботизированную систему не внедрили в производство, именно человек в её безопасную работу может внести элементы «опасности», из-за незнания, низкой компетентности в вопросах безопасности, слабой профессиональной подготовки либо из-за отсутствия необходимого уровня производственной дисциплины. Для повышения компетентности персонала до требуемого уровня применяется обучение персонала в учебных заведениях, обучающих центрах безопасным методам и приёмам выполнения технологических операций, проводятся стажировки.

Заключение. В последние годы утверждается новый мировой тренд – непрерывное обучение на протяжении всей жизни, в том числе непрерывное, постоянное (ежесменное) обучение непосредственно на предприятии с использованием цифровых технологий, обеспечивающих повышение компетентности работников. При непрерывном и эффективном обучении человеческий фактор становится положительным, а значит снижаются риски аварийности и травматизма. Подготовка компетентных, высококвалифицированных кадров для промышленности, обеспечение промышленной безопасности – основа эффективного, конкурентоспособного развития отраслей экономики, социальной стабильности в России.

Библиографический список

1. **Финоченко, Т. А.** Достойный труд - безопасный труд / Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. № 2, 2018 - С. 5-6
2. Компетенция и компетентность в охране труда [Текст] : сборник публикаций / Национальная ассоц. центров охраны труда ; [под ред. Н. Н. Новикова]. - Москва : НАЦОТ, 2012. - 352 с. ISBN 978-5-87227-050-8
3. Путь дальнейшей организации обучения по охране труда в России / Н. Н. Новиков, К. Н. Тодрадзе, С. П. Ворошилов, Г. З. Файнбург // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 2(55). – С. 93-102. – EDN HVPMKT.
4. **Финоченко, Т. А.** Состояние психосоматического здоровья в неблагоприятных условиях профессиональной деятельности / Т. А. Финоченко, А. В. Лысенко, Д. С. Лысенко. – Ростов-на-Дону : Ростовский государственный университет путей сообщения, 2017. – 101 с. – EDN YSJVPI
5. 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. – EDN AMEICP.
6. Роль "человеческого фактора" в обеспечении безопасности железнодорожного транспорта / И. Г. Переверзев, Т. А. Финоченко, М. В. Баланова, В. В. Гомелев // Транспорт и логистика: стратегические приоритеты, технологические платформы и решения в

глобализованной цифровой экономике : сборник научных трудов III международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 01–02 февраля 2019 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2019. – С. 303-307. – EDN QBVPJL.

7. 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. – EDN ISQDHW.

N. N. Novikov, T. A. Finochenko

ACCIDENTS CAUSED HUMAN FACTOR

Annotation. Practice shows that it is impossible to avoid mistakes. Everyone is susceptible to mistakes - ordinary performers, managers, careless workers, and pedantic professionals. There are no “insured” people. This article discusses issues related to the “human factor” as a cause of industrial accidents. The new global trend is lifelong continuous learning, including continuous and continuous learning using digital technologies to improve the competence of workers.

Key words: human factor, accident, risk factors, production, performance.

For citation: Novikov, N. N. Accidents caused by human factor / N. N. Novikov, T. A. Finochenko // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – No. 2. – P. 87–98.

Сведения об авторах

Новиков Николай Николаевич
Генеральный директор Национальной ассоциации центров охраны труда, доктор технических наук, профессор
Заслуженный деятель науки Российской Федерации
e-mail: nacot-nnn@mail.ru

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

Information about the authors

Novikov Nikolay Nikolaevich
CEO of the National Association of Occupational Safety and Health Centers
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Honored Scientist of the Russian Federation
e-mail: nacot-nnn@mail.ru

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

УДК 351.862

*А. Ю. Носова, А. Н. Ивлева***ОРГАНИЗАЦИЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ
ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В РОССИИ¹**

Аннотация. В данной статье обосновывается важность организации предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, приводятся основные ее типы и этапы становления в Российской Федерации. Описывается правовое регулирование отношений в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Сделаны выводы о роли государственной власти в области регулирования служб и организаций, ответственных за обеспечение безопасности населения.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, режим, государство, факторы риска, организация системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, федеральный закон, бедствия, пожары, теракты.

Для цитирования: Носова, А. Ю. Организация предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в России / А. Ю. Носова, А. Н. Ивлева // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 99–103.

Организация предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций является крайне важной темой, так как чрезвычайные ситуации могут привести к необратимым последствиям для жизни и здоровья людей, окружающей среды, и благосостояния общества в целом. В условиях современной реальности риск возникновения чрезвычайных ситуаций, таких как природные катастрофы, техногенные аварии, теракты, пандемии и другие, становится все более высоким.

Организация системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций позволяет предотвратить последствия и обеспечить безопасность населения.

Целью работы является описание чрезвычайных ситуаций, их основных видов, а также методов организации эффективной работы по предупреждению и устранению последствий чрезвычайных ситуаций. Объектом работы выступает организация деятельности по предотвращению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Предмет статьи – практические аспекты работы организаций и государственных структур при предупреждении и устранении последствий чрезвычайных ситуаций.

В соответствии с Федеральным законом от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 14.04.2023) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» под чрезвычайной ситуацией понимается обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [1, 5–9].

Чрезвычайные ситуации можно классифицировать по различным признакам:

По характеру источников возникновения [3, 11–13]:

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

1 Природные – опасные естественные явления и процессы, включая геологические, гидрологические и метеорологические явления, а также природные пожары.

2 Техногенные – инциденты промышленного характера, включая радиационные, химические, биологические и гидродинамические аварии, пожары, взрывы, опасные ситуации на транспорте.

3 Биолого-социальные – пандемии и эпизоотии заболеваний, охватывающие широкий диапазон видов, включая человека, животных и растений.

В зависимости от количества пострадавших и размера материального ущерба:

1 Локальные, когда пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 тыс. человек.

2 Местные, число пострадавших не более 50 чел., либо нарушены условия жизнедеятельности не более 300 человек.

3 Территориальные, в ходе которых пострадало не более 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 500 человек.

4 Региональные, когда пострадало свыше 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 1 тыс. человек.

5 Трансграничные, когда поражающие факторы чрезвычайной ситуации выходят за пределы РФ, либо чрезвычайная ситуация, которая произошла за рубежом, затрагивает территории РФ.

По сфере возникновения:

1. Террористического характера, возникающие в результате совершения актов терроризма, причиняющие вред людям, ущерб имуществу или инфраструктуре.

2 Гуманитарного характера связаны с крупными бедствиями, такими как наводнения, землетрясения, голод, войны и конфликты, которые требуют срочных гуманитарных мер для спасения жизней и оказания помощи пострадавшим.

3 Природного характера возникают из-за стихийных бедствий, таких как наводнения, пожары, землетрясения и других природных явлений, которые могут привести к разрушениям и потерям жизней.

4 Техногенного характера возникают из-за аварий на промышленных объектах, транспорте, ядерных станциях, в результате отравления воздуха, воды или почвы, а также из-за технических аварий или кибератак.

В Российской Федерации защите населения от чрезвычайных ситуаций отводится большое значение. Правовое регулирование отношений в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций основывается на общепризнанных принципах и нормах международного права и осуществляется Федеральным законом 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 14.04.2023) "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера", принимаемыми в соответствии с ним федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации.

Целями федерального закона являются:

1 Предупреждение возникновения и развития чрезвычайных ситуаций.

2 Снижение размеров ущерба и потерь от чрезвычайных ситуаций.

3 Разграничение полномочий в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций между федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями.

4 Ликвидация чрезвычайных последствий.

В Российской Федерации также существует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, которая объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления [2, 10].

Полномочия единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций включают в себя следующие:

1 Решение вопросов по защите населения от чрезвычайных ситуаций.

2 Разработка и реализация экономических и правовых норм, обеспечивающих защиту населения.

3 Организация системы оповещения населения чрезвычайных ситуациях и информирования населения о чрезвычайных ситуациях, в том числе экстренного оповещения населения.

4 Предотвращение чрезвычайных ситуаций и последствий после них.

Учитывая историю российского государства, стоит отметить, что безопасность населения издавна являлась у государства приоритетным направлением деятельности. Военные угрозы, создание противниками новых средств массового убийства – все это обуславливает причины раннего становления системы защиты населения в России.

Об этом свидетельствует таблица, на которой отражена хронология становления системы защиты населения в Российской Федерации от аварийных ситуаций различного характера [4].

Таблица

**Этапы становления Единой государственной системы
предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в РФ**

Год	Событие
1932	Местная противовоздушная оборона
1961	Формирование системы гражданской обороны
1991	Государственный комитет по делам ГО и ЧС
1994	Министерство РФ по делам ГО и ЧС
1994	Единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС
2020	Российская система гражданской защиты

Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций состоит из 2 подсистем:

1. Функциональная подсистема – создается федеральными органами исполнительной власти в соответствии с приложением для организации работы в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

2 Территориальная подсистема – функционирует на основе субъектов Российской Федерации для предотвращения и устранения чрезвычайных ситуаций на своей территории, включая звенья, соответствующие их административно-территориальному делению.

Функционирование РСЧС осуществляется в зависимости от обстановки, масштаба прогнозируемой или возникшей чрезвычайной ситуации по трем режимам:

1 Режим повседневной деятельности – при стабильных условиях в промышленной, производственной, химической и биологической сферах, без проявлений эпидемиологической ситуации. При данном режиме проводятся следующие мероприятия: а) изучение окружающей среды; б) анализ явлений, способных к возникновению чрезвычайных ситуаций; в) подготовка населения к наступлению чрезвычайных событий.

2 Режим повышенной готовности – в случаях ухудшения обстановки в производственной, промышленной, радиационной, химической, биологической и других сферах, а также при получении предупреждения о возможном возникновении чрезвычайных ситуаций. При режиме повышенной готовности делают следующее: а) усиление мониторинга окружающей среды, опасных природных явлений, способных стать причиной возникновения чрезвычайных явлений; б) при необходимости введение дежурства руководителей и должностных лиц органов управления; в) принятие решений о защите населения.

3 Режим чрезвычайных ситуаций – при возникновении и во время ликвидации чрезвычайных ситуаций. Мероприятия, проводимые в период данного режима: а) оповещение федеральных органов исполнительной власти, органов местного самоуправления и организаций о возникших чрезвычайных ситуациях; б) мобилизация граждан; в) организация мероприятий по прекращению чрезвычайных ситуаций.

Подводя итоги хочется отметить, что организация предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций требует комплексного подхода и координации усилий различных служб и организации. Государство обязано обеспечивать финансовую и организационную поддержку службам и организациям, которые ответственны за обеспечение безопасности населения. Также необходимо проводить обучение персонала в целях обеспечения готовности к быстрому реагированию на чрезвычайные ситуации. Помимо этого, важно также дальнейшее совершенствование нормативно-правовой базы защиты населения и территории. Посредством хорошо организованной системы предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, общество становится более устойчивым к угрозам и готовым к действиям в экстренных ситуациях, что, в свою очередь, является важным фактором для обеспечения безопасности и благополучия граждан и страны в целом.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 14.04.2023) «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 18.03.2024).
2. **Блинов, С. Ю.** Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях природного характера: учеб. пособие. СПб: Издательство СПбГТИ(ТУ), 2016. 83с.
3. **Тарасов, Е. А.** Классификация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера// Гражданская оборона и защита от чрезвычайных ситуаций в учреждениях, организациях и на предприятиях. 2020. №2. С.3-16.
4. **Шойгу, С. К.** Исторические аспекты развития системы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций// Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2013. №1.С. 304-322.
5. **Середа, П. О.** К вопросу оценки безопасности на автомобильных дорогах при возникновении чрезвычайных ситуаций / П.О. Середа, И.В. Лебедева, В.Н. Наконечный, Д.А. Рудиков, Т.А. Финоченко // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», № 1 (2018). Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive>.
6. **Финоченко, Т. А.** Достойный труд - безопасный труд / Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2. – С. 5-6.
7. **Finochenko, T. A.** Risk Management in Transportation Safety System / T. A. Finochenko, L. V. Dergacheva, I. A. Yaitskov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020, Vladivostok, 06–09 октября 2020 года. Vol. 666. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 022050. – DOI 10.1088/1755-1315/666/2/022050.
8. **Алтынов, Д. С.** Анализ повышения транспортной безопасности и влияния на окружающую среду при реконструкции байкало-амурской железнодорожной магистрали / Д.С. Алтынов, Л.В. Дергачева, Т.А. Финоченко, И.А. Яицков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2023. – № 4. – С. 198-216.
9. **Борисова, А. В.** Риск-ориентированный подход к обеспечению безопасности труда / А. В. Борисова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 1 (50). – С. 5-7.

10. **Borisova, A.V.** The use of the expert method in solving the issues of choosing the instrumentation of the procedure for controlling production factors / A.V. Borisova, T.A. Finochenko, V.A. Finochenko // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020. IOP Publishing Ltd, 2021. С. 022022.

11. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / И.Г. Переверзев, Т.А. Финоченко, И.А. Яицков [и др.] / ФГБОУ ВО РГУПС. 2-е изд., перераб. и доп. Ростов н/Д, 2019. 308 с.

12. **Дергачева, Л. В.** Экологическая безопасность как система / Л.В. Дергачева // Труды РГУПС. – 2018. – № 2 (43). – С. 72–74.

13. **Дергачева, Л. В.** Реализация методик экологического просвещения в учебных заведениях / Л.В. Дергачева // Транспорт: наука, образование, производство (Транспорт-2019), Ростов-на-Дону, Изд. РГУПС, 2019. Т2. С. 325-330.

A. Y. Nosova, A. N. Ivleva

ORGANIZATION OF EMERGENCY PREVENTION AND RESPONSE IN RUSSIA

Abstract. This article substantiates the importance of the organization of prevention and liquidation of consequences of emergency situations, its main types and stages of formation in the Russian Federation are given. The legal regulation of relations in the field of protection of the population and territories from emergency situations is described. Conclusions are drawn about the role of state authorities in the field of regulation of services and organizations responsible for ensuring the safety of the population.

Keywords: emergencies, regime, state, risk factors, organization of the emergency prevention and response system, federal law, disasters, fires, terrorist attacks.

For citation: Nosova, A. Y. Organization of emergency prevention and response in Russia / A. Y. Nosova, A. N. Ivleva // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 99–103.

Сведения об авторах

Носова Анастасия Юрьевна

Государственное казенное
образовательное учреждение высшего
образования «Российская таможенная
академия», экономический факультет,
студент
e-mail: nosova_a.donrta.ru@mail.ru

Ивлева Алена Николаевна

Государственное казенное
образовательное учреждение высшего
образования «Российская таможенная
академия», кафедра физическо
подготовки, преподаватель,
e-mail: ivleva.alena2015@yandex.ru

Information about the authors

Nosova Anastasia Yurievna

State State Educational Institution of Higher
Education "Russian Customs Academy",
Faculty of Economics,
student
e-mail: nosova_a.donrta.ru@mail.ru

Ivleva Alyona Nikolaevna

State state educational institution of higher
education "Russian Customs Academy",
Department of physical training,
Teacher,
e-mail: ivleva.alena2015@yandex.ru

УДК 655.382.2(07) + 06

*И. Г. Переверзев***ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР ПРИ СОПРОВОЖДЕНИИ ПРОЦЕССА
ПЕРЕВОЗОК ОПАСНЫХ ГРУЗОВ¹**

Аннотация. В статье рассмотрено влияние человеческого фактора на безопасность транспортного процесса перевозки опасных грузов, отмечена необходимость его учета в реализации транспортного процесса. Указаны причины возрастания влияния человеческого фактора на развитие событий в процессе транспортировки опасных грузов. Приведены мероприятия, которые реализуются на железнодорожном транспорте для снижения возможного негативного влияния человеческого фактора.

Ключевые слова: человеческий фактор, опасные грузы, работники, связанные с перевозкой опасных грузов, аттестация работников

Для цитирования: Переверзев, И. Г. Человеческий фактор при сопровождении процесса перевозок опасных грузов / И. Г. Переверзев // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 104–107.

Необходимость в перевозках грузов возникла на самых первых этапах человеческой культуры. Однако не всегда грузы, которые перевозились были безопасны для окружающей среды, населения и персонала, который участвовал в транспортировке. История знает много случаев, когда пренебрежение, либо грубое нарушение правил обращения с опасными грузами во время их транспортировки различными транспортными средствами приводило к серьезным техногенным катастрофам с большим количеством человеческих жертв.

Законодательная деятельность, зародилась еще в 1872 году. В это время в Японии были установлены правила «Загрузки опасных грузов на суда», которые определяли необходимые мероприятия при перевозке опасных грузов. И только в 1929 году участники Международной конференции по охране человеческой жизни на море впервые обратили внимание на формализацию процесса доставки опасных грузов морским путем.

В 1956 г. при организации объединенных наций (ООН) был основан комитет экспертов, занимающийся проблемами перевозки опасных грузов. Целью этого комитета является разработка требований к техническим средствам, являющихся общими для различных видов транспорта, организации перевозок и их коммуникационному обеспечению. Комитетом составлен достаточно полный перечень опасных грузов с их классификацией по степени опасности, а также знаки опасности. Под эгидой этого Комитета и по его рекомендациям заключены ряд международных соглашений, которые регламентируют процесс перевозок.

В настоящее время страны, являющиеся участниками СИМ (соглашения по железнодорожному грузовому сообщению) в своей деятельности учитывают правила перевозки опасных грузов (RID), разработанные Центральным бюро международных железнодорожных сообщений, которые включают в себя как общие инструкции, так и конкретные предписания для различных видов и классов грузов. Эти правила ежегодно перерабатываются в соответствии с рекомендациями экспертов по перевозке опасных грузов.

Несмотря на строгое регулирование процесса перевозок и постоянное усовершенствование методов и средств доставки грузов, инциденты с опасными грузами

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

продолжают происходить с пугающей регулярностью. Анализ причин аварий и инцидентов с опасными грузами дал основания считать вклад человеческого фактора в происхождение аварий существенным. Это обусловило необходимость оценивать вклад человеческого фактора и разрабатывать мероприятия по снижению его влияние на безопасность перевозочного процесса с опасными грузами.

Человеческий фактор, который, как показывает практика расследования аварий и инцидентов при перевозке опасных грузов, может быть определен, как действие либо бездействие работников, связанных с транспортным процессом, а также умышленные или непреднамеренные ошибки человека, которые отрицательно влияют на работу транспортной системы или успешное выполнение определенной задачи транспортировки опасного груза. Процент аварийных случаев, в которых в основе лежит человеческий фактор, стабильно в последние годы составляет 70-80 %. Таким образом, роль психологической поддержки процесса транспортировки опасных грузов, является сегодня важной и актуальной задачей.

Возрастание влияния человеческого фактора на развитие событий во многом связано с воздействием на людей проявления закона ускорения исторического времени. Этот закон утверждает, что за одинаковый интервал времени в настоящий момент происходит большее количество событий, чем их произошло за такой же промежуток времени в прошлом. Прогрессивное воздействие закона состоит в ускорении научно-технического прогресса и создании все более надежных инновационных транспортных средств и технических устройств. Регрессивным результатом этого закона является факт, что большинство людей не обладает достаточной адаптивностью и психической устойчивостью к инновациям. Стрессовые ситуации, обусловленные этим процессом, становятся причиной нарушений в поведенческой деятельности. Эти нарушения приводят к ошибочным действиям при управлении транспортным процессом перевозок опасных грузов, что может привести к фатальным последствиям. Необходимо отметить, что создаваемые системы искусственного интеллекта, хотя играют все более важную роль в сопровождении процесса перевозок опасных грузов, полностью человека не заменят [1, 4–6].

На практике осуществляются различные мероприятия, направленные на предотвращение влияния человеческого фактора на безопасность перевозок опасных грузов. К таким мероприятиям, например, относятся: дополнительная подготовка и тренировки водителей, работников локомотивных бригад, членов экипажей морских и речных судов, которые перевозят опасные грузы, нормирование рабочего времени, предоставление дополнительного отдыха, проведение медицинских осмотров и пр. Указанные мероприятия жестко закреплены нормативной базой в области обеспечения безопасности движения, однако не позволяют в достаточной мере эффективно учитывать индивидуально-психологические особенности работников, связанных с движением. Повышение уровня профессиональной подготовки водителей, работников локомотивных бригад, диспетчеров управления железнодорожным движением, моряков, обусловленное техническим усовершенствованием подвижного состава и морских судов, требует разработки и внедрения мероприятий, позволяющих учитывать индивидуально-психологические особенности каждого человека.

Так, на железнодорожном транспорте, лица, принимаемые на работу, непосредственно связанную с движением поездов и маневровой работой с опасными грузами, проходят за счет средств работодателей обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры, включающие в себя профессиональный отбор и химико-токсикологические исследования наличия в организме человека наркотических средств, психотропных веществ и их метаболитов. На работу, непосредственно связанную с движением поездов и маневровой работой, не принимаются лица, подвергнутые административному наказанию за потребление наркотических средств или психотропных веществ без назначения врача либо новых потенциально опасных психоактивных веществ, до окончания срока, в течение которого лицо считается подвергнутым административному наказанию [2].

Работники железнодорожного транспорта, которые осуществляют производственную деятельность, непосредственно связанную с движением поездов и маневровой работой, и перечень профессий которых определяется федеральным органом исполнительной власти в области железнодорожного транспорта, проходят обязательные предрейсовые или предсменные медицинские осмотры, обязательные послерейсовые или послесменные медицинские осмотры, а также по требованию работодателей медицинское освидетельствование на состояние опьянения (алкогольного, наркотического или иного токсического опьянения).

Важным направлением в системе подготовки работников, связанных с перевозкой опасных грузов, является их профессиональная переподготовка и аттестация. Так, работники организаций независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности и заключившие трудовые договоры с работодателями - индивидуальными предпринимателями работники, производственная деятельность которых связана с движением поездов и маневровой работой на железнодорожных путях общего пользования, должны проходить аттестацию, предусматривающую проверку знаний правил технической эксплуатации железных дорог, инструкции по движению поездов и маневровой работе, сигнализации на железнодорожном транспорте, а также иных нормативных актов федерального органа исполнительной власти в области железнодорожного транспорта.

Работники, ответственные за погрузку, размещение, крепление грузов в вагонах, контейнерах и выгрузку грузов, должны проходить аттестацию, предусматривающую проверку знаний технических условий размещения и крепления грузов в железнодорожном подвижном составе. Работники, не прошедшие аттестаций, не допускаются к выполнению указанных работ [3].

Порядок и сроки проведения указанных аттестаций, а также порядок формирования аттестационных комиссий устанавливается федеральным органом исполнительной власти в области железнодорожного транспорта

Таким образом, для повышения уровня безопасности процесса перевозок опасных грузов требуются мероприятия, более полно учитывающие оценку психологические особенности работников, такие как профессиональная подготовка, переподготовка и аттестация, профессиональный психологический отбор. При реализации данных мероприятий появится потенциальная возможность формирования профессионально важных качеств работников. Указанные мероприятия также будут способствовать снижению отрицательного, а зачастую даже опасного, влияния человеческого фактора на безопасность перевозок опасных грузов.

Библиографический список

1. Диагностика соответствия личности и профессии в ситуации профессионального отбора // Ин-т психол. РАН. Организационная психология и психология труда. 2016. Т. 1. № 1. С. 127-145.
2. Федеральный закон от 10.01.2003 № 17-ФЗ (ред. от 13.06.2023) «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации». [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40443/.
3. «Порядок и сроки проведения аттестации работников железнодорожного транспорта, ответственных за погрузку, размещение, крепление грузов в вагонах, контейнерах и выгрузку грузов, а также порядок формирования аттестационных комиссий». Утв. Приказом Минтранса России от 18 февраля 2021 г. № 41 [Электронный ресурс] –Режим доступа: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=385163#hnqq5FUViWA1nKy>
4. Дергачева, Л. В. Применение композиционных материалов на предприятиях транспортного машиностроения, повышающих аэродинамическое обтекание/ Л. В. Дергачева,

А. В. Коновалов, И. В. Иванушкин // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2 (56). – С. 65-70

5. **Финоченко, Т. А.** Роль "человеческого фактора" в обеспечении безопасности железнодорожного транспорта / Т. А. Финоченко, И. Г. Переверзев, М. В. Баланова, В. В. Гомелев // Транспорт и логистика: стратегические приоритеты, технологические платформы и решения в глобализованной цифровой экономике. сборник научных трудов III международной НПК. 2019. С. 303-307.

6. **Борисова, А. В.** Экономическая оценка эффективности применения мобильных приборных комплексов на транспорте // Транспорт и логистика: инновационное развитие в условиях глобализации технологических и экономических связей. Сборник научных трудов. 2017. С. 67-70.

I. G. Pereverzev

THE HUMAN FACTOR IN THE MAINTENANCE OF THE PROCESS TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS

Annotation. The article examines the influence of the human factor on the safety of the transport process of transporting dangerous goods, and notes the need to take it into account in the implementation of the transport process. The reasons for the increasing influence of the human factor on the development of events in the process of transporting dangerous goods are indicated. The measures that are being implemented in railway transport to reduce the possible negative impact of the human factor are presented.

Keywords: human factor, dangerous goods, workers associated with the transportation of dangerous goods, employee certification

For citation: Pereverzev, I. G. The human factor in the maintenance of the process transportation of dangerous goods / I. G. Pereverzev // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – No. 2. – P. 104–107.

Сведения об авторах

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

Information about the authors

Pereverzev Igor Gennadievich
Rostov State University of Railway
Engineering (RGUPS),
Department of "Life Safety",
Candidate of Technical Sciences, Associate
professor,
e-mail: npcot@mail.ru

УДК 502/504 : 626/627

Д. А. Рудиков

ВЛИЯНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТИ РАБОТНИКА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА¹

Аннотация. В статье изложены подходы к определению показателей профессионального риска с точки зрения оценки степени влияния на его возникновение профессиональных компетенций работника. Показано, что уровень знаний, умений и навыков работника в области обеспечения безопасных приемов работы в большей степени влияет на возникновение профессиональных рисков, чем усилия работодателя в рамках обеспечения безопасных условий труда. Желание и умение самого работника применять безопасные приемы работы способствует сохранению здоровья и жизни как работника, так и окружающих его людей.

Ключевые слова: профессиональный риск, безопасность труда, охрана труда, условия труда, специальная оценка условий труда.

Для цитирования: Рудиков, Д. А. Влияние компетентности работника на показатели профессионального риска / Д. А. Рудиков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 108–111.

При оценке опасностей и вредностей, которым подвергается работник в процессе своей трудовой деятельности, эксперты, как правило, оценивают внешние факторы, влияющие на работника упуская из вида тот факт, что и сам работник является источником возникновения рисков для себя и окружающих [1, 2, 6-8].

Работодатель в процессе своего функционирования является источником причинения вреда, а также является главным фигурантом, несущим ответственность за риски профессиональные и риски производственные [3, 4, 12–14]. Также он, являясь собственником сырья, продукции, оборудования и рабочей силы, обязан, в соответствии с законодательными и нормативными актами, осуществлять организацию безопасности труда и социальную защиту работников в организации.

В рамках своих административных полномочий, работодателем легко осуществляется организация охраны труда и социальной защиты работников в организации, но, чтобы в должной мере обеспечить условия труда на рабочем месте, отвечающие требованиям безопасности, одних административных ресурсов работодателя будет недостаточно. Здесь преобладающую роль и значение играет компетентность и дисциплинированность непосредственно самого работника, его знания в области безопасности труда, умения и, что тоже немаловажно, желание эти знания и умения применять на практике [5, 9, 10, 11]. В противном случае все усилия работодателя будут полностью нивелированы.

Рисками возможно управлять лишь в случае наличия большого спектра знаний из различных областей науки и техники, так как проявление риска имеет вероятностный характер, зависящий от большого количества исходных данных, принятых или упущенных в процессе управления процессом. Масштаб таких решений и их количество, масштаб и количество управленческих действий делает проблему снижения рисков опорной точкой при менеджменте предприятием. Каждая из перечисленных областей знаний имеет субъективный подход к

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

определению и изучению риска, что в глобальном масштабе делает определение риска многозначным, противоречивым и размытым.

В общем понятии риск это возможность наступления неблагоприятного события, обусловленная его тяжестью и частотой. На величину и вероятность появления риска всегда влияют принимаемые (или не принимаемые) решения конкретного человека в той или иной ситуации. Специфика работника заключается в том, что он одновременно является и объектом защиты от рисков повреждения здоровья (профессиональных рисков), и субъектом защиты от них.

Как объект защиты работник, усилиями и ресурсами работодателя, должен быть обеспечен безопасными условиями труда путем обучения, стажировки и инструктажей. В тоже время как субъект безопасных действий работник в обязательном порядке должен на практике соблюдать требования охраны труда, проходить обучения, стажировки и инструктажи по охране труда.

Учитывая, что осью в охране труда является вероятность причинения вреда здоровью работника широкого спектра тяжести, профессиональные риски предлагается ранжировать следующим образом:

- риск смертельный – высокая вероятность летального исхода;
- риск высокий – вероятность причинения тяжелого и средней тяжести вреда здоровью работника;
- риск существенный – вероятность причинения легкого вреда здоровью работника;
- риск низкий – вероятность временного причинения расстройства здоровья работника;
- риск ничтожный – вероятность незначительного повреждения здоровья работника, который не влияет на работоспособность.

Если рассматривать структуру риска поэлементно, то можно выделить ряд таких элементов, которые имеют непосредственное и первоочередное влияние на причинение вреда здоровью работника. Это такие элементы как, знания, умения и навыки сотрудников организации, условия труда на их рабочих местах и усилия направленные на снижение вероятности возникновения риска со стороны руководства.

Для уменьшения уровня риска, который может создать работник, а также с целью повышения его компетентности предлагается провести оценку компетентности сотрудника с учетом условий труда и степени риска. Внедрение системы выявления, оценки и управления профессиональными рисками, основанной на результатах специальной оценки условий труда, позволит снизить уровень профессиональных заболеваний и производственных травм. Такая система поможет определить уровень профессионального риска и компетентность персонала.

Компетентность в области охраны труда – способность работника неукоснительно осуществлять должностные обязанности с учетом требований охраны труда. Эта способность базируется на индивидуальных характеристиках работника, его знаниях, навыках, умениях и профессиональном опыте в области охраны труда.

Работник, его условия труда и риск – все это важные факторы, взаимодействующие и влияющие на вероятность возникновения профессионального риска. Источником риска может быть как сам работник, так и его руководитель. Проверка знаний по охране труда и соблюдение требований промышленной безопасности – ключевые показатели компетентности работника, которые формируются в процессе обучения и выполнения обязанностей.

При оценке уровня риска в профессиональной сфере, учитывая специальную оценку условий труда и опрос работников, основными критериями являются гигиеническая классификация и уровень безопасности на рабочем месте. Степень условий труда должна определять уровень профессиональной подготовки работника. Чем более вредные и опасные условия труда, тем выше должна быть компетентность работника. Отсутствие необходимых знаний и навыков для определенной категории условий труда может привести к чрезвычайным

последствиям для жизни и здоровья как самого работника, так и других сотрудников. Компетентность работника может быть классифицирована следующим образом:

Различаются уровни компетентности у работников в отношении анализа и управления рисками. Если сотрудник обладает достаточной компетентностью, то он способен самостоятельно оценить вероятность возникновения рисков и управлять ими в соответствии с требованиями безопасности труда. В случае низкого риска с минимальным воздействием на здоровье работника. При недостаточной компетентности сотрудник не может должным образом оценить и управлять рисками, что приводит к возможному серьезному воздействию на здоровье со слабой вероятностью. Если же работник не обладает компетентностью, то он не способен определить и оценить риск, не в состоянии управлять им, что ведет к высокому риску с серьезным воздействием на здоровье.

Работник, не проявляющий надлежащей компетентности, может являться источником смертельного риска, если он целенаправленно игнорирует правила безопасности труда. Анализ, оценка и управление таким риском могут быть основаны на соответствии уровня компетентности работника вероятности возникновения опасной ситуации. Важно учитывать, что источником риска в данном случае выступает человек, и его действия могут нанести вред здоровью как самому работнику, так и окружающим.

Следовательно, понимание руководителями и работниками того, что обеспечение безопасности на предприятии в целом и на рабочих местах в частности, организация обучения безопасным приемам работы, неукоснительное соблюдение требований охраны труда позволит снизить количество несчастных случаев на производстве и сохранить здоровье и жизнь работников.

Библиографический список

1. **Финоченко, Т. А.** Достойный труд – безопасный труд / Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды РГУПС. – 2018. – № 2 (43). – С. 5–6.
2. **Finochenko, T. A.** Risk Management in Transportation Safety System / Т. А. Finochenko, L. V. Dergacheva, I. A. Yaitskov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020, Vladivostok, 06–09 октября 2020 года. Vol. 666. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 022050. – DOI 10.1088/1755-1315/666/2/022050.
3. **Finochenko T et al** 2017 Modern measurement systems in the system of environmental monitoring Academic Journal of Manufacturing Engineering 15(4) 94–98.
4. **Дергачева, Л. В.** Экологическая безопасность как система / Л.В. Дергачева // Труды РГУПС. – 2018. – № 2 (43). – С. 72–74.
5. **Дергачева, Л. В.** Реализация методик экологического просвещения в учебных заведениях / Л.В. Дергачева // Транспорт: наука, образование, производство (Транспорт-2019), Ростов-на-Дону, Изд. РГУПС, 2019. Т2. С. 325-330.
6. **Чукарин, А.Н.** Структурирование информации о состоянии охраны труда на предприятиях машиностроения/ С.А. Солод, В.В. Новиков, А.Н. Чукарин, А.Е. Литвинов// Серия конференций IOP: Материаловедение и инженерия, 2020, 1001(1), 012112
7. **Борисова, А.В.** Риск-ориентированный подход к обеспечению безопасности труда / А. В. Борисова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 1 (50). – С. 5-7.
8. **Borisova, A.V.** The use of the expert method in solving the issues of choosing the instrumentation of the procedure for controlling production factors / A.V. Borisova, T.A. Finochenko, V.A. Finochenko // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020. IOP Publishing Ltd, 2021. С. 022022.

9. **Чубарь, Е. П.** Риск-ориентированный подход к оценке условий труда на железнодорожных предприятиях / Е.П. Чубарь, И.Г. Переверзев // Сборник докладов: Междунар. научно-практ. конф. «Транспорт-2020»: «Транспорт: наука, образование, производство», том II, Ростов н/Д, РГУПС. – 2020. – С. 44–47.

10. **Хвостиков, А. Г.** Комплексная безопасность городской среды / А. Г. Хвостиков, В. А. Фирсов, И. В. Наumenко, А. А. Козаченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2 (59). – С. 178–183.

11. **Борисова, А.В.** Проблемы и перспективы развития экоаналитического контроля и мониторинга / В. А. Фирсов, Е. П. Чубарь // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 3 (52). – С. 8–12.

12. **Финоченко, Т. А.** Специальная оценка условий труда как информационная база для внедрения риск-ориентированного подхода в сфере охраны труда / Т. А. Финоченко, В. А. Финоченко, Л. И. Воробинская // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 2 (51). – С. 107–110.

13. **Баланова М.В.** Оценка условий труда и производственный риск / М.В. Баланова, А.С. Козлюк, Д.В. Мотренко, Л.В. Положенцева, Т.А. Финоченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 4. – С. 9-13.

14. **Борисова, А. В.** Приборно-методическое обеспечение системы контроля и мониторинга вредных производственных факторов предприятий машиностроения. Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 2-2 (36). – С. 67.

D. A. Rudikov

THE INFLUENCE OF EMPLOYEE COMPETENCE ON OCCUPATIONAL RISK INDICATORS

Abstract. The article outlines approaches to determining indicators of occupational risk from the point of view of assessing the degree of influence of the employee's professional competencies on its occurrence. It has been shown that the level of knowledge, skills and abilities of an employee in the field of ensuring safe work practices has a greater influence on the occurrence of occupational risks than the efforts of the employer to ensure safe working conditions. The desire and ability of the employee himself to use safe work practices contributes to preserving the health and life of both the employee and the people around him.

Keywords: occupational risk, labor safety, labor protection, working conditions, special assessment of working conditions.

For citation: Rudikov, D. A. The influence of employee competence on occupational risk indicators / D. A. Rudikov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 108–111.

Сведения об авторах

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

Information about the authors

Rudikov Dmitry Alekseevich
Rostov State Transport University
Chair «Life safety»,
Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor,
e-mail: d-studio@mail.ru

УДК 796 + 06

Е. В. Филиппова, Г. И. Ляшко

К ВОПРОСУ О ПОЛЬЗЕ И ВРЕДЕ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ¹

Аннотация. Физические упражнения имеют огромное значение для здоровья человека и его физической формы. Они помогают поддерживать нормальный вес, укреплять мышцы и кости, развивать физические качества. Кроме того, регулярные тренировки способствуют улучшению настроения и общего самочувствия. Однако не следует забывать о потенциальных опасностях, связанных с неправильным подходом к физическим нагрузкам. Неподготовленный организм может быть подвержен травмам или перенапряжению. При неправильном выполнении упражнений могут возникнуть проблемы с позвоночником, суставами и мышцами. В статье рассмотрены положительные и отрицательные аспекты занятий физическими упражнениями; выявлены правильные подходы к тренировкам, с целью извлечения максимальной пользы от них и минимизации риска возможных осложнений.

Ключевые слова: физические упражнения, здоровье, психологическое состояние, переутомление, травмы.

Для цитирования: Филиппова, Е. В. К вопросу о пользе и вреде занятий физическими упражнениями / Е. В. Филиппова, Г. И. Ляшко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 112–117.

Физические упражнения – неотъемлемая часть здорового образа жизни. Они способны в значительной степени повысить качество нашей жизни, оказывая положительное влияние на физическое и психологическое состояние организма. В современном мире, где большая часть времени проводится в сидячем положении перед компьютером или телевизором, активные занятия физической культурой и спортом становятся особенно актуальными. Физическая активность помогает поддерживать нормальный уровень энергии и жизнедеятельности, улучшает работу сердечно-сосудистой системы, способствует укреплению мышц и суставов. Регулярные тренировки помогают бороться с избыточным весом, предотвращают развитие таких заболеваний, как диабет и артериальная гипертензия. Кроме того, физическая активность способствует выработке эндорфинов – гормонов радости и благополучия, что помогает справляться со стрессом и улучшает настроение.

Регулярные тренировки являются основой для активного и здорового образа жизни. Однако, чтобы достичь максимальных результатов и избежать травм, необходимо правильно подходить к организации тренировок. Важно выбрать подходящие упражнения, учитывая особенности своего организма и физическую подготовку. Кроме того, на начальном этапе рекомендуется проводить занятия под руководством опытного тренера и проконсультироваться с врачом для определения допустимой нагрузки. Польза от физических упражнений – это не только красивое тело и хорошее самочувствие, но и долголетие. Рассмотрим положительные и отрицательные эффекты влияния занятий физическими упражнениями на организм человека.

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

Улучшение физического здоровья. Занятия физической культурой и спортом являются одним из ключевых факторов, способствующих улучшению физического здоровья человека. Регулярные тренировки позволяют укрепить мышцы и суставы, развить физические качества. Они также способствуют нормализации обменных процессов в организме и улучшению работы сердечно-сосудистой системы.

Правильно организованные занятия физическими упражнениями помогают снижать риск различных заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых, диабета, остеопороза и многих других. Постоянные тренировки способствуют поддержанию нормального веса тела, что особенно важно для предотвращения ожирения и связанных с ним проблем со здоровьем. Люди, которые начали регулярно заниматься физическими упражнениями, уже через полгода оценивают своё здоровье «значительно лучше», чем было ранее [9–12].

Повышение качества жизни. Неотъемлемой частью активного образа жизни и способом повышения качества жизни без сомнений является правильное использование физических упражнений и физической нагрузки на организм. Регулярные тренировки помогают укрепить мышцы, улучшить гибкость и координацию движений, а также повысить выносливость. Это позволит справляться с повседневными задачами легче и безопаснее.

Целенаправленная физическая активность стимулирует работу сердца, что способствует нормализации артериального давления, снижает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний и инфаркта [3]. Кроме того, занятия спортом способствуют улучшению обменных процессов в организме, что положительно сказывается на состоянии кожи, волос и ногтей.

Регулярная физическая активность помогает поддерживать свой организм в хорошей физической форме. Умеренные тренировки способствуют потере лишнего жира и формированию стройной фигуры. Правильно подобранные физические упражнения повышают уровень положительных эмоций, способствуют бодрости и хорошему настроению.

Улучшение психического состояния. Занятия спортом и физической культурой также положительно влияют на психическое здоровье. Физическая активность способствует снижению уровня стресса и тревожности [2]. Интересная спортивная тренировка стимулирует выработку эндорфинов – гормонов счастья. Именно они и помогают справиться со стрессом, тревогой и депрессией. Правильно организованные тренировки доставляют удовольствие и поднимают настроение [7]. Занятия физической культурой помогают расслабиться и отвлечься от повседневных проблем, отключиться от негативных мыслей. Более того, участие в спортивных мероприятиях улучшает самооценку и повышает уверенность в себе.

Улучшение качества сна. Физические тренировки способствуют улучшению качества сна. Специалисты рекомендуют прекратить тренировку за несколько часов до сна. Правильно организованная регулярная физическая активность помогает расслабиться перед сном и быстро заснуть. Человек, который занимается спортом или просто регулярно выполняет физические упражнения, обычно имеет более глубокий и спокойный сон.

Соблюдение здорового распорядка дня. Занятия спортом организуют человека. Спортивные или оздоровительные тренировки, встроенные в режим дня, помогают человеку быть собранным, соблюдать остальные компоненты распорядка дня: вовремя ложиться спать и просыпаться, правильно питаться, рационально использовать время для работы (учёбы) и отдыха.

Развитие личностных качеств. Спорт способствует развитию коммуникабельности. Во время занятий спортсмены контактируют друг с другом, учатся взаимодействовать и понимать друг друга. Спорт развивает ответственность. Особенно ярко это проявляется в спортивных играх, когда очень важно не подвести товарищей по команде. Также спорт воспитывает целеустремлённость. Спортсмен ставит перед собой цель – победить соперников. С помощью трудных физических упражнений он стремится быть лучше, чтобы добиться выполнения поставленных задач [1].

Развитие когнитивных функций. В процессе разучивания новых упражнений у человека развивается память, концентрация внимания, а многозадачность упражнений развивает мышление.

Снижение риска развития заболеваний. Занятия физическими упражнениями не только помогают поддерживать физическую форму, но и снижают риск развития множества заболеваний. Один из положительных эффектов занятий физической культурой – это улучшение работы сердечно-сосудистой системы. Регулярные тренировки способствуют укреплению сердца, повышению его эффективности и снижению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Также, физические упражнения благотворно влияют на состояние легких. Под действием нагрузок их объем увеличивается, что улучшает процесс поступления кислорода в организм [3].

Занятия физическими упражнениями также помогают поддерживать оптимальный вес тела. Регулярные тренировки способствуют сжиганию лишних калорий и укреплению мышц, что помогает контролировать вес и формировать стройное тело. Недостаток двигательной активности часто приводит к набору веса и даже к ожирению [6]. Ожирение является фактором риска для многих хронических заболеваний, таких как диабет 2 типа, высокое артериальное давление, болезни кровеносной системы и органов дыхания, некоторые формы онкологических заболеваний.

Занятия спортом или физической культурой также помогают укрепить иммунную систему организма. Физическая активность стимулирует процесс циркуляции лимфы – жидкости, которая переносит белые кровяные клетки по всему организму для борьбы с инфекциями. Сильная иммунная система способна эффективно справляться с вирусами и другими возбудителями заболеваний.

Физическая культура и спорт играют важную роль в поддержании физического здоровья и общего благополучия человека. Однако, как и любая другая сфера деятельности, занятия физической культурой также сопряжены с определенными рисками и негативными аспектами.

Негативное влияние физических упражнений на здоровье при неправильном подходе. Если занятия физической культурой проводятся методически неграмотно, не учитываются такие факторы, как уровень физической подготовленности, возраст, пол, состояние здоровья и т.п., они (занятия) могут оказать крайне негативное влияние на здоровье человека. Например, неправильное выполнение упражнений может привести к различным повреждениям, включая растяжения, вывихи и всевозможные ушибы мягких тканей, переломы. Недостаточная физическая подготовка перед интенсивными тренировками может негативно сказаться на работе сердца и легких, что в дальнейшем может опасно для жизни и здоровья человека.

Примеры отрицательных эффектов занятий физическими упражнениями:

– переломы и вывихи: в результате несчастных случаев или при неправильной технике выполнения упражнений многие спортсмены сталкиваются с переломами костей и вывихами суставов;

– сердечные проблемы: интенсивные тренировки без предварительной медицинской консультации могут быть опасными для людей с сердечными заболеваниями; также слишком интенсивная дозировка упражнений может негативно отразиться на работе сердца физически неподготовленного человека;

– повреждения сухожилий: многие виды спорта, особенно те, которые требуют резких движений и скачков, могут привести к повреждению сухожилий, такому как растяжения и разрывы;

– психологические проблемы: переутомление и неудачи в соревнованиях могут вызвать стресс, тревожность и депрессию у спортсменов.

Рассмотрим некоторые негативные факторы более подробно.

Травмы. Одной из наиболее серьезных и распространенных негативных сторон занятий физической культурой являются спортивные травмы. Травмы могут возникнуть как во время тренировок, так и во время участия в соревнованиях. Они могут быть вызваны различными факторами, такими как неправильная техника выполнения упражнений, перегрузка физическими упражнениями (по интенсивности или продолжительности), несоблюдение мер предосторожности и даже случайные несчастные случаи. Травмы могут охватывать разные части тела, включая мышцы, сухожилия, суставы и кости. Они могут быть как поверхностными, так и очень серьезными, требующими хирургического вмешательства и длительного восстановительного периода. Для того, чтобы минимизировать травматизм во время тренировочного процесса необходимо особое внимание уделять разминке. Правильная разминка разогреет мышцы, подготовит к работе связочный аппарат, оптимизирует деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем перед основной физической нагрузкой [4].

Перенапряжение и переутомление. Другой важной негативной стороной занятий физической культурой является риск перенапряжения и переутомления. Перенапряжение возникает, когда тренировочная нагрузка слишком интенсивна или часта, и организм не успевает восстанавливаться между тренировками. Это может привести к различным проблемам, включая повышенный риск травм, снижение иммунитета, нарушения сна и психоэмоционального состояния. Переутомление, с другой стороны, является более серьезным состоянием, которое развивается при продолжительном перенапряжении без достаточного отдыха. Это может привести к хронической усталости, снижению производительности, нарушениям сердечно-сосудистой системы и даже депрессии.

Допинг и его негативное влияние. Крайне негативный эффект от физических упражнений может быть, если спортсмены или физкультурники принимают допинг. В погоне за красивыми мышцами, например, некоторые из них стремятся как можно быстрее получить результат, начинают принимать запрещённые препараты. При этом многие считают, что допинг безопасен для организма человека. Однако это всего лишь миф. Допинговые фармакологические препараты стимулируют рост мышц, физическую работоспособность, истощая резервные запасы организма спортсмена, повреждая функцию и структуру отдельных систем и органов, нанося большой вред его здоровью и социальной активности [8].

Ухудшение состояния здоровья. При несоблюдении принципов физической культуры самое безобидное, что может влиять на здоровье – это отсутствие пользы от таких занятий. Занятия физическими упражнениями не будут полезными, если их выполнять время от времени, не соблюдая регулярность, постепенность (постепенное увеличение нагрузки) и последовательность выполнения упражнений (от простого к сложному). А в некоторых случаях хаотичные занятия могут нанести серьёзный вред здоровью. Кроме травм и различных недомоганий (головной боли, тошноты, головокружения) можно приобрести проблемы с сердцем, спазмы внутренних органов и т.п. Поэтому первое, что должен сделать начинающий физкультурник – это пройти медицинский осмотр и проконсультироваться с врачом по поводу спортивных нагрузок [5]. Начинать заниматься физическими упражнениями таким людям желательно под руководством специалиста.

Таким образом, занятия физической культурой имеют свои негативные стороны, и их следует учитывать при разработке программ тренировок и при выборе видов спорта. Профессиональное руководство, соблюдение мер предосторожности и правильный подход могут снизить риски и сделать занятия физической культурой более безопасными и полезными для здоровья.

Занятия физическими упражнениями могут принести огромную пользу для организма, однако необходимо помнить об осторожности и правильном подходе к тренировкам. Регулярные, но умеренные физические нагрузки помогут поддерживать здоровье и хорошую физическую форму без вреда для организма. Важно слушать свое тело,

не перенапрягать его и предоставлять ему достаточно времени для восстановления после тренировок. Только так занятия спортом станут действительно полезными и приятными.

В целом, занятия физическими упражнениями оказывают положительное влияние на здоровье человека, если они проводятся правильно и с учетом индивидуальных особенностей каждого человека. Регулярные тренировки помогут поддерживать оптимальную физическую форму, повышать работоспособность и улучшать самочувствие. Однако перед началом новой программы тренировок всегда стоит проконсультироваться с врачом для оценки своего состояния здоровья и получения рекомендаций по выбору подходящих видов активности.

Библиографический список

1. **Горяева, А. А.** Влияние физической культуры на психологическое состояние человека / А. А. Горяева, В. В. Шеронов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 95-1. – С. 33-35. – DOI 10.18411/trnio-03-2023-10. – EDN NWLAZK.
2. **Каранова, О. Н.** Влияние регулярных занятий оздоровительными формами физической культуры на физическое и психическое здоровье человека / О. Н. Каранова // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2019 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. – С. 3894-3899. – EDN PQWENU.
3. **Кабышева, М.И.** Лечебная физическая культура при заболеваниях органов дыхания: методические рекомендации/ М.И. Кабышева, Н.И. Федотова, О.В. Подкопаева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2015 – 55 с.
4. **Соколова, В. П.** Возможные формы организации самостоятельных тренировок как метод поддержания физического здоровья молодых специалистов / В. П. Соколова, В. Н. Гасанова // Физическая культура, спорт и туризм в высшем образовании : сборник материалов xxxii всероссийской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых, профессорско-преподавательского состава, Ростов-на-Дону, 23 апреля 2021 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный экономический университет "РИНХ", 2021. – С. 96-102. – EDN XFFGPK.
5. **Филиппова, Е. В.** К вопросу о безопасности на занятиях физической культурой в вузе / Е. В. Филиппова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 2(55). – С. 130-133. – EDN QXGYAX.
6. **Филиппова, Е. В.** Физическая культура студентов с ожирением в период дистанционного и очного постпандемийного обучения / Е. В. Филиппова, И. В. Грошевихин // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 4(206). – С. 454-459. – DOI 10.34835/issn.2308-1961.2022.4.p454-459. – EDN JPV CBD.
7. **Филиппова, Е. В.** Гормоны. Выработка при занятиях спортом и их влияние на качество жизни / Е. В. Филиппова, И. Н. Семькина // Сборник научных трудов "Транспорт: наука, образование, производство" : Труды Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 26–28 апреля 2023 года. Том 3. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 341-344. – EDN DDQYUT.
8. **Химич, М. Н.** Проблемы применения запрещенных препаратов в спорте высших достижений / М. Н. Химич, В. Н. Гасанова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 3. – С. 66-67. – EDN YONXFR.
9. **Шилько, В. Г.** Физическая активность как средство повышения продолжительности и качества жизни возрастных людей / В. Г. Шилько, Н. Л. Гусева, В. С. Колпашникова // Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 11. – С. 71-73. – EDN ERXCPS.
10. **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.

11. **Popova, T. V.** Protection of urban population from infrasound: problem and prospects for solution / T. V. Popova, A. V. Lysenko, T. A. Finochenko // Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2022). Switzerland. –2023. – С. 988–994. DOI: 10.1007/978-3-031-36960-5_111

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

E. V. Filippova, G. I. Lyashko

ON THE QUESTION OF THE BENEFITS AND HARMS OF PHYSICAL EXERCISE

Abstract. Physical exercise is of great importance for human health and physical fitness. They help to maintain a normal weight, strengthen muscles and bones, and develop physical qualities. In addition, regular workouts help improve mood and overall well-being. However, one should not forget about the potential dangers associated with an incorrect approach to physical activity. An unprepared body can be prone to injury or overstrain. If the exercises are performed incorrectly, problems with the spine, joints and muscles may occur. The article examines the positive and negative aspects of physical exercise; identifies the right approaches to training, in order to maximize the benefits from them and minimize the risk of possible complications.

Keywords: physical exercises, health, psychological state, fatigue, injuries.

For citation: Filippova, E. V. On the question of the benefits and harms of physical exercise / E. V. Filippova, G. I. Lyashko // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 112–117.

Сведения об авторах

Филиппова Елена Владимировна

Ростовский государственный университет
путей сообщения,
кандидат педагогических наук, доцент
кафедры «Физическое воспитание и спорт»
e-mail: filippova-71@mail.ru

Ляшко Геннадий Иванович

Ростовский государственный университет
путей сообщения,
кандидат педагогических наук, доцент,
доцент кафедры «Физическое воспитание и спорт»
e-mail: glyashko57@mail.ru

Information about the authors

Filippova Elena Vladimirovna

Rostov State Transport University
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate
Professor of the Department of Physical
Education and Sports
e-mail: filippova-71@mail.ru

Lyashko Gennady Ivanovich

Rostov State Transport University
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate
Professor of the Department of Physical
Education and Sports
e-mail: glyashko57@mail.ru

УДК 504 + 06

*А. Г. Хвостиков, Х. Н. Бгуашев***ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРУДА СОТРУДНИКОВ
СИЛ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ¹**

Аннотация. На примере труда оператора рентгенотелевизионной установки рассмотрены физиологические и психологические особенности трудовой деятельности. Описаны факторы, снижающие и повышающие работоспособность человека, управляющего техническими средствами обеспечения транспортной безопасности.

Ключевые слова: труд, физиология, транспортная безопасность, обеспечение безопасности, оператор интроскопа.

Для цитирования: Хвостиков, А. Г. Физиологические особенности труда сотрудников сил обеспечения транспортной безопасности / А. Г. Хвостиков, Х. Н. Бгуашев // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 118–122.

Мы часто слышим, видим и употребляем словосочетание «транспортная артерия». Сравнивая связанные между собой пути, по которым перемещаются поезда, машины, суда или самолеты, и эти виды транспорта, а также оборудование и сооружения, необходимые для обеспечения перевозки грузов и людей, с кровеносной системой человека, мы указываем на жизненную необходимость для экономики страны бесперебойной работы транспорта.

Товары, материалы, сырье и пассажиры, которые перемещаются транспортом по всей территории нашей страны – это аналог питательных веществ, минералов и кислорода, по сосудам доставляемых к каждой клетке нашего организма кровью, которую качает сердце.

Нарушения в работе сердца, патологии сосудов и изменение объема и состава крови сразу же приводят к сбою в работе всего организма или даже к гибели. Так и в экономике государства проблемы с транспортом могут привести к спаду деловой активности. На рис. 1 показана взаимосвязь транспорта и внутреннего валового продукта (ВВП). Увеличение производства с 2015 по 2019 год сопровождается увеличением грузооборота и перевозки грузов, а проблемы с экономикой в период пандемии коронавируса в 2020 году сразу же можно увидеть в снижении активности транспорта [1].

Транспортная безопасность обеспечивается специальными подразделениями, персонал которых прошел подготовку и обладает необходимой квалификацией, уровнем знаний и умений для обеспечения защиты всех составляющих системы транспорта. Также для этих целей широко применяются разнообразное оборудование, с помощью которого осуществляется управление доступом на объекты транспорта, досмотр пассажиров и видеонаблюдение на территории охраняемого объекта.

Для обеспечения безопасности на транспорте сотрудники соответствующих служб выполняют разнообразные трудовые функции, для реализации которых требуется широкий перечень определенных психофизиологических качеств человека. Поэтому в зависимости от решаемых задач сотрудники сил обеспечения транспортной безопасности делятся на несколько категорий [2]. В перечне этих категорий есть сотрудники, которые осуществляют досмотр пассажиров, есть сотрудники, осуществляющие наблюдение, и есть сотрудники групп быстрого реагирования. Действия, выполняемые работниками разных категорий, требуют от человека различных психофизиологических качеств.

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

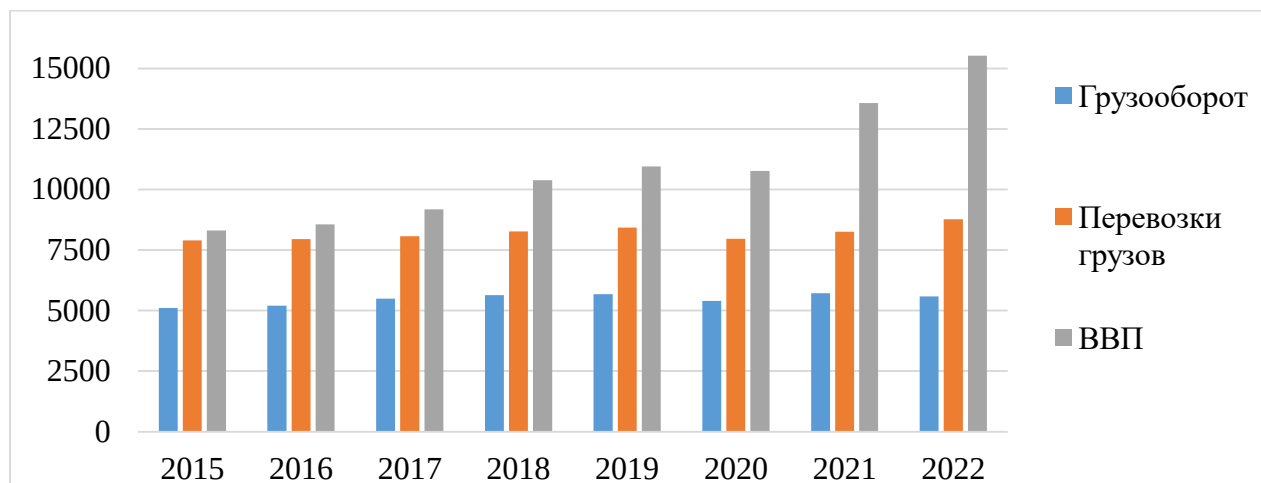


Рис. 1. Динамика перевозки грузов, грузооборота и ВВП Российской Федерации

Рассмотрим труд оператора рентгентелевизионной установки – интроскопа (рис. 2), позволяющей быстро обнаруживать запрещенные к провозу предметы в грузах и вещах пассажиров на вокзалах и аэропортах.



Рис. 2. Рентгентелевизионная досмотровая установка

Оператор считывает информацию в виде цветного изображения внутренней структуры предметов, получаемого за счет дифракционного рассеивания ионизирующего излучения. Современное оборудование позволяет с помощью цвета выделить объект, на который необходимо обратить особое внимание. В начале человек видит изображение множества объектов, выделяет из их совокупности наиболее значимые, а цвет позволяет рассортировать предметы по степени опасности; в результате оператор имеет четкое представление, какие предметы находятся внутри багажа [3].

Дальше оператор производит сопоставление предметов, находящихся внутри багажа, и тех, которые находятся в перечне запрещенных, при этом он извлекает из памяти их изображения. Производится анализ и обобщение характеристик картинки на экране. Надежность выявления запрещенных предметов во многом зависит от характеристик применяемого оборудования и опытности, тренированности оператора по распознаванию образов таких предметов [3].

Если у сотрудника нет сомнений в безопасности багажа, то он пропускает его без дополнительного досмотра, а если цвет и конфигурация предмета соответствует тем, которые представляют угрозу, то багаж досматривается дополнительно другими способами. Пассажира могут попросить достать подозрительный предмет, чтобы визуальнo убедиться, что он не представляет угрозы, или ощупать предмет руками для проверки материала, из которого он изготовлен.

Может показаться, что труд человека, управляющего интроскопом, легкий, но это только с первого взгляда. Такой труд требует от человека постоянных больших психофизиологических усилий. Рассматриваемый трудовой процесс является причиной нейроконфликтов, когда в центральной нервной системе одновременно осуществляются процессы торможения и возбуждения. Происходит перерасход энергии организма, поэтому с физиологической точки зрения такой труд можно отнести к тяжелому и изнурительному. Длительные и частые нейроконфликты являются крайне нежелательными для организма, так как они меняют характер многих физиологических процессов [3].

Такой вид деятельности можно отнести к монотонной работе. Когда оператор находится в режиме ожидания появления определенного изображения, процесс торможения нервной деятельности может привести к браку в работе, например, к потере бдительности.

С физиологической точки зрения рабочую смену оператора интроскопа можно разделить на три фазы по активности трудовой деятельности: вработываемость; оптимальная трудоспособность и утомление. Начало смены работы за пультом управления характеризуется особенно высоким нервно-психическим напряжением (период вработываемости). Вторая часть рабочего дня отличается достаточно стабильными и высокими показателями работы сотрудника. Как правило, эта фаза длится 3 – 4 часа.

В завершающем периоде смены появляется истощение энергетических сил организма и развивается процесс торможения, что приводит к постепенному снижению активности трудовой деятельности работника. В первую очередь снижается работоспособность органов и систем, отвечающих за прием и распознавание информации. В нашем случае устают глаза и нарушается внимание [3,4].

Кроме того, отправление поездов идет с различными интервалами и, следовательно, поток пассажиров, проходящих досмотр, постоянно меняется. Ритм работы сотрудника, управляющего рентгенотелевизионной установкой, постоянно сбивается, что приводит к необходимости повторения объединения нервных центров в единую функциональную систему. Это приводит к дополнительному перерасходу энергии организма и повышенному нервно-психическому напряжению. В этот момент происходит снижение общей работоспособности и быстрее наступает утомление [3, 4].

Физиологическую составляющую труда оператора можно охарактеризовать одновременным наличием двух факторов: повышенными нервно-психологическими перегрузками и достаточно низкой двигательной активностью. Такое сочетание оказывает особенно негативное воздействие на некоторые физиологические функции работника [3 – 5].

Как правило, нервно-психическое напряжение вызывает вовлечение всех ресурсов организма, потому что оно часто непосредственно связано с интенсивной мышечной работой. В нашем организме заложено природой, что при появлении нервно-психического напряжения, он должен быть готов к бегству или обороне, что требует от него значительной физической нагрузки. Но за экраном рентгенотелевизионной установки сотрудник длительное время может находиться в одной рабочей позе. В позе сидя минимальная физическая активность.

Итерация такой остановки в течение смены может привести к нарушениям центральной нервной системы и регулируемых ею физиологических функций организма [3].

Такие условия труда приводят к негативным изменениям в работе сердечно-сосудистой системы. Это проявляется в увеличении диастолического артериального давления, изменению частоты пульса и электрической активности сердца. Отмечается увеличение концентрации адреналина и сахара в крови. Тяжесть таких изменений зависит от стажа работы человека по такому виду деятельности.

Снизить вредное воздействие описанных выше условий труда оператора интроскопа можно комплексом специальных мероприятий, к которым относится:

- применение оправданных режимов труда и отдыха, с устранением вынужденных перерывов. Например, правилами предусматривается промежуток времени непрерывного наблюдения за изображением на экране интроскопа, который не должен превышать 20 минут. Продолжительность перерывов между наблюдением за экраном должна составлять больше 40 минут;

- включение в рабочую смену времени, когда оператор может активно двигаться, чтобы снять накопившееся нервно-психическое напряжение;

- правильное и своевременное питание;

- проведение специальной тренировки операторов [3, 6–8].

Для эффективной работы подразделений, обеспечивающих транспортную безопасность, при их комплектовании необходимо использовать профессиональный отбор. Данные мероприятия позволяют набрать подготовленных операторов, обладающих профессиональной выносливостью, и, следовательно, более высокой эффективностью в работе.

Работоспособность в особых и экстремальных ситуациях сотрудников, обеспечивающих транспортную безопасность, можно повысить тренировками. Они могут иметь как психологическую направленность, так и специальную. Ситуации, разобранные на тренировках, уже не будут неожиданными для сотрудников.

Проведение оперативных учений в процессе подготовки работников позволит повысить эмоциональную устойчивость и работоспособность операторов. Моделируемые ситуации на учениях позволяют детально изучить оборудование, возможную обстановку и последствия неправильных действий. Учения способствуют формированию моральных, волевых и других характерологических качеств личности сотрудника, необходимых в данной профессии [3].

Библиографический список

1. Федеральная служба государственной статистики : офиц. сайт. Москва. Обновляется в течение суток. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 01.04.2024).

2. Постановление Правительства России «О порядке аттестации сил обеспечения транспортной безопасности» от 01.06.2023 № 905 // Официальное опубликование правовых актов. - 2023 г. - № 0001202306020002.

3. Душков, Б. А. Основы инженерной психологии : учебник / Б. А. Душков, А. В. Королев, Б. А. Смирнов. – Москва : Академический Проект, 2020. – 574 с. – ISBN 978-5-8291-2717-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/132213> (дата обращения: 01.04.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. **Хвостиков, А. Г.** Физиологические особенности труда машиниста / А. Г. Хвостиков, В. А. Фирсов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 2. – С. 167-171.

5. **Хвостиков, А.Г.** Психология в проблеме обеспечения безопасности / А.Г. Хвостиков // Сборник научных трудов «Транспорт: наука, образование, производство» Том 2. Технические науки, Рост. Гос. Ун-т. Путь сообщения. – Ростов н/Д, 2017. С. 420-423.

6. **Хвостиков, А.Г.** Обеспечение безопасности путем совершенствования профессионального отбора // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – Ростов н/Д, 2018. № 2. С. 42-45.

7. **Финоченко, Т. А.** Специальная оценка условий труда как информационная база для внедрения риск-ориентированного подхода в сфере охраны труда / Т. А. Финоченко, В. А. Финоченко, Л. И. Воробинская // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 2 (51). – С. 107–110.

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

A. G. Khvostikov, K. N. Bguashev

PHYSIOLOGICAL FEATURES OF THE WORK OF EMPLOYEES OF THE TRANSPORT SECURITY FORCES

Abstract. Using the example of the work of an operator of an X-ray television installation, the physiological and psychological features of labor activity are considered. The factors that reduce and increase the efficiency of a person managing technical means of ensuring transport security are described.

Keywords: labor, physiology, transport safety, security, introscope operator.

For citation: Khvostikov, A. G. Physiological features of the work of employees of the transport security forces / A. G. Khvostikov, K. N. Bguashev // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 118–122.

Сведения об авторах

Хвостиков Андрей Георгиевич
Ростовский государственный университет
путей сообщения
кафедра «Безопасность
жизнедеятельности»,
кандидат технических наук, доцент
e-mail: xvast72@mail.ru

Бгуашев Халид Нальбиевич
Ростовский государственный университет
путей сообщения
кафедра «Безопасность
жизнедеятельности»,
доцент
e-mail: xvastandre@yandex.ru

Information about the authors

Khvostikov Andrey Georgievich
Rostov State Transport University
chair “Life safety”,
Candidate of Engineering Sciences,
e-mail: xvast72@mail.ru

Bguashev Khalid Nalbievich
Rostov State Transport University
chair “Life safety”,
e-mail: xvastandre@yandex.ru

УДК 614.841.3

С. Н. Холодова, В. А. Курочкина

СТРОИТЕЛЬНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЭКСПЕРТИЗА ОГНЕСТОЙКОСТИ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ¹

Аннотация. В данной статье приведены результаты экспериментального сравнительного анализа поведения огнестойкости двух сэндвич-панелей со структурной функцией, состоящих из наполнителя из пенополиизоцианурата (PIR) и стеклоткани размерами 3150 мм×2800 мм×150 мм. Первая панельная система, подвергшаяся воздействию огня, была покрыта гипсовыми пластинами, а другая – керамическими пластинами. Параметрами, подлежащими сравнению для обеих систем, были структурная стабильность, герметичность и теплоизоляция. Для этого было проведено испытание на огнестойкость с оценкой поведения каждого из образцов, подвергшихся воздействию огня, для сравнения между собой. Согласно результатам, полученным в данном исследовании, материалы, используемые для формирования структуры сэндвич-панелей, и материал покрытия влияют на результаты параметров и огнестойкость. Таким образом, в данном исследовании система с гипсокартонным покрытием показала лучшие характеристики по отношению к оцениваемым параметрам.

Ключевые слова: сэндвич-панели, огнестойкость, стекловолокно, гипсовая плита, керамическая плита.

Для цитирования: Холодова, С. Н. Сравнительная экспериментальная экспертиза огнестойкости сэндвич-панелей / С. Н. Холодова, В. А. Курочкина // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 123–131.

Введение. Пожар может начаться и распространиться по строительным и отделочным материалам, из которых состоят внутренние поверхности здания, а также по элементам интерьера, присутствующим в здании. Противопожарная защита в зданиях имеет жизненно важное значение, так как напрямую влияет на безопасность людей и срок службы конструкций. Поэтому конструкции из сэндвич-панелей были созданы для смягчения этой проблемы путем комбинирования различных материалов, которые могут выступать в качестве антипиренов.

Сэндвич-панели представляют собой высокоэффективные сборные системы облицовки стен и крыши с превосходными изоляционными характеристиками, которые обычно используются для промышленных зданий и складов. Эти системы состоят из двух граней, образованных тонкими высокопрочными листами, скрепленными толстым легким сердечником. Каждый компонент сам по себе относительно слаб и гибок, но в сочетании они создают жесткую, прочную и легкую структуру. Наиболее распространенными материалами для поверхностей сэндвич-панелей являются алюминий, сталь, стекловолокно, дерево-бумага, дерево, углерод и синтетические ткани. В этом смысле сэндвич-панель имеет преимущество перед другими панелями, так как в ее сердцевину включена тепло- и звукоизоляция, что позволяет избежать необходимости добавления рам и задних панелей, которые представляют собой больше поддерживающего и облицовочного материала, увеличивая бюджет и уменьшая полезное свободное пространство.

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

Кроме того, использование сэндвич-панелей в качестве стабилизирующих элементов может способствовать значительной экономии стали для элементов конструкции при комнатной температуре, что приводит к снижению затрат и воздействует на окружающую среду в меньших количествах.

Важно знать, что облицовка сэндвич-панелей, как правило, изготавливается из стали. Для сердцевины могут использоваться различные материалы, такие как полиуретан, полиизоцианурат, пенополистирол, экструдированный полистирол и минеральная вата. С термодинамической точки зрения считается, что материалы из полиизоцианурата превосходят полиуретан, поскольку они более термически стабильны по сравнению с уретановыми связями, содержащимися в пенополиуретане. Кроме того, жесткая пена полиизоцианурата стабильна и долговечна, обеспечивает оптимальную изоляцию и срок службы более 50 лет.

Еще одним материалом, используемым в основе сэндвич-панелей и обладающим огнестойкими свойствами, является гипс, который является одним из древнейших строительных материалов в мире. Основой огнестойкости, характерной для гипса, является низкая теплопроводность и высокоэндотермический процесс обезвоживания этого материала, что означает, что при воздействии гипса на высокотемпературную среду молекулы воды, прикрепленные к его кристаллической сетке, высвобождаются и переносятся через его массу, что позволяет повысить огнестойкость глобальной структуры и замедлить повышение температуры.

Керамическая пластина является еще одним материалом, обладающим хорошими огнестойкостью, но использование керамических материалов ограничено их низкой прочностью, так как они легко фрагментируются при импульсных нагрузках. Тем не менее, стекловолокно является еще одним материалом, широко используемым в сердцевине панелей благодаря своим механическим свойствам, которые увеличили его использование в последние 15 лет.

Стеклопластик по сравнению с традиционными материалами обладает благоприятными физико-механическими свойствами, такими как высокая удельная прочность на растяжение и сжатие, контролируемая электропроводность, низкий термический коэффициент, хорошая усталостная прочность и высокая прочность при повышенных температурах. Стеклопластиковые/эпоксидные ламинаты в основном состоят из слоев волокна (стекла и углерода), соединенных эпоксидной смолой, чтобы придать полученным панелям улучшенную гибкость конструкции, механические свойства, хорошее химическое поведение и электрическую стойкость.

До недавнего времени не существовало систем структурного моделирования ламинатов и сэндвич-композитов при пожаре для анализа структурной целостности панелей. И наоборот, традиционный подход к оценке структурного поведения заключался в тестировании сэндвич-компонентов. Тем не менее, модели позволяют быстро и недорого оценить огневые характеристики и живучесть существующих и новых вариантов конструкций композитных конструкций. Они также снижают потребность в испытаниях конструкций на огнестойкость, а также улучшают наше понимание поведения при огне и при разработке новых материалов с улучшенной огнестойкостью конструкций.

Наконец, преимущества и области применения огнестойких сэндвич-панелей в литературе очень мало исследований их огнестойкости в полном масштабе или в реальных условиях. Таким образом, основная цель данного исследования заключалась в том, чтобы оценить и сравнить характеристики огнестойкости двух сэндвич-панелей с пенопластовым сердечником из полиизоцианурата, армированных стеклотканью с двумя различными облицовочными материалами (гипсокартонными и керамическими плитами), чтобы экспериментально продемонстрировать, какая из них имеет лучшие тепловые характеристики.

Эксперимент. Огнестойкость двух конструктивных панелей с сердечником из полиизоцианурата с двумя поверхностями из ламината, состоящего из ткани, армированной стекловолокном, оценивалась в соответствии со стандартом ГОСТ 30247.0-94. Целью этого

испытания, проведенного для обеих систем, было определение безопасности и предела огнестойкости (EI) конструкционных панелей, анализ следующих параметров: теплоизоляция, герметичность и стабильность конструкции.

В этом исследовании были протестированы и сравнены две сэндвич-панели с сердечником из полиизоцианурата со структурой, состоящей из ткани, армированной стекловолокном, одна из которых была покрыта гипсовой пластиной, а другая - керамической пластиной, обе с внешней стороны. Обе конструкции имели габариты 3150×2800×150 мм.

Первая конструкция вертикального уплотнения (образец 1) состояла из сердечника из полиизоцианурата (ПИР) толщиной 95 мм, самозатухающего типа, плотностью 35 кг/м³, и покрытой с обеих сторон композитными листами, ламинированными стеклотканью толщиной 1,7 мм с плотностью 521 г/м² двухосного типа и термореактивной акриловой смолы с минеральной загрузкой ее рецептуры. С лицевой стороны, подверженной воздействию огня, панель была покрыта устойчивыми к огню листами гипсокартона, закреплена шурупами, а стыки обработаны штукатурно-клеевой смесью.

Вторая конструкция вертикального уплотнения (образец 2) имела те же характеристики, что и образец 1, за исключением того, что с лицевой стороны, подверженной воздействию огня, панель была покрыта керамическими пластинами, покрытыми клеевым раствором и затиркой для обработки стыков между пластинами.

Составы обеих сэндвич-панелей проиллюстрированы на рис 1. Стоит отметить, что для этой экспериментальной программы были проанализированы только две панели из-за экономических ограничений, учитывая высокие затраты на строительство этих систем и проведение такого рода крупномасштабных испытаний.

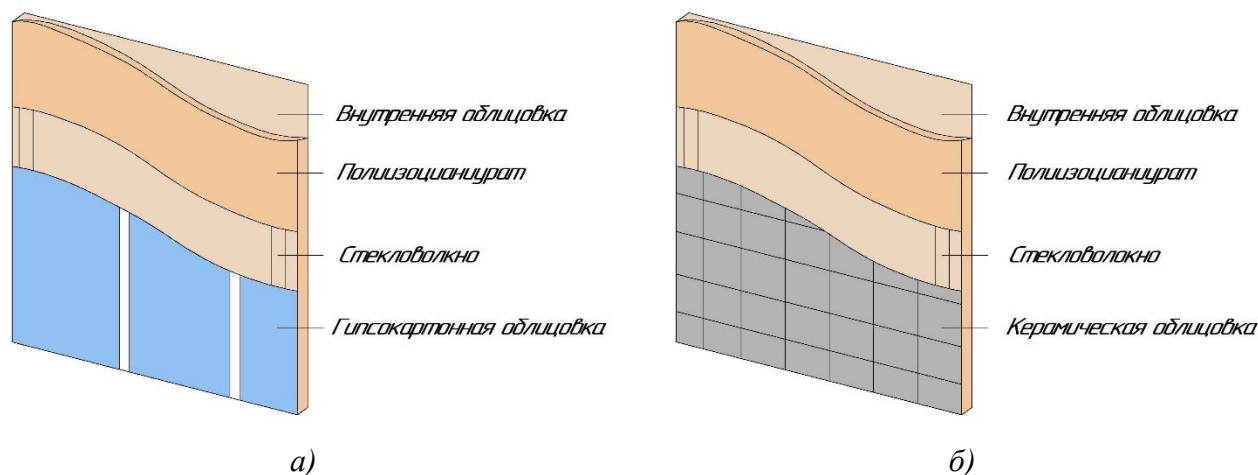


Рис. 1. Схема состава сэндвич-панелей: а) образца 1 б) образца 2.

Методология исследования. Лабораторный метод испытаний, использованный для этих конструкционных сэндвич-панелей, соответствовал требованиям ГОСТ 30247.0-94. Целью данного испытания является определение пределов огнестойкости образцов при воздействии программы нагрева, описанной в стандарте. В ходе испытаний проверялись теплоизоляция, герметичность и структурная стабильность систем.

Оба испытания проводились в стандартизированной и откалиброванной вертикальной печи в ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Ростовской области. Печь нагревалась четырьмя горелками на сжиженном нефтяном газе и управлялась дифференциальным давлением. Две горелки были установлены на боковых стенках печи, а затем откалиброваны для повышения температуры в соответствии со стандартной кривой «температура-время».

Образцы испытывались независимо и непрерывно под постоянным контролем 5 термопар диаметром 1,5 мм на поверхности, подверженной воздействию огня, и еще 5 термопар

диаметром 0,7 мм на поверхности, не подверженной воздействию огня. Расположение и нумерация внутренних термопар (поверхность, подверженная воздействию высоких температур) показаны на рис. 2, а, а внешних термопар (граней, не подверженных воздействию высоких температур) – на рис. 2, б. Места расположения термопар от 6 до 10 (внешние) совпадают с положениями термопар от 1 до 5 (внутренние) и соответствуют норме. Во время испытаний температура регистрировалась каждые 30 с и с точностью до 1,5 %.

В рамках параметров, проанализированных в данном исследовании, несущая способность определяется как способность нагружающего элемента выдерживать испытательную нагрузку без превышения установленных критериев деформации, и для данного исследования, являющегося конструкционными панелями, приложенная нагрузка для обоих образцов составила 0,50 тс/м

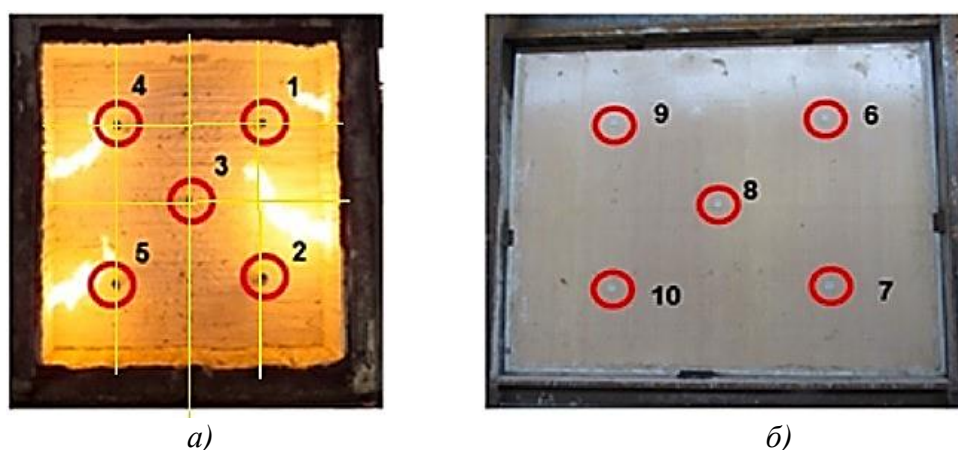


Рис. 2. Нумерация и расположение термопар

а – внутри печи; б – снаружи забоя, не подверженного воздействию огня

Результаты. Время воздействия огня для обоих испытуемых образцов было разным, поэтому конечная температура внутри печи также была разной. В таком порядке продолжительность огневого испытания для первого образца составила 32 минуты, а для второго – 25 минут. Таким образом, температура экспозиции (конечная внутренняя температура) для образцов 1 и 2 составила 1052 °С и 986 °С соответственно.

Во время процедуры для образца 1 появление пузырьков в верхней центральной части образца наблюдалось через 15 мин. Между 16-й и 24-й минутами внутри печи образовалось потрескивание, и в образце наблюдался выброс черного дыма. Наконец, на 28-й и 32-й минутах образец достиг точки концентрированного нагрева, после чего было проведено испытание на герметичность, в ходе которого было выявлено воспalenie ватного диска, влияющее на поведение структурной панели.

При испытании образца 2 в первые минуты наблюдалось потрескивание внутри печи, небольшой выход дыма через левый верхний и правый центр образца. Между 12-й и 14-й минутами ощущалось смещение керамического покрытия и, в свою очередь, наблюдалось выделение темного дыма в верхнем левом и правом углах образца. Наконец, между 20 и 25 минутами образец показал сильные деформации, что привело к проведению испытания на утечку; генерация воспаления ватного диска, что значительно обусловило потерю герметичности в системе.

В табл. 1 представлены основные моменты, зафиксированные при испытаниях, проведенных для обоих образцов. Следует отметить, что поведение обоих образцов после запуска термической программы (нагружения и нагрева), показало трещины в забое, непосредственно подверженном воздействию высоких температур (внутри печи). Следует уточнить, что из двух образцов только образец, покрытый гипсовой пластиной (образец 1),

показал образование пузырей в верхней центральной части на лицевой стороне, не подверженной воздействию огня.

Таблица 1

**Перечень основных наблюдений,
представленных в течение испытания образцов**

Время, мин	Образец 1	Образец 2
0	- Начало предварительной загрузки - Запуск тепловой программы - Появление пузырьков в верхней центральной части простого	- Начало предварительной загрузки - Окончание загрузки - Запуск тепловой программы
2	-	- Потрескивание внутри печи
3	-	- Выход дыма из верхнего левого центра образца
8	-	- Выход дыма из верхнего правого центра образца - Потрескивание было обнаружено внутри печи
12	-	- Было обнаружено смещение керамического покрытия
13	-	- Из левого верхнего угла образца выходит темный дым
14	-	- Выделение темного дыма в правом верхнем углу образца
15	- Окончание загрузки	-
16	- Внутри печи слышен треск	-
20	-	- Сильная деформация материалов
24	- Выделение черного дыма	- Испытание на герметичность
25	-	- Испытание на герметичность
28	- Максимальная точка нагрева	- Окончание испытания
32	- Испытание на герметичность - Окончание испытания	

Несущая способность. Важно отметить, что для обоих образцов не удалось повторно приложить ожидаемую нагрузку через 24 ч после завершения испытания для проверки свойств механической прочности из-за недостаточной стабильности систем. На рис. 3 показано горизонтальное смещение образцов каждые 5 мин на протяжении всех испытаний.

Согласно этому рисунку, максимальное смещение, достигнутое для образца 1 в направлении печи (внутри), составляло 24 мм через 30 мин после начала испытания. Однако для образца 2 через 20 мин было достигнуто максимальное смещение порядка 14 мм в противоположном направлении печи (снаружи).

Кроме того, стоит отметить, что, в отличие от образца 1, в образце 2 наблюдались смещения сначала в печи, а затем наружу, что, вероятно, связано с неравномерным нагревом образца в центральной части панели, как видно на рис. 7, где показана интенсивность цвета (благодаря записям тепловизора) в области, где находилась термопара № 8 (в центральной части панели), что соответствует повышению температуры, показанному на рис. 6.

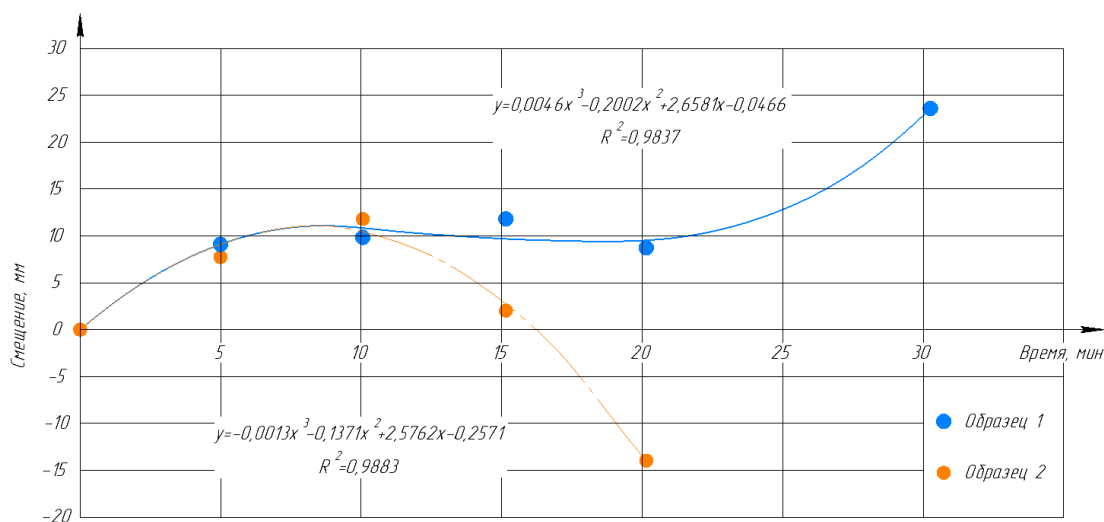


Рис. 3. Диаграммы смещения для образцов 1 и 2.

При всем вышеперечисленном, образец 1 достиг предел огнестойкости (EI) 30 мин, в то время как образец 2 достиг предел огнестойкости (EI) 20 мин; При этом с учетом того, что если система не выдерживает приложенной нагрузки или не может быть приложена повторно, стандарт устанавливает, что временем огнестойкости образца считается 80% времени, в течение которого он соответствовал требованиям во время тепловой нагрузки.

В случае образца 1 во время испытания на огнестойкость было проведено одно испытание на герметичность, и на 32-й минуте испытания было подтверждено воспламенение материала, что привело к отказу системы по параметру герметичности. В отличие от образца 1, для образца 2 в течение всего периода испытания на огнестойкость были проведены два испытания на герметичность, в результате которых воспламенение материала достигалось всего через 25 минут, в рамках второго шанса (рис. 4).



Рис. 4. Испытание на герметичность
а) образец 1; б) образец 2

Теплоизоляция. На рис. 5 показаны значения температуры наружной поверхности образца 1 (границы, не подверженной непосредственному воздействию огня), полученные при испытании на огнестойкость.

Следует подчеркнуть, что изотермы, показанные на рисунке 5, демонстрируют убывающее поведение внешних термпар образца 1 в течение первых 17 минут огневого испытания, что является нетипичным явлением для данного типа испытаний, так как материал

внутри печи подвергается воздействию огня, в то же время ожидается повышение его внешней температуры. Возможное оправдание этого события заключается в том, что составляющие материалы этой системы, вероятно, обладают огнестойкими характеристиками или свойствами, которые заставляют ее работать в качестве теплоизолятора, и в ответ на такое воздействие высоких температур она может блокировать проход сухого воздуха и изолировать его в замкнутой структуре.

Исходя из вышеизложенного, очевидно, что средние измерения температуры и точки термопар увеличиваются при испытании на огнестойкость и в результате повышения температуры для этих случаев были превышены пределы, установленные нормативными документами. Тем не менее, средние температурные точки и пределы не были достигнуты в течение 32 минут; Таким образом, в конструкции, покрытой гипсовой плитой, не произошло потери теплоизоляции (пример 1)

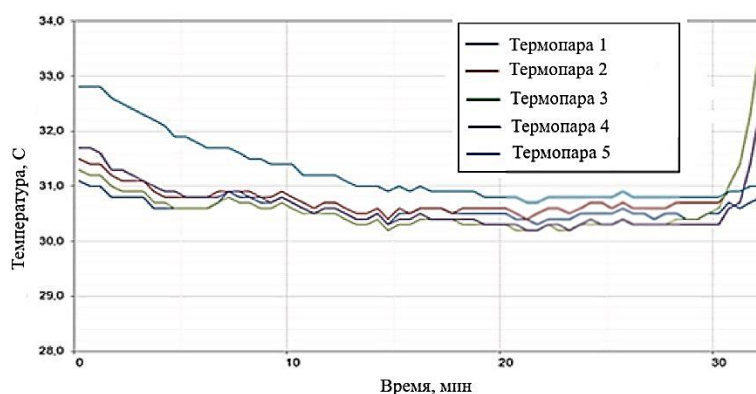


Рис 5. Значения температуры от внешних термопар для образца 1

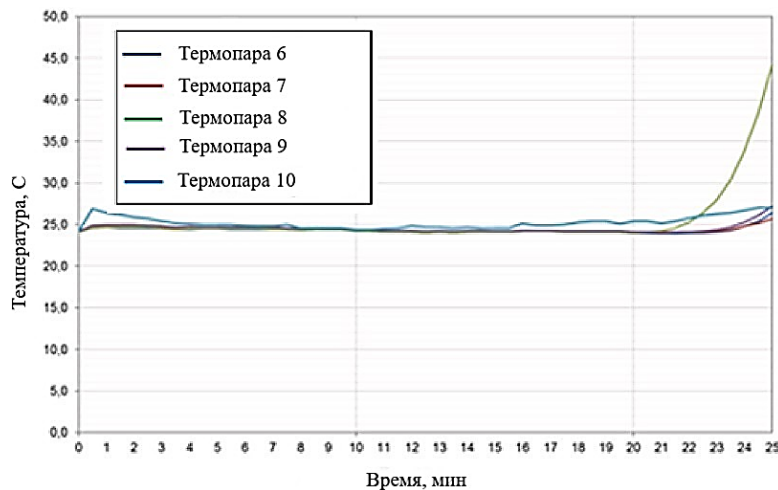


Рис 6. Значения температуры от внешних термопар для образца 2

На рис. 6 приведены значения температуры наружной поверхности (границы, не подверженной непосредственному воздействию огня) из образца 2.

Для второй системы (образец 2) средняя температура окружающей среды в начале огневого испытания составила 22,6 °C, средний температурный предел термопар – 162,6 °C и температурный предел каждой термопары – 202,6 °C. Следует отметить, что температурные пределы не были превышены во время огневого испытания, которое длилось 25 мин. Поэтому систему можно рассматривать как теплоизолятор.

Как видно на рис. 6, для образца 2 наблюдалось постоянное повышение наружной температуры до 21-й минуты, что может быть связано с внутренним материалом футеровки (керамикой). До тех пор, пока в этот период температура не вызвала обезвоживание раствора,

а затем и отслоение керамики. Только после этого события активная зона ПИР была эффективно подвержена воздействию огня.

Кроме того, на рис. 7 показаны наиболее горячие участки, представленные более светлыми цветами, в то время как фиолетовым цветом обозначена самая холодная область для обоих образцов в соответствии с термографическими записями камеры в разное время в течение срока огневых испытаний.

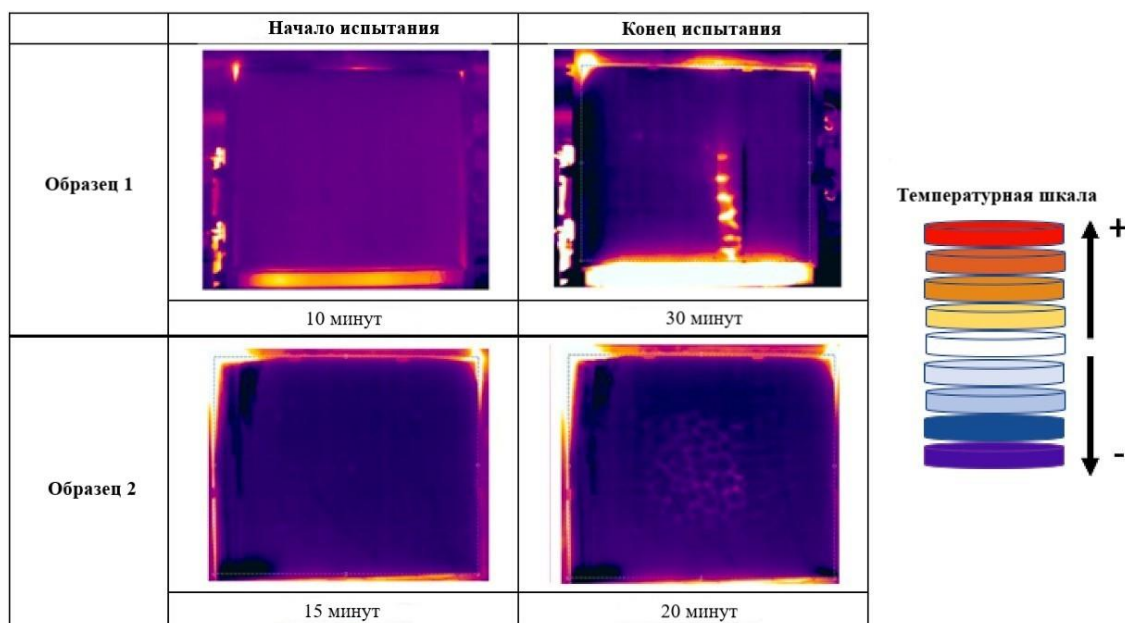


Рис 7. Определение горячих участков исследуемых образцов, зафиксированы телевизионной камерой

Выводы. Огнестойкость двух сэндвич-панелей с наполнителем из пенополиизоцианурата, состоящих из ткани, армированной стекловолокном (одна из которых покрыта гипсовой плитой, а другая – керамической плитой на огнеопасных сторонах), размерами 3150×2800×150 мм оценивались в соответствии со стандартом ГОСТ 30247.0-94. Их сравнивали друг с другом, чтобы проанализировать, какая система имеет большую устойчивость и лучшую устойчивость к огню в соответствии со стандартом, учитывая различные материалы, которыми они были покрыты на внешней стороне.

Между этими двумя протестированными конструкциями можно сделать следующие выводы:

1 Система с гипсокартонным покрытием была отнесена к категории противопожарных перегородок (EI30), обладающих лучшими показателями по параметрам механической прочности, герметичности и теплоизоляции.

2 Система с керамическим покрытием была классифицирована как противопожарная перегородка (EI20), однако не показала хороших показателей герметичности и механической прочности из-за наличия в образце отверстий или трещин, которые позволяли проходить огню, и поэтому структура демонстрирует нестабильное поведение.

3 Из вышеизложенного можно сделать вывод, что конструкции из сэндвич-панелей с гипсовой плитой в качестве покрытия демонстрируют лучшие противопожарные характеристики по сравнению с системами, покрытыми керамической плитой.

Несмотря на положительные результаты, полученные в ходе данного исследования, желательно более тщательно оценить и проанализировать этот тип сэндвич-панелей с одинаковой структурой, чтобы лучше понять их поведение перед воздействием огня, особенно

с учетом других химических веществ, минералогических аспектов, возможных рисков для человека, а также увеличение общего количества образцов, подлежащих испытанию.

S. N. Kholodova, V. A. Kurochkina

CONSTRUCTION EXPERIMENTAL EXAMINATION OF THE FIRE RESISTANCE OF SANDWICH PANELS

Annotation. This article presents the results of an experimental comparative analysis of the fire resistance behavior of two sandwich panels with a structural function consisting of a filler made of polyisocyanurate foam (PIR) and fiberglass with dimensions of 3150 mm×2800 mm×150 mm. The first panel system exposed to fire was covered with gypsum plates, and the other with ceramic plates. The parameters to be compared for both systems were structural stability, tightness and thermal insulation. To do this, a fire resistance test was conducted with an assessment of the behavior of each of the samples exposed to fire, for comparison with each other. According to the results obtained in this study, the materials used to form the structure of sandwich panels and the coating material affect the results of the parameters and fire resistance. Thus, in this study, the drywall system showed the best characteristics in relation to the estimated parameters and for a longer fire resistance time than the ceramic system, checking the thermal insulation and flame-retardant properties of the plaster.

Keywords: sandwich panels, fire resistance, fiberglass, gypsum board, ceramic plate.

For citation: Kholodova, S. N. Construction experimental examination of the fire resistance of sandwich panels / S. N. Kholodova, V. A. Kurochkina // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 123–131.

Сведения об авторах

Холодова Светлана Николаевна

Донской государственный технический университет (ДГТУ),
кафедра «Безопасность жизнедеятельности
и защита окружающей среды»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: holls9@mail.ru

Курочкина Виктория Александровна

Донской государственный технический университет (ДГТУ),
кафедра «Безопасность жизнедеятельности
и защита окружающей среды»,
магистрант,
e-mail: kurochkina.vichka@gmail.com

Information about the authors

Kholodova Svetlana Nikolaevna

Don State Technical University,
Department of "Life Safety and Environmental
Protection"
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor,
e-mail: holls9@mail.ru

Kurochkina Victoria Alexandrovna

Don State Technical University, Department of
«Life Safety and Environmental Protection»,
Undergraduate student
e-mail: kurochkina.vichka@gmail.com

УДК 613:502/504

Е. П. Чубарь

АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ЗА ПРЕДЕЛАМИ СЛЫШИМОГО ДИАПАЗОНА ПРИ РАБОТЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПОМЕЩЕНИИ ЛАБОРАТОРИИ¹

Аннотация. В статье изложены сведения об использовании систем вентиляции в помещении лаборатории. Освещено применение вентиляции для целей улучшения воздуха рабочей зоны. Приведены технические характеристики исследуемой системы вентиляции. Дано описание методики проведения измерений и оценки акустической обстановки на рабочем месте работника лаборатории по обработке данных измерений.

Ключевые слова: приточно-вытяжная система вентиляции, ультразвук, инфразвук, щиток управления, акустическая обстановка

Для цитирования: Чубарь, Е. П. Анализ акустической обстановки за пределами слышимого диапазона при работе системы вентиляции в помещении лаборатории / Е. П. Чубарь // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 132–137.

Для обеспечения допустимых условий труда в помещении лаборатории наряду с естественной применяется искусственная вентиляция. Системы искусственной вентиляции могут быть разные и использоваться одновременно.

Рассмотрим лабораторию, подвесные помещения которой световыми проемами выходят в пространство другой лаборатории. Химические анализы в ней не производятся. Оборудование представлено приборной базой для проведения измерений различных факторов производственной среды и персональными компьютерами для обработки результатов измерений. Естественная вентиляция может осуществляться только через дверные проемы. В лаборатории устроена приточно-вытяжная система вентиляции.

Согласно нормативной документации, принудительная вентиляция создается для поддержания постоянства параметров микроклимата: относительной влажности, температуры воздуха, скорости движения воздушных потоков, концентрации токсичных веществ. Она также должна препятствовать развитию нестандартных ситуаций: пожаров, взрывов, утечке ядовитых веществ в общую вентиляцию.

В трех комнатах лаборатории вытягивание воздуха осуществляется через отверстия, находящиеся на верхнем уровне: в предпотолочной части стен комнат и коридора. Все конструктивные элементы системы скрыты там же и в пространстве подвесного потолка. Включение-выключение системы вентиляции осуществляется с щитка управления (рис.1).

Работает система вентиляции от электрической сети переменного тока 220 В/50 Гц, её производительность до 1000 м³/час. Постоянно используется для проветривания помещений за полчаса до прихода сотрудников и в конце рабочего дня, примерно за тридцать минут до ухода последнего работника. Периодически включается и в течение рабочего дня при необходимости.

Любая система искусственной вентиляции является источником шума акустического диапазона, включая инфразвуковые, слышимые и ультразвуковые колебания. Перечисленные

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

колебания могут накладываться на аналогичные от вентиляторов персональных компьютеров, рециркуляторов-облучателей в помещении лаборатории.



Рис. 1. Щиток управления системой приточно-вытяжной вентиляции в лаборатории

В данной статье освещены результаты исследований, проведенных на рабочем месте с компьютером типичной конфигурации при функционировании приточно-вытяжной системы вентиляции.

Организация рабочего места и акустическая обстановка на нем отдельно с: работающим рециркулятором и включенным персональным компьютером уже были рассмотрены ранее [1, 2, 6].

О воздействии неслышимого акустического диапазона на организм человека освещается во многих статьях разнообразной тематики [1–3, 5, 7–16].

Измерения проводились одним из эффективных, в настоящее время, приборов для распознавания и вывода результатов мониторинга факторов – рис. 2. Методика проведения измерений аналогичная описанной в статьях [1, 5].



Рис. 2. Анализатор шума и вибрации «Ассистент Total+»

Нормы взяты из документа [4]. Результаты представлены в табл. 1 и 2, и на графиках рис. 3 и 4.

Таблица 1

Результаты измерений и оценки ультразвука

Источник	Уровни звукового давления, дБ на среднегеометрических частотах, кГц (1/3 октавы)						Min, дБ	Max, дБ
	12,5	16,0	20,0	25,0	31,5	40,0		
система вентиляции	21,3	21,8	21,9	23,1	22,8	23,8	21,3	23,8
предельно допустимый уровень (ПДУ) [4]	80	90	100	105	110	110	-	-

По результатам измерений получается, что УЗ-колебания незначительны: измеренные значения примерно в 4 раза ниже предельно допустимых [4]. Максимальное значение отмечено на частоте 40,0 кГц, минимальное – на 12,5 кГц. Характер ультразвуковых колебаний постоянный. Превышений ПДУ не выявлено, что подтверждается на графиках рис. 3.

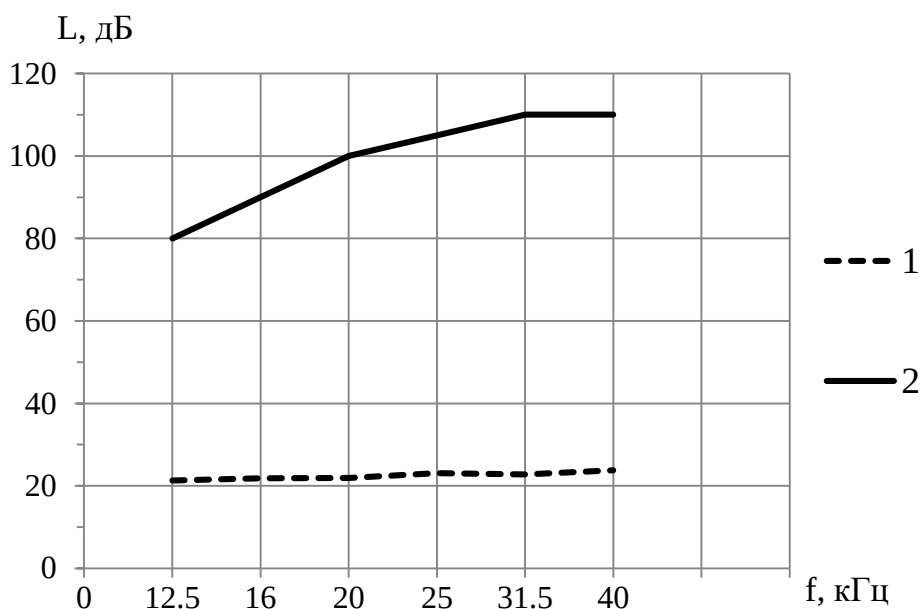


Рис. 3. Спектры УЗ-колебаний по среднегеометрическим частотам
1 – фактические значения; 2 – предельно допустимый спектр

Таблица 2

Результаты измерений и оценки инфразвука

Источник	Уровни звукового давления, дБ, на среднегеометрических частотах, Гц (1/1 октавы)				Min, дБ	Max, дБ
	2	4	8	16		
система вентиляции	38,7	43,0	61,2	56,2	38,7	61,2
предельно допустимый уровень (ПДУ) [4]	100	95	90	85	-	-

Измеренные значения не превышают предельно допустимые. Минимальное значение зафиксировано на частоте 2 Гц, а максимальное – 8 Гц. Измеренные значения, примерно, в 1,5–2,5 раза ниже предельно допустимых. [4]

Графики рис. 4 подтверждают отсутствие превышений инфразвуковых колебаний. При этом наблюдается их всплеск на частотах 8 и 16 Гц. Получается, что характер инфразвуковых колебаний непостоянный.

В дальнейшем планируется проведение измерений с последующим анализом на аналогичном рабочем месте при работающем персональном компьютере, рециркуляторе-облучателе и включенной приточно-вытяжной вентиляции.

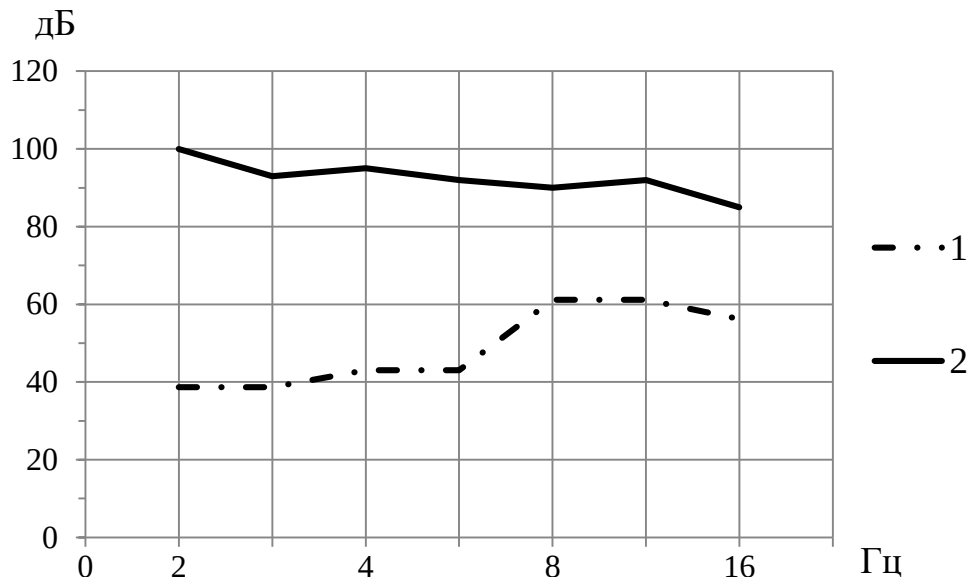


Рис. 4. Уровни инфразвука по среднегеометрическим частотам
1 – уровни измеренного инфразвука; 2 – предельно допустимый спектр

Проведенными исследованиями подтверждается факт, что при функционировании любого механизма генерируется весь спектр звуковых колебаний от низкочастотных (инфразвука) до высокочастотных (ультразвука). Превышений не наблюдается, но в некоторых случаях наличие уровней выше допустимых вполне вероятно. [5].

Например, при резонансных акустических колебаниях, которые образуются при

наложении колебаний одинаковой амплитуды. В данном случае таких колебаний не зафиксировано: измерения проводились при выключенных других источниках звука, работала только система вентиляции.

Библиографический список

1. **Чубарь, Е. П.** Анализ акустической обстановки за пределами слышимого диапазона частот от рециркулятора-облучателя в офисном помещении // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – №1 (62) – С. 125-130.
2. **Чубарь, Е. П.** Оценка акустической обстановки за пределами слышимого диапазона частот от персонального компьютера// Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 3 (58). – С. 91-94.
3. **Чубарь, Е. П.** Исследование и оценка уровней ультразвуковых колебаний бытовых приборов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 3 (56). – С. 62-65.
4. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 28.01.2021 N 2) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/573500115>.
5. **Финоченко, Т. А.** Методика и техническое обеспечение проведения экспериментальных исследований по определению шума на рабочих местах / М.В. Баланова, И.А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 1(46). – С. 5–7.
6. **Финоченко, Т. А.** Достойный труд - безопасный труд / Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2. – С. 5-6. – EDN YAKRTF.
7. **Яицков, И. А.** Экспериментальные исследования шума на рабочих местах локомотивных бригад тепловозов / И. А. Яицков, А. Н. Чукарин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 3(71). – С. 37–45. – EDN XZOVHV.
8. **Фролов, В. Э.** Теоретическое исследование шума на участках обкатки двигателей / В. Э. Фролов, И. А. Яицков, Т. А. Финоченко // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 10. – С. 111–115. – EDN RVBMQO.
9. **Яицков, И. А.** Идентификация производственных факторов, влияющих на условия труда работников локомотивных бригад тепловозов и мотовозов / И. А. Яицков, Т. А. Финоченко, А. Н. Чукарин // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4(47). – С. 79. – EDN YUQJWF.
10. **Баланова М. В.,** Финоченко Т. А., Яицков И. А. Методика и техническое обеспечение проведения экспериментальных исследований по определению шума на рабочих местах // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 1 (46). – С. 5–7.
11. **Яицков, И. А.** О расчете спектров вибраций и шума тонкостенных оболочек на примере капотов силовых установок и при абразивной обработке сварных швов кузовных конструкций локомотивов / И. А. Яицков, С. А. Раздорский // Современные фундаментальные и прикладные исследования. – 2017. – № 4-1(27). – С. 191–196.
12. **Яицков, И. А.** Теоретическое исследование воздушной составляющей шума силовых установок транспортных машин / И. А. Яицков // Интернет-журнал Науковедение. – 2017. – Т. 9, № 6. – С. 31.
13. **Яицков, И. А.** О расчете спектров вибраций и шума тонкостенных оболочек на примере капотов силовых установок и при абразивной обработке сварных швов кузовных

конструкций локомотивов / И. А. Яицков, С. А. Раздорский // Современные фундаментальные и прикладные исследования. – 2017. – № 4-1(27). – С. 191–196. – EDN YPBVGD.

14. **Назаретов, А. А.** Анализ акустических характеристик при шлифовании рельсов средствами малой механизации и снижение шума систем приводов рельсошлифовальных станков / А. А. Назаретов, И. А. Яицков, А. Н. Чукарин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 1(77). – С. 34–40. – EDN PEKQSY.

15. **Nabokov, A.** Theoretical research studies of regularities formation of acoustic characteristics for threading and spline shaft milling machine / A. Nabokov, I. Yaitskov, A. Chukarin // Akustika. – 2021. – Vol. 41. – P. 189–194. – DOI 10.36336/akustika20214189. – EDN NTVGGR.

16. **Назаретов, А. А.** Об уровнях виброакустических факторов условий труда на рабочих местах монтеров пути при шлифовании рельсов / А. А. Назаретов, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 4. – С. 85–87. – EDN DSQTJL.

E. P. Chubar

ANALYSIS OF THE ACOUSTIC ENVIRONMENT OUTSIDE THE AUDIBLE RANGE DURING OPERATION OF THE VENTILATION SYSTEM IN THE LABORATORY ROOM

Abstract. The article provides information on the use of ventilation systems in the laboratory. The use of ventilation for the purpose of improving the air of the working area is highlighted. The technical characteristics of the ventilation system under study are given. A description of the measurement methodology and assessment of the acoustic environment at the workplace of an employee of the laboratory for processing measurement data is given.

Keywords: supply and exhaust ventilation system, ultrasound, infrasound, control panel, acoustic environment.

For citation: Chubar, E. P. Analysis of the acoustic environment outside the audible range during operation of the ventilation system in the laboratory room / E. P. Chubar // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 132 – 137.

Сведения об авторах

Чубарь Евгения Петровна

Ростовский государственный университет
путей сообщения,
Кандидат технических наук,
научный сотрудник Научно-
производственного центра «Охрана труда»
e-mail: jeeeyn@mail.ru

Information about the authors

Chubar Evgeniia Petrovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Candidate of Technical Sciences,
Scientist The research-and-production center
"Labour safety",
e-mail: jeeeyn@mail.ru

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ, ТЯГА ПОЕЗДОВ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

УДК 629.45.46: 004 + 06

Ю. П. Булавин

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК В ЗАДАЧАХ КОНСТРУИРОВАНИЯ ВАГОНОВ НА PYTHON¹

Аннотация. Приведены теоретические сведения для проведения обработки и анализа данных экспертного оценивания задач вагоностроения. Представлена программная реализация процедур на языке Python.

Ключевые слова: карточка, эксперт, дельфи, компетентность, вариация, python, коэффициент, показатель, признак, pandas.

Для цитирования: Булавин, Ю. П. Реализация метода экспертных оценок в задачах конструирования вагонов на Python / Ю. П. Булавин // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1. – С. 138–142.

В практике вагоностроения часто появляются задачи, которые с трудом поддаются решению в основе которых лишь количественные показатели. В таких случаях прибегают к помощи различного рода экспертных методов, которые можно определить, как формальные и неформальные процессы принятия решений, основанные на обобщении опыта специалистов определенного профиля. Экспертные методы могут применяться на ранних стадиях проектирования – при постановке технического задания и технического предложения [1]. Алгоритм или этапы проведения экспертного оценивания показаны на рисунке 1, причем каждый этап предполагает определенные действия и допускается, что в случае неудовлетворительных результатов процедура повторяется с коррекцией ошибок [2].

Обычно процедуры включают в себя следующие действия.

Подготовка процедур: определение цели, формирование группы экспертов, составление сопроводительной документации, порядок проведения опроса.

Опрос экспертов: анализ документов и других материалов, оценку объектов.

Обработка результатов: подготовка исходных данных, выделение отдельных экспертов, оценка полноты исследования.

Анализ результатов: расчет итоговых оценок, ранжирование объектов, выявление доминирующих оценок.

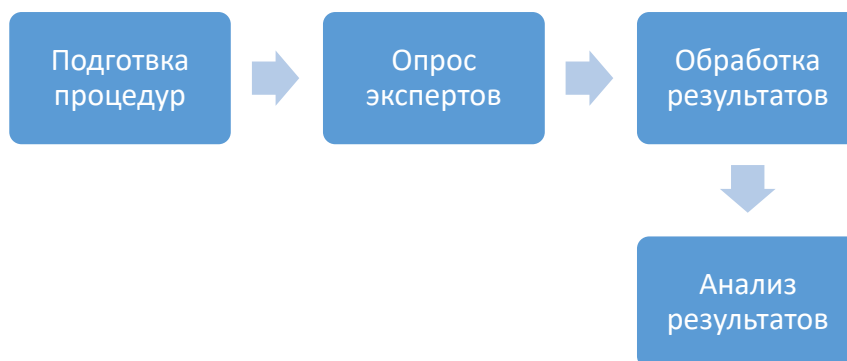


Рис. 1. Алгоритм экспертных процедур, основанный на методе Дельфи

¹Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 15-й юбилейной Международной научно-практической конференции «Перспективы развития локомотиво-, вагоностроения и технологии обслуживания подвижного состава».

Одним из важнейших этапов является подготовка процедур – уточнение целей исследования и формирование документов (анкет), полностью и однозначно отражающих суть проблемы. Весь набор показателей (признаков), предъявленных эксперту, оценивается им каким-либо количеством баллов. При этом оценки могут повторяться. Пример анкеты (карточки эксперта) показан на рисунке 2.

В данной работе рассматривается практическая реализация метода экспертных оценок в части обработки и анализа результатов. В качестве примера рассматривается экспертная оценка критериев для оптимизации крытого вагона.

КАРТОЧКА ЭКСПЕРТА
оценки критериев для оптимизации крытого вагона

№ п/п	Наименование критерия	Оценка
1	Минимальная стоимость металлоконструкции кузова.	2
2.	Комплектность внутреннего оборудования полная для людских перевозок	1
3.	Комплектность внутреннего оборудования минимальная для грузов	2
4.	Защищенность от вандализма и хищений.	4
9.	Масса тары	4
10.	Грузоподъемность.	4
11.	Грузовместимость- полезный объем	3
12.	Длина по осям сцепления	3
13.	Осевая нагрузка 23,5 т	3
14.	Осевая нагрузка 25 т	2

Рис. 2. Карточка эксперта (анкета)

Для анализа результатов оценки заносятся в итоговую матрицу (табл.), и затем проводится их статистическая обработка – определение коэффициента конкордации, дисперсии и среднего квадратического отклонения. В итоге, на основании экспертных оценок объекты исследования ранжируются по важности, выявляется степень согласованности экспертов при проставлении оценок и делается вывод о целесообразности какого-либо проектного решения.

Таблица

Пример таблицы итоговых оценок

Критерий Эксперт	1	2	...	j	...	m
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1m}
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2m}
...	...	...	...	...	...	...
i	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{im}
...	...	...	...	...	...	...
n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nj}	...	x_{nm}

В таблице n – количество опрошенных экспертов, m – число критериев (признаков), x_{ij} – оценка (ранг) j -го признака у i -го эксперта. Отметим, что данная таблица имеет формат, широко используемый в машинном обучении, когда признаки расположены в столбцах.

Кратко опишем процедуру выбора одного из параметров на основе анализа экспертных оценок по величине весового коэффициента, при этом в литературе часто

рассматривают транспонированную форму таблицы, что можно заметить в индексах и операциях суммирования формул.

Ответы экспертов анкетировуются и накапливаются в сводную таблицу исходных данных в виде оценок Q_{ij} , где i и j – порядковые номера экспертов и признаков. Число показателей n , число экспертов m .

Значение весового коэффициента j -го признака:

$$q_j = \frac{\sum_i q_{ij}}{\sum_i \sum_j q_{ij}}$$

где вес q_{ij} признака в системе остальных показателей, данных экспертом, будет равен

$$q_{ij} = \frac{Q_{ij}}{\sum_j Q_{ij}}$$

Коэффициенты компетентности представим следующим образом

$$E_{ij} = \frac{|Q_{ij} - M[Q_{ij}]|}{M[Q_{ij}]}$$

Средняя оценка экспертов по признакам

$$M[Q_{ij}] = \frac{1}{m} \sum_j Q_{ij}$$

Представим ниже практическую реализацию расчетов по приведенной выше методике.

Прежде всего следует подготовить данные к расчетам, если экспертов и анкет немного, например, в пределах десяти, то целесообразно выполнять расчет в табличном процессоре или в подобной программе. В этом случае процесс подготовки данных сведется к ручному вводу данных в таблицу 1, а обработка и анализ к принятым внутри программы механизмам.

Возможен вариант, когда экспертов и данных много, например, данные поступают через веб-форму в этом случае целесообразнее реализовать обработку на подходящем языке программирования, в нашем случае Python, который широко используется в задачах машинного обучения [3]

Для работы с табличными данными воспользуемся pandas [4]

import pandas **as** pd

Сохраним вид таблицы 1 в этом случае тестовая таблица выглядит следующим образом

```
df = pd.DataFrame({'A': [4, 5, 5], 'B': [2, 4, 2], 'C': [1, 2, 1], 'D': [3, 4, 2]})
```

Реальную таблицу достаточно представить, как показано на рисунке 3 и потом импортировать ее средствами pandas при этом именам столбцов можно назначить первую строку а индексам первый столбец.

	1	2	3	4	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	4	4	4	4	4	4	1	2	4	4	1	2	4
2	3	1	2	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	2
3	3	1	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4
4	2	1	2	4	4	4	3	3	3	2	4	4	4	3
5	3	2	3	2	4	4	3	2	3	2	3	3	2	1
6	4	2	2	3	3	3	3	2	1	1	4	4	1	2
7	2	1	3	4	4	4	1	4	3	2	2	2	1	1
8	4	1	1	2	4	4	3	2	4	2	4	4	1	3

Рис. 3. Данные экспертов для импорта pandas

Тогда формулы, приведенные выше, в python напишем следующим образом.

Коэффициент компетентности

```
M = df.mean(axis=0)
```

```
E = (df - M).abs()/M
```

```
print("коэффициент компетентности E")
```

```
pprint(E)
```

Коэффициент вариации

```
variance = df.var(axis=0)
```

```
print("коэффициент вариации")
```

```
pprint(variance)
```

Вес признака

```
feature_weight = df.T/df.sum(axis=1)
```

```
print("вес показателя")
```

```
print(feature_weight.T)
```

Весовой коэффициент признака

```
print("весовой коэффициент показателя")
```

```
feature_weight_2 = feature_weight.T.sum()/feature_weight.T.sum().sum()
```

```
print(feature_weight_2.T)
```

Относительные весовые показатели [5]

```
print("определение относительных весов объектов")
```

```
w_ij = (df.div(df.sum(axis=1), axis=0)).sum(axis=0)/df.shape[0]
```

```
print(w_ij)
```

В работе представлена реализация методики расчета показателей в экспертном оценивании при решении задач конструирования вагонов на языке Python с использованием pandas. Показано, что несмотря на использование индексов в исходных формулах в программном коде можно обойтись без циклов и использовать векторные операции. В дополнение к указанным выше выражениям используют коэффициент конкордации как меру согласованности мнений экспертов [2, 5]. В [2] предлагается дополнительно оценивать значимость найденных характеристик, в частности, коэффициента конкордации используя критерий Фишера. Предложенный подход с использованием Python и pandas позволяет достаточно просто и без значительных временных затрат дополнять расчеты в зависимости от поставленных задач.

Библиографический список

1. Ворон, О. А. Использование метода актуализации технических решений для создания модели функционального взаимодействия систем автономного рефрижераторного вагона / О. А. Ворон // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 2(82). – С. 86–94. – DOI 10.46973/0201-727X_2021_2_86. – EDN NRMHES.

2. Надежность и эффективность в технике: справочник в 10 т. / редсовет: В. С. Авдудевский, акад. АН СССР (пред.) [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1986-1990. Т. 7: Качество и надежность в производстве. Т. 7 / [И. В. Апполонов и др.]; под ред. И. В. Апполонова. –989. –280 с.: ил.

3. Булавин, Ю. П. Функциональный стиль в SCIKIT-LEARN и AutoML TPOT / Ю. П. Булавин, П. Ю. Коновалов // Цифровые инфокоммуникационные технологии: Сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции, посвященная 40-летию факультета "Информационные технологии управления" и 50-летию кафедры "Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте", Ростов-на-Дону, 16 декабря 2022 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 115–119. – EDN JTMOVQ.

4. McKinney, W. Data Structures for Statistical Computing in Python / W. McKinney // Proceedings of the 9th Python in Science Conference / ред. S. van der Walt, J. Millman. – 2010. – С. 56–61.

5. Данелян, Т. Я. Формальные методы экспертных оценок / Т. Я. Данелян // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2015. – № 1. – С. 183–187. – EDN TQJPJL.

Y. P. Bulavin

IMPLEMENTATION OF THE EXPERT ASSESSMENT METHOD IN PROBLEMS OF WAGON CONSTRUCTION IN PYTHON

Abstract. Theoretical information is provided for the processing and analysis of expert assessment data for wagon building tasks. A software implementation of procedures in Python is presented.

Keywords: card, expert, delphi, competence, variation, python, coefficient, indicator, feature, pandas.

For citation: Bulavin, Y. P. Implementation of the expert assessment method in problems of wagon construction in Python / Y. P. Bulavin // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 1. – P. 138–142.

Сведения об авторах

Булавин Юрий Павлович

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»,
кандидат технических наук,
доцент,
e-mail: i@ibulavin.ru

Information about the authors

Bulavin Yurii Pavlovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Car and Car Economy»,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
e-mail: i@ibulavin.ru

УДК 629.45.004.69 + 06

О. А. Ворон, В. И. Диордиев, В. С. Смыкалин

**АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ МОДЕЛЕЙ
61-4516/4517/4529 (СОЧЛЕНЕННЫЙ СЦЕП) ВЫПУСКА 2022-23 ГГ**

Аннотация. В данной статье рассмотрены вагоны моделей 61-4516/4517/4529, имеющие особенное исполнение в виде сцепов (двухвагонный сцеп). В ходе изучения определены четыре основные группы проблемных систем и оборудования: установка кондиционирования воздуха, электрооборудование, внутреннее оборудование и экологически-чистые туалетные комплексы. Проведен анализ работоспособности оборудования и получены статистические данные о выявленных в них неисправностях и отказах во время эксплуатации вагонов.

Ключевые слова: сочлененные вагоны 45 серии, двухвагонный сцеп, вагон «Слейв», вагон «Мастер», установка кондиционирования воздуха, электрооборудование, внутреннее оборудование, экологически-чистые туалетные комплексы

Для цитирования: Ворон, О. А. Анализ работоспособности систем жизнеобеспечения пассажирских вагонов моделей 61-4516/4517/4529 (сочлененный сцеп) выпуска 2022-23 гг. / О. А. Ворон, В. И. Диордиев, В. С. Смыкалин // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1. – С. 143–146.

В последнее время на железных дорогах России отмечается стойкая положительная динамика объемов перевозок пассажиров. Стратегия развития пассажирских перевозок направлена на обеспечение транспортной подвижности населения в условиях ограничения авиасообщения части регионов страны и направлена на приобретение новых вагонов и модернизацию подвижного состава. Парк Компании пополнили 325 современных одноэтажных вагонов (в том числе и сочлененных) и 108 двухэтажных. Поставляемый подвижной состав оборудован всем необходимым для комфортной поездки.

Северо-Кавказский филиал АО «Федеральная пассажирская компания» за последние два года ощутил существенное увеличение пассажиропотока, вызванное повышением спроса из-за закрытия аэропортов Южного региона и повышением курортной активности населения в направлениях Сочи, Кавказские Минеральные Воды и Новороссийск.

В период массовых летних перевозок 2023 года на базе Вагонного участка Ростов – структурное подразделение Северо-Кавказского филиала АО ФПК была произведена подконтрольная эксплуатация вновь поступившего парка вагонов моделей 61-4516/4517/4529, имеющих особенное исполнение в виде сцепов (двухвагонный сцеп). В данный период производился непосредственный контроль и наблюдение за работой основных систем жизнеобеспечения, электрооборудования, IT-оборудования.

Поскольку модельный ряд вагонов 45 серии производства Тверского вагоностроительного завода (ТВЗ) претерпел множество изменений, то следует обозначить два существующих исполнения двухвагонных сцепов – выпуска до конца 2022 года и 2023 года. Характерным отличием этих исполнений является наличие импортозамещенного микропроцессорного оборудования, используемого в системах управления, диагностики и отражения информации.

Для фиксации конкретных неисправностей этих вагонов использовалась информация, заносимая в журнал учетной формы ВУ-8 лично одним из авторов. В ходе проведения анализа и подведения статистических данных о выявленных неисправностях и замечаниях во время эксплуатации было принято решение условно выделить 4 основные группы исследуемых систем жизнеобеспечения: установка кондиционирования воздуха (УКВ), система энергоснабжения и электрооборудование, экологически-чистые туалетные комплексы и внутреннее оборудование.

Подводя итоги эксплуатации УКВ моделей УКВ ПВ исп. 7ВГЕ и УКВ ПВ исп. 7ГЕ, подавляющее большинство выявленных замечаний касается некорректной настройки реле времени 4КТ15 и 4КТ12 – 70% случаев (условные обозначения элементов согласно принципиальной электрической схеме). Так же довольно часто встречались случаи некорректных показаний датчиков давления хладагента и температуры воздуха, сбои в работе логических схем автоматического управления УКВ и срабатывания защиты приточного вентилятора – 30%.

При эксплуатации электрооборудования вагонов-сцепов в целом обнаружены массовые проблемы с протяжкой контактных соединений (вопрос монтажа электроштитов), залипание реле и контакторов (некачественное их изготовление), что заметно сказывается на эксплуатации данного оборудования. Подавляющее большинство проблем в эксплуатации электрооборудования касается автоматического управления электропотребителями, их логические схемы, работа системы контроля, диагностики и управления – СКДУ (СВУСВ) – 60%, что отражается на эксплуатации систем жизнеобеспечения вагона, поддержания необходимого температурного режима, режима освещенности, работе потребителей и тд. Так же в ходе подконтрольной эксплуатации замечены нюансы в эксплуатации и обслуживании внутренних и боковых тамбурных дверей производства ПФ КМТ (ГК КСК), а именно частые заедания, перекося и выход из строя привода сдвижных дверей, необходимость перепрошивки программного обеспечения. В процессе эксплуатации и обслуживания так же столкнулись с дефицитом блоков управления (БУ) на боковые тамбурные двери. У вагонов «импортозамещенной» версии 2023 года в ходе замены оборудования, в частности, УПСПТ на аналог – КПСПВ выявлены массовые отказы датчиков дыма, ложные срабатывания «ПОЖАР» и неисправности извещателей. В ходе эксплуатации новой системы ВСКД (взамен СКУДОПП) обнаружены частые отказы программатора карт доступа в купе, отказы блоков ВСКД и самопроизвольное блокирование дверей. В системе энергоснабжения вагонов «Слейв» (без купе отдыха проводника и электрошита) выявлены частые сбои в работе блока управления электроснабжением вагона (БУЭВ-Г), а именно «не включение» (отсутствие индикации работы генератора и переключения питания сети вагона) генератора в цепь электроснабжения. Схема расположения оборудования и Статистика неисправностей представлена на рисунке (Рис.1).

Заводом-изготовителем согласно руководству по эксплуатации на вагоны моделей 61-4516, 61-4517, 61-4529 в качестве ЭЧТК (ЭЧТС) устанавливаются системы ТК-02 и Экотол-ВАК, однако у образцов подконтрольной эксплуатации присутствуют только системы ТК-02. В ходе эксплуатации и обслуживания этой системы выявлены сбои, касающиеся ложной индикации ошибок на блоках управления (БУ) и ложная занятость туалетных помещений.

Во внутреннем оборудовании в ходе эксплуатации выявлены неудобства в обслуживании бесконтактных кранов, системы слива, раковин из-за неудачной конструкции трехгранных замков и технологических люков (ниш) для обслуживания туалетного помещения и его оборудования. Так же неоднократно наблюдалось разрушение крепления нижних купейных полок и крепления столиков в купе.

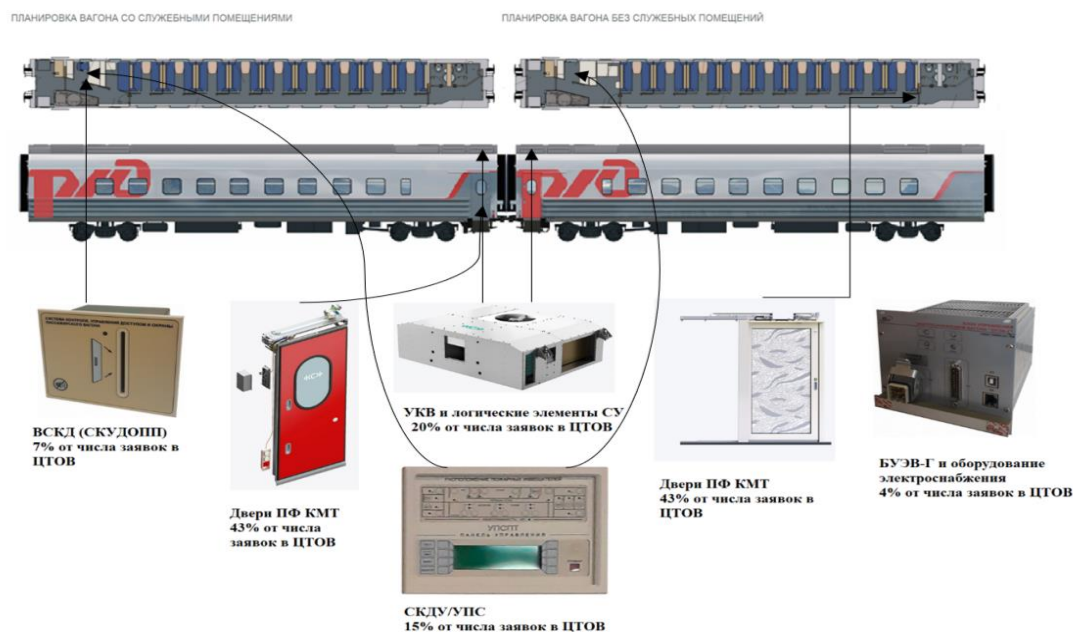


Рис.1. Схема расположения оборудования и статистика выявленных неисправностей

Таким образом, в ходе подконтрольной эксплуатации вагонов 45 серии 2022 и 2023 г.г. выпуска обнаружен ряд часто выявляемых неисправностей внутреннего оборудования, систем жизнеобеспечения и электрооборудования. Вышеприведенные факты и представленные результаты свидетельствуют о необходимости проведения системного анализа и доработки конструкции отдельных узлов и систем этих моделей пассажирских вагонов.

Библиографический список

1. А.Н. Скачков, С.Л. Самошкин, М.А. Кружинов, С.А. Горин. Анализ отдельных результатов эксплуатации двухэтажных пассажирских вагонов // Проблемы и перспективы развития вагоностроения: материалы VII Всероссийской науч.-практ. конф. (8 апреля 2016 г., г. Брянск) [Текст] / под. ред. В.В. Кобищанова. – Брянск: БГТУ, 2016. – с.129-132
2. Прокофьев, М.Н. Перспективы транспортного коридора «Север-Юг» / М.Н. Прокофьев, М.М. у. Тохиров // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17, № 5(84). – С. 200-213. – DOI 10.30932/1992-3252-2019-17-5-200-213.
3. Грузоперевозки. В 2023 году «Евразийский агроэкспресс» перевёз 450 тыс. тонн продукции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gudok.ru/news/?ID=1656643> (дата обращения 31.01.2024 г).
4. Сакульева, Т. Н. Проблемы и перспективы развития транспортного коридора «Транссиб» / Т. Н. Сакульева, Н. С. Матвеева // Вестник транспорта. - 2014.- № 11. - С. 8-15.

O. A. Voron, V. I. Diordiev, V. S. Smykalin

ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF LIFE SUPPORT SYSTEMS OF PASSENGER CAR MODELS

61-4516/4517/4529 (ARTICULATE CLUTCH) 2022-23 RELEASE

Abstract. This article discusses cars of models 61-4516/4517/4529, which have a special design in the form of couplings (two-car coupling). During the study, 4 main

groups of systems and equipment were identified: air conditioning unit, electrical equipment, internal equipment and environmentally friendly toilet complexes (systems). An analysis of the systems and equipment data was carried out and statistical data was obtained on the faults and comments identified in them during the operation of the cars. Weaknesses in the design of the cars were also identified, requiring more detailed study and changes.

Keywords: 45 series cars, two-car coupler, air conditioning unit, electrical equipment, internal equipment, environmentally friendly toilet complexes

For citation: Voron, O. A. Analysis of the performance of life support systems for passenger cars of models 61-4516/4517/4529 (articulated coupling) produced in 2022-23 release / O. A. Voron, V. I. Diordiev, V. S. Smykalin // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya.. – 2024. – No. 2. – P. 1439 – 146.

Сведения об авторах

Ворон Олег Андреевич

Ростовский государственный
университет путей сообщения (РГУПС)
Заведующий кафедрой «Вагоны и
вагонное хозяйство»,
доктор технических наук, доцент
e-mail: rgups_voron@mail.ru

Смыкалин Валерий Сергеевич

Ростовский государственный
университет путей сообщения (РГУПС)
Студент кафедры «Вагоны и вагонное
хозяйство», группы МПС-3-713

Диордиев Василий Игоревич

Ростовский государственный
университет путей сообщения (РГУПС)
Доцент кафедры «Вагоны и вагонное
хозяйство»

Information about the authors

Voron Oleg Andreyevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chief of the Department “Car and car facilities”,
Doctor of Technical Sciences, Associate
Professor
e-mail: rgups_voron@mail.ru

Smykalin Valery Sergeevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Student of the Department of “Wagons
and Carriage Facilities”,
group MPS-3-713

Diordiev Vasily Igorevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Associate Professor of the Department of “Car and
car facilities”

УДК 656.073.27

*О. А. Ворон, А. А. Патенян, А. С. Долгополов, П. В. Сколов, М. Д. Домани***ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ В МТК «СЕВЕР- ЮГ»**

Аннотация. Представлен анализ инновационного подвижного состава для транспортировки скоропортящихся грузов. Рассмотрены основные технические параметры изотермических вагонов и скоростных фитинговых платформ, проанализированы тенденции развития холодильной транспортной инфраструктуры с учётом меняющихся требований законодательства и экологических норм.

Ключевые слова изотермический подвижной состав, срок доставки, ускоренные контейнерные поезда, международный транспортный коридор, пункт экипировки, энергохолодильное оборудование, логистический терминал, пункт технического обслуживания, транспортно-логистические центры.

Для цитирования: Перспективы использования инновационного подвижного состава для скоропортящихся грузов в МТК «СЕВЕР- ЮГ» / О. А. Ворон, А. А. Патенян, А. С. Долгополов и [и др.] // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 147–153.

Непрерывная холодильная цепь - это объединение различных холодильных технологий, а также технических средств и организационных стратегий, необходимых для поддержания оптимальных условий хранения и перевозки охлажденных или замороженных товаров. Этот совокупный набор включает в себя многообразные элементы, такие как охлаждающие системы на этапе сбора сырья, промышленные холодильные установки для обработки, специализированные рефрижераторы для транспортировки, охлаждаемые пункты распределения, коммерческое холодильное оборудование и бытовые холодильники для домашних хозяйств [1].

За последнее время требования к российской системе холодильного транспорта, и в первую очередь к логистике рефрижераторных грузов, существенно изменились, она продолжает трансформироваться, подстраиваясь под изменяющиеся экономические условия (санкции) и геополитические факторы развития международных транспортных коридоров. В рамках обеспечения продовольственной безопасности стратегия российского правительства в сфере снабжения населения продуктами питания предусматривает строительство крупных холодильных комплексов и государственную поддержку динамично развивающихся логистических компаний с инновационными путями развития.

Обеспечение безопасности и качества скоропортящейся продукции основывается на стабильности температурно-влажностных режимов в холодильной цепи. Все участники оборота скоропортящихся товаров несут свою долю ответственности за этот процесс. Главное в этой цепи - обеспечение единых режимов хранения продукции во всех ее звеньях.

Один из примеров продолжительной холодильной цепи может быть международный транспортный коридор "Север-Юг", который соединяет РФ с государствами Закавказья, Каспийского региона, Ираном, странами Южной Азии и Персидского залива. Среднее расстояние перевозки в транспортном коридоре оценивается в 4-5 тыс. км. [3] Западная ветвь коридора – это прямое железнодорожное сообщение через

ЖДПП Самур (Россия) – Ялама (Азербайджан) и между странами Центральной Азии и Закавказья, с дальнейшим выходом на железнодорожную сеть Ирана через ЖДПП Астара (Азербайджан) – Астара (Иран). Еще одним новым маршрутом с новыми логистическими технологиями стало появление «Агроэкспресса» [7].

По данным «РЖД Логистики» (ключевой мультимодальный оператор проекта с российской стороны) основными направлениями проекта стали Российская Федерация и страны ЕАЭС – Китай и МТК Север – Юг.

В апреле 2023 года Китай снял ограничения на импорт продовольственных грузов из стран ЕАЭС, связанные с пандемией COVID-19. Были предприняты дополнительные усилия для обеспечения возможности транспортировки рефрижераторными контейнерами мясной продукции в китайские провинции через железнодорожные пункты пропуска в режиме таможенного транзита с последующим таможенным оформлением на местах назначения. Эти меры способствовали перевозке более 450 тыс. тонн агропродукции через "Евразийский агроэкспресс" в течение 2023 года, включая более 215 тыс. тонн товаров, требующих специального температурного режима. [7].

Для ускорения движения и сокращения срока доставки СПГ актуально использование новых типов скоростных фитинговых платформ для крупнотоннажных рефрижераторных контейнеров.

Важной задачей становится создание инновационного ИПС, эксплуатируемого в режиме «безлюдных» технологий и отвечающего требованиям рынка транспортных услуг для СПГ. Расширение допускаемой номенклатуры перевозимых СПГ, совершенствование технических характеристик за счет применения в его конструкции новых конструктивных решений и технологий в области транспортного машиностроения и информационных технологий позволит операторским компаниям более активно включиться в борьбу и занять более конкурентоспособное место на рынке перевозок СПГ [1].

Целесообразно рассмотрение следующих типов разработанного подвижного состава для перевозок СПГ, прошедших сертификацию и готовящихся к серийному выпуску:

- изотермические вагоны-термосы и автономные рефрижераторные вагоны (АРВ) с различными типами тележек с осевой нагрузкой 23,5 и 25 т для скоростей до 120 км/ч;
- фитинговые скоростные платформы для крупнотоннажных рефрижераторных контейнеров (КРК) с осевой нагрузкой от 17 до 20 т для скоростей 140 км/ч.

В 2023 году на Северо-Кавказской железной дороге уже прошла подконтрольная эксплуатация скоростных фитинговых платформ в составе ускоренного контейнерного поезда с возможностью перевозки всех типов контейнеров, в том числе с перспективной предельной массой 36 т.

Реализация заложенных технических решений в новых типах грузовых вагонов позволит приступить к поэтапному внедрению цифровых технологий в области грузовых вагонов («умный вагон») и формирования грузовых поездов в целом («умный поезд») с решением задач по контролю состояния подвижного состава и контейнерно-контрейлерных грузов.

В опытных перевозках с локомотивом 2ЭС5К «Ермак» были достигнуты скорости до 120 км/ч в направлении на Новороссийск. Скоростные платформы, разработанные ВНИКТИ, имеют две модификации- на двухосных и на трехосных тележках. Тележки сварной конструкции с допускаемой осевой нагрузкой 17-20 т. В ближайших планах РЖД стоят задачи подготовки предложений по формированию нормативной базы для обеспечения грузовых перевозок со скоростями до 140 км/ч на существующей инфраструктуре.

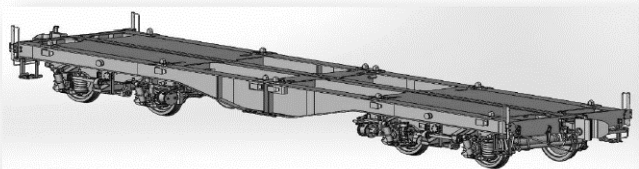
Техническое состояние цифрового вагона-платформы контролируется анализом состояния основных узлов вагона. Основными являются дефекты на поверхности катания

колес, нагрев буксовых подшипников, герметичность тормозных магистралей, состояние пломб контейнера.

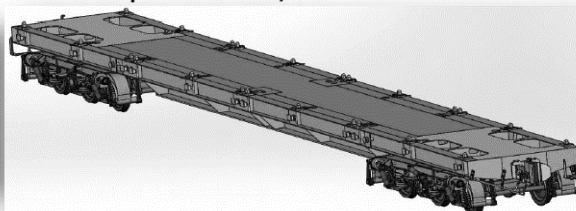
Анализ новых разработок изотермического состава показывает, что в области производства изотермического подвижного состава (ИПС) впервые появилась конкурентная среда среди четырех вагоностроительных компаний - НПК УВЗ (г.Нижний Тагил), РМ Рейл (г.Рузаевка), АО «Алтайвагон (г. Новоалтайск) и “Cool Infinity” (г.Петропавловск, Казахстан). Операторы подвижного состава и логистические компании сделали свой выбор в пользу одиночных вагонов-термосов, автономным рефрижераторным вагонам и крупнотоннажным рефрижераторным контейнерам. При выборе холодильного оборудования клиентам предлагаются моноблочные транспортные холодильные установки с дизель-генераторной установкой и герметичным или полугерметичным холодильным компрессором. В этой связи при организации их эксплуатации необходимо учитывать месторасположение фирменных сервисных центров специализированного холодильного оборудования и готовность компаний – производителей транспортных холодильных машин расширять полигон их работы.

Технические решения по реализации технических требований к вагон-платформам для транзитных контейнерных перевозок

Четырехосный вагон-платформа для перевозки контейнеров 45/40/20 футов со скоростью 140 км/ч



Шестиосный вагон-платформа для перевозки контейнеров 53/45/40/20 футов со скоростью 140 км/ч



Тип тележки	Сварной конструкции с люлочным подвешиванием	
Длина вагона по осям автосцепки, мм	14700	26300
Эксплуатационная (конструкционная) скорость, км/ч	140	140
Грузоподъемность, т	40	75
Нагрузка на ось, тс	17	20
Количество вагонов в поезде длиной 1050 м	68	38



Дженсет – навесная дизель-генераторная установка
 объем бака - 492 литра;
 вес (экипированный с топливом и батареей) - 1223 кг;
 расход топлива - 2,5-3,5 литра в час;
 периодичность обслуживания - 3000 моточасов или 1 раз в год



Рис.1. Модификации скоростных фитинговых платформ разработки ВНИКТИ

а) четырехосная платформа для перевозки контейнеров длиной 45/40/20 футов, б) шестиосная платформа для перевозки контейнеров длиной 53/45/40/20 футов на тележках модели 18-6731

Таблица

Основные технические характеристики скоростных фитинговых платформ

Параметры	Четырехосная платформа	Шестиосная платформа
Длина по осям автосцепки, мм	14 700	26 300
Эксплуатационная (конструкционная) скорость, км/ч	140	140
Грузоподъемность, т	40	75
Нагрузка на ось, т	17	20
Количество вагонов в контейнерном поезде, шт.	68	38

Максимальный вес контейнерного поезда, т

4000

4000

Новые серии изотермических вагонов должны строиться по принципу базового вагонокомплекта, что позволит быстро создавать, сертифицировать и запускать в производство новые модификации, созданные в соответствии с требованиями заказчиков. В частности, уже сейчас целесообразно рассмотреть варианты создания новых для российских железных дорог рефрижераторных вагонов на базе багажных - для скоростной доставки дорогостоящих СПГ.

В будущем новая базовая платформа может быть положена в основу почтово-багажных поездов постоянного формирования – составов с различными вариантами климатического и энергосилового оборудования. Например, централизованным энергоснабжением (подвагонные генераторы будут заменяться единой высоковольтной шиной и статическими преобразователями), вагоном дизель-электростанцией или контейнерным модулем с дизель-генераторным агрегатом. В существующем варианте при использовании стандартных люлечных тележек с осевой нагрузкой 18 т такие вагоны имеют скромные показатели по грузоподъемности. Однако с среди ранее выполненных разработок ЦКБ ТМ может быть использована грузопассажирская тележка модели 68-9953 с осевой нагрузкой 22 т и с скоростью 140 км/ч. Она разработана по заказу «Желдорэкспедиции» для багажных вагонов и конструкция подобна по сути хорошо известной тележке КВЗ-ЦНИИ 2 типа, но только с подрессорной балкой. Общий вид тележки 68-9953 показан на рисунке 2.

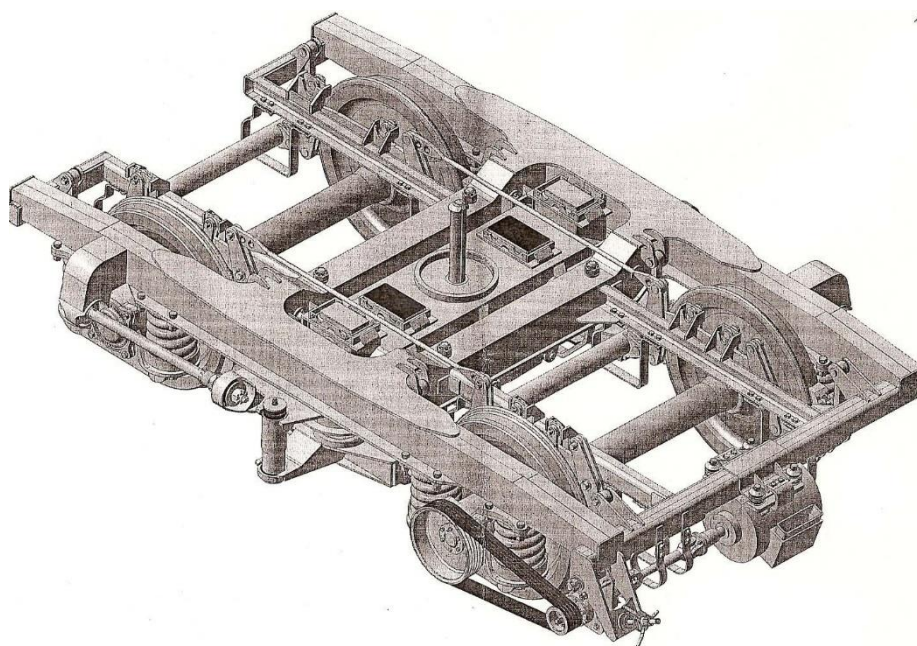


Рис. 2. Общий вид тележки 68-9953

Ее отличительными особенностями являются усиленная сварная рама и надрессорная балка, имеющая две пары скользунов. Кроме этого центральный рессорный комплект устанавливается в сварной подрессорной балке, которая поддерживается четырьмя подвесками (по типу люлечного подвешивания тележки КВЗ-И2). Гашение колебаний осуществляется парой вертикальных гидравлических гасителей, что потребовало изменения конструкции кронштейна крепления поводка.

В условиях неразвитой железнодорожной инфраструктуры на таком продолжительном маршруте неизбежны поломки энергетического и холодильного оборудования. В случае невозможности быстрого исправления неисправностей возможна и порча продукции. В процессе транспортировки скоропортящихся товаров в рамках

холодильной цепи, начиная от момента производства и до момента продажи, происходит уменьшение массы продукции. Этот процесс зависит от характеристик товара, способа его производства, количества этапов и операций перегрузки, разнообразия транспортных средств, а также от степени контроля над необходимыми параметрами окружающей среды и самим продуктом [3]. Для снижения ущерба от подобных рисков рассматривается возможность организации нескольких мультимодальных перегрузочных складов рассматриваемого вдоль транспортного коридора [4, 5].

Склады с постоянной температурой от +5 до –30 °С (в соответствии с действующим СНиП 2.11.02-87 диапазон указывается от +12 до –30 °С в камерах хранения и не выше +10 до –12 °С в зоне экспедиции и погрузки-разгрузки) предназначены для хранения разных видов продукции (пищевая, сельскохозяйственная, фармацевтическая и другие), как на временном и на длительном промежутке времени. Эти склады разрабатываются и строятся с системой регулируемого хладоснабжения, которая учитывает уникальные требования, свойственные исключительно этим объектам.

Такой склад вместимостью около 80 европаллет может стать небольшим перевалочным пунктом на пути доставки скоропортящихся грузов, и снизить риски от снижения или потерь перевозимой продукции.

Чтобы улучшить сохранность и качество производимой продукции, в РФ следует значительно расширить число транспортно-логистических центров, в том числе оборудованных складами с охлаждаемыми помещениями, железнодорожными путями и кранами-подъемниками для перемещения крупногабаритных контейнеров типов 1А и 1С разных модификаций. Учитывая, что мультимодальные грузовые центры предоставляют широкий спектр услуг по обработке грузов, развитие железнодорожной инфраструктуры для перевозки и контроля скоропортящихся товаров через эти центры, расположенные на международных транспортных маршрутах, представляется целесообразным [6,7].

Для дополнительного привлечения железнодорожного транспорта к перевозкам высокодоходных скоропортящихся грузов необходимы восстановление и адаптация инфраструктуры составляющих элементов НХЦ на основных маршрутах перевозок, актуальных в настоящее время и в ближайшей перспективе. В частности, предлагается проведение модернизации и реконструкции для восстановления ранее имеющейся инфраструктуры рефрижераторного вагонного депо (экипировка и техническое обслуживание) на станции Тихорецкая Северо-Кавказской железной дороге.

Библиографический список

1. **Андреев, С. П.** Холодильная цепь – основа качества скоропортящихся продуктов / С. П. Андреев // Переработка молока. – 2014. – № 9 (179). – С. 30-34.
2. **Прокофьев, М. Н.** Перспективы транспортного коридора «Север-Юг» / М. Н. Прокофьев, М. М. у. Тохиров // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17, № 5(84). – С. 200-213. – DOI 10.30932/1992-3252-2019-17-5-200-213.
3. **Корешков, В. Н.** Потери массы мяса при движении в холодильной цепи / В. Н. Корешков // Мясные технологии. – 2013. – № 2 (122). – С. 40-43.
4. **Ворон, О. А.** Методология исследования потребностей развития транспортной инфраструктуры и подвижного состава для перевозок скоропортящихся грузов / О. А. Ворон // Мир транспорта. – 2021. – Т. 19, № 3 (94). – С. 6-15. – DOI 10.30932/1992-3252-2021-19-3-1.
5. **Ворон, О. А.** Методология развития инновационного изотермического подвижного состава в транспортной системе страны : специальность 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Ворон Олег Андреевич, 2022. – 401 с.

6. **Ворон, О. А.** Возможности совершенствования транспортно-логистической инфраструктуры в составе непрерывной холодильной цепи на западном направлении международного транспортного коридора «Север-Юг» / О. А. Ворон, Р. Р. Алескеров // Сборник научных трудов VIII международной НПК «Транспорт и логистика: технологии устойчивого развития», Рост. гос. ун-т. путей сообщения. Ростов н/Д, 2024.-с.63-67- 441 с. ISBN 978-5-907815-05-6

7. Грузоперевозки. В 2023 году «Евразийский агроэкспресс» перевёз 450 тыс. тонн продукции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gudok.ru/news/?ID=1656643> (дата обращения 31.01.2024 г).

O. A. Voron, A. A. Patenyan, A. S. Dolgoplov, P. V. Skolov, M. D. Domani

PROSPECTS FOR THE USE OF INNOVATIVE ROLLING STOCK FOR PERISHABLE CARGO IN THE NORTH-SOUTH ITC

Annotation: The analysis of innovative rolling stock for the transportation of perishable goods is presented. The main technical parameters of insulated wagons and high-speed fitting platforms are considered, and development trends in refrigerated transport infrastructure are analyzed, taking into account changing legal requirements and environmental standards.

Keywords: insulated rolling stock, delivery time, accelerated container trains, international transport corridor, equipment point, energy refrigeration equipment, logistics terminal, maintenance point, transportation and logistics centers.

For citation: Prospects for the use of innovative rolling stock for perishable goods in the NORTH-SOUTH ITC / O. A. Voron, A. A. Patenyan, A. S. Dolgoplov [et al.] // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – No. 2. – P. 147–153.

Сведения об авторах

Ворон Олег Андреевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС)
Заведующий кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство»,
доктор технических наук, доцент
e-mail: rgups_voron@mail.ru

Патенян Александра Аркадьевна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС)
e-mail: alexandrite96@rambler.ru

Долгополов Андрей Сергеевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС)
аспирант кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»
ООО «ИНГЕНИУМ», ведущий инженер-проектировщик
e-mail: deko61@ya.ru

Information about the authors

Voron Oleg Andreyevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chief of the Department “Car and car facilities”, Doctor of Technical Sciences,
Associate Professor
e-mail: rgups_voron@mail.ru

Patenyan Alexandra Arkadyevna

Rostov State Transport University (RSTU),
e-mail: alexandrite96@rambler.ru

Dolgoplov Andrei Sergeevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Postgraduate student of the Department of “Car and car facilities”
«INGENIUM» LLC, Leading design engineer
e-mail: deko61@ya.ru

Сколов Андрей Викторович

ООО «Лекма Холод»

Исполнительный директор.

e-mail: skolov@lekmaholod.ru

Skolov Andrey Viktorovich

Lekma Kholod LLC,

Executive Director

e-mail: skolov@lekmaholod.ru

Домани Марта Дмитриевна

Российский университет транспорта,

Институт управления и цифровых

технологий, студент

e-mail: martadomani@mail.ru

Domani Marta Dmitryevna

Russian University Of Transport (MIIT),

Department of logistics transport systems and
technologies, student

e-mail: martadomani@mail.ru

УДК 621.3.025 + 06

Б. Е. Дынькин

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ РЕЛЕЙНЫМИ ЗАЩИТАМИ ТЯГОВЫХ СЕТЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Аннотация. Приведены результаты анализа работы защит и предложены пути их совершенствования с целью повышения селективности и точности измерений за счет введения измерений со стороны всех источников питания

Ключевые слова: тяговая сеть, короткое замыкание, релейная защита, селективность, надежность функционирования

Для цитирования: Дынькин, Б. Е. Повышение точности измерений параметров коротких замыканий релейными защитами тяговых сетей переменного тока / Б. Е. Дынькин // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – Р. 154–158.

Очевидно, что надежность системы тягового электроснабжения зависит как от надежности собственно СТЭ, так и от действия РЗ.

Целью данной работы является рассмотрение принципов совершенствования РЗ, обеспечивающих точное определение места КЗ, расстояния до места КЗ, определение места расположения ЭПС, на котором произошло КЗ с учетом трех аспектов работы ТС, влияющих на исследуемый вопрос.

Первый аспект работы РЗ определяется тем, что характер изменения, измеряемого защитами сопротивления, является нелинейным, в то время как в расчетах уставок РЗ и при настройке устройств определения мест повреждения (ОМП) применяется линейная зависимость. Это также к снижению точности измерения параметров КЗ [1].

Второй аспект заключается в наличии переходного сопротивления в точке КЗ, через которое протекают токи от всех источников, питающих межподстанционную зону. Учитывая, что в общем случае напряжения двух тяговых подстанций (ТПС), питающих зону, отличаются по фазе, это переходное сопротивление воспринимается защитами как комплексное, а величина его превышает в несколько раз аналогичное сопротивление при одностороннем питании [1, 2].

Третий аспект работы РЗ, который требует совершенствования защит, заключается в том, что наблюдаются случаи отключения защит одной из тяговых подстанций (ТПС). Защиты смежной ТПС или поста секционирования (ПС) ведут себя по-разному, срабатывают или не срабатывают. После подачи напряжения в КС через некоторое время опять следует отключение контактной сети. На ТПС в этих режимах фиксируют токи в несколько кА, что по величине соответствует режиму короткого замыкания (КЗ). Визуально, при осмотре КС, никаких повреждений не обнаруживается. Таким образом не ясно, где именно, в КС или на ЭПС произошло устойчивое или неустойчивое повреждение.

В [2] было показано, что в ряде случаев при коротких замыканиях (КЗ) в тяговой сети (ТС) или на электроподвижном составе (ЭПС) отличить эти повреждения друг от друга применяемыми средствами релейной защиты (РЗ) практически невозможно, что затрудняет поиск повреждения и существенно увеличивает время восстановления отказавшего элемента.

Рассмотрим эти режимы для схемы питания ЭПС от КС переменного тока (рис. 1) для с двухпутного участка длиной 50 км. С постом секционирования (ПС) в середине зоны.

где $Z_A=2(Z_{C1}+Z_{T1})$, $Z_B=2(Z_{C2}+Z_{T2})$.

Учитывая, что токи между тяговыми подстанциями распределяются независимо от количества и места расположения постов секционирования [5] получим соответственно для левой и правой ТПС

$$\dot{C}' = \frac{2(Z_{C1} + Z_{T2}) + 0,5Z_{22}(l_{\Phi} - l_K)}{2(Z_{C1} + Z_{T1} + Z_{C2} + Z_{T2}) + 0,5Z_{22}l_{\Phi}}; \quad \dot{C}'' = \frac{2(Z_{C1} + Z_{T1}) + 0,5Z_{22}l_K}{2(Z_{K1} + Z_{T1} + Z_{K2} + Z_{T2}) + 0,5Z_{22}l_{\Phi}}$$

Для фидеров ТС тяговой подстанции 1 и поста секционирования 2 (рисунок 3) коэффициенты токораспределения C_1 и C_2 (в дальнейшем имеем в виду, что эти величины в общем случае – комплексные) соответственно для токов I_1 и I_2 будут определяться по формулам:

- при КЗ около ТПС при $l_K=0$ имеем $C_1=C'+0,5C''$ и $C_2=0,5C''$;
- при КЗ около ПС при $l_K=l_1$ имеем $C_1=0,5C'$ и $C_2=0,5C'+C''$.

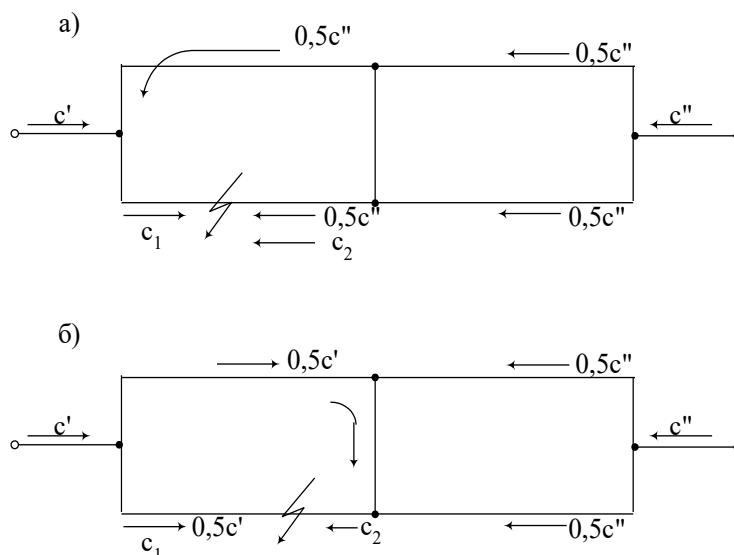


Рис. 3. К определению коэффициентов токораспределения

На рис. 4 приведены результаты расчетов коэффициентов токораспределения в ТС со значениями коэффициентов токораспределения для ТПС C' , C'' и фидеров на ТПС и ПС C_1 , C_2 .

С учетом коэффициентов токораспределения входные сопротивления, измеряемые защитами, равны соответственно

$$\text{для подстанции} \quad Z_{BX1} = Z_{KC1} + \frac{R_{\text{ОП}}}{\dot{C}_1}, \quad \text{для поста} \quad Z_{BX2} = Z_{KC2} + \frac{R_{\text{ОП}}}{\dot{C}_2}.$$

Из рисунка 4 видно, что экспериментальные данные хорошо сходятся с расчетными ($C_1=0,45$, а $C_2=0,55$). Для рассматриваемого же опыта КЗ [1] $R_{\Pi}/C_1=22/0,47 = 46,8$ Ом; $R_{\Pi}/C_1=22/0,53 = 41,5$ Ом. Таким образом, область КЗ по активному сопротивлению увеличивается для защиты фидеров ТПС в $1/C_1$ раз, а для защиты фидеров ПС – в $1/C_2$ раз и даже при небольшом сопротивлении опоры (дуги) в месте КЗ может выйти за пределы угловой характеристики срабатывания РЗ.

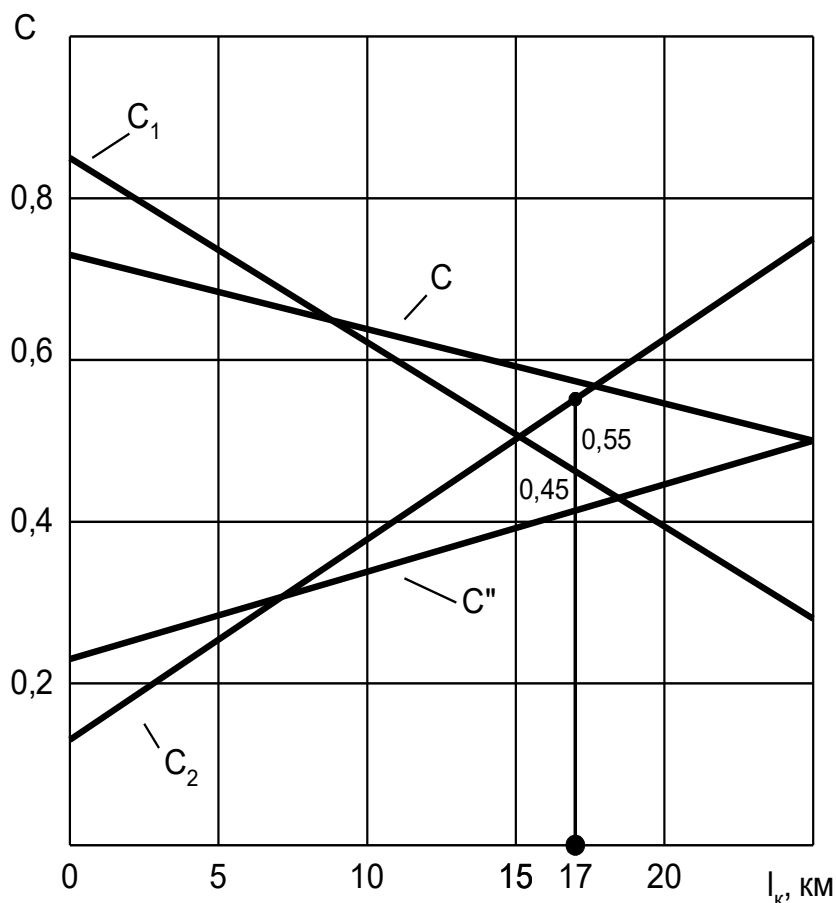


Рис. 4. Характер изменения коэффициентов токораспределения в ТС

Таблица
Пример расчета коэффициентов токораспределения для зоны с одним постом
в середине зоны

l_k , км	0	25	Примечание
C'	0,766	0,500	Коэффициенты токораспределения между ТПС
C''	0,234	0,500	
C_1	0,883	0,250	Коэффициенты токораспределения между ТПС и ПС
C_2	0,117	0,750	

Заключение.

Линейное изменение коэффициентов токораспределения позволяет использовать их для ряда расчетов, решающих поставленные в статье цели.

1. При использовании применяемых на сети дорог переменного тока релейных защит дополнительно к ним организация двухсторонних замеров как на межподстанционной зоне, так и на участках ТПС – ПС, позволяет увеличить точность определения расстояния до точки КЗ.

2. При каскадной работе защит, когда измерения постоянно в течение времени меняются, первоначальный замер и оценка в автоматическом режиме коэффициентов токораспределения позволяет корректировать работу ступеней защит и, тем самым, повысить селективность их работы.

3. При КЗ на электроподвижном составе расчет положения точки КЗ не только решит задачу по п.2, но и позволит определить место повреждения, а именно – конкретно электровоз, на котором произошло повреждение крышевого оборудования или трансформатора.

4. Учитывая широкую цифровизацию всех процессов обеспечения бесперебойной работы инфраструктуры железных дорог целесообразно разработать аппаратуру измерения в соответствии с предлагаемым решением.

Библиографический список

1. **Дынькин, Б. Е.** Защита контактной сети переменного тока при разземлении опор / Б. Е. Дынькин. // Изд-во ДВГУПС. – Хабаровск. - 2002. - 163 с.
2. **Дынькин, Б. Е.** Совершенствование системы релейной защиты тяговой сети переменного тока с учетом работы защит электроподвижного состава / Б. Е. Дынькин // Энергетика транспорта. Актуальные проблемы и задачи : Сборник научных трудов VII Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 01–02 марта 2023 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 62-66. – EDN FHNDUL.
3. **Попова, Н. А.** Перспективные цифровые коммуникации в системах обеспечения движения поездов / Н. А. Попова, П. А. Бодров, М. К. Попов // Транспорт: наука, образование, производство : сборник научных трудов, Ростов-на-Дону, 20–22 апреля 2020 года. Том 2. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2020. – С. 163-167. – ISBN 978-907295-13-1. – EDN YDCLXS.
4. Руководящие указания по релейной защите систем тягового электроснабжения: утверждено: декабрь 2004 г. / ОАО "РЖД", Департамент электрификации и электроснабжения. – Москва : ТРАНСИЗДАТ, 2005. – 216 с. – ISBN 5-900345-32-7. – EDN WLQBRH.
5. **Марквардт, К. Г.** Электроснабжение электрифицированных железных дорог / К. Г. Марквардт. – М.: Транспорт. 1982. – 582 с.

В. Е. Dynkin

THE ACCURACY OF MEASUREMENTS OF SHORT-CIRCUIT PARAMETERS BY RELAY PROTECTIONS OF ALTERNATING CURRENT TRACTION NETWORKS

Abstract. The results of the analysis of the protection operation are presented and the ways of their improvement are proposed in order to increase the selectivity and accuracy of measurements due to the introduction of measurements from all power sources

Keywords: traction network, short circuit, relay protection, selectivity, reliability of operation

For citation: Dynkin, B. E. The accuracy of measurements of short-circuit parameters by relay protections of alternating current traction networks / B. E. Dynkin // Trudy Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2024. – No. 2. – P. 154–158

Сведения об авторах

Дынькин Борис Евгеньевич
«Южно-Российский государственный
политехнический университет (НПИ) им.
М.И. Платова»,
Кафедра «Электрические станции и
электроэнергетические системы»
профессор,
e-mail: dynkin1949@yandex.ru

Information about the authors

Dynkin Boris Evgenevich
Platov South-Russian State Polytechnic
University
The chair of "Power Plants and Electric
Power Systems"
Professor
e-mail: dynkin1949@yandex.ru

УДК 628.8 : 697 : 656.2

*А. Г. Лексин, Н. И. Минеева, А. В. Грибов, В. Н. Демин,
Е. В. Тимошенкова, Я. С. Кайдаш, В. Г. Хлебников, Е. В. Малов*

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ТЕПЛОВОГО КОМФОРТА ПРОЕЗДА ПАССАЖИРОВ В ГОРОДСКОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ МЕГАПОЛИСА В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА¹

Аннотация. Тепловая среда является одним из основных факторов, влияющих на тепловой комфорт, здоровье и самочувствием пассажиров. На практике, в городском железнодорожном транспорте пассажиры активно реагируют на тепловую обстановку и возрастает количество жалоб. Целью настоящей работы является исследования теплового комфорта проезда пассажиров в холодный периода года с учетом особенностей эксплуатации и эффективности работы штатных систем обеспечения микроклимата в салонах городского рельсового транспорта в единой транспортной сети «городской электропоезд – метро». Анализ комфортных теплоощущений пассажиров проводился с использованием метода Фангера, который был ранее апробирован на метрополитене и электропоездах и результаты исследований опубликованы в период с 2013 по 2023 год.

Ключевые слова: расчетный метод Фангера, показатель RPD, микроклимат вагонов электропоездов, микроклимат вагонов метрополитена, температурный комфорт, особые требования к микроклимату, система обеспечения микроклимата.

Для цитирования: Современный подход к оценке теплового комфорта проезда пассажиров в городском железнодорожном транспорте мегаполиса в холодный период года / А. Г. Лексин, Н. И. Минеева, А. В. Грибов и [др.] // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – №2. – С. 159–168.

На сегодняшний день для крупных городов актуальной задачей является формирование и развитие единой взаимосвязанной транспортной системы, которая объединяет метрополитен и железнодорожные пути.

В последние годы в мегаполисе не только высокими темпами развивается сеть метрополитена и модернизируются железные дороги, но и проводится огромная работа по интеграции всей транспортной инфраструктуры в общегородскую сеть. Так, например, на сегодняшний момент в общегородской сети курсируют электропоезда, эксплуатируемые на МЦК и МЦД.

Именно взаимоинтегрированная сеть рельсового транспорта обеспечивает простоту и удобство перевозки пассажиров и дает возможность людям совершать комфортные пересадки с одного вида транспорта на другой, совершая очень короткие и не продолжительные по времени переходы по улице.

Все это влияет на выбор пассажирами одежды с более низкими теплоизоляционными характеристиками в зимний период и соответственно на уровень теплового комфорта проезда в городском рельсовом транспорте.

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика безопасности жизнедеятельности».

В холодный период года, в мегаполисе при наружных температурах от минус 10 °С до минус 25 °С теплоизоляционные свойства одежды среднестатистического пассажира, как правило, составляют 1,8–2,0 кло.

С учетом данных теплоизоляционных свойств одежды пассажиров и возможности их быстрой пересадки через транспортные узлы общественного транспорта, возникла необходимость по определению конкретных значений единого не только безопасного, но и комфортного температурного режима, рекомендуемого к поддержанию, как в салонах вагонов метрополитена, так и в салонах городских электропоездов.

На практике, при проезде в городском рельсовом транспорте пассажиры активно реагируют на тепловую обстановку, может возрасть количество жалоб, возможными причинами которых является, прежде всего, теплоизоляция их одежды, повышенная влажность, скорость обмена веществ, а также асимметрия теплового излучения в салонах.

Так как наиболее распространенные жалобы и недовольства пассажиров обычно связаны с повышением или понижением температуры воздуха в салонах вагонов, то была поставлена задача провести исследования теплового комфорта в салонах вагонов метро и городских электропоездов.

Исследования теплового комфорта проводились для холодного периода года с учетом климатических особенностей эксплуатации и эффективности работы штатных систем обеспечения микроклимата.

Для решения поставленной задачи в целях координации значений единого комфортного температурного режима лабораторией ЛИНТ ФГУП ВНИИЖТ Роспотребнадзора был проведен анализ нормативной документации и выполнены исследования, включающие в себя проведение непосредственных измерений параметров микроклимата в салонах вагонов метрополитена и электропоездов, курсирующих в городской сети, с последующим расчетом индексов PMV и PPD. (табл.1)

Нормативные требования к параметрам микроклимата для салонов электропоездов представлены в санитарных правилах СП 2.5.3650-20 [1] и ГОСТ Р 55434-2013 [2], для салонов вагонов метрополитена, эксплуатируемого на подземных участках пути (в тоннелях) с кратковременным выездом на открытые наземные участки, также представлены в СП 2.5.3650-20 [1, 12–15].

В ходе проведения анализа нормативной документации было выявлено следующее:

- для холодного периода года нормируемые параметры температуры и влажности воздуха для салонов вагонов метрополитена и для салонов электропоездов имеют одинаковый диапазон значений (от 14 до 18 °С и 30 – 70 %);

- нормируемые значения скорости движения воздуха в салонах метро выше (не более 0,4 м/с), чем в салонах электропоездов (не более 0,25 м/с);

- нормируемые значения температур ограждения (стенка, пол) предусмотрены только для салонов электропоездов, т. к. они эксплуатируются на открытых участках пути при низких температурах наружного воздуха, что в свою очередь значительно влияет на температуру пола и боковых стен вагона.

Для салонов электропоездов метрополитена наружной температурой воздуха в основном является температура воздуха в тоннеле, что оказывает незначительное влияние на температуры ограждений вагона. В табл. 1 представлены нормативные значения параметров микроклимата для салонов городских электропоездов, электропоездов метрополитена, и приведены результаты измерений параметров микроклимата в салонах вагонов метро и электропоездов.

Также лабораторией были выполнены исследования, включающие в себя проведение измерений параметров микроклимата в 14-ти салонах вагонов метрополитена и городских электропоездов, курсирующих в транспортной сети города, проведены расчеты по определению процента «недовольных» пассажиров, а также определены рекомендуемые температуры для комфортного проезда.

Испытания проводились по стандартизированной методике [3, 16–18] в холодный период года:

– в салонах электропоездов, в движении со скоростями 40–100 км/ч при температурах наружного воздуха -11 °С – -20 °С;

– в салонах метро, в движении в тоннеле, при температурах воздуха в тоннеле 10–20 °С в зимний период (при температурах наружного воздуха от -10°С до -20°С).

При проведении испытаний были измерены следующие параметры микроклимата: температура и относительная влажность воздуха на высоте 1500мм, подвижность воздуха, температуры поверхностей боковых стен и пола. Результаты испытаний представлены в таблице.

Таблица

Нормативные требования и измеренные параметры микроклимата в салонах

Наименование параметра	Ед. из м.	Значения параметра			
		Нормативные требования		Результаты испытаний	
		при температурах наружного воздуха от минус 10 до минус 25 °С			
		Электропоезда ГОСТ Р55434-2013 СП 2.5.3650-20	Метрополитен СП 2.5.3650-20	Электропоезда	Метрополитен
Температура воздуха на высоте 1500 мм от пола	°С	14 – 18	от 14 до 18	16,0 – 17,5	15,4 – 16,0
Температура стенки Температура пола	°С	не менее 10 не менее 10	-	13,7 – 17,0 14,6 – 19,4	16,3 – 17,3 16,0– 17,2
Относительная влажность воздуха, (при наличии системы увлажнения)	%	30 – 70	от 30 до 70	Система увлажнения отсутствует	Система увлажнения отсутствует
Скорость движения воздуха	м/с	не более 0,25	не более 0,4	0,10 – 0,13	0,15 – 0,20

Как следует из таблицы измеренные средние значения параметров микроклимата, поддерживаемые системами обеспечения микроклимата, во всех салонах полностью соответствуют нормативным требованиям [1, 2, 19].

Однако, нормативные значения параметров микроклимата являются лишь нормой безопасности для здоровья пассажиров и далеко не всегда будут соответствовать уровню их теплового комфорта.

Поэтому для оценки теплового комфорта или дискомфорта проезда пассажиров в единой транспортной сети «городской электропоезд – метро», учитывая тенденцию пассажиров одеваться в одежду со сниженными теплоизоляционными свойствами, специалистами ЛИНТ ФГУП ВНИИЖГ были проведены расчеты по прогнозированию теплоощущений состояния пассажиров в салонах с помощью применения расчетной модели

общего теплового комфорта (индексы PMV и PPD, метод оценки теплового комфорта Фангера [4, 20]).

Ранее данный метод неоднократно применялся специалистами лаборатории для анализа жалоб пассажиров и на сегодняшний момент является продолжением гигиенических исследований в области комфорта проезда пассажиров на железнодорожном транспорте [5–8]. Расчет значений индексов PMV и PPD по фактическим измеренным значениям, полученным в процессе реальной эксплуатации, проводился по методике [3, 4] с учетом ее корректировок, которые были также подтверждены в статье [9].

В расчет вошли следующие исходные данные: теплопродукция среднестатистического пассажира весом 70 кг, ростом 1,7 м составляет 66 Вт/м²с; коэффициент теплоизоляции одежды пассажиров, принят как 1,8–2,0 кло для температур наружного воздуха от минус 10,0 до минус 30 °С [10, 11, 21, 22].

По результатам расчетов, были построены диаграммы, на которых представлены расчетные кривые теплоощущений пассажиров при различных сочетаниях температуры и подвижности воздуха для салонов вагонов метрополитена (рис.1) и для салонов электропоездов (рис.2).

Из рис. 1 следует, что в холодный период года пассажиры метро в осенне-зимней одежде (1,8–2,0 кло) будут ощущать себя достаточно комфортно в салонах при средних температурах от 16,0 °С до 19,2 °С при скоростях движения воздуха 0,1–0,4 м/с, индекс PMV при этом составит не более 0,5, процент недовольных тепловой окружающей средой PPD составит 5–10%.

Также на диаграмму, представленную на рис. 1, были нанесены точки – значения индексов PMV, рассчитанные по фактическим измеренным параметрам микроклимата (табл.1), полученным в процессе испытаний вагонов метро.

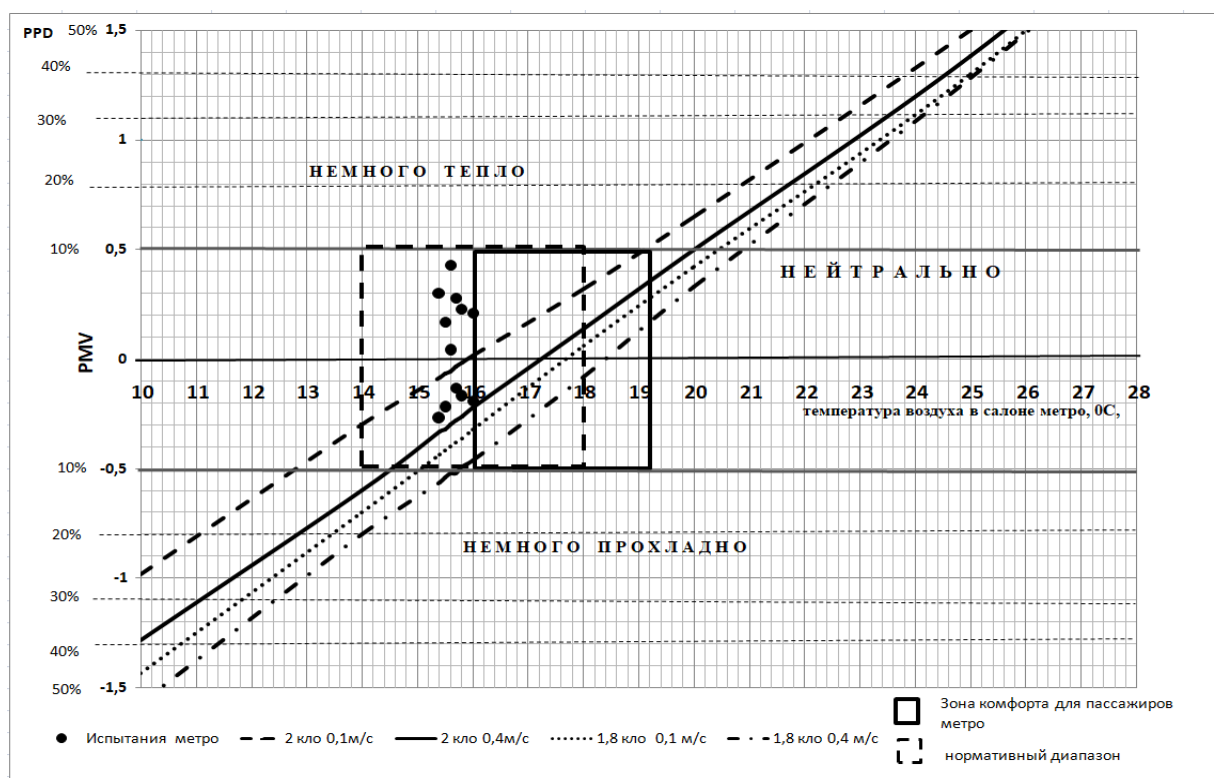


Рис.1. Область теплоощущений пассажиров в салонах метрополитена

Таким образом, рассмотрев результаты испытаний, расчетов и теплоощущения пассажиров в салонах метро можно сделать вывод о том, что на рис. 1 построенная область

лежит в пределах комфортного температурного диапазона с ощущением «нейтрально», поэтому ее можно назвать зоной теплового комфорта для большинства пассажиров метро.

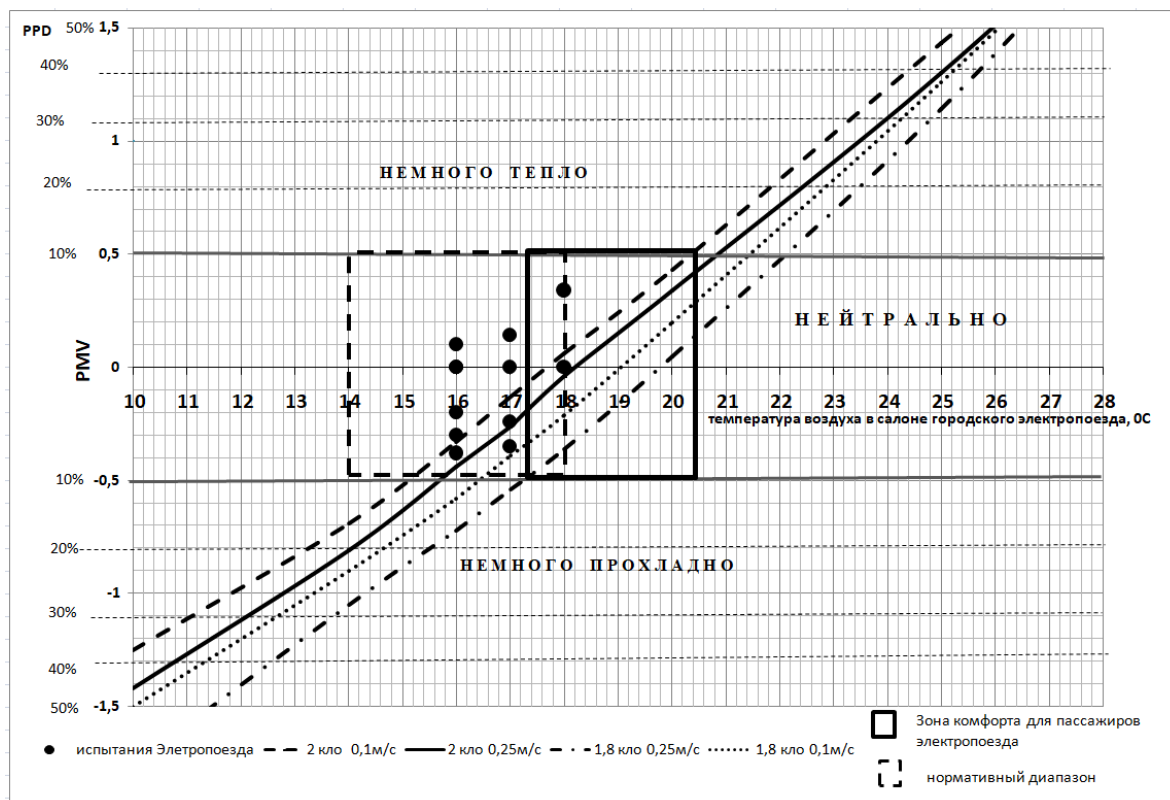


Рис. 2. Область теплоощущений пассажиров в салонах городских электропоездов

Из рис. 2 следует, что в холодный период года пассажиры городских электропоездов в зимней одежде (1,8–2,0 кло) будут ощущать себя достаточно комфортно в салонах при средних температурах от 17,4 °C до 20,4 °C при скоростях движения воздуха 0,1–0,25 м/с, индекс PMV при этом составит не более 0,5, процент недовольных тепловой окружающей средой PPD составит 5–10%.

Также на диаграмму, представленную на рис. 2, были нанесены точки – значения индексов PMV и PPD, рассчитанные по фактическим измеренным параметрам микроклимата (табл.1), полученным в процессе испытаний вагонов электропоездов.

Таким образом, рассмотрев результаты испытаний, расчетов и теплоощущения пассажиров в салонах электропоездов можно сделать вывод о том, что на рис. 2 построенная область лежит в пределах комфортного температурного диапазона с ощущением «нейтрально», поэтому ее можно назвать зоной теплового комфорта для большинства пассажиров городских электропоездов.

Необходимо также отметить, что расчетные значения индексов PMV, полученные по результатам испытаний салонов метро (рис.1) и электропоездов (рис.2), находятся в диапазоне нормируемых температур, что свидетельствует об отлаженной работе штатных систем обеспечения микроклимата, нацеленной на выполнение нормативных требований.

Однако данные, полученные по результатам испытаний, как для салонов метрополитена (рис.1), так и для салонов городских электропоездов (рис.2) находятся левее зоны теплового комфорта (значения индексов PMV).

Таким образом, как следует из рис. 1 и 2, единая зона теплового комфорта для большинства пассажиров в транспортной сети «городской электропоезд – метро», будет лежать в диапазоне температур от 17 °C до 19 °C. При этом индекс PMV составит не более 0,5, процент недовольных людей тепловой окружающей средой PPD составит 5–10%.

Выводы:

1. Анализ нормативной базы, регламентирующей требования к параметрам микроклимата показал, что для холодного периода года при наружных температурах от минус 10 до минус 25 нормируемые значения температур воздуха, как для салонов метро, так и для салонов электропоездов имеют одинаковый диапазон значений (от 14 до 18 °С).

2. Оценка теплового комфорта или дискомфорта проезда пассажиров в единой транспортной сети «городской электропоезд – метро» позволила определить зону теплового комфорта, включающая в себя сочетания температур и подвижностей воздуха, для большинства пассажиров:

– в салоне метро: от 16,0 °С до 19,2 °С при 0,1– 0,4 м/с;

– в салоне электропоезда: от 17,4 °С до 20,4 °С при 0,1– 0,25 м/с.

3. Рекомендован единый комфортный температурный диапазон, для большинства пассажиров в транспортной сети «городской электропоезд – метро»: от 17 °С до 19 °С.

При этом индекс PMV составит не более 0,5, процент недовольных людей тепловой окружающей средой PPD составит 5–10%.

4. Нормативные значения температур являются лишь нормой безопасности для здоровья пассажиров и далеко не всегда будут соответствовать уровню их теплового комфорта.

Для обеспечения теплового комфорта проезда пассажиров, с коэффициентом теплоизоляции их одежды 1,8–2,0 кло в современных условиях мегаполиса в транспортной сети «городской электропоезд – метро» рекомендована возможность применения ручной коррекции температуры воздуха в салонах на 1–3°С выше нормируемой.

Библиографический список

1. СП 2.5.3650-20 Санитарно-эпидемиологические правила. «Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры» (Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 16.10.2020 №30 Санитарные правила от 16.10.2020 №2.5.3650-20)

2. ГОСТ Р 55434-2013 Электропоезда. Общие технические требования, Москва, Стандартинформ, 2014, 58с.

3. ГОСТ 33463.1-2015 Системы жизнеобеспечения на железнодорожном подвижном составе. Часть 1 Методы испытаний по определению параметров микроклимата и показателей эффективности систем обеспечения микроклимата, Москва, Стандартинформ, 2016, 60с.

4. ГОСТ Р ИСО 7730-2009 Эргономика термальной среды. Аналитическое определение и интерпретация комфортности теплового режима с использованием расчета показателей PMV и PPD и локального теплового комфорта.

5. Применение показателей PMV и PPD для прогнозирования оценки пассажирами метрополитена степени теплового комфорта или дискомфорта в различных температурных условиях / Лексин А.Г., Евлампиева М.Н., Минеева Н.И., Тимошенкова Е.В. // Журнал «Гигиена и санитария», Медицина (Москва) ISSN: 0016-9900.-2014.-№3.- С. 45-48.

6. Применение метода оценки теплового комфорта проезда пассажиров в электропоездах / А.Г. Лексин, Н.И. Минеева, А.В. Моргунов, Е.В. Тимошенкова, А.В. Грибов, Я.С. Кайдаш, В.Н. Демин // «Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения»: Сборник Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды на базе ФГБУ «ЦСП» Минздрава России и «НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина» (Москва, 14-15 декабря 2017 г) / под ред. академика РАН Ю.А. Рахманина,– М.:2017. стр. 270-273.

7. Прогнозирование теплового комфорта проезда пассажиров в салонах электропоездов. Теория и практика / Лексин А.Г., Минеева Н.И., Моргунов А.В., Тимошенкова Е.В., Грибов А.В., Демин В.Н., Хлебников В.Г., Васкина М.Ю. // Журнал «Гигиена и санитария», Медицина (Москва) ISSN: 2019.-№5.-С. 489-493

8. Современные тенденции в подходах к гигиеническому нормированию температуры воздуха в салонах электропоездов в условиях мегаполисов / Лексин А.Г., Минеева Н.И., Демин В.Н., Грибов А.В., Тимошенкова Е.В., Кайдаш Я.С., Малов Е.В.// Проблемы гигиенической безопасности и профилактики нарушений трудоспособности у работающих: материалы Всероссийской научно-практической интернет- конференции с международным участием / под ред. канд. мед. наук И.А.Умнягиной. – Нижний Новгород: изд-во «Медиаль», 2023, 298с., стр. 169-175

9. Анализ неточностей и несоответствий в актуальной редакции стандарта ГОСТ Р ИСО 7730-2009/ Ж.В. Васильева, А.Г. Васильев, Е.А. Кирдишова // Вестник МГТУ.2023. Т.26, №1. С.45-56.

10. **Кандрор, И.С.** Терморегуляция у человека при мышечной работе. В кн.: Кандрор И.С. Иванов К.П., Минут-Сорохтина О.П., Майстрах Е.В. Руководство по физиологии. Физиология терморегуляции. Ленинград: Наука; 1984:139-180

11. **Кандрор И.С.,** Демина Д.М., Ратнер Е.М. Физиологические принципы санитарно-климатического районирования территории СССР. М: Медицина; 1974.

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

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

14. **Borisova, A.V.** The use of the expert method in solving the issues of choosing the instrumentation of the procedure for controlling production factors / A.V. Borisova, T.A. Finochenko, V.A. Finochenko // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020 International Science and Technology Conference on Earth Science, ISTCEarthScience 2020. IOP Publishing Ltd, 2021. С. 022022.

15. **Финоченко, В. А.** Технологии защиты окружающей среды от воздействия железнодорожного транспорта / Финоченко В.А., Финоченко Т.А. // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. 2021. № 1 (54). С. 62-64.

16. **Гуда, А. Н.** Экспертные системы в управлении природоохранной деятельностью на железных дорогах / Гуда А.Н., Финоченко В.А., Веремеенко Б.А. // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2004. № 3. С. 97-102.

17. **Гуда, А. Н.** Экоинформационные системы на железнодорожном транспорте (монография) / Гуда А.Н., Финоченко В.А. // РОСЖЕЛДОР, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" (РГУПС). Ростов на Дону, 2008.

18. **Алтынов, Д. С.** Анализ повышения транспортной безопасности и влияния на окружающую среду при реконструкции байкало-амурской железнодорожной магистрали / Д.С. Алтынов, Л.В. Дергачева, Т.А. Финоченко, И.А. Яицков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2023. – № 4. – С. 198-216.

19. **Середа, П. О.** К вопросу оценки безопасности на автомобильных дорогах при возникновении чрезвычайных ситуаций / П.О. Середа, И.В. Лебедева, В.Н. Наконечный, Д.А. Рудиков, Т.А. Финоченко // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», № 1 (2018). Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive>.

20. Годунов, А. Е. К вопросу об обеспечении транспортной безопасности объекта транспортной инфраструктуры на стадии проектирования и строительства / А. Е. Годунов, Д. С. Алтынов, М. А. Дергунова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 3 (56). – С. 10-14.

21. Обеспечение охраны труда и транспортной безопасности в условиях мультимодальной перевозки / А. В. Борисова, Д. А. Рудиков, В. А. Фирсов [и др.] // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 49-55.

*A. G. Lexin, N. I. Mineeva, A. V. Gribov, V. N. Demin,
E. V. Timoshenkova, Y. S. Kaidash, V. G. Khlebnikov, E. V. Malov*

A MODERN APPROACH TO ASSESSING THE THERMAL COMFORT OF PASSENGER TRAVEL IN THE URBAN RAILWAY TRANSPORT OF A MEGALOPOLIS IN THE COLD SEASON

Abstract: The thermal environment is one of the main factors affecting the thermal comfort, health and well-being of passengers. In practice, in urban rail transport, passengers actively react to the thermal situation and the number of complaints increases. The purpose of this work is to study the thermal comfort of passenger travel during the cold season, taking into account the peculiarities of operation and efficiency of regular microclimate systems in the salons of urban rail transport in the unified transport network "urban electric train – metro". The analysis of the comfortable warmth of passengers was carried out using the Fanger method, which was previously tested on the subway and electric trains and the results of the research were published in the period from 2013 to 2023.

Keywords: Fanger calculation method, PPD indicator, microclimate of electric train cars, microclimate of subway cars, temperature comfort, special requirements for microclimate, microclimate assurance system

For citation: A modern approach to assessing the thermal comfort of passenger travel in urban railway transport of a megalopolis in the cold season / A. G. Leksin, N. I. Mineeva, A. V. Gribov [et al.] // Trudu Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 2. – P. 159–168.

Сведения об авторах

Лексин Александр Георгиевич
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФГУП ВНИИЖТ Роспотребнадзора)»,
лаборатория испытаний новой техники (ЛИНТ),
кандидат медицинских наук
заместитель директора института,
заведующий лабораторией испытаний новой техники (ЛИНТ),
e-mail: lint7@mail.ru, ag.leksin@yandex.ru

Information about the authors

Leksin Alexander Georgievich
FSUE "All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare (FSUE VNIIZHG Rospotrebnadzor)",
Laboratory for testing new Equipment (LINT),
Candidate of Medical Sciences
Deputy Director of the Institute, Head of the Laboratory for testing new equipment (LINT),
e-mail: lint7@mail.ru, ag.leksin@yandex.ru

Минеева Надежда Ивановна

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора)»,
лаборатория испытаний новой техники (ЛИНТ),
руководитель направления по сертификации
e-mail: ni.mineeva@yandex.ru

Тимошенкова Екатерина Викторовна

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора)»,
Лаборатория испытаний новой техники (ЛИНТ),
кандидат технических наук
старший научный сотрудник
e-mail: lint7@mail.ru

Грибов Алексей Викторович

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора)»,
Лаборатория испытаний новой техники (ЛИНТ),
ведущий инженер
e-mail: lint7@mail.ru

Демин Виктор Николаевич

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора)»,
лаборатория испытаний железнодорожного подвижного состава,
научный сотрудник,
e-mail: lint7@mail.ru

Хлебников Владимир Георгиевич**Mineeva Nadezhda Ivanovna**

FSUE "All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare (FSUE VNIIZHG Rospotrebnadzor)",
Laboratory for testing new equipment (LINT),
Head of the certification department, Tel./fax
e-mail: ni.mineeva@yandex.ru

Timoshenkova Ekaterina Viktorovna

FSUE "All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare (FSUE VNIIZHG Rospotrebnadzor)",
Laboratory for testing new equipment (LINT),
Candidate of Technical Sciences
Senior Researcher
e-mail: lint7@mail.ru

Gribov Alexey Viktorovich

FSUE "All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare (FSUE VNIIZHG Rospotrebnadzor)",
Laboratory for testing railway rolling stock,
Lead engineer
e-mail: lint7@mail.ru

Demin Viktor Nikolaevich

FSUE "All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare (FSUE VNIIZHG Rospotrebnadzor)",
Laboratory for testing railway rolling stock,
Researcher
e-mail: lint7@mail.ru

Khlebnikov Vladimir Georgievich FSUE
"All-Russian Scientific Research Institute of

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора)»,
лаборатория испытаний железнодорожного подвижного состава,
научный сотрудник,
e-mail: lint7@mail.ru

Кайдаш Яна Сергеевна

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора)»,
лаборатория испытаний железнодорожного подвижного состава,
научный сотрудник
e-mail: lint7@mail.ru

Малов Евгений Владимирович

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора)»,
лаборатория испытаний железнодорожного подвижного состава,
младший научный сотрудник,
e-mail: lint7@mail.ru

Transport Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare (FSUE VNIIZHG Rospotrebnadzor)",
Laboratory for testing railway rolling stock,
Researcher,
e-mail: lint7@mail.ru

Kaidash Yana Sergeevna

FSUE "All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare (FSUE VNIIZHG Rospotrebnadzor)",
Laboratory for testing railway rolling stock,
researcher
e-mail: lint7@mail.ru

Malov Evgeny Vladimirovich

FSUE "All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare (FSUE VNIIZHG Rospotrebnadzor)",
Laboratory for testing railway rolling stock,
Junior Researcher,
e-mail: lint7@mail.ru

УДК 621.331 : 621.311 + 06

П. А. Логунова

СИСТЕМА АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЯГОВОЙ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Аннотация. В статье рассматривается возможность применения метода восстановления поездной ситуации для определения потерь энергии и расхода энергии на нужды тяги для участков железных дорог постоянного тока.

Ключевые слова: потери энергии, расход энергии, мгновенная схема, тяговая сеть, метод восстановления поездной ситуации.

Для цитирования: Логунова, П. А. Система анализа показателей энергоэффективности тяговой сети постоянного тока / П. А. Логунова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – Р. 169–174.

Электрическая энергия является одним из важнейших энергетических ресурсов в мире. Рациональное использование электроэнергии в железнодорожной отрасли, «прозрачный» учет её потребления и, в связи с этим, повышения энергоэффективности электрифицированных железных дорог – одна из основных задач Энергетической стратегии ОАО «РЖД».

Целью данной работы является повышение энергоэффективности участка железной дороги, электрифицированной постоянным током. Суть предлагаемого метода заключается в определении потерь мощности путем расчета мгновенной схемы участка дороги, с использованием известных соотношений [1]. Как известно, величину потерь мощности в сегменте мгновенной схемы рассчитывают, используя выражение [2]:

$$P_k = I_k^2 r_k,$$

где P_k – потери мощности; I_k – ток, протекающий в k -ом сегменте; r_k – сопротивление k -го сегмента.

Потери мощности расчетного сегмента находят путем интегрирования в заданном интервале времени:

$$W_k = \int_{t_1}^{t_2} I_k^2 r_k dt.$$

Искомое значение потери энергии за конкретный интервал времени в пределах всей межподстанционной зоны находят путем суммирования значений потерь во всех расчетных сегментах:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots W_n = \sum_{k=1}^n \int_{t_1}^{t_2} I_k^2 r_k dt = \int_{t_1}^{t_2} \left(\sum_{k=1}^n I_k^2 r_k \right) dt$$

Однако, для применения данного подхода, необходимо владеть информацией о местоположении и величине нагрузок в пределах исследуемой межподстанционной зоны.

Предлагаемый мной метод направлен на восстановление мгновенной схемы сегмента железной дороги в заданный момент времени для её расчета и определения потерь энергии на основе небольшого объема данных – удельном сопротивлении рассматриваемого участка, длины межподстанционной зоны, местоположении поста секционирования и напряжениях, и токах на фидерах поста секционирования и тяговых подстанций. Данный метод получил название «метод восстановления поездной ситуации».

Рассмотрим участок межподстанционной зоны, представленный на рис. 1. Данный участок с односторонним питанием и на нем присутствует одна нагрузка – электроподвижной состав (ЭПС). Будем считать, что токи и напряжения на шинах смежных подстанций известны.

Ниже приведена схема замещения участка, рис. 2, где нагрузка и ток через нее обозначены R' и I' .

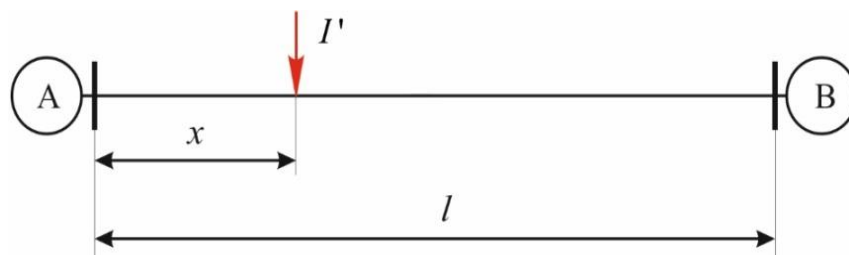


Рис. 1. Схема однопутного участка с одной нагрузкой

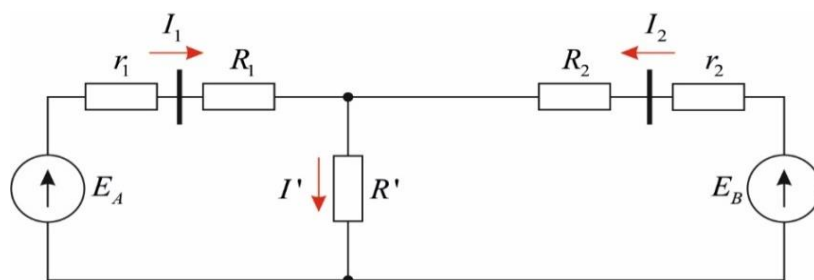


Рис. 2. Схема замещения однопутного участка с одной нагрузкой

Используя основные законы электротехники, составим уравнения для двух независимых контуров:

$$\begin{cases} I_1 \cdot r_1 + I_1 \cdot R_1 + I' \cdot R' = E_A \\ I_2 \cdot r_2 + I_2 \cdot R_2 + I' \cdot R' = E_B \end{cases}$$

Решая совместно данную систему относительно неизвестной x , получим формулу, по которой можно определить координату ЭПС.

$$x = \frac{I_2}{I_1 + I_2} \cdot \ell + \frac{U_1 - U_2}{r \cdot (I_1 + I_2)}$$

Все величины, входящие в полученное выражение известны: удельное сопротивление тяговой сети и длина участка известны с этапа проектирования дороги, а токи и напряжения могут быть замерены аппаратурой тяговых подстанций. Этих данных достаточно для построения расчетной мгновенной схемы.

Пусть на участке с двухсторонним питанием имеется пост секционирования и находятся два ЭПС одновременно, рис. 3. На рис. 4 представлена схема замещения рассматриваемого участка.

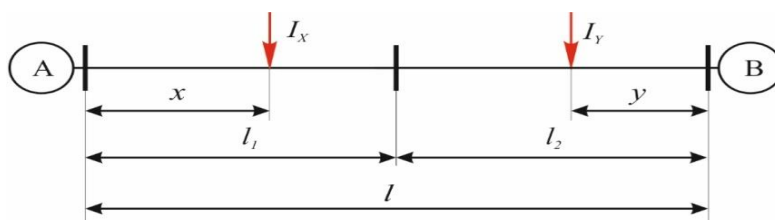


Рис. 3. Схема однопутного участка с двумя нагрузками

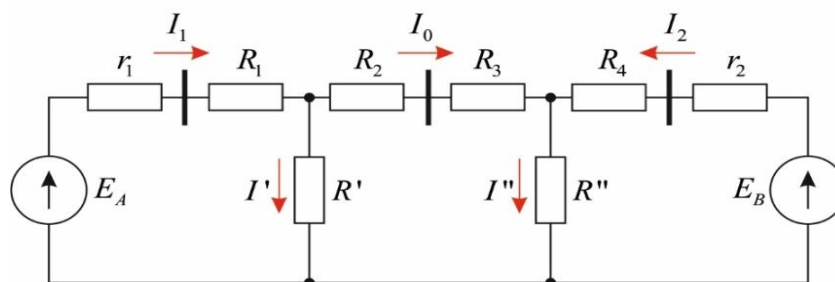


Рис. 4. Схема замещения однопутного участка с двумя нагрузками

Аналогично предыдущему случаю, используя основные законы электротехники получим соотношения:

$$x = \frac{E'_A - \varphi}{(I_1 - I_0) \cdot r} + l_1 \frac{I_0}{I_0 - I_1}$$

$$y = \frac{E'_B - \varphi}{I'' \cdot r} + l_2 \frac{I'' - I_2}{I''}$$

Указанные выражения, позволяющие определить координаты ЭПС, также могут быть использованы в схемах параллельно, узлового и кольцевого питания контактной сети. В объеме данной работы доказательство данного факта не приводится.

Неотъемлемой частью рассматриваемой системы является система передачи данных о токах и напряжениях контрольных точек. В качестве таковой можно использовать как применяемые в железных дорогах каналы связи, так и системы сотовой связи.

В качестве примера на рис. 5 представлена блок-схема сбора и передачи данных. Значения величин токов и напряжений снимаются измерительными преобразователями тока и напряжения и подаются на аналогово-цифровой преобразователь.

С него и устройства синхронизации времени информация передается на устройство сбора и передачи информации [3]. Далее через линию связи необходимые данные получает центральное устройство обработки данных. Здесь осуществляется обработка получаемых данных, составляются в поминутном интервале мгновенные схемы и выполняется расчет потерь в тяговой сети.

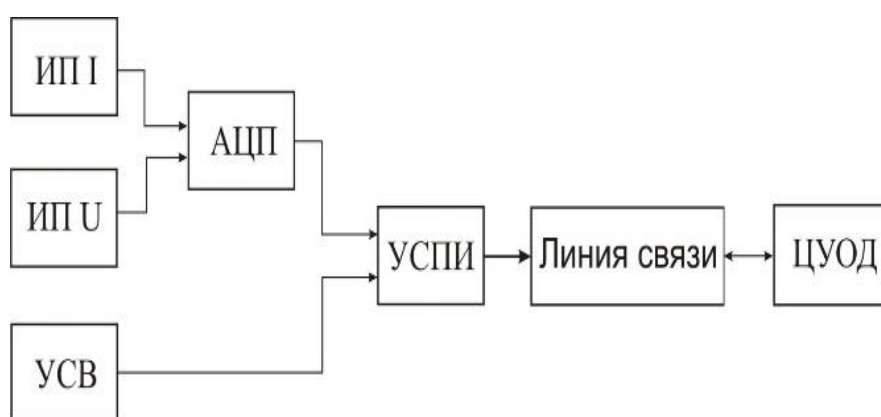


Рис. 5. Блок-схема сбора и передачи данных:

ИП I – измерительный преобразователь тока; ИП U – измерительный преобразователь напряжения; УСВ – устройство синхронизации времени; АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; УСПИ – устройство сбора и передачи информации; ЦУОД – центральное устройство обработки данных

Для оценки точности предлагаемого метода проведен анализ систематической погрешности измерения, как совокупности погрешности методической и инструментальной. Методическая погрешность будет возникать в случае появления на рассматриваемом участке двух ЭПС. Математический аппарат предлагаемого метода восстановления поездной ситуации определит их как некоторую эквивалентную тяговую нагрузку. В результате анализа была определена относительная методическая погрешность метода и построена ее зависимость от соотношения токов ЭПС1 и ЭПС2. Зависимость приведена на рис. 6. Полученная зависимость показывает, что при соотношении нагрузок ЭПС 3:2, наиболее вероятном, величина методической погрешности не превышает четырех процентов. В настоящее время проводятся исследования, позволяющие минимизировать составляющую методической погрешности.

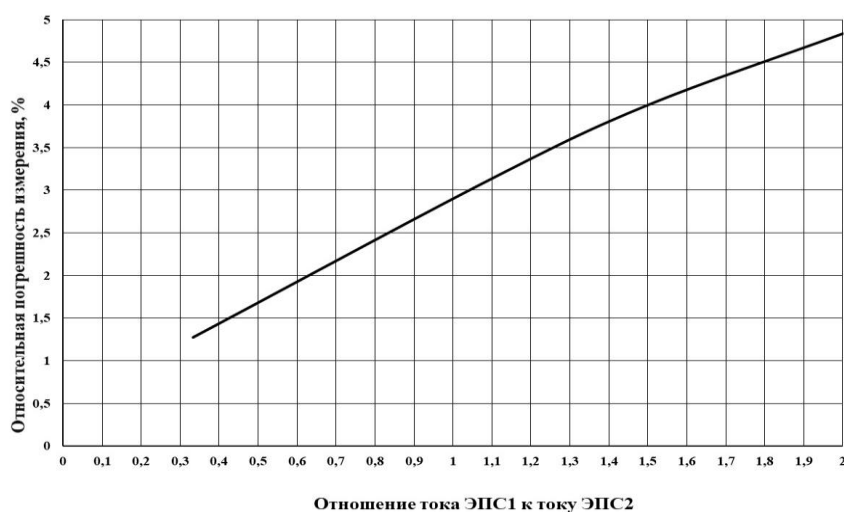


Рис. 6. Зависимость относительной погрешности от соотношения токов ЭПС

Анализ инструментальной погрешности является результатом компьютерного моделирования. Получены зависимости потерь мощности и инструментальной погрешности как функция от расстояния от смежных тяговых подстанций, рис. 7.

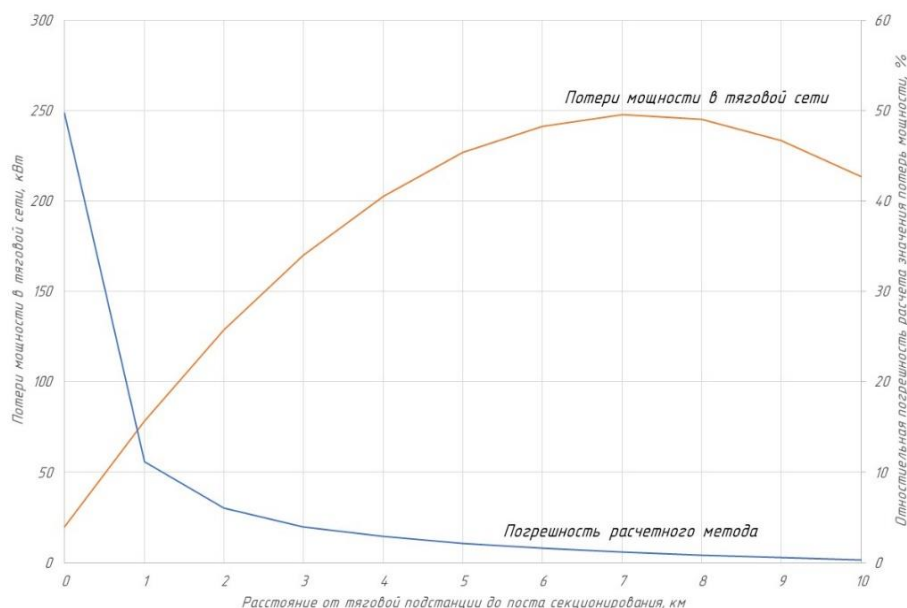


Рис. 7. Зависимость погрешности метода и потерь мощности от расстояния до смежных тяговых подстанций

Анализ представленного графика показывает, что вблизи шин тяговой подстанции величина погрешности измерения мощности достигает 50%. Но по мере удаления будет наблюдаться снижение погрешности с очевидным ростом потерь мощности в тяговой сети. На расстоянии в 2 км от шин тяговой подстанции неопределенность измерения составит около 7%, а в пиковой точке не превысит 2 %.

Предложенный в статье метод показал возможность нахождения потерь энергии путем расчета мгновенных схем с минимальными техническими вложениями и высокими метрологическими характеристиками.

Библиографический список

1. **Осипов, В. А.** Методика определения составляющих для построения мгновенной схемы участка железной дороги постоянного тока / В. А. Осипов, П. А. Логунова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 4(76). – С. 120-126. – EDN FJLFWM.
2. **Марквардт, К. Г.** Электроснабжение электрифицированных железных дорог / К.Г. Марквардт. – М.: Транспорт. – 1965. – 464 с.
3. **Хряков, А. А.** Расчет расхода электрической энергии в зонах учета электрической тяги постоянного тока с использованием новых технических средств / А. А. Хряков // Известия Транссиба. – 2011. – № 2(6). – С. 59-63. – EDN NUWFCR.

P. A. Logunova

A SYSTEM FOR ANALYZING ENERGY EFFICIENCY INDICATORS OF A DC TRACTION NETWORK

Abstract. The article considers the possibility of using the method of restoring the train situation to determine energy losses and energy consumption for traction needs for sections of DC railways.

Keywords: energy loss, energy consumption, instantaneous circuit, traction network, method of restoring the train situation.

For citation: Logunova, P. A. A System for analyzing energy efficiency indicators of a DC traction network / P. A. Logunova // Trudy Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2024. – No. 2. – P. 169–173.

Сведения об авторах

Логунова Полина Александровна
Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
Кафедра: «Теоретические основы
электротехники», старший преподаватель,
e-mail: polina_buteneva@mail.ru

Information about the authors

Logunova Polina Alexandrovna
Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Theoretical foundations of electrical
engineering», senior lecturer
e-mail: polina_buteneva@mail.ru

Научное издание

**ТРУДЫ
Ростовского государственного университета
путей сообщения**

Научно-технический журнал

№ 2 (67)
2024

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

Оригинал-макет журнала подготовлен Д. А. Рудиковым

Подписано в печать 28.06.2024.

Дата выхода в свет 29.06.2024.

Печать офсетная.

Знак информационной продукции 16+.

Формат 60×84/8.

Усл. печ. л. 20.23.

Тираж 510 экз.

Цена свободная.

Бумага офсетная.

Изд. № 33. Заказ 11578.

Учредитель:

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

**Адрес университета, издателя, редакции, типографии:
344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка
Народного Ополчения, д. 2.**

Тел. редакции +7 (863) 272-62-74, факс +7 (863) 255-37-85.

E-mail: nis@rgups.ru