МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Г.Ф. МОРОЗОВА»

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ, ТЕХНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ, СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ – 2026

Материалы Всероссийской научно-практической конференции

Воронеж, 18-20 мая 2026 г.

Воронеж 2026

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION
FEDERAL STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER EDUCATION
«VORONEZH STATE UNIVERSITY OF FORESTRY AND TECHNOLOGIES
NAMED AFTER G.F. MOROZOV»

TECHNOSPHERE SAFETY:
MODERN SCIENTIFIC TRENDS, TECHNICAL AND ORGANIZATIONAL MEANS AND METHODS OF SUPPORT, SPECIAL EDUCATION – 2026

Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference

Voronezh, May 18-20, 2026

Voronezh 2026

УДК 331.45
Т38

Т38 Техносферная безопасность: современные научные тенденции, технические и организационные средства и методы обеспечения, специальное образование – 2026 : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 18-20 мая 2026 г. / отв. ред. И. М. Казбанова ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2026. – 406 с. – URL: https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2026/tehnosfernaya-bezopasnost-sovremennye-nauchnye-tendencii-tehnicheskie-i-organizacionnye-sredstva-i-metody-obespecheniya/. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-7994-1259-3

В сборнике представлены результаты Всероссийской научно-практической конференции «Техносферная безопасность: современные научные тенденции, технические и организационные средства и методы обеспечения, специальное образование», состоявшейся 18-20 мая 2026 года на базе машиностроительного факультета Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова. Материалы сборника отражают актуальные исследования и разработки в области техносферной безопасности, включая следующие направления: охрана труда и промышленная безопасность; оценка и анализ рисков: профессиональных, экологических, аварийных (включая военное и мирное время); защита в чрезвычайных ситуациях; экологическая безопасность: мониторинг, защита окружающей среды, управление отходами; противопожарная защита; здоровьесбережение человека в техносфере; социально-экономические и правовые аспекты безопасности; цифровизация в сфере техносферной безопасности; образовательные технологии в данной области. Особое внимание уделено современным методам и технологиям обеспечения безопасности, инновационным подходам к решению актуальных проблем, а также вопросам военно-патриотического воспитания молодежи.

Сборник предназначен для специалистов в области техносферной безопасности, научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений, интересующихся проблемами защиты человека и окружающей среды в условиях современной техносферы.

УДК 331.45

ISBN 978-5-7994-1259-3

© ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Мирошниченко Д.А., Кондратьева О.Е. 7
АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТИПОВЫХ СИЗ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ
Самченко А.Б., Головина Е.И. 15
ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦЕХА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОВ
Зыкина Д.Р., Кондратьева О.Е. 24
РАЗРАБОТКА ПЕРЕЧНЯ КРИТЕРИЕВ ВЫБОРА ОБУЧАЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА
Томилин Е.С., Корнев М.С., Туданов К.С., Хаустов С.Н., Суховей А.В., Суховей Д.В., Христенко А.С., Механтьева Л.Е., Ильичев В.П. 31
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИКОЭВАКУАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСТРАДАВШИХ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)
Корнев М.С., Томилин Е.С., Туданов К.С., Хаустов С.Н., Суховей А.В., Суховей Д.В., Христенко А.С., Механтьева Л.Е., Ильичев В.П. 40
ЦИФРОВОЙ КОНТУР ЭВАКУАЦИИ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ: ОТ ЗАВАЛА ДО РЕАНИМАЦИИ
Адамян Д.А., Ашихмина Т.В. 48
БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В МОНИТОРИНГЕ ПОЛИГОНОВ ТКО: ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА ОТКРЫТЫХ ГЕОДАННЫХ
Суховей А.В., Суховей Д.В., Христенко А.С., Корнев М.С., Томилин Е.С., Туданов К.С., Механтьева Л.Е., Борискина Е.В., Ильичев В.П. 55
ОПАСНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ОТХОДЫ В ЗОНАХ КАТАСТРОФ: РИСКИ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УТИЛИЗАЦИИ
Суховей А.В., Суховей Д.В., Христенко А.С., Корнев М.С., Томилин Е.С., Механтьева Л. Е., Борискина Е. В., Ильичев В.П. 63
БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ НАВОДНЕНИЯХ: ИНФЕКЦИОННЫЕ РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
Корчагин В.И., Лимов А.И., Талеб Ахмед Н., Ба Мусса. 69
ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ ЭМУЛЬСИОННЫХ КАУЧУКОВ НА СТАДИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ ЛАТЕКСА
Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Казбанова И.М., Володкин Д.А. 77
ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА
Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Дружинина Е.В., Веневитин А.А. 85
ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО НАРУЖНОМУ ПРОТИВОПОЖАРНОМУ ВОДОСНАБЖЕНИЮ, ПРОЕЗДАМ И ПОДЪЕЗДАМ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ
Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Мозговой Н.В., Акамсина Н.В. 94
ОЦЕНКА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ СЕКЦИИ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПЛАНОВ ЭВАКУАЦИИ ПРИ ПОЖАРЕ
Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Горюнов В.А., Дронов Д.И. 103
ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ОГНЕСТОЙКОСТИ ОСНОВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ

Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Володкин Д.А., Бормотина Е.А. 113
ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ПОЖАРА
Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н., Дружинина Е.В. 124
СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА
Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Веневитин А.А., Гонца А.С. 132
ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ
Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Казбанова И.М. 141
РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА
Симонов Б.А., Головина Е.И. 148
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ
Закревский А.А., Королев И.В. 155
ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОЙ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА ИНДИКАТОРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ТРАВМАТИЗМА
Старчик С.А., Мирошниченко Д.А., Васильева Н.В. 161
ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА
Гавриленко Д.А., Боровкова А.М. 167
СИСТЕМА ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ БЕСХОЗЯЙНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ
Ларина Д.С., Механтьева Л.Е., Перфильева М.В., Раскина Е.А. 175
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РАЙОНЕ НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ
Ларина Д.С., Механтьева Л.Е., Перфильева М.В., Раскина Е.А. 183
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫБРОСЫ ПРЕДПРИЯТИЯ «МИНУДОБРЕНИЯ» (Г. РОССОШЬ) КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ
Пантюшин А.О. 188
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА БЫСТРОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ С ПНЕВМОГЛУШИТЕЛЕМ
Ткаченко А.М., Головина Е.И., Ашихмина Т.В. 195
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОНЫ ВОЗМОЖНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА ТКО ПОДГОРЕНСКОГО РАЙОНА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ)
Ашихмина Т. В., Сидельников А. В. 205
ПОСТ-РЕКУЛЬТИВАЦИОННАЯ ДИНАМИКА ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ: ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭМИССИЙ И МОНИТОРИНГ
Головко А. А., Ашихмина Т. В., Головина Е. И. 215
ТЯЖЕСТЬ НА ПОВЕРХНОСТИ: СКОЛЬКО СТОИТ ВРЕД ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК

Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Бормотина Е.А. 223
ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИБРОБЕТОНА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ПОЖАРЕ
Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Бакланова О.В. 231
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕТОНА С ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫМИ ВОЛОКНАМИ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ
Сазонова С.А., Асминин В.Ф. 240
ОХРАНА ТРУДА СТРОИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ВРЕДНЫХ ПРИОЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ И С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ВЫПОЛНЯЕМЫХ РАБОТ
Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Казбанова И.М., Колосова Е.С. 248
ИССЛЕДОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ НА ТЕРРИТОРИИ АВТОСТОЯНКИ
Инютин Н.А., Жидко Е.А. 259
ПРОФИЛАКТИКА И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ОБЪЕМНЫХ ПЫЛЕВЫХ ВЗРЫВОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЕ
Литвинова Ю.Ю., Сумбатян Н.В., Жидко Е.А. 266
ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕСНЫХ И ТОРФЯНЫХ ВОЗГОРАНИЙ: ИХ ПРИРОДА И СТРАТЕГИИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ
Коровин М.И., Жидко Е.А. 271
ВОПРОСЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛЕСНЫХ МАССИВАХ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ
Меркулов Д.А., Минаков А.С., Жидко Е.А. 277
ПЛАСТИКОВЫЙ МУСОР: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
Сальникова А.Д., Жидко Е.А. 284
СИСТЕМЫ ПРЕВЕНТИВНОГО ПОЖАРНОГО МОНИТОРИНГА
Харламов И.К., Жидко Е.А. 292
ЭЛЕКТРОМОБИЛИ: ЗЕЛЕНЫЙ ПУТЬ ИЛИ НОВАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИЛЕММА
Дубровин А.А., Жидко Е.А. 300
НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОНТАЖА ЗАЩИТНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ НА КРОВЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ЗДАНИЯ
Бурлаченко А. С., Жидко Е.А. 310
СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОЧИСТКЕ СТАРООСКОЛЬСКОГО ВОДОХНАНИЛИЩА
Болдырева Я.А., Жидко Е.А. 316
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОЖАРОВ, ВЫЗВАННЫХ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ
Киселева А.С., Жидко Е.А. 324
ЛУЧЕВЫЕ ПОРАЖЕНИЯ ПРИ ВНЕШНЕМ ОБЛУЧЕНИИ: ПАТОГЕНЕЗ, КЛИНИЧЕСКИЕ ФОРМЫ И НЕОТЛОЖНАЯ ПОМОЩЬ НА ДОГОСПИТАЛЬНОМ ЭТАПЕ
Коваленко С.К., Жидко Е.А. 330
МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА
Шарыкина А.В., Жидко Е.А. 338
БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: АНАЛИЗ РИСКОВ И МЕТОДЫ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

Каребина А.А., Жидко Е.А. 345
ЗАЩИТА ОТ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ: СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ИНДИВИДУЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ(СИЗ) И МЕТОДЫ ДЕГАЗАЦИИ
Соболева Е.В., Жидко Е.А., Кирьянов К.А. 352
ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНАЩЁННОСТЬ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЖИДКИХ ТОКСИЧНЫХ ОТХОДОВ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ
Филиппова Е.А., Жидко Е.А. 357
ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА СИСТЕМУ ОХРАНЫ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ
Никишкина Д.Д., Жидко Е.А., Кирьянов К.А. 362
ВАЖНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ
Жидко Е.А., Лубянов Е.А. 368
ВЛИЯНИЕ CRM-СИСТЕМЫ AmoCRM НА КЛЮЧЕВЫЕ БИЗНЕСПРОЦЕССЫ КОМПАНИИ
Казбанова И.М., Щербинин Е.Р. 373
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОПРОСОВ ОХРАНЫ ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
Асминин В.Ф., Гонца А.С., Колосова Е.С., Трощенко Р.В. 382
НЕГАТИВНЫЕ СОЦИАЛЬНЫЕ И КОММУНАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОТ ПАРКОВКИ ЛЕГКОВОГО АВТОТРАНСПОРТА НА ПРИДОМОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ И СЕЛИТЕБНОЙ ЗАСТРОЙКИ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ
Гонца А.С., Асминин В.Ф., Колосова Е.С., Стародубцев Е.Н., Аксенова М.А. 387
ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ ОХРАНЫ ТРУДА ВОДИТЕЛЕЙ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ
Гонца А.С., Колосова Е.С., Пономарёва К.А. 393
ПОДГОТОВКА И ДЕЙСТВИЯ НАСЕЛЕНИЯ К ЗАЩИТЕ ПРИ АТАКАХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Гонца А.С., Тюнин Е.С., Колосова Е.С. 399
ВОЕННО-ПАТРИОТИЧЕСКИЕ ВОСПИТАНИЕ МОЛОДЁЖИ ЧЕРЕЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ

DOI:10.58168/TSMSTTO2026_7-14
УДК 331.4

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТИПОВЫХ СИЗ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Мирошниченко Д.А., *аспирант*
Кондратьева О.Е., *д-р техн. наук, профессор*
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Аннотация. В данной работе представлен анализ ретроспективных данных о производственном травматизме и рассмотрена динамика несчастных случаев в России. Обоснована необходимость актуализации вопросов, связанных с обеспечением работников средствами индивидуальной защиты и представлены их эксплуатационные уровни и классы защиты для типовых опасностей на рабочих местах.

Ключевые слова: электроэнергетика, оценка рисков, опасности, СИЗ

ANALYSIS OF THE TECHNICAL CHARACTERISTICS OF TYPICAL PPE IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY

Miroshnichenko D.A., *postgraduate student*
Kondratyeva O.E., *Doctor of Technical Sciences, Professor*
National Research University «MPEI»

Abstract. This paper presents an analysis of retrospective data on occupational injuries and examines the dynamics of accidents in Russia. It justifies the need to update issues related to providing workers with personal protective equipment and presents their operational levels and protection classes for typical hazards in the workplace.

Keywords: electric power industry, risk assessment, hazards, PPE.

По последним данным Международной организации труда, представленным 26 ноября 2023 года, свыше 395 млн работников по всему миру получили травмы различной степени тяжести в результате воздействия вредных и опасных производственных факторов. От общего числа пострадавших около 2.93 млн человек погибли, причем 88% (2.6 млн) смертей вызваны профессиональными заболеваниями, а оставшиеся 12% (0.33 млн) – результат несчастных случаев (далее – НС) на производстве [1]. Эти статистические данные по общемировому уровню смертности от причин, связанных с трудовой деятельностью в общей структуре составляют 5.2% [2].

Тенденция высоких показателей производственного травматизма и профессиональных заболеваний прослеживается и в России [3, 4] (рис. 1).

© Мирошниченко Д. А., Кондратьева О. Е., 2026

Данный факт влечет за собой социальные и экономические последствия (издержки) как для государства, так и для бизнеса [5, 6], что в свою очередь приводит к замедлению и нестабильности положительного вектора развития страны в целом. Из рисунка видно, что динамика производственного травматизма имеет однозначный тренд к сокращению числа пострадавших в НС (на 55% в период с 2010 по 2024 гг.), но при этом скорость данного снижения замедляется от года к году.

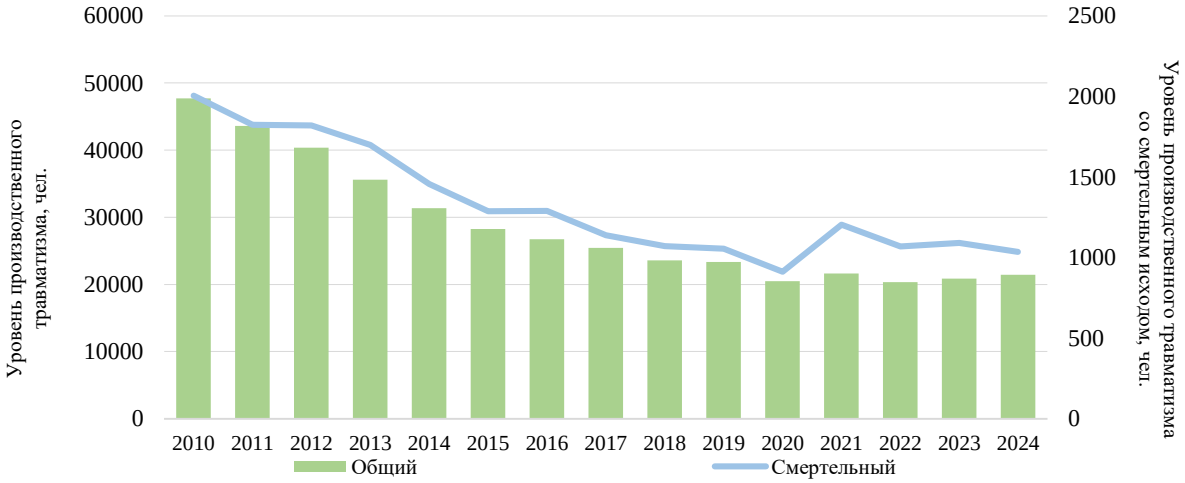


Рис. 1. Динамика производственного травматизма в России

Развитие промышленности, транспортного комплекса, сельского хозяйства, сферы услуг и предпринимательства обусловило увеличение энергетической оснащенности и рост электрических сетей и мощностей как генерации, так и передачи. Последнее в свою очередь играет определяющую роль в становлении электроэнергетической отрасти как ключевой в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Таким образом, обеспечение стабильного функционирования данной отрасли посредством достижения и поддержания высокого уровня безопасности и гигиены труда является приоритетной задачей в настоящее время.

Основополагающим мероприятием при реализации вышесказанного является обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (далее – СИЗ). О последнем свидетельствует наибольший удельный вес данного направления (в среднем – 44%) в общей структуре финансирования мероприятий, направленных на охрану труда в России (рис. 2).

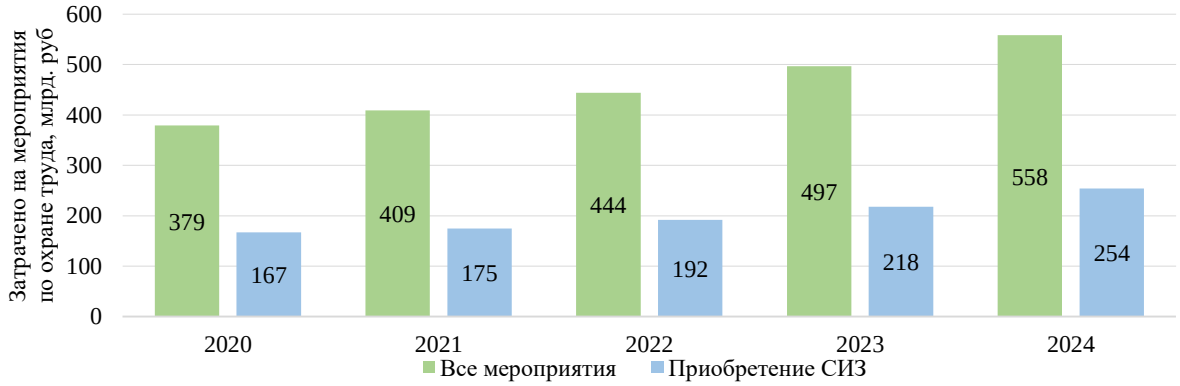


Рис. 2. Структура финансирования мероприятий по охране труда

При этом анализ существующих исследований о производственном травматизме показывает, что неприменение, неправильное применение или применение некачественных СИЗ до сих пор занимает существенную долю в общей структуре причин возникновения НС [7-10]. Следовательно, актуальными являются задачи, направленные на совершенствование существующих подходов к обеспечению работников СИЗ.

Начиная с 2022 в России реализуется риск-ориентированный подход [11, 12], на основании которого формируются нормы выдачи СИЗ. Алгоритм последнего представлен на рис. 3.



Рис. 3. Унифицированный алгоритм формирования норм выдачи СИЗ

Основным нововведением при переходе на риск-ориентированный подход стала возможность интеграции результатов оценки профессиональных рисков (далее – ОПР), которая является основной из базовых процедур системы управления охраной труда на предприятии. Таким образом, идентификация и оценка опасностей на рабочем месте и рабочей зоне является ключевым аспектом с точки зрения выбора СИЗ.

Согласно пункту 17 [11] в нормах выдачи СИЗ указывается информации о классах защиты и эксплуатационных уровнях защиты, что, в свою очередь, должно обеспечивать защиту от соответствующего уровня воздействия от опасности, проанализированной при ОПР. Определение данной информации является трудоемким процессом, который может быть качественно реализован только специалистами по охране труда, имеющими высокую компетентность в области СИЗ.

Для снижения трудовых и временных затрат при выборе конкретных СИЗ в работе представлен анализ наличия классов и уровней защиты для наиболее распространенных (типовых) групп опасностей в электроэнергетическом комплексе (таблица 1).

Таблица 1

Технические требования к СИЗ, имеющим эксплуатационные уровни или классы защиты

Тип СИЗ согласно [13]	**Перечень СИЗ**	**ГОСТ**	**Перечень параметров, на основании которого осуществляется выбор**	
Средства индивидуальной защиты от механических воздействий	Средства индивидуальной защиты рук от механических воздействий	ГОСТ EN 388-2019 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки для защиты от механических воздействий. Технические требования. Методы испытаний»	1-й уровень	100 циклов истирания*
			2-й уровень	500 *
			3-й уровень	2000 *
			4-й уровень	5000 *
			1-й уровень	Сопротивление порезу (индекс)* – 1.2
			2-й уровень	* – 2.5
			3-й уровень	* – 5
			4-й уровень	* – 10
			5-й уровень	* – 20
			1-й уровень	Сопротивление раздиру (Н)* – 10
			2-й уровень	* – 25
			3-й уровень	* – 50
			4-й уровень	* – 75
			1-й уровень	Стойкость к проколу (Н)* – 20
			2-й уровень	* – 60
			3-й уровень	* – 100
			4-й уровень	* – 150
	Средства индивидуальной защиты рук от вибраций	ГОСТ 12.4.002-97 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний»	Тип 1а	Эффективность снижения (дБ)*: 1,1,2,2,3,4,5,8
			Тип 1б	*: +,+,1,2,2,3,4,6
			Тип 2а	*: 1,1,2,2,3,4,5,8
			Тип 2б	*: +,+,1,2,2,3,3,5
	Одежда специальная защитная для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ	ГОСТ Р 12.4.288–2013 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от воды. Технические требования»	1-й класс	Значение водоупорности (Па)* – от 2000 до 3500
			2-й класс	* – от 3501 до 7000
			3-й класс	* – свыше 7000
	Средства индивидуальной защиты ног (обувь) от ударов, проколов и порезов	ГОСТ 28507-99 «Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от механических воздействий. Технические условия»	1-й класс	Энергия удара в носочной части (Дж)* - 5
			2-й класс	* - 15
			3-й класс	* - 25
			4-й класс	* - 50

		ГОСТ 12.4.103-2020 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация»	5-й класс	* - 100
			6-й класс	* - 200
	Средства индивидуальной защиты лица (очки защитные, щитки защитные лицевые)	ГОСТ 12.4.253-2013 (EN 166:2001) «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз и лица. Общие технические требования»	1-й класс	Скорость удара частиц (м/с)* - 45
			2-й класс	* - 120
			3-й класс	* - 190
Средства индивидуальной защиты от термических рисков электрической дуги, поражений электрическим током	Одежда специальная защитная и средства защиты рук от термических рисков электрической дуги	ГОСТ Р 12.4.234-2012 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от термических рисков электрической дуги. Общие технические требования и методы испытаний»	1-й уровень	Значение падающей энергии, выделяемой электрической дугой (кал/см^2)* – не менее 5
			2-й уровень	* – не менее 10
			3-й уровень	* – не менее 20
			4-й уровень	* – не менее 30
			5-й уровень	* – не менее 40
			6-й уровень	* – не менее 60
			7-й уровень	* – не менее 80
	Средства индивидуальной защиты лица от термических рисков электрической дуги (щитки защитные лицевые)		8-й уровень	* – 100 (±5)
	Средства индивидуальной защиты ног (обувь) от термических рисков электрической дуги			
	Белье нательное термостойкое и термостойкие подшлемники от термических рисков электрической дуги			
	Диэлектрические средства индивидуальной защиты от воздействия электрического тока	ГОСТ 12.4.307-2016 «Система стандартов безопасности труда. Перчатки диэлектрические из полимерных материалов. Общие технические требования и методы испытаний»	00-й класс	Среднеквадратичное значение испытуемого напряжения (кВ)* - –
			0-й класс	* - –
			1-й класс	* - 10
			2-й класс	* - 20
			3-й класс	* - 30
			4-й класс	* - 40

Систематизированные сведения, содержащиеся в таблице 1 о эксплуатационных уровнях и классах защиты, являются базисом при разработке норм выдачи СИЗ ввиду своей применимости при интеграции результатов ОПР.

Список литературы

1. International Labour Organization. A call for safer and healthier working environments. ILO Report, 23 November 2023.

2. Population Deaths. database.earth. URL: https://database.earth/population/deaths (дата обращения: 03.05.2026).

3. Условия труда. Федеральная служба государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions# (дата обращения: 05.05.2026).

4. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году». Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия населения. URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=27779&ysclid=m37fl3o2x9413400377 (дата обращения: 05.05.2026).

5. Бакико Е.В., Сердюк В.С., Яковлева Е.В. Дифференциация и оценка социально-экономических последствий неблагоприятных условий труда // ОНВ. ОИС. – 2019. – № 4.

6. Сердюк В.С., Бакико Е.В. Экономика безопасности труда: Учеб. пособие. – 2011. – 160 с.

7. Безопасность промышленного производства в Российской Федерации и за рубежом / Е.Н. Неверов, А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов [и др.] // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2023. – № 2. – С. 6-11.

8. Управление культурой безопасности как способ снижения травматизма на предприятии / С.В. Онопенко, М.В. Просин, И.М. Угарова [и др.] // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2024. – № 1. – С. 53-74. – DOI 10.17122/ogbus-2024-1-53-74.

9. Босак В.Н. Травматизм на производстве: причины, состояние и мероприятия по снижению // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2023. – № 1(32). – С. 2-6.

10. Производственный травматизм: анализ основных причин и перспектив снижения / О.Е. Кондратьева, О.А. Локтионов, Н.В. Васильева [и др.] // Безопасность труда в промышленности. – 2023. – № 8. – С. 40-46. – DOI 10.24000/0409-2961-2023-8-40-46.

11. Приказ Министерства труда России 29 октября 2021 года № 766н «Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами».

12. Приказ Минтруда России от 29.10.2021 года № 767н «Об утверждении Единых типовых норм выдачи средств индивидуальной защиты и смывающих средств».

13. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» (с изменениями на 28 мая 2019 года).

References

1. International Labour Organization. A call for safer and healthier working environments. ILO Report, 23 November 2023 (accessed: 03.05.2026).

2. Population Deaths. database.earth. URL: https://database.earth/population/deaths (accessed: 05.05.2026).

3. Working Conditions. Federal State Statistics Service. URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions# (accessed: 05.05.2026).

4. State Report «On the State of Sanitary and Epidemiological Well-being of the Population in the Russian Federation in 2023». Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing. URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=27779&ysclid=m37fl3o2x9413400377 (accessed: 05.05.2026).

5. Bakiko E.V., Serdyuk V.S., Yakovleva E.V. Differentiation and Assessment of Socio-Economic Consequences of Unfavorable Working Conditions // ONV. OIS. – 2019. – No. 4.

6. Serdyuk V.S., Bakiko E.V. Economics of Occupational Safety: Textbook. – 2011. – 160 p.

7. Safety of Industrial Production in the Russian Federation and Abroad / E.N. Neverov, A.I. Fomin, D.A. Besperstov [et al.] // Bulletin of the Scientific Center for Safety of Work in the Coal Industry. – 2023. – No. 2. – Pp. 6-11.

8. Safety Culture Management as a Way to Reduce Injuries at the Enterprise / S.V. Onopenko, M.V. Prosin, I.M. Ugarova [et al.] // Electronic Scientific Journal Oil and Gas Business. – 2024. – No. 1. – Pp. 53-74. – DOI 10.17122/ogbus-2024-1-53-74.

9. Bosak V.N. Occupational Injuries: Causes, Status, and Measures to Reduce // Bulletin of Technosphere Safety and Rural Development. – 2023. – No. 1(32). – Pp. 2-6.

10. Occupational Injuries: Analysis of the Main Causes and Prospects for Reduction / O.E. Kondratyeva, O.A. Loktionov, N.V. Vasilyeva [et al.] // Occupational Safety in Industry. – 2023. – No. 8. – Pp. 40-46. – DOI 10.24000/0409-2961-2023-8-40-46.

11. Prikaz Ministerstva truda Rossii ot 29 oktyabrya 2021 goda № 766n «Ob utverzhdenii Pravil obespecheniya rabotnikov sredstvami individual'noy zashchity i smyvayushchimi sredstvami» [Order of the Ministry of Labor of Russia No. 766n dated October 29, 2021 «On Approval of the Rules for Providing Workers with Personal Protective Equipment and Flushing Agents»]. (in Russ.)

12. Prikaz Mintruda Rossii ot 29.10.2021 goda № 767n «Ob utverzhdenii Yedinykh tipovykh norm vydachi sredstv individual'noy zashchity i smyvayushchikh sredstv» [Order of the Ministry of Labor of Russia No. 767n dated October 29, 2021

«On Approval of Unified Standard Norms for the Issuance of Personal Protective Equipment and Flushing Agents»]. (in Russ.)

13. Technical Regulation of the Customs Union TR CU 019/2011 "On the Safety of Personal Protective Equipment" (as amended on May 28, 2019).

DOI:10.58168/TSMSTTO2026_15-23
УДК 331.453

ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦЕХА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОВ

Головина Е.И., *канд. техн. наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация. В данной статье рассмотрены особенности организации охраны труда в цехе по производству термоэластопластов на производственном объекте. Был рассмотрен технологический процесс производства и выявлены вредные и опасные факторы, приведена структура профессиональных заболеваний. В результате анализа были описаны существующие и перспективные мероприятия по снижению профессиональных рисков.

Ключевые слова: каучук, охрана труда, термоэластопласты, вредные факторы, профессиональные заболевания, средства индивидуальной защиты, цифровизация.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ORGANIZATION USING THE EXAMPLE OF A THERMOELASTOPLASTIC PRODUCTION SHOP

Samchenko A.B., *student*
Golovina E.I., *Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Department of Technosphere and Fire Safety*
Voronezh State Technical University

Abstract. This article examines occupational safety and health in a TEP-50 thermoplastic elastomer production facility. The production process was examined, harmful and hazardous factors were identified, and the structure of occupational diseases was presented. The analysis described existing and potential measures to reduce occupational risks.

Keywords: rubber, labor protection, thermoplastic elastomers, harmful factors, occupational diseases, personal protective equipment, digitalization.

Промышленное производство так или иначе сопряжено с рисками для здоровья работников. Химические предприятия, в частности производство каучуков и термоэластопластов, относятся к объектам повышенной опасности из-за использования токсичных, пожаровзрывоопасных веществ. Это подтверждает потребность и актуальность совершенствования систем охраны

© Самченко А. Б., Головина Е. И., 2026

труда. Целью исследования явилось изучение организации охраны труда при воздействии неблагоприятных факторов производственной среды в цехе термоэластопластов.

Рассматриваемый в работе цех термоэластопластов имеет основные сырьевые компоненты – дивинил (бутадиен), стирол, растворители (толуол, циклогексан), катализатор (бутиллитий). Все перечисленные вещества являются легковоспламеняющимися и токсичными. Это определяет высокий класс опасности производственного объекта (рис.1).



Рис. 1. Схема производства

Производство включает в себя несколько технологических секций: ёмкостный парк растворителей, узел полимеризации, дегазации, сушки, упаковки, а также очистку отходящих газов и промышленных стоков. [2]

Технологический процесс получения продукта включает в себя полимеризацию стирола и бутадиена в присутствии литиевого катализатора в среде растворителя. Процесс идет с выделением тепла. Затем раствор полимера направляют на водную отгонку растворителя, сушку и упаковку (рис.2).

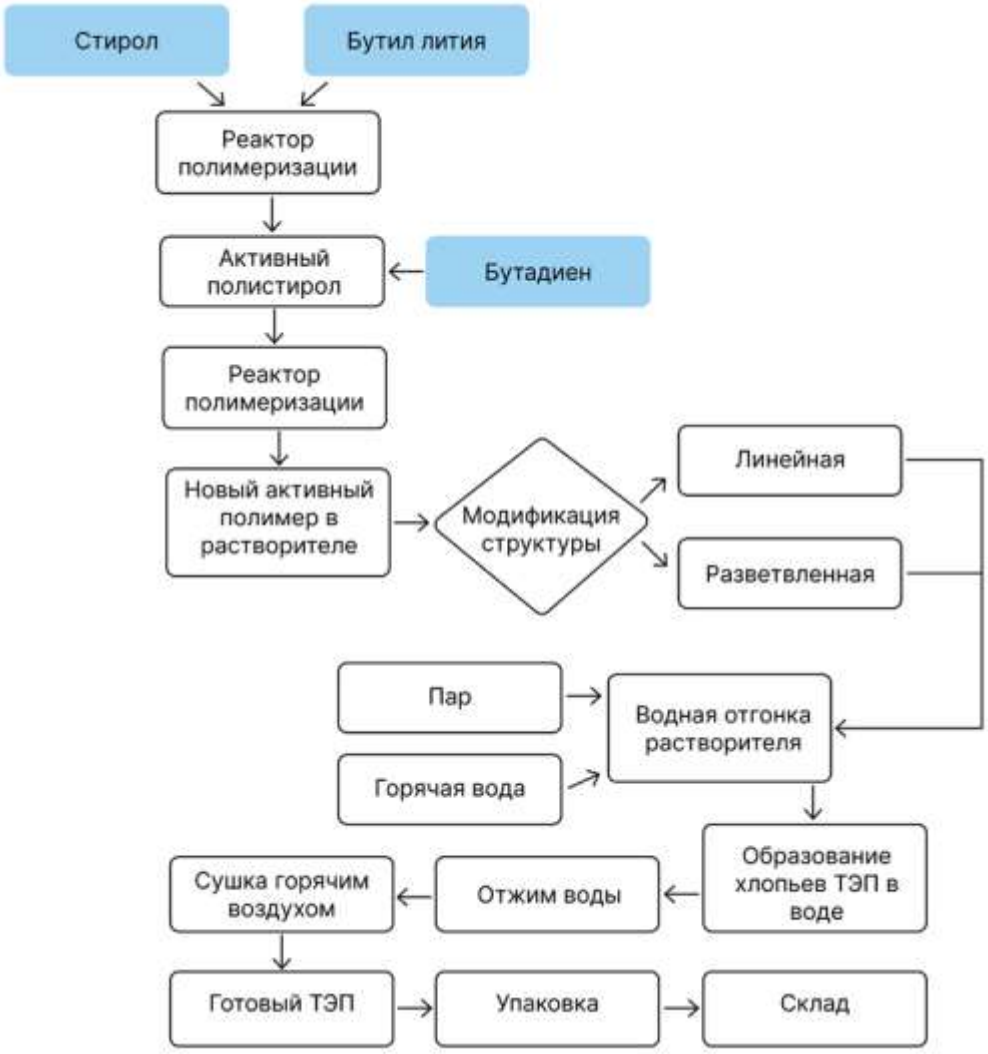


Рис.2. Технологический цикл производства ТЭП

Анализ производственного оборудования по стадиям позволил выделить следующие вредные и опасные факторы (табл.1) [3].

Таблица 1.

Классификация вредных производственных факторов

Название процесса	Оборудование	Вредные и опасные факторы
Полимеризация	Химические реакторы, насосы, мешалки	- Тепловое воздействие - Повышенное давление - Шум и вибрация - Химическая опасность
Отгонка растворителя	Испарители, теплообменники, сепараторы	- Повышенная температура - Запыленность - Повышенная влажность

Сушка и отжим	Сушильные установки, центрифуги	- Тепловое излучение - Запыленность - Шум и вибрация
Упаковка и складирование	Упаковочные машины, погрузчики	- Движущиеся механизмы - Физические перегрузки - Шумовое воздействие

Наиболее критичными являются зоны химических реакторов и сушильных установок, где отмечается комплексное воздействие: превышение ПДК канцерогенов в 2 раза, уровень шума выше допустимого на 5 дБА. Также присутствует загазованность парами органических растворителей. На основании присутствующих вредных и опасных факторов был определен класс условий труда для конкретной категории работников цеха. В результате расчета продолжительность жизни персонала за 20 лет производственного стажа может сократиться фактически на 2 года. [4]

На основе анализа научной литературы и результатов периодических медицинских осмотров можно выделить следующие группы профессиональных заболеваний, характерных для инженерно-технического персонала химического производства (рис.3).

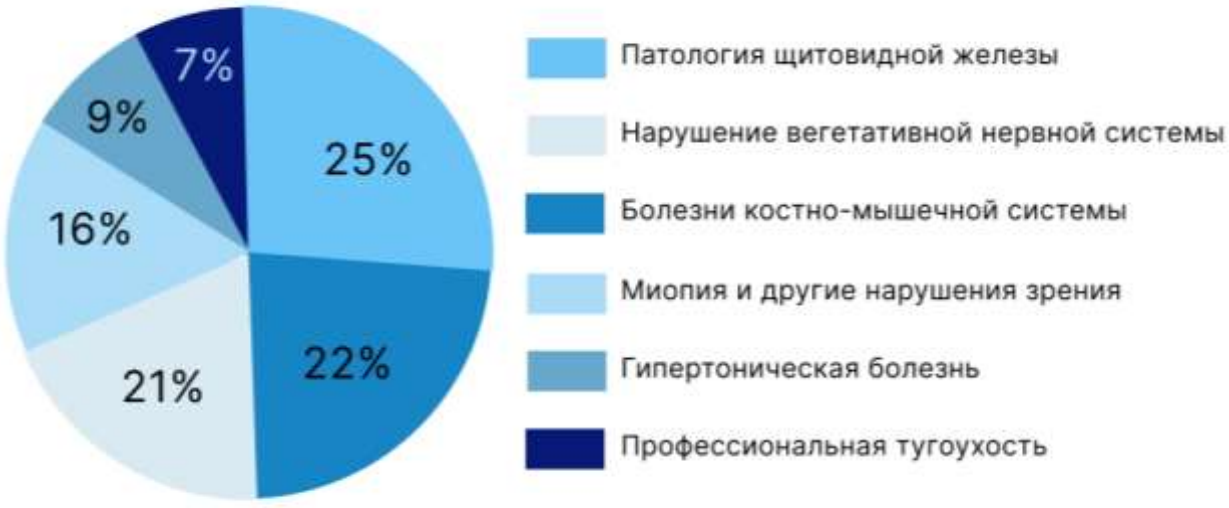


Рис. 3. Статистика профессиональных заболеваний, связанных с производственными процессами на предприятии

Также необходимо учитывать, что воздействие вредных факторов накладывается на естественное возрастное ограничение адаптационных возможностей организма. К 40-45 годам (после 15-20 лет работы) развиваются:

- ухудшение эластичности сосудов и микроциркуляции;
- снижение способности печени обезвреживать токсины;
- ослабление иммунитета;
- возрастные изменения опорно-двигательного аппарата.

Эти процессы создают почву для реализации профессиональных рисков, поэтому после 15-20 лет стажа резко возрастает частота профессиональных заболеваний (рис.4).

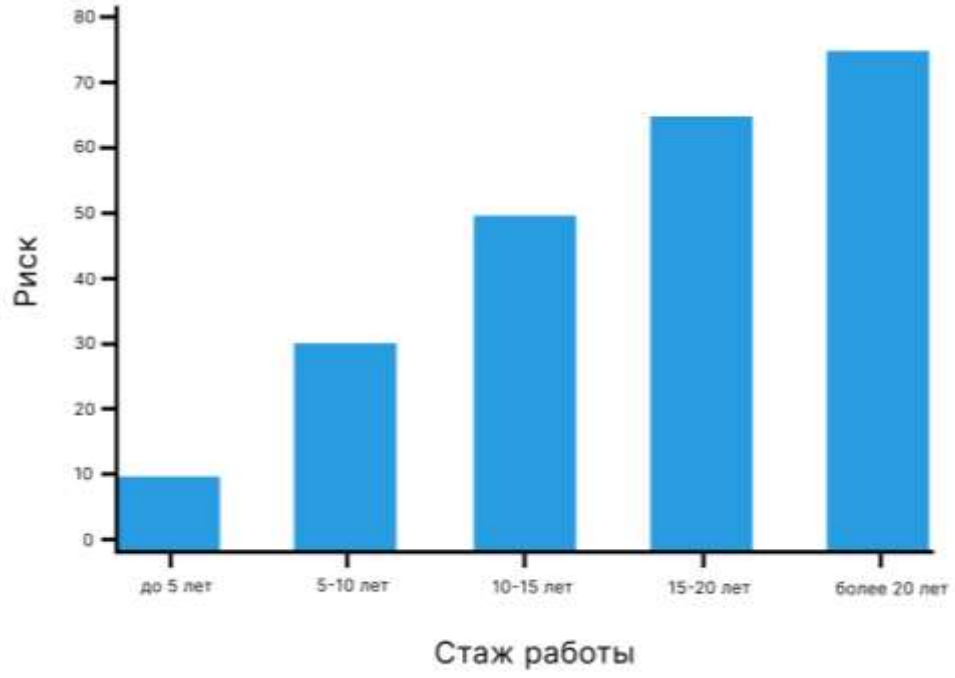


Рис. 4. Зависимость риска профзаболеваний от стажа работы

Представленная зависимость наглядно демонстрирует необходимость системного подхода к сохранению здоровья работников на протяжении всей профессиональной карьеры с особым вниманием к ветеранам производства, имеющим стаж работы 15 и более лет [5].

В цехе по производству термоэластопластов безопасность труда рассматривается как неотъемлемая часть корпоративной культуры. Соблюдение требований охраны труда осуществляется не только в рамках законодательства, но и с принятием дополнительных обязательств. Такой подход создает основу для реализации комплекса мероприятий, направленных на сохранение жизни и здоровья работников. Рассмотрим существующие мероприятия на предприятии (рис.5) [6].



Рис. 5. Схема действующих мероприятий по охране труда на предприятии

Рассмотрим общие предложения, направленные на организационные мероприятия внутри коллектива (рис.6).

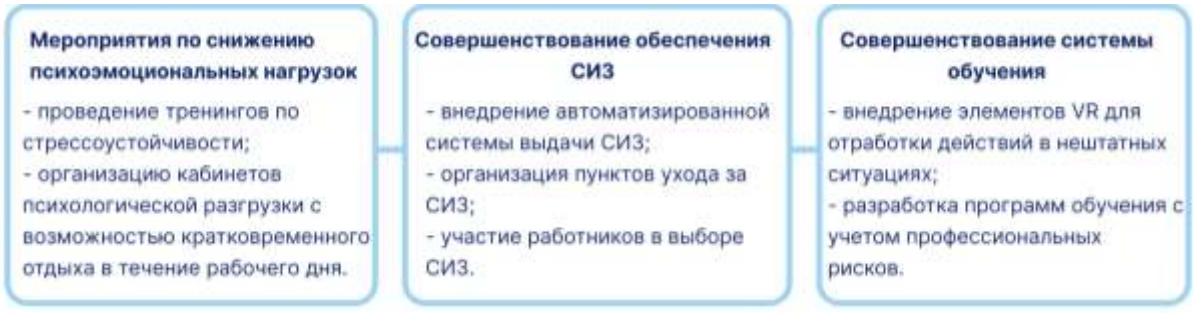


Рис.6. Рекомендуемые организационные мероприятия

Наиболее актуальными являются два аспекта, на которые хотелось бы обратит больше внимания. (рис.7)



Рис.7. Направления по совершенствования охраны труда

Применение систем видеоаналитики на базе компьютерного зрения является одним из перспективных направлений цифровизации охраны труда. На предприятии уже успешно функционируют такие решения, как интеллектуальное видеонаблюдение «Черный экран». Предлагается развитие ИИ-модулей для прогнозирования предотвращения опасных ситуаций. [7]

Ключевые функции:

- автоматический контроль использования средств индивидуальной защиты;
- распознавание опасных действий;
- контроль нахождения работников в запрещенных зонах;
- выявление признаков утомления у персонала.

Ожидаемая эффективность – снижение производственного травматизма на 40%, а также повышение дисциплины и осознанности персонала.

Новые вызовы в области охраны труда по обращению с вторичными ресурсами создает переход к экономике замкнутого цикла. Для управления возникающими рисками предлагается:

- разработка регламентов безопасного сбора и сортировки отходов;
- создание детальных технологических карт;
- подбор специальных средств индивидуальной защиты и инструкции для действий в нештатных ситуациях.

Реализация этих мероприятий позволит предотвратить новые профессиональные риски, сформировать культуру безопасности на всех этапах жизненного цикла продукции и повысить экологическую ответственность предприятия. [8]

Проведенный анализ показал, что АО «Воронежсинтезкаучук» обладает развитой системой охраны труда, подтверждением чему является первое место в областном смотре-конкурсе «Лучшая организация Воронежской области в области охраны труда» в 2024 году. Вместе с тем, выявленные вредные факторы и риски профессиональных заболеваний требуют постоянного развития системы управления охраной труда.

Список литературы

1. О проекте ТЭП-50. URL: https://rupec.ru/upload/iblock/f30/-4.pdf?ysclid=mp05rvx1af108069954

2. 3. Дудкина Ж. А., Головина Е. И. Анализ вредных и социальных факторов производства синтетического каучука // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2021. – № 2(23). – С. 48–54.

4. Самченко А. Б. Оценка условий жизнедеятельности человека по факторам вредности и травмоопасности // Сборник трудов конкурса научно-исследовательских работ. Безопасность труда. – 2025 – С. 144-148.

5. Семенова Н. В., Вяльцин А. С., Вяльцин С. В. Превентивные подходы к анализу неблагоприятного воздействия производственных факторов в нефтехимической промышленности на распространенность болезней системы кровообращения и профилактику техногенных чрезвычайных ситуаций // Лечащий Врач. – 2024. – № 12 (27). – С. 21-25.

6. «Воронежсинтезкаучук» и Гострудинспекция обсудили вопросы охраны труда // Медиаплощадка МирТесен. – 2024. – 10 октября. – Доступ

7. Петухов А. М., Сагадатова Т. В. Цифровизация охраны труда: современные инструменты анализа рисков и предотвращения травматизма // CyberLeninka. – 2024.

8. Чумаков К. В. Тенденции в современных системах мониторинга промышленной безопасности и охраны труда // Промышленная кибернетика. – 2024. – Т. 2, № 4.

References

1. About the Top 50 project. URL: https://rupec.ru/upload/iblock/f30/-4.pdf?ysclid=mp05rvx1af108069954

2. The official website of JSC "Voronezhsintezkauchuk". URL: https://www.sibur.ru/voronejkauchuk/

3. Dudkina Zh. A., Golovina E. I. Analysis of harmful and social factors of synthetic rubber production // Urban development. Infrastructure. Communications. - 2021. - No. 2 (23). - P. 48-54.

4. Samchenko A. B. Assessment of human living conditions based on harmful and injury hazard factors // Collection of papers of the research paper competition. Occupational safety. – 2025 – P. 144-148.

5. Semenova N. V., Vyal'tsin A. S., Vyal'tsin S. V. Preventive approaches to the analysis of the adverse impact of production factors in the petrochemical industry on the prevalence of circulatory system diseases and the prevention of man-made emergencies // Attending Physician. – 2024. – No. 12 (27). – P. 21-25.

6. «Voronezhsintezkauchuk» and the State Labor Inspection discussed occupational safety issues // Media platform MirTesen. – 2024. – October 10. – Access

mode: https://voronezhnews.mirtesen.ru/blog/43539277192/-Voronezhsintezkauchuk-i-Gostrudinspektsiya-obsudili-voprosyi-oh

7. Petukhov A. M., Sagadatova T. V. Digitalization of occupational safety: modern tools for risk analysis and injury prevention // CyberLeninka. – 2024.

8. Chumakov K. V. Trends in modern systems for monitoring industrial safety and labor protection // Industrial Cybernetics. – 2024. – Vol. 2, No. 4.

DOI:10.58168/TSMSTTO2026_24-30
УДК 331.45

РАЗРАБОТКА ПЕРЕЧНЯ КРИТЕРИЕВ ВЫБОРА ОБУЧАЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Зыкина Д.Р., *бакалавр*
Кондратьева О.Е., *д-р техн. наук, профессор*
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Аннотация. В данной статье рассмотрены особенности организации обучения по охране труда, проведен сравнительный анализ требований к работодателям, самостоятельно проводящим обучение работников, и к обучающим организациям Представлен обзор нормативно-правовой базы в рассматриваемой области. Проведен анализ полноты и достаточности информации об обучающих центрах в открытых источниках и разработан перечень критериев выбора обучающей организации по охране труда. Полученные результаты направлены на снижение трудовых и временных затрат специалистов по охране труда на организацию обучения работников и повышение качества обучения по охране труда.

Ключевые слова: охрана труда, обучение по охране труда, снижение производственного травматизма, профессиональный риск.

Development of a List of Criteria for Selecting an Occupational Safety Training Organization.

Zykina D.R., *B.S*
Kondratyeva O.E., *Doctor of Technical Sciences, Professor*
National Research University “Moscow Power Engineering Institute”

Abstract. This article examines the specifics of organizing occupational safety training and provides a comparative analysis of the requirements for employers who conduct training for their employees on their own and for training organizations. It also presents an overview of the regulatory framework in this area. An analysis of the completeness and adequacy of information about training centers in open sources is conducted, and a list of criteria for selecting an occupational safety and health training organization is developed. The results obtained are aimed at reducing the labor and time costs incurred by occupational safety and health specialists in organizing employee training and improving the quality of occupational safety and health training.

Keywords: occupational safety, occupational safety training, reduction of workplace injuries, occupational hazards.

© Зыкина Д. Р., Кондратьева О. Е., 2026

В соответствии со статьей 214 Трудового кодекса РФ в обязанности работодателя входит обучение работника по охране труда. В свою очередь статья 215 Трудового кодекса обязует работника проходить это обучение. Основные документы, которые устанавливают виды обучения, являются Трудовой кодекс РФ (статья 219) и Постановление Правительства РФ от 24.12.2021 № 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда» [1]. Основной целью данного обучения является снижение производственного травматизма, профессиональных заболеваний и повышение уровня безопасности на рабочих местах. Обучение может проводиться в процессе:

- инструктажей по охране труда (вводный, первичный, повторный, внеплановый, целевой);
- стажировок на рабочем месте;
- обучения требованиям охраны труда, в том числе безопасным методам и приемам выполнения работ;
- обучения по оказанию первой помощи пострадавшим;
- обучения по использованию (применению) средств индивидуальной защиты.

Каждый из перечисленных элементов обеспечивают поэтапную подготовку персонала к безопасному выполнению работ. В таблице 1 представлен анализ инструктажей по охране труда. Формы и методы их проведения определяется работодателем, инструктаж заканчивается проверкой знаний требований охраны труда.

Таблица 1

Анализ инструктажей по охране труда

<table>
<tr><th>Наименование инструктажей</th><th>Кем проводится?</th><th>Для кого проводится?</th><th>Цель</th></tr>
<tr><td>Вводный</td><td>Специалист по охране труда</td><td>Все работники, участвующие в производственной деятельности</td><td>Ознакомление с системой охраны труда</td></tr>
<tr><td>Первичный</td><td rowspan="3">Руководитель работ</td><td rowspan="3">Работники, допущенные к выполнению работ на конкретном рабочем месте</td><td>Формирование навыков</td></tr>
<tr><td>Повторный</td><td>Поддержание знаний</td></tr>
<tr><td>Внеплановый</td><td>Актуализация знаний</td></tr>
<tr><td>Целевой</td><td>Руководитель работ</td><td>Работники, выполняющие разовые работы</td><td>Обеспечение безопасности, в условиях повышенного риска</td></tr>
</table>

К стажировке на рабочем месте допускаются лица, прошедшие теоретическое обучение. Ответственным за стажировку может быть назначен мастер, наставник или специалист по определенной трудовой деятельности.

Обучение по оказанию первой помощи пострадавшим заключается в том, чтобы работники могли оказать первую помощь пострадавшему до приезда скорой медицинской помощи. Использованию (применению) средств индивидуальной защиты (СИЗ) должны быть обучены те люди, которые их используют. Перечень СИЗ, для которых необходимо обучение, устанавливает работодатель.

В зависимости от должности работника и наличия вредных и опасных производственных факторов на его рабочем месте, выбирают одну или несколько из программ обучения:

- по программе обучения по общим вопросам охраны труда и функционирования системы управления охраной труда (А);
- по программе обучения безопасным методам и приемам выполнения работ при воздействии вредных и (или) опасных производственных факторов, источников опасности, идентифицированных в рамках специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков (Б);
- по программе обучения безопасным методам и приемам выполнения работ повышенной опасности, к которым предъявляются дополнительные требования в соответствии с нормативными правовыми актами, содержащими государственные нормативные требования охраны труда (В).

Обучение по охране труда может проводится в рамках обучения требованиям охраны труда у работодателя, в организации или у индивидуального предпринимателя, оказывающие услуги по обучению, либо в виде самостоятельного процесса обучения. Особое значение имеет практическая составляющая обучения, доля которой должна составлять не менее 25–50% общего объема. Организации и индивидуальные предприниматели допускаются к оказанию услуг в области охраны труда, если они аккредитованы. В таблице 2 проведен сравнительный анализ требований к работодателю и обучающей организации, установленных Постановлением Правительства РФ № 2334 [2].

Таблица 2

Требования к работодателю и к обучающей организации

	Работодатель	Обучающая организация
Кого можно обучать?	Только своих сотрудников	Всех работников
Кто обучает?	Работники, прошедшие обучение в организациях	Лица, имеющие соответствующее образование и опят работы
Материально-техническая база	Детально не установлены	Наличие не только помещений, но и тренажеров, манекенов, оборудования
Прораммы обучения	Разрабатываются индивидуально в зависимости от деятельности работника	Разрабатываются организацией, в основном типовые
Документы о завершении обучения	Протокол, запись в реестре обученных лиц, могут	Запись в реестре обученных лиц, протокол,

	дополнительно вестись журналы	могут быть дополнительно выданы сертификат или удостоверение

В настоящее время основным критерием качества обучения по охране труда является отсутствие несчастных случаев с работниками, прошедшими обучение. Анализ требований, представленных в таблице 2, показывает что, на уровне нормативных правовых актов отсутствуют критерии, позволяющие оценить качество проведенного обучения, что снижает эффективность контрольно-надзорной деятельности в этой области и затрудняет выбор обучающей организации.

В работе был проведен анализ сведений об организациях, оказывающих услуги в области охраны труда, находящейся в открытом доступе. В качестве объекта исследования выбран город Москва, где функционирует более 500 обучающих организаций. На рисунке 1 представлена карта административных округов города с указанием количества организаций, расположенных в каждом округе Москвы.



Рисунок 1 – Распределение организаций, оказывающие услуги в области охраны труда по административным округам Москвы.

В ходе исследования установлено, что помимо номера в реестре Минтруда [3], даты добавления в реестр, названия, организационно-правовой формы, ИНН, ОГРН, юридического адреса, e-mail, телефона, виды услуг и статуса организации, в качестве ключевых показателей выбора обучающей организации являются:

- наличие официального сайта и контактной информации;
- полнота сведений о преподавателях;
- описание программ обучения;
- оценка интерфейса и информативности сайта;
- ссылки на соцсети с регулярно обновляемой информацией;
- содержание программ обучения по охране труда.

На основе этих критериев для оценки полноты информации, на официальных сайтах организаций, была введена балльная шкала, представленная в табл. 3.

Таблица 3

Шкала оценки полноты информации, представленной на сайте

Балльная оценка	Описание критериев
	Отсутствие информации
	Минимальная информация (наличие одного критерия)
	Частичная информация (три критерия отсутствуют)
	Средний уровень (два критерия отсутствуют)
	Почти полная информация (один из критериев заполнен не полностью)
	Полная информация (все критерии)

Полученные критерии позволяют объективно оценить уровень обучающей организации и выбрать более эффективную для подготовки персонала. По результатам анализа наивысшую оценку получили 43 организации, полностью соответствующие требованиям Постановления Правительства № 2334, предоставляющие информацию о материально-технической базе и оснащенности образовательного процесса. Данные организации оснащены учебными аудиториями, полигонами для формирования практических навыков работ, например, на высоте или в ограниченных и замкнутых пространствах, тренажерами для отработки навыков по оказанию первой помощи пострадавшим.

К наиболее распространенным недостаткам сайтов учебных организаций были отнесены:

- отсутствие информации об учебном процессе;
- минимальная доступность данных о преподавательском составе;
- разный уровень информационной открытости;
- представления минимальных сведений об организациях;
- отсутствие практического опыта у преподавателей.

Численность преподавательского состава учебных центров варьируется от минимального до разветвлённых по направлению обучения специалистов. В тех организациях, в которых в открытом доступе присутствуют данные о

преподавательском составе, все имеют высшее профессиональное образование, свидетельства о повышении квалификации и опыт работы в области охраны труда. Но большинство организаций не указывают сведения о преподавательском составе. Поэтому на примере организаций, получившие наивысшую оценку, сформулирован перечень основных сведений о преподавательском составе, которые целесообразно указывать на сайте:

- Ф.И.О преподавателя;
- наименование преподаваемой дисциплины;
- должность, уровень образования, ученая степень, ученое звание;
- образовательное учреждение, специальность по диплому, год окончания;
- опыт работы;
- данные о повышении квалификации и профессиональной переподготовке.

Анализ программ обучающих организаций показал, что большинство тем являются типовыми и совпадают с примерными перечнями тем, установленных Постановлением Правительства № 2464 []. Обучение по охране труда по основным программам проводится, как правило, в формате лекций и заканчивается проверкой знаний по изученному материалу. К дополнительным преимуществам с точки зрения привлечения аудитории можно отнести наличие практических кейсов, которое указывает на наличие практического и методического опыта.

Вывод

В результате проведенного исследования были определены следующие ключевые критерии, учет наличия которых целесообразен при выборе обучающей организации на основании открытых источников:

- сайт и контактные данные;
- полная информация о преподавательском составе;
- практический опыт у преподавателей не менее 5 лет;
- подробная информация о программах с указанием часов и содержания;
- дополнительная информация, подтверждающая опыт работы организации (регулярно обновляемый раздел «новости» на сайте или в соцсетях, описание практических кейсов и т.п.).

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 24.12.2021 № 2464 (ред. от 12.06.2024) «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда» // КонтурНорматив https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=442665#h300

2. Постановление Правительства РФ от 16.12. 2021 № 2334 (ред. от 18.04.2025) «Об утверждении правил аккредитации организаций, индивидуальных предпринимателей, оказывающих услуги в области охраны труда, и требований к организациям и индивидуальным предпринимателям, оказывающим услуги в

области охраны труда» // КонтурНорматив https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501757#h187

3. Реестр аккредитованных организаций, оказывающих услуги в области охраны труда // Минтруд России https://akot.rosmintrud.ru/ot/organizations

References

1. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2464 of December 24, 2021 (as amended on June 12, 2024) “On the Procedure for Occupational Safety Training and Testing of Knowledge of Occupational Safety Requirements” // KonturNormativ https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=442665#h300

2. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2334 of December 16, 2021 (as amended on April 18, 2025) “On the Approval of Rules for the Accreditation of Organizations and Individual Entrepreneurs Providing Occupational Safety Services, and Requirements for Organizations and Individual Entrepreneurs Providing Occupational Safety Services” // KonturNormativ. https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501757#h187

3. Register of accredited organizations providing services in the field of occupational safety and health // Ministry of Labor of Russia https://akot.rosmintrud.ru/ot/organizations

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_31-39
УДК 614.8:004

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИКО-ЭВАКУАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСТРАДАВШИХ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Томилин Е.С., Корнев М.С., Туданов К.С., Хаустов С.Н., Суховей А.В., Суховей Д.В., Христенко А.С., *студенты*
Механтьева Л.Е., *д-р мед. наук, профессор*
Ильичев В.П., *канд. мед. наук, доцент*
Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. Проведён системный анализ современных цифровых технологий, применяемых в рамках лечебно-эвакуационного обеспечения пострадавших при чрезвычайных ситуациях. Рассмотрены нормативные правовые основы цифровизации здравоохранения, а также функциональные возможности телемедицинских систем, алгоритмов искусственного интеллекта для автоматизированной медицинской сортировки, беспилотных авиационных систем, средств имитационного моделирования и единых информационных платформ. Показано, что интеграция указанных решений способствует сокращению временных затрат на эвакуацию, повышению точности сортировочных мероприятий и рациональному распределению ресурсов, что в конечном счёте повышает выживаемость пострадавших. Определены перспективные направления дальнейшей цифровой трансформации Всероссийской службы медицины катастроф.

Ключевые слова: Всероссийская служба медицины катастроф, лечебно-эвакуационное обеспечение, медицинская эвакуация, цифровые технологии, телемедицинские технологии, искусственный интеллект, медицинская сортировка, беспилотные авиационные системы, имитационное моделирование, чрезвычайная ситуация.

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE ORGANIZATION OF MEDICAL EVACUATION SUPPORT FOR VICTIMS IN EMERGENCY SITUATIONS

Tomilin E.S., Kornev M.S., Tudanov K.S., Khaustov S.N., Sukhovey A.V., Sukhovey D.V., Khristenko A.S., *students*
Mekhantyeva L.E., *Doctor of Medical Sciences, Professor*
Ilichev V.P., *Candidate of Medical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

© Томилин Е. С., Корнев М. С., Туданов К. С., Хаустов С. Н., Суховей А. В., Суховей Д. В., Христенко А. С., Механтьева Л. Е., Ильичев В. П., 2026

Abstract. The paper presents a systematic analysis of modern digital technologies used in the medical evacuation support of victims in emergency situations. The regulatory legal framework for healthcare digitalization is examined, along with the functional capabilities of telemedicine systems, artificial intelligence algorithms for automated medical triage, unmanned aircraft systems, simulation modeling tools, and unified information platforms. It is demonstrated that the integration of these solutions reduces evacuation time, improves triage accuracy, and ensures rational resource allocation, ultimately increasing victim survival. Promising directions for further digital transformation of the All-Russian Disaster Medicine Service are identified.

Keywords: All-Russian Disaster Medicine Service, medical evacuation support, medical evacuation, digital technologies, telemedicine, artificial intelligence, medical triage, unmanned aircraft systems, simulation modeling, emergency situation.

Введение. В соответствии с Федеральным законом от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» организация и оказание медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях (ЧС), включая медицинскую эвакуацию, возлагаются на Всероссийскую службу медицины катастроф (ВСМК), которая является функциональной подсистемой Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) [1, 2]. Порядок организации и оказания ВСМК медицинской помощи при ЧС, в том числе медицинской эвакуации, утверждён приказом Минздрава России от 6 ноября 2020 г. № 1202н [3]. Данным приказом закреплено, что ВСМК осуществляет лечебно-эвакуационное обеспечение (ЛЭО) пострадавших на основе системы этапного лечения с их эвакуацией по назначению, предусматривающей последовательное и преемственное оказание медицинской помощи в зоне поражения и на этапах медицинской эвакуации в медицинские организации, способные обеспечить оказание необходимой медицинской помощи [3].

Масштабы и последствия крупных катастроф – землетрясений, наводнений, транспортных аварий, террористических актов – нередко сопровождаются массовыми санитарными потерями, разрушением медицинской инфраструктуры и дефицитом времени для принятия решений [4, 5]. В этих условиях особую значимость приобретают цифровые технологии, способные обеспечить быструю и объективную оценку обстановки, дистанционную поддержку медицинского персонала и оптимальную маршрутизацию потоков поражённых. Утверждённая Стратегия цифровой трансформации здравоохранения и формирование Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ) создают правовую и технологическую основу для внедрения интеллектуальных инструментов в деятельность медицинских формирований, участвующих в ликвидации медико-санитарных последствий ЧС [6]. Накопленный опыт свидетельствует, что без применения цифровых средств достижение высокой оперативности и качества

медицинской эвакуации в условиях дефицита ресурсов практически невозможно [7].

Цель настоящего исследования – систематизировать и проанализировать современные цифровые технологии, используемые в организации лечебно-эвакуационного обеспечения пострадавших при ЧС, оценить их эффективность и определить направления дальнейшего развития.

Материалы и методы. В качестве материалов использованы научные публикации в рецензируемых изданиях, государственные доклады о состоянии защиты населения и территорий от ЧС, а также результаты практического внедрения цифровых продуктов в работу территориальных центров медицины катастроф (ТЦМК) и станций скорой медицинской помощи. Основными методами стали информационно-аналитический обзор и системный анализ, включающие систематизацию данных о функциональных возможностях цифровых решений и их влиянии на временны́е и медико-тактические показатели эвакуационных мероприятий.

Результаты и их анализ. Проведённый анализ показывает, что ключевыми направлениями цифровизации ЛЭО являются: телемедицинское консультирование, автоматизированная медицинская сортировка с элементами искусственного интеллекта, дистанционное наблюдение за жизненно важными показателями, применение беспилотных авиационных систем (БАС), системы поддержки принятия решений (СППР), имитационное моделирование для оптимизации маршрутов и использования ресурсов, а также создание единых информационных центров управления.

Телемедицинские технологии играют важнейшую роль на догоспитальном этапе. Уже в первые минуты после происшествия врач-консультант может дистанционно оценить состояние пострадавшего, принять решение о необходимом объёме помощи и выбрать оптимальную тактику эвакуации. Так, например, за 2023 год на базе федерального центра медицины катастроф проведено более 292 тысяч телемедицинских консультаций по схеме «врач – врач», из них почти 1,8 тысячи – для пациентов, пострадавших в ЧС [8]. Современные мобильные комплексы, такие как автоматизированный диагностический лечебный комплекс «АНГЕЛ», позволяют не только передавать физиологические параметры, но и поддерживать жизнедеятельность во время транспортировки [9]. Аналогичный опыт применения телекоммуникационных технологий в работе Воронежского областного клинического центра медицины катастроф показал свою эффективность в оказании экстренной специализированной нейрохирургической помощи населению Воронежской области [10]. Применение беспилотных систем расширяет возможности дистанционной оценки обстановки: в соответствии с поручениями Минздрава России, с 2023 года ведётся активная работа по внедрению беспилотных технологий в деятельность службы медицины катастроф для транспортировки медицинских грузов, биоматериалов и координации оказания первой помощи с постоянным видеонаблюдением [11].

Медицинская сортировка является тем этапом, где цифровые алгоритмы демонстрируют наибольшее превосходство над традиционными шкалами. Системы, построенные на методах машинного обучения («случайный лес», градиентный бустинг, нейронные сети), способны учитывать сложные нелинейные взаимосвязи между показателями и в ряде исследований превосходят шкалы START (Simple Triage and Rapid Treatment – простая сортировка и быстрое лечение), RTS (Revised Trauma Score – пересмотренная шкала тяжести травмы) и MGAP (Mechanism, Glasgow Coma Scale, Age, arterial Pressure – механизм травмы, шкала комы Глазго, возраст, артериальное давление) по точности прогноза необходимости экстренной операции и интенсивной терапии [12]. Примером полностью автоматизированной платформы служит система поддержки принятия решений DSS-MEDEVAC, разработанная для вооружённых сил и испытанная в полевых условиях. Она в режиме реального времени измеряет частоту сердечных сокращений, частоту дыхания, насыщение крови кислородом и систолическое артериальное давление, после чего присваивает пострадавшему цветовую категорию в соответствии с алгоритмом медицинской сортировки и вычисляет вероятность выживания. В ходе полигонных испытаний время обработки данных для 10 000 условных раненых не превышало одной минуты, а точность идентификации критических состояний достигала 90% [13].

Дистанционное наблюдение за физиологическими параметрами с помощью носимых датчиков расширяет возможности сортировки в зоне ЧС, куда доступ спасателей затруднён. Беспилотные системы, оснащённые видеокамерами и тепловизорами, позволяют быстро обнаруживать пострадавших в труднодоступных районах, задымлённых или химически заражённых участках. Совмещение этих технологий с алгоритмами компьютерного зрения на основе глубоких нейронных сетей даёт возможность автоматически оценить двигательную активность, наличие дыхательных движений и даже уровень сознания по вербальному ответу, что в совокупности реализует дистанционную сортировку по системе START. Экспериментальные системы добивались точности обнаружения замаскированного человека до 97%, а точности сортировки – до 98% [12, 14]. Беспилотные летательные аппараты также могут оперативно доставлять медикаменты, кровоостанавливающие средства и компактное оборудование в зону бедствия, сокращая время от момента вызова до получения помощи примерно вдвое – с 60 до 30 минут [14].

Имитационное моделирование служит действенным инструментом стратегического планирования эвакуации. Исследование, выполненное на примере массового дорожно-транспортного происшествия в Белгородской области, показало, что создание Единого центра скорой медицинской помощи и медицины катастроф с единой диспетчерской службой и изменёнными алгоритмами маршрутизации сокращает среднее время эвакуации с (105,8 ± 12,1) мин до (43,2 ± 1,18) мин. При этом все пострадавшие тяжёлой и средней степени тяжести были госпитализированы в травмоцентр первого уровня в пределах

«золотого часа», что практически исключило необходимость повторных межбольничных перевозок [15]. Подобные виртуальные модели позволяют на этапе планирования проверить различные сценарии ЧС и оптимально распределить силы и средства, включая количество бригад скорой помощи и воздушных судов.

Особое место в цифровом контуре занимают системы поддержки принятия решений (СППР), которые должны обеспечивать непрерывный мониторинг обстановки, прогнозирование развития событий и оперативную оценку альтернативных вариантов действий по критериям времени, эффективности и риска [16]. Интеграция СППР с геоинформационными системами, имитационными моделями и базами данных о медицинских ресурсах позволяет лицу, принимающему решение, в сжатые сроки формировать обоснованные планы лечебно-эвакуационных мероприятий даже в условиях высокой неопределённости.

Цифровые платформы постепенно внедряются и в традиционные виды санитарного транспорта. Так, разрабатывается концепция «умного поезда милосердия», который представляет собой железнодорожный состав, интегрированный в интеллектуальную транспортную систему ОАО «РЖД» и оснащённый медицинским оборудованием с возможностью телемедицинских консультаций, непрерывного наблюдения за состоянием раненых и автоматизированного ведения интегрированной персональной электронной медицинской карты (ИПЭМК). Информационно-телекоммуникационный комплекс такого поезда обеспечивает надёжный обмен данными между начальником состава, медицинским персоналом и внешними абонентами – эвакуационными пунктами, лечебными учреждениями Министерства здравоохранения и органами управления. Пропускная способность сети для реализации всех заявленных функций должна составлять не менее 700 кбит/с, что в современных условиях вполне достижимо с помощью спутниковых и мобильных каналов связи [17].

Объединяющим элементом цифровой экосистемы медицины катастроф становятся региональные и федеральные информационные системы, обеспечивающие сквозное наблюдение за пациентом от момента получения травмы до госпитализации в профильное учреждение. Внедрение Единого центра скорой медицинской помощи и медицины катастроф в ряде субъектов Российской Федерации подтвердило, что централизация диспетчерской службы и общий цифровой контур повышают оперативность реагирования, исключают дублирование действий и позволяют направлять пострадавших сразу в профильные стационары, минуя необоснованные промежуточные этапы [8, 15].

Показателен в этом отношении опыт Воронежской области, в которой преобладают ЧС техногенного характера, а эффективное оперативное управление, осуществляемое специалистами территориального центра медицины катастроф, позволяет обеспечить экстренное реагирование и согласованную работу всех привлечённых медицинских сил, а также

организовать эвакуацию наиболее тяжёлых пострадавших с применением санитарной авиации [18].

Несмотря на очевидные преимущества, цифровая трансформация лечебно-эвакуационного обеспечения сталкивается с рядом ограничений. К ним относятся: высокая стоимость разработки и внедрения систем, необходимость обеспечения кибербезопасности и защиты персональных данных, недостаточная нормативно-правовая регламентация применения искусственного интеллекта и беспилотных систем в клинической практике, а также потребность в целенаправленной подготовке медицинского персонала. Тем не менее, накопленный практический опыт и результаты исследований свидетельствуют, что указанные трудности преодолимы, а ожидаемый медико-социальный эффект – снижение летальности и инвалидизации вследствие травм – оправдывает необходимые вложения.

Заключение. Таким образом, цифровые технологии органично встраиваются в систему лечебно-эвакуационного обеспечения пострадавших в ЧС, превращаясь из вспомогательного инструмента в обязательный компонент. Интеллектуальные системы медицинской сортировки, дистанционное наблюдение, беспилотные авиационные системы, системы поддержки принятия решений, имитационные модели, а также единые информационные платформы в своей совокупности сокращают время реагирования, повышают объективность сортировочных решений и обеспечивают рациональное использование ограниченных ресурсов. Дальнейшее развитие данного направления требует совершенствования правовой базы, стандартизации протоколов обмена данными и проведения масштабных клинико-полевых исследований, однако, несмотря на вышеперечисленные барьеры внедрения представленных систем, уже сегодня очевидно, что цифровые технологии способны качественно повысить эффективность отечественной медицины катастроф.

Список литературы

1. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». Статья 41.

2. Всероссийская служба медицины катастроф (ВСМК) // Термины МЧС России. – URL: https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/3480 (дата обращения: 28.04.2026).

3. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 06.11.2020 № 1202н «Об утверждении Порядка организации и оказания Всероссийской службой медицины катастроф медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях, в том числе медицинской эвакуации» (в ред. от 29.10.2024).

4. Баранова, Н. Н. Современное состояние проблемы организации и проведения медицинской эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях / Н. Н. Баранова, С. Ф. Гончаров // Медицина катастроф. – 2020. – № 4. – С. 57–65.

5. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 году : Государственный доклад. – Москва : МЧС России : ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020. – 259 с.

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 09.02.2022 № 140 «О единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения».

7. Баранова, Н. Н. Медицинская эвакуация пострадавших: состояние, проблемы. Сообщение 1 / Н. Н. Баранова // Медицина катастроф. – 2018. – № 4 (104). – С. 37–40.

8. Черников, С. И. Опыт внедрения современных технологий в сферу медицины катастроф / С. И. Черников, С. И. Антонов // Сборник статей УГМУ. – 2025. – С. 111–114.

9. Концепция реконфигурируемого изолируемого роботизированного медицинского модуля для эвакуации больных и пострадавших / С. Ф. Гончаров, М. Э. Соколов, Н. Н. Баранова [и др.] // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2020. – № 3. – С. 14–23.

10. Механтьева, Л. Е. Опыт применения телемедицинских технологий в работе Воронежского областного клинического центра медицины катастроф / Л. Е. Механтьева, А. Н. Артемов, В. П. Ильичев // Медицина катастроф. – 2021. – № 4. – С. 17–22.

11. Беспилотники в системе здравоохранения: перспективы применения // ФГБУ «ФЦМК» Минздрава России. – URL: https://fcmk.minzdrav.gov.ru/bespilotniki-v-sisteme-zdravoohraneniya-perspektivy-primeneniya/ (дата обращения: 15.04.2026).

12. Селиверстов, П. А. Возможности применения технологий искусственного интеллекта для оказания догоспитальной помощи при травмах / П. А. Селиверстов, Ю. Г. Шапкин, Н. Ю. Стекольников // Журнал им. Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». – 2025. – Т. 14, № 3. – С. 609–618.

13. Smart Medical Evacuation Support System for the Military / J. Krygier, P. Lubkowski, K. Maslanka [et al.] // Sensors. – 2024. – Vol. 24. – P. 4581.

14. Мужиков, М. А. Современные технологии в медицине катастроф: использование дронов и телемедицины в зонах чрезвычайных ситуаций / М. А. Мужиков // Сборник материалов конференции. – Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, 2025. – С. 3–5.

15. Имитационное моделирование ликвидации медико-санитарных последствий массового дорожно-транспортного происшествия, на примере Белгородской области / С. А. Григорьев, В. М. Теплов, Е. А. Цебровская [и др.] // Медицина катастроф. – 2025. – № 2. – С. 66–70.

16. Механтьева, Л. Е. Организация систем поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях / Л. Е. Механтьева, В. П. Ильичев, Т. П. Склярова //

Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2019. – № 1 (10). – С. 260–262.

17. Вопросы организации «умного поезда милосердия» / А. В. Татаренко, Е. В. Казакевич, А. А. Привалов, С. А. Лопатин // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2024. – Т. 21, вып. 2. – С. 525–536.

18. Вопросы совершенствования организации оказания медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях на территории Воронежской области / Г. И. Сапронов, Т. П. Склярова, В. П. Ильичев, В. И. Гречкин // Современные проблемы гражданской защиты. – 2018. – № 1 (26). – С. 7–11.

References

1. Federal Law of the Russian Federation No. 323-FZ of November 21, 2011 “On the Fundamentals of Health Protection of Citizens in the Russian Federation”. Article 41. (In Russian).

2. All-Russian Service of Disaster Medicine (VSMK) // Terms of the Ministry of Emergency Situations of Russia. - URL: https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/3480 (date of reference: 04/28/2026).

3. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 1202n of November 6, 2020 “On Approval of the Procedure for the Organization and Provision of Medical Care by the All-Russian Disaster Medicine Service in Emergency Situations, Including Medical Evacuation” (as amended on 29.10.2024). (In Russian).

4. Baranova N.N., Goncharov S.F. Current state of the problem of organizing and conducting medical evacuation of victims in emergency situations. Meditsina katastrof = Disaster Medicine. 2020;4:57–65. (In Russian).

5. On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2019: State report. Moscow: EMERCOM of Russia; 2020. 259 p. (In Russian).

6. Decree of the Government of the Russian Federation No. 140 of February 9, 2022 “On the Unified State Information System in the Sphere of Healthcare”. (In Russian).

7. Baranova N.N. Medical evacuation of victims: state, problems. Report 1. Meditsina katastrof = Disaster Medicine. 2018;4(104):37–40. (In Russian).

8. Chernikov S.I., Antonov S.I. Experience in implementing modern technologies in the field of disaster medicine. In: Collection of articles of USMU. 2025:111–114. (In Russian).

9. Goncharov S.F., Sokolov M.E., Baranova N.N. et al. Concept of a reconfigurable isolated robotic medical module for evacuation of patients and victims. Medico-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations. 2020;3:14–23. (In Russian).

10. Mekhantyeva L.E., Artemov A.N., Ilyichev V.P. Experience in application of telemedicine technologies in the work of Voronezh Regional Clinical Center of

Disaster Medicine. Meditsina katastrof = Disaster Medicine. 2021;4:17–22. (In Russian).

11. Drones in the healthcare system: application prospects // FSBI "FCMC" of the Ministry of Health of the Russian Federation. - URL: https://fcmk.minzdrav.gov.ru/bespilotniki-v-sisteme-zdravoohraneniya-perspektivy-primeneniya / (date of access: 04/15/2026).

12. Seliverstov P.A., Shapkin Yu.G., Stekolnikov N.Yu. Possibilities of using artificial intelligence technologies in prehospital trauma care. Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care. 2025;14(3):609–618. (In Russian).

13. Krygier J., Lubkowski P., Maslanka K. et al. Smart Medical Evacuation Support System for the Military. Sensors. 2024;24:4581.

14. Muzhikov M.A. Modern technologies in disaster medicine: use of drones and telemedicine in emergency zones. In: Proceedings of the conference. Military Medical Academy named after S.M. Kirov; 2025:3–5. (In Russian).

15. Grigoriev S.A., Teplov V.M., Tsebrovskaya E.A. et al. Simulation modeling of the elimination of medical and sanitary consequences of a mass road accident, by the example of the Belgorod region. Meditsina katastrof = Disaster Medicine. 2025;2:66–70. (In Russian).

16. Mekhantyeva L.E., Ilyichev V.P., Sklyarova T.P. Organization of decision support systems in emergency situations. Sovremennye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoi oborony i likvidatsii posledstvii chrezvychainykh situatsii. 2019;1(10):260–262. (In Russian).

17. Tatarenko A.V., Kazakevich E.V., Privalov A.A., Lopatin S.A. Issues of organizing a “smart mercy train”. Proceedings of Petersburg Transport University. 2024;21(2):525–536. (In Russian).

18. Sapronov G.I., Sklyarova T.P., Ilyichev V.P., Grechkin V.I. Issues of improving the organization of medical care in emergency situations on the territory of the Voronezh region. Sovremennye problemy grazhdanskoi zashchity. 2018;1(26):7–11. (In Russian).

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_40-47
УДК 614.8:004:616-001

ЦИФРОВОЙ КОНТУР ЭВАКУАЦИИ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ: ОТ ЗАВАЛА ДО РЕАНИМАЦИИ

Корнев М.С., Томилин Е.С., Туданов К.С., Хаустов С.Н., Суховей А.В., Суховей Д.В., Христенко А.С., *студенты*
Механтьева Л.Е., *д-р мед. наук, профессор*
Ильичев В.П., *канд. мед. наук, доцент*
Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. В статье представлена концепция цифрового контура лечебно-эвакуационного обеспечения пострадавших при землетрясениях, охватывающего все этапы – от поиска под завалами до госпитализации в специализированные стационары. На основе анализа отечественного и зарубежного опыта ликвидации медико-санитарных последствий землетрясений рассмотрены ключевые цифровые технологии: беспилотные авиационные системы, геоинформационные системы, телемедицина, алгоритмы искусственного интеллекта для медицинской сортировки, системы поддержки принятия решений и имитационное моделирование маршрутов эвакуации. Показано, что интеграция указанных технологий в единый информационный контур позволяет значительно сократить время реагирования, повысить точность сортировки и обоснованность маршрутизации, что в конечном счёте способствует снижению летальности среди пострадавших. Определены перспективные направления дальнейшей цифровой трансформации системы медицинского обеспечения при разрушительных землетрясениях.

Ключевые слова: землетрясение, лечебно-эвакуационное обеспечение, медицинская эвакуация, цифровые технологии, телемедицина, искусственный интеллект, беспилотные авиационные системы, медицинская сортировка, имитационное моделирование.

DIGITAL EVACUATION PATHWAY IN EARTHQUAKE: FROM THE RUBBLE TO THE INTENSIVE CARE UNIT

Kornev M.S., Tomilin E.S., Tudanov K.S., Khaustov S.N., Sukhovey A.V., Sukhovey D.V., Khristenko A.S., *students*
Mekhantyeva L.E., *Doctor of Medical Sciences, Professor*
Ilichev V.P., *Candidate of Medical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

© Корнев М. С., Томилин Е. С., Туданов К. С., Хаустов С. Н., Суховей А. В., Суховей Д. В., Христенко А. С., Механтьева Л. Е., Ильичев В. П., 2026

Abstract. The article presents the concept of a digital pathway for medical evacuation support of earthquake victims, covering all stages from search under the rubble to hospitalization in specialized hospitals. Based on the analysis of domestic and international experience in eliminating the medical and sanitary consequences of earthquakes, key digital technologies are examined: unmanned aircraft systems, geographic information systems, telemedicine, artificial intelligence algorithms for medical triage, decision support systems, and simulation modeling of evacuation routes. It is shown that the integration of these technologies into a unified information pathway significantly reduces response time, improves triage accuracy, and justifies routing, ultimately contributing to reduced mortality among victims. Promising directions for further digital transformation of the medical support system for devastating earthquakes are identified.

Keywords: earthquake, medical evacuation support, medical evacuation, digital technologies, telemedicine, artificial intelligence, unmanned aircraft systems, medical triage, simulation modeling.

Землетрясения остаются одним из наиболее разрушительных видов природных чрезвычайных ситуаций. За последние два десятилетия они унесли сотни тысяч жизней, а материальный ущерб исчисляется миллиардами долларов [1]. Катастрофическое землетрясение в Армянской ССР в декабре 1988 г., землетрясения в Турции (1999, 2023 гг.), Иране (2003 г.), Китае (2008 г.) и многие другие показали, что главными факторами, определяющими выживаемость пострадавших, являются скорость извлечения из-под завалов, своевременность и качество оказания медицинской помощи на месте и в ходе эвакуации [2, 3]. В соответствии с ГОСТ Р 22.8.15-2023, аварийно-спасательные работы при землетрясениях включают разведку, поиск пострадавших, их деблокирование, оказание первой помощи и эвакуацию в безопасное место [4]. Однако в условиях массовых санитарных потерь, разрушения медицинской инфраструктуры и транспортных путей реализация этих этапов требует принципиально новых подходов, основанных на цифровых технологиях.

Федеральный закон № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» и создание Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения создают правовую основу для внедрения телемедицины, электронных медицинских карт и информационного обмена между медицинскими организациями [5]. Применительно к землетрясениям задача цифровизации лечебно-эвакуационного обеспечения формулируется как создание единого информационного контура, который обеспечивает непрерывное наблюдение, сортировку, контроль состояния и управление потоками пострадавших от момента обнаружения под завалом до поступления в профильный стационар. Цель настоящей статьи – систематизировать существующие цифровые технологии, формирующие такой контур, и оценить их влияние на эффективность медицинской эвакуации при землетрясениях.

Первые часы после землетрясения характеризуются хаотичностью завалов, разрушением дорог и отсутствием точной информации о числе и местонахождении пострадавших. Для оперативной оценки обстановки всё шире используются геоинформационные системы (ГИС) и данные космического зондирования. ГИС позволяют накладывать на цифровую карту местности сведения о разрушенных зданиях, транспортных коридорах, местах расположения медицинских организаций и пунктов сбора поражённых, что даёт руководителю ликвидации чрезвычайной ситуации наглядную картину [6]. Беспилотные аппараты с тепловизорами и видеокамерами высокого разрешения способны быстро обследовать обширные участки разрушений, выявляя места скопления людей и подавая сигнал спасателям. Включение алгоритмов компьютерного зрения и нейронных сетей позволяет в автоматическом режиме распознавать фигуру человека в завалах, оценивать его подвижность и наличие признаков жизни, тем самым реализуя дистанционный этап медицинской сортировки [7, 8].

Опыт Воронежского областного клинического центра медицины катастроф демонстрирует, что телемедицинские консультации нейрохирургов и травматологов непосредственно с места чрезвычайной ситуации позволяют избежать необоснованных госпитализаций в непрофильные стационары. Например, только в 2020 г. нейрохирурги центра провели 630 телемедицинских консультаций, что составило 66% от всех обращений по поводу дорожно-транспортных происшествий и других ЧС [9]. Эта практика может быть масштабирована на землетрясения: врач авиамедицинской бригады, находясь в зоне бедствия, связывается по защищённому каналу с профильным специалистом областной или федеральной клиники, который по данным видеоизображения и показателей прикроватного монитора утверждает тактику лечения и эвакуации. Системное применение цифровых телемедицинских технологий при медицинском обеспечении чрезвычайных ситуаций способствует повышению оперативности и качества принимаемых решений на всех этапах лечебно-эвакуационных мероприятий [10]. Таким образом, уже на догоспитальном этапе закладывается правильная маршрутизация, исключающая лишние перевозки.

Имитационное моделирование служит действенным инструментом планирования эвакуации при землетрясениях. Исследование, проведённое на примере массового дорожно-транспортного происшествия, показало, что создание единого информационного центра управления скорой медицинской помощью и медициной катастроф с общей диспетчерской службой сокращает среднее время эвакуации более чем вдвое [11]. При землетрясении ситуация осложняется множественными разрушениями дорожной сети. ГИС-технологии с функцией сетевого анализа позволяют в реальном времени перестраивать маршруты санитарного автотранспорта и вертолётов, учитывая пробки, повреждённые мосты и перекрытые участки [6]. Алгоритмы искусственного интеллекта на основе глубокого обучения способны предсказывать время

прибытия бригад и предлагать оптимальное распределение пострадавших по стационарам с учётом их коечного фонда и профилизации [12]. Важнейшими характеристиками систем поддержки принятия решений, используемых в подобных задачах, являются оперативность, наглядность и возможность человеко-машинной оптимизации решений с учётом ограниченных ресурсов [13].

Современные мобильные медицинские комплексы, такие как «Афалина» и «Белуха», создаваемые Всероссийским центром медицины катастроф «Защита», представляют собой роботизированные модули, обеспечивающие непрерывную регистрацию жизненно важных функций, искусственную вентиляцию лёгких и автоматическую передачу данных в приёмное отделение стационара [14]. Это позволяет реаниматологу дистанционно корректировать терапию и подготовить операционную к моменту прибытия. Датчики системы EvaCopNet, изначально разработанной для пожарно-спасательных подразделений, также могут быть использованы для дистанционного наблюдения за состоянием поражённых, ожидающих эвакуации на временных площадках [15].

Цифровые платформы постепенно внедряются и в традиционные виды санитарного транспорта. Так, разрабатывается концепция «умного поезда милосердия» [16]. Оценка эффективности комплексной цифровизации эвакуации при землетрясениях пока проводится преимущественно на моделях, однако предварительные результаты обнадёживают. Так, зарубежная система поддержки принятия решений, интегрирующая данные сейсмического мониторинга, ГИС и алгоритмы прогнозирования потребности в медицинских силах, позволила в виртуальных экспериментах сократить задержки эвакуации на 30–40% [8, 17]. Внедрение аналогичных отечественных решений сдерживается пока недостаточной совместимостью программного обеспечения различных ведомств (МЧС России, Минздрав России, Минобороны России) и высокой стоимостью развёртывания сенсорной инфраструктуры. Тем не менее, отдельные элементы цифрового контура уже активно используются в практике территориальных центров медицины катастроф и станций скорой медицинской помощи, что подтверждает их жизнеспособность и востребованность.

Таким образом, цифровой контур эвакуации при землетрясении, объединяющий беспилотные системы разведки, интеллектуальную сортировку, телемедицину, геоинформационные системы и имитационное моделирование, способен кардинально повысить эффективность лечебно-эвакуационного обеспечения. Непрерывный мониторинг состояния пострадавшего и централизованное управление потоками минимизируют временные потери и гарантируют доставку пациента в профильный стационар в пределах «золотого часа». Дальнейшее развитие должно быть направлено на создание единой межведомственной цифровой платформы, стандартизацию протоколов обмена данными и масштабные полевые испытания. Лишь в этом случае технологический прорыв воплотится в реальное спасение тысяч жизней при будущих сейсмических катастрофах.

Список литературы

1. Гладких, П. Ф. Ликвидация медико-санитарных последствий землетрясения в Армянской ССР зимой 1988 г. (к 30-летию катастрофы) / П. Ф. Гладких, И. Д. Косачев, Р. Н. Лемешкин // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2018. – № 2. – С. 5–15.

2. Иголкина, В. В. Травмы и заболевания пострадавших от землетрясения, виды помощи / В. В. Иголкина, К. Н. Черняк, В. В. Масляков // Медицинские науки. – 2025. – URL: [адрес электронной публикации] (дата обращения: 05.04.2026).

3. Теряев, В. Г. Организация экстренной медицинской помощи пострадавшим при землетрясениях / В. Г. Теряев, В. И. Потапов, Л. Л. Стажадзе, Ш. А. Байрамов // Неотложная медицина. – 2019. – URL: [адрес электронной публикации] (дата обращения: 18.04.2026).

4. ГОСТ Р 22.8.15-2023. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий землетрясений. Общие требования. – Москва : Российский институт стандартизации, 2023. – 8 с.

5. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». Статья 41.

6. Яницков, И. М. Применение ГИС-технологий в области анализа риска чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера территорий / И. М. Яницков, И. А. Латыпова, М. В. Телегина // Интеллектуальные системы в производстве. – 2016. – № 2 (29). – С. 81–84.

7. Мужиков, М. А. Современные технологии в медицине катастроф: использование дронов и телемедицины в зонах чрезвычайных ситуаций / М. А. Мужиков // Сборник материалов конференции. – Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, 2025. – С. 3–5.

8. Zhang, W. Research on Camouflaged Human Target Detection Based on Deep Learning / W. Zhang, Q. Zhou, R. Li, F. Niu // Computational Intelligence and Neuroscience. – 2022. – Vol. 2022. – P. 7703444.

9. Механтьева, Л. Е. Опыт применения телемедицинских технологий в работе Воронежского областного клинического центра медицины катастроф / Л. Е. Механтьева, А. Н. Артёмов, В. П. Ильичёв // Медицина катастроф. – 2021. – № 4. – С. 17–22.

10. Применение цифровых телемедицинских технологий при осуществлении мероприятий по медицинскому обеспечению чрезвычайных ситуаций на территории Воронежской области / Л. Е. Механтьева, В. П. Ильичев, Т. П. Склярова, Г. И. Сапронов // Безопасность – 2022 : материалы VI Межрегиональной научно-практической конференции. – Волгоград, 2022. – С. 54–59.

11. Имитационное моделирование ликвидации медико-санитарных последствий массового дорожно-транспортного происшествия, на примере

Белгородской области / С. А. Григорьев, В. М. Теплов, Е. А. Цебровская [и др.] // Медицина катастроф. – 2025. – № 2. – С. 66–70.

12. Селиверстов, П. А. Возможности применения технологий искусственного интеллекта для оказания догоспитальной помощи при травмах / П. А. Селиверстов, Ю. Г. Шапкин, Н. Ю. Стекольников // Журнал им. Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». – 2025. – Т. 14, № 3. – С. 609–618.

13. Особенности организации систем поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях / О. П. Перегудова, А. В. Петрова, Л. Е. Механтьева [и др.] // Особенности оказания медицинской помощи при ЧС мегаполиса : сборник научных трудов. – Воронеж, 2018. – С. 3–7.

14. Концепция реконфигурируемого изолируемого роботизированного медицинского модуля для эвакуации больных и пострадавших / С. Ф. Гончаров, М. Э. Соколов, Н. Н. Баранова [и др.] // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2020. – № 3. – С. 14–23.

15. Ciuka-Witrylak, M. Nowoczesne rozwiązania w zakresie segregacji medycznej na przykładzie systemu EvaCopNet / M. Ciuka-Witrylak, K. Jarosławska-Kolman, R. Grosset // Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza. – 2018. – Vol. 50, Iss. 2. – P. 74–89.

16. Вопросы организации «умного поезда милосердия» / А. В. Татаренко, Е. В. Казакевич, А. А. Привалов, С. А. Лопатин // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2024. – Т. 21, вып. 2. – С. 525–536.

17. Li, Y. Development and Validation of a Simplified Prehospital Triage Model Using Neural Network to Predict Mortality in Trauma Patients: The CAPSO Model / Y. Li, L. Wang, Y. Liu [et al.] // Frontiers in Medicine. – 2021. – Vol. 8. – P. 810195.

References

1. Gladkikh P.F., Kosachev I.D., Lemeshkin R.N. Elimination of medical and sanitary consequences of the earthquake in the Armenian SSR in the winter of 1988 (on the 30th anniversary of the disaster). Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh. 2018;2:5–15. (In Russian).

2. Igolkina, V. N. V. N. Injuries and diseases of earthquake victims, types of assistance / V. N. V. N. Igolkina, K. N. N. Chernyak, V. N. V. N. Maslyakov / / Medical sciences. – 2025. - URL: [electronic publication address] (date of access: 04/05/2026).

3. Teryaev, V. N. According to the scientific director, the organization of emergency medical care for earthquake victims. According to G. N. Teryaev, V. N. I. Potapov, L. L. N. Intern, S. N. A. N. Bayramov / / Emergency medicine. – 2019. - URL: [electronic publication address] (accessed: 04/18/2026).GOST R 22.8.15-2023.

Safety in emergencies. Rescue operations in the aftermath of earthquakes. General requirements. Moscow: Russian Institute of Standardization; 2023. 8 p. (In Russian).

4. Federal Law of the Russian Federation No. 323-FZ of November 21, 2011 “On the fundamentals of health protection of citizens in the Russian Federation”. Art. 41. (In Russian).

5. Yannikov I.M., Latypova I.A., Telegina M.V. Application of GIS technologies in the field of risk analysis of emergency situations of natural and technogenic character of territories. Intellektual'nye sistemy v proizvodstve. 2016;2(29):81–84. (In Russian).

6. Muzhikov M.A. Modern technologies in disaster medicine: the use of drones and telemedicine in emergency zones. In: Sbornik materialov konferentsii. Military Medical Academy named after S.M. Kirov; 2025:3–5. (In Russian).

7. Zhang W., Zhou Q., Li R., Niu F. Research on Camouflaged Human Target Detection Based on Deep Learning. Computational Intelligence and Neuroscience. 2022;2022:7703444.

8. Mekhantieva L.E., Artemov A.N., Ilyichev V.P. Experience of applying telemedicine technologies in the work of the Voronezh Regional Clinical Center for Disaster Medicine. Meditsina katastrof = Disaster Medicine. 2021;4:17–22. (In Russian).

9. Mekhantieva L.E., Ilyichev V.P., Sklyarova T.P., Sapronov G.I. Application of digital telemedicine technologies in the implementation of measures for medical support of emergency situations in the Voronezh region. In: Bezopasnost' – 2022 : materialy VI Mezhregional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Volgograd; 2022:54–59. (In Russian).

10. Grigoriev S.A., Teplov V.M., Tsebrovskaya E.A. et al. Simulation modeling of the elimination of medical and sanitary consequences of a mass road accident, by the example of the Belgorod region. Disaster medicine. 2025;2:66-70. (In Russian).

11. Seliverstov P.A., Shapkin Yu.G., Stekolnikov N.Yu. Possibilities of using artificial intelligence technologies in prehospital trauma care. Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo «Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch'». 2025;14(3):609–618. (In Russian).

12. Peregudova O.P., Petrova A.V., Mekhantieva L.E. et al. Features of organizing decision support systems in emergency situations. In: Osobennosti okazaniya meditsinskoi pomoshchi pri ChS megapolisa : sbornik nauchnykh trudov. Voronezh; 2018:3–7. (In Russian).

13. Goncharov S.F., Sokolov M.E., Baranova N.N. et al. Concept of a reconfigurable isolated robotic medical module for evacuation of patients and victims. Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh. 2020;3:14–23. (In Russian).

14. Ciuka-Witrylak M., Jarosławska-Kolman K., Grosset R. Modern solutions in the field of medical triage on the example of the EvaCopNet system. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza. 2018;50(2):74–89.

15. Tatarenko A.V., Kazakevich E.V., Privalov A.A., Lopatin S.A. Issues of organizing a “smart mercy train”. Izvestiya Peterburgskogo universiteta putei soobshcheniya. 2024;21(2):525–536. (In Russian).

16. Li Y., Wang L., Liu Y. et al. Development and Validation of a Simplified Prehospital Triage Model Using Neural Network to Predict Mortality in Trauma Patients: The CAPSO Model. Frontiers in Medicine. 2021;8:810195.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_48-54
УДК 504.064.2

БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В МОНИТОРИНГЕ ПОЛИГОНОВ ТКО: ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА ОТКРЫТЫХ ГЕОДАННЫХ

Адамян Д.А., *студент*
Ашихмина Т.В., к-т. геогр. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. В статье рассматривается проблема недостаточности существующей системы мониторинга полигонов твёрдых коммунальных отходов и обосновывается применение беспилотных авиационных систем (БАС) как инструмента, способного устранить выявленные информационные пробелы. Показано, что традиционные методы наземного контроля не обеспечивают пространственной полноты наблюдения, необходимой для своевременного выявления экологических нарушений. На примере двух полигонов ТКО Центрального Черноземья предложена двухэтапная модель мониторинга: предварительный пространственный анализ на основе открытых геоинформационных данных с последующей целевой аэросъёмкой в зонах выявленного риска. Рассмотрены методы пространственного анализа — дешифрирование разновременных снимков, анализ цифровых моделей рельефа, расчёт NDVI – и показана их роль в планировании задач и маршрутов БАС-мониторинга.

Ключевые слова: полигоны ТКО, беспилотные авиационные системы, пространственный анализ, дистанционное зондирование Земли, NDVI, экологический мониторинг, рекультивация.

UNMANNED AERIAL SYSTEMS IN MSW LANDFILL MONITORING: JUSTIFICATION BASED ON SPATIAL ANALYSIS OF OPEN GEODATA

Adamyan D.A., *student*
Ashichmina T.V., *candidate of geographical sciences*
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. The article addresses the insufficiency of the existing monitoring system for municipal solid waste (MSW) landfills and justifies the application of unmanned aerial systems (UAS) as a tool capable of eliminating identified information gaps. It is shown that traditional ground-based control methods do not provide the spatial completeness required for timely detection of environmental violations. Using two MSW landfills in the Central Black Earth region as examples, a two-stage

© Адамян Д. А., Ашихмина Т. В., 2026

monitoring model is proposed: preliminary spatial analysis using open geoinformation data, followed by targeted aerial surveying in identified risk zones. Methods of spatial analysis — multi-temporal image interpretation, digital elevation model analysis, NDVI calculation — are examined, and their role in planning UAS monitoring tasks and routes is demonstrated.

Keywords: MSW landfills, unmanned aerial systems, spatial analysis, remote sensing, NDVI, environmental monitoring, recultivation.

Введение

Полигоны твёрдых коммунальных отходов (ТКО) остаются преобладающим способом обращения с отходами в России. В государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО) включено более 1 000 действующих и рекультивированных объектов, каждый из которых представляет источник комплексного воздействия на окружающую среду: загрязнение почвы и грунтовых вод фильтратом, эмиссия свалочного газа, деградация растительности в буферных зонах [1, 2]. Своевременное выявление нарушений требует регулярного и пространственно полного мониторинга, который существующая система государственного контроля обеспечить не в состоянии.

Цель настоящей работы — обосновать методологическую и практическую целесообразность применения беспилотных авиационных систем (БАС) в мониторинге полигонов ТКО на основе предварительного пространственного анализа открытых геоданных. Объектами исследования выбраны два полигона Центрального Черноземья: Грибановский полигон ТКО (Воронежская область) и рекультивированный полигон «Венера» (г. Липецк) — объекты, различающиеся по операционному статусу и площади, что позволяет проверить универсальность предлагаемой модели [3].

Ограничения существующих методов контроля. Действующая нормативная база — Федеральный закон № 89-ФЗ [1], СанПиН 2.1.7.1038-01 [4] — устанавливает требования к устройству и эксплуатации полигонов, однако инструменты контроля за их соблюдением остаются преимущественно административными. Анализ практики надзора позволяет выделить четыре системных ограничения.

Пространственная неполнота. Наземная инспекция охватывает, как правило, въездную зону, административно-хозяйственный блок и отдельные точки рабочей карты. Периферийные участки откосов, дренажные канавы и буферные зоны остаются вне поля зрения инспектора. При площади типового регионального полигона от 5 до 30 га пешеходный обход всего периметра в рамках одной проверки практически нереализуем.

Временна́я дискретность. Регламентированная периодичность проверок (1–3 года) не соответствует скорости экологических процессов: активное разрушение откоса под действием ливневого стока может привести к образованию промоины и выносу загрязнённого материала за санитарно-защитную зону (СЗЗ) в течение одного вегетационного сезона [5].

Отсутствие объективной фиксации динамики. Акт проверки фиксирует состояние объекта в конкретный момент, не позволяя оценить скорость и направленность процессов. Без хронологического ряда наблюдений невозможно разграничить нормативный ход рекультивации и деградацию.

Субъективность оценки. Визуальная оценка состояния растительного покрова, степени задернения откосов и цвета фильтрата субъективна и не поддаётся стандартизации. Указанные ограничения создают «слепые зоны»

мониторинга, в которых нарушения могут развиваться длительное время без фиксации контрольными органами.

Потенциал данных ДЗЗ и БАС для устранения информационных пробелов. Открытые данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяют частично компенсировать перечисленные ограничения. Многозональные снимки Sentinel-2 с пространственным разрешением 10 м и периодичностью съёмки 5 суток [6] обеспечивают ретроспективный и текущий мониторинг площадных объектов. Расчёт нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI) по формуле (1) позволяет количественно оценить состояние растительного покрова рекультивированных участков [7]:

$$NDVI = (NIR – RED) / (NIR + RED), \quad (1)$$

где NIR — отражение в ближнем инфракрасном диапазоне, RED — в красном.

Вместе с тем у спутниковых данных есть существенный изъян применительно к детальному обследованию полигонов. Разрешение 10 м попросту не позволяет увидеть промоины шириной до 1–2 м, мелкие трещины в изолирующем экране или небольшие очаги стихийного размещения отходов — а именно такие нарушения чаще всего встречаются на практике. Здесь на первый план выходят БАС: съёмка с высоты 50–120 м даёт разрешение порядка 2–5 см/пиксель, что на два порядка превосходит возможности спутника [8]. При таком разрешении становится реальным фиксировать деформации на теле полигона, контролировать состояние дренажа и фильтратонакопителей, выявлять несанкционированные въезды. Дополнительно по результатам аэросъёмки строится высокодетальная ЦМР, на основе которой рассчитываются водосборные площади и вероятные пути движения фильтрата.

Двухэтапная модель пространственного мониторинга

Исходя из вышесказанного, для организации БАС-мониторинга предлагается двухэтапный подход, при котором дистанционный анализ и непосредственная аэросъёмка дополняют друг друга.

Этап 1. Камеральный пространственный анализ.

Работа начинается с изучения объекта по открытым источникам, без выезда на место. Разновременные снимки Google Earth Pro дают представление о том, как менялся полигон: росла ли его площадь, в каком состоянии откосы и растительность, как устроена дренажная система. Рельеф оценивается по данным SRTM (шаг сетки 30 м, точность по высоте ±10–16 м [9]) — это позволяет наметить зоны, куда фильтрат может стекать при нарушении дренажа. Состояние растительного покрова количественно характеризуется через NDVI, рассчитанный по снимкам Sentinel-2. Все три слоя анализа сводятся в итоговую карту рисков с взвешенными критериями — она и определяет, куда в первую очередь направить беспилотник.

Этап 2. Целевая аэросъёмка.

Маршрут полёта строится не «по всей площади», а именно там, где камеральный анализ выявил проблемные зоны. Для полигона площадью 3–5 га

достаточно 4–6 параллельных галсов с перекрытием 80% — это даёт ортофотоплан с разрешением 3–5 см, а весь полёт укладывается в 15–25 минут [10]. Такой порядок работы выгоднее, чем использовать каждый метод отдельно: спутниковые данные задают контекст и историю объекта, которой у БАС нет; беспилотник, в свою очередь, даёт детализацию, недостижимую для спутника; а совместная обработка материалов позволяет проверить, насколько корректно NDVI отражает реальное состояние покрытия.

Апробация на примере двух полигонов

Для проверки применимости предложенной модели проведён пространственный анализ двух объектов Центрального Черноземья.

Объект 1: Грибановский полигон ТКО (Воронежская область). Полигон расположен в 1,5 км к северу от р.п. Грибановский, координаты центра: 51°27'36" с.ш., 41°59'58" в.д. По данным дешифрирования Google Earth Pro, площадь тела полигона составляет около 5,2 га. Объект находится в активной эксплуатации и включён в ГРОРО. Анализ SRTM выявил уклон рельефа в юго-западном направлении — в сторону ближайшего водотока, что определяет направление приоритетного контроля дренажной системы. Расчёт NDVI по данным Sentinel-2 показал значения 0,15–0,25 на теле полигона (слабая или деградированная растительность) и 0,55–0,70 в прилегающих лесных массивах.

Для данного объекта разработан маршрут аэросъёмки: 4 параллельных галса вдоль продольной оси полигона (длина галса ≈ 434 м, ширина охвата ≈ 156 м), суммарная длина маршрута ≈ 2,0 км, расчётное время аэросъёмки ≈ 15 минут при высоте полёта 100 м и скорости 8 м/с.

Объект 2: Рекультивированный полигон «Венера» (г. Липецк). Полигон находится в северной части города — координаты центра 52°43'00" с.ш., 39°32'00" в.д. Площадь рекультивированного участка по результатам дешифрирования снимков составляет порядка 38 га. При просмотре разновременных материалов за период 2015–2023 гг. бросается в глаза, что центральная часть полигона постепенно зарастает, тогда как периферия откосов по-прежнему выглядит деградированной. Расчёт NDVI это подтверждает: в пределах одного объекта значения индекса разбросаны от 0,10 до 0,60 — разница колоссальная, и она прямо указывает на то, что биологический этап рекультивации идёт крайне неравномерно. С учётом этого для аэросъёмки выделены три приоритетные зоны: участки с NDVI ниже 0,25 (покрытие деградировало), откосы с уклоном свыше 10° (высокий риск эрозии) и стометровая полоса вдоль периметра для контроля соблюдения СЗЗ.

Результаты и обсуждение. Сопоставление двух объектов даёт несколько практически важных наблюдений. Первое. Одна и та же методика ставит перед аэросъёмкой совершенно разные задачи — в зависимости от того, действует полигон или уже рекультивирован. На Грибановском объекте главный вопрос — не вышел ли фильтрат за пределы дренажной системы и не нарушены ли границы тела полигона. На «Венере» задача другая: понять, где биологический этап фактически провалился и требует повторного вмешательства. То есть универсальная схема анализа даёт на выходе индивидуальное техническое

задание для каждого объекта. Второе. Использование единой матрицы критериев с числовыми весами снимает субъективность при расстановке приоритетов. Это важно не только для конкретного исследования, но и для того, чтобы методику можно было включить в официальные программы производственного экологического контроля — там воспроизводимость результатов обязательна. Третье. Если заранее знать, где именно нужна детальная съёмка, время полёта сокращается на 30–40% против сплошного облёта. Для полигона в 5 га разница составляет примерно 10–15 минут: вместо получаса — квадрант по приоритетным зонам. При этом критичные участки покрываются полностью. Есть и ограничения, которые нельзя игнорировать. SRTM с шагом 30 м — это слишком грубо для нормальной гидрологической модели, а Sentinel-2 не разглядит объект меньше двух-трёх пикселей, то есть меньше 20–30 м. Именно поэтому камеральный анализ не заменяет аэросъёмку, а лишь предшествует ей — второй этап модели нужен в том числе для того, чтобы проверить, насколько точными оказались выводы, сделанные по открытым данным.

Заключение. Проведённое исследование обосновывает необходимость внедрения двухэтапной модели мониторинга полигонов ТКО, объединяющей дистанционный пространственный анализ открытых геоданных с целевой аэросъёмкой БАС. Традиционные методы наземного контроля не обеспечивают пространственной полноты и временно́й непрерывности наблюдений, необходимых для своевременного выявления экологических нарушений. Предложенная модель апробирована на примере Грибановского полигона ТКО и рекультивированного полигона «Венера» и демонстрирует применимость для объектов различного статуса и площади.

Дальнейшее развитие методики предполагает интеграцию алгоритмов машинного обучения для автоматической классификации нарушений на ортофотопланах БАС, а также разработку стандартизированного протокола обработки данных, пригодного для включения в программы производственного экологического контроля операторов полигонов.

Список литературы

1. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (с изм. и доп.) // Собрание законодательства РФ. — 1998. — № 26. — Ст. 3009.

2. Ferronato N., Torretta V. Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues // International Journal of Environmental Research and Public Health. — 2019. — Vol. 16, № 6. — Art. 1060. — DOI: 10.3390/ijerph16061060.

3. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник. — М.: КДУ, 2008. — 424 с.

4. СанПиН 2.1.7.1038-01. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твёрдых бытовых отходов. — М.: Минздрав России, 2001.

5. Тикунов В.С. (ред.). Геоинформатика: учебник для студентов высших учебных заведений. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Академия, 2010. — 400 с.

6. Drusch M., Del Bello U., Carlier S., Colin O. et al. Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services // Remote Sensing of Environment. — 2012. — Vol. 120. — P. 25–36. — DOI: 10.1016/j.rse.2011.11.026.

7. Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., Deering D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS // Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite Symposium. — Washington D.C.: NASA, 1973. — Vol. 1. — P. 309–317.

8. Sliusar N., Filkin T., Ulrikh D., Fedorov A. Waste compaction assessment and volume calculations of MSW landfill using unmanned aerial vehicle // E3S Web of Conferences. — 2020. — Vol. 157. — Art. 04003. — DOI: 10.1051/e3sconf/202015704003.

9. Farr T.G., Rosen P.A., Caro E., Crippen R. et al. The Shuttle Radar Topography Mission // Reviews of Geophysics. — 2007. — Vol. 45, № 2. — RG2004. — DOI: 10.1029/2005RG000183.

10. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: учеб. пособие. — М.: Логос, 2001. — 264 с.

References

1. Federal Law No. 89-FZ dated June 24, 1998, “On Production and Consumption Waste” (with amendments and additions) // Collection of Legislation of the Russian Federation. — 1998. — No. 26. — Art. 3009.

2. Ferronato N., Torretta V. Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues // International Journal of Environmental Research and Public Health. — 2019. — Vol. 16, No. 6. — Art. 1060. — DOI: 10.3390/ijerph16061060.

3. Lurie I.K. Geoinformation Mapping. Methods of Geoinformatics and Digital Processing of Satellite Images: a textbook. — Moscow: KDU, 2008. — 424 p.

4. SanPiN 2.1.7.1038-01. Hygienic requirements for the design and maintenance of landfills for solid household waste. — Moscow: Ministry of Health of Russia, 2001.

5. Tikunov V.S. (ed.). Geoinformatics: a textbook for students of higher educational institutions. — 3rd ed., rev. and add. — Moscow: Academy, 2010. — 400 p.

6. Drusch M., Del Bello U., Carlier S., Colin O. et al. Sentinel-2: ESA’s Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services // Remote Sensing of the Environment. — 2012. — Vol. 120. — P. 25–36. — DOI: 10.1016/j.rse.2011.11.026.

7. Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., Deering D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS // Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite Symposium. — Washington D.C.: NASA, 1973. — Vol. 1. — P. 309–317.

8. Sliusar N., Filkin T., Ulrikh D., Fedorov A. Waste compaction assessment and volume calculations of MSW landfill using unmanned aerial vehicle // E3S Web of

Conferences. — 2020. — Vol. 157. — Art. 04003. — DOI: 10.1051/e3sconf/202015704003.

9. Farr T.G., Rosen P.A., Caro E., Crippen R. et al. The Shuttle Radar Topography Mission // Reviews of Geophysics. — 2007. — Vol. 45, No. 2. — RG2004. — DOI: 10.1029/2005RG000183.

10. Kashkin V.B., Sukhinin A.I. Remote Sensing of the Earth from Space. Digital Image Processing: textbook. — Moscow: Logos, 2001. — 264 p.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_55-62
УДК 614.876

ОПАСНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ОТХОДЫ В ЗОНАХ КАТАСТРОФ: РИСКИ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УТИЛИЗАЦИИ

Суховей А.В., *студент*
Суховей Д.В., *студент*
Христенко А.С., *студент*
Корнев М.С., *студент*
Томилин Е.С., *студент*
Туданов К.С., *студент*
Механтьева Л.Е., *зав. кафедрой медицины катастроф и безопасности жизнедеятельности, д-р. мед. наук., профессор*
Борискина Е.В., *ассистент*
Ильичев В.П., *канд. мед. наук, доцент*
Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. Статья посвящена проблеме опасных медицинских отходов в условиях чрезвычайных ситуаций и катастроф. Представлена классификация отходов, охарактеризованы основные источники их образования. Особое внимание уделено рискам для здоровья населения и окружающей среды, возникающим при ненадлежащем обращении с отходами, включая распространение инфекционных заболеваний и токсическое воздействие. Рассмотрены пути воздействия опасных отходов, группы повышенного риска, а также существующие проблемы управления медицинскими отходами в условиях разрушенной инфраструктуры. Проанализированы современные подходы к утилизации, основанные на инновационных технологиях и принципах устойчивого развития. Подчёркивается необходимость комплексного подхода к управлению медицинскими отходами для обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности.

Ключевые слова: Медицинские отходы, опасные отходы, зоны катастроф, утилизация отходов, инфекционные риски, экологическая безопасность, здравоохранение, чрезвычайные ситуации

HAZARDOUS MEDICAL WASTE IN DISASTER ZONES: RISKS AND MODERN APPROACHES TO DISPOSAL

Sukhovey A.V., *student*
Sukhovey D.V., *student*
Khristenko A.S., *student*

© Суховей А. В., Суховей Д. В., Христенко А. С., Корнев М. С., Томилин Е. С., Туданов К. С., Механтьева Л. Е., Борискина Е. В., Ильичев В. П., 2026

Kornev M.S., *student*
Tomilin E.S., *student*
Tudanov K.S., *student*
Mekhantyeva L. E., *Head of the Department of Disaster Medicine and Life Safety*
Boriskina E. V., *Assistant*
Ilyichev V. P., *Candidate of Medical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko

Abstract. The article addresses the issue of hazardous medical waste in emergency and disaster settings. The classification of waste is presented, and the main sources of its generation are characterized. Particular attention is paid to the risks to public health and the environment arising from improper waste management, including the spread of infectious diseases and toxic effects. The pathways of exposure to hazardous waste, high-risk groups, and existing problems of medical waste management under conditions of damaged infrastructure are examined. Modern approaches to disposal based on innovative technologies and the principles of sustainable development are analyzed. The necessity of an integrated approach to medical waste management for ensuring sanitary and epidemiological safety is emphasized.

Keywords: Medical waste, hazardous waste, disaster zones, waste disposal, infectious risks, environmental safety, healthcare, emergencies.

Проблема обращения с медицинскими отходами сохраняет свою остроту и остаётся одной из приоритетных задач современного общественного здравоохранения. Эти отходы неизбежно образуются в процессе деятельности любых медицинских организаций – больниц, поликлиник, лабораторий, исследовательских центров, а также учреждений, оказывающих диагностическую, лечебную и профилактическую помощь [1]. Сектор здравоохранения представляет собой многопрофильную, технологически насыщенную систему, и отходы, генерируемые в нём, составляют внушительную долю всех твёрдых коммунальных отходов, что требует строгого регулирования и внедрения эффективных управленческих решений [2].

Медицинские отходы всё чаще рассматриваются как нарастающая и зачастую недооценённая угроза для здоровья населения. Это объясняется их крайне неоднородным и потенциально опасным составом, включающим инфекционные агенты, химические реагенты, фармацевтические препараты и токсичные соединения, способные оказывать прямое повреждающее воздействие как на человека, так и на объекты окружающей среды [3]. Распространённое мнение о том, что подавляющая часть таких отходов безопасна, подтверждается статистикой: согласно международным оценкам, около 85% от общего объёма медицинских отходов действительно не представляют эпидемиологической или токсикологической угрозы и по составу

близки к бытовым, однако оставшиеся 15% относятся к категории опасных и требуют к себе самого пристального внимания [4]. Именно эта сравнительно небольшая фракция таит в себе наиболее серьёзные риски, реализация которых становится особенно вероятной в условиях чрезвычайных ситуаций и катастроф, когда привычные схемы обращения с отходами разрушаются, а объём их образования стремительно возрастает.

Природные бедствия, техногенные аварии и масштабные эпидемии создают идеальные условия для превращения медицинских отходов в источник повышенной опасности. Разрушение инфраструктуры, критическая перегрузка лечебных учреждений, выход из строя систем сбора, сортировки и утилизации отходов приводят к тому, что опасные материалы начинают накапливаться бесконтрольно [3]. Так, во время пандемии COVID-19, эпидемий SARS и гриппа H1N1 регистрировался взрывной рост объёмов медицинских отходов, что создавало колоссальную дополнительную нагрузку на национальные системы здравоохранения [5]. При этом отмечается, что и в отсутствие кризисов мировой объём медицинских отходов ежегодно увеличивается на 2–3%, что делает проблему хронической, а в периоды катастроф – критической [5]. Нарушение штатных процессов утилизации ведёт к тому, что отходы складируются в неприспособленных местах, загрязняя почву, воду и воздух, и многократно повышают риск вторичного распространения инфекций. В условиях острого дефицита ресурсов повсеместно начинают применяться небезопасные методы обезвреживания – открытое сжигание и захоронение без предварительной обработки, – что сопряжено с неприемлемыми санитарно-эпидемиологическими рисками [1].

Опасные медицинские отходы представляют собой чрезвычайно неоднородную по составу и механизмам действия группу материалов. В соответствии со сложившейся международной практикой, принято выделять инфекционные, патологические, химические, фармацевтические, цитотоксические и радиоактивные отходы [3]. Отечественное санитарное законодательство, а именно СанПиН 2.1.3684-21, также классифицирует медицинские отходы по степени эпидемиологической, токсикологической и радиационной опасности на пять классов (А, Б, В, Г и Д), что в целом соотносится с упомянутыми международными подходами и обеспечивает нормативную базу для организации безопасного обращения с ними на территории Российской Федерации [6].

Каждая из названных категорий обладает специфическими поражающими свойствами. Инфекционные отходы содержат жизнеспособные патогенные микроорганизмы – бактерии, вирусы, грибы, способные вызывать заболевания у восприимчивых лиц. Химические и фармацевтические отходы отличаются выраженной токсичностью, нередко обладают коррозионной активностью и канцерогенным потенциалом. Цитотоксические препараты, применяемые в онкологической практике, выделяются особо ввиду присущего им генотоксического действия – они способны индуцировать мутации и

провоцировать развитие злокачественных новообразований [3]. Наконец, самостоятельную угрозу создают острые предметы – иглы, скальпели, фрагменты ампул, – которые не только наносят механические травмы, но и служат факторами передачи гемоконтактных инфекций [4].

Влияние опасных медицинских отходов на здоровье человека многогранно и может проявляться как острыми, так и хроническими, отдалёнными по времени последствиями. Среди острых эффектов доминируют травматические повреждения, инфекционные заболевания, химические ожоги и токсические отравления [3]. Наибольшую тревогу вызывают травмы, сопряжённые с уколами и порезами, поскольку они создают прямой путь для проникновения возбудителей гемоконтактных инфекций, в первую очередь вирусных гепатитов В и С, ВИЧ-инфекции, а также таких болезней, как туберкулёз и сифилис [1]. Эпидемиологические данные убедительно свидетельствуют, что у работников, профессионально контактирующих с медицинскими отходами, риск инфицирования вирусом гепатита В значительно превышает среднепопуляционный, что подтверждает высокий уровень профессиональной опасности [4]. Помимо острых инфекционных процессов, в свою очередь, длительное или повторяющееся воздействие опасных отходов может приводить к нарушениям иммунной защиты, эндокринной дисфункции, расстройствам репродуктивного здоровья и поражению внутренних органов [3].

Проникновение вредных агентов в организм человека реализуется несколькими путями. Наиболее частым является перкутанный путь – через повреждённые кожные покровы (порезы, уколы, ссадины). Кроме того, возможен контакт со слизистыми оболочками, ингаляция загрязнённых аэрозолей и непреднамеренное заглатывание частиц отходов [3]. Наибольшую угрозу представляют именно острые предметы и материалы с высокой микробной обсеменённостью, поскольку они резко повышают вероятность инфицирования. Эти факторы закономерно делают медицинских работников, персонал, занятый сбором и утилизацией отходов, пациентов лечебных учреждений, а также население, проживающее вблизи мест складирования и переработки отходов, наиболее уязвимыми контингентами [3]. В условиях катастроф круг лиц, подвергающихся риску, существенно расширяется, что обусловлено утратой контроля над потоками отходов и коллапсом системы здравоохранения. Дополнительно проблема усугубляется в странах с низким уровнем экономического развития, где отсутствуют эффективные системы управления отходами и широко распространены порочные практики их утилизации [4]. В Российской Федерации, несмотря на наличие современной нормативной базы, реализация требований по безопасному сбору, хранению и обезвреживанию медицинских отходов наталкивается на значительные трудности, включая дефицит квалифицированных кадров, нехватку расходных материалов и низкую периодичность обучения персонала; эти проблемы, выявленные в ходе исследований в Республике Крым, сохраняют свою актуальность и в других регионах [6].

Ненадлежащее обращение с медицинскими отходами влечёт за собой и масштабные экологические последствия. Загрязнение почвенного покрова, грунтовых вод и атмосферного воздуха относится к числу наиболее очевидных результатов неэффективного управления [1]. Захоронение необезвреженных отходов на полигонах сопровождается миграцией токсичных веществ и патогенов в почву и водоносные горизонты. Открытое сжигание приводит к эмиссии в атмосферу высокотоксичных соединений, прежде всего диоксинов и фуранов, которые обладают выраженными канцерогенными свойствами, чрезвычайно устойчивы в окружающей среде и способны накапливаться в пищевых цепях [1]. Низкая оснащённость многих лечебных учреждений современными установками для обезвреживания заставляет прибегать к устаревшим технологиям, не гарантирующим необходимого уровня безопасности, на что указывалось ещё десятилетие назад и что, к сожалению, остаётся справедливым для ряда территорий и в настоящее время [7]. Таким образом, проблема медицинских отходов выходит далеко за пределы компетенции органов здравоохранения и обретает статус одной из приоритетных экологических задач.

Несмотря на наличие разнообразных методов утилизации, во многих странах система управления медицинскими отходами продолжает характеризоваться как недостаточно зрелая. К числу основных препятствий относятся неудовлетворительная сортировка отходов на местах образования, слабо развитая инфраструктура, хроническое недофинансирование и неэффективный контроль за процессами утилизации [2]. Исследования показывают, что значительная часть отходов не проходит надлежащей сортировки, что ведёт к смешению опасных и неопасных фракций и, как следствие, к снижению результативности всей системы переработки [4]. Лишь небольшая доля стран применяет комплексные, научно обоснованные методы обработки; в большинстве же случаев по-прежнему доминируют упрощённые и опасные подходы, включая открытое сжигание и размещение на необорудованных свалках [8]. В периоды катастроф перечисленные проблемы резко обостряются, что закономерно влечёт за собой рост рисков для здоровья населения и окружающей среды.

Современные подходы к управлению медицинскими отходами базируются на системном и комплексном принципе, который охватывает все этапы жизненного цикла отходов – от момента их образования до окончательной утилизации [3]. Первостепенное значение придаётся минимизации образования отходов и их раздельному сбору непосредственно в месте возникновения, что позволяет уменьшить вероятность вторичного загрязнения и повысить эффективность последующих этапов переработки. В практической деятельности применяется широкий спектр методов обезвреживания: высокотемпературное сжигание, автоклавирование, химическая и микроволновая дезинфекция [5]. Хотя термический метод остаётся наиболее распространённым, он сопряжён с эмиссией токсичных веществ, что стимулирует поиск более экологичных

альтернатив. Вместе с тем при строгом соблюдении технологических регламентов сжигание в современных инсинераторах, оснащённых многоступенчатыми системами газоочистки и автоматизированного управления, способно обеспечить высокий уровень эпидемиологической безопасности, что подтверждено гигиеническими исследованиями [9].

В последние годы активное развитие получили инновационные технологии, такие как плазменная газификация и усовершенствованные методы термической обработки, позволяющие радикально уменьшить нагрузку на окружающую среду [5]. Параллельно идёт внедрение цифровых инструментов – искусственного интеллекта, – что открывает новые возможности для мониторинга процессов утилизации и минимизации рисков на всех этапах [5]. Современная научная мысль всё настойчивее подводит к необходимости перехода к устойчивым моделям управления, выстроенным на принципах циркулярной экономики, которые предусматривают сокращение образования отходов, повторное использование материалов и широкое внедрение экологически безопасных технологий [2]. Непременным условием достижения этих целей является существенное повышение уровня подготовки медицинского персонала, просвещение населения, а также разработка и актуализация нормативных документов, регламентирующих все стадии обращения с отходами [1].

Таким образом, опасные медицинские отходы представляют собой серьёзную и многокомпонентную угрозу для здоровья человека и состояния окружающей среды, которая многократно усиливается в условиях катастроф. Разрушение отлаженной системы обращения с отходами ведёт к росту инфекционной заболеваемости, усугублению экологического неблагополучия и увеличению числа пострадавших. Эффективное противодействие этим угрозам возможно только на основе комплексного подхода, включающего жёсткий контроль на всех этапах обращения, ускоренное внедрение современных технологий и непрерывное повышение квалификации персонала. Безопасная утилизация медицинских отходов выступает неотъемлемым элементом системы санитарно-эпидемиологической безопасности и охраны окружающей среды [3, 1]. В условиях чрезвычайной ситуации развитие и совершенствование систем управления медицинскими отходами обретает особую значимость и требует продолжения научных изысканий и поиска прикладных решений.

Список литературы

1. Janik-Karpinska E., Brancaleoni R., Niemcewicz M., Wojtas W., Foco M., Podogrocki M., Bijak M. Healthcare Waste—A Serious Problem for Global Health // Healthcare. – 2023. – Vol. 11. – No. 2. – 242. DOI: 10.3390/healthcare11020242.

2. Alrabiah H., Ahmed V., Bahroun Z. A systematic review of waste management practices in the healthcare sector // Cleaner Waste Systems. – 2025. – Vol. 12. – 100400. DOI: 10.1016/j.clwas.2025.100400.

3. Cirstea I., Radu A.-F., Radu A., Tit D.M., Bungau G.S. Healthcare Waste Toxicity: From Human Exposure to Toxic Mechanisms and Management Strategies // J Xenobiot. – 2025. – Vol. 15. – No. 5. – 155. DOI: 10.3390/jox15050155.

4. Woime A.W. Medical waste disposal practices and their health consequences in resource-limited settings: a systematic review and meta-analysis // BMC Public Health. – 2026. – Vol. 26. – 1116. DOI: 10.1186/s12889-026-26722-9.

5. Yang T., Du Y., Sun M., Meng J., Li Y. Risk Management for Whole-Process Safe Disposal of Medical Waste: Progress and Challenges // Risk Manag Healthc Policy. – 2024. – Vol. 17. – P. 1503–1522. DOI: 10.2147/RMHP.S464268.

6. Абдульвапова В.Р., Курбанов А.А., Иванов С.В. Обращение с медицинскими отходами различных классов опасности: современные проблемы и пути их решения // Биология и интегративная медицина. – 2025. – № 6 (78). – С. 158–177.

7. Шонтуков Т.З., Безирова З.Х. Медицинские отходы – серьёзная угроза для экологической обстановки // Экономика и социум. – 2015. – № 5 (18). – С. 332–337.

8. Fadaei A. Comparison of medical waste management methods in different countries: a systematic review // Rev Environ Health. – 2022. – Vol. 38. – No. 2. – P. 339–348. DOI: 10.1515/reveh-2021-0170.

9. Мальцева Е.Д., Шаманова Д.К., Мануева Р.С. Гигиеническое обоснование выбора метода обезвреживания медицинских отходов // Эпомен. Медицинские науки. – 2025. – № 25. – С. 39–43.

References

1. Janik-Karpinska E., Brancaleoni R., Niemcewicz M., Wojtas W., Foco M., Podogrocki M., Bijak M. Healthcare Waste—A Serious Problem for Global Health. Healthcare. 2023;11(2):242. DOI: 10.3390/healthcare11020242.

2. Alrabiah H., Ahmed V., Bahroun Z. A systematic review of waste management practices in the healthcare sector. Cleaner Waste Systems. 2025;12:100400. DOI: 10.1016/j.clwas.2025.100400.

3. Cirstea I., Radu A.-F., Radu A., Tit D.M., Bungau G.S. Healthcare Waste Toxicity: From Human Exposure to Toxic Mechanisms and Management Strategies. J Xenobiot. 2025;15(5):155. DOI: 10.3390/jox15050155.

4. Woime A.W. Medical waste disposal practices and their health consequences in resource-limited settings: a systematic review and meta-analysis. BMC Public Health. 2026;26:1116. DOI: 10.1186/s12889-026-26722-9.

5. Yang T., Du Y., Sun M., Meng J., Li Y. Risk Management for Whole-Process Safe Disposal of Medical Waste: Progress and Challenges. Risk Manag Healthc Policy. 2024;17:1503–1522. DOI: 10.2147/RMHP.S464268.

6. Abdulvapova V.R., Kurbanov A.A., Ivanov S.V. Management of medical waste of different hazard classes: current problems and solutions. Biologiya i integrativnaya meditsina. 2025;6(78):158–177. (In Russian).

7. Shontukov T.Z., Bezirova Z.Kh. Medical waste – a serious threat to the ecological situation. Ekonomika i sotsium. 2015;5(18):332–337. (In Russian).

8. Fadaei A. Comparison of medical waste management methods in different countries: a systematic review. Rev Environ Health. 2022;38(2):339–348. DOI: 10.1515/reveh-2021-0170.

9. Maltseva E.D., Shamanova D.K., Manueva R.S. Hygienic justification of the choice of the method of neutralization of medical waste. Epomen. Meditsinskie nauki. 2025;25:39–43. (In Russian).

DOI:10.58168/TSMSTTO2026_63-68
УДК 614.44

БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ НАВОДНЕНИЯХ: ИНФЕКЦИОННЫЕ РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Суховей А.В., *студент*
Суховей Д.В., *студент*
Христенко А.С., *студент*
Корнев М.С., *студент*
Томилин Е.С., *студент*
Механтьева Л. Е., *зав. кафедрой медицины катастроф и безопасности жизнедеятельности, д-р. мед. наук., профессор*
Борискина Е. В., *ассистент*
Ильичев В.П., *канд. мед. наук, доцент*
Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. Наводнения принадлежат к числу наиболее разрушительных природных катастроф современности, оказывающих многокомпонентное влияние на здоровье населения. Их опасность определяется не только непосредственными травмами и разрушением инфраструктуры, но и выраженными биологическими последствиями, связанными с загрязнением окружающей среды. В постнаводненный период резко возрастает риск инфекционных заболеваний, что обусловлено нарушением санитарных условий, загрязнением водных ресурсов и почвы, а также активизацией резервуаров инфекции среди животных. В статье подробно рассматриваются механизмы формирования биологической опасности при наводнениях, основные группы инфекционных заболеваний, включая кишечные, вирусные, паразитарные и зоонозные инфекции, а также особое внимание уделяется лептоспирозу как одному из ключевых заболеваний. Кроме того, анализируются факторы риска, временная динамика вспышек и современные подходы к биологической безопасности и профилактике.

Ключевые слова: Наводнения, инфекции, чрезвычайные ситуации, лептоспиры, экология.

BIOLOGICAL SAFETY DURING FLOODS: INFECTIOUS RISKS ASSOCIATED WITH ENVIRONMENTAL CONTAMINATION

Sukhovey A.V., *student*
Sukhovey D.V., *student*

© Суховей А. В., Суховей Д. В., Христенко А. С., Корнев М. С., Томилин Е. С., Механтьева Л. Е., Борискина Е. В., Ильичев В. П., 2026

Khristenko A.S., *student*
Kornev M.S., *student*
Tomilin E.S., *student*
Mekhantyeva L. E., *Head of the Department of Disaster Medicine and Life Safety*
Boriskina E. V., *Assistant*
Ilyichev V. P., *Candidate of Medical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko

Abstract. Floods are among the most devastating natural disasters of our time, exerting a multicomponent impact on public health. Their danger is determined not only by direct injuries and infrastructure destruction but also by pronounced biological consequences associated with environmental contamination. In the post-flood period, the risk of infectious diseases sharply increases due to the disruption of sanitary conditions, contamination of water resources and soil, and the activation of infection reservoirs among animals. This article examines in detail the mechanisms of biological hazard formation during floods, the main groups of infectious diseases, including intestinal, viral, parasitic, and zoonotic infections, with special attention paid to leptospirosis as one of the key diseases. Risk factors, the temporal dynamics of outbreaks, and modern approaches to biological safety and prevention are also analyzed.

Keywords: Floods, infections, emergency situations, leptospira, ecology.

В последние десятилетия наводнения становятся всё более частыми и разрушительными, что обусловлено сложным переплетением климатических изменений, роста числа экстремальных гидрометеорологических явлений и интенсивной, нередко неконтролируемой урбанизацией. По имеющимся оценкам, за истекшие двадцать лет жертвами наводнений в мире стали свыше двух миллиардов человек, что выводит данное бедствие в разряд ведущих угроз глобальному общественному здоровью [1]. Принципиально важно, что ущерб здоровью населения не исчерпывается острым периодом катастрофы – он пролонгируется на многие недели и месяцы за счёт развития постнаводненных инфекционных осложнений, способных приобретать характер масштабных эпидемических вспышек.

Особое место среди факторов, формирующих санитарно-эпидемиологическое неблагополучие, занимает загрязнение окружающей среды. Вода и почва, служащие универсальными резервуарами патогенных микроорганизмов, в условиях наводнения превращаются в мощные факторы передачи инфекций. Разрушение систем водоснабжения и канализации, смешивание сточных, паводковых и хозяйственно-бытовых вод резко увеличивают микробиологическую нагрузку на территорию, а использование населением потенциально загрязнённых водоисточников создаёт предпосылки для стремительного распространения возбудителей. Наибольшая уязвимость

наблюдается в регионах с низким уровнем санитарной инфраструктуры, где даже непродолжительное пребывание в загрязнённой среде способно приводить к инфицированию через микроповреждения кожи и слизистых оболочек [2].

Биологическая опасность при наводнениях формируется вследствие комплексного взаимодействия природных и антропогенных факторов. Основным механизмом служит загрязнение окружающей среды патогенами, поступающими из сточных вод, сельскохозяйственных объектов, почвы и биологических выделений животных. Распространяющийся водный поток переносит широкий спектр возбудителей – бактерий, вирусов и паразитов, – а дополнительным фактором риска становится нарушение экологического равновесия, вынуждающее животных, в первую очередь грызунов, мигрировать и расширять ареалы обитания, что способствует выносу возбудителей зоонозных инфекций за пределы природных очагов [3]. Подобные закономерности отчётливо прослеживаются на региональном уровне: в Воронежской области именно весеннее половодье выступает доминирующим неблагоприятным гидрометеорологическим явлением, которое ведёт к ухудшению качества воды открытых водоёмов и питьевой воды нецентрализованного водоснабжения по микробиологическим показателям, что неизбежно повышает риск распространения острых кишечных инфекций с фекально-оральным механизмом передачи [4].

Спектр инфекционных заболеваний, ассоциированных с наводнениями, чрезвычайно широк и включает кишечные инфекции, трансмиссивные болезни и зоонозы. Наиболее часто регистрируются диарейные заболевания: результаты мета-анализов демонстрируют, что общий относительный риск развития инфекционной диареи после воздействия наводнений составляет 1,40, что свидетельствует об устойчивой эпидемиологической связи [5]. Лидирующие позиции занимают бактериальные патогены – Salmonella spp., Shigella spp., Campylobacter spp., Escherichia coli и Vibrio spp., которые активно распространяются через загрязнённую воду. Существенно возрастает и заболеваемость вирусными кишечными инфекциями, вызываемыми норовирусами, аденовирусами и астровирусами, что объясняется их высокой контагиозностью и устойчивостью во внешней среде [5]. Паразитарные инвазии, включая криптоспоридиоз и лямблиоз, также обнаруживают тенденцию к росту, хотя их связь с экологическими условиями несколько менее выражена. Помимо кишечных инфекций, значимую роль играют трансмиссивные заболевания, такие как малярия и денге, чему способствует образование многочисленных стоячих водоёмов, служащих местом выплода комаров [2].

Особое место среди постнаводненных инфекций занимает лептоспироз, который обоснованно считается индикатором санитарно-эпидемиологического неблагополучия. Возбудители заболевания – бактерии рода Leptospira – выделяются с мочой инфицированных животных, преимущественно грызунов, и длительно сохраняются во влажной среде, включая стоячие воды, дренажные системы и переувлажнённую почву. Заражение человека происходит при прямом

контакте с загрязнённой водой или почвой через повреждённую кожу и слизистые оболочки; в условиях наводнений такой контакт становится практически неизбежным [6]. Эпидемиологические наблюдения показывают, что вспышки лептоспироза возникают спустя одну-три недели после наводнения, что соответствует инкубационному периоду и особенностям накопления возбудителя в окружающей среде [1]. Заболевание отличается полиморфизмом клинических проявлений – от лёгких лихорадочных форм до тяжёлых поражений печени, почек и лёгких с развитием полиорганной недостаточности и высоким риском летального исхода [3]. Именно с лептоспирозом и другими природно-очаговыми инфекциями, включая туляремию, геморрагическую лихорадку с почечным синдромом и иксодовый клещевой боррелиоз, связана сохраняющаяся эпидемическая напряжённость на территориях, подверженных циклическим подтоплениям [7].

Загрязнение окружающей среды выступает центральным элементом в генезе биологической опасности при наводнениях. Вода и почва становятся основными резервуарами патогенов, попадающих туда с фекальными стоками, биологическими выделениями животных и бытовыми отходами, а затопление обширных территорий обусловливает их интенсивное распространение [2]. В городских условиях источниками инфекции служат затопленные подвалы, улицы, дренажные системы и резервуары для воды, тогда как в сельской местности ведущую роль играют реки, колодцы и сельскохозяйственные угодья. Экологическая устойчивость некоторых возбудителей, в частности лептоспир, позволяет им сохраняться во внешней среде в течение длительного времени, что создаёт риск отсроченных вспышек даже после схода воды. Помимо кишечных и зоонозных инфекций, в постнаводненный период возрастает заболеваемость респираторными и хантавирусными инфекциями, чему способствуют скученность населения во временных убежищах и изменение поведения грызунов [3].

Эффективная профилактика инфекционных заболеваний после наводнений требует реализации комплексного подхода, объединяющего санитарные, медицинские и эпидемиологические меры. Первостепенное значение имеет скорейшее восстановление систем водоснабжения и канализации, а также обеспечение населения безопасной питьевой водой. Ключевая роль принадлежит мерам водоснабжения, санитарии и гигиены, направленным на предотвращение контакта с загрязнённой водой и почвой [2]. Медицинская составляющая включает вакцинацию против отдельных инфекций, применение химиопрофилактики (например, доксициклина при угрозе лептоспироза), раннее выявление и лечение заболевших, а также контроль переносчиков и грызунов. Неотъемлемым компонентом системы биологической безопасности является эпидемиологический надзор, позволяющий своевременно выявлять подъём заболеваемости и предупреждать развитие массовых вспышек; примером эффективной организации такого мониторинга может служить система наблюдения за пациентами, оперативно развёрнутая в Воронежской

области в период пандемии COVID-19 [8]. Практика убедительно свидетельствует, что только тесное межведомственное взаимодействие санитарно-эпидемиологической службы, органов здравоохранения и исполнительной власти способно обеспечить стабильную эпидемиологическую обстановку на пострадавших территориях [4].

Таким образом, наводнения представляют собой мощный фактор биологического риска, закономерно приводящий к резкому подъёму инфекционной заболеваемости. Ведущим механизмом реализации этого риска является загрязнение воды и почвы, создающее благоприятные условия для циркуляции широкого спектра патогенных микроорганизмов. Наиболее значимыми инфекциями, ассоциированными с наводнениями, остаются кишечные инфекции, лептоспироз и трансмиссивные болезни. Лептоспироз, благодаря своей тесной связи с состоянием окружающей среды и тяжести клинического течения, может рассматриваться как интегральный индикатор санитарно-эпидемиологического неблагополучия. Обеспечение биологической безопасности в условиях наводнений невозможно без реализации комплексной стратегии, включающей санитарные меры, эпидемиологический надзор, медицинскую профилактику и междисциплинарное взаимодействие в рамках концепции «Единого здоровья» [3].

Список литературы

1. Paterson D.L., Wright H., Harris P.N.A. Health Risks of Flood Disasters // Clin Infect Dis. – 2018. – Vol. 67. – No. 9. – P. 1450–1454. DOI: 10.1093/cid/ciy227.

2. Du W., FitzGerald G.J., Clark M., Hou X.-Y. Health Impacts of Floods // Prehosp Disaster Med. – 2010. – Vol. 25. – No. 3. – P. 265–272. DOI: 10.1017/S1049023X00008141.

3. Ahern M., Kovats R.S., Wilkinson P. et al. Global Health Impacts of Floods: Epidemiologic Evidence // Epidemiol Rev. – 2005. – Vol. 27. – P. 36–46. DOI: 10.1093/epirev/mxi004.

4. Механтьева Л.Е., Перфильева М.В., Раскина Е.А., Нестерова А.В. Анализ эпидемиологической ситуации по кишечным инфекционным заболеваниям в Воронежской области // Комплексные проблемы техносферной безопасности. – 2020. – Ч. 2. – С. 8–12.

5. Reacher M., McKenzie K., Lane C. et al. Health impacts of flooding in Lewes: a comparison of reported gastrointestinal and other illnesses and mental health in flooded and non-flooded households // Commun Dis Public Health. – 2004. – Vol. 7. – No. 1. – P. 56–63.

6. Lau C.L., Smythe L.D., Craig S.B., Weinstein P. Climate change, flooding, urbanisation and leptospirosis: fuelling the fire? // Trans R Soc Trop Med Hyg. – 2010. – Vol. 104. – No. 10. – P. 631–638. DOI: 10.1016/j.trstmh.2010.07.002.

7. Репина М.Д., Баркалова Е.А., Енин А.В., Механтьева Л.Е. Заболеваемость природно-очаговыми инфекциями в Воронежской области на

примере бешенства, описторхоза и клещевого боррелиоза // Комплексные проблемы техносферной безопасности. – 2020. – Ч. 2. – С. 3–7.

8. Артёмов А.Н., Балабаев Г.А., Воробьёв И.И., Механтьева Л.Е., Струк Ю.В. Организация этапного оказания медицинской помощи пациентам с подозрением и с подтверждённой новой коронавирусной инфекцией COVID-19 в Воронежской области // Медицина катастроф. – 2021. – № 2. – С. 46–49. DOI: 10.33266/2070-1004-2021-2-46-49.

References

1. Paterson D.L., Wright H., Harris P.N.A. Health Risks of Flood Disasters. *Clin Infect Dis*. 2018;67(9):1450–1454. DOI: 10.1093/cid/ciy227.

2. Du W., FitzGerald G.J., Clark M., Hou X.-Y. Health Impacts of Floods. *Prehosp Disaster Med*. 2010;25(3):265–272. DOI: 10.1017/S1049023X00008141.

3. Ahern M., Kovats R.S., Wilkinson P. et al. Global Health Impacts of Floods: Epidemiologic Evidence. *Epidemiol Rev*. 2005;27:36–46. DOI: 10.1093/epirev/mxi004.

4. Mekhantieva L.E., Perfilieva M.V., Raskina E.A., Nesterova A.V. Analysis of the epidemiological situation of intestinal infectious diseases in the Voronezh region. *Kompleksnye problemy tekhnosfernoi bezopasnosti*. 2020;2:8–12. (In Russian).

5. Reacher M., McKenzie K., Lane C. et al. Health impacts of flooding in Lewes: a comparison of reported gastrointestinal and other illnesses and mental health in flooded and non-flooded households. *Commun Dis Public Health*. 2004;7(1):56–63.

6. Lau C.L., Smythe L.D., Craig S.B., Weinstein P. Climate change, flooding, urbanisation and leptospirosis: fuelling the fire? *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2010;104(10):631–638. DOI: 10.1016/j.trstmh.2010.07.002.

7. Repina M.D., Barkalova E.A., Enin A.V., Mekhantieva L.E. The incidence of natural focal infections in the Voronezh region on the example of rabies, opisthorchiasis and tick-borne borreliosis. *Kompleksnye problemy tekhnosfernoi bezopasnosti*. 2020;2:3–7. (In Russian).

8. Artemov A.N., Balabaev G.A., Vorobyev I.I., Mekhantieva L.E., Struk Yu.V. Organization of stage medical care to patients with suspected and confirmed new coronavirus infection COVID-19 in the Voronezh region. *Meditsina katastrof*. 2021;2:46–49. DOI: 10.33266/2070-1004-2021-2-46-49. (In Russian).

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_69-76
УДК 331.45

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ ЭМУЛЬСИОННЫХ КАУЧУКОВ НА СТАДИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ ЛАТЕКСА

Корчагин В.И., *д-р техн. наук, профессор*
Лимов А.И., *магистрант*
Талеб Ахмед Н., *аспирант*
Ба Мусса., *аспирант*
Воронежский государственный университет инженерных технологий

TECHNOSPHERE SAFETY DURING THE FUNCTIONALIZATION OF EMULSION RUBBERS AT THE ISOLATION STAGE MADE OF LATEX

Korchagin V.I., *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Limov A.I., *master's student*
Taleb Ahmed N., *graduate student*
Ba Moussa, *graduate student*
Voronezh State University of Engineering Technologies

Аннотация. Показано, что функционализация бутадиен-стирольного каучука СКС-30АРК озонолизом на стадии латекса обеспечивает получение полимера с кислородосодержащими функциональными группами при повышении экологической и техногенной безопасности процесса. Установлено, что озонолизация сопровождается образованием карбоксильных, гидроксильных и карбонильных групп, снижением показателя pH латекса с 9,8 до 5,8 и нарушением агрегативной устойчивости латексной системы. Методами ИК-спектроскопии подтверждено формирование функциональных групп при воздействии озоно-воздушной смеси. Выявлено, что предварительная обработка латекса перекисью водорода интенсифицирует процесс озонолиза и сокращает его продолжительность до 12–15 мин. Показано, что целенаправленная озонолизация способствует оксодеструкции эмульгирующих агентов и снижению расхода катионного полиэлектролита ВПК-402 более чем в 4 раза. Определены условия, обеспечивающие нормативный уровень окисляемости сточных вод (БПК/ХПК ≥ 75,0 %) при снижении минерализации стоков и исключении вторичного загрязнения. Установлено, что применение озонной технологии позволяет реализовать экологически безопасный способ функционализации эмульсионных каучуков без использования высокотоксичных и взрывоопасных реагентов.

© Корчагин В. И., Лимов А. И., Талеб Ахмед Н., Ба Мусса., 2026

Ключевые слова: озонолиз, функционализация каучука, латекс СКС-30АРК, кислородосодержащие группы, экологическая безопасность, техногенная безопасность, коагуляция латекса, сточные воды, оксодеструкция, катионный полиэлектролит, ИК-спектроскопия, БПК/ХПК.

Abstract. It was shown that the functionalization of styrene-butadiene rubber SCS-30ARK by ozonolysis at the latex stage provides the production of a polymer containing oxygen-containing functional groups while improving the environmental and technogenic safety of the process. It was established that ozonolysis is accompanied by the formation of carboxyl, hydroxyl, and carbonyl groups, a decrease in latex pH from 9.8 to 5.8, and disruption of the aggregative stability of the latex system. IR spectroscopy confirmed the formation of functional groups under exposure to an ozone-air mixture. It was found that preliminary treatment of latex with hydrogen peroxide intensifies the ozonolysis process and reduces its duration to 12–15 min. Targeted ozonolysis was shown to promote oxidative destruction of emulsifying agents and reduce the consumption of the cationic polyelectrolyte VPK-402 by more than four times. Conditions ensuring the standard wastewater oxidizability level (BOD/COD ≥ 75.0%) with reduced wastewater mineralization and prevention of secondary pollution were determined. It was established that the application of ozone technology makes it possible to implement an environmentally safe method for the functionalization of emulsion rubbers without the use of highly toxic and explosive reagents.

Keywords: ozonolysis, rubber functionalization, SBR-30ARK latex, oxygen-containing groups, environmental safety, technogenic safety, latex coagulation, wastewater, oxidative degradation, cationic polyelectrolyte, IR spectroscopy, BOD/COD.

Повышение физико-механических и эксплуатационных показателей эластомерных изделий специального и индивидуального назначения достигается использованием каучуков с высоким содержанием функциональных групп. Отечественной отраслью освоен выпуск эмульсионных бутадиен-нитрильных каучуков, которые широко используются в производстве масло-бензостойких изделий. Актуальной проблемой является промышленное производство каучуков с высоким содержанием кислородосодержащих (карбоксильных, гидроксильных, альдегидных и т.п.) групп.

Известно, что методом оксосинтеза с использованием малеинового ангидрида и его производных были получены изопреновые каучуки, содержащие гидросильные (СКИ-3М), карбоксильные (СКИ-3К) эпоксидные (СКИ-3Э) и ангидридно-малеиновые группы (СКИ-ВМ) Применение изопреновых каучуков, модифицированных малеиновым ангидридом, позволяет достичь значительного снижения гистерезисных потерь в вулканизатах при динамических нагрузках [1]. Однако, использование малеинового ангидрида, представляющего высокотоксичное вещество, мгновенно опасная концентрация которого составляет 10 мг/м3 не получила широкого распространение в производственной

практике. Функционализация латекса и растворов каучука ограничено использование взрывоопасных веществ, таких как алкилароматических гидроперекисей и надкислот.

Проведение функционализации диеновых каучуков в растворе (in situ) с использованием высокоактивных модифицирующих соединений и озона сопряжено с высокой пожаро- взрывоопасностью, что не позволило реализовать процесс в промышленном масштабе [1], при этом следует отметить [2], что производство синтетического каучука относится к I-ой категории по негативному воздействию на окружающую среду.

За рубежом широкое распространение получила химическая функционализация натурального с использованitv активных окислителей, в частности, переоксида водорода, однако применение высококонцентрированных растворов переоксида водорода при функционализпции латексных систем создает потенциальную техногенную опасность при производстве каучуков. Использование озонной технологии исключает образование взрывоопасных смесей и обеспечивает создание экологически-совершенного производства каучуков с высоким содержанием функциональных групп, т.к. исключается образование вредных смесей.

В работе [3] отражены эколого-технологические аспекты озонирования при создании эластомерых композиций. Озонолизация бутадиен-стирольного каучука на стадии латекса подтверждена ИК-спектроскопией по полосе поглощения при частоте 1710 ÷ 1740 см1, соответствующей колебаниям >C=O связей в альдегидных и карбоксильных группах, а также УФ-спектроскопией по характерной полосе для альдегидов в области 280 нм. Наличие концевых альдегидных и карбоксильных групп в макромолекулах каучука, крайне необходимо, при производстве каучуков специального назначения.

Основными источниками негативного воздействия на окружающую среду в производстве синтетического каучука являются линии выделения эмульсионных каучуков, на которых осуществляются коагуляция и сушка каучука [2]. Ужесточение экологических норм потребовал разработки бессолевой коагуляции латекса в производстве эмульсионных каучуков с использованием органических реагентов в виде аминов и солей четвертичных аммониевых солей [4, 5]. Использование синтетических коагулянтов в виде четвертичных аммониевых солей, являющимися биоцидами, оказывает негативное воздействие на биологическую очистку сточных вод при неполном связывании в комплексы, т.к. сопровождается угнетением биоценоза в аэротенках, вплоть до гибели микроорганизмов. В США агентство охраны ОС в 1996 году ввело предельно жесткие нормы загрязнения атмосферы и водного бассейна при производстве эмульсионных СКС и латексов.

Целью работы является получение озонолизированного бутадиен-стирольного каучука с высоким содержанием карбоксильных, гидроксильных и альдегидных групп на стадии выделения из латекса.

Использование высокоактивного озона при функционализации бутадиен-стирольного каучука марки СКС-30АРК на стадии латекса позволяет реализовать жидкофазное окисление в водной среде, что исключает необходимость в использовании высокотоксичных и взрывоопасных реагентах. Кроме того, жидкофазные процессы с использованием ультразвукового воздействия являются энергоэффективными, т.к. проводятся в низковязкостной водной среде, и безопасными, поскольку не требуют высоких температур или давления.

Озонолиз латекса СКС-30АРК сопровождается образованием различных кислородосодержащих групп в зависимости от энергетического состояния латексной системы и степени воздействия озона. В качестве степени озонолизации может быть использован показатель pH латекса т.к. он косвенно характеризует образование кислородосодержащих групп (гидроксильных, альдегидных, карбоксильных, карбонильных и т.п.). Образование кислородосодержащих групп на концах макромолекул каучука при жидкофазном озонолизе латекса способствует повышению его энергетической активности, что подтверждается снижением значений показателя pH.

На ИК-спектрах исходного образца (рис.1) регистрируются слабовыраженные полосы поглощения в диапазоне волновых чисел 3600 – 3200 $с^{-1}$, которые соответствуют гидроксильным группам. Ярко выраженные полосы поглощения в области 3200 ÷ 2800 включают сложно идентифицируемые переоксидные группы, в том числе с бензольными звеньями и их производными. Частоты колебания бензольного кольца, карбонильных, карбоксильных, альдегидных, ангидридных групп, колебания связи – C = C -, деформационные колебания CH, характерны для области 1800–1400 $см^{-1}$. Для области 1500–600 $см^{-1}$ характерно наличие в исследуемом образце эфирных связей. Полосы поглощения в области 900–650 $см^{-1}$ позволяют определить количество и расположение заместителей в бензольном кольце. Определение полибутадиеноых фрагментов в сополимерах отмечается при волновом числе 1490 – 1460 $см^{-1}$.

На ИК-спектрах экспериментальных образцов, представленных на рис.2 и рис.3, были зарегистрированы полосы, характерные для гидроксильных групп, в диапазоне волновых чисел 3600 – 3200 $с^{-1}$ с ярко выраженным пиком при волновом числе 3404 $см^{-1}$.



Рис.1 Исходный ИК-спектр образца

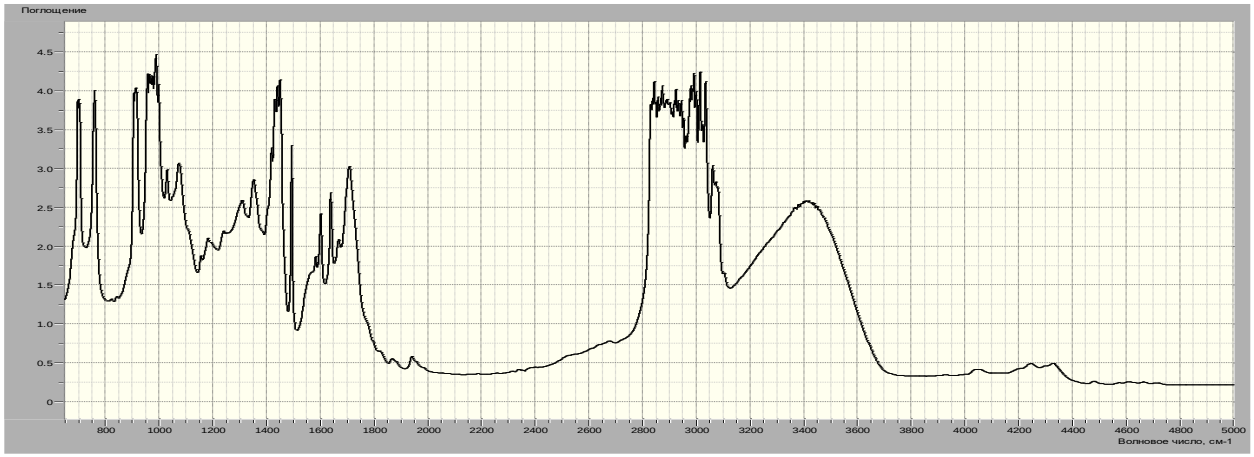


Рис.2 ИК-спектр образца при воздействии озонолиза в течении 20 минут

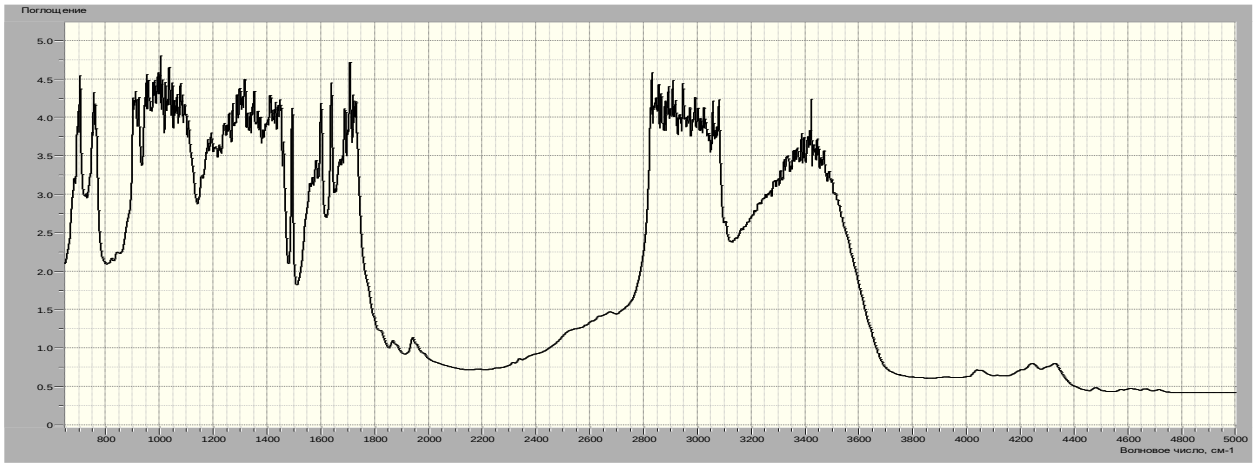


Рис.3 ИК-спектр образца при воздействии озонолиза в течении 40 минут

Глубокое окисление сопровождается образованием функциональных групп сложного характера, включающих гидроксильный радикал, что соответствует области волновых чисел 3200 – 2800 $с^{-1}$. Детальная идентификация функциональных групп при глубоком окислении в диапазоне не представляется возможным в наших условиях.

В щелочной среде происходит окислительно-восстановительная реакция с образованием концевого карбонильного радикала в каучуке, что наблюдается

ИК-спектрах (рис.2). Отмечено появление пика, характерного для карбоксильных групп при волновом числе 1704 $с^{-1}$ после 20 минутного воздействия озоно-воздушной смеси. Продолжительное 40-минутное воздействие озоно-воздушной смеси экспериментального образца (рис.3) сопровождается проявлением карбонильных групп при волновом числе 1740 $с^{-1}$.

Обработка латекса СКС-30 АРК перекисью водорода инициирует оксодеструкцию в начальной стадии процесса и способствует проведению озонолиза при более высокой скорости. В результате сокращается продолжительность озонолиза с 20 минут до 12-15 минут при одинаковой степени функционализаци каучука. Озонолиз каучука СКС-30АРК на стадии латекса с предварительной обработкой перекисью водорода способствует проявлению синергетического эффекта, что позволяет интенсифицировать и повысить эффективность производственного процесса.

Эффективность функционализации каучука на стадии латекса взаимосвязано с образованием: сильнокислотных карбоксильных группы (- СООН, рКа = 4,3) и слабокислотных гидроксильных группы (- ОН, рКа = 9,5). Вклад гидроксильных групп в энергетическую активность латекса значителен, т.к. вначале озонолиза именно они доминирует, а затем при дальнейшем воздействии озона трансформируются в альдегидные и карбоксильные группы, а также в группы, содержащие карбонильный радикал.

Озонолизация каучука перед стадией выделения из латекса сопровождается изменением его поверхностной энергетической активности, что, несомненно, оказывает влияние на механизм коагуляции полимерных частиц в латексе, и как следствие, на степень загрязненности сточных вод при производстве эмульсионных каучуков. Проведение озонолиза латекса СКС-30АРК в течении 40 минут сопровождается уменьшением показателя pH с 9,8 до 5,8, что способствует снижению агрегативной устойчивости латекса. Для достижения полной дестабилизации латекса требует его подкисление до значений показателя pH = 3,9 – 4,1 при УЗВ, которое способствует агломерации озонолизированных латексных частиц. Выявлено, что использование агентов высокой активности при подкислении повышает уровень загрязненности стоков.

Снижение негативного воздействия на окружающую среду при функционазации каучука СКС-30АРК на стадии выделения из латекса достигается целенаправленной озонолизацией, сопровождающей нарушением агрегативной устойчивости латексной системы в слабо-кислотной среде и оксодеструкцией эмульгирующих агентов, что позволяет снизить расход катионного полиэлектролита ВПК-402 более чем в 4 раза и достичь необходимый уровень очистки стоков с нормативным показателем окисляемости – БПК/ХПК $\geq$ 75,0 %.

Таким образом, полученные результаты позволяют рекомендовать при функционализации полимеров с непредельными связями комбинацию высокоактивных форм кислорода. Озонолизация латекса на стадии выделения каучука с использованием ультразвукового воздействия обеспечивает получение

каучуков с кислородосодержащими группами при достаточном уровене экологической и техносферной безопасности процесса. Отмечено, что озонолизация латекса СКС-30АРК сопровождается снижением показателя pH с 9,8 до 5.8 (усл.ед.) за счет образования преимущественно сильнокислотных карбоксильных и слабокислотных гидроксильных групп, которые оказывают влияние кислотно-щелочной баланс латексной системы и способствуют нарушению её агрегативной устойчивости. Повышение степени дестабилизации латекса сопровождается частичным расходом озоно-воздушной смеси на оксодеструкцию эмульгирующих агентов при функционализации, что в конечном итоге снижает расход коагулирующих агентов, и как следствие, устраняет вторичное загрязнение стоков в производстве эмульсионных каучуков.

Список литературы

1. Ахметов И.Г., Васильев В.А., Насыров И.Ш., Агзамов Р.З. Химическая модификация изопренового каучука / // Каучук и резина. – 2023. – Т. 82, № 3. – С. 130-139. – DOI 10.47664/0022-9466-2023-82-3-130-139. – EDN LZVGGK.

2. Тезикова С.Л. Охрана окружающей среды при производстве синтетического каучука // Каучук и резина. 2020. Т.79, №4. С. 204 -210.

3. Власова Л.А. Модификация диеновых каучуков озонолизом латекса: дис. канд. техн. Наук / Л.А. Власова. Воронеж. ВГТА, 2006. – 180 с.

4. Один А.П., Рачинский А.В. Усовершенствованный метод выделения эмульсионных бутадиен-стирольных каучуков с использованием органических коагулянтов // Каучук и резина. 2009. №3. С. 2 – 4;

5. Папков В.Н., Юрьев А.Н., Роднянский Д.А., Жарких Т.П., Скачков А.М. Разработка технологии регулируемой очистки сточных вод производства бутадиен-нитрильных каучуков от сульфосодержащих анионных поверхностно-активных веществ// Промышленное производство и использование эластомеров. 2021. №2. С. 26 – 29.

References

1. Akhmetov I.G., Vasilyev V.A., Nasyrov I.Sh., and Agzamov R.Z. Chemical Modification of Isoprene Rubber. Rubber and Rubber Products. – 2023. – Vol. 82, No. 3. – Pp. 130-139. – DOI 10.47664/0022-9466-2023-82-3-130-139. – EDN LZVGGK.

2. Tezikova S.L. Environmental Protection in the Production of Synthetic Rubber // Kauchuk i Rezina. 2020. V.79, No.4. Pp. 204 -210.

3. Vlasova L.A. Modification of diene rubbers by ozonolysis of latex: dis. cand. techn. Nauk / L.A. Vlasova. Voronezh. VGTA, 2006. – 180 p.

4. Odin A.P., Rachinsky A.V. The improved method of emulsion butadiene-styrene rubbers isolation with the use of organic coagulants // Rubber and rubber. 2009. No. 3. Pp. 2 – 4;

5. Papkov V.N., Yuriev A.N., Rodnyansky D.A., Zharkikh T.P., Skachkov A.M. Development of a Technology for Regulated Treatment of Wastewater from the Production of Butadiene-Nitrile Rubbers from Sulfonated Anionic Surfactants// Industrial Production and Use of Elastomers. 2021. No. 2. Pp. 26 – 29.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_77-84
УДК 699

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Сазонова С.А.[1], *канд. техн. наук, доцент*
Асминин В.Ф.[2], *д-р техн. наук, профессор*
Казбанова И.М.[2], *канд. биол. наук, доцент*
Володкин Д.А.[3], *ассистент*
[1]Воронежский государственный педагогический университет
[2] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия
[3]Воронежский государственный технический университет

Поставлена цель и определены задачи исследования особенностей обеспечения пожарной безопасности многоэтажного жилого здания. Выполнено описание системы обеспечения пожарной безопасности объекта капитального строительства. Минимальные расстояния между зданиями на территории проектируемого объекта приняты на основе предписаний нормативных документов.
Ключевые слова: пожарная безопасность, многоэтажные здания, цели и задачи исследования, противопожарные расстояния между зданиями, нормативные документы.

ENSURING COMPREHENSIVE FIRE SAFETY OF A MULTI-STOREY RESIDENTIAL BUILDING

Sazonova S.A.[1], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Asminin V.F.[2], *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Kazbanova I.M.[2], *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor*
Volodkin D.A.[3], *assistant*
[1]Voronezh State Pedagogical University
[2]Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia
[3]Voronezh State Technical University

Abstract. *The purpose is set and the tasks of studying the features of fire safety of a multi-storey residential building are defined. The description of the fire safety system of the capital construction facility has been completed. The minimum distances between buildings on the territory of the projected facility are based on the requirements of regulatory documents.*

© Сазонова С. А., Асминин В. Ф., Казбанова И. М., Володкин Д. А., 2026

Keywords: *fire safety, multi-storey buildings, research goals and objectives, fire-fighting distances between buildings, regulatory documents.*

В современном мире опасные и чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера стали объективной реальностью в процессе жизнедеятельности каждого человека. Они несут угрозу его жизни и здоровью, наносят огромный ущерб окружающей природной среде и обществу.

В настоящее время вопрос обеспечения безопасности стали одной из насущных потребностей каждого человека, общества и государства.

Цель исследования: разработка мероприятий по обеспечению комплексной пожарной безопасности 23 этажного жилого дома.

Для реализации данной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить описание объекта защиты и разработать для него проектную документацию;
- разработать схемы эвакуации при пожаре для объекта защиты на первом этаже, на типовом этаже и в подвале;
- разработать структурную схему АПС и СОУЭ;
- разработать структурную схему внутреннего противопожарного водопровода;
- разработать структурную схему противодымной вентиляции;
- выполнить описание и обоснование необходимости размещения оборудования противопожарной защиты;
- разработать организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности 23 этажного жилого дома с учетом требований действующих нормативных документов.

Выполним описание системы обеспечения пожарной безопасности объекта капитального строительства.

В соответствии с требованиями ст.48 (ч.12-14) Градостроительного кодекса определен перечень обязательных разделов проектной документации для объектов любого функционального назначения. В соответствии с разделом 9 Постановления Правительства РФ от 16.02.2008 №87 в указанный перечень включен раздел «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности». В соответствии с указанными требованиями разработан соответствующий раздел для проектной документации «Территория комплексной застройки, расположенная по адресу: Московская область, г. Долгопрудный, ул. Заводская, дом 2.» (далее проектируемый объект).

Выполним обоснование противопожарных расстояний между зданиями, сооружениями и наружными установками, обеспечивающих пожарную безопасность объекта.

Участок для застройки расположен в г. Долгопрудный Московской области по ул. Заводская. Участок проектирования граничит: с севера – территория проектируемой жилой застройки; с юга и востока – территория г.

Долгопрудный МО; с запада – территория, свободная от застройки, канал им. Москвы.

На рис. 1 изображен ситуационный план с изображением путей подъезда пожарной техники, схем прокладки наружного противопожарного водопровода, мест размещения пожарных гидрантов.

Размещение проектируемого жилого дома на рассматриваемой территории существующей жилой застройки населенного пункта проведено с учетом требований СП 4.13130.2013 и СП 42.13330.2016.

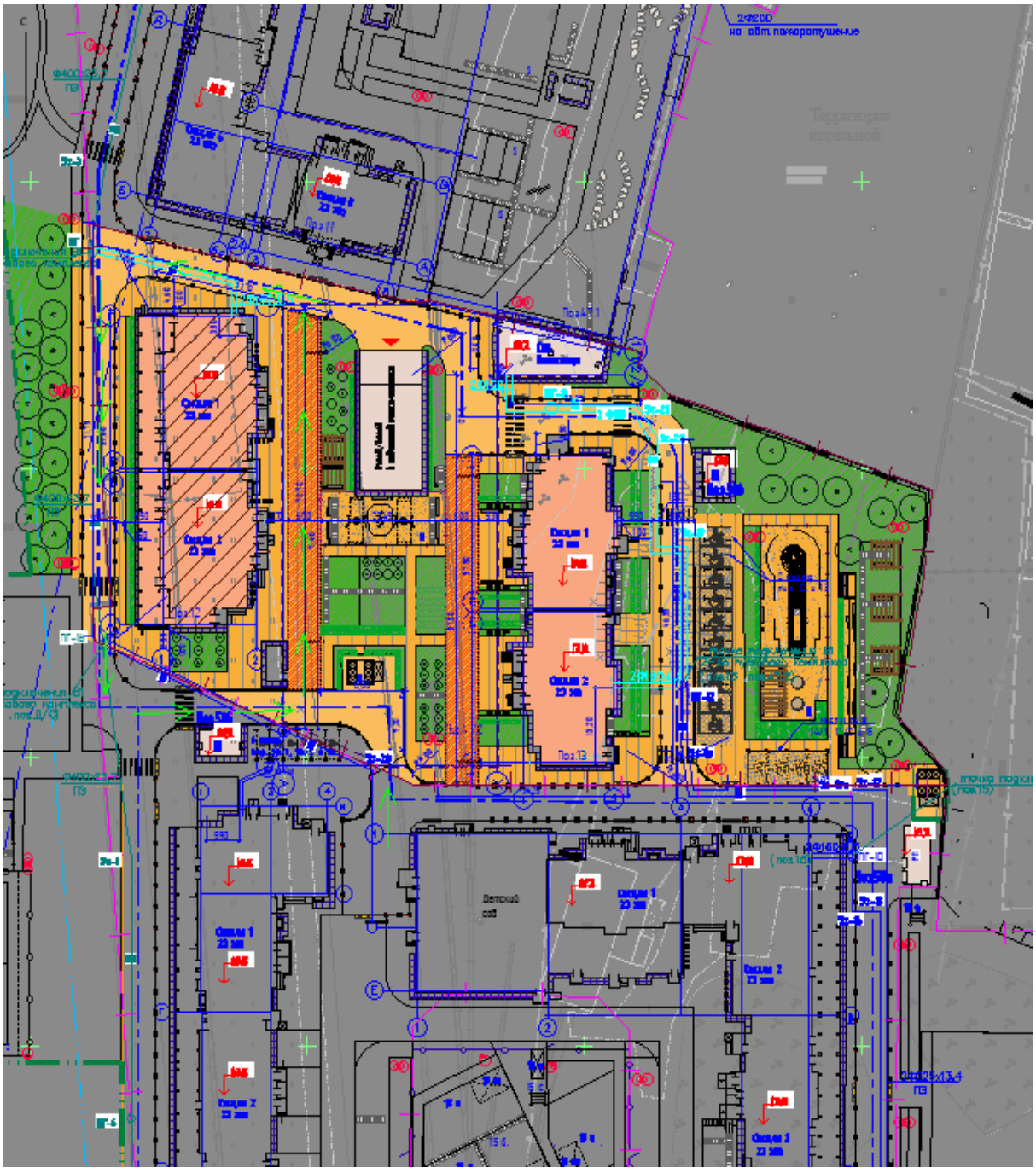


Рис. 1. Ситуационный план с путей подъезда пожарной техники, схем прокладки наружного противопожарного водопровода, мест размещения пожарных гидрантов

Для удобства проведения анализа проектных решений указанные расстояния сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Минимальные расстояния между зданиями на территории проектируемого объекта

Объект, от которого определяется расстояние	Объект, до которого определяется расстояние	Минимальное фактическое расстояние, (м)[1]	Требуемое расстояние, (м)
Проектируемый жилой дом Iстепени огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности С0	Жилые и общественные здания	не менее 10	10
	Производственные и складские здания	не менее 15	15
	Ближайшее сооружение производственного	не менее 15	15
	Автостоянка открытого типа	не менее 10	10

Примечание:

1 – Все расстояния между объектами взяты от наиболее ближних друг к другу поверхностей наружных конструкций (стен).

2 – При отсутствии сведений о степени огнестойкости и классе конструктивной пожарной опасности существующих зданий принимаем максимальные значения в соответствии с п.4.3 СП 4.13130.2013.

При выполнении работы использовались материалы научных исследований [1-24].

Список литературы

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 69-81.

2. Разиньков С.Н., Жидко Е.А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга // Информационно-измерительные и управляющие системы. - 2018. - Т. 16. - № 6. - С. 57-63.

3. Сазонова С.А., Зольников К.В., Асминин В.Ф. Исследование и разработка моделей проектирования микросхем цифровой обработки информации // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 3. - С. 89-99.

4. Жидко Е.А., Лелецкий Д.Н. Сбалансированная система показателей эффективности проектного управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - № 2 (17). - С. 101-104.

5. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

6. Осмоловский Д.С., Асминин В.Ф. Экспериментальное исследование диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с фрикционным трением для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 5 (323). - С. 59-63.

7. Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н., Антонов А.И., Кузнецов С.Н. Методика акустического проектирования одиночного пожарного речевого оповещателя // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 3 (31). - С. 121-127.

8. Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Звягинцева А.В. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых рам со стержнями заданной жесткости // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 2. - С. 44-54.

9. Акамсина Н.В., Коновалов О.А., Лемешкин А.В. Метод и алгоритм оптимальной декомпозиции сложных систем // Экономика и менеджмент систем управления. - 2016. - № 1 (19). - С. 73-80.

10. Галаева С.С., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Исследование процесса оценки состояния деревянных конструкций // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 10-16.

11. Зольников В.К., Сазонова С.А., Заревич А.И., Башун С.С. Исследование способов защиты информации от утечки по акустическому и виброакустическому каналам // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 2. - С. 27-40.

12. Скрыпников А.В., Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А. Разработка, управление и оценка качества интерактивных обучающих средств при подготовке специалистов лесозаготовки // Лесотехнический журнал. - 2018. - Т.8. - № 2 (30). - С. 270-283.

13. Величко С.В., Сербулов Ю.С., Лемешкин А.В. Информационные технологии выбора и распределения ресурсов технологических систем // Москва, 2007.

14. Коробова Л.А., Лемешкин А.В. Непрерывное образование в рамках "школа-ВГУИТ" // В сборнике: Современные технологии непрерывного обучения школа-вуз. Материалы II Всероссийской научно-методической конференции. - 2015. - С. 58-61.

15. Сазонова С.А., Щербакова И.В., Сметанкина Г.И. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 1. - С. 111-120.

16. Зольников В.К., Сазонова С.А., Аникеев Е.А. Моделирование распределения канального ресурса корпоративной сети связи // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 1. - С. 28-44.

17. Сазонова С.А., Зольников К.В., Акамсина Н.В., Соколова О.А. Моделирование неисправностей и методы генерации тестов сложных цифровых схем // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 4. - С. 84-94.

18. Епифанов Е.Н., Асминин В.Ф., Сазонова С.А. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

19. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Экспериментальные исследования вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 525-529.

20. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 82-96.

22. Сазонова С.А., Горюнов В.А., Рылёв С.С., Логачев Д.В. Веб-приложение для оценки экологических показателей транспортного потока // Моделирование систем и процессов. - 2026. - Т. 19. - № 1. - С. 71-87.

23. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Асминин В.Ф. Улучшение качества материала промышленных полов для повышения ударной стойкости при воздействии машиностроительного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 495-498.

24. Колотушкин В.В., Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Кочегаров А.В., Барсуков А.И., Соколова О.А. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

References

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - № 1 (36). - Pp. 69-81.

2. Razinkov S.N., Zhidko E.A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring systems // Information-measuring and control systems. - 2018. - Vol. 16. - No. 6. - pp. 57-63.

3. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Asminin V.F. Research and development of design models for digital information processing chips // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 3. - pp. 89-99.

4. Zhidko E.A., Leletsky D.N. Balanced system of performance indicators of project management // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2016. - № 2 (17). - Pp. 101-104.

5. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

6. Osmolovsky D.S., Asminin V.F. Experimental study of dissipative properties of vibration damping pads with frictional friction to reduce noise from circular sawing woodworking machines // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest Magazine. - 2011. - № 5 (323). - Pp. 59-63.

7. Asminin V.F., Epifanov E.N., Antonov A.I., Kuznetsov S.N. Methods of acoustic design of a single fire alarm system // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2013. - № 3 (31). - Pp. 121-127.

8. Sazonova S.A., Asminin V.F., Zvyagintseva A.V. Modeling of dangerous internal forces in the calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness. // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 2. - pp. 44-54.

9. Akamsina N.V., Konovalov O.A., Lemeshkin A.V. Method and algorithm of optimal decomposition of complex systems // Economics and management of management systems. - 2016. - № 1 (19). - Pp. 73-80.

10. Galaeva S.S., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Investigation of the process of assessing the condition of wooden structures // Modeling of systems and processes. 2019. Vol. 12. No. 4. pp. 10-16.

11. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Zarevich A.I., Bashun S.S. Investigation of ways to protect information from leakage through acoustic and vibroacoustic channels // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 2. - pp. 27-40.

12. Skrypnikov A.V., Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A. Development, management and quality assessment of interactive training tools in the training of logging specialists // Forestry Engineering Journal. - 2018. - Vol.8. - № 2 (30). - Pp. 270-283.

13. Velichko S.V., Serbulov Yu.S., Lemeshkin A.V. Information technologies of selection and allocation of resources of technological systems // Moscow, 2007.

14. Korobova L.A., Lemeshkin A.V. Continuous education within the framework of "school-VGUIT" // In the collection: Modern technologies of continuous education school-university. Materials of the II All-Russian Scientific and Methodological Conference. 2015. pp. 58-61.

15. Sazonova S.A., Shcherbakova I.V., Smetankina G.I. Modeling of the leak diagnosis process based on a two-alternative hypothesis, taking into account interference from stochastic consumption in the hydraulic system // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 1. - pp. 111-120.

16. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Anikeev E.A. Modeling the distribution of the channel resource of a corporate communications network // Modeling of systems and processes. 2025. Vol. 18. No. 1. pp. 28-44.

17. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Akamsina N.V., Sokolova O.A. Fault modeling and test generation methods for complex digital circuits // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 4. - pp. 84-94.

18. Epifanov E.N., Asminin V.F., Sazonova S.A. System analysis of acoustic properties of speech announcers // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 4. - pp. 42-53.

19. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Experimental studies of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 525-529.

20. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - pp. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - No. 1 (36). pp. 82-96.

22. Sazonova S.A., Goryunov V.A., Rylev S.S., Logachev D.V. Web application for assessing environmental indicators of traffic flow // Modeling of systems and processes. - 2026. - Vol. 19. - No. 1. - pp. 71-87.

23. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Asminin V.F. Improving the material quality of industrial floors to increase impact resistance when exposed to machine-building equipment // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. 2024. No. 3. pp. 495-498.

24. Kolotushkin V.V., Sazonova S.A., Asminin V.F., Kochegarov A.V., Barsukov A.I., Sokolova O.A. Testing fragments of welded structures for fatigue fracture resistance // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 575-578.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_85-93
УДК 699

ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО НАРУЖНОМУ ПРОТИВОПОЖАРНОМУ ВОДОСНАБЖЕНИЮ, ПРОЕЗДАМ И ПОДЪЕЗДАМ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Сазонова С.А.[1], *канд. техн. наук, доцент*
Асминин В.Ф.[2], *д-р техн. наук, профессор*
Дружинина Е.В.[2], *преподаватель*
Веневитин А.А.[2], *канд. техн. наук, доцент*
[1]Воронежский государственный педагогический университет
[2] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация: *Рассматриваются требования к пожарной безопасности теплоизоляционных конструкций трубопроводов тепловых сетей. Расстояние от водопровода до других инженерных коммуникаций приняты согласно предписаниям нормативных документов. Рассматриваются особенности обеспечения свободного подъезда пожарных автомобилей. Проведено описание и обоснование принятых конструктивных и объемно-планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности строительных конструкций.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, многоэтажные здания, проектные решения, противопожарные водоснабжение, пожарная техника.*

DESCRIPTION AND JUSTIFICATION OF DESIGN SOLUTIONS FOR OUTDOOR FIRE-FIGHTING WATER SUPPLY, DRIVEWAYS AND ENTRANCES OF FIRE EQUIPMENT

Sazonova S.A.[1], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Asminin V.F.[2], *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Druzhinina E.V.[2], *Lecturer*
Venevitin A.A.[2], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
[1]Voronezh State Pedagogical University
[2] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. *The requirements for fire safety of thermal insulation structures of pipelines of heating networks are considered. The distance from the water supply to other utilities is determined according to the requirements of regulatory documents. The features of providing free access for fire trucks are considered. The description and justification of the adopted structural and spatial planning decisions, the degree of fire resistance and the class of structural fire hazard of building structures are carried out.*

© Сазонова С. А., Асминин В. Ф., Дружинина Е. В., Веневитин А. А., 2026

Keywords: *fire safety, multi-storey buildings, design solutions, fire-fighting water supply, fire-fighting equipment.*

Требования к пожарной безопасности теплоизоляционных конструкций трубопроводов тепловых сетей определяются по п. 11.2, п. 11.4 СП 124.13330.2012. Теплотрасса проектируется с учетом СП 61.13330.2016, п. 6.5.67, п. 6.5.68 СП 4.13130.2013. Прокладка тепловых сетей подземная в непроходных монолитных каналах от котельной до проектируемого ввода в здание.

Трубопроводы тепловых сетей монтировать из стальных электросварных прямошовных термически обработанных труб по ГОСТ 10704-91, поставка по группе В ГОСТ 10705-80* из стали марки 10 ГОСТ 1050-2013. В качестве изоляции трубопроводов приняты маты минераловатные прошивные марки М3-125 ГОСТ 21880-2011, k упл=1,2, Δиз=40 мм, на синтетическом связующем и полотно холстопрошивное из отходов стеклянного волокна марки ХПС-Т-2,5 Δиз=30 мм по ТУ 6-11-454-77. Покровный слой - стеклопластик рулонный РСТ-700-Л(100) ТУ-6-48-87-92 Δ=0,6-0,7 мм.

Противопожарные расстояния между инженерными коммуникациями, а также между инженерными коммуникациями и зданиями принимаются в соответствии с требованиями СП 4.13130.2013, СП 42.13330.2011, СП 18.13330.2011, ПУЭ (таблица 1).

Таблица 1

Расстояние от водопровода до других инженерных коммуникаций

N п/п	Здания, сооружения, коммуникации	Расстояния по вертикали (в свету, не менее) м, при пересечении	Расстояния по горизонтали (в свету, не менее) м,
1.	Фундаменты зданий и сооружений	-	5
2.	Автодороги (бортовой камень улицы)	0,6	2
3.	Фундаменты опор линий электропередач	-	1
4.	Кабели силовые, кабели связи	0,5	0,5
5.	Тепловые сети	0,2	1,5

Согласно СП 8.13130.2009 требуемый расход воды на наружное пожаротушение здания класса функциональной пожарной опасности Ф1.3 с числом этажей не более 25 и объемом секции здания - до 50 000 м³ составляет 25 л/с.

Наружное пожаротушение предусматривается от 2 пожарных гидрантов, расположенных на кольцевых сетях диаметром 300 мм. ПГ1 на расстоянии до проектируемого здания - 8м, ПГ 2 на расстоянии до проектируемого здания - 104м.

Согласно технических условий напор в существующей сети водоснабжения в точке подключения составляет 1 МПа (1 м вод. столба).

Согласно данным справочника «Руководителя тушения пожара» водоотдача кольцевой сети диаметром 300 мм при напоре 10 м составляет 55 л/с.

Следовательно, пожарные гидранты обеспечат объект достаточным количеством воды для целей наружного пожаротушения.

Продолжительность тушения пожара согласно п.6.3 СП 8.13130.2009 принимается 3 часа. Проектируемые пожарные гидранты установлены по краю проездов, на расстоянии более 5 м от стен зданий и обеспечиваются световыми указателями в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.4.026-2015.

Места установки пожарных гидрантов обозначаются указателями (в т.ч. на фасаде здания), выполненными из светоотражающих материалов в соответствии с требованиями п. 8.6 СП 8.13130.2009.

Рассмотрим особенности обеспечения свободного подъезда пожарных автомобилей.

Ширина проектируемых проездов при высоте здания более 46 м составляет не менее 6м. В общую ширину противопожарного проезда учитывается примыкающий тротуар. Территория проектируемого объекта расположена на расстоянии около 3,5 км от пожарной части №73 по адресу Московская область, г. Долгопрудный, ул. Летная, 3.

Время сообщения о пожаре (обработка информации) –2 мин. Время выезда подразделений – 1 мин. Время следования при средней скорости 40 км/ч, составит около 5,5 минут. Время прибытия первого пожарного подразделения около 8,5 мин.

Нормативное время прибытия в городе 10 минут в соответствии со ст. 76 Федерального закона №123-ФЗ.

Проведем описание и обоснование принятых конструктивных и объемно-планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности строительных конструкций.

Проектируемое здание (рис. 1) представляет собой многоквартирный 2^{-x} секционный жилой дом, состоящий из двух 23-х этажных секций с техническим подвалом. На рис. 2 изображен фасад исследуемого здания с условными обозначениями о примененных при проектировании строительных материалах. На 1 этаже первой и второй секций запроектированы помещения общественного назначения (офисы) с отдельными входами.

При выполнении работы использовались материалы научных исследований [1-24].

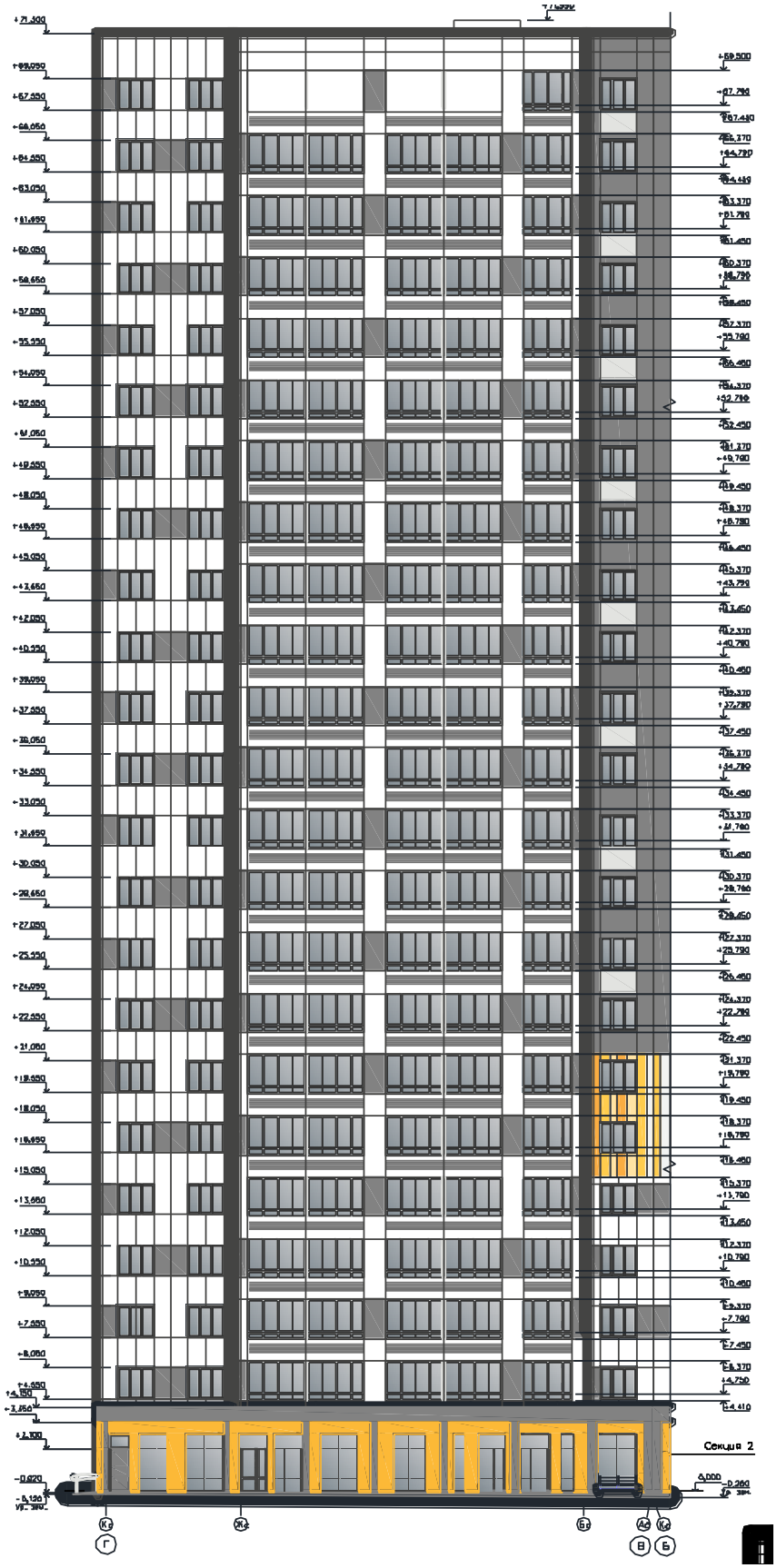


Рисунок 2 – Фасад здания

Список литературы

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 69-81.

2. Разиньков С.Н., Жидко Е.А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга // Информационно-измерительные и управляющие системы. - 2018. - Т. 16. - № 6. - С. 57-63.

3. Сазонова С.А., Зольников К.В., Асминин В.Ф. Исследование и разработка моделей проектирования микросхем цифровой обработки информации // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 3. - С. 89-99.

4. Жидко Е.А., Лелецкий Д.Н. Сбалансированная система показателей эффективности проектного управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - № 2 (17). - С. 101-104.

5. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

6. Осмоловский Д.С., Асминин В.Ф. Экспериментальное исследование диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с фрикционным трением для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 5 (323). - С. 59-63.

7. Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н., Антонов А.И., Кузнецов С.Н. Методика акустического проектирования одиночного пожарного речевого оповещателя // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 3 (31). - С. 121-127.

8. Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Звягинцева А.В. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых рам со стержнями заданной жесткости // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 2. - С. 44-54.

9. Акамсина Н.В., Коновалов О.А., Лемешкин А.В. Метод и алгоритм оптимальной декомпозиции сложных систем // Экономика и менеджмент систем управления. - 2016. - № 1 (19). - С. 73-80.

10. Галаева С.С., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Исследование процесса оценки состояния деревянных конструкций // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 10-16.

11. Зольников В.К., Сазонова С.А., Заревич А.И., Башун С.С. Исследование способов защиты информации от утечки по акустическому и виброакустическому каналам // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 2. - С. 27-40.

12. Скрыпников А.В., Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А. Разработка, управление и оценка качества интерактивных обучающих средств при подготовке специалистов лесозаготовки // Лесотехнический журнал. - 2018. - Т.8. - № 2 (30). - С. 270-283.

13. Величко С.В., Сербулов Ю.С., Лемешкин А.В. Информационные технологии выбора и распределения ресурсов технологических систем // Москва, 2007.

14. Коробова Л.А., Лемешкин А.В. Непрерывное образование в рамках "школа-ВГУИТ" // В сборнике: Современные технологии непрерывного обучения школа-вуз. Материалы II Всероссийской научно-методической конференции. - 2015. - С. 58-61.

15. Сазонова С.А., Щербакова И.В., Сметанкина Г.И. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 1. - С. 111-120.

16. Зольников В.К., Сазонова С.А., Аникеев Е.А. Моделирование распределения канального ресурса корпоративной сети связи // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 1. - С. 28-44.

17. Сазонова С.А., Зольников К.В., Акамсина Н.В., Соколова О.А. Моделирование неисправностей и методы генерации тестов сложных цифровых схем // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 4. - С. 84-94.

18. Епифанов Е.Н., Асминин В.Ф., Сазонова С.А. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

19. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Экспериментальные исследования вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 525-529.

20. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 82-96.

22. Сазонова С.А., Горюнов В.А., Рылёв С.С., Логачев Д.В. Веб-приложение для оценки экологических показателей транспортного потока // Моделирование систем и процессов. - 2026. - Т. 19. - № 1. - С. 71-87.

23. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Асминин В.Ф. Улучшение качества материала промышленных полов для повышения ударной стойкости при воздействии машиностроительного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 495-498.

24. Колотушкин В.В., Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Кочегаров А.В., Барсуков А.И., Соколова О.А. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

References

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - № 1 (36). - Pp. 69-81.

2. Razinkov S.N., Zhidko E.A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring systems // Information-measuring and control systems. - 2018. - Vol. 16. - No. 6. - pp. 57-63.

3. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Asminin V.F. Research and development of design models for digital information processing chips // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 3. - pp. 89-99.

4. Zhidko E.A., Leletsky D.N. Balanced system of performance indicators of project management // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2016. - № 2 (17). - Pp. 101-104.

5. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

6. Osmolovsky D.S., Asminin V.F. Experimental study of dissipative properties of vibration damping pads with frictional friction to reduce noise from circular sawing woodworking machines // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest Magazine. - 2011. - № 5 (323). - Pp. 59-63.

7. Asminin V.F., Epifanov E.N., Antonov A.I., Kuznetsov S.N. Methods of acoustic design of a single fire alarm system // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2013. - № 3 (31). - Pp. 121-127.

8. Sazonova S.A., Asminin V.F., Zvyagintseva A.V. Modeling of dangerous internal forces in the calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness. // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 2. - pp. 44-54.

9. Akamsina N.V., Konovalov O.A., Lemeshkin A.V. Method and algorithm of optimal decomposition of complex systems // Economics and management of management systems. - 2016. - № 1 (19). - Pp. 73-80.

10. Galaeva S.S., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Investigation of the process of assessing the condition of wooden structures // Modeling of systems and processes. 2019. Vol. 12. No. 4. pp. 10-16.

11. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Zarevich A.I., Bashun S.S. Investigation of ways to protect information from leakage through acoustic and vibroacoustic channels // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 2. - pp. 27-40.

12. Skrypnikov A.V., Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A. Development, management and quality assessment of interactive training tools in the training of logging specialists // Forestry Engineering Journal. - 2018. - Vol.8. - № 2 (30). - Pp. 270-283.

13. Velichko S.V., Serbulov Yu.S., Lemeshkin A.V. Information technologies of selection and allocation of resources of technological systems // Moscow, 2007.

14. Korobova L.A., Lemeshkin A.V. Continuous education within the framework of "school-VGUIT" // In the collection: Modern technologies of continuous education school-university. Materials of the II All-Russian Scientific and Methodological Conference. 2015. pp. 58-61.

15. Sazonova S.A., Shcherbakova I.V., Smetankina G.I. Modeling of the leak diagnosis process based on a two-alternative hypothesis, taking into account interference from stochastic consumption in the hydraulic system // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 1. - pp. 111-120.

16. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Anikeev E.A. Modeling the distribution of the channel resource of a corporate communications network // Modeling of systems and processes. 2025. Vol. 18. No. 1. pp. 28-44.

17. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Akamsina N.V., Sokolova O.A. Fault modeling and test generation methods for complex digital circuits // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 4. - pp. 84-94.

18. Epifanov E.N., Asminin V.F., Sazonova S.A. System analysis of acoustic properties of speech announcers // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 4. - pp. 42-53.

19. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Experimental studies of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 525-529.

20. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - pp. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - No. 1 (36). pp. 82-96.

22. Sazonova S.A., Goryunov V.A., Rylev S.S., Logachev D.V. Web application for assessing environmental indicators of traffic flow // Modeling of systems and processes. - 2026. - Vol. 19. - No. 1. - pp. 71-87.

23. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Asminin V.F. Improving the material quality of industrial floors to increase impact resistance when exposed to machine-

building equipment // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. 2024. No. 3. pp. 495-498.

24. Kolotushkin V.V., Sazonova S.A., Asminin V.F., Kochegarov A.V., Barsukov A.I., Sokolova O.A. Testing fragments of welded structures for fatigue fracture resistance // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 575-578.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_94-102
УДК 699

ОЦЕНКА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ СЕКЦИИ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПЛАНОВ ЭВАКУАЦИИ ПРИ ПОЖАРЕ

Сазонова С.А.[1], *канд. техн. наук, доцент*
Асминин В.Ф.[2], *д-р техн. наук, профессор*
Мозговой Н.В.[3], *д-р техн. наук, профессор*
Акамсина Н.В.[3], *канд. техн. наук, доцент*
[1]Воронежский государственный педагогический университет
[2] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия
[3]Воронежский государственный технический университет

Аннотация. *Рассмотрены объемно-планировочные решения секций жилого многоэтажного дома. Рассмотрены конструктивные особенности и применяемые строительные материалы. Приведены планы характерных этажей здания. Рассмотрены отличительные особенности в планировке разных этажей многоэтажного здания.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, многоэтажные здания, объемно-планировочные решения, секции дома, конструктивные особенности.*

EVALUATION OF SPATIAL PLANNING SOLUTIONS FOR A SECTION OF A MULTI-STOREY RESIDENTIAL BUILDING FOR THE DEVELOPMENT OF FIRE EVACUATION PLANS

Sazonova S.A.[1], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Asminin V.F.[2], *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Mozgovoy N.V.[3], *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Akamsina N.V.[3], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
[1]Voronezh State Pedagogical University
[2] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia
[3]Voronezh State Technical University

Abstract. *The spatial planning solutions of sections of a residential multi-storey building are considered. The design features and the applied building materials are considered. The plans of the characteristic floors of the building are given. The distinctive features in the layout of different floors of a multi-storey building are considered.*

Keywords*: fire safety, multi-storey buildings, spatial planning solutions, house sections, design features.*

© Сазонова С. А., Асминин В. Ф., Мозговой Н. В., Акамсина Н. В., 2026

Объемно-планировочные решения каждой секции жилого многоэтажного дома и центральный коммуникационный узел объединены лестничной клеткой и пассажирскими лифтами.

На рисунках 1, 2, 3 изображены планы характерных этажей здания.

Ïëàí íàîòì. +70,000

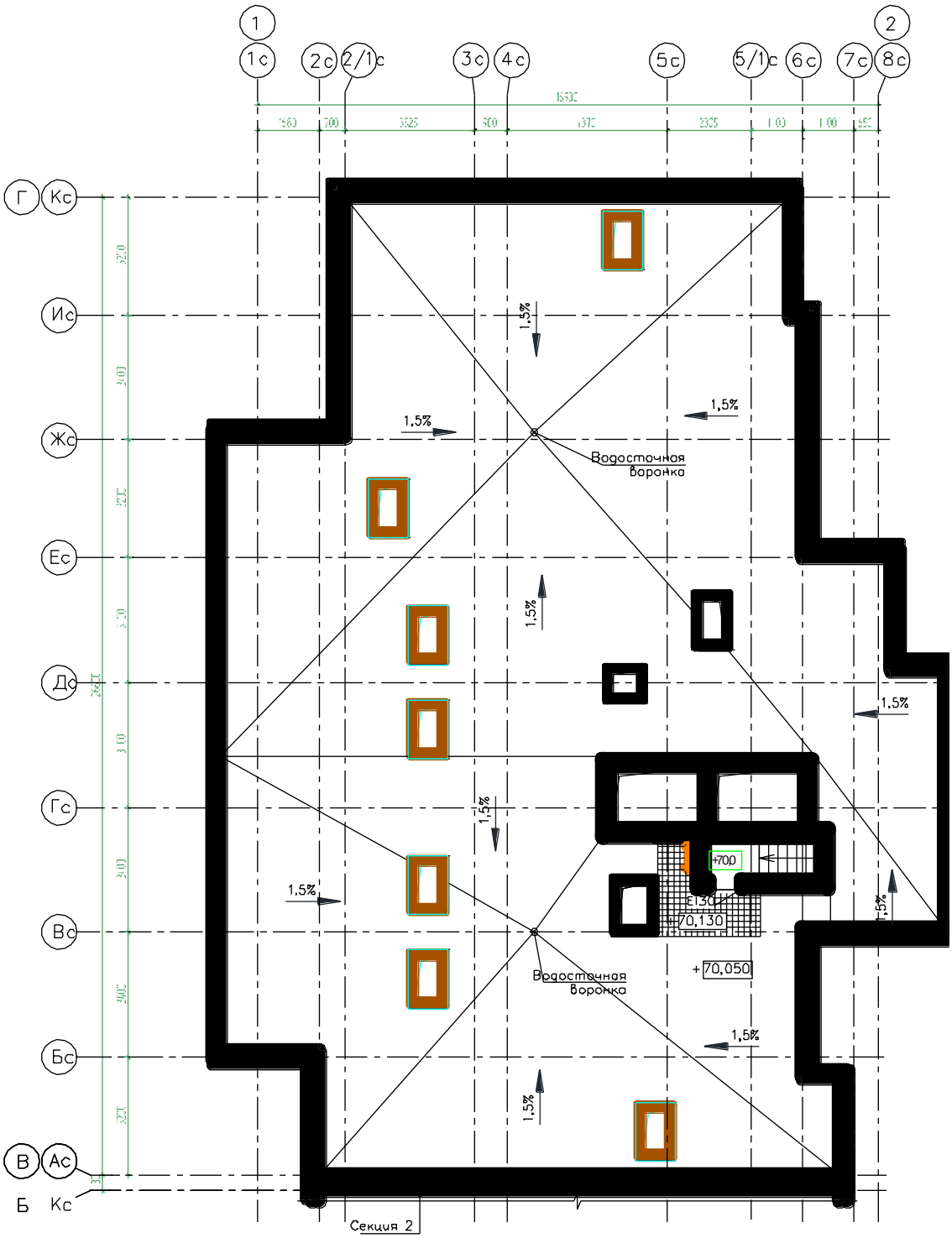


Рис. 1. План на отметке + 70.000

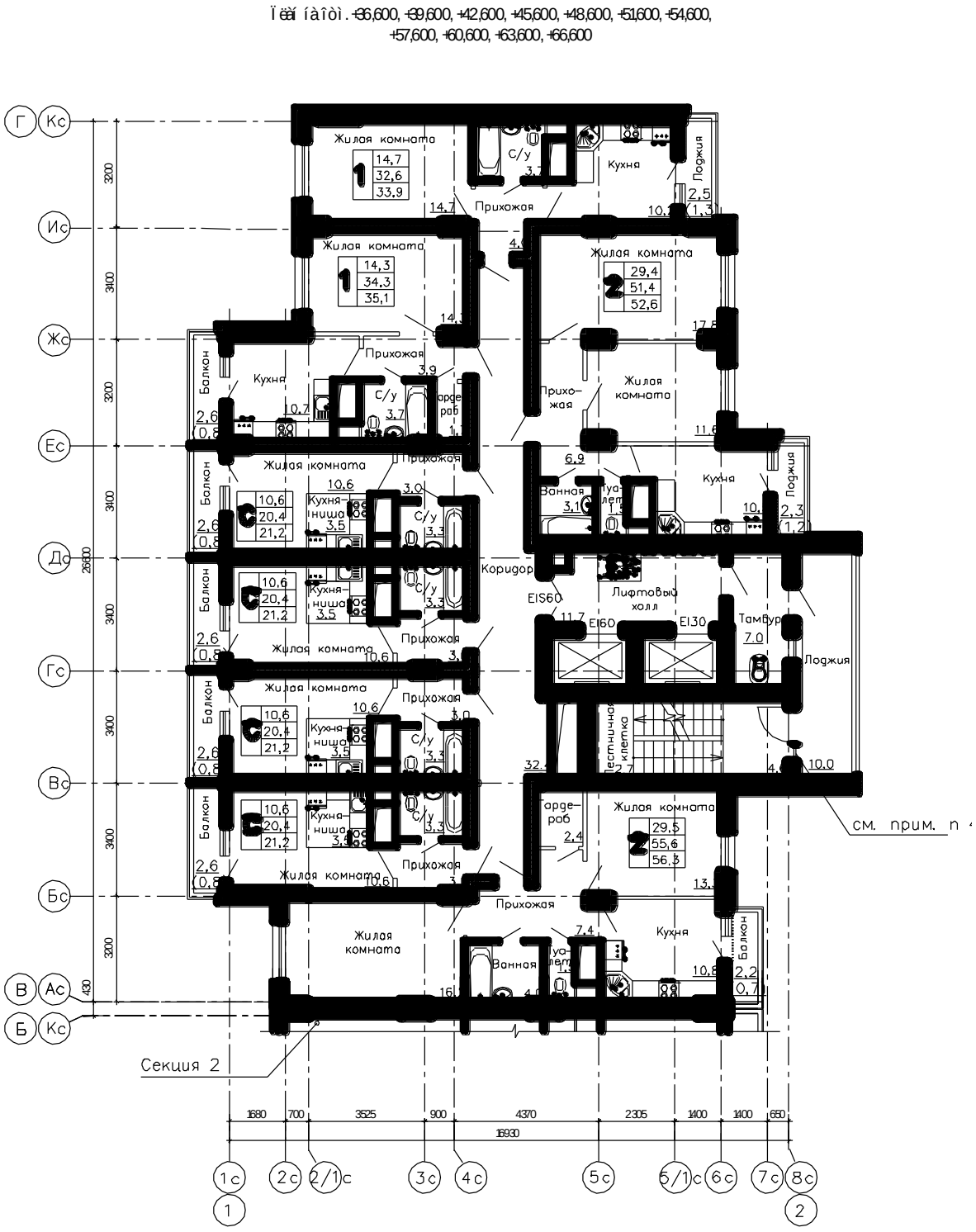


Рис. 2. План типового этажа

На первом этаже 1-й и 2-й жилых секций расположены встроенные помещения общественного назначения. В секции №1 - 6 офисов; в секции №2 – 5 офисов свободной планировки с отдельными входами. В каждом офисе предусмотрен универсальный санузел, предназначенный для пользования всеми категориями граждан. Входы в офисы имеют тамбуры.

На планах офисов показана «трассировка» перегородок из полнотелого кирпича толщиной 120 мм на высоту в один ряд (на всю высоту выполняются за счет собственника после ввода в эксплуатацию). Ограждение шахт ОВ и ВК предусмотрены из гипсовых пазогребневых плит толщиной 80 мм на всю высоту.

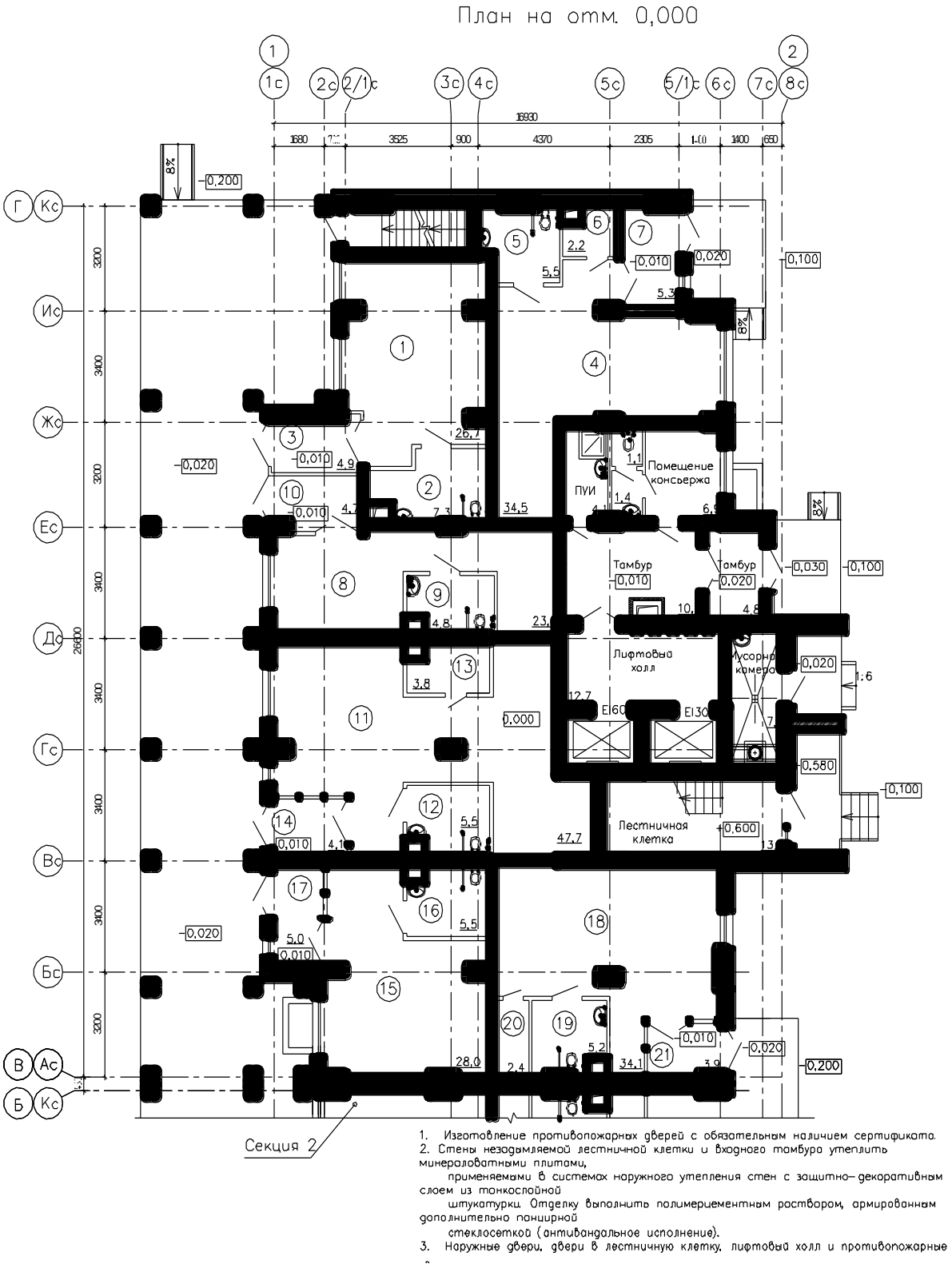


Рис. 3. План на отметке 0.000

Между офисами перегородки приняты из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения марки II/600x300x250/D600/B2.5/F25 ГОСТ 31360-2007 толщиной 200 мм, на всю высоту с обязательным оштукатуриванием с двух сторон слоем не менее 20 мм (выполняется собственником после сдачи в эксплуатацию). Обязательное оштукатуривание предусмотрена в целях соблюдения требуемого индекса изоляции воздушного шума между офисными стенами (48дБ).

По заданию на проектирование внутриквартирные перегородки выполняются за счет собственника после ввода в эксплуатацию. На планах показана «трассировка» межкомнатных перегородок из полнотелого кирпича толщиной 120 мм на высоту в один ряд. Перегородки ванных и санузлов предусмотрены из гипсовых пазогребневых гидрофобизированных плит толщиной 80 мм на всю высоту, ограждение вентканалов - из гипсовых пазогребневых плит толщиной 80 мм на всю высоту.

Ограждение шахт ВК - на планах показана «трассировка» из полнотелого кирпича на высоту в один ряд толщиной 65 мм (на всю высоту выполняются за счет собственника после ввода в эксплуатацию). Межквартирные перегородки приняты из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения марки II/600x300x250/D600/B2.5/F25 ГОСТ 31360-2007 толщиной 250 мм, на всю высоту с обязательным оштукатуриванием с двух сторон слоем не менее 20 мм (выполняется собственником после сдачи в эксплуатацию). Обязательное оштукатуривание предусмотрена в целях соблюдения требуемого индекса изоляции воздушного шума межквартирными стенами (52дБ).

В местах общего пользования на 1 этаже при входе в жилую часть секций предусмотрены помещение консьержа с санузлом и помещение уборочного инвентаря (ПУИ). Входы оборудованы двойными тамбурами. В секции 2 предусмотрено помещение ЦУС с санузлом на все пусковые комплексы.

При выполнении работы использовались материалы научных исследований [1-24].

Список литературы

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 69-81.

2. Разиньков С.Н., Жидко Е.А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга // Информационно-измерительные и управляющие системы. - 2018. - Т. 16. - № 6. - С. 57-63.

3. Сазонова С.А., Зольников К.В., Асминин В.Ф. Исследование и разработка моделей проектирования микросхем цифровой обработки информации // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 3. - С. 89-99.

4. Жидко Е.А., Лелецкий Д.Н. Сбалансированная система показателей эффективности проектного управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - № 2 (17). - С. 101-104.

5. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

6. Осмоловский Д.С., Асминин В.Ф. Экспериментальное исследование диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с фрикционным трением для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 5 (323). - С. 59-63.

7. Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н., Антонов А.И., Кузнецов С.Н. Методика акустического проектирования одиночного пожарного речевого оповещателя // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 3 (31). - С. 121-127.

8. Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Звягинцева А.В. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых рам со стержнями заданной жесткости // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 2. - С. 44-54.

9. Акамсина Н.В., Коновалов О.А., Лемешкин А.В. Метод и алгоритм оптимальной декомпозиции сложных систем // Экономика и менеджмент систем управления. - 2016. - № 1 (19). - С. 73-80.

10. Галаева С.С., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Исследование процесса оценки состояния деревянных конструкций // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 10-16.

11. Зольников В.К., Сазонова С.А., Заревич А.И., Башун С.С. Исследование способов защиты информации от утечки по акустическому и виброакустическому каналам // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 2. - С. 27-40.

12. Скрыпников А.В., Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А. Разработка, управление и оценка качества интерактивных обучающих средств при подготовке специалистов лесозаготовки // Лесотехнический журнал. - 2018. - Т.8. - № 2 (30). - С. 270-283.

13. Величко С.В., Сербулов Ю.С., Лемешкин А.В. Информационные технологии выбора и распределения ресурсов технологических систем // Москва, 2007.

14. Коробова Л.А., Лемешкин А.В. Непрерывное образование в рамках "школа-ВГУИТ" // В сборнике: Современные технологии непрерывного обучения школа-вуз. Материалы II Всероссийской научно-методической конференции. - 2015. - С. 58-61.

15. Сазонова С.А., Щербакова И.В., Сметанкина Г.И. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 1. - С. 111-120.

16. Зольников В.К., Сазонова С.А., Аникеев Е.А. Моделирование распределения канального ресурса корпоративной сети связи // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 1. - С. 28-44.

17. Сазонова С.А., Зольников К.В., Акамсина Н.В., Соколова О.А. Моделирование неисправностей и методы генерации тестов сложных цифровых схем // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 4. - С. 84-94.

18. Епифанов Е.Н., Асминин В.Ф., Сазонова С.А. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

19. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Экспериментальные исследования вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 525-529.

20. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 82-96.

22. Сазонова С.А., Горюнов В.А., Рылёв С.С., Логачев Д.В. Веб-приложение для оценки экологических показателей транспортного потока // Моделирование систем и процессов. - 2026. - Т. 19. - № 1. - С. 71-87.

23. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Асминин В.Ф. Улучшение качества материала промышленных полов для повышения ударной стойкости при воздействии машиностроительного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 495-498.

24. Колотушкин В.В., Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Кочегаров А.В., Барсуков А.И., Соколова О.А. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

References

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - № 1 (36). - Pp. 69-81.

2. Razinkov S.N., Zhidko E.A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned

monitoring systems // Information-measuring and control systems. - 2018. - Vol. 16. - No. 6. - pp. 57-63.

3. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Asminin V.F. Research and development of design models for digital information processing chips // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 3. - pp. 89-99.

4. Zhidko E.A., Leletsky D.N. Balanced system of performance indicators of project management // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2016. - № 2 (17). - Pp. 101-104.

5. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

6. Osmolovsky D.S., Asminin V.F. Experimental study of dissipative properties of vibration damping pads with frictional friction to reduce noise from circular sawing woodworking machines // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest Magazine. - 2011. - № 5 (323). - Pp. 59-63.

7. Asminin V.F., Epifanov E.N., Antonov A.I., Kuznetsov S.N. Methods of acoustic design of a single fire alarm system // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2013. - № 3 (31). - Pp. 121-127.

8. Sazonova S.A., Asminin V.F., Zvyagintseva A.V. Modeling of dangerous internal forces in the calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness. // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 2. - pp. 44-54.

9. Akamsina N.V., Konovalov O.A., Lemeshkin A.V. Method and algorithm of optimal decomposition of complex systems // Economics and management of management systems. - 2016. - № 1 (19). - Pp. 73-80.

10. Galaeva S.S., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Investigation of the process of assessing the condition of wooden structures // Modeling of systems and processes. 2019. Vol. 12. No. 4. pp. 10-16.

11. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Zarevich A.I., Bashun S.S. Investigation of ways to protect information from leakage through acoustic and vibroacoustic channels // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 2. - pp. 27-40.

12. Skrypnikov A.V., Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A. Development, management and quality assessment of interactive training tools in the training of logging specialists // Forestry Engineering Journal. - 2018. - Vol.8. - № 2 (30). - Pp. 270-283.

13. Velichko S.V., Serbulov Yu.S., Lemeshkin A.V. Information technologies of selection and allocation of resources of technological systems // Moscow, 2007.

14. Korobova L.A., Lemeshkin A.V. Continuous education within the framework of "school-VGUIT" // In the collection: Modern technologies of continuous

education school-university. Materials of the II All-Russian Scientific and Methodological Conference. 2015. pp. 58-61.

15. Sazonova S.A., Shcherbakova I.V., Smetankina G.I. Modeling of the leak diagnosis process based on a two-alternative hypothesis, taking into account interference from stochastic consumption in the hydraulic system // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 1. - pp. 111-120.

16. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Anikeev E.A. Modeling the distribution of the channel resource of a corporate communications network // Modeling of systems and processes. 2025. Vol. 18. No. 1. pp. 28-44.

17. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Akamsina N.V., Sokolova O.A. Fault modeling and test generation methods for complex digital circuits // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 4. - pp. 84-94.

18. Epifanov E.N., Asminin V.F., Sazonova S.A. System analysis of acoustic properties of speech announcers // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 4. - pp. 42-53.

19. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Experimental studies of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 525-529.

20. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - pp. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - No. 1 (36). pp. 82-96.

22. Sazonova S.A., Goryunov V.A., Rylev S.S., Logachev D.V. Web application for assessing environmental indicators of traffic flow // Modeling of systems and processes. - 2026. - Vol. 19. - No. 1. - pp. 71-87.

23. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Asminin V.F. Improving the material quality of industrial floors to increase impact resistance when exposed to machine-building equipment // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. 2024. No. 3. pp. 495-498.

24. Kolotushkin V.V., Sazonova S.A., Asminin V.F., Kochegarov A.V., Barsukov A.I., Sokolova O.A. Testing fragments of welded structures for fatigue fracture resistance // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 575-578.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_103-112
УДК 699

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ОГНЕСТОЙКОСТИ ОСНОВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ

Сазонова С.А.[1], *канд. техн. наук, доцент*
Асминин В.Ф.[2], *д-р техн. наук, профессор*
Горюнов В.А.[1], *канд. химических наук, доцент*
Дронов Д.И.[1], *ассистент*
[1]Воронежский государственный педагогический университет
[2] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Для определения степени огнестойкости строительных конструкций рассмотрены строительные материалы, принятые при строительстве многоэтажного здания. Приведены: характеристик огнестойкости основных строительных конструкций, принятых при проектировании; требуемые показатели огнестойкости основных строительных конструкций, принятых при проектировании; характеристика степени огнестойкости проектируемого здания.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, многоэтажные здания, строительные конструкции, огнестойкость, нормативные документы.*

ASSESSMENT OF THE FIRE RESISTANCE CHARACTERISTICS OF THE MAIN BUILDING STRUCTURES OF A MULTI-STOREY BUILDING

Sazonova S.A.[1], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Asminin V.F.[2], *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Goryunov V.A.[1], *Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor*
Dronov D.I.[1], *assistant*
[1]Voronezh State Pedagogical University
[2] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. *To determine the degree of fire resistance of building structures, the construction materials used in the construction of a multi-storey building are considered. The following are given: characteristics of the fire resistance of the main building structures adopted during the design; required indicators of fire resistance of the main building structures adopted during the design; characteristics of the degree of fire resistance of the projected building.*

Keywords: *fire safety, multi-storey buildings, building structures, fire resistance, regulatory documents.*

© Сазонова С. А., Асминин В. Ф., Горюнов В. А., Дронов Д. И., 2026

Рассмотрим строительные материалы, принятые при строительстве многоэтажного здания, для определения степени огнестойкости строительных конструкций.

Наружные стены секций приняты двухслойными с облицовкой из фиброцементных плит по навесной фасадной системе типа «U-kon»:

- внутренний слой - блоки из ячеистого бетона автоклавного твердения марки II/600x300x200/D600/B2.5/F35 ГОСТ 31360-2007 толщиной 200 мм на цементно-песчаном растворе М 100.

- слой утеплителя толщиной 100 мм из минераловатных плит Техновент Стандарт-НГ, ТУ-5762-043-17925162-2006.

В качестве утепления стен подвала и цоколя используются плиты из экструзионного пенополистирола "Технониколь XPS CARBON PROF 300 RF" СТО: 72746455-3.3.1-2012. Стены цоколя оштукатуриваются по сетке и облицовываются керамогранитными плитами.

Кровля – плоская, рулонная, наплавляемая, с внутренним водостоком и двухслойным гидроизоляционным ковром Техноэласт (или аналог). Утеплитель – плиты минераловатные: верхний слой РУФ БАТТС В (ROCKWOOL) - НГ по ГОСТ 30244-94 -40 мм ТУ-5762-005-45757203-99 (180 кг/м^2), нижний слой РУФ БАТТС Н (ROCKWOOL) - НГ по ГОСТ 30244-94 -120 мм ТУ-5762-005-45757203-99 (120 кг/м^2) (или аналог).

Для наружной отделки стен предусмотрена навесная фасадная система «U-kon» с облицовкой фиброцементными плитами «LATONIT» (или аналог) белого цвета - RAL 9010, желтого - RAL 1002 «желтый песок», темно-серого цвета - RAL 9011 «черный графит» и коричневого цвета - RAL 8016 «коричневое красное дерево» в соответствии с утвержденным архитектурно-градостроительным обликом. Класса пожарной опасности К0.

Колонны каркаса, междуэтажные перекрытия здания, покрытие, стены подвального этажа, лестничных клеток и лифтовых шахт запроектированы из монолитного железобетона.

Каркас монолитный железобетонный с плоским безригельным перекрытием.

Сетка колонн (пилон) переменная, пилоны подвала и 1 этажа сечением 750x300 мм, 900x300 мм и 1200x300 мм, пилоны с 2 $^{-ого}$ этажа и выше сечением 750x300 мм, 900x200 мм и 1200x200 мм, бетон класса В25.

Пилоны сечением 750x300 мм подвала и 1 этажа армируются арматурой 14 стержней диаметром 22 мм, 2 – 3 этажи армируются арматурой 14 стержней диаметром 20 мм класса А500с, 4 – 5 этажи армируются арматурой 12 стержней диаметром 20 мм класса А500с, 6 – 12 этажи армируются арматурой 12 стержней диаметром 18 мм класса А500с, 13 – 23 этажи армируются арматурой 12 стержней диаметром 16 мм класса А500с.

Пилоны сечением 900x300 мм подвала и 1 этажа армируются арматурой 14 стержней диаметром 22 мм класса А500с.

Пилоны сечением 900х200 мм: 2 – 3 этажи армируются арматурой 12 стержней диаметром 22 мм класса А500с, 4 – 5 этажи армируются арматурой 12 стержней диаметром 20 мм класса А500с, 6 – 12 этажи армируются арматурой 12 стержней диаметром 18 мм класса А500с, 13 – 23 этажи армируются арматурой 12 стержней диаметром 16 мм класса А500с.

Пилоны сечением 1200х300 мм: подвала и 1 этажа армируются арматурой 14 стержней диаметром 16 мм класса А500с.

Пилоны сечением 1200х200 мм: 2, 3 этажи армируются арматурой 14 стержней диаметром 16 мм класса А500с, 4, 5 этажи 14 стержней диаметром 14 мм класса А500с, 6 – 23 этажи армируются арматурой 14 стержней диаметром 12 класса А500с.

Стыки пилоновкой плитой являются условно жесткими, в соответствии с п. 5.14 СП 52-103-2007. Защитные слои арматуры в конструкциях пилонов приняты от нагреваемой поверхности до оси арматуры – 45 мм (СТО 36554501-006-2006).

Диафрагмы жесткости сечением 200х7380 мм.

Диафрагмы жесткости армируются в торцах вертикальной арматурой 8 стержней диаметром 10 мм класса А500с с шагом 100 мм, в середине пролета вертикальной арматурой диаметром 10 мм класса А500с с шагом 200 мм, горизонтальной диаметром 10 мм класса А500с, шаг 200 мм. Поперечная арматура диаметром 6 мм класса А240 шаг 400х400 мм по площади стен. Защитный слой до оси вертикальной арматуры 45 мм, бетон класса В25.

Стены монолитные сечением 200х1600 мм, 200х2580 мм.

Защитный слой нижней арматуры по плитам перекрытия – 35 мм.

Стены коммуникационного узла (лестничная клетка, шахты лифтов) приняты монолитными железобетонными толщиной 200 мм.

Перемычки выполнить из уголков по ГОСТ 8509-93 и сборные железобетонные по серии 1.038-1 вып. 4.

Марши лестничной клетки здания приняты сборные железобетонные по серии 1.051, которые опираются на монолитные железобетонные балки. Лестничные площадки монолитные железобетонные толщиной 180 мм, бетон класса В25.

Основные конструкции, учитываемые при установлении степени огнестойкости, все несущие, наружные не несущие, перекрытия, стены лестничной клетки, марши и площадки лестничной клетки. Фактический предел огнестойкости определяется расчетом или с помощью справочных материалов (изданных ФГУ «Всероссийский ордена «Знак почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны»). Фактический предел огнестойкости строительных конструкций проектируемого здания, указаны в таблице 1.

Предел огнестойкости (табл. 2, 3) железобетонных перекрытиях и стенах определен с учетом температурного прогрева при одностороннем огневом

воздействии стандартного пожара в соответствии с приложением А СТО36554501-006-2006.

Предел огнестойкости перекрытий и колон обоснован расчетами по огнестойкости по СТО 36554501-006-2006.

Сечение колон и расположение арматуры принято по конструктивным решениям. Защитные слои арматуры обеспечивают требуемые пределы огнестойкости.

Расчет огнестойкости выполнен в томе расчетов КР-2.

Классы функциональной пожарной опасности, зависящие от назначения, особенностей технологии, степени угрозы безопасности людей, основных помещений здания согласно ст. 32 ФЗ-123.

Таблица 1

Характеристика огнестойкости основных строительных конструкций, принятых при проектировании

№ п/п	Наименование строительной конструкции	Определяющий параметр	Предел огнестойкости (мин.)	Примечание
1	Монолитные железобетонные стены, колонны, пилоны и перекрытия	толщина защитного слоя не менее 35 мм, габариты, влажность не более 3,5 % и марка бетона по СТО 36554501-06-2006, габариты	не менее R 120	соотв.
2	Лестничные площадки — монолитные железобетонные	толщина защитного слоя не менее 35 мм, габариты, влажность не более 3,5 % и марка бетона по СТО 36554501-06-2006, габариты	не менее R 60	соотв.
3	Лестничные марши — монолитные железобетонные	толщина защитного слоя не менее 35 мм, габариты, влажность не более 3,5 % и марка бетона по СТО 36554501-06-2006, габариты	не менее R 60	соотв.
4	Монолитные железобетонные стены лестничных клеток	толщина защитного слоя не менее 45 мм до оси арматуры, габариты, влажность не более 3,5 % и марка бетона по СТО 36554501-06-2006, габариты	не менее REI 120	соотв.
5	Наружные ненесущие стены	Из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения II-B2,5D600F25 ГОСТ 31360-2007 на цементно-песчаном растворе М75 толщиной 200мм.	не менее E 30	соотв.*

Проектируемое здание многоквартирного жилого дома секционного типа характеризуется следующими особенностями объемно-планировочных

решений, учитываемыми при выборе мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Площадь надземного этажа проектируемой жилой части здания в пределах секции, составляет не более 400 м^2. Максимально допустимая площадь пожарного отсека для многоквартирного жилого дома I степени огнестойкости и С0 класса конструктивной пожарной опасности, не должна превышать 2500 м^2.

Здание на пожарные отсеки не делится.

Площадь здания, состоящего из 2-х секций – 765,8м^2.

Площадь этажа секции №1 – 387,7м^2

Площадь этажа секции №2-378,1м^2

Таблица 2

Требуемые показатели огнестойкости основных строительных конструкций, принятых при проектировании

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее						
	Несущие элементы здания	Наружные не несущие стены	Перекрытия междуэтажные и чердачные	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
				Настилы (в том числе с утеплителем)	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц
I	R 120	E 30	REI 60	RE 30	R 30	REI 120	R 60

Таблица 3

Характеристика степени огнестойкости проектируемого здания

Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее					Вывод о степени огнестойкости
Несущие элементы здания	Наружные не несущие стены	Перекрытия междуэтажные и чердачные	Лестничные клетки		
			Внутренние стены	Марши и площадки	
по показателю R более 120 мин*	по показателю E более 30 мин	по показателю REI не менее 60 мин*	по показателю REI не менее 120 мин*	по показателю R не менее 60 мин*	I степень огнестойкости
*Примечание: предел огнестойкости строительных железобетонных конструкций принят с учетом соответствия требуемой толщины защитного слоя.					

Ограждающие конструкции лифтовых холлов выполнены противопожарными с пределом огнестойкости не менее EI60 с противопожарными дверями 1-го типа в дымогазонепроницаемом исполнении.

Места прохода систем канализации, электрокабелей через ограждающие конструкции с нормируемым пределом огнестойкости уплотняются универсальной терморасширяющейся противопожарной пеной CP620 фирмы Hilti с пределом огнестойкости не менее 180 мин. Могут применяться другие аналогичные материалы, имеющие сертификаты пожарной безопасности.

В качестве несгораемого материала для трубопроводов систем водоснабжения и отопления применены противопожарные муфты «Феникс ППМ» ТУ 5285-028-72074398-05 с пределом огнестойкости Е180 (сертификат соответствия № С-RU.ПБ05.В.00312).

При выполнении работы использовались материалы научных исследований [1-24].

Список литературы

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 69-81.

2. Разиньков С.Н., Жидко Е.А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга // Информационно-измерительные и управляющие системы. - 2018. - Т. 16. - № 6. - С. 57-63.

3. Сазонова С.А., Зольников К.В., Асминин В.Ф. Исследование и разработка моделей проектирования микросхем цифровой обработки информации // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 3. - С. 89-99.

4. Жидко Е.А., Лелецкий Д.Н. Сбалансированная система показателей эффективности проектного управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - № 2 (17). - С. 101-104.

5. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

6. Осмоловский Д.С., Асминин В.Ф. Экспериментальное исследование диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с фрикционным трением для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 5 (323). - С. 59-63.

7. Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н., Антонов А.И., Кузнецов С.Н. Методика акустического проектирования одиночного пожарного речевого оповещателя //

Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 3 (31). - С. 121-127.

8. Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Звягинцева А.В. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых рам со стержнями заданной жесткости // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 2. - С. 44-54.

9. Акамсина Н.В., Коновалов О.А., Лемешкин А.В. Метод и алгоритм оптимальной декомпозиции сложных систем // Экономика и менеджмент систем управления. - 2016. - № 1 (19). - С. 73-80.

10. Галаева С.С., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Исследование процесса оценки состояния деревянных конструкций // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 10-16.

11. Зольников В.К., Сазонова С.А., Заревич А.И., Башун С.С. Исследование способов защиты информации от утечки по акустическому и виброакустическому каналам // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 2. - С. 27-40.

12. Скрыпников А.В., Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А. Разработка, управление и оценка качества интерактивных обучающих средств при подготовке специалистов лесозаготовки // Лесотехнический журнал. - 2018. - Т.8. - № 2 (30). - С. 270-283.

13. Величко С.В., Сербулов Ю.С., Лемешкин А.В. Информационные технологии выбора и распределения ресурсов технологических систем // Москва, 2007.

14. Коробова Л.А., Лемешкин А.В. Непрерывное образование в рамках "школа-ВГУИТ" // В сборнике: Современные технологии непрерывного обучения школа-вуз. Материалы II Всероссийской научно-методической конференции. - 2015. - С. 58-61.

15. Сазонова С.А., Щербакова И.В., Сметанкина Г.И. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 1. - С. 111-120.

16. Зольников В.К., Сазонова С.А., Аникеев Е.А. Моделирование распределения канального ресурса корпоративной сети связи // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 1. - С. 28-44.

17. Сазонова С.А., Зольников К.В., Акамсина Н.В., Соколова О.А. Моделирование неисправностей и методы генерации тестов сложных цифровых схем // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 4. - С. 84-94.

18. Епифанов Е.Н., Асминин В.Ф., Сазонова С.А. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

19. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Экспериментальные исследования вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций

станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 525-529.

20. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 82-96.

22. Сазонова С.А., Горюнов В.А., Рылёв С.С., Логачев Д.В. Веб-приложение для оценки экологических показателей транспортного потока // Моделирование систем и процессов. - 2026. - Т. 19. - № 1. - С. 71-87.

23. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Асминин В.Ф. Улучшение качества материала промышленных полов для повышения ударной стойкости при воздействии машиностроительного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 495-498.

24. Колотушкин В.В., Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Кочегаров А.В., Барсуков А.И., Соколова О.А. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

References

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - № 1 (36). - Pp. 69-81.

2. Razinkov S.N., Zhidko E.A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring systems // Information-measuring and control systems. - 2018. - Vol. 16. - No. 6. - pp. 57-63.

3. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Asminin V.F. Research and development of design models for digital information processing chips // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 3. - pp. 89-99.

4. Zhidko E.A., Leletsky D.N. Balanced system of performance indicators of project management // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2016. - № 2 (17). - Pp. 101-104.

5. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

6. Osmolovsky D.S., Asminin V.F. Experimental study of dissipative properties of vibration damping pads with frictional friction to reduce noise from circular sawing

woodworking machines // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest Magazine. - 2011. - № 5 (323). - Pp. 59-63.

7. Asminin V.F., Epifanov E.N., Antonov A.I., Kuznetsov S.N. Methods of acoustic design of a single fire alarm system // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2013. - № 3 (31). - Pp. 121-127.

8. Sazonova S.A., Asminin V.F., Zvyagintseva A.V. Modeling of dangerous internal forces in the calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness. // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 2. - pp. 44-54.

9. Akamsina N.V., Konovalov O.A., Lemeshkin A.V. Method and algorithm of optimal decomposition of complex systems // Economics and management of management systems. - 2016. - № 1 (19). - Pp. 73-80.

10. Galaeva S.S., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Investigation of the process of assessing the condition of wooden structures // Modeling of systems and processes. 2019. Vol. 12. No. 4. pp. 10-16.

11. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Zarevich A.I., Bashun S.S. Investigation of ways to protect information from leakage through acoustic and vibroacoustic channels // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 2. - pp. 27-40.

12. Skrypnikov A.V., Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A. Development, management and quality assessment of interactive training tools in the training of logging specialists // Forestry Engineering Journal. - 2018. - Vol.8. - № 2 (30). - Pp. 270-283.

13. Velichko S.V., Serbulov Yu.S., Lemeshkin A.V. Information technologies of selection and allocation of resources of technological systems // Moscow, 2007.

14. Korobova L.A., Lemeshkin A.V. Continuous education within the framework of "school-VGUIT" // In the collection: Modern technologies of continuous education school-university. Materials of the II All-Russian Scientific and Methodological Conference. 2015. pp. 58-61.

15. Sazonova S.A., Shcherbakova I.V., Smetankina G.I. Modeling of the leak diagnosis process based on a two-alternative hypothesis, taking into account interference from stochastic consumption in the hydraulic system // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 1. - pp. 111-120.

16. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Anikeev E.A. Modeling the distribution of the channel resource of a corporate communications network // Modeling of systems and processes. 2025. Vol. 18. No. 1. pp. 28-44.

17. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Akamsina N.V., Sokolova O.A. Fault modeling and test generation methods for complex digital circuits // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 4. - pp. 84-94.

18. Epifanov E.N., Asminin V.F., Sazonova S.A. System analysis of acoustic properties of speech announcers // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 4. - pp. 42-53.

19. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Experimental studies of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 525-529.

20. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - pp. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - No. 1 (36). pp. 82-96.

22. Sazonova S.A., Goryunov V.A., Rylev S.S., Logachev D.V. Web application for assessing environmental indicators of traffic flow // Modeling of systems and processes. - 2026. - Vol. 19. - No. 1. - pp. 71-87.

23. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Asminin V.F. Improving the material quality of industrial floors to increase impact resistance when exposed to machine-building equipment // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. 2024. No. 3. pp. 495-498.

24. Kolotushkin V.V., Sazonova S.A., Asminin V.F., Kochegarov A.V., Barsukov A.I., Sokolova O.A. Testing fragments of welded structures for fatigue fracture resistance // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 575-578.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_113-123
УДК 699

ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ПОЖАРА

Сазонова С.А.[1], *канд. техн. наук, доцент*
Асминин В.Ф.[2], *д-р техн. наук, профессор*
Володкин Д.А.[3], *ассистент*
Бормотина Е.А.[2], *преподаватель*
[1]Воронежский государственный педагогический университет
[2] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия
[3]Воронежский государственный технический университет

Аннотация. *Выполнены описание и обоснование проектного решения по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара. Разработаны для типовых этажей схемы эвакуации людей в случае возникновения пожара из многоэтажного жилого дома. Для оценки особенностей при эвакуации учтены степени огнестойкости примененных строительных материалов помещений здания.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, многоэтажные здания, схемы эвакуации, проектное решение, нормативные документы.*

DESCRIPTION AND JUSTIFICATION OF THE DESIGN SOLUTION TO ENSURE THE SAFETY OF PEOPLE IN THE EVENT OF A FIRE

Sazonova S.A.[1], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Asminin V.F.[2], *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Volodkin D.A.[3], *assistant*
Bormotina E.A.[2], *teacher*
[1]Voronezh State Pedagogical University
[2] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia
[3]Voronezh State Technical University

Abstract. *The description and justification of the design solution for ensuring the safety of people in the event of a fire have been completed. Evacuation schemes have been developed for standard floors in the event of a fire from a multi-storey residential building. To assess the features of the evacuation, the degrees of fire resistance of the applied building materials of the building premises were taken into account.*

© Сазонова С. А., Асминин В. Ф., Володкин Д. А., Бормотина Е. А., 2026

***Keywords**: fire safety, multi-storey buildings, evacuation schemes, design solution, regulatory documents.*

Согласно ч. 1 ст. 53 Технического регламента о ТПБ, проектируемое многоэтажное здание имеет объемно-планировочное решение и конструктивное исполнение эвакуационных путей, обеспечивающее безопасную эвакуацию людей при пожаре.

Безопасная эвакуация людей из здания при пожаре обеспечивается при условии, что из технического подвального этажа должно быть предусмотрено 2 эвакуационных выхода по лестницам непосредственно наружу. Один из двух выходов предусмотрен через смежную секцию. Площадь этажа в пределах двух секций менее 1000м^2.

Отделка путей эвакуации в проектируемом здании выполнена с учётом требований ст.134. № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. Отделка помещений в таблице 1.

Таблица 1

Отделка помещений

№№ п/п	Элементы интерьера	Вид отделки
1	Внутренние стены и перегородки	Помещения жилого дома (Ф1.3) • электрощитовые, ИТП, венткамеры – штукатурка, шпатлевка с последующей водоэмульсионной окраской; • лестничные клетки, лифтовые холлы, тамбуры – штукатурка, шпатлевка, окраска водоэмульсионной краской; класс пожарной опасности отделочных материалов КМ1. При отделке стен лифтового холла 1-го этажа применяются декоративные панно, фотообои или другие декоративные элементы (класс КМ1). • общие коридоры – штукатурка, шпатлевка, окраска водоэмульсионной краской; класс пожарной опасности отделочных материалов КМ2;
2	Потолки	Помещения жилого дома (Ф1.3) • электрощитовые, ИТП, венткамеры - шпатлевка, водоэмульсионная окраска; • лестничные клетки, лифтовые холлы, тамбуры – шпатлевка, водоэмульсионная окраска, класс пожарной опасности отделочных материалов КМ1; • общие коридоры – затирка бетонного основания; шпатлевка, водоэмульсионная окраска, класс пожарной опасности отделочных материалов КМ2;
3	Полы	Помещения жилого дома (Ф1.3) 2 этаж: • санузлы, ванные комнаты – шумоизоляция Изолон, стяжка из цементно-песчаного раствора, гидроизоляция обмазочная;

		• жилые комнаты, прихожие, коридоры квартир, кухни – шумоизоляция Изолон, стяжка из цементно-песчаного раствора; типовой этаж: • санузлы, ванные комнаты – стяжка из цементно-песчаного раствора, гидроизоляция обмазочная; • жилые комнаты, прихожие, коридоры квартир, кухни – шумоизоляция Изолон, стяжка из цементно-песчаного раствора; • техническое подполье – бетон с ровной поверхностью, без отделки; • электрощитовые, венткамеры- стяжка из цементно-песчаного раствора, окраска структурной акриловой краской; • щитовые связи – стяжка из цементно-песчаного раствора, антистатический линолеум на клее; • КУИ, помещения водомерного узла и ПНС – стяжка из цементно-песчаного раствора, обмазочная гидроизоляция, плитка керамическая напольная на плиточном клее; • лестничные площадки, лифтовые холлы, тамбуры – плитка керамическая напольная на плиточном клее, класс пожарной опасности отделочных материалов КМ2; • общие коридоры – плитка керамическая напольная на плиточном клее, класс пожарной опасности отделочных материалов КМ3. Встроенные помещения (Ф4.3) • помещения с «нормальным» режимом – пенополистирол, стяжка из цементно-песчаного раствора; • помещения с «мокрым» режимом – пенополистирол, стяжка из цементно-песчаного раствора, гидроизоляция обмазочная;

Разработанные схемы эвакуации при пожаре для объекта защиты изображены на рисунках 1, 2, 3, 4.
При выполнении работы использовались материалы научных исследований [1-24].

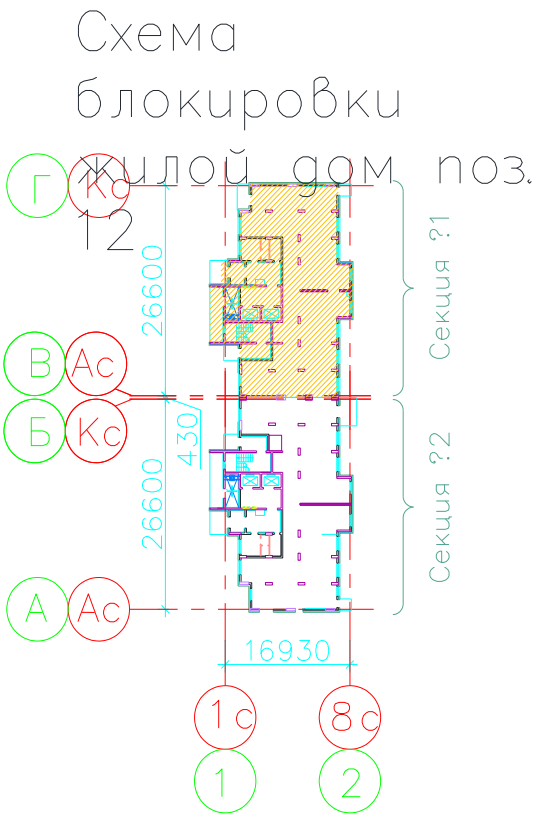


Рис. 1. Схема блокировки для жилого дома и условные обозначения для схемы эвакуации на типовом этаже

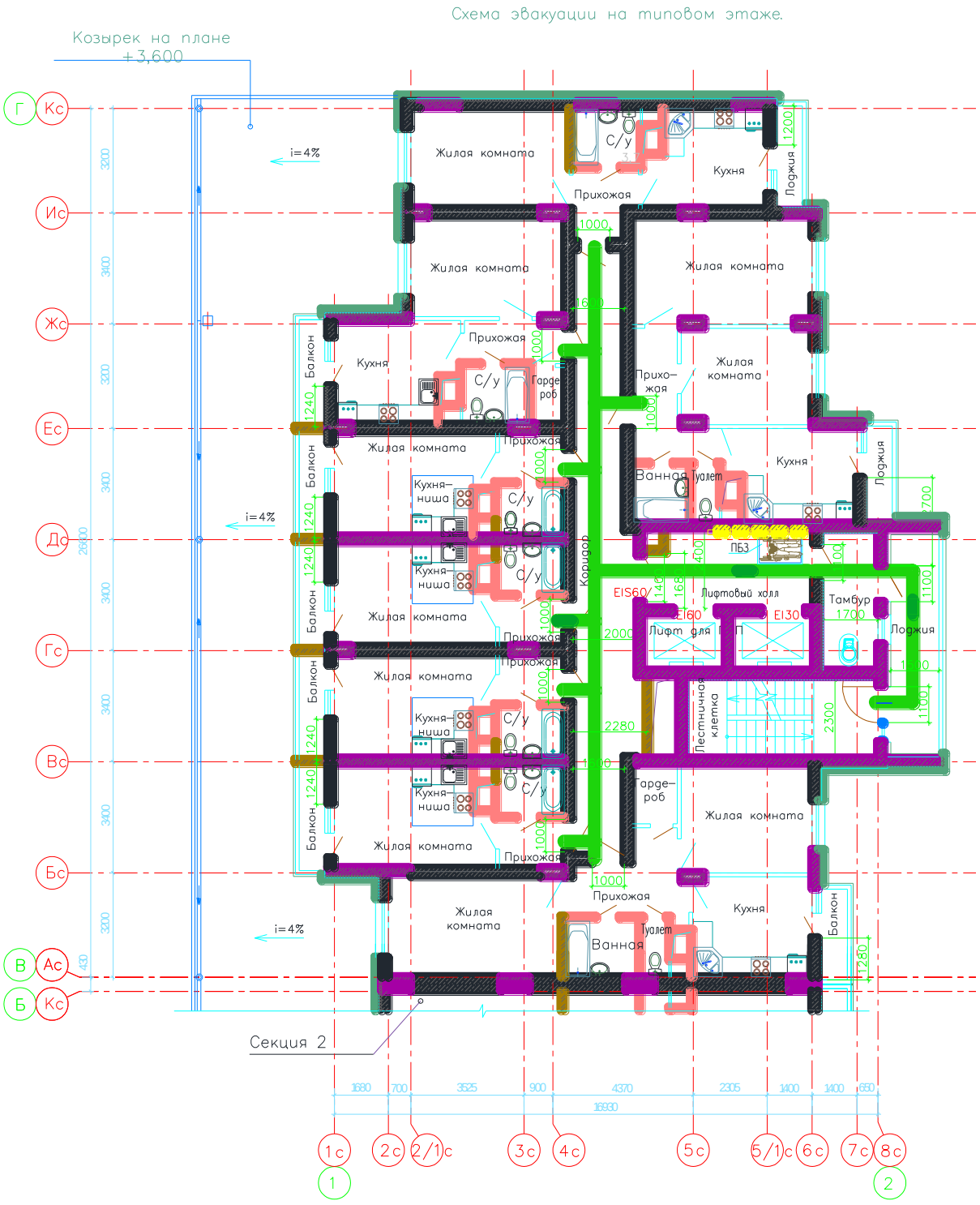


Рис. 2. Схема эвакуации на типовом этаже

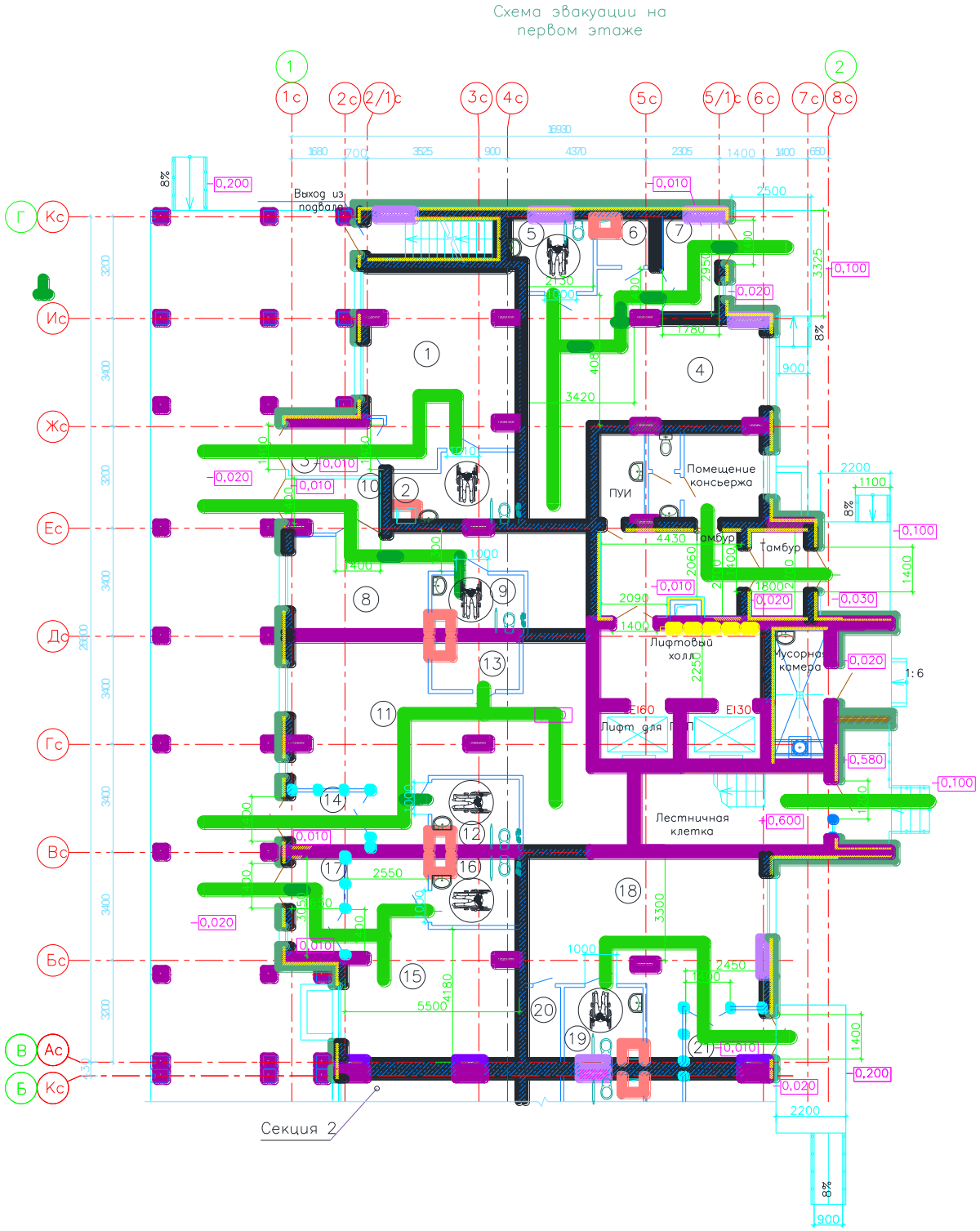


Рис. 3. Схема эвакуации на первом этаже



Рис. 4. Экспликация помещений на первом этаже и условные обозначения к схеме эвакуации на первом этаже

Список литературы

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 69-81.

2. Разиньков С.Н., Жидко Е.А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга // Информационно-измерительные и управляющие системы. - 2018. - Т. 16. - № 6. - С. 57-63.

3. Сазонова С.А., Зольников К.В., Асминин В.Ф. Исследование и разработка моделей проектирования микросхем цифровой обработки информации // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 3. - С. 89-99.

4. Жидко Е.А., Лелецкий Д.Н. Сбалансированная система показателей эффективности проектного управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - № 2 (17). - С. 101-104.

5. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

6. Осмоловский Д.С., Асминин В.Ф. Экспериментальное исследование диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с фрикционным трением для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 5 (323). - С. 59-63.

7. Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н., Антонов А.И., Кузнецов С.Н. Методика акустического проектирования одиночного пожарного речевого оповещателя // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 3 (31). - С. 121-127.

8. Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Звягинцева А.В. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых рам со стержнями заданной жесткости // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 2. - С. 44-54.

9. Акамсина Н.В., Коновалов О.А., Лемешкин А.В. Метод и алгоритм оптимальной декомпозиции сложных систем // Экономика и менеджмент систем управления. - 2016. - № 1 (19). - С. 73-80.

10. Галаева С.С., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Исследование процесса оценки состояния деревянных конструкций // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 10-16.

11. Зольников В.К., Сазонова С.А., Заревич А.И., Башун С.С. Исследование способов защиты информации от утечки по акустическому и виброакустическому каналам // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 2. - С. 27-40.

12. Скрыпников А.В., Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А. Разработка, управление и оценка качества интерактивных обучающих средств при подготовке специалистов лесозаготовки // Лесотехнический журнал. - 2018. - Т.8. - № 2 (30). - С. 270-283.

13. Величко С.В., Сербулов Ю.С., Лемешкин А.В. Информационные технологии выбора и распределения ресурсов технологических систем // Москва, 2007.

14. Коробова Л.А., Лемешкин А.В. Непрерывное образование в рамках "школа-ВГУИТ" // В сборнике: Современные технологии непрерывного обучения школа-вуз. Материалы II Всероссийской научно-методической конференции. - 2015. - С. 58-61.

15. Сазонова С.А., Щербакова И.В., Сметанкина Г.И. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 1. - С. 111-120.

16. Зольников В.К., Сазонова С.А., Аникеев Е.А. Моделирование распределения канального ресурса корпоративной сети связи // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 1. - С. 28-44.

17. Сазонова С.А., Зольников К.В., Акамсина Н.В., Соколова О.А. Моделирование неисправностей и методы генерации тестов сложных цифровых схем // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 4. - С. 84-94.

18. Епифанов Е.Н., Асминин В.Ф., Сазонова С.А. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

19. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Экспериментальные исследования вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 525-529.

20. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 82-96.

22. Сазонова С.А., Горюнов В.А., Рылёв С.С., Логачев Д.В. Веб-приложение для оценки экологических показателей транспортного потока // Моделирование систем и процессов. - 2026. - Т. 19. - № 1. - С. 71-87.

23. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Асминин В.Ф. Улучшение качества материала промышленных полов для повышения ударной стойкости при воздействии машиностроительного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 495-498.

24. Колотушкин В.В., Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Кочегаров А.В., Барсуков А.И., Соколова О.А. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

References

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - № 1 (36). - Pp. 69-81.

2. Razinkov S.N., Zhidko E.A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring systems // Information-measuring and control systems. - 2018. - Vol. 16. - No. 6. - pp. 57-63.

3. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Asminin V.F. Research and development of design models for digital information processing chips // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 3. - pp. 89-99.

4. Zhidko E.A., Leletsky D.N. Balanced system of performance indicators of project management // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2016. - № 2 (17). - Pp. 101-104.

5. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

6. Osmolovsky D.S., Asminin V.F. Experimental study of dissipative properties of vibration damping pads with frictional friction to reduce noise from circular sawing woodworking machines // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest Magazine. - 2011. - № 5 (323). - Pp. 59-63.

7. Asminin V.F., Epifanov E.N., Antonov A.I., Kuznetsov S.N. Methods of acoustic design of a single fire alarm system // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2013. - № 3 (31). - Pp. 121-127.

8. Sazonova S.A., Asminin V.F., Zvyagintseva A.V. Modeling of dangerous internal forces in the calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness. // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 2. - pp. 44-54.

9. Akamsina N.V., Konovalov O.A., Lemeshkin A.V. Method and algorithm of optimal decomposition of complex systems // Economics and management of management systems. - 2016. - № 1 (19). - Pp. 73-80.

10. Galaeva S.S., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Investigation of the process of assessing the condition of wooden structures // Modeling of systems and processes. 2019. Vol. 12. No. 4. pp. 10-16.

11. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Zarevich A.I., Bashun S.S. Investigation of ways to protect information from leakage through acoustic and vibroacoustic channels // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 2. - pp. 27-40.

12. Skrypnikov A.V., Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A. Development, management and quality assessment of interactive training tools in the training of logging specialists // Forestry Engineering Journal. - 2018. - Vol.8. - № 2 (30). - Pp. 270-283.

13. Velichko S.V., Serbulov Yu.S., Lemeshkin A.V. Information technologies of selection and allocation of resources of technological systems // Moscow, 2007.

14. Korobova L.A., Lemeshkin A.V. Continuous education within the framework of "school-VGUIT" // In the collection: Modern technologies of continuous education school-university. Materials of the II All-Russian Scientific and Methodological Conference. 2015. pp. 58-61.

15. Sazonova S.A., Shcherbakova I.V., Smetankina G.I. Modeling of the leak diagnosis process based on a two-alternative hypothesis, taking into account interference from stochastic consumption in the hydraulic system // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 1. - pp. 111-120.

16. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Anikeev E.A. Modeling the distribution of the channel resource of a corporate communications network // Modeling of systems and processes. 2025. Vol. 18. No. 1. pp. 28-44.

17. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Akamsina N.V., Sokolova O.A. Fault modeling and test generation methods for complex digital circuits // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 4. - pp. 84-94.

18. Epifanov E.N., Asminin V.F., Sazonova S.A. System analysis of acoustic properties of speech announcers // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 4. - pp. 42-53.

19. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Experimental studies of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 525-529.

20. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - pp. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - No. 1 (36). pp. 82-96.

22. Sazonova S.A., Goryunov V.A., Rylev S.S., Logachev D.V. Web application for assessing environmental indicators of traffic flow // Modeling of systems and processes. - 2026. - Vol. 19. - No. 1. - pp. 71-87.

23. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Asminin V.F. Improving the material quality of industrial floors to increase impact resistance when exposed to machine-building equipment // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. 2024. No. 3. pp. 495-498.

24. Kolotushkin V.V., Sazonova S.A., Asminin V.F., Kochegarov A.V., Barsukov A.I., Sokolova O.A. Testing fragments of welded structures for fatigue fracture resistance // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 575-578.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_124-131
УДК 699

СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Сазонова С.А.[1], *канд. техн. наук, доцент*
Асминин В.Ф.[2], *д-р техн. наук, профессор*
Епифанов Е.Н.[2], *канд. техн. наук, доцент*
Дружинина Е.В.[2], *старший преподаватель*
[1]Воронежский государственный педагогический университет
[2] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Рассматривается система оповещения и управления эвакуацией для многоэтажного жилого дома. Для исследуемого объекта выполнено проектирование внутреннего противопожарного водопровода и изображена структурная схема внутреннего противопожарного водопровода. Спроектирована противодымная защита.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, многоэтажные здания, система оповещения и управления эвакуацией, противопожарный водопровод, противодымная защита.*

MULTI-STOREY RESIDENTIAL BUILDING EVACUATION WARNING AND MANAGEMENT SYSTEM

Sazonova S.A.[1], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Asminin V.F.[2], *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Epifanov E.N.[2], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Druzhinina E.V.[2], *Senior Lecturer*
[1]Voronezh State Pedagogical University
[2] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. *An evacuation warning and management system for a multi-storey residential building is being considered. An internal fire-fighting water supply was designed for the object under study and a structural diagram of the internal fire-fighting water supply is shown. Smoke protection has been designed.*

Keywords: *fire safety, multi-storey buildings, warning and evacuation management system, fire water supply, smoke protection.*

В соответствии с п.5 табл. 2 СП 3.13130.2009 жилая часть подлежит оснащению СОУЭ 1-го типа.

© Сазонова С. А., Асминин В. Ф., Епифанов Е. Н., Дружинина Е. В., 2026

В соответствии с п.16 табл. 2 СП 3.13130.2009 офисные помещения подлежат оснащению СОУЭ 2-го типа.

СОУЭ обеспечивает: выдачу аварийного сигнала в автоматическом режиме при пожаре; контроль целостности линий связи и контроля технических средств оповещения;

Световое табло «ВЫХОД» устанавливаются над эвакуационными выходами и постоянно находятся во включенном состоянии.

На рис. 1 изображена разработанная структурная схема АПС и СОУЭ.

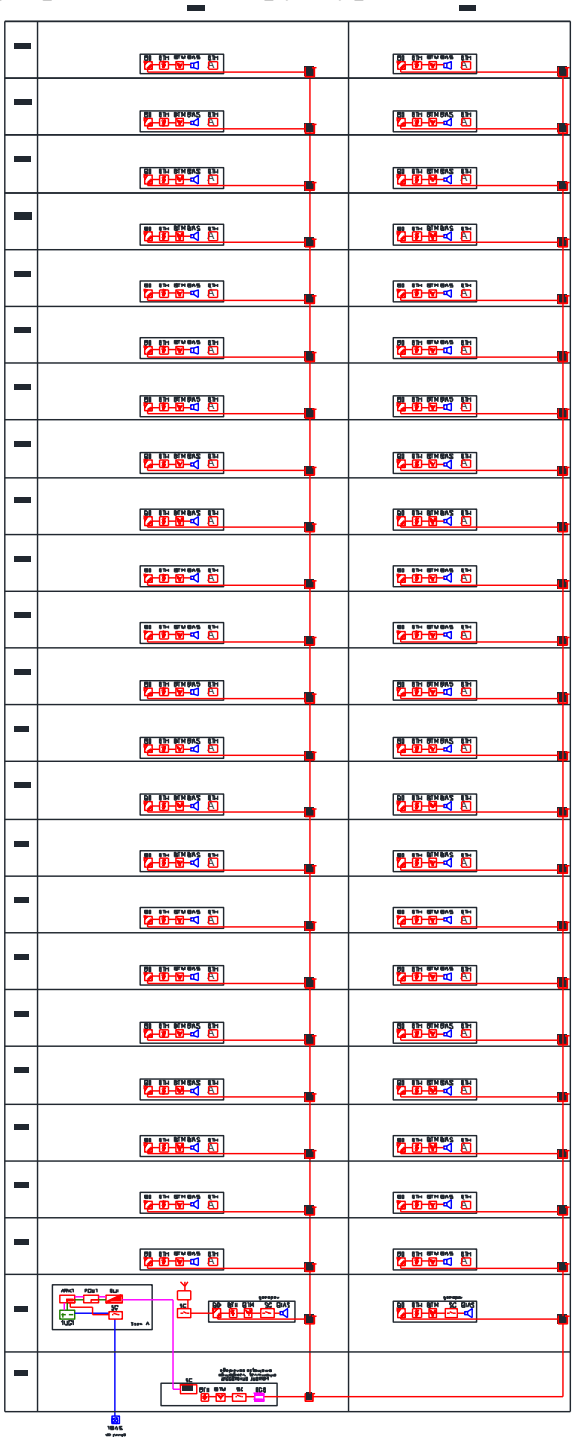


Рис. 1. Структурная схема АПС и СОУЭ

Рассмотрим особенности проектирования внутреннего противопожарного водопровода. На рис. 2 изображена разработанная структурная схема внутреннего противопожарного водопровода.

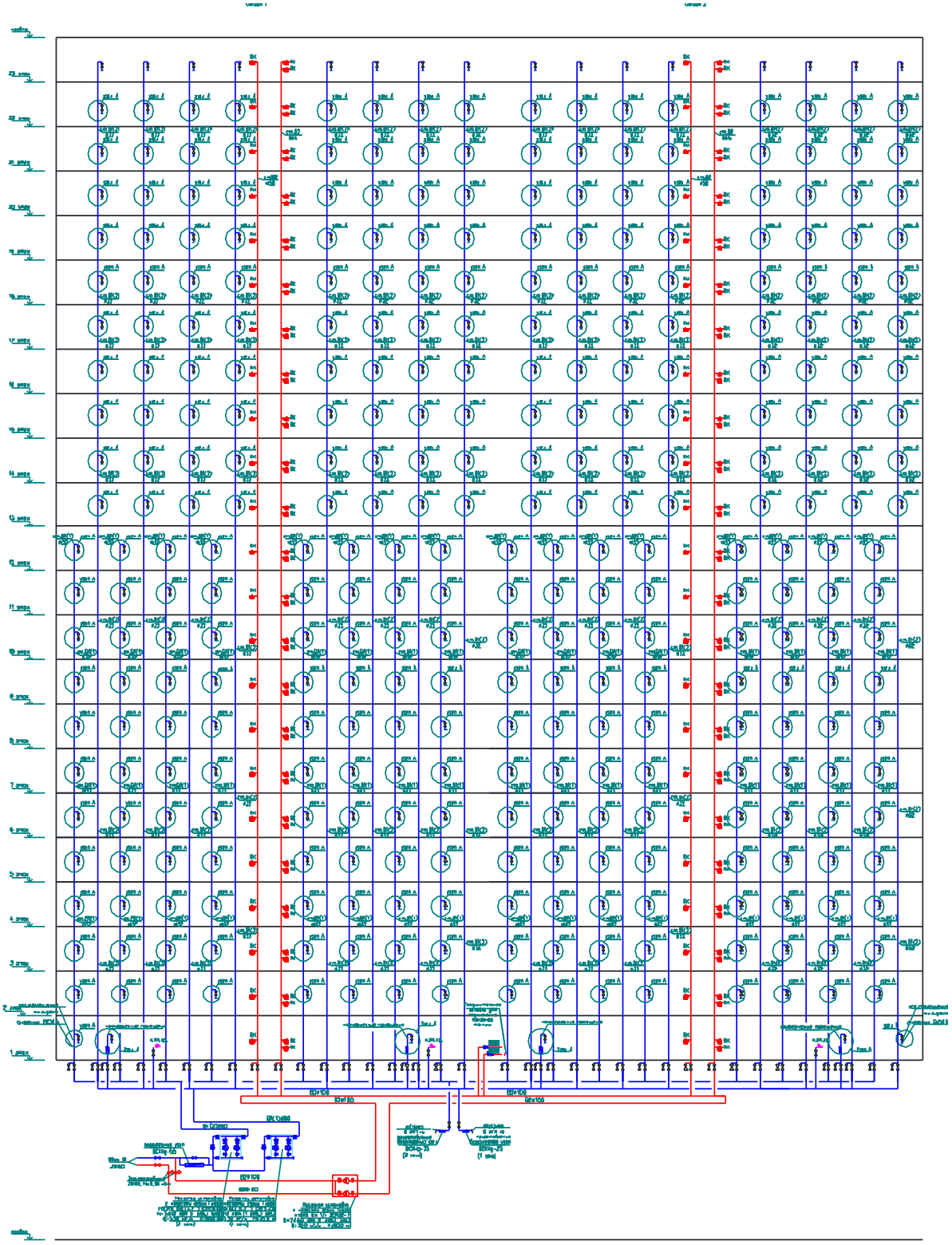


Рис. 2. Структурная схема внутреннего противопожарного водопровода

В соответствии с требованиями п.4.1.1 СП 10.13130.2009 для проектируемого многоквартирного жилого дома предусмотрено оборудование внутреннего противопожарного водопровода с расходом 3 струи по 2,5л/с.

Внутреннее пожаротушение предусматривается из пожарных кранов, системы внутреннего противопожарного водопровода. Необходимые потребные напоры: на внутренний противопожарной водопровод – 75 м.

Для обеспечения потребных напоров и расчетных расходов многоэтажного жилого дома принимается встроенная повысительная насосная станция.

Система пожаротушения принята кольцевая с двумя вводами, раздельная, с выведенными наружу цапками для присоединения рукавов пожарных автомашин с установкой в здании клапана и задвижки, управляемой снаружи.

Цапки выводятся на высоте 0,8-1,2 м от поверхности земли. Цапки располагаются на расстоянии не далее 100 м от пожарных гидрантов.

В качестве первичного устройства пожаротушения на ранней стадии в каждой квартире предусмотрена система внутриквартирного пожаротушения КПК «01-Пульс», размещенного в пожарном шкафу ШПК-Пульс-31ОН, с диаметром рукава 20 мм, длиной рукава 20 м и с распылителем дальностью струи не менее 3-х метров.

В качестве кранов внутреннего противопожарного водопровода приняты вентили РПТК-50 чугунные, диаметром 51 мм, в комплекте с рукавом длинной 20 м, головками ГР-50 и стволом РС-50 (для пожарных струй с расходом воды до 4 л/с).

Выброс дыма в атмосферу осуществляется от вентилятора на высоту до 2 м от защищаемой негорючими материалами кровли. У вентиляторов устанавливаются обратные клапаны.

На рис. 3 изображена разработанная структурная схема противодымной вентиляции.

При выполнении работы использовались материалы научных исследований [1-24].

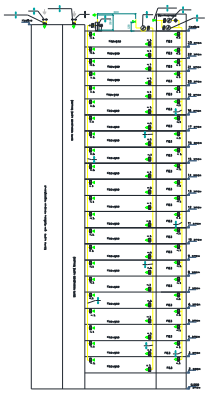


Рис. 3. Структурная схема противодымной вентиляции

Список литературы

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 69-81.

2. Перцев В.Т., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Повышение качества бетона путем применения металлических фибр // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 480-484.

3. Сазонова С.А., Зольников К.В., Асминин В.Ф. Исследование и разработка моделей проектирования микросхем цифровой обработки информации // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 3. - С. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Осмоловский Д.С., Асминин В.Ф. Экспериментальное исследование диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с фрикционным трением для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 5 (323). - С. 59-63.

7. Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н., Антонов А.И., Кузнецов С.Н. Методика акустического проектирования одиночного пожарного речевого оповещателя // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 3 (31). - С. 121-127.

8. Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Звягинцева А.В. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых рам со стержнями заданной жесткости // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 2. - С. 44-54.

9. Акамсина Н.В., Коновалов О.А., Лемешкин А.В. Метод и алгоритм оптимальной декомпозиции сложных систем // Экономика и менеджмент систем управления. - 2016. - № 1 (19). - С. 73-80.

10. Галаева С.С., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Исследование процесса оценки состояния деревянных конструкций // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 10-16.

11. Зольников В.К., Сазонова С.А., Заревич А.И., Башун С.С. Исследование способов защиты информации от утечки по акустическому и виброакустическому каналам // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 2. - С. 27-40.

12. Скрыпников А.В., Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А. Разработка, управление и оценка качества интерактивных обучающих средств при подготовке специалистов лесозаготовки // Лесотехнический журнал. - 2018. - Т.8. - № 2 (30). - С. 270-283.

13. Величко С.В., Сербулов Ю.С., Лемешкин А.В. Информационные технологии выбора и распределения ресурсов технологических систем // Москва, 2007.

14. Коробова Л.А., Лемешкин А.В. Непрерывное образование в рамках "школа-ВГУИТ" // В сборнике: Современные технологии непрерывного обучения школа-вуз. Материалы II Всероссийской научно-методической конференции. - 2015. - С. 58-61.

15. Сазонова С.А., Щербакова И.В., Сметанкина Г.И. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 1. - С. 111-120.

16. Зольников В.К., Сазонова С.А., Аникеев Е.А. Моделирование распределения канального ресурса корпоративной сети связи // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 1. - С. 28-44.

17. Сазонова С.А., Зольников К.В., Акамсина Н.В., Соколова О.А. Моделирование неисправностей и методы генерации тестов сложных цифровых схем // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 4. - С. 84-94.

18. Епифанов Е.Н., Асминин В.Ф., Сазонова С.А. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

19. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Экспериментальные исследования вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 525-529.

20. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 82-96.

22. Сазонова С.А., Горюнов В.А., Рылёв С.С., Логачев Д.В. Веб-приложение для оценки экологических показателей транспортного потока // Моделирование систем и процессов. - 2026. - Т. 19. - № 1. - С. 71-87.

23. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Асминин В.Ф. Улучшение качества материала промышленных полов для повышения ударной стойкости при воздействии машиностроительного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 495-498.

24. Колотушкин В.В., Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Кочегаров А.В., Барсуков А.И., Соколова О.А. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

References

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - № 1 (36). - Pp. 69-81.

2. Pertsev V.T., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Improving the quality of concrete by using metal fibers // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 480-484.

3. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Asminin V.F. Research and development of design models for digital information processing chips // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 3. - pp. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Osmolovsky D.S., Asminin V.F. Experimental study of dissipative properties of vibration damping pads with frictional friction to reduce noise from circular sawing woodworking machines // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest Magazine. - 2011. - № 5 (323). - Pp. 59-63.

7. Asminin V.F., Epifanov E.N., Antonov A.I., Kuznetsov S.N. Methods of acoustic design of a single fire alarm system // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2013. - № 3 (31). - Pp. 121-127.

8. Sazonova S.A., Asminin V.F., Zvyagintseva A.V. Modeling of dangerous internal forces in the calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness. // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 2. - pp. 44-54.

9. Akamsina N.V., Konovalov O.A., Lemeshkin A.V. Method and algorithm of optimal decomposition of complex systems // Economics and management of management systems. - 2016. - № 1 (19). - Pp. 73-80.

10. Galaeva S.S., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Investigation of the process of assessing the condition of wooden structures // Modeling of systems and processes. 2019. Vol. 12. No. 4. pp. 10-16.

11. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Zarevich A.I., Bashun S.S. Investigation of ways to protect information from leakage through acoustic and vibroacoustic channels // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 2. - pp. 27-40.

12. Skrypnikov A.V., Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A. Development, management and quality assessment of interactive training tools in the training of logging specialists // Forestry Engineering Journal. - 2018. - Vol.8. - № 2 (30). - Pp. 270-283.

13. Velichko S.V., Serbulov Yu.S., Lemeshkin A.V. Information technologies of selection and allocation of resources of technological systems // Moscow, 2007.

14. Korobova L.A., Lemeshkin A.V. Continuous education within the framework of "school-VGUIT" // In the collection: Modern technologies of continuous education school-university. Materials of the II All-Russian Scientific and Methodological Conference. 2015. pp. 58-61.

15. Sazonova S.A., Shcherbakova I.V., Smetankina G.I. Modeling of the leak diagnosis process based on a two-alternative hypothesis, taking into account interference from stochastic consumption in the hydraulic system // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 1. - pp. 111-120.

16. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Anikeev E.A. Modeling the distribution of the channel resource of a corporate communications network // Modeling of systems and processes. 2025. Vol. 18. No. 1. pp. 28-44.

17. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Akamsina N.V., Sokolova O.A. Fault modeling and test generation methods for complex digital circuits // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 4. - pp. 84-94.

18. Epifanov E.N., Asminin V.F., Sazonova S.A. System analysis of acoustic properties of speech announcers // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 4. - pp. 42-53.

19. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Experimental studies of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 525-529.

20. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - pp. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - No. 1 (36). pp. 82-96.

22. Sazonova S.A., Goryunov V.A., Rylev S.S., Logachev D.V. Web application for assessing environmental indicators of traffic flow // Modeling of systems and processes. - 2026. - Vol. 19. - No. 1. - pp. 71-87.

23. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Asminin V.F. Improving the material quality of industrial floors to increase impact resistance when exposed to machine-building equipment // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. 2024. No. 3. pp. 495-498.

24. Kolotushkin V.V., Sazonova S.A., Asminin V.F., Kochegarov A.V., Barsukov A.I., Sokolova O.A. Testing fragments of welded structures for fatigue fracture resistance // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 575-578.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_132-140
УДК 699

ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ

Сазонова С.А.[1], *канд. техн. наук, доцент*
Асминин В.Ф.[2], *д-р техн. наук, профессор*
Веневитин А.А.[2], *канд. техн. наук, доцент*
Гонца А.С.[2], *преподаватель*
[1]Воронежский государственный педагогический университет
[2] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Выполнено описание и обоснование необходимости размещения оборудования противопожарной защиты в многоэтажном жилом доме. Рассматривается: автоматическая пожарная сигнализация; система оповещения и управления эвакуацией людей; внутренний противопожарный водопровод; управление противодымной вентиляцией; вентиляция; отопление; электроснабжение.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, многоэтажные здания, противопожарная защита, управление, нормативные документы.*

DESCRIPTION AND JUSTIFICATION OF THE NEED TO PLACE FIRE PROTECTION EQUIPMENT IN A MULTI-STOREY BUILDING

Sazonova S.A.[1], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Asminin V.F.[2], *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Venevitin A.A.[2], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Gontsa A.S.[2], *teacher*
[1]Voronezh State Pedagogical University
[2] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. *The description and justification of the need to place fire protection equipment in a multi-storey residential building has been completed. The following are considered: automatic fire alarm system; warning and evacuation management system; internal fire water supply; smoke ventilation control; ventilation; heating; power supply.*

Keywords: *fire safety, multi-storey buildings, fire protection, management, regulatory documents.*

© Сазонова С. А., Асминин В. Ф., Веневитин А. А., Гонца А. С., 2026

Выполним описание и обоснование необходимости размещения оборудования противопожарной защиты в многоэтажном жилом доме.

Автоматическая пожарная сигнализация. В проекте предусмотрена передача сигнала "Пожар" и "Неисправность" в диспетчерскую ближайшей пожарной части при помощи оборудования ПАК "Стрелец-Мониторинг" (с выходов блока С2000-СП2 на входы 1 и 2 оборудования ПАК "Стрелец-Мониторинг").

Система оповещения и управления эвакуацией людей. Звуковые оповещатели С2000-ОПЗ подсоединяются в двухпроводную линию связи контроллера С2000-КДЛ. Управляющий сигнал пульта С2000М передается на котроллер С2000-КДЛ, который запускает оповещатели С2000-ОПЗ.

Внутренний противопожарный водопровод. В соответствии с п.4.2.7 СП10.13130.2009 в жилом доме свыше 50м насосная установка ВПВ с ручным, автоматическим и дистанционным управлением.

У пожарных кранов предусматриваются кнопки для включения насосов пожаротушения.

Управление противодымной вентиляцией. В качестве дымоприемных устройств систем дымоудаления устанавливаются противопожарные дымовые клапаны типа КЭД-03-НЗ, нормально-закрытого типа с реверсивным электроприводом «Белимо».

Время открывания дымового клапана не превышает 40 сек. А в течении 60 секунд с обнаружения системой АПС начинает работать система противодымной вентиляции.

Рассмотрим вентиляцию жилого дома. Самостоятельные системы вентиляции предусмотрены для следующих групп помещений:

- жилые помещения;
- технические помещения подвала;
- встроенные помещения.

Приток воздуха в жилые комнаты и кухни осуществляется посредством приточных вентиляционных устройств (оконных клапанов), обеспечивающие нормативный воздухообмен и не позволяющие уличному шуму проникать в квартиры.

Приточные оконные клапаны должны иметь сопротивление теплопередачи как оконный блок. Удаление загрязненного воздуха предусмотрено из верхней зоны через регулируемые решетки, располагаемые на расстоянии не ниже 2 м от пола до низа отверстий.

Для удаления воздуха применяются сборные вертикальные каналы из оцинкованной стали с подключением к ним каналов-спутников высотой не менее 2 м, в которых устанавливаются вытяжные регулируемые решетки. В целях повышения надежности работы систем вентиляции двух последних этажей из кухни и санузлов проектируются самостоятельные вытяжные каналы с установкой в них индивидуальных бытовых вентиляторов с обратным клапаном с выбросом воздуха через кровлю.

Системы вентиляции обеспечивают возможность индивидуального ручного регулирования величины воздухообмена квартир.

Из технических помещений подвала предусмотрена вытяжная вентиляция с естественным побуждением.

Для вентиляции подвала предусмотрен приток через продухи, вытяжка через самостоятельные вертикальные вентканалы из расчета 0,5 кратного воздухообмена, выведенные выше кровли на 1,5 м.

Вентиляция мусоросборной камеры осуществляется через ствол мусоропровода с дефлектором на кровле. Вентиляция помещения мусоропровода – через самостоятельный канал.

Вентиляция встроенных помещений

Системы вентиляции офисных помещений самостоятельные.

Воздухообмены для помещений приняты 40 м³/ч на одного человека с естественным проветриванием.

Воздухообмен для санузлов – 50 м³/ч на один унитаз.

Приток предусмотрен неорганизованный через открывающиеся окна и двери, вытяжка из с/узлов присоединена к жилому дому, из помещений не имеющих вредных выбросов, согласно п. 4.8 СанПиН 2.1.2.2645-10.

Вытяжная вентиляция офисных помещений принята с механическим побуждением. Канальные вентиляторы размещены за подвесным потолком.

С целью обеспечения нормируемого предела огнестойкости воздуховоды покрываются комплексной системой огнезащиты «МБФ» в составе: материал базальтовый огнезащитный рулонный фольгированный МБФ-5 по ТУ 5769-001-70983814-2006; мастика жаростойкая по ТУ 5775-001-62388670-2010 имеет предел огнестойкости EI 30.

Отопление. Источник теплоснабжения – отдельно стоящая котельная.

Расчетный температурный график тепловой сети на отопление: 130-70 □С.

Присоединение систем осуществляется по следующим схемам: отопление- по независимой схеме через пластинчатые теплообменник; горячее водоснабжение – по двухступенчатой схеме через пластинчатые теплообменники.

Теплоснабжение здания предусмотрено по закрытой схеме с независимым присоединением системы отопления через разборные пластинчатые теплообменники ЭТ-019с-10-21 и ЭТ-019с-10-19 с рабочим давлением – 1,0 МПа

В состав модуля отопления блочного исполнения входит: два циркуляционных насоса Magna3 40-150F фирмы «Grundfos» для 1 зоны и Magna3 40-120F для 2 зоны, подпиточный насос CR 1-7 – фирмы «Grundfos», автоматика регулирования фирмы «Segnetics», регулирующий клапан VFM2 с электроприводом ARV 152 фирмы «Danfoss», датчики температуры погружные – ESMU, и наружного воздуха – ESM-10, запорная арматура фирмы «Broen», а также расширительный бак «Flexcon» и предохранительный клапан «Genebre».

Электроснабжение. Основные потребители жилого дома относятся ко 2-ой категории по надежности электроснабжения за исключением группы

потребителей 1-ой категории, к которым относятся противопожарные устройства и приборы системы автоматической пожарной (АПС) и охранной сигнализации (ОС), лифты, ИТП, ВНС, эвакуационное и аварийное освещение (освещение безопасности), огни светоограждения, освещение входов в здания, номера домов, указатели пожарных гидрантов, пожарные насосы, слаботочные системы и диспетчеризация здания.

Электроснабжение 0,4 кВ предусмотрено от проектируемой блочной комплектной двухтрансформаторной подстанции 2БКТП-2х1000кВА-10/0,4 кВ рассчитанной для электроснабжения позиции 12 и позиции 13.

Распределительные сети запроектированы по радиально-магистральной схеме и по радиальным схемам. Электроприемниками являются двухвводные вводно-распределительные устройства жилого дома.

Для электроснабжения магазина и офисов предусмотрены самостоятельные двухвводные вводно-распределительные устройства располагаемые в отдельной электрощитовой для встроенных нежилых помещений каждой секции.

На каждом этаже в местах общего пользования устанавливаются устройства этажные распределительные модульные типа УЭРМ производства завода СОЭМИ г. Старый Оскол, укомплектованные приборами учета электроэнергии на отходящих линиях к квартирам, автоматическими выключателями и устройствами защитного отключения с током утечки 100 мА. В конструктивном отношении устройство УЭРМ представляет собой два вертикальных металлических короба и набор модульных ящиков, для размещения электро- и слаботочного оборудования. Степень защиты оболочки по ГОСТ 14254-2015 со стороны лицевой части щитов IP31.

В квартирах устанавливаются квартирные щитки ЩК8801С-0104 навесного исполнения с выключателем нагрузки на вводе и автоматическими выключателями на отходящих линиях и дифавтоматами с током утечки 30 мА на розеточных группах. Степень защиты оболочки по ГОСТ 14254-2015 со стороны лицевой части щитов IP31.

Все принятые в проекте кабели с алюминиевыми и медными жилами и защищены от перегрузок и токов КЗ. Электрические сети выполняются:

- кабелем АВВГнг(А)-LS с медной жилой и изоляцией, не поддерживающей горение с низким газо- и дымовыделением (стояки питания квартир до 9-го этажа);

- кабелем ВВГнг(А)-LS с медной жилой и изоляцией, не поддерживающей горение с низким газо- и дымовыделением (стояки питания квартир выше 9-го этажа и ответвления от стояков к квартирам, на групповых линиях к силовым потребителям общедомовых нужд);

- кабелем ВВГнг(А)-FRLS с медными жилами и огнестойкой изоляцией, не распространяющей горение при групповой прокладке, с пониженным газо- и дымовыделением для противопожарных систем и аварийного эвакуационного освещения.

Способ прокладки: магистрали в подвале на лотках, вертикальные участки в коробах электротехнических транзитынх КЭТ устройства этажного распределительного УЭРМ, линии питания квартир и групповые сети общедомовой сети скрыто в замоноличенных пвх трубках в подготовке пола, во встроенных помещениях в ПВХ трубах, проложенных в подвесном потолке данного этажа. Внутриквартирная разводка проектом не предусматривается.

При выполнении работы использовались материалы научных исследований [1-24].

Список литературы

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 69-81.

2. Перцев В.Т., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Повышение качества бетона путем применения металлических фибр // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 480-484.

3. Сазонова С.А., Зольников К.В., Асминин В.Ф. Исследование и разработка моделей проектирования микросхем цифровой обработки информации // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 3. - С. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Осмоловский Д.С., Асминин В.Ф. Экспериментальное исследование диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с фрикционным трением для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 5 (323). - С. 59-63.

7. Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н., Антонов А.И., Кузнецов С.Н. Методика акустического проектирования одиночного пожарного речевого оповещателя // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 3 (31). - С. 121-127.

8. Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Звягинцева А.В. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых рам со стержнями заданной жесткости // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 2. - С. 44-54.

9. Акамсина Н.В., Коновалов О.А., Лемешкин А.В. Метод и алгоритм оптимальной декомпозиции сложных систем // Экономика и менеджмент систем управления. - 2016. - № 1 (19). - С. 73-80.

10. Галаева С.С., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Исследование процесса оценки состояния деревянных конструкций // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 10-16.

11. Зольников В.К., Сазонова С.А., Заревич А.И., Башун С.С. Исследование способов защиты информации от утечки по акустическому и виброакустическому каналам // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 2. - С. 27-40.

12. Скрыпников А.В., Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А. Разработка, управление и оценка качества интерактивных обучающих средств при подготовке специалистов лесозаготовки // Лесотехнический журнал. - 2018. - Т.8. - № 2 (30). - С. 270-283.

13. Величко С.В., Сербулов Ю.С., Лемешкин А.В. Информационные технологии выбора и распределения ресурсов технологических систем // Москва, 2007.

14. Коробова Л.А., Лемешкин А.В. Непрерывное образование в рамках "школа-ВГУИТ" // В сборнике: Современные технологии непрерывного обучения школа-вуз. Материалы II Всероссийской научно-методической конференции. - 2015. - С. 58-61.

15. Сазонова С.А., Щербакова И.В., Сметанкина Г.И. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 1. - С. 111-120.

16. Зольников В.К., Сазонова С.А., Аникеев Е.А. Моделирование распределения канального ресурса корпоративной сети связи // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 1. - С. 28-44.

17. Сазонова С.А., Зольников К.В., Акамсина Н.В., Соколова О.А. Моделирование неисправностей и методы генерации тестов сложных цифровых схем // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 4. - С. 84-94.

18. Епифанов Е.Н., Асминин В.Ф., Сазонова С.А. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

19. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Экспериментальные исследования вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 525-529.

20. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 82-96.

22. Сазонова С.А., Горюнов В.А., Рылёв С.С., Логачев Д.В. Веб-приложение для оценки экологических показателей транспортного потока // Моделирование систем и процессов. - 2026. - Т. 19. - № 1. - С. 71-87.

23. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Асминин В.Ф. Улучшение качества материала промышленных полов для повышения ударной стойкости при воздействии машиностроительного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 495-498.

24. Колотушкин В.В., Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Кочегаров А.В., Барсуков А.И., Соколова О.А. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

References

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - № 1 (36). - Pp. 69-81.

2. Pertsev V.T., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Improving the quality of concrete by using metal fibers // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 480-484.

3. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Asminin V.F. Research and development of design models for digital information processing chips // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 3. - pp. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Osmolovsky D.S., Asminin V.F. Experimental study of dissipative properties of vibration damping pads with frictional friction to reduce noise from circular sawing woodworking machines // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest Magazine. - 2011. - № 5 (323). - Pp. 59-63.

7. Asminin V.F., Epifanov E.N., Antonov A.I., Kuznetsov S.N. Methods of acoustic design of a single fire alarm system // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2013. - № 3 (31). - Pp. 121-127.

8. Sazonova S.A., Asminin V.F., Zvyagintseva A.V. Modeling of dangerous internal forces in the calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness. // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 2. - pp. 44-54.

9. Akamsina N.V., Konovalov O.A., Lemeshkin A.V. Method and algorithm of optimal decomposition of complex systems // Economics and management of management systems. - 2016. - № 1 (19). - Pp. 73-80.

10. Galaeva S.S., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Investigation of the process of assessing the condition of wooden structures // Modeling of systems and processes. 2019. Vol. 12. No. 4. pp. 10-16.

11. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Zarevich A.I., Bashun S.S. Investigation of ways to protect information from leakage through acoustic and vibroacoustic channels // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 2. - pp. 27-40.

12. Skrypnikov A.V., Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A. Development, management and quality assessment of interactive training tools in the training of logging specialists // Forestry Engineering Journal. - 2018. - Vol.8. - № 2 (30). - Pp. 270-283.

13. Velichko S.V., Serbulov Yu.S., Lemeshkin A.V. Information technologies of selection and allocation of resources of technological systems // Moscow, 2007.

14. Korobova L.A., Lemeshkin A.V. Continuous education within the framework of "school-VGUIT" // In the collection: Modern technologies of continuous education school-university. Materials of the II All-Russian Scientific and Methodological Conference. 2015. pp. 58-61.

15. Sazonova S.A., Shcherbakova I.V., Smetankina G.I. Modeling of the leak diagnosis process based on a two-alternative hypothesis, taking into account interference from stochastic consumption in the hydraulic system // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 1. - pp. 111-120.

16. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Anikeev E.A. Modeling the distribution of the channel resource of a corporate communications network // Modeling of systems and processes. 2025. Vol. 18. No. 1. pp. 28-44.

17. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Akamsina N.V., Sokolova O.A. Fault modeling and test generation methods for complex digital circuits // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 4. - pp. 84-94.

18. Epifanov E.N., Asminin V.F., Sazonova S.A. System analysis of acoustic properties of speech announcers // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 4. - pp. 42-53.

19. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Experimental studies of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 525-529.

20. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - pp. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure

based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - No. 1 (36). pp. 82-96.

22. Sazonova S.A., Goryunov V.A., Rylev S.S., Logachev D.V. Web application for assessing environmental indicators of traffic flow // Modeling of systems and processes. - 2026. - Vol. 19. - No. 1. - pp. 71-87.

23. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Asminin V.F. Improving the material quality of industrial floors to increase impact resistance when exposed to machine-building equipment // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. 2024. No. 3. pp. 495-498.

24. Kolotushkin V.V., Sazonova S.A., Asminin V.F., Kochegarov A.V., Barsukov A.I., Sokolova O.A. Testing fragments of welded structures for fatigue fracture resistance // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 575-578.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_141-147
УДК 699

РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА

Сазонова С.А.[1], *канд. техн. наук, доцент*
Асминин В.Ф.[2], *д-р техн. наук, профессор*
Казбанова И.М.[2], *канд. биолог. наук, доцент*
[1]Воронежский государственный педагогический университет
[2] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Выполнена разработка организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объекта. Рассмотрены первичные средства пожаротушения на территории строительной площадки. Рассмотрены мероприятия по заземлению (занулению) и молниезащите.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, многоэтажные здания, организационно-технические мероприятия, мероприятия по заземлению, молниезащита.*

DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL MEASURES TO ENSURE THE FIRE SAFETY OF THE FACILITY

Sazonova S.A.[1], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Asminin V.F.[2], *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Kazbanova I.M.[2], *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor*
[1]Voronezh State Pedagogical University
[2] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. *Organizational and technical measures have been developed to ensure the fire safety of the facility. The primary means of fire extinguishing on the territory of the construction site are considered. Measures for grounding and lightning protection are considered.*

Keywords: *fire safety, multi-storey buildings, organizational and technical measures, grounding measures, lightning protection.*

Мероприятия по безопасной эксплуатации приборов и систем ППЗ входят составной частью в разделе "Безопасная эксплуатация зданий сооружений" и Инструкцию по эксплуатации здания. Для разработки инструкций по ТО и Р предусматривается использование мероприятий, заложенных заводом-изготовителем в техническую документацию на приборы и системы. Для здания

© Сазонова С. А., Асминин В. Ф., Казбанова И. М., 2026

предусматривается пожарный пост, совмещённый с помещением консьержки, в нём установлены приборы контроля на определение неисправностей в системе эвакуационного освещения, АПС, СОУЭ, состояния дымовых клапанов и нормально-закрытых клапанов и дистанционное включение систем ПДВ, СОУЭ, АУПТ.

Тушение пожаров администрацией и персоналом, не имеющими специальной подготовки и специальных средств защиты, может производиться исключительно в начальной стадии обнаружения. Для тушения применяются первичные средства пожаротушения — огнетушители.

Основной задачей должностных лиц, работников организации и посетителей является:

при отсутствии воздействия ОФП своевременная эвакуация из здания наружу;

при угрозе воздействии ОФП, предотвращение условий, позволяющих проникнуть ОФП в помещения и на пути эвакуации.

Для тушения пожара на территории объекта в период строительства необходимо предусмотреть следующие первичные средства пожаротушения, размещаемые на пожарных щитах, (таблица 1).

Таблица 1

Первичные средства пожаротушения на территории строительной площадки

Наименование первичных средств пожаротушения, немеханизированного инструмента и инвентаря	Комплектациия щита, (шт)
Огнетушители:	
- ручной пенные (водные) огнетушители (10 л);	2
- ручные порошковые огнетушители ОП-10 (ОП-5);	1 (2)
- ручные углекислотные огнетушители ОУ-5;	1
Инвентарь:	
- лом;	1
- багор;	1
- ведро;	2
- асбестовое полотно (кошма);	1
- лопата штыковая;	1
- лопата совковая;	1
- емкость для хранения воды (0,2 м³).	1

Мероприятия по заземлению (занулению) и молниезащите.

По периметру здания прокладывается заземлитель из стальной полосы 40х5 мм на глубине 0,5 м. от уровня земли и на расстоянии не менее 1 м. от фундамента жилого дома. От заземлителя выполняется ответвление стальной полосой 40х5 мм:

в электрощитовые для присоединения к ГЗШ;

в местах ввода металлических труб инженерных коммуникаций для присоединения их к заземлителю;

в приямки для шахт лифтов для заземления направляющих кабины и противовеса;

в местах опускав от молниеприемной сетки на высоту 0,5 м от уровня земли, для присоединения опускав к заземлителю.

В соответствии с СО 153-34.21.122-2003 здание жилого дома относится к обычным объектам с III уровнем защиты от ПУМ.

Молниезащита здания выполняется путем укладки на кровле молниеприемной сетки из круглой стальной оцинкованной проволоки диаметром 8 мм. Сечение ячейки не более 10х10 м. Дополнительно для защиты вентиляции установленных на кровле используется стальной стержень высотой 3м, присоединяемый к молниеприемной сетке. Также к сетке необходимо присоединить стойки телеантенн, а также все металлические части. Молниеприемная сетка присоединяется токоотводами (проволока оцинкованная диаметром 10 мм) к заземлителю. Опуски выполнены по периметру здания в вертикальных межпанельных швах по всей высоте дома, через каждые 15 м. Опуски соединяются горизонтальными поясами из оцинкованной стали 25х4 мм между 6 и 7, 12 и 13 этажами, 18 и 19 этажами. Опуски следует располагать не ближе чем в 3 м от входов или в местах, не доступных для прикосновения людей. Соединение элементов молниезащиты выполняется сваркой или с помощью болтов. В местах присоединения токоотводов к заземлителю приваривается по одному вертикальному электроду длиной не менее 3м. их стали 75х75х6 мм. Наибольшее значение сопротивления заземления в любое время года R=10 Ом.

В работе для проектируемого многоэтажного дома выполнена разработка мероприятия по обеспечению пожарной безопасности 23 этажного жилого дома.

Для объекта защиты разработана проектная документация. Основанием для разработки проекта являлись:

- задание на разработку проектной документации;
- чертеж градостроительного плана земельного участка;
- разрешительная документация и технические условия соответствующих служб.

Выполнено описание применяемых строительных материалов с учетом степени их огнестойкости.

Разработаны схемы эвакуации при пожаре для объекта защиты на первом этаже, на типовом этаже, в подвале.

Разработаны структурная схема АПС и СОУЭ, структурная схема внутреннего противопожарного водопровода, структурная схема противодымной вентиляции.

При выполнении работы использовались материалы научных исследований [1-24].

Список литературы

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 69-81.

2. Перцев В.Т., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Повышение качества бетона путем применения металлических фибр // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 480-484.

3. Сазонова С.А., Зольников К.В., Асминин В.Ф. Исследование и разработка моделей проектирования микросхем цифровой обработки информации // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 3. - С. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Осмоловский Д.С., Асминин В.Ф. Экспериментальное исследование диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с фрикционным трением для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 5 (323). - С. 59-63.

7. Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н., Антонов А.И., Кузнецов С.Н. Методика акустического проектирования одиночного пожарного речевого оповещателя // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 3 (31). - С. 121-127.

8. Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Звягинцева А.В. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых рам со стержнями заданной жесткости // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 2. - С. 44-54.

9. Акамсина Н.В., Коновалов О.А., Лемешкин А.В. Метод и алгоритм оптимальной декомпозиции сложных систем // Экономика и менеджмент систем управления. - 2016. - № 1 (19). - С. 73-80.

10. Галаева С.С., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Исследование процесса оценки состояния деревянных конструкций // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 10-16.

11. Зольников В.К., Сазонова С.А., Заревич А.И., Башун С.С. Исследование способов защиты информации от утечки по акустическому и виброакустическому каналам // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 2. - С. 27-40.

12. Скрыпников А.В., Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А. Разработка, управление и оценка качества интерактивных обучающих средств при

подготовке специалистов лесозаготовки // Лесотехнический журнал. - 2018. - Т.8. - № 2 (30). - С. 270-283.

13. Величко С.В., Сербулов Ю.С., Лемешкин А.В. Информационные технологии выбора и распределения ресурсов технологических систем // Москва, 2007.

14. Коробова Л.А., Лемешкин А.В. Непрерывное образование в рамках "школа-ВГУИТ" // В сборнике: Современные технологии непрерывного обучения школа-вуз. Материалы II Всероссийской научно-методической конференции. - 2015. - С. 58-61.

15. Сазонова С.А., Щербакова И.В., Сметанкина Г.И. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 1. - С. 111-120.

16. Зольников В.К., Сазонова С.А., Аникеев Е.А. Моделирование распределения канального ресурса корпоративной сети связи // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 1. - С. 28-44.

17. Сазонова С.А., Зольников К.В., Акамсина Н.В., Соколова О.А. Моделирование неисправностей и методы генерации тестов сложных цифровых схем // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 4. - С. 84-94.

18. Епифанов Е.Н., Асминин В.Ф., Сазонова С.А. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

19. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Экспериментальные исследования вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 525-529.

20. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 82-96.

22. Сазонова С.А., Горюнов В.А., Рылёв С.С., Логачев Д.В. Веб-приложение для оценки экологических показателей транспортного потока // Моделирование систем и процессов. - 2026. - Т. 19. - № 1. - С. 71-87.

23. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Асминин В.Ф. Улучшение качества материала промышленных полов для повышения ударной стойкости при воздействии машиностроительного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 495-498.

24. Колотушкин В.В., Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Кочегаров А.В., Барсуков А.И., Соколова О.А. Испытания фрагментов сварных конструкций на

сопротивление усталостному разрушению // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

References

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - № 1 (36). - Pp. 69-81.

2. Pertsev V.T., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Improving the quality of concrete by using metal fibers // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 480-484.

3. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Asminin V.F. Research and development of design models for digital information processing chips // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 3. - pp. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Osmolovsky D.S., Asminin V.F. Experimental study of dissipative properties of vibration damping pads with frictional friction to reduce noise from circular sawing woodworking machines // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest Magazine. - 2011. - № 5 (323). - Pp. 59-63.

7. Asminin V.F., Epifanov E.N., Antonov A.I., Kuznetsov S.N. Methods of acoustic design of a single fire alarm system // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2013. - № 3 (31). - Pp. 121-127.

8. Sazonova S.A., Asminin V.F., Zvyagintseva A.V. Modeling of dangerous internal forces in the calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness. // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 2. - pp. 44-54.

9. Akamsina N.V., Konovalov O.A., Lemeshkin A.V. Method and algorithm of optimal decomposition of complex systems // Economics and management of management systems. - 2016. - № 1 (19). - Pp. 73-80.

10. Galaeva S.S., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Investigation of the process of assessing the condition of wooden structures // Modeling of systems and processes. 2019. Vol. 12. No. 4. pp. 10-16.

11. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Zarevich A.I., Bashun S.S. Investigation of ways to protect information from leakage through acoustic and vibroacoustic channels // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 2. - pp. 27-40.

12. Skrypnikov A.V., Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A. Development, management and quality assessment of interactive training tools in the training of

logging specialists // Forestry Engineering Journal. - 2018. - Vol.8. - № 2 (30). - Pp. 270-283.

13. Velichko S.V., Serbulov Yu.S., Lemeshkin A.V. Information technologies of selection and allocation of resources of technological systems // Moscow, 2007.

14. Korobova L.A., Lemeshkin A.V. Continuous education within the framework of "school-VGUIT" // In the collection: Modern technologies of continuous education school-university. Materials of the II All-Russian Scientific and Methodological Conference. 2015. pp. 58-61.

15. Sazonova S.A., Shcherbakova I.V., Smetankina G.I. Modeling of the leak diagnosis process based on a two-alternative hypothesis, taking into account interference from stochastic consumption in the hydraulic system // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 1. - pp. 111-120.

16. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Anikeev E.A. Modeling the distribution of the channel resource of a corporate communications network // Modeling of systems and processes. 2025. Vol. 18. No. 1. pp. 28-44.

17. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Akamsina N.V., Sokolova O.A. Fault modeling and test generation methods for complex digital circuits // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 4. - pp. 84-94.

18. Epifanov E.N., Asminin V.F., Sazonova S.A. System analysis of acoustic properties of speech announcers // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 4. - pp. 42-53.

19. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Experimental studies of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 525-529.

20. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - pp. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - No. 1 (36). pp. 82-96.

22. Sazonova S.A., Goryunov V.A., Rylev S.S., Logachev D.V. Web application for assessing environmental indicators of traffic flow // Modeling of systems and processes. - 2026. - Vol. 19. - No. 1. - pp. 71-87.

23. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Asminin V.F. Improving the material quality of industrial floors to increase impact resistance when exposed to machine-building equipment // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. 2024. No. 3. pp. 495-498.

24. Kolotushkin V.V., Sazonova S.A., Asminin V.F., Kochegarov A.V., Barsukov A.I., Sokolova O.A. Testing fragments of welded structures for fatigue fracture resistance // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 575-578.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_148-154
УДК 331.45

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ С

Головина Е.И., *канд. техн. наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация. Статья посвящена всестороннему анализу экологических рисков, связанных с деятельностью горнодобывающего предприятия с целью оценки основных источников загрязнения окружающей среды техногенными элементами. В ходе анализа выявлены ключевые экологические риски, связанные преимущественно с загрязнением тяжёлыми металлами атмосферы, водных ресурсов и деградацией земель. Хвостохранилища являются основным источником долгосрочного негативного воздействия на окружающую среду. Результаты исследования демонстрируют необходимость внедрения экологосберегающих технологий для снижения негативного воздействия горнодобывающей деятельности предприятия.

Ключевые слова: экологический риск, анализ риска, экологически опасные зоны, техногенные элементы, хвостохранилища, загрязнение атмосферы, оценка загрязнения поверхностных и подземных вод, загрязнение поверхностных грунтов и почв, экологосберегающие технологии.

“ERDENET MINING CORPORATION” MONGOLIA

Golovina E.I., *Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Department of Technosphere and Fire Safety*
Voronezh State Technical University

The article is devoted to a comprehensive analysis of the environmental risks associated with the activities of a mining enterprise to assess the main sources of environmental pollution by man-made elements. The analysis identified key environmental risks associated primarily with heavy metal pollution of the atmosphere, water resources, and land degradation. Tailings dumps are the main source of long-term negative impact on the environment. The results of the study demonstrate the need to introduce environmentally friendly technologies to reduce the negative impact of the mining activities of the enterprise.

© Симонов Б. А., Головина Е. И., 2026

ecological risk, risk analysis, environmentally hazardous areas, man-made elements, tailings ponds, atmospheric pollution, assessment of pollution of surface and groundwater, pollution of surface soils and soils, environmentally friendly technologies.

В условиях глобального климатического кризиса горнодобывающая отрасль сталкивается с беспрецедентными вызовами экологической безопасности. Международные стандарты устойчивого развития, закреплённые в Agenda 2030 ООН, требуют пересмотра традиционных моделей ресурсодобычи. Предприятия горнодобывающей отрасли играют системообразующую роль в экономике, но одновременно представляют значительные экологические риски. Современные требования к устойчивому развитию диктуют необходимость баланса между промышленными нуждами и сохранением природного капитала, что особенно актуально для стран с экономикой ресурсно-ориентированной.

С основной целью хранения пустых и экономически невыгодных пород, использованных реагентов, после проведения технологических процессов обогащения и переработки руд , использования и резервирования оборотных вод организован участок хвостохранилища обогатительной фабрики.

Согласно исследованию специалистов [2] в хвостохранилище происходит скопление достаточно большого объема твердых отходов в виде мелких частиц. Когда мякоть высыхает, на поверхности образуется рыхлый порошкообразный слой серовато-белого цвета, который называется белая пыль. Этот слой содержит высокие концентрации искусственных элементов: местами содержание меди превышает 6000 мг/кг (60 г/кг), молибден присутствует в количествах до 450 мг/кг, мышьяк — до 1000 мг/кг. Образующаяся белая пыль легко разносится ветром, что приводит к ее активному переносу на большие расстояния от свалок и значительному загрязнению воздуха.

В результате анализа экологических рисков добычи и переработки меди и молибдена на месторождении выявлены потенциально экологически опасные зоны: производственная зона, зона хвостохранилища, селитебная зона, зона природных ландшафтов.

Рассчитаем риск распространения техногенных элементов, используя данные табл. 1 и формулу 1 [3].

$$= \quad (1)$$
$$\mathcal{S}$$

Таблица 1

Зоны экологического риска в регионе месторождения

Зона экологического риска	Площадь S, км^2	Риск, R
Производственная зона	4	
Зона хвостохранилища		
Селитебная зона		
Зона природных ландшафтов		

Таким образом, наиболее подвержена риску загрязнения техногенными элементами при добыче и переработке меди и молибдена зона хвостохранилища (Рис. 1).

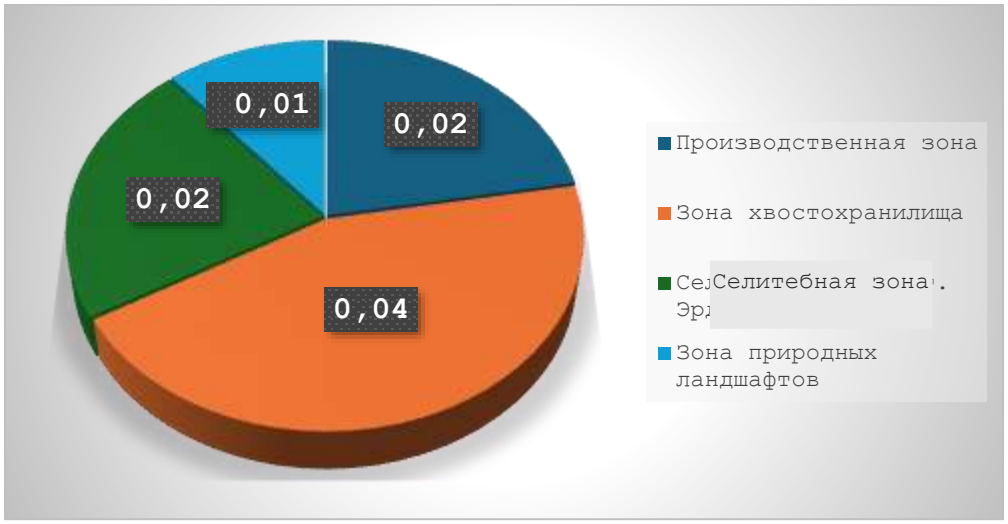


Рис.1. Риск распространения техногенных элементов в регионе месторождения

Проведенное исследование позволило выявить основные экологические риски в районе размещения горно-обогатительного комбината: риск загрязнения атмосферы; загрязнение поверхностных и подземных вод, загрязнение поверхностных грунтов и почв.

Наиболее вероятен риск загрязнения атмосферы вблизи производственной площадки предприятия, который определяется погодными условиями, особенностями геологической структуры участка добычи, характеристиками карьерных работ, расположением отходов и прочих антропогенно созданных объектов по отношению к преобладающим ветрам.

Согласно многолетним метеорологическим наблюдениям, на территории месторождения средняя скорость ветра составляет 5,2 м/с, а максимальная - 20 м/с. [4]. Весной в регионе сухой климат, в этой связи пыль, образующаяся на хвостах, легко переносится ветром и разносится на большие расстояния. Согласно гранулометрическому анализу, основная масса частиц - около 70% имеют диаметр менее 80 микрометров и до 30% их объема не превышает 10 микрометров. Перемещение этих мелких фракций происходит в основном при порывах ветра, скорость которого превышает 5 м/с.

Загрязнение воздуха селитебной зоны в основном обусловлено подъемом пыли с поверхности хвостохранилища обогатительной фабрики. На рис. 2 представлены концентрации элементов по отношению к ПДК в воздухе над хвостохранилищем. Наблюдается превышение ПДК свинца, меди.

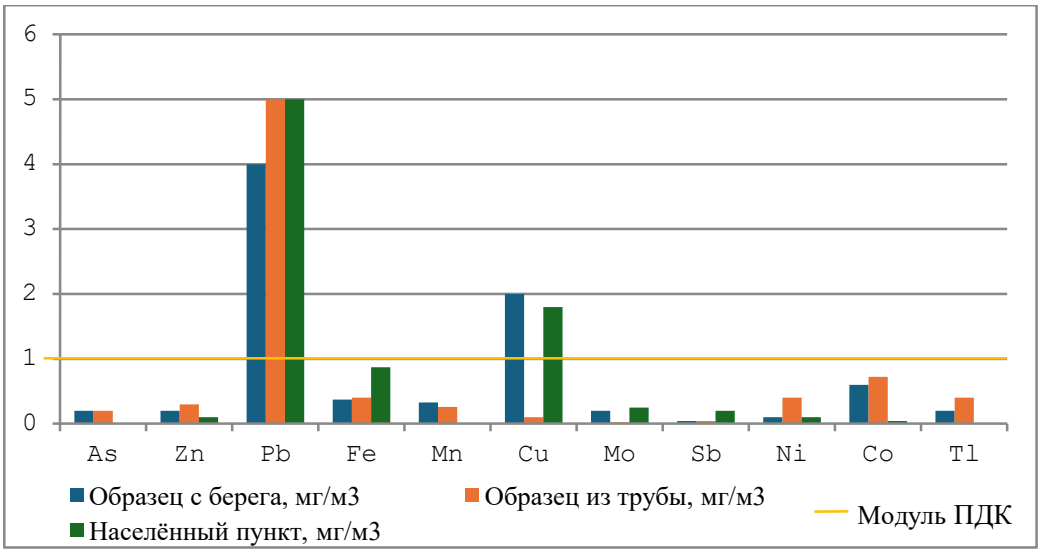


Рис. 2. Концентрации химических элементов в атмосфере над территорией хвостохранилища [7]

Сточные воды, образующиеся в процессе производственной деятельности комбината, представляют собой еще один значимый источник загрязнения. Их химический состав может быть весьма разнообразным, включая тяжелые металлы, сульфаты, нитраты и другие соединения, которые являются результатом технологических процессов.

Оценка загрязнения поверхностных водотоков в районе предприятия выявила систематические превышения ПДК по меди (в 10 раз) и молибдену (в 9 раз) см. рис.3 [6]. Химический состав воды демонстрирует выраженную техногенную трансформацию. Основными источниками загрязнения поверхностных вод выступают фильтрационные потоки из хвостохранилищ и ливневые стоки с промышленных площадок. Установлена прямая корреляция между объемами сбросов предприятия и степенью деградации водных экосистем.

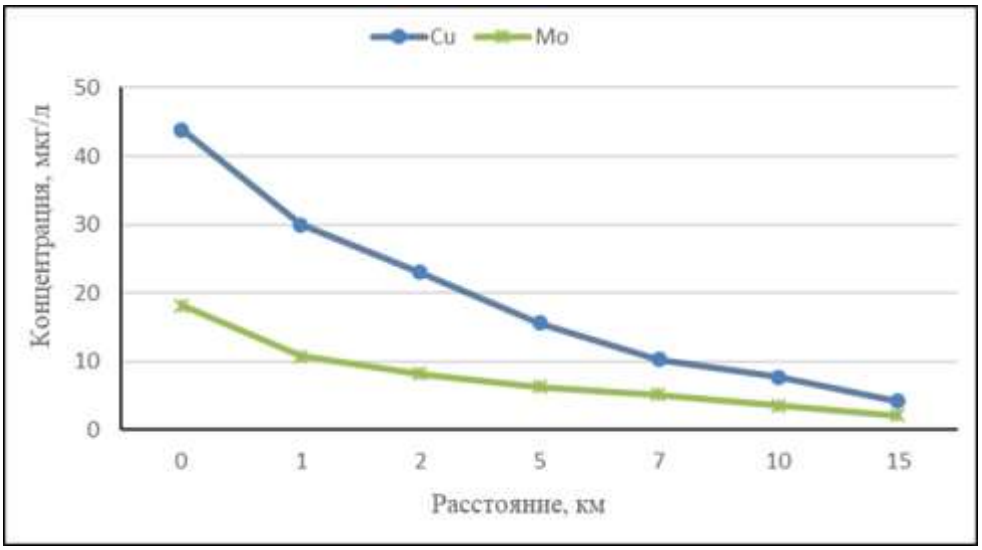


Рис. 3. Оценка загрязнения поверхностных водотоков [6]

Анализ проб грунтовых вод, взятых из скважин возле хвостохранилища, показал высокое содержание искусственных элементов. Основным фактором загрязнения в этой зоне является выщелачивание жидкости из накопившейся влажной пыли из остаточных отходов. По той же причине наблюдается значительное увеличение концентраций загрязняющих веществ в грунтовых водах под плотиной, а также в скважинах, расположенных на путях распределения сточных вод, поступающих с этого объекта.

Важно отметить, на этапе эксплуатации месторождения основные риски, связанные с воздействием на геологическую среду и рельеф, проявляются в неблагоприятных экзогенных процессах при отработке карьеров и формировании отвалов и хвостохранилища.

Данные лабораторных анализов [6] показывают, что максимальные уровни загрязнения верхних слоев почвы наблюдаются вблизи производственных объектов. Места отбора проб были расположены непосредственно вблизи основного источника загрязнения - горных работ. Результаты исследований выявили широкий диапазон концентраций молибдена и меди: минимальные значения составляли 50,0 мг/кг, а максимальные - 4410,0 мг/кг. В среднем они достигали 1257,5 мг/кг, что намного превышает порог опасности, установленный монгольским стандартом. Это в несколько раз превышает предельно допустимые уровни. Кроме того, в некоторых пробах, взятых в промышленной зоне, содержание мышьяка превышало допустимые предельные значения, и средняя концентрация этого элемента также была выше установленной нормативами.

Жилые районы подвержены воздействию воздушных масс, которые уносят с собой аэрозольные загрязнители, образующиеся на промышленных объектах, а также белую пыль, которая появляется в зонах осушения хвостохранилища. В результате среднее содержание молибдена в пробах, взятых в городской местности, как правило, превышает предельно допустимые нормы.

Исследование показало, что предприятие горной добычи воздействует на эколого-геохимическое состояние всех компонентов окружающей среды в зоне своего влияния, причем характер этого воздействия различается по масштабу, интенсивности и экологическим последствиям.

В почве природных ландшафтов превышение ПДК по меди (Cu), молибдену (Mo), мышьяку (As) и цинку (Zn) было зафиксировано в некоторых точках, которые находятся в пределах 5 километров от промышленных объектов и хвостохранилища. Большинство этих точек расположены в направлении основных ветров, идущих от производственной территории и хвостохранилища.

Проведенная оценка показывает, что предприятия горнодобывающей отрасли уделяют значительное внимание развитию экологической безопасности и сохранению окружающей среды. Вместе с тем, выявленные риски подчёркивают о необходимости применения и развития экологосберегающих технологий, таких как:

внедрение замкнутых систем водооборота на горнодобывающих предприятиях обеспечит многократное использование технологической воды и снизит объёмы сбросов в водные объекты.

этапная рекультивация нарушенных земель с использованием адаптированных к местным условиям фитотехнологий. Восстановление растительного покрова на отработанных участках будет способствовать естественной детоксикации почв и предотвращению эрозии.

разработка специализированных нормативов для мониторинга состояния хвостохранилищ и оперативного реагирования на аварийные ситуации.

Реализация предложенных мер позволит не только снизить экологические риски на предприятиях, но и стать моделью устойчивого развития для горнодобывающей отрасли.

Список литературы

1. Хурэлху Д., Наранцэцэг Ц. Предприятие Эрдэнэт. //Хронология.– Уланбатор: NEPKO, 2017. – С. 254.

2. Орлова Н.А. Жаргалсайхан Б. Мониторинг дамбы хвостохранилища «Эрдэнэт» (Монголия) // Геоэкологические проблемы техногенного этапа истории Земли: сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. М.: МГСУ, 2021. С. 169-171.

Фрумин Г. Т. Техногенные системы и экологический риск: учебное пособие. – СПб: СпецЛит, 2016. – С.135.

Бадарч Н. Климат Монголии. – Уланбатор, 1998.-С. 79.

Гарьдхуу Ж., Ануу М., Шийтэ Д. Научные основы охраны бассейна рек Орхон-Селенга // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии. Мат.VII международной научно-прак. конф.: Изд-во «Иркутский гос. аграрный университет им.А.А.Ежевского», 2018. - С.3-9.
Жаргалсайхан Б., Орлова Н.А., Суздалева А.Л. Геоэкологическая ситуация в регионе горно-обогатительного комбината «Эрдэнэт» (Монголия)//XXII Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии и природопользования» (Москва, 21-23 апреля 2022г.). М.:РУДН, 2022.

5
Р 6

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_155-160
УДК 614.8.084

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОЙ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА ИНДИКАТОРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ТРАВМАТИЗМА

Закревский А.А., *аспирант*
Королев И.В., *к-т техн. наук, доцент*
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Аннотация. В статье обоснована необходимость формирования комплексной системы показателей для оценки уровня производственного травматизма на машиностроительных предприятиях. Рассмотрены основные категории показателей безопасности труда. С применением метода главных компонент (PCA) выделены три ключевые группы факторов, влияющих на травматизм: технико-организационные меры, подготовка персонала и медицинское обслуживание, а также технологические и социальные аспекты. Методом ABC-анализа установлено, что 52 % случаев травматизма связано с нарушением техники безопасности, 28 % – с неисправностью оборудования. На основе закона Парето показано, что 79 % несчастных случаев обусловлены этими двумя причинами. Предложены направления совершенствования управления охраной труда и снижения профессиональных рисков.

Ключевые слова: производственный травматизм, метод главных компонент, ABC-анализ, закон Парето, управление охраной труда, профессиональный риск.

SUBSTANTIATION OF THE NECESSARY STRUCTURE AND COMPOSITION OF INDICATORS AND INDICATORS FOR ASSESSING THE LEVEL OF INJURY

Zakrevsky A.A., *graduate student,* **Korolev I.V.,** *associate professor, PhD*
National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

Abstract. The article substantiates the need to form a comprehensive system of indicators for assessing the level of industrial injuries at machine-building enterprises. The main categories of occupational safety indicators were considered. Using the main component method (PCA), three key groups of factors affecting injuries are identified: technical and organizational measures, personnel training and medical care, as well as technological and social aspects. ABC analysis found that 52% of injuries are related to safety violations, 28% - to equipment malfunction. Based on Pareto's law, it is shown that 79% of accidents are caused by these two causes. Areas for improving occupational safety management and reducing occupational risks are proposed.

© Закревский А. А., Королев И. В., 2026

Keywords: occupational injuries, principal component method, ABC analysis, Pareto law, occupational health management, occupational risk.

В условиях современного производства отдельные частные мероприятия по улучшению условий труда оказываются неэффективными. Поэтому их необходимо осуществлять комплексно, образуя в общей системе управления производством подсистему управления охраной труда. Таким образом, управление охраной труда это программно-целевой комплекс по подготовке, принятию и реализации решений (организационно-технических, санитарно-бытовых, лечебно-профилактических и социально-экономических мероприятий), направленных на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Оно должно быть интегрировано в общую систему риск-менеджмента организации [1, 2].

Реализация профессиональных рисков проявляется прежде всего в показателях производственного травматизма и профессиональных заболеваний [3].

В настоящее время весьма актуальной является комплексная оценка травматизма на предприятиях машиностроения, выполненная на более высоком научно-методическом уровне с использованием максимально возможного массива данных и проведением экспериментальных исследований на наиболее проблемных предприятиях [4,5].

Численность пострадавших со смертельным исходом в Российской Федерации в период с 2016 по 2020 годы постепенно снижается с 0,062 до 0,045, что составляет 27% (рисунок 1).

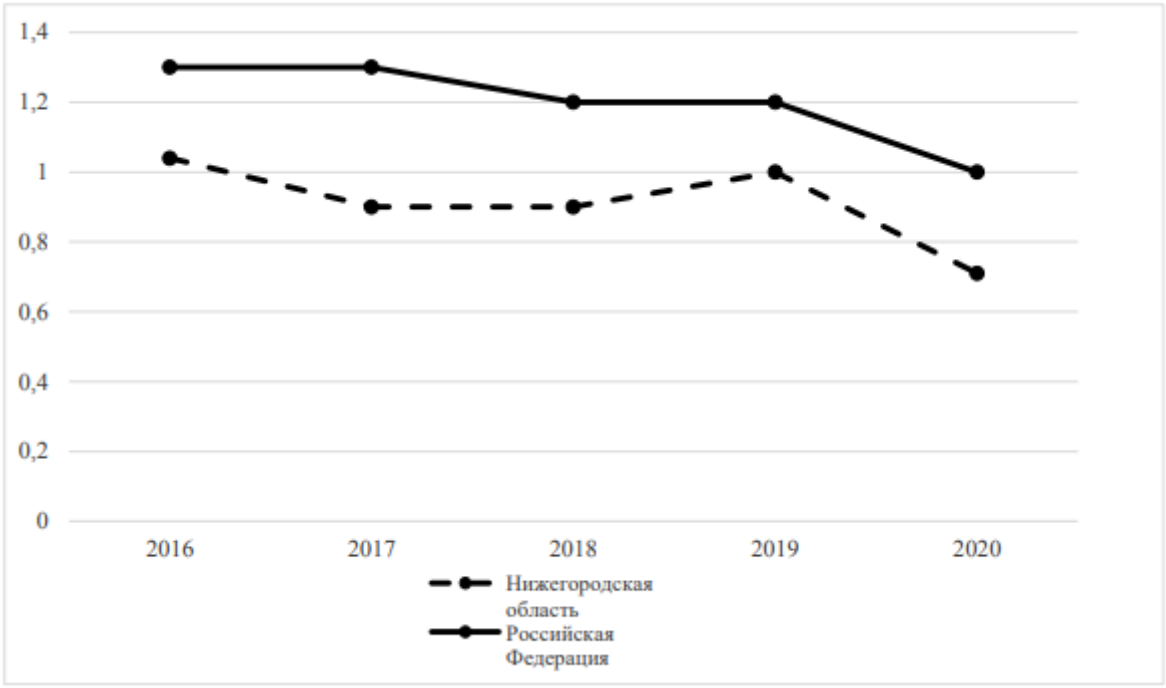


Рис. 1. Показатели частоты производственного травматизма в Российской Федерации и Нижегородской области с 2016 по 2020 гг.

Рисунок 1 демонстрирует динамику показателей частоты производственного травматизма в Российской Федерации и Нижегородской области в период с 2016 по 2020 годы.

В последние годы необходимым шагом является комплексная оценка травматизма на машиностроительных предприятиях с использованием более эффективных научных и методологических инструментов. Применение методов анализа, таких как АВС-анализа и методов главных компонент, позволяет выявить ключевые факторы, влияющие на уровень травматизма. Системный подход к оценке факторов травматизма, внедрение современных технологий и инновационных подходов помогут существенно снизить производственные риски и улучшить условия труда.

В условиях стремительного развития машиностроительной отрасли обеспечение безопасности труда становится одним из ключевых факторов устойчивого развития предприятия. Высокая степень автоматизации, сложность технологических процессов и интенсивность производственной деятельности увеличивают риски возникновения производственного травматизма, что требует системного и комплексного подхода к управлению безопасностью труда. В этом контексте формирование совокупности показателей воздействия на управление уровнем производственного травматизма приобретает особую значимость, позволяя предприятиям не только отслеживать текущие показатели безопасности, но и прогнозировать возможные риски, разрабатывать эффективные меры профилактики и оптимизировать процессы охраны труда.

Совокупность показателей воздействия представляет собой интегрированный набор метрик, которые отражают различные аспекты безопасности труда на предприятии. Эти показатели включают как количественные, так и качественные данные, позволяющие всесторонне оценить состояние охраны труда, выявить тенденции и определить области, требующие внимания и улучшений.

Внедрение такой системы показателей способствует достижению стратегических целей предприятия, укреплению его конкурентных позиций на рынке и обеспечению устойчивого развития в долгосрочной перспективе.

В табл. 1 представлены основные показатели безопасности труда на предприятии, такие как: частота травматизма, тяжесть травматизма, профессиональная заболеваемость, разнообразие несчастных случаев, соответствие нормативам, обучение и подготовка персонала, использование СИЗ, инциденты на опасных объектах, медицинское обслуживание, профилактические мероприятия.

Таблица 1 демонстрирует ключевые показатели безопасности труда, используемые на предприятии для мониторинга и управления уровнем производственного травматизма. Анализ этих показателей позволяет компании оценить текущую ситуацию, выявить тенденции и определить области, требующие улучшений.

Таблица 1

Основные показатели безопасности труда

Категория показателя	Показатель	Описание
Частота травматизма	Количество несчастных случаев	Общее число зарегистрированных случаев травматизма за определенный период.
Тяжесть травматизма	Среднее количество дней нетрудоспособности	Среднее число дней, проведенных в нетрудоспособности на одного пострадавшего.
Профессиональная заболеваемость	Коэффициент профессиональной заболеваемости	Отношение числа профессиональных заболеваний к численности работников.
Разнообразие несчастных случаев	Количество случаев по категориям	Число несчастных случаев, классифицированных по степени тяжести и типу происшествия (смертельные, тяжелые и т.д.).
Соответствие нормативам	Уровень соответствия требованиям охраны труда	Процент выполненных требований нормативных актов по охране труда и промышленной безопасности.
Обучение и подготовка персонала	Количество обученных сотрудников	Общее число работников, прошедших обучение по охране труда и пожарной безопасности.
Использование СИЗ	Уровень применения средств индивидуальной защиты	Процент работников, использующих СИЗ в соответствии с требованиями.
Инциденты на опасных объектах	Количество аварий и инцидентов	Число аварийных ситуаций и инцидентов на опасных производственных объектах.
Медицинское обслуживание	Количество проведенных медицинских осмотров	Общее число медицинских осмотров и профилактических мероприятий, проведенных для работников.
Профилактические мероприятия	Количество реализованных мероприятий	Общее число мероприятий, направленных на профилактику профессиональных заболеваний и травматизма.

Таким образом, формирование и использование совокупности показателей воздействия на управление уровнем производственного травматизма позволяет эффективно контролировать и улучшать условия труда, снижать риски травматизма и обеспечивать высокие стандарты безопасности на предприятии. Комплексный подход, основанный на системном анализе и постоянном мониторинге ключевых индикаторов, способствует устойчивому снижению уровня травматизма и повышению общей производственной эффективности.

В условиях современного машиностроительного производства, характеризующегося высокой степенью автоматизации, сложностью технологических процессов и значительными объемами данных, эффективное

управление уровнем производственного травматизма требует применения продвинутых аналитических методов. Одним из таких методов является метод главных компонент (Principal Component Analysis, PCA), который позволяет выявить наиболее значимые факторы, влияющие на возникновение несчастных случаев на производстве. Отбор факторов с использованием метода главных компонент играет ключевую роль в создании надежной и эффективной системы управления охраной труда, обеспечивая целенаправленное снижение рисков и повышение безопасности труда на предприятии.

В ходе исследования было проведено несколько аналитических подходов, направленных на выявление ключевых факторов, влияющих на безопасность труда, и разработку эффективных мер для снижения производственного травматизма.

Для снижения производственного травматизма на машиностроительном предприятии необходимо улучшение системы показателей и комплексный анализ факторов, влияющих на безопасность труда.

Метод главных компонент (PCA) позволил выделить три ключевые области, влияющие на травматизм: технические и организационные меры безопасности (оборудование, организация работ, контроль СИЗ), подготовка персонала и медицинское обслуживание, а также технологические и социальные аспекты. Например, показатели «Оборудование», «Организация работ» и «Контроль СИЗ» в первой компоненте показали высокий вклад в уровень травматизма, что подтверждается значительными весами (0.82, 0.76 и 0.68 соответственно). Это указывает на необходимость модернизации устаревшего оборудования и более строгого контроля за соблюдением норм безопасности. Также данные показывают, что инвестиции в обучение сотрудников с 2019 по 2023 год увеличились с 6,7 миллионов рублей до 42,5 миллионов рублей, что повлекло за собой рост числа обученных сотрудников с 9,2 тысяч до 36,7 тысяч.

Метод ABC-анализа выявил, что 51,7% случаев травматизма вызваны нарушением техники безопасности, что требует усиления контроля и внедрения регулярных проверок, а также введения более жестких санкций для работников, нарушающих правила. Неисправности оборудования занимают 27,6% случаев травматизма, что подчеркивает важность внедрения программы регулярного технического обслуживания, мониторинга состояния оборудования и обучения технического персонала.

По данным закона Парето, 79,3% всех несчастных случаев происходят из-за нарушений техники безопасности и неисправности оборудования. Это подтверждает необходимость сосредоточения усилий на устранении этих факторов в первую очередь. Также, несмотря на меньшее влияние, недостаточная подготовка персонала (10,3%) и неправильное использование СИЗ (6,9%) требуют внимания и улучшения в сфере обучения и контроля.

Таким образом, для снижения травматизма необходимо в первую очередь сосредоточиться на устранении нарушений техники безопасности и неисправностей оборудования, усилить контроль за использованием средств

индивидуальной защиты и обучением персонала, а также оптимизировать технологические процессы.

Список литературы

1. Коршунов Г.И., Никулин А.Н., Красноухова Д.Ю. Оценка совокупного влияния вредных производственных факторов на профессиональный риск травмирования работников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2023. Т. 12. № 2(62). С. 192-198.

2. Королев И.В., Закревский А.А., Шамин Д.А. Анализ применения средств индивидуальной защиты для электромонтеров на основании трудовых функций профессионального стандарта // Вестник НЦ БЖД №1, 2023.

3. Кондратьева О. Е., Кравченко М. В., Локтионов О. А. Разработка методики оценки риска ущерба здоровью работников электроэнергетической отрасли // Безопасность труда в промышленности. 2019. № 4. С. 63-68.

4. Королев И.В., Закревский А.А., Совершенствование системы управления охраной труда на предприятии с учетом профессиональных рисков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2023. Т. 12, № 4(64). С. 266-271.

5. Плешко М. С., Рябова Н. В. Прогнозирование риска травматизма на предприятиях машиностроения Ростовской области // Безопасность техногенных и природных систем. 2017. №2. С. 44–53.

References

1. Korshunov G.I., Nikulin A.N., Krasnoukhova D.Yu. Assessment of the cumulative impact of harmful production factors on the occupational risk of injury to employees // XXI century: results of the past and problems of the present plus. 2023. VOL. 12. № 2(62). pp.192-198.

2. Korolev I.V., Zakrevsky A.A., Shamin D.A. Analysis of the use of personal protective equipment for electricians based on the labor functions of the professional standard // Bulletin of the Scientific Center of the Belarusian Railways No1, 2023.

3. Kondratyeva O. E., Kravchenko M.V., Loktionov O. A. Development of a methodology for assessing the risk of damage to the health of workers in the electric power industry // Labor safety in industry. 2019. № 4. pp.63-68.

4. Korolev I.V., Zakrevsky A.A., Improving the occupational safety management system at the enterprise, taking into account occupational risks // XXI century: the results of the past and the problems of the present plus. 2023. T. 12, NO. 4 (64). pp.266-271.

5. Pleshko M.S., Ryabova N.V. Predicting the risk of injuries at engineering enterprises in the Rostov region//Safety of technogenic and natural systems. 2017. №2. pp.44-53.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_161-166
УДК 331.45

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА

Старчик С.А., *магистрант*
Мирошниченко Д.А., *аспирант*
Васильева Н.В., *кандидат техн. наук, старший преподаватель*
Национальный Исследовательский Университет «МЭИ»

Аннотация. В статье проведён анализ существующих подходов к формированию баз данных о производственном травматизме. Рассмотрены государственные информационные массивы Роструда, Росстата и Социального фонда России, выявлены их аналитические возможности и ограничения. Показано, что значительный объём информации, позволяющей восстановить условия труда и характеристики работника, предшествовавшие несчастному случаю, аккумулируется в рамках процедур системы управления охраной труда на уровне предприятия. Предложен подход к формированию единого аналитического массива данных, объединяющего материалы расследования несчастных случаев со сведениями специальной оценки условий труда, оценки профессиональных рисков, обучения, медицинских осмотров и обеспечения средствами индивидуальной защиты.

Ключевые слова: производственный травматизм, система управления охраной труда, специальная оценка условий труда, оценка профессиональных рисков.

FORMATION OF A DATABASE FOR OCCUPATIONAL INJURY ANALYSIS BASED ON INTEGRATION OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEM DATA

Starchik S.A., *master*
Miroshnychenko D.A., *graduate student*
Vasilyeva N.V., *Candidate of Technical Sciences, senior lecturer*
National Research University «Moscow Power Engineering Institute»

Abstract. The article analyzes existing approaches to the formation of databases on occupational injuries. State information arrays of Rostrud, Rosstat, and the Social Fund of Russia are considered, their analytical capabilities and limitations are identified. It is shown that a significant amount of information allowing reconstruction of working conditions and worker characteristics preceding an accident is accumulated within the occupational health and safety management system procedures at the

© Старчик С. А., Мирошниченко Д. А., Васильева Н. В., 2026

enterprise level. An approach to forming a unified analytical data array is proposed, combining accident investigation materials with data from special assessment of working conditions, occupational risk assessment, training, medical examinations, and provision of personal protective equipment.

Keywords: occupational injuries, occupational health and safety management system, special assessment of working conditions, occupational risk assessment.

Формирование аналитической базы исследования производственного травматизма требует определения источников данных, обеспечивающих репрезентативность, сопоставимость и достоверность сведений [1]. Практика государственного регулирования привела к формированию нескольких параллельных массивов сведений о несчастных случаях, различающихся по целям формирования, глубине детализации и аналитическому потенциалу. В качестве самостоятельных источников выступают массивы Роструда, Росстата и Социального фонда России (СФР).

База данных Роструда формируется в рамках федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства [1]. Основанием для включения сведений служат материалы расследования несчастных случаев, результаты проверок работодателей, а также информация, поступающая от государственных инспекций труда [1]. Данный массив ориентирован на контроль соблюдения обязательных требований и фиксацию нарушений, выявленных в ходе расследований. В аналитическом контексте база Роструда обеспечивает доступ к сведениям о причинах несчастных случаев в их нормативной трактовке, а также о характере допущенных работодателями нарушений.

Статистическая база Росстата формируется на основе федеральных форм государственного статистического наблюдения, обязательных для работодателей. В отличие от надзорного контура Роструда, статистический учёт ориентирован на агрегированное отражение масштабов травматизма. Сведения группируются по видам экономической деятельности, регионам, тяжести последствий и числу пострадавших. Подобная структура исключает привязку к конкретному рабочему месту или работнику, однако обеспечивает возможность выявления устойчивых закономерностей на уровне отраслей и территорий.

База данных Социального фонда России формируется в рамках системы обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. В отличие от статистических и надзорных массивов, база СФР ориентирована на финансово-страховую оценку последствий травматизма. В ней аккумулируются сведения о страховых выплатах, степени утраты профессиональной трудоспособности, длительности временной нетрудоспособности и видах реабилитационных мероприятий. Подобная информация отражает социально-экономические последствия несчастных случаев и позволяет оценивать тяжесть травматизма через призму страховых обязательств.

Сопоставление указанных баз данных выявляет принципиальное различие их аналитических возможностей. Ни один из рассмотренных массивов не содержит полного набора сведений, достаточного для реконструкции условий труда и характеристик работника в момент несчастного случая. Информация о классе условий труда, уровне профессиональной подготовки, результатах оценки профессиональных рисков, прохождении медицинских осмотров и обеспеченности СИЗ в государственных базах представлена фрагментарно либо отсутствует полностью. По указанной причине данные Роструда, Росстата и СФР рассматриваются в исследовании как внешний контур анализа, задающий рамки и масштаб проблемы, но не исчерпывающий причинный уровень.

Ключевым резервом аналитики выступают сведения, аккумулируемые работодателем в рамках процедур Системы управления охраной труда (СУОТ) и не передаваемые в госстатистику: СОУТ [2], оценка профрисков (ОПР) [3], обучение [4], медосмотры [5], выдача СИЗ [6] и производственный контроль [1]. Сопоставление полноты данных в актах Н-1 и материалах СУОТ [1-6] приведено в табл. 1.

Таблица 1

Сопоставление сведений по актам Н-1 и процессам СУОТ

Группа сведений	Акт Н-1	СОУТ	ОПР	Обучение и инструктаж	Медосмотры	СИЗ
Характер выполняемой работы	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Условия труда на рабочем месте	Частично	Да	Да	Частично	Нет	Частично
Вредные и опасные факторы	Частично	Да	Да	Частично	Нет	Частично
Причины НС	Да	Нет	Частично	Частично	Частично	Частично
Уровень подготовки работника	Частично	Нет	Нет	Да	Нет	Нет
Состояние здоровья работника	Частично	Нет	Нет	Нет	Да	Нет
Обеспеченность СИЗ	Да	Нет	Да	Нет	Нет	Да

Формирование единого аналитического массива предполагает объединение сведений актов Н-1 с данными процессов СУОТ [1-6]. Это обеспечивает восстановление полной картины условий, предшествовавших НС, и создаёт базу для анализа причин травматизма.

Анализ показывает, что в надзорном контуре Роструда акцент смещается на правовую оценку нарушений, а детальные описания условий труда и

характеристик работника не структурируются [1]. В статистической базе Росстата фиксируются лишь количественные показатели (число пострадавших, тяжесть, отрасль). Таким образом, по мере движения от акта Н-1 к агрегированным массивам данных федеральных служб происходит закономерная утрата детализации, что обосновывает необходимость привлечения данных СУОТ.

Сводный аналитический потенциал каждого источника показывает, что только их комплексное использование позволяет провести полноценный причинный анализ (табл. 2).

Таблица 2

Аналитический потенциал источников СУОТ

Источник	Условия труда	Организационные факторы	Человеческий фактор
СОУТ	Да	Нет	Нет
ОПР	Да	Да	Частично
Обучение и инструктаж	Нет	Да	Да
Медосмотры	Нет	Нет	Да
Обеспечение СИЗ	Частично	Да	Частично
Производственный контроль	Частично	Да	Частично

В целях обобщения результатов систематизированы конкретные показатели, целесообразные для анализа, с указанием источников их получения [2, 3, 7].

Дата, время и место происшествия фиксируются в акте Н-1 и материалах производственного контроля, а в базах Роструда и Росстата отражаются частично либо агрегированно. Вид происшествия и тяжесть фиксируются во всех государственных базах, а также в ОПР [3] и производственном контроле.

Профессия, должность и стаж пострадавшего указываются в акте Н-1, СОУТ [2], ОПР [3], документах по обучению [4], медосмотрам [5] и СИЗ [6], однако в базе Роструда эти данные обезличиваются, а в базах Росстата и СФР отсутствуют. Режим труда в день происшествия отражается в акте Н-1, СОУТ, ОПР и производственном контроле.

Идентификатор рабочего места присутствует в СОУТ, ОПР, производственном контроле и иногда в акте Н-1, тогда как в государственных базах он отсутствует. Класс условий труда по СОУТ [2] и перечень вредных и опасных факторов имеются только в материалах СОУТ и частично в ОПР, а в акте Н-1 и в базах федеральных служб не фиксируются. Сведения об используемом оборудовании и средствах коллективной защиты содержатся в акте Н-1, СОУТ, ОПР и производственном контроле.

Последовательное описание событий даётся только в акте Н-1 и производственном контроле, в базах федеральных служб оно отсутствует. Непосредственная причина фиксируется в акте Н-1 [7], госбазах, ОПР [3], а также может прослеживаться в материалах обучения [4], медосмотров [5] и СИЗ [6] при наличии связи. Коренная причина наиболее полно выявляется через ОПР [3], производственный контроль и анализ дефицитов подготовки, ограничений по здоровью и недостатков СИЗ, тогда как в акте Н-1 она часто проработана слабее.

Сведения об инструктажах, обучении по охране труда, проверке знаний и допусках к работам повышенной опасности концентрируются в документации по обучению [4], а также в ОПР [3] и медосмотрах [5]. В акте Н-1 эти данные могут присутствовать фрагментарно, в госбазах отсутствуют.

Даты медосмотров, а также сведения о допуске, ограничениях и противопоказаниях содержатся исключительно в медицинской документации [5]. В акте Н-1 они могут быть указаны фрагментарно, в госбазах отсутствуют.

Норма выдачи СИЗ, факт выдачи и факт применения в момент несчастного случая фиксируются в документации по СИЗ [6] и частично в акте Н-1. В ОПР обеспечение СИЗ учитывается как мера управления рисками, в госбазах не отражается.

Вид травмы фиксируется во всех источниках, кроме СОУТ, ОПР, обучения, медосмотров и СИЗ. Дни нетрудоспособности отражаются в базах Росстата и СФР, иногда в акте Н-1. Утрата профессиональной трудоспособности и страховые выплаты фиксируются только в базе СФР.

Мероприятия по итогам расследования, сроки, ответственные и отметки о проверке выполнения содержатся в акте Н-1 и материалах производственного контроля, в госбазах, как правило, отсутствуют [1, 7].

Заключение

Проведённый анализ показал, что существующая система учёта производственного травматизма базируется на разрозненных источниках [7]. Установлено, что ключевой резерв повышения глубины анализа заключается в интеграции сведений, формируемых внутри организации в рамках процедур СУОТ [2-6]. Объединение данных СОУТ, ОПР, обучения, медосмотров и обеспечения СИЗ с материалами расследования позволяет перейти от формальной констатации нарушений к выявлению устойчивых причин травматизма [1, 7]. Предложенный подход на основе единого аналитического массива—создаёт методологическую основу для разработки адресных мероприятий по снижению уровня производственного травматизма [1-7].

Список литературы

1. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 29.12.2025, с изм. от 06.02.2026).

2. Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 426-ФЗ.

3. Приказ Минтруда России от 28.12.2021 N 926 "Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков".

4. Постановление Правительства РФ от 24.12.2021 N 2464 (ред. от 12.06.2024) "О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда".

5. Приказ Минздрава России от 28.01.2021 N 29н (ред. от 02.10.2024) "Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры".

6. Приказ Минтруда России от 29.10.2021 N 766н "Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами".

7. Приказ Минтруда России от 20.04.2022 N 223н (ред. от 25.04.2024) "Об утверждении Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях, форм документов, соответствующих классификаторов, необходимых для расследования несчастных случаев на производстве".

References

1. Labor Code of the Russian Federation No. 197-FZ of December 30, 2001 (as amended on December 29, 2025, with amendments of February 6, 2026).

2. Federal Law No. 426-FZ of December 28, 2013 «On Special Assessment of Working Conditions».

3. Order of the Ministry of Labor of Russia No. 926 of December 28, 2021 «On Approval of Recommendations for Selecting Methods for Assessing Occupational Risk Levels and Reducing Such Risks».

4. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2464 of December 24, 2021 (as amended on June 12, 2024) «On the Procedure for Occupational Safety Training and Testing Knowledge of Occupational Safety Requirements».

5. Order of the Ministry of Health of Russia No. 29n of January 28, 2021 (as amended on October 2, 2024) «On Approval of the Procedure for Mandatory Preliminary and Periodic Medical Examinations of Employees».

6. Order of the Ministry of Labor of Russia No. 766n of October 29, 2021 «On Approval of the Rules for Providing Employees with Personal Protective Equipment and Flushing Agents».

7. Order of the Ministry of Labor of Russia No. 223n of April 20, 2022 (as amended on April 25, 2024) «On Approval of the Regulation on the Specifics of Investigating Industrial Accidents».

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_167-174
УДК 627.8

СИСТЕМА ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ БЕСХОЗЯЙНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Гавриленко Д.А., *магистрант*
Боровкова А.М., *к-т техн. наук, доцент*
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Аннотация. Разработка системы оценки безопасности бесхозяйных гидротехнических сооружений на основе теории надежности и марковских процессов изменения технического состояния гидротехнических систем.

Ключевые слова: бесхозяйные гидротехнические сооружения, уровень безопасности, риск, индекс опасности, деградационные процессы.

SAFETY ASSESSMENT SYSTEM FOR UNMANAGED HYDROTECHNICAL ESTABLISHMENTS

Gavrilenko D.A., *master*
Borovkova A.M., *Candidate of Technical Sciences, Docent*
National Research University "MPEI"

Abstract. Development of a system for assessing the safety of unowned hydraulic structures based on the theory of reliability and Markov processes of changing the technical condition of hydraulic systems.

Keywords: unowned hydraulic structures, safety level, risk, hazard index, degradation processes.

В научной статье «Прогноз уровня безопасности низконапорных и бесхозяйных гидротехнических сооружений» В.И. Волков, В.Л. Снежко и Д.В. Козлов применили методы системной теории надежности к результатам экспертного обследования более 1000 низконапорных гидроузлов в Московской области [1].

Авторы статьи описали, как именно ведет себя плотина, за которой никто не следит. Без обслуживания и ремонта она проходит через дискретные состояния: от нормального к пониженному, затем к неудовлетворительному и в итоге – к опасному (аварийному) уровню. Для каждого перехода между этими состояниями авторы рассчитали постоянные интенсивности отказов, то есть с какой вероятностью плотина, находящаяся в неудовлетворительном состоянии, перейдет в опасное в течение года. И тем самым им удалось посчитать вероятностный прогноз уровня безопасности низконапорных земляных плотин.

© Гавриленко Д. А., Боровкова А. М., 2026

Как показали исследования, состояние гидротехнических сооружений (далее – ГТС) может быть охарактеризовано четырьмя уровнями безопасности, представленными в таблице 1.

Таблица 1

Уровни безопасности ГТС с характеристиками и контролируемыми показателями

Уровень безопасности	Характеристика состояния	Контролируемые показатели
Нормальный	Сооружение полностью исправно, значения контролируемых показателей не превышают допустимых. Соответствует проектной документации	Все диагностические показатели ниже предупредительного уровня К1 (Отсутствие видимых дефектов, фильтрация в пределах нормы, водосбросы исправны)
Пониженный	Имеются отдельные дефекты, не влияющие на устойчивость и безопасность, но требующие наблюдения	Отдельные диагностические показатели приближаются к К1 (Незначительные деформации откосов, локальные повреждения креплений, начало зарастания)
Неудовлетворительный	Выявлены существенные дефекты, требуется проведение ремонтных работ. Безопасность не обеспечена в полной мере	Диагностические показатели превысили К1, но ниже К2 (Разрушение креплений откосов, активная фильтрация, заиление водосбросов, просадки гребня)
Опасный (аварийный)	Сооружение находится в предаварийном состоянии, существует угроза внезапного разрушения. Эксплуатация запрещена	Диагностические показатели превысили предельный уровень К2 (Необратимые деформации, суффозия, разрушение водосбросных сооружений, угроза перелива)

Новая система классификации категорий опасности служит для решения главной задачи – ранжирования объектов по степени реальной угрозы с учётом динамики деградации, фактора внезапности, пространственного фактора (привязки к населению). Именно поэтому в основе предлагаемой классификации лежит теория надежности гидротехнических систем и марковские процессы изменения технического состояния.

Бесхозяйные гидротехнические сооружения находятся в состоянии прогрессирующей деградации. Однако для эффективного управления рисками и распределения ограниченных ресурсов недостаточно констатировать факт ухудшения состояния. Необходимо уметь количественно прогнозировать скорость этого процесса и вероятность перехода сооружения в аварийное состояние. Именно эту задачу решает теория надежности гидротехнических систем в сочетании с аппаратом марковских случайных процессов. В отличие от

детерминированных подходов, оценивающих состояние сооружения как статическую характеристику («норма» или «авария»), вероятностные методы позволяют описать динамику изменения состояния во времени и рассчитать вероятность того, что сооружение, находящееся сегодня в удовлетворительном состоянии, через определенный промежуток времени перейдет в опасное.

Понятие надежность гидротехнических сооружений определяется как способность объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции. Также ключевым понятием является отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. Для ГТС отказом может считаться: превышение критических значений фильтрационного расхода; недопустимые деформации (осадки, сдвиги); разрушение креплений откосов; выход из строя водосбросных сооружений; прорыв плотины.

В теории надежности различают внезапные отказы (происходящие скачкообразно, например, разрушение водосбросного затвора) и постепенные отказы (обусловленные накоплением повреждений во времени – износ, коррозия, фильтрационная деформация). Для бесхозяйных ГТС, лишенных технического обслуживания, характерны именно постепенные отказы, которые могут быть описаны с помощью марковских процессов.

Марковский случайный процесс (или «процесс без последействия») – это математическая модель, в которой вероятность перехода системы из одного состояния в другое зависит только от текущего состояния и не зависит от того, как система оказалась в этом состоянии. Для задач прогнозирования технического состояния ГТС это означает, что для оценки вероятности аварии в будущем достаточно знать текущий уровень безопасности сооружения, история его эксплуатации не влияет на прогноз, что особенно справедливо для бесхозяйных объектов, где история обслуживания отсутствует.

Математически марковский процесс описывается системой дифференциальных уравнений А.Н. Колмогорова (один из выдающихся учёных в области математики XX века). Для дискретных состояний, которыми являются уровни безопасности ГТС используется аппарат марковских цепей с непрерывным временем. Интенсивности переходов между состояниями задаются постоянными интенсивностями отказов λ, которые определяются на основе статистических данных.

Ключевое отличие бесхозяйных ГТС от эксплуатируемых заключается в отсутствии цикла технического обслуживания, что приводит к экспоненциальному ускорению деградационных процессов. Эмпирические исследования, проведенные на выборке из более чем 1000 низконапорных ГТС в Центральной России, позволили установить зависимость:

$$\mathbf{T_{крит} = T_{норм} \times exp(k \times t_{бесхоз})}$$

где:

- $T_{крит}$ – время достижения критического (аварийного) состояния;

- $T_{норм}$ – нормативный срок службы сооружения (50 лет для земляных плотин III и IV классов ответственности);
- k — коэффициент ускорения деградации (для бесхозяйных ГТС k = 0,15-0,25 ед./год (15–25% в год) (указанный диапазон k = 0,15-0,25 — это оценка для предаварийных объектов, разрушение которых может произойти в течение 4 – 7 лет → $\lambda = 1/4 \div 1/7 \approx 0,14–0,25$ ед./год);
- $t_{бесхоз}$ – время нахождения в бесхозяйном статусе (лет).

Практические расчеты показывают: если эксплуатируемая плотина при нормативном сроке 50 лет достигает аварийного состояния к 65-70 годам эксплуатации, то бесхозяйный объект того же типа может разрушиться уже через 25-30 лет после прекращения обслуживания.

На основе анализа теоретических моделей и эмпирических данных предлагается многомерная классификация бесхозяйных ГТС, включающая шесть основных классификационных признаков:

1. По степени технической деградации (Д), таблица 2.

Таблица 2

Критерии и баллы степени технической деградации

№	Степень деградации	Критерии	Балл
1	Предаварийное состояние	Необратимые изменения, угроза внезапного разрушения (более 30 лет)	1≥Д1>0,9
2	Критическая деградация	Значительные деформации, разрушение водосбросов, активная фильтрация (15-30 лет)	0,9≥Д2>0,6
3	Умеренная деградация	Зарастание откосов, частичное разрушение креплений, начало фильтрации (5-15 лет)	0,6≥Д3>0,25
4	Начальная стадия деградации	Признаки деградации отсутствуют или минимальны (до 5 лет без обслуживания)	0,25≥Д4>0

2. По пространственному расположению (Р), таблица 3.

Таблица 3

Критерии и баллы степени отдаленности

№	Степень отдаленности	Критерии	Балл
1	В границах населенного пункта и инфраструктуры	Сооружение расположено в пределах жилой зоны (время достигания волны менее 15 минут)	1≥P1>0,75
2	Выше населенного пункта и инфраструктуры	Расстояние менее 1 км или время достигания волны менее 30 минут	0,75≥P2>0,5
3	Вдали от населенных пунктов и инфраструктуры	Расстояние от 1 до 3 км или время достигания волны от 30 до 90 минут	0,5≥P3>0,25
4	В удаленной местности	Отсутствие населения и инфраструктуры в зоне затопления (более 3 км или время достигания волны более 90 минут)	0,25≥P4>0

3. По объему водохранилища и высоте плотины (О), таблица 4.

Таблица 4

Критерии и баллы признака по объему водохранилища и высоте плотины

№	Наименование	Критерии	Балл
1	Крупные	Высота >15 м, объем >10 млн м³	1≥O1>0,85
2	Средние	Высота 5-15 м, объем 1-10 млн м³	0,85≥O2>0,6
3	Малые	Высота 2-5 м, объем 0,1-1 млн м³	0,6≥O3>0,25
4	Очень малые	Высота <2 м, объем <0,1 млн м³	0,25≥O4>0

4. По состоянию водосбросных сооружений (В), таблица 5.

Таблица 5

Критерии и баллы по состоянию водосбросных сооружений

№	Наименование	Критерии	Балл
1	Полностью неработоспособные	Пропуск воды невозможен или сильно затруднен, угроза перелива (пропускная способность снижена на 80-100%)	1≥B1>0,75
2	Сильно заиленные/разрушенные	Пропускная способность снижена на 40-80%	0,75≥B2>0,5
3	Частично заиленные	Пропускная способность снижена на 10-40%	0,5≥B3>0,25
4	Исправные	Пропускная способность соответствует проектной (пропускная способность снижена на 0-10%)	0,25≥B4>0

5. По степени сохранности основных сооружений и оборудования (С), таблица 6.

Таблица 6

Критерии и баллы степени сохранности основных сооружений и оборудования

№	Степень сохранности	Функциональные критерии	Балл
1	0% (полностью разрушено)	Сооружения не выполняют регулирующую функцию, возможен перелив в бытовых условиях	1≥С1>0,9
2	25%	Создает подпор в бытовых условиях, при паводке возможен перелив, сильное стеснение русла реки	0,9≥С2>0,8
3	50%	Подпор возникает при любом паводке; заметное стеснение русла	0,8≥С3>0,5
4	75%	Подпор возникает только при сильном паводке, стеснение русла незначительно превышает проектное	0,5≥С4>0,1
5	100% (полностью сохранено)	Создает проектный подпор в любых условиях; стеснение русла соответствует проекту	0,1≥С4>0

6. По социальной значимости водоема (З), таблица 7.

Таблица 7

Критерии и баллы признака социальной значимости

№	Степень значимости	Критерии	Балл
1	Высокая	Водоем используется для мелиоративных и ирригационных систем, рыборазведения, рекреации с массовым посещением	1≥З1>0,75
2	Средняя	Используется для хозяйственных нужд, локальной рекреации	0,75≥З2>0,25
3	Низкая	Не используется, утратил первоначальное назначение	0,25≥З3>0
4	Отсутствует	Не пригоден для использования	З4=0

На основе комбинации классификационных признаков вычисляется интегральный индекс опасности по формуле:

ИО = Д × 0,20 + Р × 0,20 + О × 0,25 + В × 0,15 + С × 0,15 + З × 0,05

Весовые коэффициенты распределены в соответствии с оценками значимости каждого фактора:

- Техническая деградация (Д) – 20%.

Бесхозяйное ГТС принципиально отличается от эксплуатируемого именно степенью деградации. Для бесхозяйного эта степень протекает экспоненциально и является прямой причиной аварии;

- Пространственное расположение (Р) – 20%.

Расположение – это потенциальная опасность. Если ГТС полностью разрушится, последствия определяются тем, что находится ниже по течению;

- Объемные характеристики (О) – 25% (определяет разрушительную энергию)

Объем водохранилища и высота плотины определяют разрушительную энергию волны прорыва;

- Состояние водосбросов (В) – 15%.

Водосбросы – это наиболее уязвимый элемент ГТС, их отказ – частая причина аварий. Однако, в отличие от общей деградации тела плотины, состояние водосбросов может быть оценено отдельно и имеет специфический механизм влияния;

- По степени сохранности основных сооружений и оборудования (С) – 15%.

Состояние основных сооружений и оборудования учитывают фактор стороннего риска прорыва, что напрямую оказывает влияние на текущее состояние ГТС;

- Социальная значимость (З) – 5%.

Социальная значимость не влияет на вероятность аварии и не определяет масштаб разрушений, но она влияет на решение о консервации или ликвидации объекта после определения категории опасности.

После вычисления интегрального индекса опасности можно определить категорию опасности бесхозяйного сооружения по таблице 8.

Таблица 8

Интегральные категории опасности бесхозяйных ГТС

Категория	**Индекс Опасности**	**Описание**	**Требуемые меры реагирования**
I – Чрезвычайно высокая	≥ 0,80	Объект представляет непосредственную угрозу массовой гибели людей и катастрофических разрушений	Немедленная эвакуация при угрозе, приоритетное выделение средств, круглосуточный мониторинг
II – Высокая	0,60-0,80	Объект представляет реальную угрозу для населения и инфраструктуры	Внеплановое обследование, разработка плана мероприятий в течение 30 дней, усиленный контроль

III – Средняя	0,40-0,60	Объект представляет локальную угрозу, преимущественно материальному ущербу	Плановое обследование, включение в региональную программу в течение 1 года
IV – Пониженная	0,10-0,40	Угроза минимальна, преимущественно экологический ущерб	Мониторинг 1 раз в год, плановая консервация или ликвидация
V – Низкая	< 0,10	Объект утратил опасность, подлежит плановой ликвидации	Ликвидация и исключение из Регистра ГТС

Предлагаемая классификация не противоречит действующему законодательству, а дополняет его, учитывая специфику бесхозяйных объектов. Ее применение позволит объективно ранжировать бесхозяйные ГТС по степени угрозы, обоснованно распределять ограниченные бюджетные средства и снизить риски катастрофических аварий.

Список литературы

1. Волков В.И. Прогноз уровня безопасности низконапорных и бесхозяйных гидротехнических сооружений / В.И. Волков, В.Л. Снежко, Д.В. Козлов // Гидротехническое строительство. – 2018. – № 11. – С. 35-41.

References

1. Volkov, V.I. Forecast of the Safety Level of Low-Pressure and Unowned Hydraulic Structures / V.I. Volkov, V.L. Snezhko, and D.V. Kozlov // Hydraulic Engineering. – 2018. – No. 11. – Pp. 35-41.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_175-182
УДК 614.876+614.878

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РАЙОНЕ НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Л
Механтьева Л.Е., *д-р медиц. наук, профессор*
Перфильева М.В., *к-т медиц. наук, ассистент*
Раскина Е.А., *ассистент*
Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. В представленной работе проведен комплексный анализ многолетних данных (2018–2024 гг.) химического, радиологического и экологического мониторинга в зоне воздействия Нововоронежской АЭС. Установлено, что пиковый объем сброса загрязнителей в реку Дон зафиксирован в 2018 году и составил 2345,708 тонны, после чего показатель существенно снизился. Содержание радионуклидов (Co-60, Cs-137) в поверхностных и сточных водах во все годы наблюдений не превышало регламентированных значений. Анализ выбросов в атмосферу показал отсутствие превышений нормативов по диоксиду азота, оксиду углерода, формальдегиду и другим веществам. Подтверждена эффективность природоохранных мероприятий, включая зарыбление пруда-охладителя, очистку акваторий и организацию мониторинга. Доказано, что уровни выбросов радиоактивных и химических соединений не создают угрозы для здоровья населения прилегающих территорий.

Ключевые слова: радиационная безопасность, экологический мониторинг, радионуклиды, сточные воды, санитарно-защитная зона.

ENVIRONMENTAL MONITORING AND WAYS TO IMPROVE RADIATION SAFETY IN THE AREA OF THE NOVOVORONEZH NUCLEAR POWER PLANT

Larina D.S., *student*
Mekhantyeva L.E., *Doctor of Medical Sciences, Professor*
Perfilyeva M.V., *Faculty of Medical Sciences, assistant*
Raskina E.A., *assistant*
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Abstract. This paper presents a comprehensive analysis of long-term data (2018–2023) from chemical, radiological and environmental monitoring in the impact

© Ларина Д. С., Механтьева Л. Е., Перфильева М. В., Раскина Е. А., 2026

zone of the Novovoronezh NPP. It was found that the peak volume of pollutant discharge into the Don River was recorded in 2018 amounting to 2345.708 tons, after which the figure significantly decreased. The content of radionuclides (Co-60, Cs-137) in surface and wastewaters did not exceed the regulated values during all years of observation. Analysis of atmospheric emissions showed no exceedances of standards for nitrogen dioxide, carbon monoxide, formaldehyde and other substances. The effectiveness of environmental protection measures, including fish stocking of the cooling pond, reservoir cleaning and monitoring organization, has been confirmed. It has been proven that the levels of emissions of radioactive and chemical compounds do not pose a threat to the health of the population of adjacent territories.

Keywords: radiation safety, environmental monitoring, radionuclides, wastewater, sanitary protection zone.

Введение. Повышенное содержание токсических химических соединений в объектах окружающей среды, обусловленное выбросами промышленных предприятий и чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера, вызывает глобальное загрязнение биосферы во многих странах мира [1, 2]. Наибольшую потенциальную угрозу представляют выбросы естественных радионуклидов, возникающие при добыче и переработке урановых и плутониевых руд, проведении испытаний ядерного оружия, функционировании атомных электростанций и предприятий по переработке отработанного ядерного топлива, а также при авариях на радиационно-опасных объектах. Указанные факторы способны приводить к радиоактивному поражению населения и загрязнению природной среды [3, 4].

Цель исследования. Работа направлена на изучение данных химического, радиологического и экологического мониторинга объектов окружающей среды, подверженных влиянию Нововоронежской АЭС, в интервале с 2018 по 2024 год, а также на оценку результативности мероприятий, реализуемых для снижения негативного воздействия выбросов на экологическую обстановку как на территории самой станции, так и в прилегающих районах.

Материалы и методы исследования. В основу исследования положены данные производственного экологического контроля, характеризующие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сбросы сточных вод в природные водоемы и состояние почвы в районе дислокации Нововоронежской АЭС. Применялся метод сравнительного анализа отчетных материалов по экологической безопасности Нововоронежской АЭС за период 2018–2024 годов, а также результатов химического, радиологического и экологического мониторинга в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения станции. Статистическая обработка данных о содержании химических загрязнителей и радионуклидов в окружающей среде выполнялась с использованием пакета STATISTIKA 6.0.

Результаты исследования и их обсуждение. Максимальный за пятилетний период сброс химических веществ Нововоронежской АЭС в акваторию реки Дон зарегистрирован в 2018 году и достиг 2345,708 тонны. В

2019 году этот показатель снизился до 12,574 тонны [5-7]. В течение двух указанных лет производился расчет фактического сброса по выпускам № 1–4. В 2020–2021 годах сброс осуществлялся исключительно через выпуск № 5, составив 3,627 и 13,48 тонны соответственно. Начиная с 2022 года, сброс производился как по выпускам № 1–4 (0,847 тонны), так и по выпуску № 5 (21,102 тонны); суммарный годовой сброс загрязняющих химических веществ в 2022 году составил 21,949 тонны [8-10].

В 2018 году общее количество загрязняющих веществ, сброшенных в реку Дон в составе всех сточных вод, равнялось 2345,708 тонны. При этом содержание химических загрязнителей в сточных водах Нововоронежской АЭС в том же году не превышало регламентированных нормативов. Отклонений от технологического регламента, способных привести к загрязнению водных объектов, в 2018 году зафиксировано не было [5, 6]. В 2019 году масса выброса загрязнителей по выпуску № 5 оказалась выше по сравнению с 2020 годом в связи с тем, что до 1 октября 2020 года объект КОС-600 не эксплуатировался. Снижение показателя в 2020 году относительно 2019 года объясняется общим уменьшением объема водозабора на водозаборе № 1. В 2021 году нарушения технологического процесса отсутствовали, в связи с чем загрязнение не регистрировалось. Увеличение сброса в воды Дона с энергоблоков № 3 и № 5 в 2022 году по сравнению с 2021 годом связано с большим объемом отводимой воды в процессе водообмена в пруду-охладителе пятого энергоблока [8, 9]. Фактический объем сброса сточных вод в 2022 году составил 82% от разрешенного лимита. Масса загрязняющих веществ, сброшенных по выпускам продувочных вод энергоблоков № 1–5 в Дон (21,949 тонны), в 2022 году оказалась достоверно выше на 8901 тонну по сравнению с 2021 годом, что также обусловлено периодом неэксплуатации соответствующего энергоблока до 1 октября 2020 года. Среди веществ, поступающих в водную среду, особую опасность представляют цинк и медь.

Таким образом, материалы мониторинга сточных вод в створе реки Дон в районе расположения АЭС свидетельствуют, что содержание в поверхностных водах пруда-охладителя таких химических элементов, как цинк, медь, нитрат-ион и хлорид-ион, не выходит за пределы нормативных значений сброса.

Результаты контроля радиационной обстановки на пяти спусках водных объектов, принимающих сброс радионуклидов, показали, что средние показатели радиоактивности всех радионуклидов в сточных и поверхностных водах в период 2018–2024 годов находились в границах допустимых величин [5, 6, 11]. В радионуклидном спектре загрязнителей поверхностных и сточных вод преобладали: в 2018 году — Co-60 с фактическим сбросом $2{,}25 \times 10^7$ Бк/год (допустимое значение — $3{,}5 \times 10^7$ Бк/год) и Cs-137 с фактическим сбросом 3,11 фактическим сбросом $3{,}36 \times 10^7$ Бк/год (допустимое значение — $4{,}37 \times 10^9$

Бк/год) и Co-60 с фактическим сбросом $1{,}83 \times 10^7$ Бк/год (допустимое значение — $2{,}10 \times 10^9$ Бк/год) [10, 11].

По итогам контроля радиоактивных и токсических веществ в атмосферных выбросах в 2018–2024 годах установлено, что выбросы радионуклидов в атмосферу не превышали допустимых уровней. Все контролируемые показатели оставались в пределах нормы. Наряду с радиоактивными изотопами в атмосферу поступают также токсичные химические соединения. Показатели опасных токсикантов (азота диоксида, азота оксида, оксида углерода, серной кислоты, формальдегида), ежегодно выбрасываемых радиационно-опасным объектом в воздушный бассейн, соответствуют нормативным требованиям.

Это означает, что в процессе производственного контроля на источниках выбросов вредных веществ и в санитарно-защитной зоне Нововоронежской АЭС не было выявлено превышений установленных нормативов предельно допустимых выбросов. Следовательно, выбросы станции не превышают разрешенных пределов и не представляют опасности для окружающей среды и здоровья населения [12, 13]. Относительную настороженность вызывает только серная кислота: средний уровень ее выброса составлял 90–100% от нормы.

В соответствии с Федеральным законом от 13 октября 2018 г. № 585 «Об утверждении Основ государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» и в рамках программы Нововоронежской АЭС был реализован комплекс мероприятий, способствовавших улучшению экологической обстановки на территории станции и прилегающих районов [5, 6]. К числу таких мероприятий относятся: соблюдение нормативов водопотребления из реки Дон, объемов сброса сточных вод и допустимого сброса химических веществ; зарыбление пруда-охладителя пятого энергоблока; организация работ по очистке водоема от мусора и отмершей растительности; привлечение на договорной основе специализированных организаций для мониторинга экологической обстановки; корректировка предельно допустимых уровней выбросов химических и радиоактивных веществ в атмосферу и водные объекты [9, 10]; организация сбора, передачи и размещения химических и радиоактивных отходов на специализированном полигоне; оснащение специальными приборами для мониторинга загрязнения окружающей среды.

Заключение. На основании выполненного анализа доказано, что объемы выбросов радиоактивных и химических веществ не превышают предельно допустимых значений и, следовательно, не оказывают губительного воздействия на состояние окружающей среды и здоровье населения, проживающего вблизи Нововоронежской АЭС. Помимо этого, на прилегающей территории осуществляется постоянный экологический контроль и реализуются мероприятия, направленные на минимизацию влияния работы атомной электростанции на природную среду.

Список литературы

1. Попова В.А., Коробкина М.О., Механтьева Л.Е., Перфильева М.В., Дорохина А.А. Анализ техногенного загрязнения атмосферы и особенности обеспечения безопасности, организации медицинской помощи при потенциальных химических авариях на территории города Воронежа // Актуальные вопросы техносферной безопасности на современном этапе. Сборник материалов VI Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием. – Воронеж: Издательство ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, 2022. – С. 76-86.

2. Механтьева Л.Е., Перфильева М.В., Склярова Т.П., Раскина Е.А., Енин А.В. Анализ пожароопасной обстановки на территории Воронежской области // Актуальные вопросы техносферной безопасности на современном этапе. Сборник материалов VI Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием. – Воронеж: Издательство ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, 2022. – С. 136-147.

3. Первая Т.С., Алексеева М.В., Механтьева Л.Е., Перфильева М.В., Дорохина А.А., Раскина Е.А. Особенности эпидемиологической обстановки по инфекционным болезням с фекально-оральным механизмом передачи на территории Воронежской области // Сборник трудов VII Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы биологической безопасности на современном этапе». – Воронеж: Издательство ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, 2023. – С. 255-266.

4. Локтева В.О., Механтьева Л.Е., Перфильева М.В., Дорохина А.А., Раскина Е.А. Современные проблемы биологической безопасности в условиях военных угроз // Сборник трудов VII Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы биологической безопасности на современном этапе». – Воронеж: Издательство ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, 2023. – С. 208-218.

5. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2018 году». – Воронеж: Управление Р
(дата обращения: 23.02.2026).

6. Отчет по экологической безопасности Нововоронежской АЭС за 2018 г. – Росэнергоатом. – 2018. – 52 с. – Режим доступа: https://www.rosenergoatom.ru/upload/iblock/d4a/d4a88181a96582b7c5395т

7. Цветнова О.Б., Якубовская П.М., Щеглов А.И. Радиоэкологическая характеристика почвенно-растительного покрова и водных объектов в зоне влияния Нововоронежской атомной электростанции // Вестник Московского университета

8. Хведонцевич И.С., Большаков Е.Г. Результаты экологического контроля и мониторинга в районе размещения филиала АО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская атомная станция» // Проблемы региональной экологии. – 2018. – № 1. – С. 88-93.

9. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2022 году». – Воронеж: Управление Роспотребнадзора по Воронежской области, 2023. – 190 с. – Режим доступа: https://36.rospotrebnadzor.ru/download/SEB_2022.pdf (дата обращения:

10. Отчет по экологической безопасности Нововоронежской АЭС за 2022 г. –

11. Ковалёва Е.В., Черникова А.М. Радиоэкологический мониторинг территории вблизи Нововоронежской АЭС и ее влияние на окружающую среду у р б

. Мартынов В.А. Оценка уровня радиационного фона территории, прилегающей к

13. Чекрыжов В.В. Анализ расположения Нововоронежской АЭС и ее влияние на окружающую среду // Форум молодых ученых. – 2022. – Режим д о с т у п а : h t t p s : / / c y b e r l e n i n k a . r u / a r t i c l e / n / a n a l i z - r a s p o l o z h e n i y a - n o v o v o r o n e z h s k o y - a e s - i - e e - v l i y a n i y a - n a - o k r u z h a y u s c h u y u - s r e d u - 1 . – Дата обращения: 10.04.2023.

References

1. Popova V.A., Korobkina M.O., Mekhantieva L.E., Perfil'eva M.V., Dorokhina A.A. Analysis of man-made atmospheric pollution and features of ensuring safety, organizing medical care during potential chemical accidents in the city of Voronezh // Current issues of technosphere safety at the present stage. Collection of materials from the VI All-Russian student scientific and practical conference with international participation. - Voronezh: Publishing house of FSBEI HE VSMU named after N.N. Burdenko, 2022. - P. 76-86.

2. Mekhantieva L.E., Perfil'eva M.V., Sklyarova T.P., Raskina E.A., Enin A.V. Analysis of the fire hazard situation in the Voronezh region // Current issues of technosphere safety at the present stage. Collection of materials from the VI All-Russian student scientific and practical conference with international participation. – Voronezh: Publishing house of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education VSMU named after N.N. Burdenko, 2022. – Pp. 136-147.

3. Pervaya T.S., Alekseeva M.V., Mekhantieva L.E., Perfil'eva M.V., Dorokhina A.A., Raskina E.A. Features of the epidemiological situation for infectious diseases with the fecal-oral transmission mechanism in the Voronezh region // Collection of works of the VII All-Russian student scientific and practical conference with

international participation "Topical issues of biological safety at the present stage". - Voronezh: Publishing house of FSBEI HE VSMU named after N.N. Burdenko, 2023. - P. 255-266.

4. Lokteva V.O., Mekhantieva L.E., Perfil'eva M.V., Dorokhina A.A., Raskina E.A. Modern problems of biological security in the context of military threats // Collection of works of the VII All-Russian student scientific and practical conference with international participation "Current issues of biological security at the present stage". - Voronezh: Publishing house of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education VSMU named after N.N. Burdenko, 2023. - P. 208-218.

5. Report "On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Voronezh region in 2018". - Voronezh: Office of Rospotrebnadzor for the Voronezh Region, 2018. - 199 p. - Access mode: https://36.rospotrebnadzor.ru/download/apxiv/gd2018.pdf (Accessed: 23.02.2026).

6. Report on environmental safety of the Novovoronezh NPP for 2018 - Rosenergoatom. - 2018. - 52 p. - Access mode: https://www.rosenergoatom.ru/upload/iblock/d4a/d4a88181a96582b7c53958bfea15dc80.pdf (Accessed: 23.02.2026).

7. Tsvetnova O.B., Yakubovskaya P.M., Shcheglov A.I. Radioecological characteristics of soil and vegetation cover and water bodies in the influence zone of the Novovoronezh nuclear power plant // Bulletin of Moscow University. Series 17. - 2016. - Access mode: https://cyberleninka.ru/article/n/radioekologicheskaya-harakteristika-pochvenno-rastitelnogo-pokrova-i-vodnyh-obektov-v-zone-vliyaniya-novovoronezhskoy-atomnoy (date of access: 17.03.2026).

8. Khvedontsevich I.S., Bolshakov E.G. Results of environmental monitoring and control in the area of the Novovoronezh Nuclear Power Plant branch of JSC Concern Rosenergoatom // Problems of regional ecology. - 2018. - No. 1. - Pp. 88-93.

9. Report "On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Voronezh region in 2022". - Voronezh: Office of Rospotrebnadzor for the Voronezh Region, 2023. - 190 p. - Access mode: https://36.rospotrebnadzor.ru/download/SEB_2022.pdf (date accessed: 19.03.2026).

10. Report on environmental safety of the Novovoronezh NPP for 2022 - Rosenergoatom. – 2022. – 33 p. – Access mode: https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/sayt-novovoronezhskoy-aes/bezopasnost-i-ekologiya/ekologicheskie-otchety (date of access: 19.03.2026).

11. Kovaleva E.V., Chernikova A.M. Radioecological monitoring of the territory near the Novovoronezh NPP and its impact on the environment of urban landscapes // Vector GeoSciences. – 2021. – Access mode: https://cyberleninka.ru/article/n/radioekologicheskiy-monitoring-territorii-vblizi-novovoronezhskoy-aes-i-eyo-vliyanie-na-okruzhayuschuyu-sredu-urbolandshaftov (date of access: 23.03.2026).

12. Martynov, V.A. “Assessment of the Background Radiation Level in the Territory Adjacent to the Novovoronezh NPP” // Innovative Science. – 2019. –

Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-urovnya-radiatsionnogo-fona-territorii-prilegayuschey-k-novovoronezhskoy-aes (Accessed: 23.03.2026).

13. Chekryzhov, V.V. “Analysis of the Location of the Novovoronezh NPP and its Impact on the Environment” // Forum of Young Scientists. – 2022. – Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-raspolozheniya-novovoronezhskoy-aes-i-ee-vliyanie-na-okruzhayuschuyu-sredu (Accessed: 23.03.2026).

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_183-187
УДК 614.7

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫБРОСЫ ПРЕДПРИЯТИЯ «МИНУДОБРЕНИЯ» (Г. РОССОШЬ) КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

Л
Механтьева Л.Е., *д-р медиц. наук, профессор*
Перфильева М.В., *к-т медиц. наук, ассистент*
Раскина Е.А., *ассистент*
Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. В последние десятилетия проблемы сохранения окружающей среды приобрели глобальный характер. Ключевую роль при этом играет состояние атмосферного воздуха. Неблагоприятная экологическая и санитарно-гигиеническая ситуация в Россошанском районе Воронежской области создает реальные риски для здоровья местного населения. Цель настоящего исследования — оценка влияния АО «Минудобрения» (г. Россошь) на качество воздушного бассейна, а также анализ взаимосвязи между антропогенным загрязнением атмосферы, химическим составом питьевой воды и уровнем заболеваемости жителей данной территории. Материалы и методы: использованы данные социально-гигиенического мониторинга (состав воздуха и воды, показатели заболеваемости). Результаты и обсуждение: в зоне воздействия предприятия содержание химических примесей в атмосфере не превышает гигиенических нормативов. Зафиксировано достоверно значимое влияние поллютантов на заболеваемость — выявлены тесные корреляционные связи. Выводы: для минимизации рисков необходимо продолжение адресных управленческих и профилактических мероприятий.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, качество питьевой воды, химические токсиканты, заболеваемость населения, Россошанский район, АО «Минудобрения», гигиеническая оценка.

IMPACT OF INDUSTRIAL EMISSIONS OF THE MINUDOBRENIYA ENTERPRISE (ROSSOSH) ON THE ENVIRONMENTAL AND EPIDEMIOLOGICAL SITUATION

Larina D.S., *student*
Mekhantyeva L.E., *Doctor of Medical Sciences, Professor*
Perfilyeva M.V., *Faculty of Medical Sciences, assistant*
Raskina E.A., *assistant*
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

© Ларина Д. С., Механтьева Л. Е., Перфильева М. В., Раскина Е. А., 2026

Abstract. In recent decades, environmental problems have become global. The state of atmospheric air plays a key role here. The unfavorable ecological and sanitary-hygienic situation in the Rossoshansky district of the Voronezh Region creates real risks for the health of the local population. The aim of this study is to assess the impact of JSC "Minudobreniya" (Rossosh) on the air basin quality, as well as to analyze the relationship between anthropogenic air pollution, the chemical composition of drinking water and the morbidity rate of residents of this territory. Materials and methods: data from socio-hygienic monitoring (air and water composition, morbidity indicators) were used. Results and discussion: in the impact zone of the enterprise, the content of chemical impurities in the atmosphere does not exceed hygienic standards. A statistically significant effect of pollutants on morbidity has been recorded – close correlations have been identified. Conclusions: to minimize risks, it is necessary to continue targeted managerial and preventive measures.

Keywords: air pollution, drinking water quality, chemical toxicants, population morbidity, Rossoshansky district, JSC "Minudobreniya", hygienic assessment.

Введение. Вопрос сохранения экологического равновесия в современном мире стоит особенно остро [1, 2]. Состояние воздушного бассейна является одним из главных индикаторов качества окружающей среды [3, 4]. Россошанский район Воронежской области относится к территориям с напряженной экологической обстановкой. Причина — работа многочисленных промышленных объектов, деятельность которых сопровождается выделением в атмосферу вредных химических компонентов [5, 6].

Абсолютным лидером по объёму загрязняющих выбросов здесь выступает АО «Минудобрения» г. Россошь. Предприятие выпускает азотно-фосфорно-калиевые минеральные удобрения, аммиачную селитру, нитроаммофоску и другую продукцию. Согласно официальным данным, на долю этого химического гиганта приходится около 98% от суммарных выбросов всех промышленных объектов района [7].

Вредные вещества, образующиеся при производстве минеральных удобрений, оказывают комплексное негативное воздействие. Они влияют на состояние атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, почв, а также на уровень соматической и инфекционной заболеваемости населения [8, 9].

Цель исследования. Изучить влияние АО «Минудобрения» (г. Россошь) на качество воздушного бассейна и выявить связь между антропогенным загрязнением атмосферы и питьевой воды с уровнем заболеваемости населения Россошанского района за 2017–2024 гг.

Материалы и методы. В работе использованы: материалы официальных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области»; данные Генерального плана г. Россошь за 2017 и 2024 гг. [8, 9]; результаты социально-гигиенического мониторинга (состав воздуха, качество питьевой воды, показатели заболеваемости). Применялись

стандартные методы статистической обработки (расчет средних, корреляционный анализ, оценка достоверности по критерию Стьюдента).

Результаты и обсуждение. АО «Минудобрения» — один из крупнейших производителей минудобрений в регионе. Ежегодные объёмы выпуска: аммиак — 1,2 млн т; нитроаммофоска — 1,236 млн т; азотная кислота — 850 тыс. т [4,

В структуре выбросов доминируют: диоксид азота (около 1100 т/год), аммиак (около 825 т/год) и фтороводород (около 10,4 т/год) [4, 9]. Эти токсиканты поражают практически все системы организма: дыхательную, сердечно-сосудистую, пищеварительную, кроветворную, нервную, а также кожные покровы.

Для снижения рисков вокруг завода установлена санитарно-защитная зона, размеры которой соответствуют классу опасности предприятия [4, 8]. На границе и за пределами этой зоны превышений ПДК химических веществ не зафиксировано.

Динамика загрязнения за 2017–2023 гг. демонстрирует положительные сдвиги. Кратность превышения ПДК по диоксиду азота, фенолу и взвешенным веществам снизилась: с 1,1–2,0 ПДК в 2017 г. до 0,1–1,0 ПДК в 2024 г. [4, 8].

Одновременно улучшилось качество питьевой воды. В 2017 г. доля нестандартных проб по химическим показателям достигала 48,2%. К 2024 г. превышения ПДК по большинству загрязнителей уменьшились до диапазона 0,1–1,0. Однако сохраняется проблема высокой жесткости воды (более 10 мг-экв/л) [4, 8].

На территории с повышенным содержанием химических поллютантов выявлен высокий уровень заболеваемости: у детей — анемии, болезни пищеварения, бронхиальная астма, врожденные аномалии; у детей и взрослых — мочекаменная болезнь [8, 9].

Корреляционный анализ подтвердил статистически значимую связь средней силы: между концентрацией NO_2 и заболеваемостью детей бронхиальной астмой ($r = 0,48$; t расч. $= 2,86$; $p < 0,05$); между концентрацией NO_2 и врожденными аномалиями ($r = 0,52$; t расч. $= 3,07$; $p < 0,05$) [4, 8].

Выявлена сильная корреляция: между содержанием NO_2 и частотой гастритов/дуоденитов у детей ($r = 0,94$; t расч. $= 8,2$; $p < 0,05$); между жесткостью питьевой воды и заболеваемостью мочекаменной болезнью взрослого населения

Выводы. В зоне влияния АО «Минудобрения» содержание химических примесей в атмосферном воздухе не превышает гигиенических нормативов. Тем не менее, установлено достоверно значимое влияние загрязнения воздуха и воды на уровень заболеваемости населения. Особую уязвимость демонстрирует детская популяция. Для обеспечения безопасности жизнедеятельности и снижения рисков необходимы продолжение целенаправленных управленческих и профилактических мероприятий в сфере охраны здоровья.

Список литературы

1.Механтьева Л.Е., Перфильева М.В., Раскина Е.А., Дорохина А.А., Енин А.В., Косякова Н.А. Оценка влияния загрязнения питьевой воды химическими соединениями на здоровье населения Воронежской области // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы VI Международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2021. – С. 298-304.

2.Механтьева Л.Е., Перфильева М.В., Раскина Е.А., Енин А.В., Воробьева В.А., Иванова Д.С. Оценка экологической обстановки и пути совершенствования радиационной безопасности в районе расположения Нововоронежской атомной электростанции // Безопасность – 2023: материалы VII Межрегиональной научно-практической конференции. – Волгоград, 2023. – С. 145-149.

3.Механтьева Л.Е., Перфильева М.В., Дронова А.И., Минакова В.В., Раскина Е.А. Особенности организации медицинской помощи пострадавшим при ликвидации последствий пожаров в Воронежской области // Комплексные проблемы техносферной безопасности: сборник статей по материалам XVI Международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2020. – С. 371-

4.Сухецкая Е.А., Шашкова Е.С., Раскина Е.А., Механтьева Л.Е., Перфильева М.В. Влияние производства минеральных удобрений на окружающую среду на примере производства АО «Минудобрения» города Россошь Воронежской области // Молодежный инновационный вестник. – 2025. – Т. XIV, приложение 1. – С. 184-187.

5.Механтьева Л.Е., Перфильева М.В., Раскина Е.А., Нестерова А.В. Техногенное загрязнение окружающей среды и степень его влияния на здоровье населения Воронежской области // Комплексные проблемы техносферной безопасности: сборник тезисов по материалам XVII Международной научно-практической конференции. – Воронеж: ВГТУ, 2021. – С. 129-130.

6.Баутина Е.В., Стукальская Ю.А. Анализ влияния производственных предприятий на экологическую обстановку Воронежской области // Проектное управление в строительстве. – 2020. – № 2 (19). – С. 138-146.

7.Механтьева Л.Е., Перфильева М.В., Раскина Е.А., Дорохина А.А., Енин А.В., Косякова Н.А. Оценка влияния загрязнения питьевой воды химическими соединениями на здоровье населения Воронежской области // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы VI Международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2021. – С. 298-304. – EDN: FJOQAC.

8.Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2023 году». – Воронеж: Управление Роспотребнадзора по Воронежской области, 2024. – 199 с. –

9.Генеральный план городского поселения – город Россошь Россошанского муниципального района Воронежской области. Том II. Материалы по

обоснованию генерального плана. – Воронеж: БУ ВО «Нормативно-проектный центр», 2021. – 210 с. – URL: https://rossosh.ru (дата обращения: 04.03.2026).

References

1. Mekhantieva L.E., Perfilieva M.V., Raskina E.A., Dorokhina A.A., Enin A.V., Kosyakova N.A. Assessment of the Impact of Drinking Water Pollution with Chemical Compounds on the Health of the Population of the Voronezh Region // Complex Problems of Technosphere Safety: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. - Voronezh, 2021. - Pp. 298-304.

2. Mekhantieva L.E., Perfilieva M.V., Raskina E.A., Enin A.V., Vorobyeva V.A., Ivanova D.S. Assessment of the Environmental Situation and Ways to Improve Radiation Safety in the Area of the Novovoronezh Nuclear Power Plant // Safety - 2023: Proceedings of the VII Interregional Scientific and Practical Conference. - Volgograd, 2023. - Pp. 145-149.

3. Mekhantieva L.E., Perfil'eva M.V., Dronova A.I., Minakova V.V., Raskina E.A. Features of the organization of medical care for victims of fire response in the Voronezh Region // Complex problems of technosphere safety: a collection of articles based on the materials of the XVI International scientific and practical conference. - Voronezh, 2020. - Pp. 371-374.

4. Sukhetskaya E.A., Shashkova E.S., Raskina E.A., Mekhantieva L.E., Perfil'eva M.V. The impact of mineral fertilizer production on the environment using the example of JSC Mineral Fertilizers in Rossosh, Voronezh Region // Youth Innovation Bulletin. - 2025. - Vol. XIV, Appendix 1. - Pp.

5. Mekhantieva L.E., Perfil'eva M.V., Raskina E.A., Nesterova A.V. Man-made pollution of the environment and the degree of its impact on the health of the population of the Voronezh region // Complex problems of technosphere safety: collection of abstracts based on the materials of the XVII International scientific and practical conference. - Voronezh: VSTU, 2021. - Pp. 129-130.

6. Bautina E.V., Stukal'skaya Yu.A. Analysis of the impact of industrial enterprises on the environmental situation in the Voronezh region // Project management in construction. - 2020. - No. 2 (19). - Pp. 138-146.

7. Mekhantieva L.E., Perfil'eva M.V., Raskina E.A., Dorokhina A.A., Enin A.V., Kosyakova N.A. Assessing the Impact of Drinking Water Pollution with Chemical Compounds on Population Health in the Voronezh Region // Complex Problems of Technosphere Safety: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. – Voronezh, 2021. – pp. 298-304. – EDN: FJOQAC.

8. Report "On the State of Sanitary and Epidemiological Welfare of the Population in the Voronezh Region in 2023". – Voronezh: Office of Rospotrebnadzor for the Voronezh Region, 2024. – 199 p. – URL: https://36.rospotrebnadzor.ru/download/dokl_seb_2023.pdf (accessed: 21.03.2026).

9. General Plan of the Urban Settlement – the Town of Rossosh, Rossoshansky Municipal District, Voronezh Region. Volume II. Materials for Substantiating the General Plan. – Voronezh: BU VO "Normative and Design Center", 2021. – 210 p. – URL: https://rossosh.ru (date of access: 04.03.2026).

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_188-194
УДК 62-85

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА БЫСТРОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ С ПНЕВМОГЛУШИТЕЛЕМ

Пантюшин А.О., *аспирант*
Самарский университет им. С.П. Королева

Аннотация. В статье рассматривается проблема влияния пневмоглушителей на быстродействие пневматических систем при снижении уровня шума. Актуальность исследования обусловлена необходимостью оптимизации работы современных пневматических систем, требующих высокой скорости срабатывания, при одновременном соблюдении требований по снижению уровня звука.

Исследования базируются на ГОСТ 25114-82 с модификацией методики измерений. Проведен ряд экспериментов по определению времени падения давления в системе с различными вариантами пневмоглушителей, имеющих одинаковые конструктивные параметры, но разные по длине звукопоглощающего элемента.

В результате исследования разработан метод расчета коэффициента быстродействия системы с учетом влияния глушителя. Получены экспериментальные данные по влиянию длины глушителя на быстродействие системы. Установлено что наиболее показательными являются замеры при падении давления от 2,2 МПа до 0,1 МПа.

Ключевые слова: пневмоглушитель, быстродействия системы, коэффициент быстродействия, шум, система пневматическая

DETERMINATION OF THE SYSTEM RESPONSE RATE COEFFICIENT WITH A PNEUMATIC SILENCER

Pantyushin A.O., *Postgraduate Student*
Samara University named after S.P. Korolev

Abstract. he article examines the problem of the impact of pneumatic silencers on the response rate of pneumatic systems while reducing noise levels. The relevance of the research is due to the need to optimize the operation of modern pneumatic systems that require high response speed while simultaneously meeting sound reduction requirements.

The research is based on GOST 25114-82 with modifications to the measurement methodology. A series of experiments were conducted to determine the pressure drop time in a system with various pneumatic silencer options, having identical design parameters but different lengths of the sound-absorbing element.

© Пантюшин А. О., 2026

As a result of the research, a method for calculating the system response rate coefficient, taking into account the silencer’s influence, was developed. Experimental data on the impact of silencer length on system response rate were obtained. It was established that measurements during pressure drop from 2.2 MPa to 0.1 MPa are the most indicative.

Keywords: pneumatic silencer, system response rate, response rate coefficient, noise, pneumatic system.

В основе проведения гигиенического нормирования по борьбе с пылью, то есть гигиенического нормирования содержания аэрозолей в воздухе рабочей зоны лежит определения разрешенного количества веществ, содержащегося в воздухе. Кроме того, учитывается вредность рассчитываемого вещества [1]. В табл. 1 и рис. 1 представлены…

Одна из проблем современных пневматических систем это повышенный шум возникающий при выбросе сжатого воздуха. Основным решением этой проблемы является использование пневмоглушителей, которые снижают уровень шума системы, но при этом на ее быстродействие. Особенность многих современных систем в том, что им требуется значительное быстродействия и они нетерпимы к затягиванию времени процесса. Поэтому одним из важных параметров при разработке глушителя это его способность снижать уровень звука, но при обеспечивать достаточно быстрый сброс давления в системе.

Для оценки работоспособности пневмоглушителя можно использовать метод описанный в ГОСТ 25114-82. Он основан на измерении времени, необходимого для падения давления в пневмоемкости при выдуве воздуха. Особенность данного ГОСТа в том, что он нормирует эти показатели для пневмоглушителей в системах с давлением не более 0,6 МПа.

В рамках работы по исследованию пропускной способности и акустической эффективности пневматических глушителей возникал вопрос о влиянии пневмоглушителя на быстродействие системы в зависимости от снижения уровня звука. [1] Поэтому было необходимо ввести параметр, который позволял оценить влияние глушителя на работу системы.

Для решения этой задачи было принято решение опираться на ГОСТ 25144-82 «Пневмоглушители. Технические условия». Согласно нему, воздух из пневмоемкости выпускают через выхлопную линию, состоящую из трубопровода длиной не менее 1 м с внутренним диаметром, большим чем d (Dy) испытуемого пневмоглушителя, пневмодросселя, пневмораспределителя с пропускной способностью, превышающей пропускную способность (Kυ) испытуемого пневмоглушителя. Определяется параметр t1 – время падения давления при выхлопе без глушителя. Перед проведением испытаний настройкой пневмодросселя достигают выбранного значения времени t1 изменения давления в пневмоемкости от p1 до p2 при выхлопе без пневмоглушителя. Затем в выхлопную линию устанавливают испытуемый пневмоглушитель и измеряют время изменения давления от p1 до p2 в

пневмоемкости. Пневмоглушитель считается выдержавшим испытание при условии:

$$t<1,4t, \quad (1)$$

где t — время изменения давления в пневмоемкости при выхлопе с глушителем, с [2].

В связи с этим, опираясь на ГОСТ 25144-82 было принято решения брать не фиксированные значения для давления, по которым определяются отсчетные точки [3]. А заменить значения давления в доли от заданного в системе, что в дальнейшем позволит применять методику для систем разного давления. В ГОСТе для систем с давлением 0,63МПа (6,3 Бар) установлены точки в 0,5 и 0,2 МПа (5 и 2 Бар), в своей работе по аналогии были приняты значения 0,8 и 0,3 от максимального давления в системы. В соответствии с этим отсчет времени падения давления (t) начинается с момента, когда достигается давление 0,8 от максимального давления в системе, а завершается, когда давление становится менее, чем 0,2 от максимального. После определения основных точек для работы с данными, была создана программа для автоматической обработки массива данных. Результаты представлены на рис. 1 и в табл. 1.

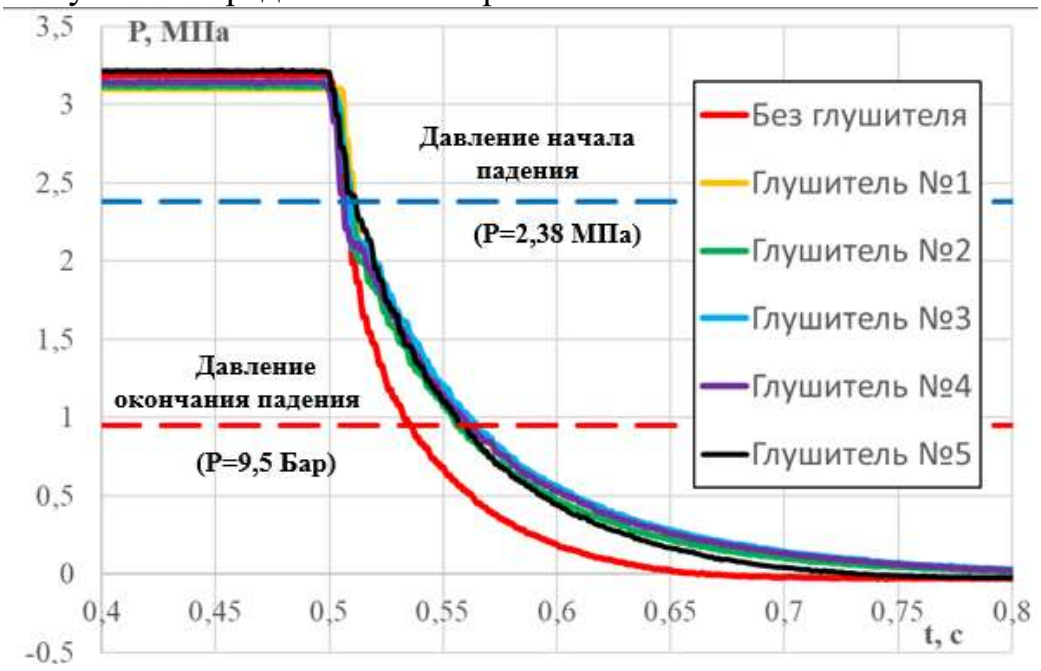


Рис.1. Линии давления для определения времени падения

Таблица 1

Результаты расчета коэффициента быстродействия

№		tн, с	tк, с	Δt, с	k
1	Без глушителя	0,51	0,538	0,028	1
2	Глушитель №1	0,51	0,539	0,029	1,03
3	Глушитель №2	0,507	0,538	0,031	1,11
4	Глушитель №3	0,512	0,542	0,03	1,07
5	Глушитель №4	0,512	0,545	0,033	1,18
6	Глушитель №5	0,507	0,565	0,64	1,64

В рамках работы была проведена серия замеров падения давления в системе с установленным пневмоглушителем, каждый из которых имел общий звукопоглощающий элемент – пористый пропилен с одинаковыми внешним и внутренним диаметром, но различной длины. Основные параметры пневмоглушителей приведены в табл. 2, общий вид представлен на рис. 2 и рис. 3.

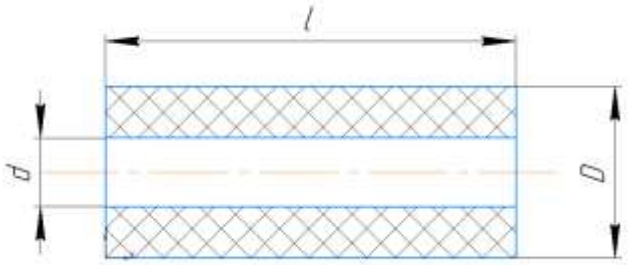


Рис. 2. – Пористый материал основные параметры



Рис. 3. – Исследуемые пневмоглушители

Таблица 2

Основные параметры пневмоглушителей

№	Обозначение пневмоглушителя	D, мм	d, мм	h, мм
1	Пневмоглушитель 1	64	30	250
2	Пневмоглушитель 2	64	30	165
3	Пневмоглушитель 3	64	30	145
4	Пневмоглушитель 4	64	30	90
5	Пневмоглушитель 5	64	30	70

Результаты измерений падения давления представлены на рис. 4, где так же нанесены опорные линии для расчета времени падения давления.

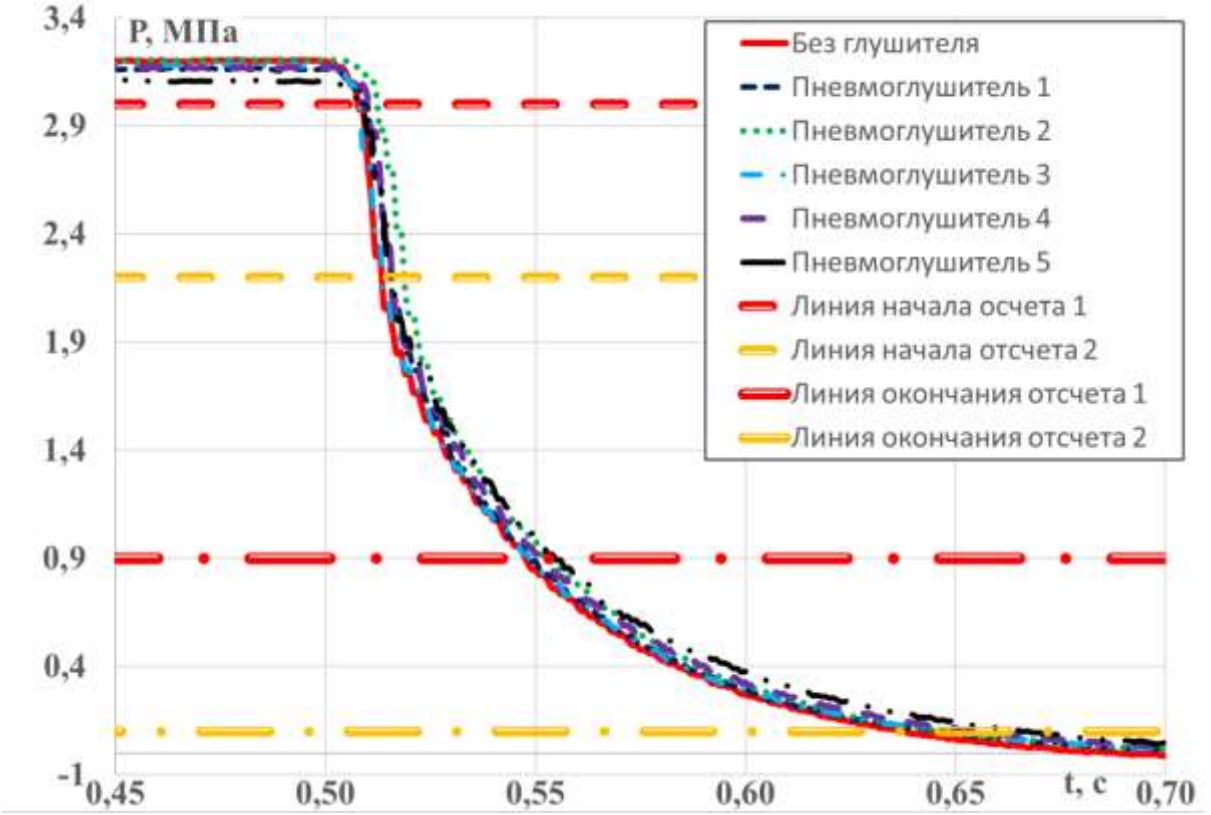


Рис.4. Линии отсчёта давления для определения времени падения

На основе полученных данных для каждого из глушителей был рассчитан коэффициент быстродействия на различных опорных давлениях. Пример представлен в табл. 3. Далее на основе полученных расчетов был построен график зависимости коэффициента быстродействия системы от длины глушителя результат представлен на рис. 5

Таблица 3

Рассчет коэффициента быстродействия для пневмоглушителя 1

№	$P_{нач}$	$P_{кон}$	$t_{нач}$	$t_{кон}$	Δt	$K=\Delta t/\Delta t_{без\ гл}$
3-0,1 МПа	29,955	0,517	0,509	0,667	0,158	1,053
2,2-0,9 МПа	22,243	9,133	0,518	0,548	0,03	**1**
3-0,9 МПа	29,955	9,133	0,509	0,548	0,039	**1**
2,2-0,1 МПа	22,243	0,517	0,518	0,667	0,149	1,09

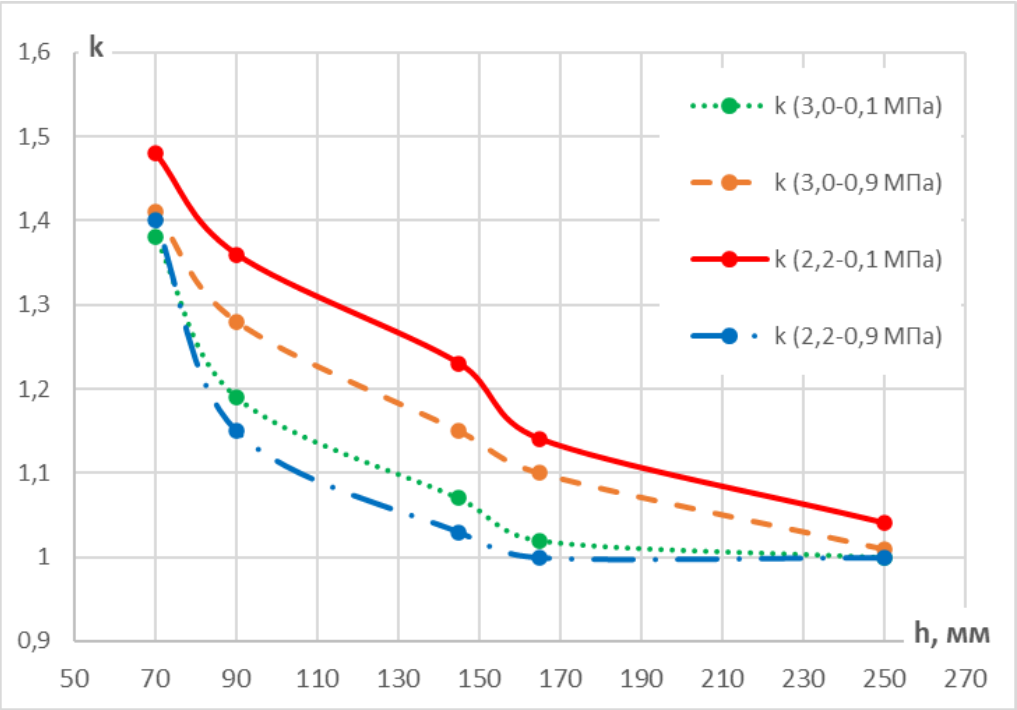


Рис.5. Линии отсчёта давления для определения времени падения

При изучении полученных коэффициентов быстродействия в зависимости от выбора начального и конечного давления наиболее показательными по разнице между значениями быстродействия для различных длин глушителя лучше всего себя показал расчет по уровню давления от 3 МПа до 0,9 МПа и от 2,2 МПа до 0,1 МПа. При детальном изучении было обнаружено что при расчете от 3 МПа до 0,9 МПа при длинах более 250 мм расчет дает значение близкое к единице, что не соответствует действительности поэтому в дальнейшем для расчета коэффициента быстродействия наиболее целесообразно использовать расчётный давление от 2,2 МПа до 0,1 МПа.

Проведенные исследования позволили определить влияние пневмоглушителей на быстродействие системы при различных длинных звукопоглощающего элемента. Установлена зависимость между длиной глушителя и коэффициентом быстродействия. Разработан метод расчета коэффициента быстродействия, который может применяться для систем различного давления. Выявлено что наиболее точные результаты получаются при измерении падения давления от 2,2 МПа до 0,1 МПа. Полученные данные позволяют оптимизировать выбор пневмоглушителей с учетом требований к снижению уровня звука и производительности системы.

Список литературы

1. Иголкин А.А., Пантюшин А.О., Сафин А.И. Исследование пропускной способности и акустической эффективности пневматических глушителей. // Noise Theory and Practice – СПБ: ООО «ИАК», 2025 – с.144-151

2. ГОСТ 25144 – 82. Пневмоглушители. Технические условия – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 22 с.

3. Шахматов. Шахматов Е.В., Иголкин А.А. [и др.]. Разработка пневматического глушителя шума – Защита от повышенного шума и вибрации сборник трудов конференции IX Всероссийской научно-практической конференции. - СПБ: Институт акустических конструкций, 2023. - 5с.

References

1. Igolkin A.A., Pantyushin A.O., Safin A.I. Research of flow capacity and acoustic efficiency of pneumatic silencers // Noise Theory and Practice. – Saint Petersburg: LLC “IAC”, 2025. – P. 144-151

2. GOST 25144-82. Pneumatic silencers. Technical specifications – Moscow: Standards Publishing House, 1982. – 22 p.

3. Shakhmatov E.V., Igolkina A.A. [et al.]. Development of a pneumatic noise silencer – Protection against increased noise and vibration: proceedings of the IX All-Russian Scientific and Practical Conference. – Saint Petersburg: Institute of Acoustic Structures, 2023. – 5 p.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_195-204
УДК 504.062.2

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОНЫ ВОЗМОЖНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА ТКО ПОДГОРЕНСКОГО РАЙОНА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

Ткаченко А.М., *магистрант*
Головина Е.И., *канд. техн. наук, доцент*
Ашихмина Т.В., *канд. геогр. наук, доцент*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация. В статье представлены результаты оценки экологической опасности полигона твердых коммунальных отходов (ТКО) Подгоренского района Воронежской области. Выполнен анализ природных и антропогенных факторов формирования фильтрата. Представлен расчет среднегодового объема фильтрационных вод, определены условия миграции загрязняющих веществ в подземные горизонты. Разработаны практические рекомендации по снижению экологической опасности объекта, включая устройство комбинированных противофильтрационных экранов и современные методы очистки фильтрата. Показано, что отсутствие гидроизоляции и нарушение регламента эксплуатации создают высокий риск загрязнения подземных вод. [5]

Ключевые слова: полигон ТКО, фильтрат, подземные воды, противофильтрационный экран, очистка фильтрата, экологическая безопасность.

ANALYSIS OF FACTORS AND FORECASTING OF THE ZONE OF POSSIBLE UNDERGROUND WATER POLLUTION IN THE AREA OF WASTE DISPOSAL (ON THE EXAMPLE OF THE TCO POLYGON IN THE PODGORENSKY DISTRICT OF THE VORONEZH REGION)

Tkachenko A.M., *master*
Golovina E.I., *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Ashikhina T.V., *Candidate of Geography, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract. The article presents the results of assessing the environmental hazard of the solid municipal waste (SMW) landfill in the Podgorensky District of the Voronezh Region. An analysis of the natural and anthropogenic factors contributing to the formation of leachate has been conducted. The calculation of the average annual volume of leachate has been presented, and the conditions for the migration of pollutants into underground horizons have been determined. Practical recommendations have been developed to reduce the environmental hazard of the

© Ткаченко А. М., Головина Е. И., Ашихмина Т. В., 2026

facility, including the installation of combined anti-leaching screens and the use of modern methods for treating leachate. It has been shown that the lack of waterproofing and the violation of operating regulations pose a high risk of groundwater contamination. [5]

Keywords: landfill, filtrate, groundwater, anti-filtration screen, filtrate treatment, environmental safety.

Проблема загрязнения подземных вод фильтратом объектов размещения отходов (ОРО) приобрела в последние десятилетия особую остроту. В Российской Федерации насчитывается более 4000 легальных полигонов и около 16000 несанкционированных свалок [7]. Большинство из них эксплуатируется без надлежащей гидроизоляции, что создает постоянную угрозу миграции токсичных соединений в водоносные горизонты [1, 6].

Воронежская область не является исключением. На ее территории расположено несколько крупных полигонов ТКО, часть из которых достигла высокой степени заполнения. Особого внимания заслуживает полигон в Подгоренском районе, эксплуатируемый с 2011 года, заполненность которого на 2022 год составляла около 88%. [7]

Целью настоящей работы является анализ факторов, формирующих экологическую опасность фильтрационных вод, и количественная оценка риска загрязнения подземных вод на примере указанного объекта, а также разработка рекомендаций по минимизации негативного воздействия. [11]

Полигон ТКО, расположенный в Подгоренском районе Воронежской области (пгт. Подгоренский, северо-восточная часть), введен в эксплуатацию в 2011 году. Площадь объекта составляет 9802 м² (около 1 га). Ближайшая жилая застройка находится на расстоянии около 6 км от границ полигона, что снижает прямое воздействие на население, но не исключает рисков для подземных вод.



Рис.1. Вид исследуемого объекта (Google Earth Pro)



Рис.2. Географическое расположение полигона ТКО в пгт. Подгоренском

Согласно данным Территориальной схемы обращения с отходами Воронежской области (Приказ №319 от 26.12.2022), количество размещенных отходов на полигоне составляет 41,08 тыс. тонн при среднегодовом поступлении около 4,5 тыс. тонн [7]. Заполненность объекта по маркшейдерским замерам 2021–2022 гг. достигла 88%. При сохранении текущих темпов поступления отходов полигон может быть полностью заполнен в ближайшие 2–3 года

Кроме того, на объекте отсутствует противофильтрационный экран (ни естественный, ни искусственный), что в сочетании с геологическими условиями (суглинки, пески, мергели) создает предпосылки для свободной миграции фильтрата в нижележащие горизонты.

Подгоренский район расположен в юго-западной части Воронежской области на правобережье Дона. Климат — умеренно-континентальный с жарким сухим летом и умеренно холодной зимой [2].

Согласно данным, годовая роза ветров характеризуется преобладанием южных (15%), западных (16%) и юго-восточных (13%) направлений.

В геологическом строении района выделяются:

- девонские отложения (известняки, глины);
- каменноугольные отложения (песчаники, глины);
- меловые отложения: мел, цементные мергели, песчаники;
- палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения (суглинки, пески, лёссы) [4].

На участке объекта исследования породы повсеместно перекрыты четвертичными делювиальными образованиями — суглинками и щебенкой мела (мощность до 5 м). Преобладающими почвообразующими породами являются лёссы, лёссовидные и покровные тяжелые суглинки. Фоновые почвы — черноземы обыкновенные суглинистые [3].

Глубина залегания подземных вод на территории Подгоренского района варьируется от 20 до 70 м и более. Здесь происходит стык трех крупных гидрогеологических структур: Московского, Приволжско-Хоперского и Донецко-Донского артезианских бассейнов. В гидрогеологическом разрезе выделяются три этажа (от безнапорных вод верхнего этажа до напорных вод нижнекаменноугольных и девонских отложений).

Таким образом, отсутствие регионального водоупора в верхней части разреза и высокая степень фильтрационной неоднородности создают условия для вертикальной миграции фильтрата вниз по профилю.

В работе выполнен расчет объема фильтрационных вод согласно требованиям СП 320.1325800.2017 «Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация» [8, 13].

3.1. Исходные данные

- Площадь складирования (открытая карта) $S_0 = 9802$ м².
- Среднегодовое количество осадков по метеостанции Павловск: АО = 524 мм/год [2].

- Расчетный период — календарный год, помесячная детализация согласно таблице:

Таблица 1

Данные расчета объема фильтрата на открытых участках размещения отходов

Номер месяца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Осадки, мм	42	34	30	33	44	58	61	40	48	41	45	48
Среднемесячная температура	-7,5	-7,3	-1,8	8	15,3	19,2	21,1	19,9	13,9	6,8	0,4	-4,9
Относительная влажность, %	83	82	82	67	59	60	61	62	65	76	84	86
Абсолютная влажность, г/м^3	2,37	2,38	3,53	5,56	7,73	9,92	11,27	10,68	7,81	5,83	4,21	2,97
δT	0,6	1,26	1,23	1,67	3,63	2,2	-3,46	-7,37	-10,3	-10,8	-6,8	-3
δE	0,16	0,33	0,3	0,76	2,96	0,76	0,36	-3,1	-3,36	-3,63	-1,7	-0,5
T испр	-6,9	-6,04	-0,57	9,67	18,93	21,4	17,64	12,53	3,6	-4	-6,4	-7,9
e испр	2.53	2,71	3,83	6,32	10,69	10,68	11,63	7,58	4,45	2,2	2,51	2,47
e ср, мм/сут	0,03	0,06	1	1,5	1,95	1,75	2,25	1,71	1,2	0,6	0,25	0,21
Количество дней	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Испарение за месяц, мм	0,93	1,68	31	45	60,45	52,5	69,75	53,01	36	18,6	7,5	6,51

В качестве примера приведем расчет для июля (максимальная интенсивность испарения). Аналогичные вычисления выполнены для всех 12 месяцев.

Суммарное испарение за год составило:

СИ = 382,93 мм.

Слой фильтрата ($СФ_0$) определяется как разность между осадками и испарением:

$СФ_0$ = АО – СИ = 524 – 382,93 = 141,07 мм = 0,14107 м

Среднегодовой объем фильтрата на открытой карте W_0 рассчитывается по формуле:

$W_0 = СФ_0 \times S_0 = 0,14107 \times 9802 = 1382,8$ м³/год

Среднесуточный объем фильтрата, поступающего на очистку (или мигрирующего в грунт, если очистка отсутствует), составляет:

1382,8 / 365 ≈ 3,79 м³/сут ≈ 3790 л/сут

Для прогноза времени проникновения фильтрата к уровню грунтовых вод использована формула на основе закона Дарси:

$t = x \times (n / K_ф)$

где: x — глубина залегания грунтовых вод, м (по Приложению Г принимаем для расчетов 30 м) [3, 15];

n — коэффициент пористости суглинков ≈ 0,4;

$K_ф$ — коэффициент фильтрации суглинков (ориентировочно 10^{-5}–10^{-6} см/с, что соответствует ≈ 0,00864–0,0864 м/сут) [10].

При $K_ф$ = 0,01 м/сут (осредненное значение):

t ≈ 30 × (0,4 / 0,01) = 1200 суток ≈ 3,3 года

Таким образом, при отсутствии защитных экранов и нарушенном режиме эксплуатации первые порции фильтрата могут достичь уровня грунтовых вод уже через 3–4 года после начала эксплуатации. Учитывая, что полигон функционирует с 2011 года (более 15 лет), зона техногенного загрязнения подземных вод, вероятно, уже сформировалась.

Для предотвращения дальнейшего загрязнения подземных вод и реабилитации территории разработан комплекс мероприятий, объединенных в три основных направления.

1. Противофильтрационные экраны: на основании сравнительного анализа материалов рекомендовано устройство комбинированного многослойного противофильтрационного экрана (ПФЭ), сочетающего минеральные и полимерные компоненты [11, 14, 15]. Предлагаемая конструкция:

Таблица 2

Характеристика ПФЭ

Слой	Материал	Назначение
Подстилающий (снизу)	Геотекстиль (500 г/м²)	Защита от проколов, разделение слоев
Основной гидробарьер	Геомембрана HDPE толщиной 2,0 мм	Основной барьер ($K_ф \approx 10^{-14}$ м/с)
Дренирующий	Геосетка + щебень фракции 20–40 мм	Сбор и отвод фильтрата
Защитный (самовосст.)	Бентонитовый мат	Самозалечивание мелких дефектов

Общая толщина комбинированного экрана составляет около 0,5 м при эффективной толщине гидравлического барьера, обеспечиваемого геомембраной и бентонитом.

Преимущества комбинированной схемы:

- коэффициент фильтрации не более 10^{-11}–10^{-12} см/с;

- устойчивость к агрессивным средам фильтрата (HDPE);
- самозалечивание локальных повреждений (бентонит);
- возможность мониторинга целостности через дренажную систему.

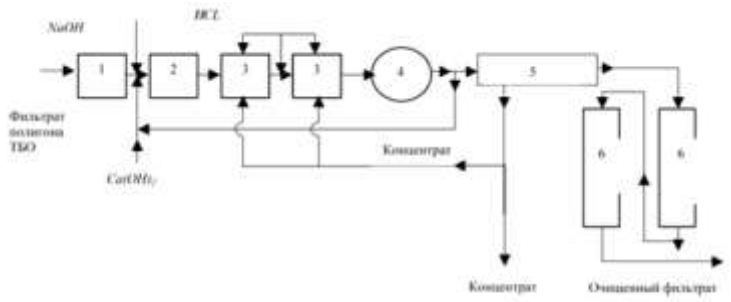
2. Система сбора и очистки фильтрата.

Расчетный объем фильтрата (~3,8 м³/сут) делает экономически и технологически целесообразным строительство локальной станции очистки производительностью 5–10 м³/сут с буферными емкостями (пруд-накопитель)

В работе предложена многоступенчатая схема очистки [9, 12]:

1. Механическая предварительная очистка: пескоуловители, микрофильтрация (50 мкм) для удаления взвешенных веществ до 5 г/л [16].

2. Биологическая очистка (для снижения БПК и ХПК):

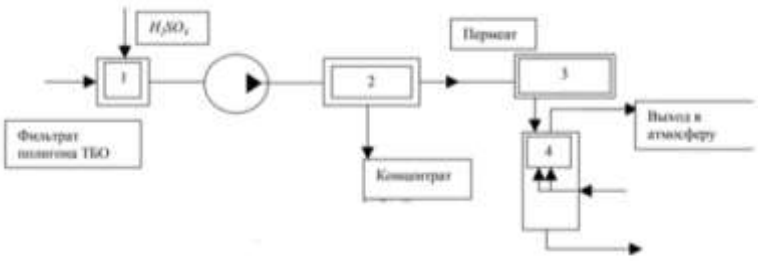


1- приемный резервуар; 2 – емкость денитрификации; 3 – емкость нитрификации; 4 – отстойник; 5 – ультрафильтрация; 6 – фильтры с АУ

Рис.3. Схема биологической очистки фильтрата с доочисткой ультрафильтрацией [9]

- анаэробный реактор (для высококонцентрированного «молодого» фильтрата) с последующей утилизацией биогаза;
- аэробная доочистка (аэротенк или биофильтр), позволяющая снизить БПК на 90%, ХПК — на 80%.

3. Физико-химическая доочистка:



1 – приемный резервуар; 2 – установка обратного осмоса; 3 – сборник очищенного фильтрата; 4 – дегазатор

Рис.4. Схема очистки фильтрата полигона методом обратного осмоса [9]

- сорбция на активированном угле (удаление органических микрозагрязнителей, фенолов);
- ионный обмен (извлечение тяжелых металлов);

- обратный осмос (обессоливание, удаление аммонийного азота, хлоридов).

4. Обеззараживание: УФ-облучение или хлорирование перед сбросом в окружающую среду либо перед подачей на повторное использование (технические нужды) [9, 12].

Альтернативным вариантом для небольших объемов является гальванокоагуляция с последующей доочисткой в каскадных биологических прудах.

На основе комплексного анализа и расчетов, выполненных в рамках исследования, можно сделать следующие основные выводы:

1. Факторы опасности полигона ТКО Подгоренского района включают как природные (высокая проницаемость суглинков и мергелей, глубина залегания подземных вод 20–70 м, отсутствие регионального водоупора, годовое количество осадков 524 мм), так и антропогенные (отсутствие противофильтрационного экрана, нарушение регламента эксплуатации, высокая заполненность 88%, продолжающееся поступление отходов без сортировки) [5, 6, 7].

2. Расчетный среднегодовой объем фильтрата составляет 1382,8 м³/год (3,79 м³/сут), что при отсутствии гидроизоляции и системы сбора создает постоянный источник загрязнения. Время миграции фильтрата к уровню грунтовых вод оценивается в 3,3 года, что при 13-летней эксплуатации полигона означает высокую вероятность уже сформировавшегося шлейфа загрязнения.

3. Рекомендованный комплекс защитных мероприятий включает:

- комбинированный противофильтрационный экран (глина + геомембрана HDPE + бентонитовый мат) [15];
- систему сбора и локальной очистки фильтрата (механическая, биологическая, физико-химическая стадии);
- мониторинг подземных вод по сети наблюдательных скважин (не менее 3–5 штук).

Таким образом, результаты работы могут быть использованы для экологического обоснования природоохранных мероприятий как на существующем полигоне (до его рекультивации), так и при проектировании нового объекта.

Список литературы

1. Осипов В. И., Мамаев Ю. А., Козлякова И. В. Территориальное размещение полигонов твёрдых коммунальных отходов / В. И. Осипов, Ю. А. Мамаев, И. В. Козлякова // Вестник РАН. — М., 2020. — № 6. — С. 567-574.

2. Моделирование исторических данных о климате и погоде для Подгоренский — URL: https://www.meteoblue.com/ru/погода/historyclimate/climatemodelled/Подгоренский_Россия_508394 (дата обращения: 06.05.2026).

3. Ашихмина Т.В. Геоэкологический анализ состояния окружающей среды и природоохранные рекомендации в районе расположения полигонов ТБО Воронежской области: дис. канд. геогр. наук: 25.00.36 / Ашихмина Татьяна Валентиновна. — Воронеж, 2014. — 187 с.

4. Смольянинов В. М. Географические подходы при землеустроительном проектировании в регионах с интенсивным развитием природных и техногенных чрезвычайных ситуаций: монография / В.М. Смольянинов, Т.В. Овчинникова. — Воронеж: Истоки, 2010. — 230 с.

5. Росприроднадзор | Эксплуатирующий полигон ТКО «Подгоренский коммунальный центр» допустил многочисленные нарушения природоохранного законодательства — URL: https://rpn.gov.ru/press/news/ekspluatiruyushchiy_poligon_tko_podgorenskiy_kommunalnyy_tsentr_dopustil_mnogochislennye_narusheniya/ (дата обращения 10.05.2026).

6. Притужалова О. А., Жованик И. А. Анализ изученности свалочного фильтрата на российских полигонах твердых коммунальных отходов / О. А. Притужалова, И. А. Жованик // Вестник Удмуртского университета. — 2023. — Т. 33. — №4. — С. 413-426.

7. Департамент жилищно-коммунального хозяйства Воронежской области. Приказ от 26.12.2022 №319 «Территориальная схема обращения с отходами Воронежской области» / Департамент ЖКХ ВО. — Воронеж, 2022. — 3549 с.

8. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Приказ от 16.03.2022 №164/пр «Об утверждении изменения №1 к СП 320.1325800.2017 "Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация"» / Минстрой России. — М., 2022. — 28 с.

9. Солодовник М. В. Существующие технологии очистки фильтрационных вод полигонов твердых бытовых отходов / М.В. Солодовник // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. — 2007. — №3 — С. 98-101.

10. Шаповалов Д. А., Холин Р. Н., Скоробогатова У. Е. Моделирование и оценка загрязнения грунтовых и поверхностных вод фильтратом полигона твердых бытовых отходов / Д. А. Шаповалов, Р. Н. Холин, У. Е. Скоробогатова // International agricultural journal. — 2021. — №2. — С. 8-19.

11. Ноженко А. А., Федоров В. С., Коробов А. Ю. Совершенствование противофильтрационной защиты полигонов твердых бытовых отходов / А. А. Ноженко, В.С. Федоров, А.Ю. Коробов // Экологический вестник Донбасса. — 2022. — № 7. — С. 5-10.

12. Гаджикеримов В.В., Белова О.Ю., Карелин Д.В. Природоподобные технологии очистки фильтрационных вод, образующихся на полигонах ТКО / В. В. Гаджикеримов, О. Ю. Белова, Д. В. Карелин // Экономика строительства и природопользования. — 2019. — № 2 (71). — С. 67-76.

13. СП 320.1325800.2017. Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация: свод правил: утвержден

Минстроем России 18.05.2018: дата введения 2018-05-18. — М.: Минстрой России, 2018. — 16 с.

14. Гидроизоляция полигонов ТКО противофильтрационными экранами БентИзол — URL: https://bentizol.ru/articles/innovacionnye-protivofiltracionnye-materialy-na-zashhite-okruzhayushhej-sredy.html (07.05.2026).

15. Минприроды России — Официальный сайт — URL: https://mnr.gov.ru/ (дата обращения 07.05.2026).

16. Абрамов Н. Ф. Рекомендации по сбору, очистке и отведению сточных вод полигонов захоронения твердых бытовых отходов: методические рекомендации / Н.Ф. Абрамов, Я.И. Вайсман, Л. Рудакова и др. — М.: ФГУП Федеральный центр благоустройства и обращения с отходами, 2003. — 49 с.

References

1. Osipov, V. I., Mamaev, Yu. A., and Kozlyakova, I. V. Territorial Placement of Municipal Solid Waste Landfills. Bulletin of the Russian Academy of Sciences. — Moscow, 2020. — No. 6. — Pp. 567-574.

2. Modeling historical climate and weather data for Podgorensky — URL: https://www.meteoblue.com/ru/погода/historyclimate/climatemodelled/Podgorensky_Russia_508394 (date of access: 05/06/2026).

3. Ashikhmina T.V. Geoecological Analysis of the Environmental State and Environmental Protection Recommendations in the Area of the TSD Landfills in the Voronezh Region: PhD Thesis in Geography: 25.00.36 / Ashikhmina Tatyana Valentinovna. — Voronezh, 2014. — 187 p.

4. Smolyaninov, V. M. Geographical Approaches in Land Management Design in Regions with Intensive Development of Natural and Man-Made Emergencies: Monograph / V. M. Smolyaninov, T. V. Ovchinnikova. — Voronezh: Istoki, 2010. — 230 p.

5. Росприроднадзор | Эксплуатирующий полигон ТКО «Подгоренский коммунальный центр» допустил многочисленные нарушения природоохранного законодательства — URL: https://rpn.gov.ru/press/news/ekspluatiruyushchiy_poligon_tko_podgorenskiy_kommunalnyy_tsentr_dopustil_mnogochislennye_narusheniya/ (дата обращения 10.05.2026).

6. Prituzhalova O. A., Zhovanyk I. A. Analysis of the Study of Landfill Filtrate at Russian Municipal Solid Waste Landfills / O. A. Prituzhalova, I. A. Zhovanyk // Bulletin of Udmurt University. — 2023. — Vol. 33. — No. 4. — Pp. 413-426.

7. Department of Housing and Communal Services of the Voronezh Region. Order No. 319 dated December 26, 2022, "Territorial Waste Management Scheme of the Voronezh Region" / Department of Housing and Communal Services of the Voronezh Region. — Voronezh, 2022. — 3549 p.

8. Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation. Order No. 164/pr dated March 16, 2022 "On Approval of Amendment No. 1 to SP 320.1325800.2017 "Landfills for Municipal Solid Waste. Design, Operation,

and Reclamation" / Ministry of Construction of the Russian Federation. — Moscow, 2022. — 28 p.

9. Solodovnik M. V. Existing technologies for cleaning filtration waters of landfills of solid household waste / M.V. Solodovnik // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. — 2007. — No. 3 — Pp. 98-101.

10. Shapovalov D. A., Kholin R. N., Skorobogatova U. E. Modeling and Assessment of Groundwater and Surface Water Contamination by Solid Waste Landfill Filtrate / D. A. Shapovalov, R. N. Kholin, U. E. Skorobogatova // International agricultural journal. — 2021. — No. 2. — Pp. 8-19.

11. Nozhenko A. A., Fedorov V. S., Korobov A. Yu. Improvement of Anti-Filtration Protection of Municipal Solid Waste Landfills / A. A. Nozhenko, V.S. Fedorov, A.Yu. Korobov // Ecological Bulletin of Donbas. — 2022. — No. 7. — Pp. 5-10.

12. Gadzhikerimov V.V., Belova O.Yu., Karelin D.V. Nature-like technologies for the treatment of filtration waters formed at landfills of MSW / V. V. Gadzhikerimov, O. Yu. Belova, D. V. Karelin // Economics of Construction and Environmental Management. — 2019. — No. 2 (71). — Pp. 67-76.

13. SP 320.1325800.2017. Landfills for Municipal Solid Waste. Design, Operation, and Reclamation: Code of Rules: Approved by the Ministry of Construction of the Russian Federation on May 18, 2018: Date of Introduction: May 18, 2018. — Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2018. — 16 p.

14. Гидроизоляция полигонов ТКО противофильтрационными экранами БентИзол — URL: https://bentizol.ru/articles/innovacionnye-protivofiltracionnye-materialy-na-zashhite-okruzhayushhej-sredy.html (07.05.2026).

15. Минприроды России — Официальный сайт — URL: https://mnr.gov.ru/ (дата обращения 07.05.2026).

16. Abramov N. F. Recommendations for the collection, purification and disposal of wastewater from landfills of solid household waste: methodological recommendations / N.F. Abramov, Ya.I. Weisman, L. Rudakova et al., Moscow: FSUE Federal Center for Landscaping and Waste Management, 2003. 49 p.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_205-214
УДК 628.472.38

ПОСТ-РЕКУЛЬТИВАЦИОННАЯ ДИНАМИКА ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ: ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭМИССИЙ И МОНИТОРИНГ

Ашихмина Т. В., *кандидат географических наук, доцент*
Сидельников А. В., *магистрант*
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный технический университет"

Аннотация. В статье рассмотрена проблема пост-эксплуатационной динамики полигонов твердых коммунальных отходов после их рекультивации и «запечатывания» с применением изолирующих экранов. Показано, что процесс рекультивации не останавливает внутренние биохимические и геомеханические процессы, а переводит систему в режим длительного самодвижения, сопровождающегося эмиссией биогаза, образованием фильтрата и вертикальными деформациями свалочного тела. На основе анализа литературных и экспериментальных данных предложены подходы к прогнозированию продолжительности этих процессов с использованием индикаторных показателей состава фильтрата (pH, БПК/ХПК, Fe, Zn). Разработана программа пост-рекультивационного мониторинга, включающая контроль биогаза, фильтрационных вод и осадок поверхности.

Ключевые слова: small municipal waste disposal facility, reclamation, monitoring, waste, filtration, biogas.

POST-RECLAMATION DYNAMICS OF MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILLS: EMISSION FORECASTING AND MONITORING

Ashikhmina T. V., *Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor*
Sidelnikov A. V., *master*
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Technical University"

Abstract. This article examines the post-operational dynamics of municipal waste landfills after their reclamation and sealing using insulating screens. It is shown that the reclamation process does not halt the main biochemical and geomechanical processes, but rather switches to a long-term self-propelled mode, leading to biogas formation, leachate formation, and vertical deformations of the landfill body. Based on an analysis of literary and experimental data, approaches to predicting the longevity of these processes are proposed using indicator parameters of leachate composition (pH,

© Ашихмина Т. В., Сидельников А. В., 2026

BOD/COD, Fe, and Zn). A post-reclamation Diptych program has been developed, including biogas monitoring, seepage water, and sedimentary surfaces.

Keywords: municipal waste landfill, monitoring, waste, filter, biogas, reclamation.

В России основной способ обращения с отходами – это их захоронение на специальных объектах размещения твердых коммунальных отходов (ОРТКО), которые могут быть лицензированными (полигоны ТКО) и не санкционированными свалками. Такие объекты, накапливая отходы в течение длительного времени, постоянно обмениваются веществами и энергией с окружающей средой, и могут рассматриваться, как антропогенные геоэкологчиеские системы (АГС). [1-4]

Исследование процессов взаимодействия ОРТКО с окружающей средой целесообразно проводить с применением системного подхода, включающего основные аспекты: выделение элементов системы (почвы, воды, отходы, биота и др.), анализ структуры и характера взаимодействия с окружающей средой («входы» и «выходы» системы) (таблицы 1, 2), введение масштаба времени, позволяющего воспроизводить и изучать на моделях процессы, длительность которых значительно превышает продолжительность человеческой жизни и введение масштаба сложности, когда изучению подвергаются взаимные влияния двух или немногих элементов. [5]

Таблица 1

Элементы взаимодействия с внешней средой системы «ОРТКО»

Входы системы (Вх)	Выходы системы (Вых)
Количество и состав компонентов (отходов и изолирующего грунта) (Вх1)	Эмиссия биогаза из тела полигона (Вых1)
Температура наружного воздуха (Вх2)	Эмиссия фильтрата из тела полигона, поверхностный сток (Вых2)
Атмосферное давление (Вх3)	Формирование техногенного рельефа (Вых3)
Поступление влаги (атмосферные осадки и увлажнение в пожароопасный период) (Вх4)	Формирование патогенной микрофлоры (Вых4)
Уплотнение массы отходов (Вх5)	Формирование техногенного грунта (Вых5)
Изменение солнечной инсоляции (Вх6)	
Адвекции (Вх7)	

Таблица 2

Антропогенные и естественные факторы (входы) системы «полигон ТКО»

Входы системы (Вх)	Вид воздействия
Поступление компонентов (отходов и изолирующего грунта) (Вх1)	
Температура наружного воздуха (Вх2)	
Атмосферное давление (Вх3)	
Поступление влаги (атмосферные осадки и увлажнение в пожароопасный период) (Вх4)	
Уплотнение массы отходов (Вх5)	
Солнечная инсоляция (Вх6)	
Адвекции (Вх7)	
Естественные	Антропогенные

Изменение состояния или поведение АГС ОРТКО в процессе эксплуатации объектов является вынужденным, при прекращении эксплуатации и проведения рекультивации система переходит на этап самодвижения. Рекультивация таких объектов происходит с экранированием поверхности и созданием рекультивационных слоев – грунта и растительного покрова и подразумевает изоляцию отходов, в результате которой взаимодействие свалочных масс с окружающей средой минимизируется. Однако, процессы трансформации отходов в этом случае не прекращаются одномоментно и могу иметь значительную продолжительность. Соответственно, эмиссии из свалочного тела также продолжаются уже, в основном, за счет внутренних биохимических и геомеханических процессов разложения отходов. (рис. 1)



Рис. 1. Структура входов и выходов АГС «Полигон ТКО» на завершающих этапах ее развития

Согласно современным представлениям, жизненный цикл ОРТКО включает не только эксплуатационный и рекультивационный, но и длительный пост-рекультивационный период, включающий активную (40-50 лет), пассивную (50-200 лет) и стабилизационную (200-1000 лет) фазы, в течение которых эмиссии постепенно затухают, а тело полигона продолжает трансформироваться. [6, 7]

После закрытия ОРТКО ключевой фазой разложения отходов становится фаза метаногенеза, которая может длиться десятки лет и определяет основные риски. Анализ мирового и отечественного опыта показывает, что освоение рекультивированных территорий сталкивается с двумя основными проблемами: длительной эмиссией биогаза и неравномерными вертикальными деформациями свалочного тела. Оседание поверхности может достигать 10-15% от первоначальной высоты и продолжаться десятилетиями. (рис. 2) [8]

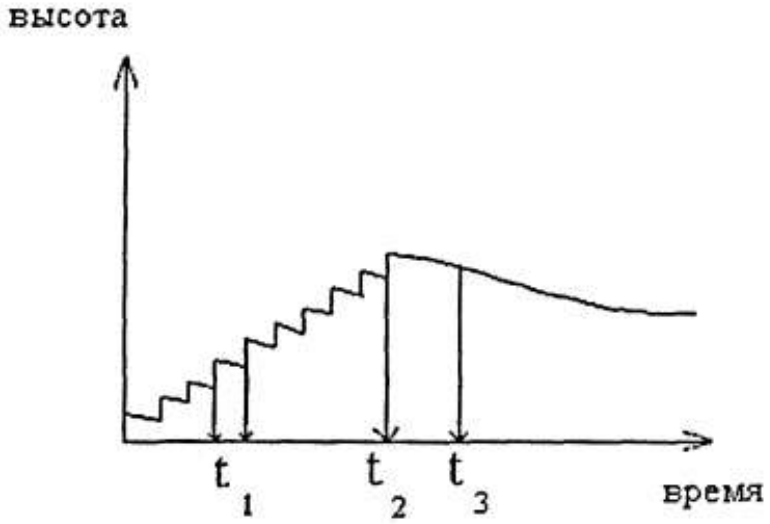


Рис. 2. Изменение высоты полигона в результате деформации свалочного грунта

Начальное сжатие (зависит от уплотнения), первичное сжатие (2 месяца – 2 года, выжимание воды и газа), вторичное сжатие (10-12 лет, биологическое разложение). [6]

Деформации напрямую связаны с эмиссией биогаза. При рекультивации, особенно с применением изолирующих экранов, возникают риски накопления газа под покрытием. Это требует применения либо активной дегазации (при потоке метана > 60 м³/час), либо пассивной (при низких потоках). Биогаз в этот период содержит метан (40-60%), CO_2, а также токсичные компоненты (сероводород, меркаптаны, ароматические углеводороды), что делает обязательным контроль его миграции. [8]

Также не стоит исключать и влияние фильтрата, представляющего собой высококонцентрированный многокомпонентный раствор, образующийся в толще отходов и являющийся одним из главных факторов долговременной экологической опасности рекультивированных полигонов. С момента нанесения изолирующих экранов система ОРТКО переходит в режим «запечатанности», но

процессы образующие фильтрат не прекращаются, а лишь видоизменяются. Движущей силой миграции влаги остается гравитационный поток, поэтому ключевое значение приобретает наличие или отсутствие противофильтрационного экрана в основании полигона. В случае его отсутствия, что характерно для старых и стихийных свалок, фильтрат беспрепятственно инфильтрируется в подстилающие грунты и грунтовые воды, формируя устойчивые ореолы загрязнения, мигрирующие на сотни метров от тела полигона.

Качественный и количественный состав фильтрата не остается постоянным и подчиняется стадийности биохимических процессов в теле полигона. В первые 5-7 лет после консервации доминирует ацетогенная фаза, для которой характерны кислая реакция среды (pH 4,5-6,5), а также значительные концентрации ионов железа (до 50-100 мг/л) и цинка (до 70 мг/л). По мере перехода к стабильной метаногенной фазе (pH 7,5-8,5) происходит перестройка микробиоценоза: активно развиваются сульфатредуцирующие и метаногенные бактерии, что приводит к связыванию тяжелых металлов в малорастворимые сульфиды и фосфаты. Следствием этого является резкое снижение концентраций металлов в самом фильтрате и их аккумуляция в свалочном грунте. [4, 8, 9-13]

Следовательно, в рекультивационный и пост-рекультивационный периоды фильтрат остается активным агентом влияния на систему.

Диагностика стадии разложения по составу фильтрата (соотношение БПК/ХПК, pH, концентрации Fe и Zn) позволяет прогнозировать длительность пост-рекультивационных эмиссий. (табл. 3) [6]

Таблица 3

Стадии биохимических процессов в теле полигона

Фаза	pH	БПК/ХПК	Fe общ, мг/	Zn^{2+}, мг/л
Ацетогенная (кислая)	4,5 – 6,5	0,8 – 0,6	50 – 100	До 70
Метаногенная (стабильная)	7,5 – 8,5	0,6 – 0,06	5 – 10	0,1 – 3

После завершения рекультивации и перехода полигона в режим «запечатывания» возникает закономерный вопрос необходимость прогнозирования длительности формирования биогаза и фильтрата и, соответственно, разработки программы пост-рекультивационного мониторинга таких объектов.

Длительность активного выделения биогаза и формирования фильтрата напрямую связана со стадией биохимического разложения отходов. Следовательно, анализируя состав фильтрата в контрольных точках, можно уверенно определять, на какой стадии находится тело полигона, и, соответственно, прогнозировать продолжительность эмиссий.

Сеть контрольных точек должна включать: дренажные выпуски в теле полигона и на границе санитарно-защитной зоны по направлению подземного потока (при его наличии). Периодичность отбора проб – не реже двух раз в год, а именно весной и осенью, с обязательным определением следующих показателей: pH, ХПК, БПК, железо общее и цинк. [13]

Поток биогаза можно оценить либо с помощью прямых инструментальных замеров, либо косвенно – по показателям фильтрата и по возрасту полигона. Известно, что максимальные потоки метана (более 60 м³/час) характерны для активной метановой фазы, тогда как при переходе в пассивную фазу потоки снижаются до 30-40 м³/час и менее. [1, 4, 8]

Для биогаза контроль организуется как минимум на поверхности покрытия и в атмосфере санитарно-защитной зоны при помощи газоанализаторов и специальных скважин на поверхности тела полигона, позволяющие выйти биогазу в атмосферу. Периодичность – в первые 10 лет ежеквартально, затем, при стабильно низких показателях – один раз в полгода. Измеряются концентрации CH_4, CO_2, H_2S. Пороговым значением, требующим немедленного вмешательства, является объемная доля метана в подпочвенном воздухе более 1% (пожароопасный предел - 5%). [8]

По мнению некоторых авторов, полное прекращение наблюдений допустимо лишь после наступления стабилизационной фазы, то есть не ранее чем через 200 лет, когда эмиссии становятся сопоставимы с природным фоном. [6]

Деформация тела полигона также подлежит мониторингу, так как неравномерная осадка может нарушить целостность рекультивационного покрытия и мониторинговых коммуникаций. Для этого на поверхности полигона закладываются реперные марки из расчета не менее 5 точек на гектар. Измерения проводятся ежегодно, в один и тот же сезон, с точностью до 1 см. Допустимой считается скорость осадки до 3 см/год, а при превышении этого значения необходимо усиление наблюдений и, возможно, восстановление рекультивационного покрытия. [6]

Современные технологии позволяют проводить мониторинг состояния рекультивированных объектов с помощью беспилотных летательных аппаратов, что ускоряет и упрощает систематическое получение большого количества данных об ОРТКО (табл. 4).

Таблица 4

Контролируемые параметры объектов размещения отходов с учетом этапа их жизненного цикла

Параметры, контролируемые в ходе БАС-мониторинга	Объекты размещения отходов			
	Полигоны	Несанкционированные свалки	Рекультивированные объекты	Прилегающие территории
Площадь	v	v		
Объем	v	v		
Проектный угол заложения откосов	v			
Оползневая ситуация на откосах	v		v	
Эмиссии биогаза	v	v	v	
Устойчивость массива отходов полигона	v		v	
Осадки тела полигона	v		v	
Отметки тела полигона	v		v	
Проявления опасных геологических процессов	v	v	v	v
Устойчивость массива отходов полигона	v			
Фиксация мест скопления фильтрата	v	v		v
Контроль целостности защитных ограждающих дамб	v			
Целостность рекультивационного покрытия			v	
Площадь захламления территории отходами		v		v
Задымление	v	v		
Температура поверхности	v	v		

В качестве заключения можно сказать, что использование мониторинга на всем жизненном цикле ОРТКО позволит в будущем прогнозировать продолжительность и интенсивность пост-рекультивационных эмиссий биогаза и фильтрата, а также своевременно выявлять опасные деформации свалочного тела.

Также актуальным является паспортизация рекультивированного объекта, что позволит создать базу данных о территориях, включая оценку их состояния для возможности использования в соответствии с направлением рекультивации и хозяйственными потребностями.

Паспорт рекультивированного объекта должен включать следующие пункты:

1. Наименования рекультивированного объекта, место расположения, площадь.
2. Даты проведения работ.
3. Направление рекультивации.
4. Основные решения технического и биологического этапов рекультивации.

5. Показатели при приемке технического этапа рекультивационных работ.

6. Показатели при приемке биологического этапа рекультивационных работ.

7. Соответствие состояния объекта критериям выбранного направления рекультивации.

8. Показатели контроля состояния рекультивированного объекта в долгосрочной перспективе.

Внедрение скорректированного по эмиссионным показателям мониторинга по динамичной программе позволит обоснованно сократить неопределенность при оценке сроков «затухания» полигона, минимизировать риски для окружающей среды и здоровья населения, а также даст возможность для безопасного вовлечения рекультивированных территорий в хозяйственный оборот, включая «рекреационное строительство».

Список литературы

1. Ашихмина, Т. В. Геоэкологический мониторинг в управлении экологической безопасностью объектов размещения твердых коммунальных отходов (ТКО) // Успехи современного естествознания. 2022. № 11. С. 28-34. DOI 10.17513/use.37924

2. Витковская С. Е. Захоронение твердых бытовых отходов как один из факторов антропогенного воздействия на глобальные циклы элементов в биосфере // Вестник Государственной полярной академии. 2010. № 10. С. 47-50.

3. Олива Т. В., Коновалова Ю. Б., Манохина Л. А., Андреева Н. В. Оценка воздействия объекта твердых коммунальных отходов на окружающую среду // Успехи современного естествознания. 2022. № 11. С. 66-72.

4. Ашихмина Т. В., Каверина Н. В., Куприенко П. С. Анализ негативных экологических последствий эксплуатации полигона твердых коммунальных отходов г. Воронежа на разных этапах его жизненного цикла // Региональные геосистемы. 2020. № 44(3). С. 343-358. DOI 10.18413/2712-7443-2020-44-3-343-358

5. Ашихмина Т.В. Системный подход к моделированию сложных процессов взаимодействия объектов размещения отходов с окружающей средой в управлении экологической безопасностью антропогенных геоэкологических систем // С. 14.

6. Вайсман Я.И. Управление отходами. Полигонные технологии захоронения твердых бытовых отходов. Рекультивация и постэксплуатационное обслуживание полигона. - Пермь: Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2012. - 244 с. ISBN 978-5-398-00859-3

7. Минигазимов Н.С., Туктарова И.Ф., Арасланова Л.Х., Матузов Г.Л. Вклад раздельного накопления твердых коммунальных отходов в улучшение скнитарно-гигиенической обстановки в населенных пунктах и снижение

эмиссии парниковых газов // Медицина труда и экология человека. - 2022. - №3. - С. 137-141.

8. Максимова С.В. Экологические основы освоения территорий закрытых свалок и полигонов захоронения твердых бытовых отходов: дис. на соискание ученой степени. эколог. наук: 03.00.16. - Пермь, 2004. - 276 с.

9. Соломина И.А. Система удаления и переработки фильтрата на полигонах захоронения ТКО // Мелиорация, рекультивация и охрана земель. - 2020. - №3. - С. 54-59. DOI 10.26897/1997-6011-2020-3-59-70

10. Бабурина Т.А. Экологическая оценка негативного влияния сточных вод полигона ТБО (фильтрата) на окружающую среду // Вопросы науки и образования. - 2017. - С. 177-178.

11. Шаповалов Д.А., Холин Р.Н., Скоробогатова У.Е. Моделирование и оценка загрязнения грунтовых и поверхностных вод фильтратом полигона твердых бытовых отходов // International agricultural journal. - 2021. - №2. - С. 8-19. DOI:10.24411/2588-0209-2021-10305

12. Милютина Н.О., Политаева Н.А., Зеленковский П.С., Подлипский И.И., Великосельская Е.С. Анализ методов очистки фильтрата полигонов твердых коммунальных отходов // Вестник Евразийской науки. - 2020. - №3. - С. 1-11. DOI: 10.15862/03NZVN320

13. Вайсман Я.И., Рудакова Л.В., Глушанкова И.С., Коротаев В.Н., Батракова Г.М., Максимова С.В. Рекомендации по сбору, очистке и отведению сточных вод полигонов захоронения твердых бытовых отходов. - Москва: Государственный комитет российской федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу ФГУП федеральный центр благоустройства и обращения с отходами, 2003. - 48 с.

References

1. Ashikhmina, T. V. Geoecological monitoring in the management of environmental safety of municipal solid waste disposal facilities // Successes of modern natural science. 2022. No. 11. pp. 28-34. DOI 10.17513/use.37924

2. Vitkovskaya S.E. Solid household waste disposal as one of the factors of anthropogenic impact on global cycles of elements in the biosphere // Bulletin of the State Polar Academy. 2010. No. 10. pp. 47-50.

3. Oliva T. V., Konovalova Yu. B., Manokhina L. A., Andreeva N. V. Environmental impact assessment of a municipal solid waste facility // Successes of modern Natural Science. 2022. No. 11. pp. 66-72.

4. Ashikhmina T. V., Kaverina N. V., Kuprienko P. S. Analysis of the negative environmental consequences of the operation of the Voronezh municipal solid waste landfill at different stages of its life cycle // Regional geosystems. 2020. No. 44(3). pp. 343-358. DOI 10.18413/2712-7443-2020-44-3-343-358

5. Ashikhmina T.V. A systematic approach to modeling complex processes of interaction of waste disposal facilities with the environment in environmental safety management of anthropogenic geoecological systems // p. 14.

6. Vaisman Ya.I. Waste management. Landfill technologies for solid household waste disposal. Reclamation and post-operational maintenance of the landfill. Perm: Publishing House of Perm National Research Polytechnic University, 2012. 244 p. ISBN 978-5-398-00859-3

7. Minigazimov N.S., Tuktarova I.F., Araslanova L.Kh., Matuzov G.L. The contribution of separate accumulation of municipal solid waste to improving the sanitary and hygienic situation in settlements and reducing greenhouse gas emissions // Occupational medicine and human Ecology. - 2022. - No. 3. - pp. 137-141.

8. Maksimova S.V. Ecological foundations of the development of territories of closed landfills and landfills of solid household waste: dis. to apply for an academic degree. Ecologist. sciences: 03.00.16. - Perm, 2004. - 276 p.

9. Solomina I.A. The system of filtrate removal and processing at MSW landfills // Land reclamation, reclamation and protection. - 2020. - No. 3. - pp. 54-59. DOI 10.26897/1997-6011-2020-3-59-70

10. Baburina T.A. Ecological assessment of the negative impact of wastewater from a landfill (leachate) on the environment // Voprosy nauki i obrazovaniya. - 2017. - pp. 177-178.

11. Shapovalov D.A., Kholin R.N., Skorobogatova U.E. Modeling and assessment of contamination of groundwater and surface waters with solid waste landfill filtrate // International agricultural journal. - 2021. - No. 2. - pp. 8-19. DOI:10.24411/2588-0209-2021-10305

12. Milyutina N.O., Politaeva N.A., Zelenkovsky P.S., Podlipsky I.I., Velikoselskaya E.S. Analysis of methods for cleaning filtrate from landfills of municipal solid waste // Bulletin of Eurasian Science. - 2020. - No. 3. - pp. 1-11. DOI: 10.15862/03NZVN320

13. Vaisman Ya.I., Rudakova L.V., Glushankova I.S., Korotaev V.N., Batrakova G.M., Maksimova S.V. Recommendations for the collection, purification and disposal of wastewater from landfills of solid household waste. Moscow: State Committee of the Russian Federation for Construction and Housing and Communal Services of the Federal State Unitary Enterprise Federal Center for Landscaping and Waste Management, 2003. 48 p.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_215-222
УДК 504.062.2

ТЯЖЕСТЬ НА ПОВЕРХНОСТИ: СКОЛЬКО СТОИТ ВРЕД ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК

Головко А. А., *магистрант*
Ашихмина Т. В., *кандидат географических наук, доцент*
Головина Е. И., *доцент, заместитель декана факультета инженерных систем и сооружений по учебной работе*
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный технический университет"

Аннотация. На территории Центрально-Черноземного района несанкционированные свалки отходов возникают как в городской, так и в сельской местности, нередко занимая ценные черноземные почвы вблизи жилых, лесопарковых и водоохранных зон. В отличие от легальных полигонов и промышленных объектов, эти стихийные очаги создают локальные геохимические аномалии и не соответствуют природоохранным нормативам. В статье даётся оценка экологического ущерба почвам от несанкционированных свалок, а также проводится сравнение этого вреда с воздействием организованных полигонов ТКО.

Ключевые слова: несанкционированные свалки, экологический ущерб, оценка вреда почвам, плата за загрязнение, сравнение ущерба, полигоны ТКО.

THE COST OF ENVIRONMENTAL DAMAGE TO SOILS FROM UNAUTHORIZED WASTE DUMPS

Golovko A. A., *master*
Ashikhmina T. V., *Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor*
Golovina E. I., *Associate Professor, Deputy Dean for Academic Affairs of the Faculty of Engineering Systems and Structures*
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Technical University"

Abstract. In the territory of the Central Chernozem region, unauthorized waste dumps arise both in urban and rural areas, often occupying valuable black soil near residential, forest park and water protection zones. Unlike legal polygons and industrial facilities, these hotspots create local geochemical anomalies and are not subject to environmental regulations. The article assesses environmental damage to soils from unsanctioned landfills and compares this damage with the impact of organized MSW landfills.

© Головко А. А., Ашихмина Т. В., Головина Е. И., 2026

Keywords: unauthorized landfills, environmental damage, assessment of soil damage, pollution charges, comparison of damage, MSW landfills.

Проблема несанкционированного размещения отходов приобрела в последние десятилетия характер системного экологического вызова, особенно остро проявляющегося в регионах с высокой плотностью населения и особой ценностью почвенного покрова. Центрально-Черноземный район (ЦЧР), объединяющий Белгородскую, Воронежскую, Курскую, Липецкую и Тамбовскую области, является уникальной аграрной территорией России, где черноземы составляют до 80–85 % пахотных угодий. Именно здесь плодородие почв достигло своего естественного максимума, а любое загрязнение или механическое нарушение верхнего слоя оборачивается многолетней деградацией. [2]

Одним из главных антропогенных факторов деградации почв в ЦЧР выступают объекты размещения отходов. При этом необходимо чётко различать два принципиально разных типа таких объектов: легальные полигоны твёрдых коммунальных отходов (ТКО), создаваемые по проекту и эксплуатируемые с соблюдением природоохранных требований, и несанкционированные свалки, возникающие стихийно вне всякого правового поля. Их ключевые характеристики – происхождение, принадлежность, контроль состава отходов, наличие мониторинга – кардинально различаются, что и предопределяет масштаб экологического ущерба. Сравнительный анализ этих характеристик представлен в табл. 1. [1]

Таблица 1

Сравнительный анализ характеристик объектов размещения ТКО

Характеристики	Вид объекта размещения ТКО	
	Полигон	Несанкционированная свалка
Происхождение	Антропогенный объект	Антропогенный объект
Расположение	На поверхности Земли	На поверхности Земли
Принадлежность	Есть управляющая компания	Бесхозяйный объект
Эксплуатация объекта	Регламентируется	Не регламентируется, происходит стихийно
Источник химического воздействия	Отходы ТКО IV–V классов опасности (малоопасные и практически неопасные)	Промышленные и коммунальные отходы I–V классов опасности (не контролируется)
Природоохранные мероприятия	Предусмотрены при строительстве и эксплуатации	Отсутствуют
Система мониторинга окружающей среды	Предусмотрена	Отсутствует

Таким образом, сравнительная характеристика даёт чёткое понятие о том, почему именно несанкционированные свалки являются источником

повышенной экологической опасности. Если полигон ТКО — это инженерно-обустроенный объект с контролируемым составом отходов (преимущественно IV–V классов опасности), системой мониторинга и рекультивацией, то стихийная свалка — бесхозяйный объект, на котором бесконтрольно смешиваются отходы всех классов опасности (от I до V), отсутствуют какие-либо природоохранные мероприятия и наблюдение за состоянием почв и вод. Именно эти принципиальные отличия предопределяют масштаб и необратимость деградации чернозёмов под воздействием несанкционированного размещения отходов. Перейдём к количественной оценке распространённости таких объектов на территории ЦЧР. [1]

По данным территориальных органов Росприроднадзора, в Центрально-Чернозёмном районе ежегодно выявляются от нескольких десятков до сотен новых несанкционированных свалок. На Рис. 1 представлены сведения о количестве выявленных, ликвидированных и оставшихся на конец года объектов за период 2019–2024 гг. [7]

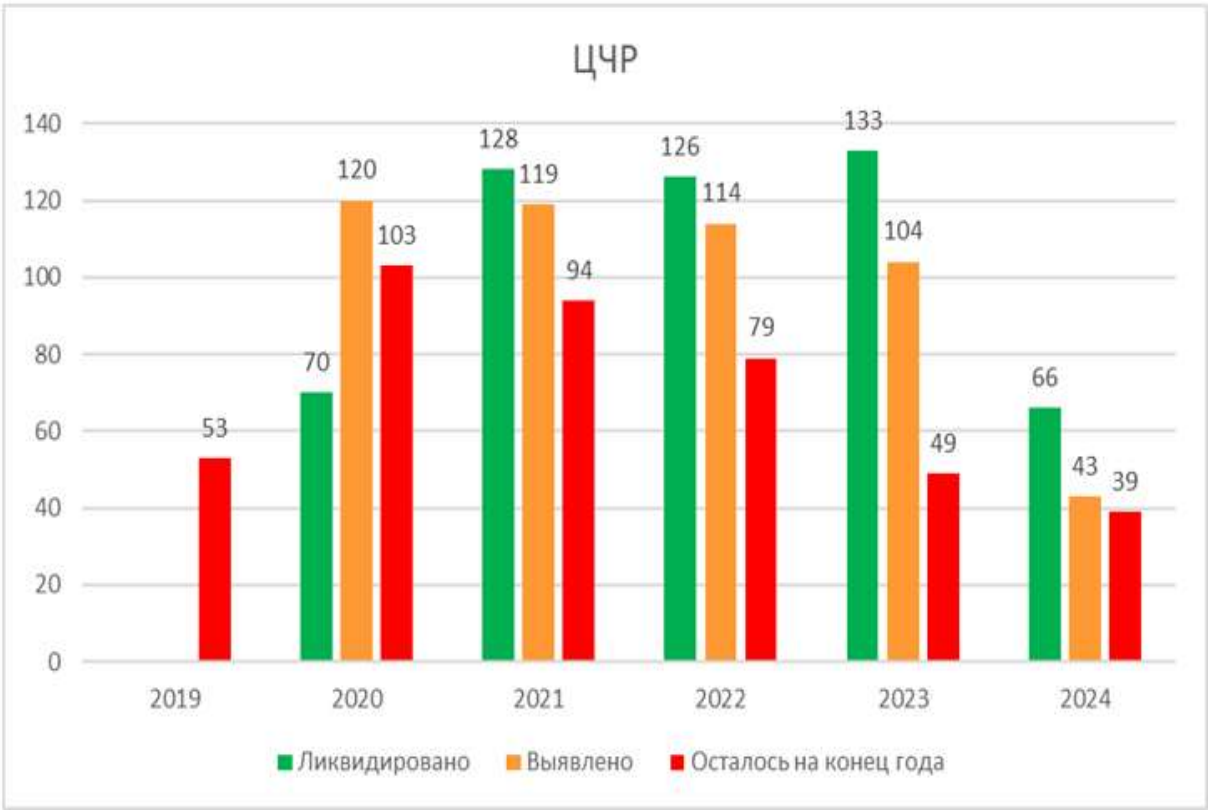


Рис. 1. Несанкционированные свалки на территории Центрально-Черноземного региона

Анализ динамики показывает, что абсолютное количество несанкционированных свалок, остающихся на конец года, в ЦЧР имело пик в 2020 году (103 свалки), затем постепенно снижалось и к 2024 году достигло 39. Это свидетельствует об определённых успехах природоохранных органов в ликвидации объектов накопленного вреда. Однако, несмотря на общее снижение,

ежегодно выявляются новые свалки: так, в 2023 году обнаружено 79 новых объектов, а ликвидировано – 104. В 2024 году выявлено 49 свалок, ликвидировано 66. Таким образом, темпы ликвидации в последние годы превышают темпы возникновения, что даёт положительную динамику.

Но, несмотря на общее снижение количества свалок, проблема сохраняет свою остроту. Ежегодно выявляются новые очаги загрязнения, а ликвидационные мероприятия не всегда успевают за темпами возникновения. Особую тревогу вызывает размещение свалок непосредственно на чернозёмных почвах вблизи жилых, водоохранных и лесопарковых зон.

Морфологический состав отходов определяет потенциальную опасность свалок для почвенного покрова. Усреднённые данные по областям ЦЧР представлены в Табл. 2. [7]

Таблица 2

Морфологический состав ТКО в ЦЧР, %

Наименование компонентов ТКО	Липецкая область	Воронеж-ская область	Тамбовская область	Курская область	Белгород-ская область	Среднее по ЦЧР
Бумага, картон	19,29	36,5	3,16	33,5	9,2	20
Полимерные материалы	24,5	5,3	8,83	3,5	6,6	9,8
Пищевые отходы	24,83	30	6,29	40	21,2	24,4
Стекло	5,42	3,5	1,2	2,5	10,3	4,4
Текстиль	5,58	5,55	3,59	4	12,4	6,5
Металл	4,25	1,78	0,73	4,5	0,9	2,6
Древесина	2,46	3,25	2,76	1,5	2,7	2,6
Прочее	13,67	14,12	73,44	10,5	36,7	29,7
ИТОГО	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

Наибольшую долю в среднем по ЦЧР составляют пищевые отходы (24,4%) и бумага с картоном (20%), что указывает на потенциальную возможность компостирования как одного из эффективных методов утилизации органической фракции ТКО. Однако на несанкционированных свалках, где отсутствуют условия для аэробной ферментации, эти фракции разлагаются анаэробно, генерируя фильтрат, насыщенный органическими кислотами и соединениями азота, а также биогаз, содержащий метан и углекислый газ. Значительная доля «прочего» (29,7%) включает смешанные и трудно идентифицируемые отходы (мелкую фракцию, упаковку сложного состава, загрязнённые материалы), что существенно затрудняет их механическую сортировку и дальнейшую переработку. [1]

Ценность почвенного покрова Центрально-Черноземного района исключительно высока не только для сельского хозяйства, но и для поддержания регионального биоразнообразия. Мощность гумусового горизонта типичных и выщелоченных черноземов достигает 100–120 см, а содержание гумуса составляет 6–10%, что является одним из самых высоких показателей в мире. Период естественного восстановления чернозёма после механического нарушения или химического загрязнения исчисляется столетиями, поэтому любое техногенное воздействие на эти почвы фактически необратимо в обозримой временной перспективе. Несанкционированные свалки, размещённые непосредственно на таких почвах, приводят к их химическому загрязнению тяжёлыми металлами (свинец, кадмий, цинк, медь), органическими токсикантами (бенз(а)пирен, фенолы) и механическому разрушению верхнего плодородного слоя. По данным почвенных обследований, проведённых на территории ЦЧР, в зоне влияния несанкционированных свалок содержание валового свинца может достигать 150–200 мг/кг при фоновом уровне 15–20 мг/кг, а концентрация подвижных форм тяжёлых металлов превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) в 5–7 раз, что создаёт прямую угрозу для сельскохозяйственной продукции и здоровья населения. [2,7]

Для количественной оценки экономических последствий такого загрязнения выполним расчёт экологического ущерба от несанкционированной свалки по официальной Методике Минприроды России (Приказ № 238 от 08.07.2010 в действующей редакции). Рассмотрим смоделированную ситуацию, типичную для Центрально-Черноземного района: на землях населённого пункта Воронежской области выявлена несанкционированная свалка твёрдых коммунальных отходов (ТКО) IV класса опасности. Принятые параметры данного объекта размещения отходов представлены в Табл. 3.

Таблица 3

Параметры несанкционированной свалки

Параметр	Значение
Площадь перекрытия почвы отходами **(S)**	120 м^2
Общая масса размещённых отходов **M**	20 т
Класс опасности отходов	IV класс опасности
Глубина слоя отходов **H**	0,4 м
Мощность плодородного слоя почвы на участке **h**	0,2м
Категория земель	Земли населённых пунктов
Природная зона	Лесостепная

Размер вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, при захламлении отходами рассчитывается по формуле 1 с учетом данных из официальных источников [4]:

$$\text{УЩ}_{\text{отх}} = \sum_{i=1}^{n} (20 * 13\,000) * 1.3 * 4 = 1\,352\,000 \text{ руб.} \quad (1)$$

Размер вреда при перекрытии поверхности почвы отходами рассчитывается по формуле 2:

$$\text{УЩ}_{\text{перекр}} = 120 * 0.5 * 1.3 * 500 * 4 = 156\,000 \text{ руб.} (2)$$

Исчисление в стоимостной форме размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, осуществляется по формуле 3:

$$\text{УЩ} = 1\,352\,000 + 156\,000 = 1\,508\,000 \text{ руб.} (3)$$

Таким образом, общий размер вреда, причинённого почвам в результате несанкционированного размещения 20 тонн ТКО на землях населённого пункта в лесостепной зоне, составляет **1 508 000 рублей**.

Для сравнения рассчитаем плату за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) при размещении такого же объёма отходов на легальном полигоне ТКО. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 31.05.2023 № 881, плательщиками за размещение ТКО являются региональные операторы. Исходные данные приведены в табл. 4, с учетом [3,5,6].

Таблица 4

Исходные данные для расчета платы за НВОС при размещении отходов на полигоне

Параметр	Значение
Общая масса размещённых отходов **М**	20 т
Класс опасности отходов	IV класс опасности
Ставка платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении 1 тонны отходов	190 руб.
Кст - стимулирующие коэффициенты к ставке платы за размещение отходов	
Кот - дополнительный коэффициент к ставкам платы в отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами	

Так как полигон ТКО не относится к ООПТ примем коэфициент Кот за 1.

Поскольку отходы размещаются на легальном полигоне, плата рассчитывается по формуле, вытекающей из пункта 57 Постановления № 881 (прямое умножение массы на ставку с учётом коэффициентов) формула 4:

$$\text{П}_{\text{ТКО}} = 20 * 190 * 1 * 1.045 = 3\,971 \text{ руб.} (4)$$

Итоговая плата за размещение 20 тонн ТКО на легальном полигоне в 2025 году составляет 3 971 руб.

Расчёт платы за размещение отходов, выполненный в настоящей главе, дополняет стоимостную оценку влияния отходов, начатую в расчетах ранее, и позволяет сделать вывод: **основной экономический ущерб связан не с самим фактом наличия отходов, а с нарушением правил их размещения**.

Проведённое исследование позволило оценить экологический и экономический ущерб почвам Центрально-Чернозёмного района от несанкционированных свалок. Легальные полигоны, в отличие от стихийных свалок, оснащены инженерной защитой и мониторингом, тогда как свалки — бесхозяйные объекты с отходами I–V классов опасности без природоохранных мероприятий. Динамика свалок в ЦЧР за 2019–2024 гг. положительная: остаток снизился со 103 (2020) до 39 (2024), но ежегодно выявляются десятки новых. Морфологический состав ТКО (пищевые отходы 24,4%, бумага 20%, «прочее» 29,7%) показывает потенциал для компостирования, однако на свалках эти фракции разлагаются анаэробно. Ущерб от одной свалки при модельных расчетах (20 т, 120 м²) составил 1 508 000 руб., что в 380 раз выше платы за легальное размещение. Основной вклад вносит захламление (89,7%).

Таким образом ущерб связан не с наличием отходов, а с нарушением правил их размещения. Для снижения ущерба необходимо усилить административный контроль, развивать инфраструктуру легального размещения ТКО, внедрять космический мониторинг и повышать экологическую грамотность населения. Только комплексный подход позволит снять «тяжесть на поверхности» чернозёмов и предотвратить дальнейшую деградацию уникальных почв ЦЧР.

Список литературы

1. Ашихмина, Т. В. Геоэкологический мониторинг в управлении экологической безопасностью объектов размещения твердых коммунальных отходов (ТКО) / Т. В. Ашихмина // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 11. – С. 28–34. – DOI 10.17513/use.37924.

2. Приказ Минприроды России от 08.07.2010 № 238 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (ред. от 18.11.2021). URL: https://docs.cntd.ru/document/902227668 (дата обращения: 10.05.2026).

3. Постановление Правительства Российской Федераци от 31.05.2023 № 881 «Об утверждении Правил исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду». URL: https://docs.cntd.ru/document/1301711201 (дата обращения: 10.05.2026).

4. Государственные доклады «О состоянии и об охране окружающей среды» по субъектам Центрально-Чернозёмного района (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Тамбовская области) за 2019–2024 гг. – Сводные аналитические обзоры. – Воронеж: ЦЧРЭЦ, 2025.

5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 1 сентября 2025 года № 2409-р (с изменениями на 26 декабря 2025 года) О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду в 2026–2030 годах. URL: https://docs.cntd.ru/document/1313848480 (дата обращения: 10.05.2026).

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 10.07.2025 № 1034 «О коэффициентах к ставкам платы за негативное воздействие на окружающую среду». URL: https://docs.cntd.ru/document/1313401852

References

1. Ashikhmina, T. V. Geoecological monitoring in the management of environmental safety of municipal solid waste disposal facilities / T. V. Ashikhmina // Successes of modern natural science. – 2022. – No. 11. – pp. 28-34. – DOI 10.17513/use.37924.

2. Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated 07/08/2010 No. 238 "On approval of the Methodology for calculating the amount of damage caused to soils as an object of environmental protection" (as amended on 11/18/2021). URL: https://docs.cntd.ru/document/902227668 (date of request: 05/10/2026).

3. Decree of the Government of the Russian Federation dated 05/31/2023 No. 881 "On Approval of the Rules for Calculating and Charging Fees for Negative Environmental Impact". URL: https://docs.cntd.ru/document/1301711201 (date of access: 05/10/2026).

4. State reports "On the state and protection of the environment" for the subjects of the Central Chernozem region (Belgorod, Voronezh, Kursk, Lipetsk, Tambov regions) for 2019-2024 – Consolidated analytical reviews. – Voronezh: TSCHRET, 2025.

5. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2409-r dated September 1, 2025 (as amended on December 26, 2025) About the rates of payment for negative environmental impact in 2026-2030. URL: https://docs.cntd.ru/document/1313848480 (date of request: 05/10/2026).

6. Decree of the Government of the Russian Federation dated 07/10/2025 No. 1034 "On Coefficients to Payment rates for negative environmental impact". URL: https://docs.cntd.ru/document/1313401852

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_223-230
УДК 699

ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИБРОБЕТОНА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ПОЖАРЕ

Сазонова С.А.[1], *канд. техн. наук, доцент*
Асминин В.Ф.[2], *д-р техн. наук, профессор*
Бормотина Е.А.[2], *преподаватель*
[1]Воронежский государственный педагогический университет
[2] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Рассматриваются особенности экспериментальных испытаний на температурные воздействия фибробетонных образцов со стальной фиброй, для которых были исследованы различные связующие. Показано, что после испытаний конструкций колонн из фибробетона на температурное воздействие, по всей высоте одной из колонн было разрушена взрывообразно, но этого явления не наблюдалось с другой колонной, .в бетоне которой находилась полипропиленовая фибра.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, температурные воздействия на материалы, конструкции, фибробетон, вяжущие.*

STRENGTH CHARACTERISTICS OF FIBROCRETE FROM EXPOSURE TO TEMPERATURE IN CASE OF FIRE

Sazonova S.A.[1], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Asminin V.F.[2], *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Bormotina E.A.[2], *teacher*
[1]Voronezh State Pedagogical University
[2] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. *The features of experimental tests on the temperature effects of fiber-reinforced concrete samples with steel fiber, for which various binders were investigated, are considered. It is shown that after testing the fiber-reinforced concrete column structures for temperature effects, one of the columns was destroyed explosively along the entire height, but this phenomenon was not observed with the other column, in the concrete of which there was polypropylene fiber.*

Keywords: *fire safety, temperature effects on materials, structures, fiber-reinforced concrete, binders.*

На бетонных образцах со стальной фиброй были исследованы различные

© Сазонова С. А., Асминин В. Ф., Бормотина Е. А., 2026

связующие. В табл. 1 перечислены наиболее важные используемые типы клея и результаты испытаний. Расход волокна во всех случаях составил 72 кг / м^3.

В любом случае можно отметить, что включение волокон в бетонные композиции с различными связующими значительно увеличивает осевую прочность на сжатие и прочность на растяжение. Индекс интенсивности показан на рис. 1 и 2.

Предположение о том, что добавление волокон к бетонным элементам увеличивает огнестойкость зданий, заставляет исследователей принимать во внимание результаты крупномасштабных огневых испытаний, которые в настоящее время проводятся на зданиях.

На рис. 3 показан вариант предотвращения повреждения от взрыва, который учитывает толщину конструкции, нагрузку и не должен превышать значения для различных типов бетона.

Таблица 1

Результаты испытания бетона со стальной фиброй при различных вяжущих

Вид вяжущего	Прочность на осевое сжатие, МПа	Прочность на растяжение, МПа
ЦЕМ 42,5Н	50,2	13,7
ЦЕМ 42,5Н со стальной фиброй	72,2	21,1
ТМЦ-100	71,4	21
ТМЦ-100 со стальной фиброй	94,7	22,2
ВНВ-100	82,2	21,9
ВНВ-100 со стальной фиброй	104,8	23,2

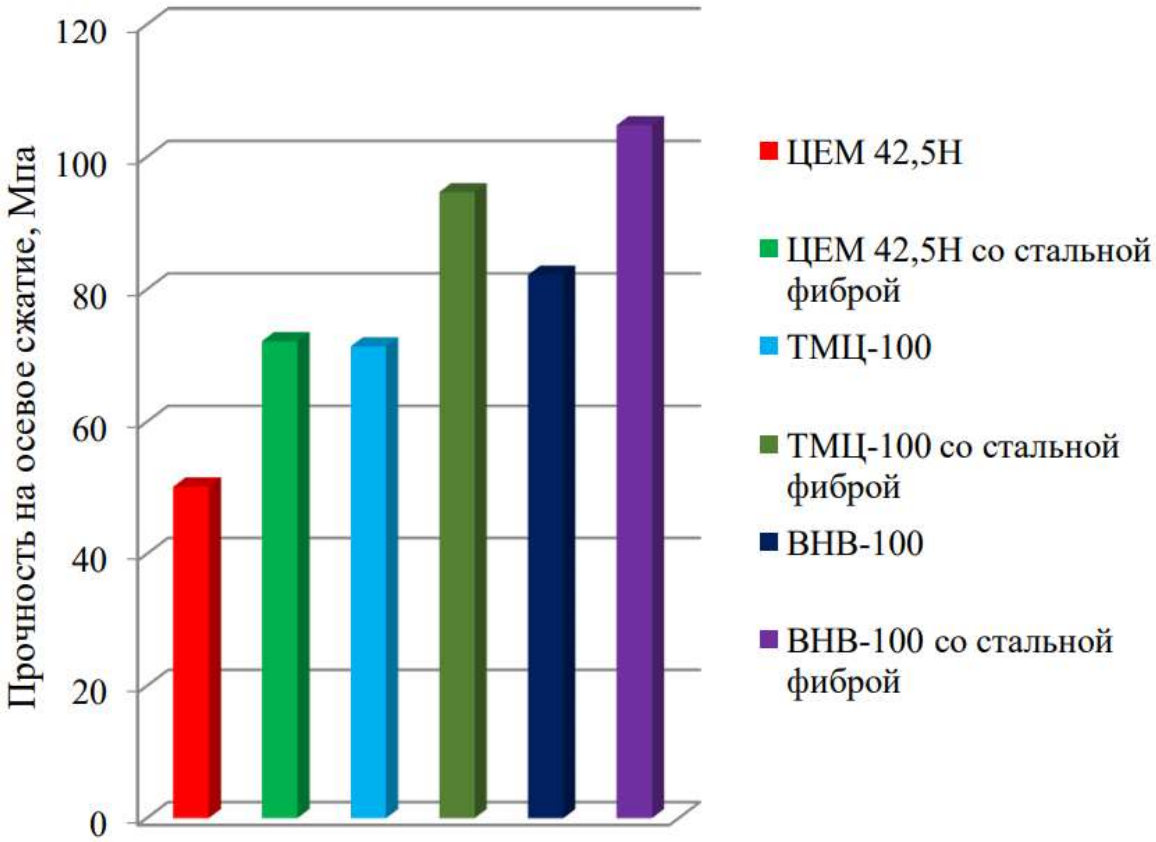


Рис. 1. Гистограммы прочности на осевое сжатие

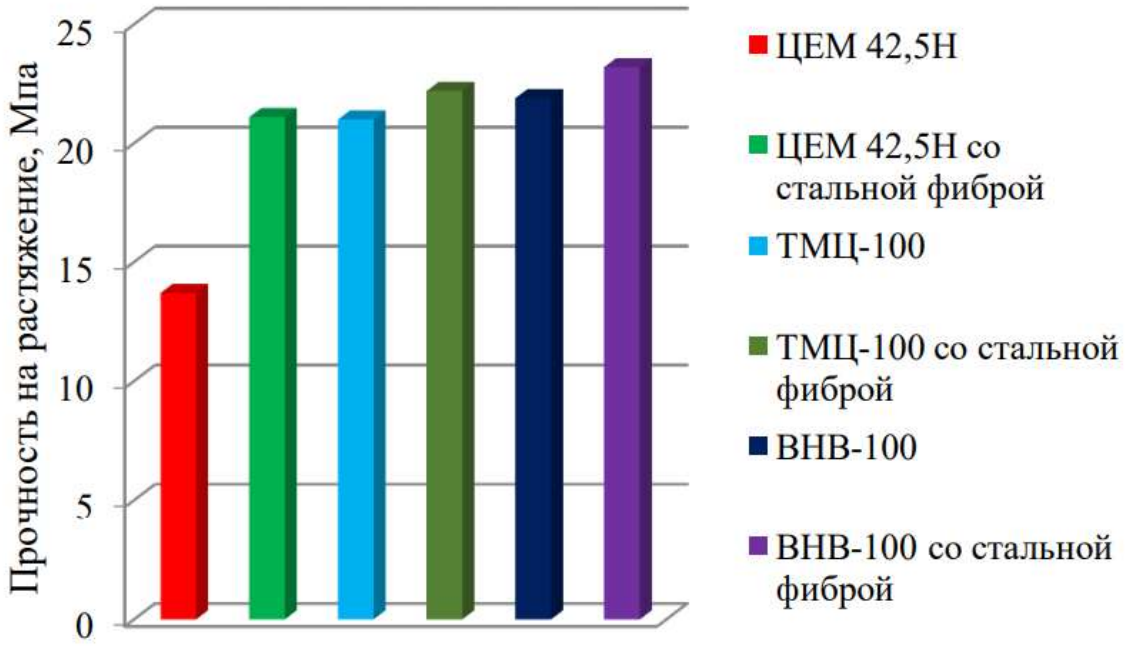


Рис. 2. Гистограммы прочности на растяжение

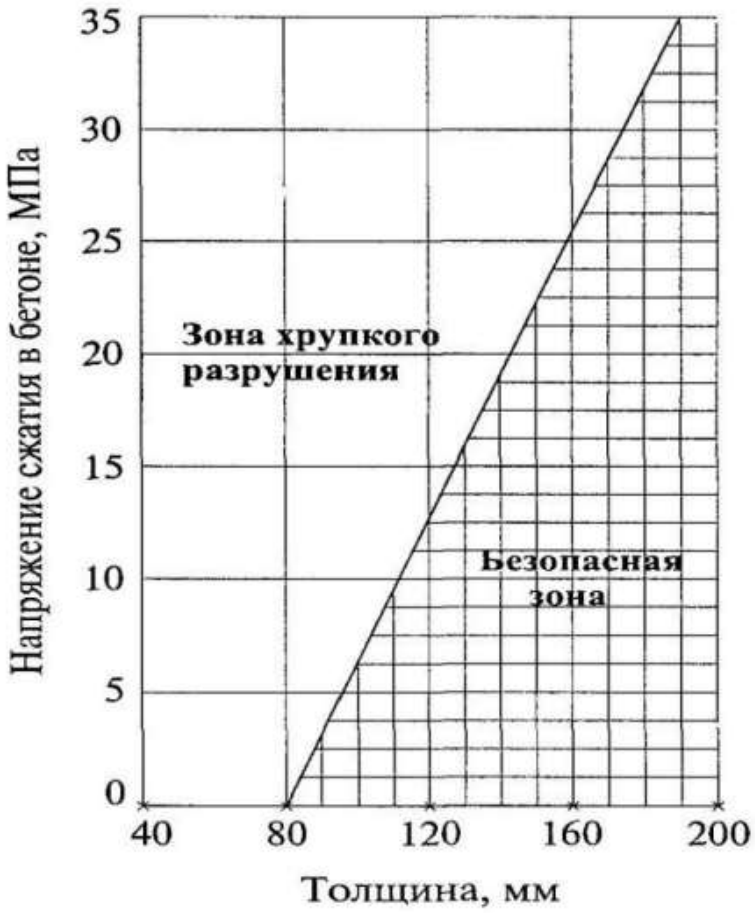


Рис. 3. Зависимость разрушения бетона при взрыве от толщины бетона и напряжения сжатия в бетоне

После испытаний конструкций колонн из фибробетона на температурное воздействие можно констатировать, что по всей высоте одной из колонн колонны было разрушена взрывообразно, но этого явления не наблюдалось с другой колонной. Это связано с тем, что во второй колонне в бетоне находилась полипропиленовая фибра (ППФ), а ее расход составлял 1,5 кг / м^3.

Исследование железобетонных отделок с добавками ППФ или без них показало эффективность добавок ППФ.

Данное испытание показывает, на примере первой колонны, что повреждения в тюбинге с оголением рабочих стальных стержней в бетоне без добавления фибровых волокон достаточно сильные.

При выполнении работы использовались материалы научных исследований [1-24].

Список литературы

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 69-81.

2. Перцев В.Т., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Повышение качества бетона путем применения металлических фибр // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 480-484.

3. Сазонова С.А., Зольников К.В., Асминин В.Ф. Исследование и разработка моделей проектирования микросхем цифровой обработки информации // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 3. - С. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Осмоловский Д.С., Асминин В.Ф. Экспериментальное исследование диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с фрикционным трением для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 5 (323). - С. 59-63.

7. Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н., Антонов А.И., Кузнецов С.Н. Методика акустического проектирования одиночного пожарного речевого оповещателя // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 3 (31). - С. 121-127.

8. Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Звягинцева А.В. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых рам со стержнями заданной жесткости // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 2. - С. 44-54.

9. Акамсина Н.В., Коновалов О.А., Лемешкин А.В. Метод и алгоритм оптимальной декомпозиции сложных систем // Экономика и менеджмент систем управления. - 2016. - № 1 (19). - С. 73-80.

10. Галаева С.С., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Исследование процесса оценки состояния деревянных конструкций // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 10-16.

11. Зольников В.К., Сазонова С.А., Заревич А.И., Башун С.С. Исследование способов защиты информации от утечки по акустическому и виброакустическому каналам // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 2. - С. 27-40.

12. Скрыпников А.В., Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А. Разработка, управление и оценка качества интерактивных обучающих средств при подготовке специалистов лесозаготовки // Лесотехнический журнал. - 2018. - Т.8. - № 2 (30). - С. 270-283.

13. Величко С.В., Сербулов Ю.С., Лемешкин А.В. Информационные технологии выбора и распределения ресурсов технологических систем // Москва, 2007.

14. Коробова Л.А., Лемешкин А.В. Непрерывное образование в рамках "школа-ВГУИТ" // В сборнике: Современные технологии непрерывного обучения школа-вуз. Материалы II Всероссийской научно-методической конференции. - 2015. - С. 58-61.

15. Сазонова С.А., Щербакова И.В., Сметанкина Г.И. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 1. - С. 111-120.

16. Зольников В.К., Сазонова С.А., Аникеев Е.А. Моделирование распределения канального ресурса корпоративной сети связи // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 1. - С. 28-44.

17. Сазонова С.А., Зольников К.В., Акамсина Н.В., Соколова О.А. Моделирование неисправностей и методы генерации тестов сложных цифровых схем // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 4. - С. 84-94.

18. Епифанов Е.Н., Асминин В.Ф., Сазонова С.А. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

19. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Экспериментальные исследования вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 525-529.

20. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 82-96.

22. Сазонова С.А., Горюнов В.А., Рылёв С.С., Логачев Д.В. Веб-приложение для оценки экологических показателей транспортного потока // Моделирование систем и процессов. - 2026. - Т. 19. - № 1. - С. 71-87.

23. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Асминин В.Ф. Улучшение качества материала промышленных полов для повышения ударной стойкости при воздействии машиностроительного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 495-498.

24. Колотушкин В.В., Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Кочегаров А.В., Барсуков А.И., Соколова О.А. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

References

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - № 1 (36). - Pp. 69-81.

2. Pertsev V.T., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Improving the quality of concrete by using metal fibers // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 480-484.

3. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Asminin V.F. Research and development of design models for digital information processing chips // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 3. - pp. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Osmolovsky D.S., Asminin V.F. Experimental study of dissipative properties of vibration damping pads with frictional friction to reduce noise from circular sawing woodworking machines // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest Magazine. - 2011. - № 5 (323). - Pp. 59-63.

7. Asminin V.F., Epifanov E.N., Antonov A.I., Kuznetsov S.N. Methods of acoustic design of a single fire alarm system // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2013. - № 3 (31). - Pp. 121-127.

8. Sazonova S.A., Asminin V.F., Zvyagintseva A.V. Modeling of dangerous internal forces in the calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness. // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 2. - pp. 44-54.

9. Akamsina N.V., Konovalov O.A., Lemeshkin A.V. Method and algorithm of optimal decomposition of complex systems // Economics and management of management systems. - 2016. - № 1 (19). - Pp. 73-80.

10. Galaeva S.S., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Investigation of the process of assessing the condition of wooden structures // Modeling of systems and processes. 2019. Vol. 12. No. 4. pp. 10-16.

11. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Zarevich A.I., Bashun S.S. Investigation of ways to protect information from leakage through acoustic and vibroacoustic channels // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 2. - pp. 27-40.

12. Skrypnikov A.V., Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A. Development, management and quality assessment of interactive training tools in the training of logging specialists // Forestry Engineering Journal. - 2018. - Vol.8. - № 2 (30). - Pp. 270-283.

13. Velichko S.V., Serbulov Yu.S., Lemeshkin A.V. Information technologies of selection and allocation of resources of technological systems // Moscow, 2007.

14. Korobova L.A., Lemeshkin A.V. Continuous education within the framework of "school-VGUIT" // In the collection: Modern technologies of continuous education school-university. Materials of the II All-Russian Scientific and Methodological Conference. 2015. pp. 58-61.

15. Sazonova S.A., Shcherbakova I.V., Smetankina G.I. Modeling of the leak diagnosis process based on a two-alternative hypothesis, taking into account interference from stochastic consumption in the hydraulic system // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 1. - pp. 111-120.

16. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Anikeev E.A. Modeling the distribution of the channel resource of a corporate communications network // Modeling of systems and processes. 2025. Vol. 18. No. 1. pp. 28-44.

17. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Akamsina N.V., Sokolova O.A. Fault modeling and test generation methods for complex digital circuits // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 4. - pp. 84-94.

18. Epifanov E.N., Asminin V.F., Sazonova S.A. System analysis of acoustic properties of speech announcers // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 4. - pp. 42-53.

19. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Experimental studies of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 525-529.

20. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - pp. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - No. 1 (36). pp. 82-96.

22. Sazonova S.A., Goryunov V.A., Rylev S.S., Logachev D.V. Web application for assessing environmental indicators of traffic flow // Modeling of systems and processes. - 2026. - Vol. 19. - No. 1. - pp. 71-87.

23. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Asminin V.F. Improving the material quality of industrial floors to increase impact resistance when exposed to machine-building equipment // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. 2024. No. 3. pp. 495-498.

24. Kolotushkin V.V., Sazonova S.A., Asminin V.F., Kochegarov A.V., Barsukov A.I., Sokolova O.A. Testing fragments of welded structures for fatigue fracture resistance // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 575-578.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_231-239
УДК 699

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕТОНА С ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫМИ ВОЛОКНАМИ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Сазонова С.А.[1], *канд. техн. наук, доцент*
Асминин В.Ф.[2], *д-р техн. наук, профессор*
Бакланова О.В.[2], *канд. техн. наук, доцент*
[1]Воронежский государственный педагогический университет
[2] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Рассматривается лабораторное оборудование для провекдения экспериментальных исследований бетона с полипропиленовыми волокнами на прочностные свойства с определением теплофизических свойств полипропиленового фибробетона. К такому оборудованию относится камера электропечи СНОЛ 6/10, гидравлический пресс БКК-200, малая горизонтальная огневая печь.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, температурные воздействия на материалы, оборудование для экспериментов, фибробетон, полипропиленовые волокна.*

EQUIPMENT FOR TESTING CONCRETE WITH POLYPROPYLENE FIBERS FOR STRENGTH PROPERTIES UNDER TEMPERATURE INFLUENCE

Sazonova S.A.[1], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Asminin V.F.[2], *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Baklanova O.V.[2], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
[1]Voronezh State Pedagogical University
[2] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. *Laboratory equipment for conducting experimental studies of concrete with polypropylene fibers for strength properties with determination of thermophysical properties of polypropylene fiber concrete is considered. Such equipment includes the SNOL 6/10 electric furnace chamber, the BKK-200 hydraulic press, and a small horizontal fire furnace.*

Keywords: *fire safety, temperature effects on materials, experimental equipment, fiber-reinforced concrete, polypropylene fibers.*

© Сазонова С. А., Асминин В. Ф., Бакланова О. В., 2026

Исследование бетона с полипропиленовыми волокнами на прочностные свойства с определением теплофизических свойств полипропиленового фибробетона производится с помощью нижеприведенного оборудования.

На рисунке 1 показана камера электропечи СНОЛ 6/10, которая используется для сушки и нагрева образцов.

Электропечь специально разработана для термообработки бетонных образцов (рис. 2). Для исследования прочности на сжатие в осевом направлении можно использовать пресс БКК-200 (рис. 3, 4).



Рис. 1. Камера электропечи СНОЛ 6/10

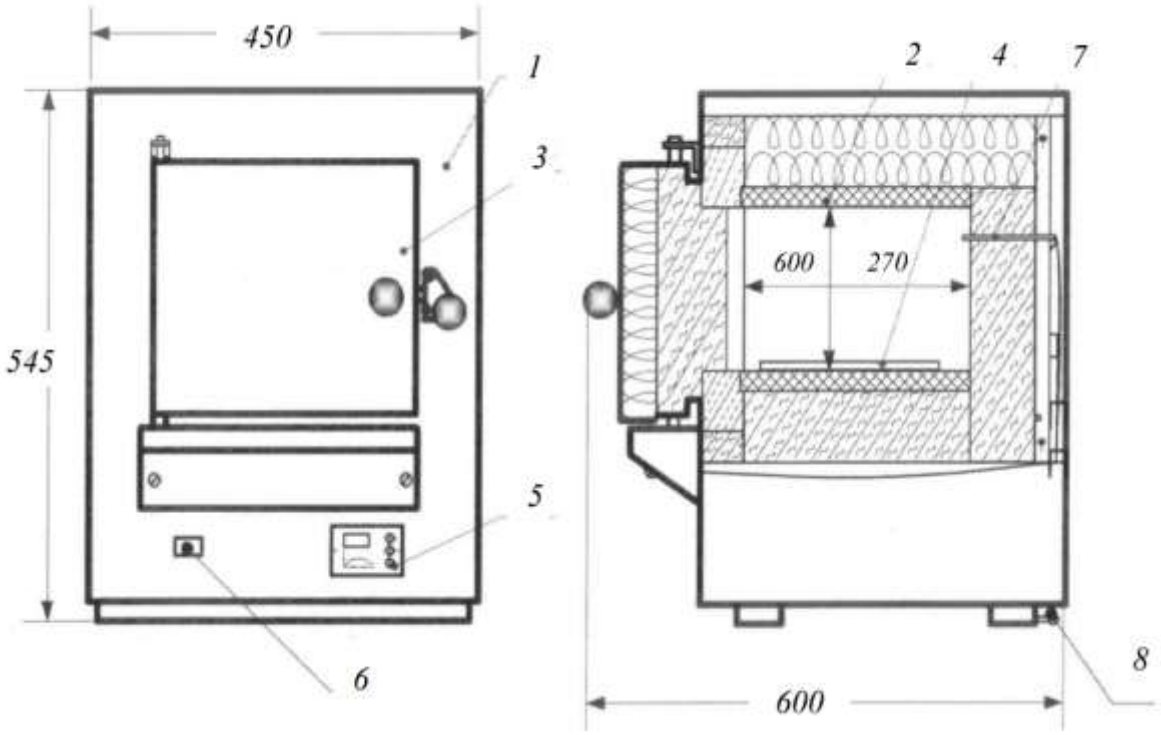


Рис. 2. Эскиз камеры электропечи СНОЛ 6/10:

1 – корпус; *2* – керамический муфель; *3* – дверца;

4 – керамическая подставка; *5* – регулятор температуры;

6 – выключатель клавишный; *7* – термопара



Рис. 3. Гидравлический пресс БКК-200

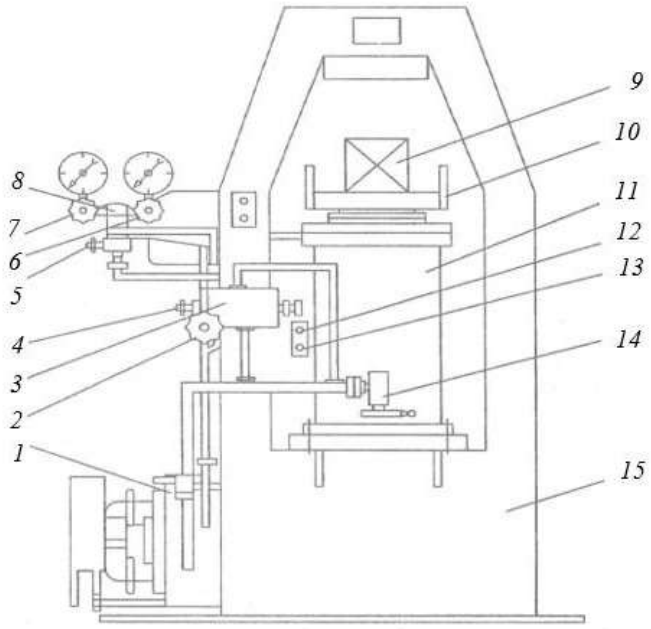


Рис. 4. Схема гидравлического пресса БКК-200:

1 – насосный агрегат; *2* – вспомогательный вентиль; *3* – гидропанель;
4 – регулировочный вентиль; *5* – вентиль обратного клапана;
6 – вентиль основного манометра; *7* – вентиль дополнительного манометра;
8 – манометродержатель; *9* – образец; *10* – плавающая платформа;
11 – рабочий цилиндр; *12* – кнопка «Пуск»; *13* – кнопка «Стоп»;
14 – спускной клапан; *15* – станина пресса

Общая схема печи для изучения теплофизических свойств фибробетона изображена на рис. 5.



Рис. 5. Малая горизонтальная огневая печь

Чтобы более точно измерить массу образцов, в эксперименте требуется использовать калиброванные емкости, показанные на рис. 6. Это необходимо сделать перед сушкой бетона в сушильном шкафу.

При выполнении работы использовались материалы научных исследований [1-24].



Рис. 6. Калиброванные емкости

Список литературы

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 69-81.

2. Перцев В.Т., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Повышение качества бетона путем применения металлических фибр // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 480-484.

3. Сазонова С.А., Зольников К.В., Асминин В.Ф. Исследование и разработка моделей проектирования микросхем цифровой обработки информации // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 3. - С. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Осмоловский Д.С., Асминин В.Ф. Экспериментальное исследование диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с фрикционным трением для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 5 (323). - С. 59-63.

7. Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н., Антонов А.И., Кузнецов С.Н. Методика акустического проектирования одиночного пожарного речевого оповещателя // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 3 (31). - С. 121-127.

8. Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Звягинцева А.В. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых

рам со стержнями заданной жесткости // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 2. - С. 44-54.

9. Акамсина Н.В., Коновалов О.А., Лемешкин А.В. Метод и алгоритм оптимальной декомпозиции сложных систем // Экономика и менеджмент систем управления. - 2016. - № 1 (19). - С. 73-80.

10. Галаева С.С., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Исследование процесса оценки состояния деревянных конструкций // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 10-16.

11. Зольников В.К., Сазонова С.А., Заревич А.И., Башун С.С. Исследование способов защиты информации от утечки по акустическому и виброакустическому каналам // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 2. - С. 27-40.

12. Скрыпников А.В., Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А. Разработка, управление и оценка качества интерактивных обучающих средств при подготовке специалистов лесозаготовки // Лесотехнический журнал. - 2018. - Т.8. - № 2 (30). - С. 270-283.

13. Величко С.В., Сербулов Ю.С., Лемешкин А.В. Информационные технологии выбора и распределения ресурсов технологических систем // Москва, 2007.

14. Коробова Л.А., Лемешкин А.В. Непрерывное образование в рамках "школа-ВГУИТ" // В сборнике: Современные технологии непрерывного обучения школа-вуз. Материалы II Всероссийской научно-методической конференции. - 2015. - С. 58-61.

15. Сазонова С.А., Щербакова И.В., Сметанкина Г.И. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 1. - С. 111-120.

16. Зольников В.К., Сазонова С.А., Аникеев Е.А. Моделирование распределения канального ресурса корпоративной сети связи // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 1. - С. 28-44.

17. Сазонова С.А., Зольников К.В., Акамсина Н.В., Соколова О.А. Моделирование неисправностей и методы генерации тестов сложных цифровых схем // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 4. - С. 84-94.

18. Епифанов Е.Н., Асминин В.Ф., Сазонова С.А. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

19. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Экспериментальные исследования вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 525-529.

20. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков

дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 82-96.

22. Сазонова С.А., Горюнов В.А., Рылёв С.С., Логачев Д.В. Веб-приложение для оценки экологических показателей транспортного потока // Моделирование систем и процессов. - 2026. - Т. 19. - № 1. - С. 71-87.

23. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Асминин В.Ф. Улучшение качества материала промышленных полов для повышения ударной стойкости при воздействии машиностроительного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 495-498.

24. Колотушкин В.В., Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Кочегаров А.В., Барсуков А.И., Соколова О.А. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

References

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - № 1 (36). - Pp. 69-81.

2. Pertsev V.T., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Improving the quality of concrete by using metal fibers // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 480-484.

3. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Asminin V.F. Research and development of design models for digital information processing chips // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 3. - pp. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Osmolovsky D.S., Asminin V.F. Experimental study of dissipative properties of vibration damping pads with frictional friction to reduce noise from circular sawing woodworking machines // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest Magazine. - 2011. - № 5 (323). - Pp. 59-63.

7. Asminin V.F., Epifanov E.N., Antonov A.I., Kuznetsov S.N. Methods of acoustic design of a single fire alarm system // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2013. - № 3 (31). - Pp. 121-127.

8. Sazonova S.A., Asminin V.F., Zvyagintseva A.V. Modeling of dangerous internal forces in the calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness. // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 2. - pp. 44-54.

9. Akamsina N.V., Konovalov O.A., Lemeshkin A.V. Method and algorithm of optimal decomposition of complex systems // Economics and management of management systems. - 2016. - № 1 (19). - Pp. 73-80.

10. Galaeva S.S., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Investigation of the process of assessing the condition of wooden structures // Modeling of systems and processes. 2019. Vol. 12. No. 4. pp. 10-16.

11. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Zarevich A.I., Bashun S.S. Investigation of ways to protect information from leakage through acoustic and vibroacoustic channels // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 2. - pp. 27-40.

12. Skrypnikov A.V., Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A. Development, management and quality assessment of interactive training tools in the training of logging specialists // Forestry Engineering Journal. - 2018. - Vol.8. - № 2 (30). - Pp. 270-283.

13. Velichko S.V., Serbulov Yu.S., Lemeshkin A.V. Information technologies of selection and allocation of resources of technological systems // Moscow, 2007.

14. Korobova L.A., Lemeshkin A.V. Continuous education within the framework of "school-VGUIT" // In the collection: Modern technologies of continuous education school-university. Materials of the II All-Russian Scientific and Methodological Conference. 2015. pp. 58-61.

15. Sazonova S.A., Shcherbakova I.V., Smetankina G.I. Modeling of the leak diagnosis process based on a two-alternative hypothesis, taking into account interference from stochastic consumption in the hydraulic system // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 1. - pp. 111-120.

16. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Anikeev E.A. Modeling the distribution of the channel resource of a corporate communications network // Modeling of systems and processes. 2025. Vol. 18. No. 1. pp. 28-44.

17. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Akamsina N.V., Sokolova O.A. Fault modeling and test generation methods for complex digital circuits // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 4. - pp. 84-94.

18. Epifanov E.N., Asminin V.F., Sazonova S.A. System analysis of acoustic properties of speech announcers // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 4. - pp. 42-53.

19. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Experimental studies of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 525-529.

20. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration

damping inserts // Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - pp. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - No. 1 (36). pp. 82-96.

22. Sazonova S.A., Goryunov V.A., Rylev S.S., Logachev D.V. Web application for assessing environmental indicators of traffic flow // Modeling of systems and processes. - 2026. - Vol. 19. - No. 1. - pp. 71-87.

23. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Asminin V.F. Improving the material quality of industrial floors to increase impact resistance when exposed to machine-building equipment // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. 2024. No. 3. pp. 495-498.

24. Kolotushkin V.V., Sazonova S.A., Asminin V.F., Kochegarov A.V., Barsukov A.I., Sokolova O.A. Testing fragments of welded structures for fatigue fracture resistance // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 575-578.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_240-247
УДК 331

ОХРАНА ТРУДА СТРОИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ВРЕДНЫХ ПРИОЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ И С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ВЫПОЛНЯЕМЫХ РАБОТ

Сазонова С.А.[1], *канд. техн. наук, доцент*
Асминин В.Ф.[2], *д-р техн. наук, профессор*
[1]Воронежский государственный педагогический университет
[2] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Показано, что основной задачей гигиены труда в строительстве является снижение уровня действия неблагоприятных факторов для предупреждения производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний работающих, которые необходимо рассматривать как существенную интегральную характеристику здоровья работающих в целом. Рассмотрены особенности организации трудового и технологического процессов при проведении строительных работ.*

Ключевые слова: *условия труда, гигиена, вредные и опасные факторы производственной среды, строительное производство, специфика выполняемых работ.*

LABOR PROTECTION OF BUILDERS IN CONDITIONS OF HARMFUL CONSTRUCTION FACTORS AND TAKING INTO ACCOUNT THE SPECIFICS OF THE WORK PERFORMED

Sazonova S.A.[1], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Asminin V.F.[2], *Doctor of Technical Sciences, Professor*
[1]Voronezh State Pedagogical University
[2] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. *It is shown that the main task of occupational hygiene in construction is to reduce the level of adverse factors in order to prevent production-related and occupational diseases of workers, which must be considered as an essential integral characteristic of the health of workers as a whole. The peculiarities of the organization of labor and technological processes during construction work are considered.*

Keywords: *working conditions, hygiene, harmful and dangerous factors of the production environment, construction production, specifics of the work performed.*

Основной задачей гигиены труда в строительстве является снижение

© Сазонова С. А., Асминин В. Ф., 2026

уровня действия неблагоприятных факторов для предупреждения производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний работающих, которые необходимо рассматривать как существенную интегральную характеристику здоровья работающих в целом. В связи с этим особую актуальность в гигиене труда приобрело направление по своевременной оценке структуры и степени опасности возможных производственных факторов риска для здоровья работающих.

Именно такой подход позволяет оценить реальные техногенные нагрузки и их факторное влияние на функциональное состояние, и здоровье работающих. Это в конечном итоге позволяет обосновать не только необходимость мер профилактики, но и определить их приоритетность и структуру.

В настоящее время основные строительные работы производятся подрядным способом, при этом основной формой кооперации труда рабочих в строительном процессе является специализированная или комплексная бригада, состоящая из рабочих необходимых профессий. При этом значительная часть строительных рабочих представляет собой неквалифицированную рабочую силу, другая их часть сгруппирована по профессиям, требующим квалифицированного труда.

В этой связи оптимизация условий труда и производственной среды создает резерв повышения эффективности производства, увеличение производительности труда и улучшения функционального состояния организма строителей, что и явилось основанием для проведения данного научного исследования.

Объектами исследований были выбраны условия труда, характеризующиеся наличием вредных и опасных факторов производственной среды, а также функциональное состояние организма строителей различных профессий. В качестве предмета научных исследований были выбраны уровни вредных и опасных факторов трудового процесса в теплый и холодный периоды года и физиологические показатели, характеризующие динамику изменения в функциональном состоянии организма строителей.

Выявлено, что весь комплекс факторов трудового процесса обуславливают изменения функционального состояния организма работающих.

На основании проведенных исследований разработаны профилактические мероприятия по оптимизации условий труда и сохранению состояния здоровья строителей.

На основании проведения научных исследований на ряде строительных площадок с различной организацией труда дана оценка условиям труда строителей в зависимости от профессиональной принадлежности, также дана оценка с учетом климатических особенностей зоны строительства. Установлена степень зависимости показателей функционального состояния различных систем организма и работоспособности строителей от уровня производственных факторов и характера трудовых процессов.

Во всем мире строительство – одна из важнейших отраслей экономики. Ее

деятельность по восстановлению и отстройке районов, пострадавших в результате стихийных бедствий и антропогенных катастроф, а также по обеспечению зданий энергоснабжением, коммуникациями и связью для удовлетворения растущих потребностей населения – огромное благо для всего человечества.

Для многих людей работа в качестве неквалифицированного строительного рабочего является первым шагом на пути присоединения к оплачиваемой рабочей силе в строительстве или других отраслях промышленности.

Трудовая деятельность строителей протекает в условиях определенной производственной среды, которая может оказывать неблагоприятное влияние на работоспособность и здоровье рабочих строителей.

Весь проведённый объём гигиенических исследований производственной среды на производстве представлен в таблице 1.

Таблица 1

Методы и объем исследований по оценке факторов производственной среды строителей

Показатель	**Количество исследований**
Параметры производственного микроклимата (метеоскоп, Россия):	
- температура воздуха	135
- относительная влажность	135
- скорость движения воздуха	135
Содержание пыли в воздухе рабочей зоны (аспирационный метод)	36
Содержание газов в воздухе рабочей зоны (газоанализатор «Элен», Россия)	36
Интенсивность шума (SVAN-943A, Польша)	36
ВСЕГО	**513**

Рассмотрим особенности организации трудового и технологического процессов при проведении строительных работ.

Контроль качества строительно-монтажны.х работ ($СМР_1$) производится с целью выяснения и обеспечения соответствия выполняемых работ и применяемых материалов, изделий и конструкций требованиям проекта, СНиП и других действующих нормативных документов.

Вся классификационная схема процессов строительного производства представлена на рис. 1.

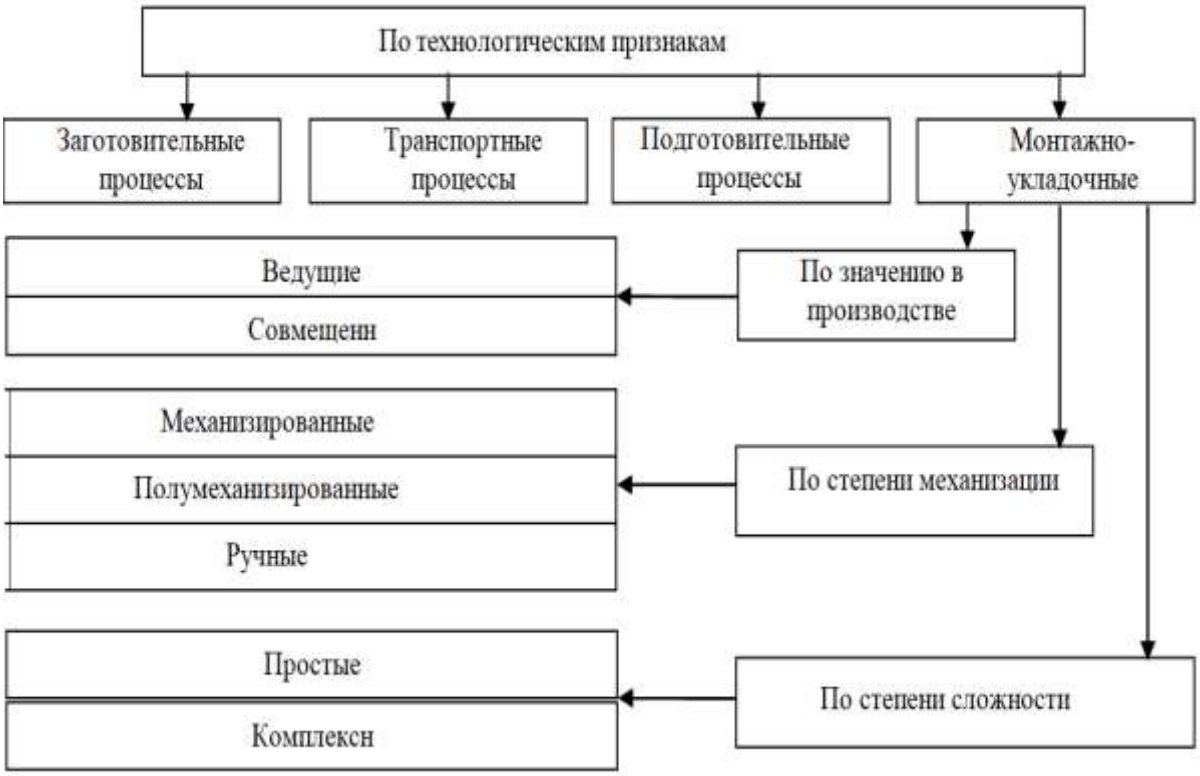


Рис. 1. Классификационная схема процессов строительного производства

В итоге можно сделать вывод, что, основной задачей гигиены труда является снижение уровня действия неблагоприятных факторов для предупреждения производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний работающих, которые необходимо рассматривать как существенную интегральную характеристику здоровья работающих в целом.

При выполнении работы использовались материалы научных исследований [1-24].

Список литературы

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 69-81.

2. Перцев В.Т., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Повышение качества бетона путем применения металлических фибр // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 480-484.

3. Сазонова С.А., Зольников К.В., Асминин В.Ф. Исследование и разработка моделей проектирования микросхем цифровой обработки информации // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 3. - С. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по

улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Осмоловский Д.С., Асминин В.Ф. Экспериментальное исследование диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с фрикционным трением для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 5 (323). - С. 59-63.

7. Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н., Антонов А.И., Кузнецов С.Н. Методика акустического проектирования одиночного пожарного речевого оповещателя // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 3 (31). - С. 121-127.

8. Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Звягинцева А.В. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых рам со стержнями заданной жесткости // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 2. - С. 44-54.

9. Акамсина Н.В., Коновалов О.А., Лемешкин А.В. Метод и алгоритм оптимальной декомпозиции сложных систем // Экономика и менеджмент систем управления. - 2016. - № 1 (19). - С. 73-80.

10. Галаева С.С., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Исследование процесса оценки состояния деревянных конструкций // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 10-16.

11. Зольников В.К., Сазонова С.А., Заревич А.И., Башун С.С. Исследование способов защиты информации от утечки по акустическому и виброакустическому каналам // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 2. - С. 27-40.

12. Скрыпников А.В., Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А. Разработка, управление и оценка качества интерактивных обучающих средств при подготовке специалистов лесозаготовки // Лесотехнический журнал. - 2018. - Т.8. - № 2 (30). - С. 270-283.

13. Величко С.В., Сербулов Ю.С., Лемешкин А.В. Информационные технологии выбора и распределения ресурсов технологических систем // Москва, 2007.

14. Коробова Л.А., Лемешкин А.В. Непрерывное образование в рамках "школа-ВГУИТ" // В сборнике: Современные технологии непрерывного обучения школа-вуз. Материалы II Всероссийской научно-методической конференции. - 2015. - С. 58-61.

15. Сазонова С.А., Щербакова И.В., Сметанкина Г.И. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 1. - С. 111-120.

16. Зольников В.К., Сазонова С.А., Аникеев Е.А. Моделирование распределения канального ресурса корпоративной сети связи // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 1. - С. 28-44.

17. Сазонова С.А., Зольников К.В., Акамсина Н.В., Соколова О.А. Моделирование неисправностей и методы генерации тестов сложных цифровых схем // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 4. - С. 84-94.

18. Епифанов Е.Н., Асминин В.Ф., Сазонова С.А. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

19. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Экспериментальные исследования вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 525-529.

20. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 82-96.

22. Сазонова С.А., Горюнов В.А., Рылёв С.С., Логачев Д.В. Веб-приложение для оценки экологических показателей транспортного потока // Моделирование систем и процессов. - 2026. - Т. 19. - № 1. - С. 71-87.

23. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Асминин В.Ф. Улучшение качества материала промышленных полов для повышения ударной стойкости при воздействии машиностроительного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 495-498.

24. Колотушкин В.В., Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Кочегаров А.В., Барсуков А.И., Соколова О.А. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

References

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - № 1 (36). - Pp. 69-81.

2. Pertsev V.T., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Improving the quality of concrete by using metal fibers // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 480-484.

3. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Asminin V.F. Research and development of design models for digital information processing chips // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 3. - pp. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Osmolovsky D.S., Asminin V.F. Experimental study of dissipative properties of vibration damping pads with frictional friction to reduce noise from circular sawing woodworking machines // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest Magazine. - 2011. - № 5 (323). - Pp. 59-63.

7. Asminin V.F., Epifanov E.N., Antonov A.I., Kuznetsov S.N. Methods of acoustic design of a single fire alarm system // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2013. - № 3 (31). - Pp. 121-127.

8. Sazonova S.A., Asminin V.F., Zvyagintseva A.V. Modeling of dangerous internal forces in the calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness. // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 2. - pp. 44-54.

9. Akamsina N.V., Konovalov O.A., Lemeshkin A.V. Method and algorithm of optimal decomposition of complex systems // Economics and management of management systems. - 2016. - № 1 (19). - Pp. 73-80.

10. Galaeva S.S., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Investigation of the process of assessing the condition of wooden structures // Modeling of systems and processes. 2019. Vol. 12. No. 4. pp. 10-16.

11. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Zarevich A.I., Bashun S.S. Investigation of ways to protect information from leakage through acoustic and vibroacoustic channels // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 2. - pp. 27-40.

12. Skrypnikov A.V., Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A. Development, management and quality assessment of interactive training tools in the training of logging specialists // Forestry Engineering Journal. - 2018. - Vol.8. - № 2 (30). - Pp. 270-283.

13. Velichko S.V., Serbulov Yu.S., Lemeshkin A.V. Information technologies of selection and allocation of resources of technological systems // Moscow, 2007.

14. Korobova L.A., Lemeshkin A.V. Continuous education within the framework of "school-VGUIT" // In the collection: Modern technologies of continuous education school-university. Materials of the II All-Russian Scientific and Methodological Conference. 2015. pp. 58-61.

15. Sazonova S.A., Shcherbakova I.V., Smetankina G.I. Modeling of the leak diagnosis process based on a two-alternative hypothesis, taking into account interference from stochastic consumption in the hydraulic system // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 1. - pp. 111-120.

16. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Anikeev E.A. Modeling the distribution of the channel resource of a corporate communications network // Modeling of systems and processes. 2025. Vol. 18. No. 1. pp. 28-44.

17. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Akamsina N.V., Sokolova O.A. Fault modeling and test generation methods for complex digital circuits // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 4. - pp. 84-94.

18. Epifanov E.N., Asminin V.F., Sazonova S.A. System analysis of acoustic properties of speech announcers // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 4. - pp. 42-53.

19. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Experimental studies of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 525-529.

20. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - pp. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - No. 1 (36). pp. 82-96.

22. Sazonova S.A., Goryunov V.A., Rylev S.S., Logachev D.V. Web application for assessing environmental indicators of traffic flow // Modeling of systems and processes. - 2026. - Vol. 19. - No. 1. - pp. 71-87.

23. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Asminin V.F. Improving the material quality of industrial floors to increase impact resistance when exposed to machine-building equipment // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. 2024. No. 3. pp. 495-498.

24. Kolotushkin V.V., Sazonova S.A., Asminin V.F., Kochegarov A.V., Barsukov A.I., Sokolova O.A. Testing fragments of welded structures for fatigue fracture resistance // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 575-578.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_248-258
УДК 574

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ НА ТЕРРИТОРИИ АВТОСТОЯНКИ

Сазонова С.А.[1], *канд. техн. наук, доцент*
Асминин В.Ф.[2], *д-р техн. наук, профессор*
Казбанова И.М.[2], *канд. биол. наук, доцент*
Колосова Е.С.[2], *ассистент*
[1]Воронежский государственный педагогический университет
[2] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Рассмотрена экологическая обстановка на автостоянках. Показано, что для исследования концентрации загрязняющих веществ в приземном слое на территории автостоянки требуется провести расчеты полей максимальных концентраций наиболее часто встречающихся вредных веществ, выделяемых автомобильным транспортом.*

Ключевые слова*: загрязняющие вещества, экология, автостоянки, поля максимальных концентраций вредных веществ, приземный слой.*

INVESTIGATION OF THE CONCENTRATION OF POLLUTANTS IN THE SURFACE LAYER IN THE PARKING LOT

Sazonova S.A.[1], *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Asminin V.F.[2], *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Kazbanova I.M.[2], *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor*
Kolosova E.S.[2], *assistant*
[1]Voronezh State Pedagogical University
[2] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. *The ecological situation in parking lots is considered. It is shown that in order to study the concentration of pollutants in the surface layer in the parking lot, it is necessary to calculate the fields of maximum concentrations of the most common harmful substances released by road.*

Keywords: *pollutants, ecology, parking lots, fields of maximum concentrations of harmful substances, surface layer.*

Растущий уровень использования частных автомобилей в городских районах в результате быстрорастущей экономики, заброшенной политики и субсидий является основными причинами, по которым парковка автомобилей

© Сазонова С. А., Асминин В. Ф., Казбанова И. М., Колосова Е. С., 2026

становится одной из основных проблем для транспорта и управления дорожным движением во всем мире. Координация между политикой парковки и управлением дорожным движением показала, что парковка становится препятствием для сквозного движения. Кроме того, он отвечает за неэффективное использование доступных ресурсов, даже если решения принимаются на разовой основе при разработке политики.

Хранение личного средства передвижения– одна из главных проблем современного мира. Фактически, это одна из основных проблем при планировании и проектировании любого инфраструктурного проекта. Если ее игнорировать, это способствует заторам на дорогах и нарушениям, авариям и травмам, а также потере времени и денег. Одно из более ранних исследований парковки показывает, что проблема парковки возникает в основном из-за того, что люди хотят припарковаться прямо перед дверью места назначения.

Во многих городских районах с высоким спросом на парковку желающих становится намного больше, чем свободных мест. Без платных парковок люди, как правило, оставляют свои автомобили и держатся за них весь день. В результате мы тратим время на поиски свободных парковочных мест. Как показывает опыт внедрения современных технологий в вопросах строительства парковок во многих Европейских городах, улучшения происходят не только в экономических и экологических показателях, но и в социальных сферах жизни граждан.

Автомобильный транспорт и его скопления на парковочных местах является источником повышенного атмосферного загрязнения.

Для исследования концентрации загрязняющих веществ в приземном слое на территории автостоянки были проведены расчеты полей максимальных концентраций с помощью УПРЗА ЭКОЛОГ, версия 3.00. Автостоянка в расчетах обозначена как объект номер 155; улицы Кирова города Боброва. Отрасль 40000 Транспорт.

На рисунках 1-7 приведены поля максимальных концентраций вредных веществ.

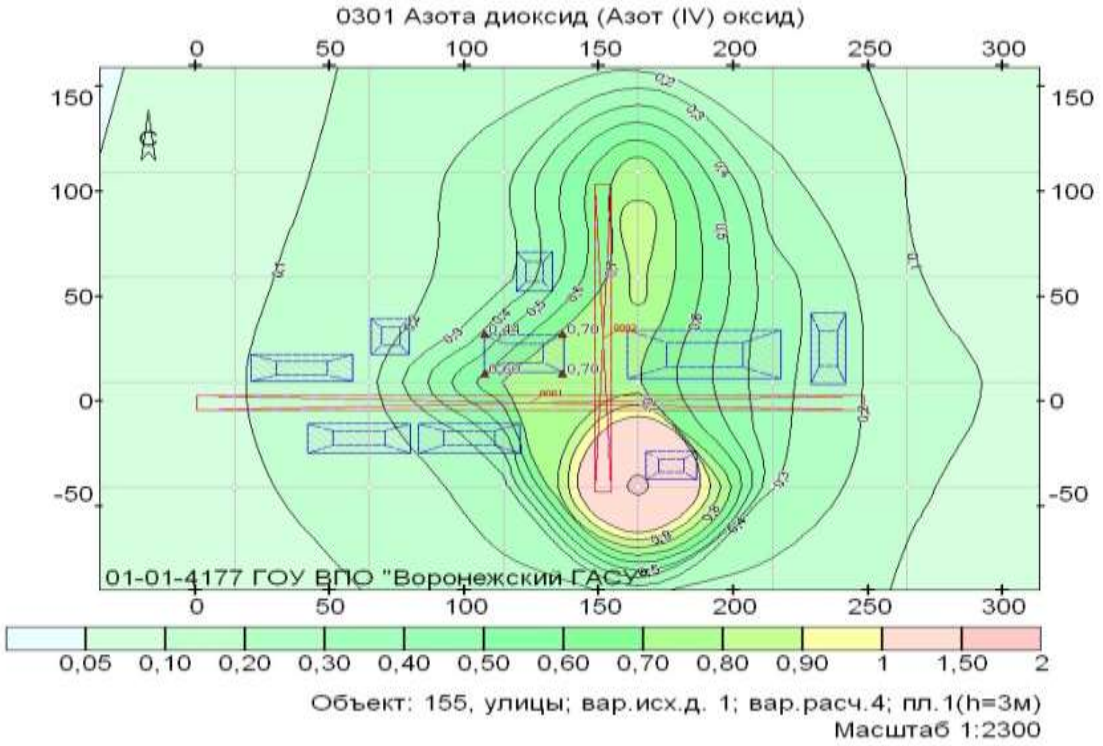


Рис. 1. Поле максимальных концентраций диоксида азота

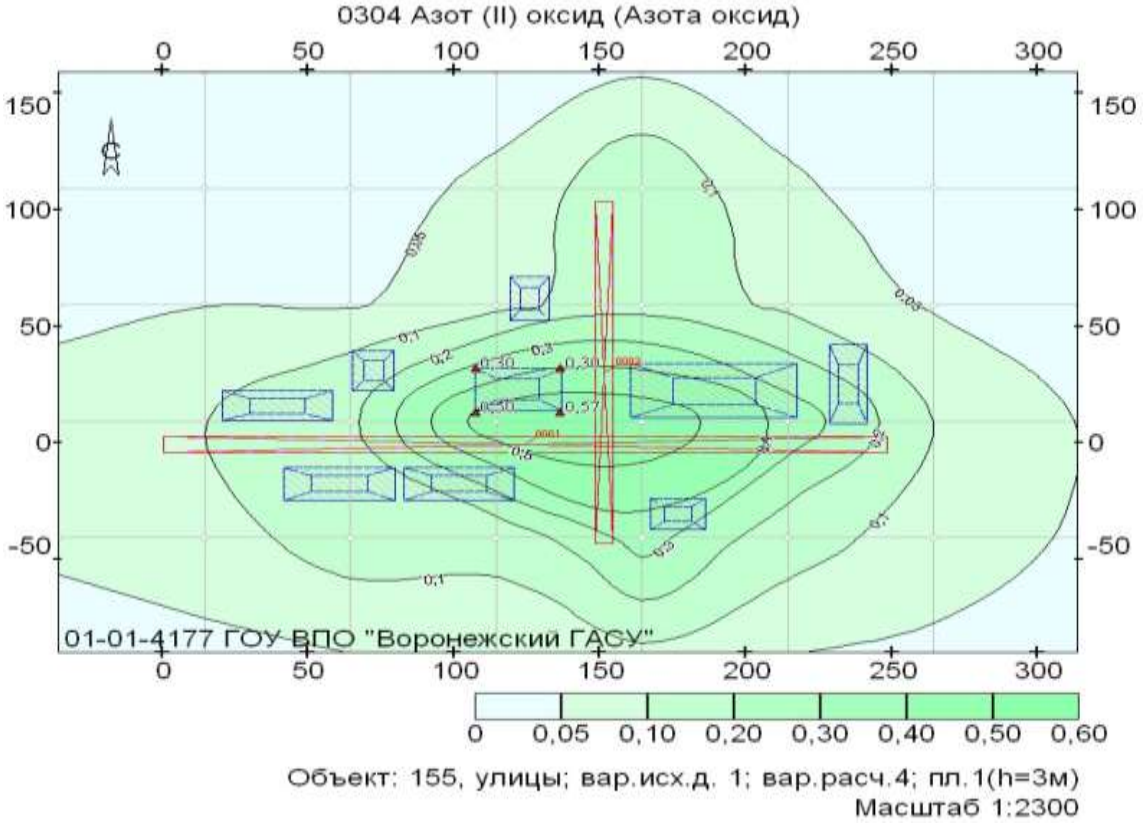


Рис. 2. Поле максимальных концентраций оксида азота

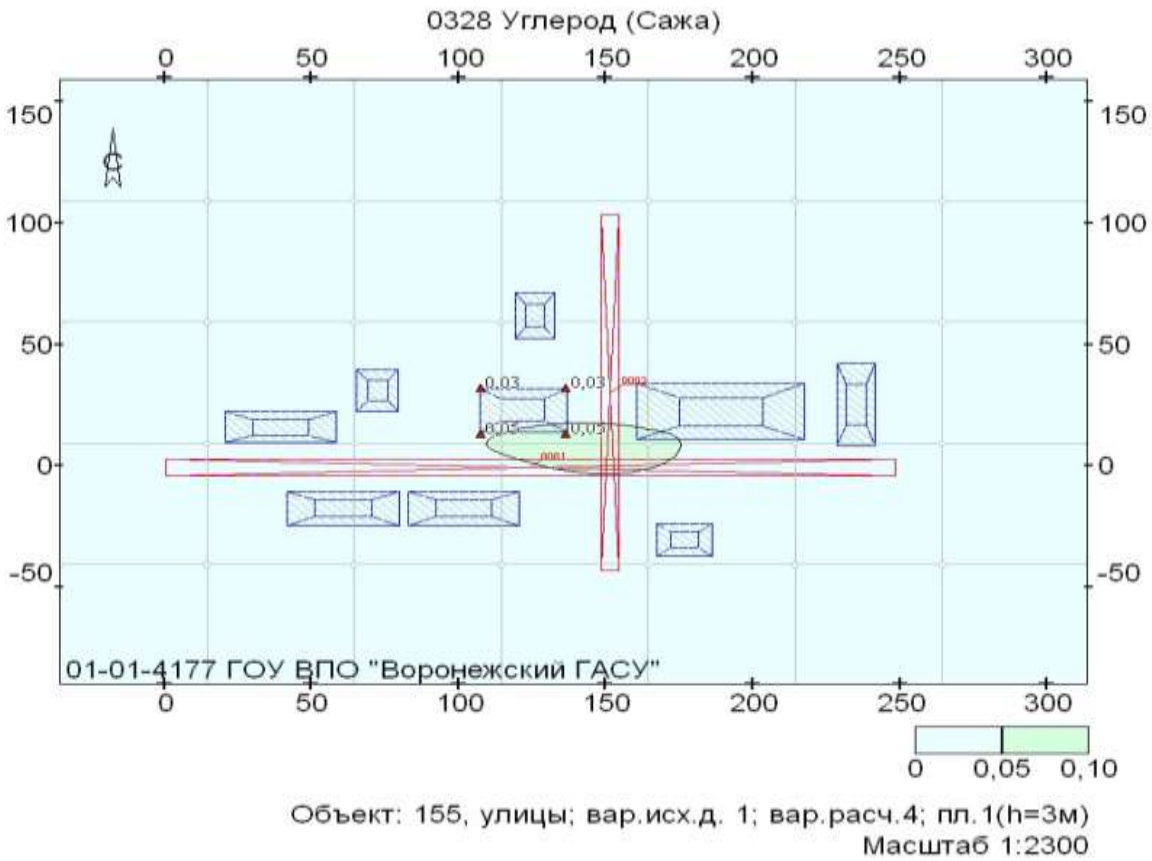


Рис. 3. Поле максимальных концентраций углерода

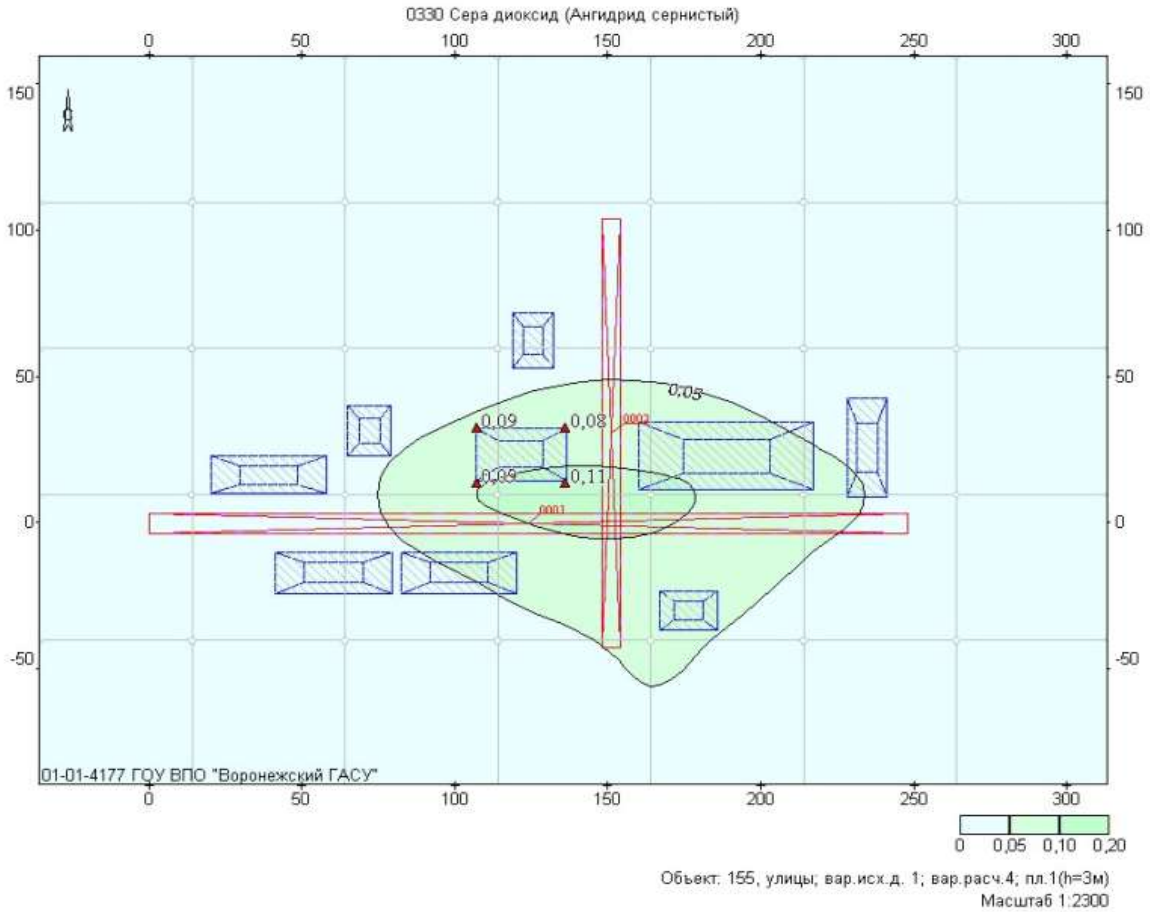


Рис. 4. Поле максимальных концентраций серного ангидрида

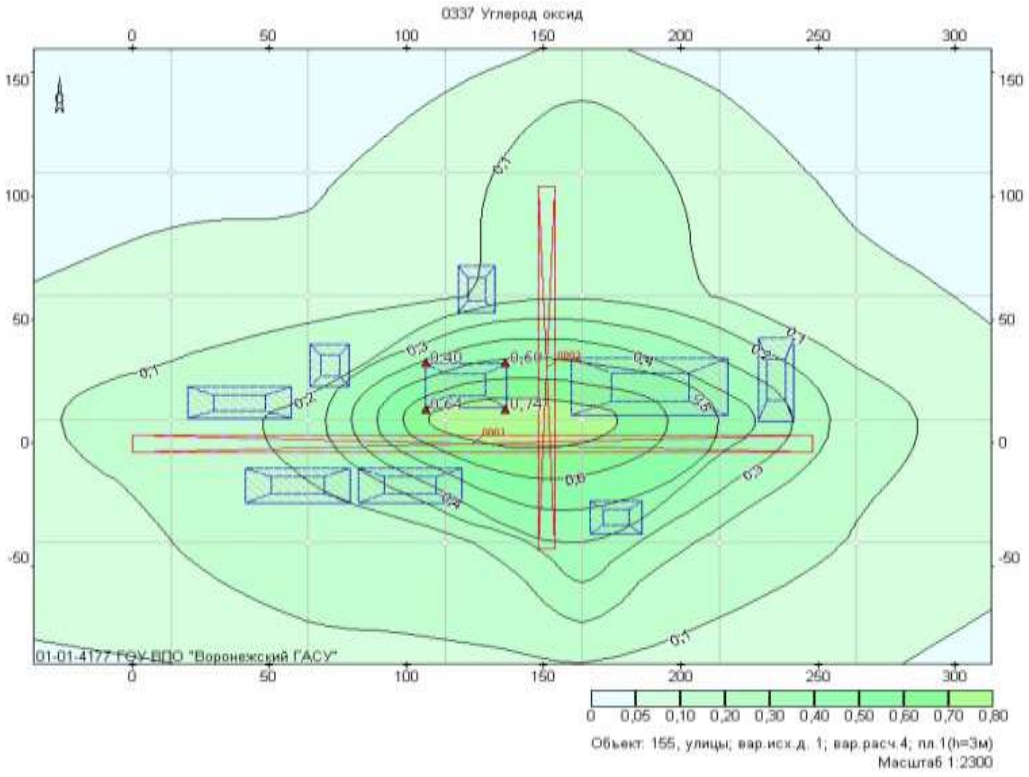


Рис. 5. Поле максимальных концентраций диоксида углерода

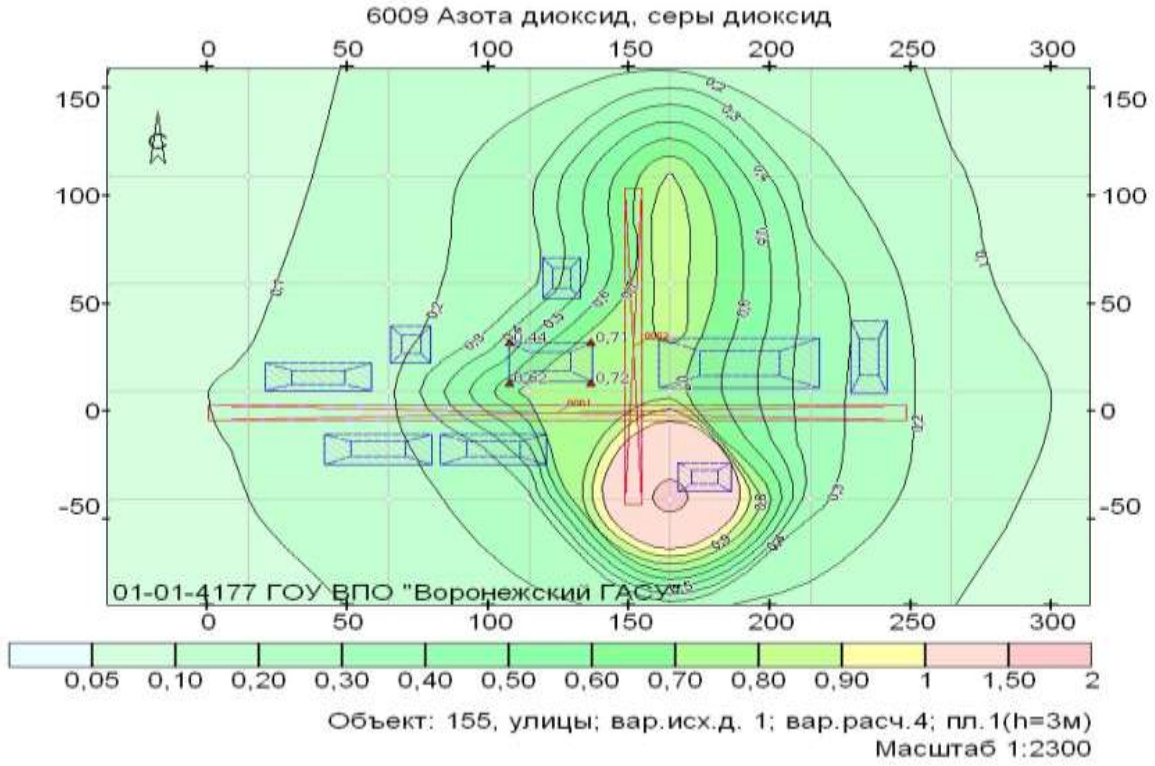


Рис. 6. Поле максимальных концентраций диоксида серы

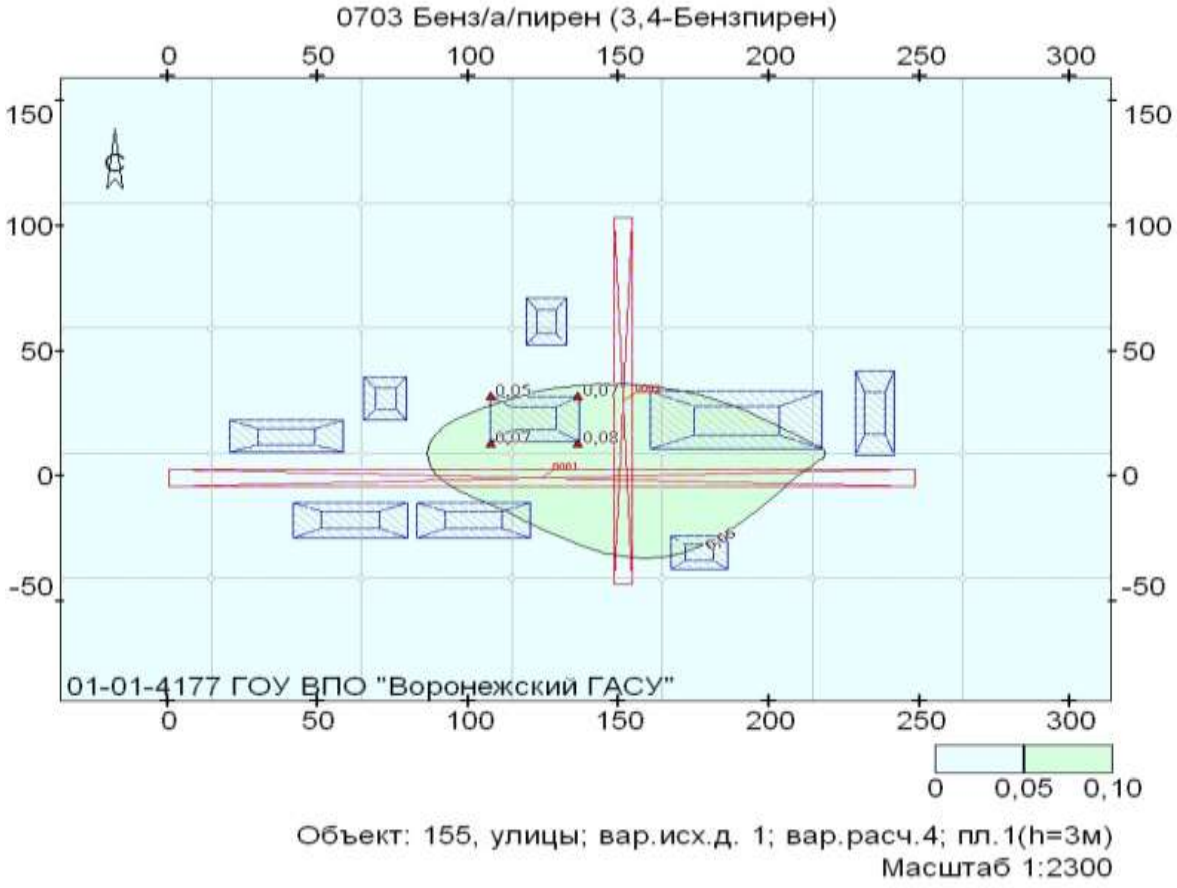


Рис. 7. Поле максимальных концентраций бенз/а/пирена

При выполнении работы использовались материалы научных исследований [1-24].

Список литературы

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 69-81.

2. Перцев В.Т., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Повышение качества бетона путем применения металлических фибр // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 480-484.

3. Сазонова С.А., Зольников К.В., Асминин В.Ф. Исследование и разработка моделей проектирования микросхем цифровой обработки информации // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 3. - С. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Осмоловский Д.С., Асминин В.Ф. Экспериментальное исследование диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с фрикционным трением для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2011. - № 5 (323). - С. 59-63.

7. Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н., Антонов А.И., Кузнецов С.Н. Методика акустического проектирования одиночного пожарного речевого оповещателя // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 3 (31). - С. 121-127.

8. Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Звягинцева А.В. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых рам со стержнями заданной жесткости // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 2. - С. 44-54.

9. Акамсина Н.В., Коновалов О.А., Лемешкин А.В. Метод и алгоритм оптимальной декомпозиции сложных систем // Экономика и менеджмент систем управления. - 2016. - № 1 (19). - С. 73-80.

10. Галаева С.С., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Исследование процесса оценки состояния деревянных конструкций // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 10-16.

11. Зольников В.К., Сазонова С.А., Заревич А.И., Башун С.С. Исследование способов защиты информации от утечки по акустическому и

виброакустическому каналам // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 2. - С. 27-40.

12. Скрыпников А.В., Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А. Разработка, управление и оценка качества интерактивных обучающих средств при подготовке специалистов лесозаготовки // Лесотехнический журнал. - 2018. - Т.8. - № 2 (30). - С. 270-283.

13. Величко С.В., Сербулов Ю.С., Лемешкин А.В. Информационные технологии выбора и распределения ресурсов технологических систем // Москва, 2007.

14. Коробова Л.А., Лемешкин А.В. Непрерывное образование в рамках "школа-ВГУИТ" // В сборнике: Современные технологии непрерывного обучения школа-вуз. Материалы II Всероссийской научно-методической конференции. - 2015. - С. 58-61.

15. Сазонова С.А., Щербакова И.В., Сметанкина Г.И. Моделирование процесса диагностики утечек на основе двухальтернативной гипотезы с учетом помех от стохастичности потребления в гидравлической системе // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 1. - С. 111-120.

16. Зольников В.К., Сазонова С.А., Аникеев Е.А. Моделирование распределения канального ресурса корпоративной сети связи // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 1. - С. 28-44.

17. Сазонова С.А., Зольников К.В., Акамсина Н.В., Соколова О.А. Моделирование неисправностей и методы генерации тестов сложных цифровых схем // Моделирование систем и процессов. - 2025. - Т. 18. - № 4. - С. 84-94.

18. Епифанов Е.Н., Асминин В.Ф., Сазонова С.А. Системный анализ акустических свойств речевых оповещателей // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17. - № 4. - С. 42-53.

19. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Экспериментальные исследования вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 525-529.

20. Асминин В.Ф., Сазонова С.А., Самофалова А.С. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. - № 1 (36). - С. 82-96.

22. Сазонова С.А., Горюнов В.А., Рылёв С.С., Логачев Д.В. Веб-приложение для оценки экологических показателей транспортного потока // Моделирование систем и процессов. - 2026. - Т. 19. - № 1. - С. 71-87.

23. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Асминин В.Ф. Улучшение качества материала промышленных полов для повышения ударной стойкости при

воздействии машиностроительного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 495-498.

24. Колотушкин В.В., Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Кочегаров А.В., Барсуков А.И., Соколова О.А. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

References

1. Samofalova A.S., Asminin V.F., Sazonova S.A. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - № 1 (36). - Pp. 69-81.

2. Pertsev V.T., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Improving the quality of concrete by using metal fibers // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 480-484.

3. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Asminin V.F. Research and development of design models for digital information processing chips // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 3. - pp. 89-99.

4. Старцев В.Н., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование термонапряженного состояния фундамента и разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных свойств бетона // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 2. - С. 64-71.

5. Рогов Н.Ю., Николенко С.Д., Сазонова С.А. Моделирование процесса обследования железобетонных опор технологических эстакад // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 68-73.

6. Osmolovsky D.S., Asminin V.F. Experimental study of dissipative properties of vibration damping pads with frictional friction to reduce noise from circular sawing woodworking machines // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Forest Magazine. - 2011. - № 5 (323). - Pp. 59-63.

7. Asminin V.F., Epifanov E.N., Antonov A.I., Kuznetsov S.N. Methods of acoustic design of a single fire alarm system // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2013. - № 3 (31). - Pp. 121-127.

8. Sazonova S.A., Asminin V.F., Zvyagintseva A.V. Modeling of dangerous internal forces in the calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness. // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 2. - pp. 44-54.

9. Akamsina N.V., Konovalov O.A., Lemeshkin A.V. Method and algorithm of optimal decomposition of complex systems // Economics and management of management systems. - 2016. - № 1 (19). - Pp. 73-80.

10. Galaeva S.S., Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Investigation of the process of assessing the condition of wooden structures // Modeling of systems and processes. 2019. Vol. 12. No. 4. pp. 10-16.

11. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Zarevich A.I., Bashun S.S. Investigation of ways to protect information from leakage through acoustic and vibroacoustic channels // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 2. - pp. 27-40.

12. Skrypnikov A.V., Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A. Development, management and quality assessment of interactive training tools in the training of logging specialists // Forestry Engineering Journal. - 2018. - Vol.8. - № 2 (30). - Pp. 270-283.

13. Velichko S.V., Serbulov Yu.S., Lemeshkin A.V. Information technologies of selection and allocation of resources of technological systems // Moscow, 2007.

14. Korobova L.A., Lemeshkin A.V. Continuous education within the framework of "school-VGUIT" // In the collection: Modern technologies of continuous education school-university. Materials of the II All-Russian Scientific and Methodological Conference. 2015. pp. 58-61.

15. Sazonova S.A., Shcherbakova I.V., Smetankina G.I. Modeling of the leak diagnosis process based on a two-alternative hypothesis, taking into account interference from stochastic consumption in the hydraulic system // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 1. - pp. 111-120.

16. Zolnikov V.K., Sazonova S.A., Anikeev E.A. Modeling the distribution of the channel resource of a corporate communications network // Modeling of systems and processes. 2025. Vol. 18. No. 1. pp. 28-44.

17. Sazonova S.A., Zolnikov K.V., Akamsina N.V., Sokolova O.A. Fault modeling and test generation methods for complex digital circuits // Modeling of systems and processes. - 2025. - Vol. 18. - No. 4. - pp. 84-94.

18. Epifanov E.N., Asminin V.F., Sazonova S.A. System analysis of acoustic properties of speech announcers // Modeling of systems and processes. - 2024. - Vol. 17. - No. 4. - pp. 42-53.

19. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Experimental studies of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 525-529.

20. Asminin V.F., Sazonova S.A., Samofalova A.S. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts // Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - pp. 161-169.

21. Asminin V.F., Druzhinina E.V., Sazonova S.A. Evaluation of the sound insulation properties of a lightweight panel with an internal diamond-shaped structure based on computer modeling of the process of passage and absorption of sound energy in it // Noise Theory and Practice. - 2024. - Vol. 10. - No. 1 (36). pp. 82-96.

22. Sazonova S.A., Goryunov V.A., Rylev S.S., Logachev D.V. Web application for assessing environmental indicators of traffic flow // Modeling of systems and processes. - 2026. - Vol. 19. - No. 1. - pp. 71-87.

23. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Asminin V.F. Improving the material quality of industrial floors to increase impact resistance when exposed to machine-

building equipment // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. 2024. No. 3. pp. 495-498.

24. Kolotushkin V.V., Sazonova S.A., Asminin V.F., Kochegarov A.V., Barsukov A.I., Sokolova O.A. Testing fragments of welded structures for fatigue fracture resistance // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - pp. 575-578.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_259-265
УДК 628.51

ПРОФИЛАКТИКА И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ОБЪЕМНЫХ ПЫЛЕВЫХ ВЗРЫВОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЕ

Инютин Н.А., *студент*
Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация*. В представленной статье рассматривается проблема объемных пылевых взрывов как серьезной промышленной опасности. Описаны ключевые условия (пентагон взрыва) и механизм возникновения этих явлений, включая особую опасность вторичных взрывов, которые приводят к масштабным разрушениям. Особое внимание уделено комплексным мерам предупреждения и защиты, а также подчеркивается критическая важность соблюдения строгих норм промышленной безопасности на предприятиях, работающих с горючей пылью*

Ключевые слова: *объемный взрыв, горючая пыль, детонация, пентагон взрыва, детонация муки, взрывозащитный модуль, пожарная безопасность.*

PREVENTION AND ELIMINATION OF THE CONSEQUENCES OF LARGE-SCALE DUST EXPLOSIONS IN THE PRODUCTION ENVIRONMEN

Inyutin N.A., *student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract. *The presented article discusses the problem of volume dust explosions as a serious industrial hazard. The key conditions (explosion pentagon) and the mechanism of these phenomena are described, including the special danger of secondary explosions that lead to large-scale destruction. Special attention is paid to comprehensive measures of prevention and protection, and the critical importance of compliance with strict industrial safety standards at enterprises working with combustible dust is emphasized.*

Keywords: *bulk explosion, combustible dust, detonation, pentagon of explosion, flour detonation, explosion-proof module, fire safety.*

Объемный пылевой взрыв на предприятиях представляет собой серьезную промышленную опасность, которая может привести к значительным разрушениям и человеческим жертвам. Предотвращение таких инцидентов

© Инютин Н. А., Жидко Е. А., 2026

требует комплексного подхода, основанного на устранении одного или нескольких условий, необходимых для возникновения взрыва.

Меры предупреждения и защиты регулируются соответствующими нормами промышленной безопасности (например, российскими ФНП, международными стандартами NFPA и рекомендациями OSHA).

Пылевой взрыв - это быстрое сгорание взвешенной в воздухе горючей пыли в замкнутом или полузамкнутом пространстве. Для его возникновения необходимы пять ключевых компонентов («пентагон взрыва»):

– горючая пыль (мука, сахар, уголь, древесная пыль, металлическая пыль и др.).
– окислитель (обычно кислород в воздухе).
– источник воспламенения (искра, открытое пламя, горячая поверхность, статическое электричество).
– концентрация пыли в воздухе в определенных пределах (нижний и верхний пределы взрываемости).
– замкнутое пространство, способствующее нарастанию давления [1].

Обычно процесс начинается с небольшого, локального воспламенения. Источник зажигания контактирует с локальным облаком пыли внутри оборудования, например, в мельнице, циклоне, нории или бункере. Происходит быстрое сгорание этого небольшого количества взвешенной пыли. Это приводит к резкому повышению температуры и давления внутри оборудования.

Наибольшую опасность представляют вторичные взрывы, которые и делают его объемным. Слабый первичный взрыв в оборудовании поднимает осевшую пыль в помещении, создавая ударную волну. Эта ударная волна распространяется по помещению и поднимает в воздух огромные слои осевшей пыли с пола, стен, балок и оборудования. Мгновенно образуется огромное, плотное взрывоопасное облако, которое заполняет весь объем цеха или здания. Пламя от первичного взрыва или та же ударная волна воспламеняет это новое, гораздо большее облако.

Вторичный взрыв происходит почти мгновенно по всему объему помещения. Скорость горения и нарастания давления значительно увеличиваются. Давление нарастает экспоненциально и за доли секунды достигает значений, которые способны разрушить капитальные стены, перекрытия и металлоконструкции здания.

Выделяется огромное количество тепловой энергии, вызывая сильный пожар. Скорость распространения огня 1000 м/с означает, что взрыв охватывает большие производственные помещения за доли секунды, не оставляя персоналу шансов на спасение или эвакуацию [2].

Эти параметры подчеркивают, почему такие инциденты приводят к полному разрушению промышленных объектов.

Таким образом, объемный пылевой взрыв - это не просто горение, а каскадный процесс, который превращает осевшую, казалось бы, безопасную

пыль в мощное взрывчатое вещество, способное вызвать катастрофические разрушения на производстве с большими человеческими жертвами.

«Великой мельничной катастрофой» называют взрыв на мельнице Washburn A Mill в Миннеаполисе, США, произошедший 2 мая 1878 года. Это событие стало одним из самых известных и разрушительных промышленных инцидентов, связанных с взрывами пыли, и привело к кардинальным изменениям в стандартах безопасности мукомольной промышленности.

Около 7 часов вечера, когда дневная смена ушла и заступила ночная смена из 14 человек, в мельнице произошло локальное возгорание. Вероятной причиной стала искра, возникшая из-за трения двух сухих мельничных жерновов, когда подача зерна прекратилась. Эта искра воспламенила скопившуюся в воздухе мучную пыль. Последовала серия из трех мощных взрывов с интервалом в несколько секунд.

Взрывы были такой силы, что обломки гранитных стен разлетались на сотни метров, а окна выбивало в радиусе 16 км, вплоть до соседнего города Сент-Пол. Жители Миннеаполиса приняли взрыв за землетрясение.

Взрыв разрушил мельницу Washburn A Mill и вызвал пожар, который перекинулся на две соседние мельницы - Diamond и Humboldt - которые также взорвались. Всего было уничтожено шесть мельниц, что привело к потере значительной части производственных мощностей города.

В результате катастрофы погибли 18 человек: все 14 рабочих ночной смены, находившихся внутри главной мельницы, и еще 4 человека в соседних зданиях. Расследование подтвердило, что причиной трагедии стала именно взрывоопасность мучной пыли.

Катастрофа послужила мощным толчком для развития промышленной безопасности. Были разработаны и внедрены новые стандарты вентиляции и системы пылеудаления для предотвращения накопления горючей пыли.

Инцидент привлек широкое внимание к проблеме взрывоопасной пыли, что в конечном итоге привело к появлению первых стандартов по борьбе с горючей пылью. Сегодня на месте разрушенной мельницы расположен Музей мельничного города (Mill City Museum), посвященный истории мукомольной промышленности и этой трагедии.

Горючесть пыли зависит от многих факторов: размера частиц, их состава, концентрации. Размер частиц играет критическую роль: чем они мельче, тем больше их удельная поверхность, что способствует быстрому и полному сгоранию при контакте с источником воспламенения.

Особенную угрозу представляет собой органическая пыль, включая сахарную, мучную, шерстяную и древесную. Не менее опасна металлическая пыль, такая как алюминиевая, цинковая, магниевая и титановая.

Пшеничная мука и магниевая пыль относятся к самым горючим видам пыли. Достаточно концентрации 10гр/м^3 в закрытом помещении, чтобы вызвать объемный взрыв. Для сравнения чтобы сдетонировала угольная пыль,

необходима концентрация не менее 200гр/м^3, поэтому мельницы взрываются гораздо чаще, чем угольные шахты [3].

Магниевая пыль представляет собой еще большую опасность, чем пшеничная мука. Магний - активный металл, который горит при очень высоких температурах и может гореть даже в атмосфере углекислого газа или азота, что делает его тушение крайне сложным. Для магниевой пыли требуются особые классы огнетушителей (класс D) [4].

Оба этих типа пыли требуют применения строжайших мер безопасности на производстве.

Меры безопасности на предприятиях, где работают с горючей пылью делятся на две основные категории:

- предотвращение самого взрыва (исключение условий его возникновения)
- уменьшение негативных последствий.

Главная цель - устранить один из главных элементов «пентагона взрыва» - саму пыль. Это влажная тщательная уборка поверхностей для предотвращения накопления слоев пыли на оборудовании, полу и стенах. Использование промышленных пылесосов, сертифицированных для сбора горючей пыли, исключающих искрообразование. Запрещается уборка сжатым воздухом, так как это поднимает пыль в воздух.

Обязательна установка эффективных систем местной вытяжной вентиляции (МВВ), собирающих пыль непосредственно у источника ее образования, а также использование фильтров и пылесборников [5] (рис 1).

Кроме того, исключительно важно осуществлять строгий контроль и неукоснительно соблюдать правила обращения с возможными источниками возгорания.

- заземление всего оборудования для отвода статического электричества.
- строгий контроль за проведением огневых работ, запрет курения и открытого огня в опасных зонах.
- удаление посторонних металлических предметов из потока материала (использование магнитных сепараторов, искроуловителей).

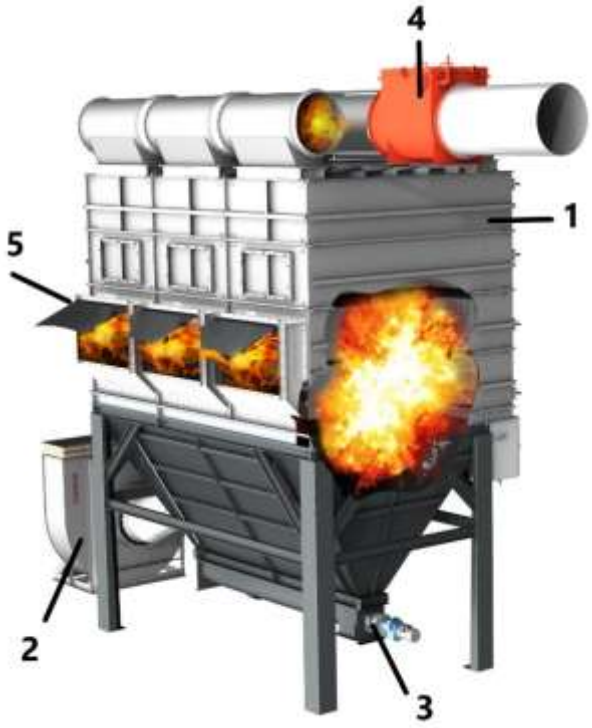


Рис 1. Модуль взрывозащиты предназначен специально для предприятий, деятельность которых связана с образованием горючих пылей:

1- фильтр с усиленным корпусом;
2- вентилятор во взрывозащищенном исполнении (опция);
3- шнековый конвейер и ротационный клапан;
4- обратный клапан b-flap;
5- место установки разрывной мембраны для освобождения взрыва или пламегасителя.

В качестве эффективной меры предохранения от объемного взрыва используется введение инертного газа (азот, углекислый газ) в закрытые аппараты (мельницы, бункеры, циклоны) для снижения концентрации кислорода ниже критического уровня, при котором горение невозможно [6].

Меры взрывозащиты и смягчения последствий направлены на ограничение ущерба в случае, если взрыв все же произошел.

1. Установка на оборудовании (бункеры, силосы) специальных панелей - взрыворазрядителей, которые разрушаются при достижении определенного давления, направляя пламя и избыточное давление в безопасную зону (обычно наружу здания).
2. Быстродействующие системы подавления взрыва (Explosion Suppression Systems), которые обнаруживают начальную стадию взрыва (повышение давления или появление УФ-излучения) и автоматически впрыскивают огнетушащее вещество (например, воду, инертный порошок) в зону реакции за миллисекунды.
3. Системы изоляции взрыва (Explosion Isolation): установка клапанов или шлюзов, которые мгновенно перекрывают трубопроводы и воздуховоды

при обнаружении взрыва, предотвращая его распространение на другое оборудование или в соседние помещения (вторичные взрывы).

4. Проектирование оборудования и зданий с учетом возможного избыточного давления взрыва (взрывоустойчивые конструкции) [7,8].

Ключевым элементом возникновения объемного взрыва горючей пыли в 90% является человеческий фактор. Поэтому на таких производствах требуется обязательное обучение сотрудников правилам безопасной работы, методам контроля пыли, использованию СИЗ и действиям в аварийных ситуациях.

Объемные пылевые взрывы представляют собой одну из наиболее серьезных и разрушительных промышленных опасностей. Как показало обсуждение, эти инциденты возникают при совпадении ряда факторов («пентагон взрыва») и могут привести к катастрофическим последствиям из-за экстремальных параметров детонации.

Взрывоопасны не только экзотические материалы вроде магниевой или алюминиевой пыли, но и повседневные продукты, такие как мука, сахар и древесина.

Эффективная защита основывается на устранении условий для взрыва - строгом контроле концентрации пыли, регулярной уборке, использовании заземления и взрывозащищенного оборудования.

Инциденты, подобные катастрофе на мельнице Washburn A Mill 1878 года, служат постоянным напоминанием о необходимости неукоснительного соблюдения норм промышленной безопасности для предотвращения подобных трагедий в будущем.

Список литературы

1. Бондарь В. А., Любартович В. А. Взрывы промышленных пылей и их предупреждение/ В.А. Бондарь, В.А. Любартович // Известия МГТУ МАМИ. 2012. Т.4. №2 (14). С.286-289.

2. Горбунов Е. В., Панова Л. В., Атаманов С. Г. Аналитический обзор мер по предупреждению и локализации аварий на взрывопожароопасных объектах хранения и переработки растительного сырья / Е.В. Горбунов, Л. В. Панова, С. Г. Атаманов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 943-954.

3. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Информационная и интеллектуальная поддержка управления развитием социально-экономических// Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014.-№10(93). С.12-19.

4. Жидко Е.А. высокие интеллектуальные и информационные технологии интегрированного менеджмента XXI века. Воронеж, 2014.

5. Романченко С.Б., Корнев А.В. Инновационные методы исследований пылевой взрывоопасности углей/ С. Б. Романченко, А.В.Корнев // Записки Горного института. 2025. Том 274. С. 129-141.

6. Ударные и детонационные волны. Методы исследования / И.Ф. Кобылкин, В.В. Селиванов, В.С. Соловьев, Н.Н. Сысоев – М.: Физматлит, 2004

7. Жидко Е.А., Черных Е.М. Динамика частиц золы в выбросах дымовых труб /Е.А. Жидко, Е.М. Черных//Экология и промышленность России. 2004.№7.С.38-39.

8. Asminin, V.F. Development and application of a portable lightweight sound suppression panel to reduce noise at permanent and temporary workplaces in the manufacturing and repair workshops / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S. Sazonova, D.S. Osmolovsky // Akustika. - 2019. - T. 34. - C. 18-21.

References

1. Bondar V. A., Lyubartovich V. A. Industrial dust explosions and their prevention/ V.A. Bondar, V.A. Lyubartovich // Izvestiya MGTU MAMI. 2012. Vol. 4. No. 2 (14). pp.286-289.

2. Gorbunov E. V., Panova L. V., Atamanov S. G. An analytical review of measures to prevent and localize accidents at explosive and fire-hazardous facilities for the storage and processing of plant raw materials / E.V. Gorbunov, L. V. Panova, S. G. Atamanov // Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2015. No. 112. pp. 943-954.

3. Zhidko E.A., Popova L.G. Information and intellectual support for managing the development of socio-economic// Bulletin of Irkutsk State Technical University. 2014.No.10(93). pp.12-19.

4. Zhidko E.A. High intellectual and information technologies of integrated management of the XXI century. Voronezh, 2014.

5. Romanchenko S.B., Kornev A.V. / C./. Romanchenko, A.V.Kornev // Notes of the Mining Institute. 2025. Volume 274. C. 129-141.

6. Shock and detonation waves. Research methods / I.F. Kobylkin, V.V. Selivanov, V.S. Solovyov, N.N. Sysoev – M.: Fizmatlit, 2004

7. Zhidko E.A., Chernykh E.M. Dynamics of ash particles in chimney emissions /E.A. Zhidko, E.M. Chernykh//Ecology and industry of Russia. 2004.No.7.pp.38-39.

8. Asminin, V. F. development and application of a portable light-light sound suppression panel to reduce noise at permanent and temporary alactorkplaces in the manufacturing and repair alactorkshops / V. F. Asminin, E. V. Druzhinina, S. Sazonova, D. S. Osmolovsk // acoustics. - 2019. - Vol. 34. - pp. 18-21.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_266-270
УДК 658.562

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕСНЫХ И ТОРФЯНЫХ ВОЗГОРАНИЙ: ИХ ПРИРОДА И СТРАТЕГИИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

Литвинова Ю.Ю., *студент*
Сумбатян Н.В., *студент*
Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация. *Представляется описание лесных и торфяных пожаров, а также методов борьбы с ними.*

Ключевые слова*: пожарная безопасность, лесные пожары, торфяные пожары, способы тушения природных пожаров.*

RESEARCH ON FOREST AND PEAT FIRES: THEIR NATURE AND COUNTERMEASURES

Litvinova Y.Y , *student*
Sumbatyan N.V., *student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract. A description of forest and peat fires, as well as methods of combating them, is presented.

Keywords: safety, forest fires, peat fires, methods of extinguishing natural fires.

Несмотря на стремительный научно-технический прогресс, мир, к сожалению, не застрахован и сталкивается с растущим числом аварий и катастроф, приводящих к человеческим жертвам и серьезному экологическому ущербу. В этом контексте чрезвычайные ситуации природного характера приобретают особую актуальность. К ним, в частности, относятся лесные и торфяные пожары. Леса занимают значительную часть территории России, покрывая около двух третей страны, что составляет 1,146 миллиарда гектаров лесного фонда по данным Рослесхоза. Ежегодно в Российской Федерации происходит от 9 до 35 тысяч лесных пожаров, охватывающих миллионы гектаров и составляющих примерно четверть всех природных чрезвычайных ситуаций. Под природным пожаром понимается неконтролируемое распространение огня на обширных территориях, включая лесные, степные и торфяные возгорания. Лесные пожары являются наиболее частыми среди всех видов природных пожаров [1].

© Литвинова Ю. Ю., Сумбатян Н. В., Жидко Е. А., 2026

Лесные пожары - это пожары, которые возникают в лесных экосистемах и представляют собой широкое распространение огня, затрагивающее деревья, кустарники, травянистую растительность и подстилки.

Такие пожары могут принимать разные формы и масштабы, вызывая значительные последствия для экологии, экономики и здоровья человека.

Выделяют следующие причины возникновения лесных пожаров [2,3]:

1. Природные
   - Молнии
   - Вулканическая деятельность
   - Самовозгорание гнилых материалов или скопления сухой листвы и хвои
   - Засуха
2. Антропогенные:
   - Неосторожное обращение с огнём
   - Поджоги
   - Аварийные ситуации (ДТП, искры от ЛЭП, поездов)

Также стоит отметить про наиболее опасную разновидность низовых и особенно верховых пожаров - это пятнистые пожары.

Они представляют собой очаги горения, образующиеся из основного и многочисленных побочных, возникающих от перелетающих горящих частиц вследствие ветра.

Пожарная опасность лесных насаждений зависит от возраста и состояния древостоя, присутствия человеческой деятельности, видового разнообразия нижних ярусов растительности.

Торфяные пожары являются одними из наиболее сложных и опасных видов возникновения огня, поскольку имеют серьёзные экологические, экономические и социальные последствия. Они представляют собой возгорание торфяного болота, осушенного или естественного.

Торф - это продукт неполного разложения растительной массы, состоящий из остатков болотных растений, лиственных и хвойных деревьев, который в условиях избыточной влажности и недостаточного естественного воздухообмена начинает самовозгораться.

Составляющие рассматриваемого органического материала:

1. Углерод (52-58 % от общей массы)
2. Водород (6-15%)
3. Кислород (30-40%)

Основными тепловыми характеристиками торфа являются теплотворная способность и коэффициент теплотворности [4].

Рассмотрим причины возникновения торфяных пожаров.

1. Естественные факторы*:*

Погодные условия: Засуха, высокие температуры и сильный ветер создают благоприятные условия для торфяных пожаров. Нижний слой торфа может оставаться влажным, в то время как верхний - высыхает, что увеличивает вероятность возникновения возгорания.

Молнии: Разряды молний способствуют воспламенению торфа, особенно в засушливое время года.

2. Антропогенные факторы:

Загрязнение и недостаток влаги: Человеческая деятельность, включая вырубку лесов и осушение болот, приводит к ухудшению состояния экосистемы.

Сельскохозяйственные работы: Неправильное использование огня при обработке земель также может привести к горению торфяников.

Следует отметить, что торф обладает способностью к микробиологическому самовозгоранию (возникновению горения веществ и горючих материалов в результате их самонагревания, вызванного жизнедеятельностью микроорганизмов) [5,6].

Наличие влаги в торфе способствует повышению температуры за счет разложения растительных клеток и деятельности микроорганизмов. Теплота в торфе накапливается за счет плохой теплопроводности. Рост температуры, обусловленный наличием патогенных организмов, продолжается до 70°С, после чего микроорганизмы погибают и образуется пористый уголь.

Пористый уголь поглощает пары воды с выделением тепла. Далее замкнутая система нагревается до 200◦С и клетчатка разлагается, образуя уголь, при окислении которого температура достигает 300◦С. После чего происходит возгорание торфа и других растительных материалов.

Процесс самовозгорания протекает от нескольких часов до десятков суток.

Горение торфа происходит при недостатке кислорода, поэтому температура пожара на полях добычи довольно низкая.

Почвенные торфяные пожары, в основном, возникают в середине лета – в период засух и осенью - после усыхания осок и злаков. При данных пожарах выгорают корни деревьев, из-за чего деревья падают в произвольном направлении. Скорость распространения составляет не более 1 м/сутки.

Рассмотрим методы борьбы с лесными и торфяными пожарами.

1. Профилактические меры

Контроль за использованием лесов:

-Установление зон, где запрещено разводить огонь. - Проведение регулярных просветительских кампаний для населения о правилах поведения в лесу.

Осушение и обработка торфяников:

- Устранение потенциальных источников возгорания путём осушения влагоемких мест и применения химических веществ для подавления торфяных пожаров.

Создание минерализованных полос:

- Вырезка полос растительности шириной около 1-2 метров для остановки продвижения огня.

3. Тактические методы

Использование авиатехники:

- Применение самолетов и вертолетов для сброса воды и специальных огнегасящих веществ на пожарные участки. Это особенно эффективно для труднодоступных мест.

Создание контролируемых сжиганий:

- Устранение растительности в определенных зонах с помощью Controlled Burns для снижения объема горючего материала, что помогает предотвратить крупные пожары.

3. Оперативные меры

Мобильные группы:

- Создание быстрореагирующих групп, которые могут немедленно выехать на место возгорания для минимизации его масштабов.

Наблюдательные вышки и сенсоры:

- Установка башен с наблюдателями и использование сенсоров, которые могут обнаруживать дым и повышенные температуры в лесных массивах.

Локализация пожаров:

- При возникновении пожара работа по его локализации включает в себя создание барьеров, выкапывание канав или использование химических веществ для минимизации распространения огня.

Заключение

Лесные и торфяные пожары могут наносить катастрофический ущерб как для окружающей среды, так и для общества в целом. Изменение климата, потеря биоразнообразия и угроза здоровью населения являются серьезными проблемами, которые требуют внимания и действия со стороны людей. Эффективные меры по предотвращению и борьбе с лесными и торфяными пожарами необходимы для сохранения здоровья экосистем и благополучия населения.

Список литературы

1. Сербин С.М., Колупаев Г.А. Методические указания к изучению темы «Чрезвычайные ситуации, связанные с пожарами и взрывами». М.: Изд-во Российская экономическая академия, 2016 22 с.

2. Федеральный закон от 21.12.1994 №69-ФЗ (ред. От 08.08.2024) «О пожарной безопасности».

3. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

4. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

5. Разиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга/ С.Н.Разиньков, Е.А.Жидко, М.Ю. Лукин // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 6. С. 57-63.

6. Asminin, V.F. Development and application of a portable lightweight sound suppression panel to reduce noise at permanent and temporary workplaces in the manufacturing and repair workshops / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S. Sazonova, D.S. Osmolovsky // Akustika. - 2019. - T. 34. - C. 18-21.

References

1. Serbin S.M., Kolupaev G.A. Methodological guidelines for the study of the topic "Emergencies related to fires and explosions." Moscow: Publishing House of the Russian Academy of Economics, 2016 22 p.

2. Federal Law No. 69-FZ of December 21, 1994 (ed. Dated 08.08.2024) "On fire safety".

3. Federal Law No. 123-FZ of July 22, 2008 (as amended on December 25, 2023) "Technical Regulations on Fire Safety Requirements".

4. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

5. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring complexes/ S.N.Razinkov, E.A.Zhidko, M.Yu. Lukin // Information measuring and control systems. 2018. Vol. 16. No. 6. pp. 57-63.

6. Asminin, V.F. Development and application of a portable lightweight sound suppression panel to reduce noise at permanent and temporary workplaces in the manufacturing and repair workshops / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S. Sazonova, D.S. Osmolovsky // Akustika. - 2019. - Vol. 34. - pp. 18-21.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_271-276
УДК 629.3.02

ВОПРОСЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛЕСНЫХ МАССИВАХ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Коровин М.И., *студент*
Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация. *В статье рассматриваются вопросы пожарной безопасности в лесах на примере Воронежской области, анализируются проблемные места и предлагаются способы к их разрешению.*

Ключевые слова: *лесные пожары, волонтерство, противопожарная инфраструктура, БПЛА*

FIRE SAFETY ISSUES IN FORESTS ON THE EXAMPLE OF THE VORONEZH REGION

Korovin M.I.,*student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract. *The article discusses fire safety issues in forests on the example of the Voronezh region, analyzes problem areas and suggests ways to solve them.*

Keywords: *forest fires, volunteering, fire safety infrastructure, BPLA.*

Динамика лесных пожаров в последние десятилетия характеризуется глобальным ростом масштабов возгораний, хотя количество самих пожаров может колебаться или даже снижаться. Основная проблема заключается в том, что пожары становятся более интенсивными, продолжительными и охватывают все большие площади.

Потепление климата приводит к более высоким температурам и засушливым условиям, что делает леса более восприимчивыми к возгоранию и способствует быстрому распространению огня.

2024 год стал рекордным по площади лесных пожаров в мире за весь период спутниковых наблюдений с 2001 года. За этот год огнем было пройдено не менее 13,5 миллиона гектаров леса - площадь, примерно равная территории Греции. Этот рекорд 2024 года превысил предыдущий антирекорд, установленный всего годом ранее, в 2023 году (11,9 миллиона гектаров), примерно на 13%.

Такая динамика обусловлена сочетанием антропогенных факторов и усиливающегося изменения климата, которое приводит к более жарким и засушливым условиям по всему миру [1].

© Коровин М. И., Жидко Е. А., 2026

В России также наблюдается тенденция к увеличению средней площади одного пожара, особенно в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. Средняя площадь одного пожара здесь особенно велика. Например, в Республике Саха (Якутия) этот показатель может достигать 1804 гектаров, в Магаданской области - более 1000 гектаров [2].

Увеличение средней площади пожара связано с несколькими факторами. Аномальная жара, засухи и усиление грозовой активности создают условия для возникновения и быстрого распространения крупных и катастрофических пожаров.

Значительная часть крупных пожаров действует в так называемых «зонах контроля» (удаленные и труднодоступные территории), где тушение признается экономически нецелесообразным, и огонь оставляют развиваться естественным образом [3].

Более 90% лесных пожаров возникают по вине человека, и халатность приводит к быстрому развитию первичных очагов. В некоторых лесных районах наблюдается снижение эффективности охраны лесов, что также способствует увеличению масштабов возгораний [3].

Таким образом, динамика указывает на усиление проблемы лесных пожаров, что требует не только совершенствования систем тушения, но и усиления мер по предотвращению возгораний и адаптации к изменяющимся климатическим условиям.

Воронежская область имеет опыт крупных и разрушительных пожаров. Наиболее тяжелым стал 2010 год, когда из-за аномальной жары сгорело около 16 тысяч гектаров леса. Также серьезные пожары фиксировались в 2020 году в Воронежском, Россошанском, Давыдовском и Павловском лесничествах. Благодаря усилению профилактических мер и более эффективному реагированию, властям региона удается значительно сокращать площадь пожаров в последние годы рис. [4].



Рис. Карта наиболее пожароопасных зон Воронежской области

Ситуация с лесными пожарами в Воронежской области в 2025 году показала позитивную динамику: общее количество и площадь возгораний значительно сократились по сравнению с предыдущими годами, несмотря на жаркое лето. По состоянию на осень 2025 года, количество ландшафтных пожаров в Воронеже снизилось на 62,2%, а общая площадь возгорания уменьшилась на 82,6% [5].

Проблемы обеспечения пожарной безопасности в лесных массивах носят комплексный характер. В первую очередь это исключение человеческого фактора, как причины возгорания.

Лесной кодекс РФ (статья 11 и 27) предусматривает возможность ограничения пребывания граждан в лесах в целях обеспечения пожарной безопасности. Запрет на посещение лесов в пожароопасный период - это законная и необходимая мера, направленная на предотвращение возгораний и обеспечение безопасности граждан. Он вводится региональными властями (Министерством лесного хозяйства Воронежской области) на определенный срок, когда устанавливается высокий или чрезвычайно высокий класс пожарной опасности из-за погодных условий [3].

В период действия запрета гражданам категорически нельзя находиться на территории лесного фонда, за исключением движения по дорогам общего пользования. Тем не менее, ежегодно фиксируются сотни нарушений этого запрета. В первую очередь это связано с низким уровнем экологической и социальной ответственности у населения.

Несмотря на введение жесткого особого противопожарного режима и штрафы, люди продолжают разводить костры, использовать мангалы в лесу и сжигать сухую траву. С начала 2025 года в регионе было зафиксировано 800 ландшафтных пожаров, что на 13% больше, чем годом ранее, хотя площадь возгораний и сократилась.

Это указывает на сохраняющийся низкий уровень культуры пожарной безопасности у части населения, разъяснительная работа не всегда достигает целевой аудитории, и правила безопасности игнорируются.

Лесная инфраструктура на 90% пришла в запустение. Существует необходимость в постоянном обслуживании и поддержании в надлежащем состоянии противопожарных барьеров, минерализованных полос и лесных дорог, что требует регулярных финансовых и трудовых ресурсов [3].

Сохраняется проблема недостаточного технического оснащения лесопожарных служб современной и эффективной техникой, включая малую пожарную авиацию. Регулярно наблюдается нехватка квалифицированных лесников и пожарных из-за низкого уровня оплаты труда и тяжелых условий работы. Вместе с тем большую помощь лесникам оказывают добровольческие отряды и волонтеры. Добровольная пожарная служба действует в более чем 18 регионах России, включая Воронежскую область. Волонтеры информируют население, проводят пожарный мониторинг, тушат лесные и торфяные пожары [6-8].

Воронежская область активно использует дроны для мониторинга лесных массивов, что является частью программы по модернизации лесопожарной службы региона и внедрению современных технологий.

Дроны значительно повышают эффективность мониторинга лесных пожаров, обеспечивая быстрое обнаружение, оперативную передачу данных и снижение рисков для человека [4,9]. Они предлагают более доступную и гибкую альтернативу традиционным методам наблюдениям, таким как пешие обследования или пилотируемая авиация. Дроны, оснащенные тепловизионными и оптическими камерами высокого разрешения, могут патрулировать большие территории и выявлять даже небольшие очаги задымления или повышения температуры задолго до того, как их заметят наземные службы.

При возникновении пожара дрон может быстро прибыть на место, составить карту охваченной территории и оценить интенсивность возгорания. Эта информация в режиме реального времени передается спасательным службам, что позволяет им быстрее и эффективнее реагировать.

С помощью мультиспектральных и тепловизионных камер дроны отслеживают направление и скорость распространения пожара, а также выявляют скрытые очаги тления, что критически важно для управления тушением. Тепловизионные камеры позволяют вести наблюдение за лесом даже ночью или в условиях плохой видимости, когда другие методы мониторинга малоэффективны.

Таким образом, дроны являются важным инструментом в комплексной системе предотвращения и тушения лесных пожаров, значительно повышая скорость реагирования и общую эффективность борьбы с огненной стихией.

Но обеспечение непрерывного и эффективного мониторинга на всей огромной территории лесного фонда области остается серьезной проблемой.

Таким образом, для Воронежской области критически важными остаются повышение дисциплины граждан, совершенствование инфраструктуры и обеспечение стабильного финансирования и кадровой поддержки лесопожарных служб для снижения рисков ЧС.

Список литературы

1. Смирнов, А. П. Охрана и защита лесов. Лесные пожары: учебное пособие для СПО / А. П. Смирнов, А. А. Смирнов. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. -124 с.

2. Мамонтов М. В. Меры по предотвращению возникновения лесных пожаров в Воронежской области / М.В. Vамонтов // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2013. №1 (2).

3. Орловский С.Н. Борьба с лесными, степными и торфяными пожарами: монография. Красноярск. КрасГАУ, 2016. 299 с.

4. Костин П. И. Мониторинг лесных пожаров при помощи БПЛА/ П.И. Костин // Вестник науки и образования. 2022. №1-2 (121).

5. Смирнов, А. П. Возникновение, динамика и последствия лесных пожаров: учебное пособие для СПО / А. П. Смирнов, А. А. Смирнов; под редакцией А. П. Смирнов. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. -72 с.

6. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

7. Разиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 6. С. 57-63.

8. Барковская С.В., Жидко Е.А., Морозов В.П., Попова Л.Г. Интегрированный менеджмент XXI века: парадигма безопасного и устойчивого (антикризисного) развития/ Воронеж, 2011.

9. Asminin, V.F. Development and application of a portable lightweight sound suppression panel to reduce noise at permanent and temporary workplaces in the manufacturing and repair workshops / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S. Sazonova, D.S. Osmolovsky // Akustika. - 2019. - T. 34. - C. 18-21.

References

1. Smirnov, A. P. Protection and protection of forests. Forest fires: a textbook for military education / A. P. Smirnov, A. A. Smirnov. - 5th ed., erased. - St. Petersburg : Lan, 2025. -124 p.

2. Mamontov M. V. Measures to prevent the occurrence of forest fires in the Voronezh region / M.V. Mamontov // Problems of ensuring safety in the aftermath of emergencies. 2013. №1 (2).

3. Orlovsky S.N. Fighting forest, steppe and peat fires: a monograph. Krasnoyarsk. KrasGAU, 2016. 299 p.

4. Kostin P. I. Monitoring of forest fires using UAVs/ P.I. Kostin // Bulletin of Science and Education. 2022. №1-2 (121).

5. Smirnov, A. P. The occurrence, dynamics and consequences of forest fires: a textbook for military education / A. P. Smirnov, A. A. Smirnov; edited by A. P. Smirnov. - St. Petersburg : Lan, 2024. -72 p.

6. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically

important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

7. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring systems // Information measuring and control systems. 2018. Vol. 16. No. 6. pp. 57-63.

8. Barkovskaya S.V., Zhidko E.A., Morozov V.P., Popova L.G. Integrated management of the XXI century: a paradigm of safe and sustainable (anti-crisis) development/ Voronezh, 2011.

9. Asminin, V.F. Development and application of a portable lightweight sound suppression panel to reduce noise at permanent and temporary workplaces in the manufacturing and repair workshops / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S. Sazonova, D.S. Osmolovsky // Akustika. - 2019. - Vol. 34. - pp. 18-21.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_277-283
УДК 504.7.06

ПЛАСТИКОВЫЙ МУСОР: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Меркулов Д.А., *студент*
Минаков А.С., *студент*
Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация: *В статье рассмотрены основные актуальные проблемы распространения пластиковых отходов, их влияние на водные, почвенные экосистемы.*

Ключевые слова: *пластиковые отходы, окружающая среда, загрязнение экосистем*

PLASTIC WASTE: PROBLEMS AND ENVIRONMENTAL IMPACT

Merkulov D.A., *student*
Minakov A.S., *student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract. *The article discusses the main current problems of plastic waste distribution and its impact on aquatic and soil ecosystems.*

Keywords: *plastic waste, environment, ecosystem pollution*

Тема пластикового мусора в последние десятилетия привлекает всё больше внимания, так как рост производства и потребления пластика значительно превышает возможности инфраструктуры по его утилизации. Актуальность проблемы определяется тем, что пластиковые изделия накапливаются в почвах, водоёмах и организмах живых существ, оказывая долгосрочное воздействие на экосистемы. Вследствие этого формируется опасная тенденция накопления отходов, которые нарушают естественные процессы биогеохимических циклов, изменяют физические и химические параметры среды, а также приводят к снижению биоразнообразия.

Проблема пластикового загрязнения носит многослойный характер. Полимерные материалы, создаваемые для удобства и долговечности, крайне устойчивы к разрушению. После попадания в окружающую среду (ОС) крупные изделия постепенно распадаются на микропластик, который сложно обнаружить и контролировать. Эти фрагменты перемещаются по пищевым цепям, нарушают метаболизм животных и влияют на экосистемные процессы. Основные типы пластиковых отходов представлены в табл.1 [1].

© Меркулов Д. А., Минаков А. С., Жидко Е. А., 2026

Таблица 1

Основные типы пластиковых отходов и их свойства

Тип пластика	Срок разложения	Основные экологические риски	Примеры изделий
Полиэтилен (PE)	до 400 лет	Накопление в почвах и водоёмах, засорение экосистем	Пакеты, пленка, упаковка
Полипропилен (PP)	200–300 лет	Загрязнение рек и морей	Контейнеры, крышки, одноразовая посуда
Полиэтилентерефталат (ПЭТ)	150–200 лет	Микропластик в организме животных и человека	Бутылки, упаковка для напитков
Поливинилхлорид (ПВХ)	до 500 лет	Выделение токсинов при разложении	Трубы, кабельная изоляция
Полистирол (PS)	100–200 лет	Фрагментация, адсорбция химических загрязнителей	Контейнеры для еды, упаковка, стаканчики

Характеристика проблемы включает социальные, экономические и технологические аспекты [2]. Масштабная переработка пластика требует инвестиций, планирования, организации инфраструктуры сбора и современных технологий утилизации. Кроме того, значительную роль играет поведенческий фактор: население продолжает использовать одноразовые изделия, что усугубляет экологическую нагрузку.

Последствия накопления пластика включает несколько направлений [3,4].

Во-первых, засорение прибрежных зон ведёт к сокращению биоразнообразия: крупные пластиковые предметы препятствуют передвижению и размножению морских обитателей.

Во-вторых, разложение изделий создаёт микрочастицы, способные адсорбировать токсичные вещества.

Во-третьих, пластик влияет на физические параметры водных объектов, снижает прозрачность, замедляет газообмен, меняет структуру донных отложений.

Микропластик и химические вещества, содержащиеся в пластике, оказывают потенциальное воздействие на здоровье человека. Микропластик обнаружен в рыбе, моллюсках, морепродуктах и питьевой воде. Попадание этих частиц в организм может приводить к нарушению обмена веществ, накоплению токсичных соединений и изменению функционирования иммунной системы.

Исследования показывают, что регулярное потребление продуктов с микропластиком сопряжено с долгосрочными рисками, включая воспалительные процессы, снижение эффективности метаболизма и возможное влияние на репродуктивные функции.

Токсичность пластика усиливается за счёт адсорбированных загрязнителей, таких как тяжелые металлы и стойкие органические соединения. Эти вещества способны накапливаться в тканях организма и переноситься по пищевым цепям [5,6]. В табл. 2 представлены пути проникновения микропластика в организм человека и последствия, связанные с этой проблемой.

Таблица 2

Пути попадания микропластика в организм человека

Путь проникновения	Источник пластика	Последствия
Пищевой	Рыба, моллюски, морепродукты	Нарушение обмена веществ, накопление токсинов
Водный	Питьевая вода, ледниковая вода	Влияние на кишечник, возможное снижение иммунитета
Воздушный	Пыль и аэрозоли с частицами пластика	Вдыхание, риск воспалительных процессов в лёгких

Вследствие этого формируется необходимость в строгом контроле качества воды и пищевых продуктов, а также в профилактических мерах для снижения воздействия загрязнителей.

В почве пластик изменяет механические свойства грунта, препятствует росту растений и нарушает деятельность почвенных микроорганизмов. Эти процессы формируют долгосрочные экологические проблемы, влияющие на продуктивность экосистем и здоровье человека.

Пластиковый мусор оказывает многоплановое воздействие на экосистемы, влияя на физические, химические и биологические процессы. В морских экосистемах крупные пластиковые изделия, такие как бутылки, упаковочные пленки и контейнеры, создают механические препятствия для животных, препятствуя миграции, размножению и питанию.

Рассмотрим влияние пластикового мусора на экосистемы (рис.).

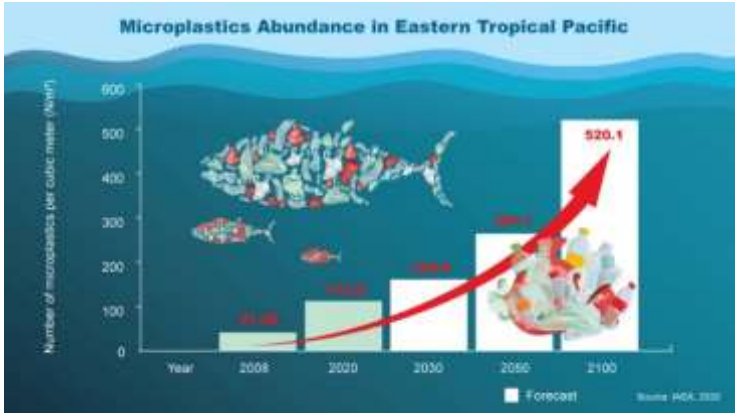


Рис. Динамика накопления пластикового мусора в мировом океане

Морские млекопитающие, птицы и рыбы могут запутаться в пластиковых отходах, что приводит к травмам и смерти.

Микропластик, который образуется при разрушении крупных предметов, способен проникать в пищевые цепи. Он накапливается в кишечнике и тканях морских организмов, нарушая метаболизм, снижая репродуктивную способность и изменяя поведение животных. Микрочастицы обладают высокой адсорбционной способностью, поглощая тяжелые металлы, пестициды и другие токсичные вещества, усиливая их влияние на организм. Эти частицы

распространяются по океанам с течениями и ветром, включая отдалённые районы, создавая глобальные «пятна пластика».

Влияние пластика на пресноводные экосистемы аналогично, но проявляется более остро в ограниченных водоёмах. Загрязнение рек и озер крупными изделиями и микропластиком нарушает жизнедеятельность рыбы, снижает качество воды и ускоряет эвтрофикацию, так как частицы пластика связывают питательные вещества и химические соединения, изменяя химический состав воды [7.8]. Основные последствия пластикового загрязнения водных экосистем представлены в табл.3.

Таблица 3

Основные последствия пластикового загрязнения водных экосистем

Параметр	Влияние пластика	Примеры
Физические препятствия	Ограничение передвижения и размножения животных	Рыбы, птицы, морские млекопитающие
Химическое загрязнение	Адсорбция токсинов и тяжелых металлов	Микропластик с пестицидами и диоксинами
Биологическое воздействие	Нарушение пищевых цепей, снижение репродуктивной способности	Пониженная численность морских видов
Экосистемное влияние	Нарушение структуры донных отложений, снижение биоразнообразия	Изменение состава сообществ микроорганизмов и рыб

Влияние пластика на почву носит длительный характер. Попадание полимерных фрагментов изменяет пористость грунта, водопроницаемость и аэрацию. Это приводит к нарушению обмена веществ в почвенных сообществах, снижению плодородия и замедлению разложения органических веществ.

Микропластик может транспортировать токсичные химические соединения, включая пестициды и органические растворители, что усиливает нагрузку на почвенные микроорганизмы и растения. В табл. 4 представлены влияния и последствия пластиковых загрязнений на почвенные экосистемы.

Таблица 4

Влияние пластика на почвенные экосистемы

Параметр	Влияние пластика	Последствия
Пористость и водопроницаемость	Снижение проницаемости грунта	Замедление роста растений, застой воды
Химическая нагрузка	Перенос токсинов и тяжелых металлов	Нарушение микрофлоры, снижение плодородия
Механическое воздействие	Образование плотных слоёв и комков	Ограничение роста корневой системы
Биологическое воздействие	Влияние на почвенные микроорганизмы	Снижение биологической активности почвы

Физико-химические свойства пластика усиливают его долговременное влияние. Полимеры практически не разлагаются естественным образом, сохраняют токсичные вещества и способны влиять на параметры воды и почвы. В воде пластик снижает прозрачность, замедляет газообмен, изменяет донные

осадки. В почве он препятствует нормальному движению воды и воздуха, что нарушает жизнедеятельность микроорганизмов и замедляет разложение органики.

Микропластик оказывает долгосрочное влияние на пищевые цепи. Накопление пластика в организмах рыбы, моллюсков и птиц фиксируется во многих регионах, включая крупные промышленные и прибрежные зоны. Попадание этих частиц в организм человека сопровождается переносом токсичных соединений, что потенциально влияет на метаболизм, иммунную систему и здоровье в целом.

Вследствие комплексного воздействия формируются долговременные циклы загрязнения. Мусор, попавший в экосистему, не только нарушает текущие процессы, но и участвует в формировании новых фрагментов микропластика, которые вновь влияют на биоту. Анализ региональных различий показал, что наиболее интенсивное загрязнение наблюдается в густонаселённых прибрежных зонах, где высока плотность туризма, индустриальная деятельность и низкая эффективность системы сбора отходов.

В заключение необходимо отметить:

1. Пластиковый мусор оказывает комплексное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.
2. В морских экосистемах крупные изделия создают механические препятствия для передвижения и размножения животных, а микропластик нарушает пищевые цепи, накапливается в организмах и переносит токсические вещества.
3. Пресноводные экосистемы и прибрежные зоны также подвержены негативному воздействию, включая снижение качества воды, эвтрофикацию и разрушение биотопов.
4. В почве пластик меняет структуру грунта, снижает плодородие и нарушает деятельность почвенных микроорганизмов.
5. Попадание микропластика в организм человека через пищу и воду создаёт потенциальные риски для здоровья. Химические соединения, адсорбированные на поверхности пластика, могут накапливаться в тканях, влиять на обмен веществ, иммунную систему и репродуктивные функции.
6. Перечисленные факторы подчёркивают необходимость строгого контроля качества воды, продуктов питания и снижения нагрузки пластика на окружающую среду.

Список литературы

1. Думнов А. Д., Романов А. А. Проблема твердых коммунальных отходов и статистика / А. Д. Думнов, А. А. Романов // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2016. . № 3 (147). С. 80-90.

2. Жидко Е.А. Колотушкин В.В. Соловьева Э.В. Теоретические основы проектирования и конструкции жидкостных пылеулавливающих устройство//Безопасность труда в промышленности.2004. №2.С.8-11

3. Разиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга/ С.Н.Разиньков, Е.А.Жидко, М.Ю. Лукин // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 6. С. 57-63.

4. Жидко Е.А. Методология формирования единого алгоритма исследований информационной безопасности /Е.А.Жидко // Вестник Воронежского института МВД России. 2015. № 1. С. 62-69.

5. Масленников С. И. Микропластик в океане - новые проблемы морского природопользования / С. И. Масленников, Г. Ф. Щукина, Ю. П. Назарец // Рыбное хозяйство. - 2017. - № 3. С. 33–37

6. Pellow D. N. Garbage Wars: The Struggle for Environmental Justice in Chicago / D. N. Pellow, L. S.-H. Park. - Cambridge : MIT Press, 2004. - 256 p

7. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

8. Nikolenko, S.D. Flexural strength of fiber reinforced concrete structures / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, T.V. Zyazina, N.V. Mozgovoj // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT II-2021). Krasnoyarsk, 2021. - С. 22075.

References

1. Dumnov A.D., Romanov A. A. The problem of municipal solid waste and statistics / A.D. Dumnov, A. A. Romanov // Use and protection of natural resources in Russia. 2016. No. 3 (147). pp. 80-90.

2. Zhidko E.A. Kolotushkin V.V. Solovyova E.V. Theoretical foundations of design and construction of liquid dust collecting devices//Occupational safety in industry.2004. No. 2.Pp.8-11

3. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring complexes/ S.N.Razinkov, E.A.Zhidko, M.Yu. Lukin // Information measuring and control systems. 2018. Vol. 16. No. 6. pp. 57-63.

4. Zhidko E.A. Methodology of forming a unified algorithm for information security research /E.A.Zhidko // Bulletin of the Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2015. No. 1. pp. 62-69.

5. Maslennikov S. I. Microplastics in the ocean - new problems of marine environmental management / S. I. Maslennikov, G. F. Shchukina, Yu. P. Nazaret // Fisheries. - 2017. - No. 3. pp. 33-37

6. Pellow D. N. Garbage Wars: The Struggle for Environmental Justice in Chicago / D. N. Pellow, L. S.-H. Park. - Cambridge : MIT Press, 2004. - 256 p

7. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

8. Nikolenko, S.D. Flexural strength of fiber reinforced concrete structures / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, T.V. Zyazina, N.V. Mozgovoj // In the collection: Journal of Physics: Conference Series. II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT II-2021). Krasnodar, 2021. - p. 22075.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_284-291
УДК 681.5

СИСТЕМЫ ПРЕВЕНТИВНОГО ПОЖАРНОГО МОНИТОРИНГА

Сальникова А.Д., *студент*
Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация: *Данный материал содержит комплексный обзор систем раннего обнаружения огня (автоматической пожарной сигнализации), их назначения и принципов работы. Особое внимание уделено стадиям развития пожара и критической важности обнаружения возгорания на начальном этапе для своевременной эвакуации людей, эффективного пожаротушения и минимизации материального ущерба. Описан общий принцип работы системы от момента детекции до активации оповещения и автоматических средств пожаротушения.*

Ключевые слова: *пожар, тление, система раннего обнаружения, дымовые датчики, тепловые датчики, газовые анализаторы, спектральные датчики, эвакуация, продукты горения*

PREVENTIVE FIRE MONITORING SYSTEMS

Salnikova A.D, *student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract: *This material provides a comprehensive overview of early fire detection systems (automatic fire alarms), their purpose, and principles of operation. Special attention is given to the stages of fire development and the critical importance of detecting fires at an early stage for timely evacuation of people, effective firefighting, and minimizing material damage. The general principle of operation of the system is described from the moment of detection to the activation of alarms and automatic firefighting systems.*

Keywords: *fire, smoldering, early detection system, smoke detectors, thermal detectors, gas analyzers, spectral detectors, evacuation, combustion products*

В современном мире обеспечение безопасности зданий и сооружений от пожаров является критически важной задачей. Системы раннего обнаружения огня (автоматическая пожарная сигнализация) играют ключевую роль в этой системе защиты. Их основное предназначение - максимально быстро зафиксировать первые признаки возгорания, такие как дым, повышение

© Сальникова А. Д., Жидко Е. А., 2026

температуры или открытое пламя, зачастую еще до того, как пожар достигнет стадии интенсивного развития.

Своевременное срабатывание этих систем позволяет инициировать план эвакуации, оповестить экстренные службы и активировать автоматические средства пожаротушения, тем самым минимизируя материальный ущерб и, самое главное, спасая человеческие жизни.

Развитие технологий привело к появлению широкого спектра высокочувствительных и интеллектуальных решений для мониторинга пожарной безопасности на самых разных объектах [1].

Развитие пожара в помещении или на открытом пространстве проходит через несколько последовательных стадий (фаз), каждая из которых имеет свои характерные особенности и продолжительность.

Традиционно выделяют три основные стадии развития пожара [2]:

1. Начальная стадия (Стадия возникновения и роста).

Это критически важный этап для систем раннего обнаружения огня. Начинается с момента появления источника зажигания. В течение первых 5–40 минут (продолжительность сильно зависит от типа горючего материала и наличия кислорода) происходит медленное повышение температуры и выделение основной массы дыма.

На этой стадии огонь еще относительно слаб, не оказывает значительного влияния на несущие конструкции здания, и его легко потушить первичными средствами пожаротушения (огнетушителем).

2. Основная стадия (Стадия разгара, или развитого горения)/

Если пожар не был потушен на начальной стадии, он переходит в фазу интенсивного горения. Происходит резкое нарастание температуры (достигает максимума, порядка 800–900 °C) и охват огнем все большей площади.

В замкнутых пространствах может произойти флэшовер (flashover) - мгновенное объемное воспламенение всех горючих поверхностей из-за высокой температуры и теплового излучения. Пребывание людей в помещении становится невозможным. Основная масса горючих веществ (80-90%) выгорает именно на этом этапе.

3. Конечная стадия (Стадия затухания или догорания)/

Интенсивность пожара снижается по мере исчерпания ресурсов для горения. Температура постепенно падает, пламя ослабевает, процесс горения переходит в медленное тление.

Это происходит из-за того, что либо закончилось топливо, либо критически снизилась концентрация кислорода. Хотя открытого огня уже может не быть, сохраняется высокая температура и опасность повторного возгорания (тления), а также обрушения ослабленных конструкций [3].

Раннее обнаружение пожара является фундаментальным принципом пожарной безопасности, и его важность невозможно переоценить. Обнаружение возгорания на начальном этапе дает ряд критических преимуществ.

На начальной стадии скорость распространения огня и дыма относительно низкая и чем раньше обнаружен пожар, тем больше времени у людей в здании на безопасную эвакуацию.

Большинство смертей при пожарах происходит не от огня, а от отравления продуктами горения (угарный газ) и недостатка кислорода. Раннее оповещение позволяет людям покинуть опасную зону до того, как концентрация дыма станет смертельной.

Пожар, обнаруженный на стадии тления или небольшого очага, наносит минимальный ущерб. Очаг возгорания можно быстро локализовать и потушить первичными средствами (огнетушитель, внутренний пожарный кран), что предотвращает переход пожара в стадию разгара (флэшовер), когда огонь мгновенно охватывает все помещение, и ущерб становится тотальным. Сотрудники объекта или жильцы могут справиться с огнем самостоятельно до приезда пожарной службы.

Кроме того, при раннем обнаружении автоматические системы пожаротушения срабатывают быстрее и подавляют огонь в зародыше, используя минимальное количество воды или газа, что также снижает сопутствующий ущерб. Быстро потушенный пожар означает минимальный простой в работе предприятия, меньшие затраты на восстановление и быстрое возобновление нормальной деятельности.

Таким образом, системы раннего обнаружения - это не просто оборудование, а ключевой элемент стратегии выживания как для людей, так и для бизнеса в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Принцип работы системы раннего обнаружения пожара (автоматической пожарной сигнализации) основан на непрерывном мониторинге защищаемого пространства и состоит из трех основных этапов:

Система непрерывно контролирует условия окружающей среды посредством разных видов пожарных детекторов. Как только хотя бы один датчик фиксирует нарушение установленных норм, мгновенно подается сигнал на главный управляющий блок.

Все датчики подсоединены к центральной панели контроля и приема сигналов (прибору ПКП), выполняющему роль главного координатора всей системы. Именно этот прибор получает поступающие от детекторов сигналы, проводит их обработку и управление дальнейшей реакцией системы безопасности.

Как только центральная панель подтверждает факт возгорания, она автоматически активирует комплекс мер по защите людей и имущества: речевое оповещение, световые указатели эвакуации, блокировка лифтов и т.д. Сообщение о пожаре автоматически передается на пульт централизованного наблюдения пожарной охраны [4].

Система может автоматически инициировать работу систем дымоудаления, запустить автоматические установки пожаротушения.

Таким образом, ключевой принцип работы системы - это скорость реакции и автоматизация процесса от обнаружения до активного противодействия пожару.

Выбор конкретного типа датчиков для системы зависит от характеристик объекта, потенциальных рисков и требований нормативных документов

Датчики дыма являются наиболее распространенным и эффективным типом устройств для раннего обнаружения пожара, особенно на его начальной стадии (стадии тления), когда выделяется большое количество дыма, но еще нет открытого огня или высокой температуры.

Существует несколько типов дымовых извещателей, различающихся по физическому принципу обнаружения дыма:

1. Оптико-электронные (фотоэлектрические) извещатели - самый распространенный и надежный тип. Внутри корпуса извещателя находится оптическая камера с источником света (обычно светодиод) и фотоприемником (фотодиодом), расположенными под углом друг к другу так, что в обычном состоянии луч света не попадает на приемник.

Принцип работы дымового датчика основан на следующем механизме: при попадании частиц дыма внутрь камеры прибора они вызывают рассеивание направленного луча света.

Часть отраженного излучения достигает чувствительного элемента - фотоприёмника, вызывая регистрацию тревожного сигнала. Такие датчики отличаются высокой восприимчивостью именно к большим частицам продуктов горения [5].

2. Ионизационные (радиоизотопные) извещатели используются гораздо реже из-за определенных ограничений. Внутри камеры извещателя находится небольшое количество радиоактивного вещества (например, америций-241), которое ионизирует воздух, создавая слабый постоянный электрический ток между двумя электродами.

При попадании частиц дыма в камеру они связывают ионы, нарушая этот ток. Снижение тока фиксируется как сигнал тревоги.

Эти датчики хорошо реагируют на мелкие, невидимые глазу частицы дыма, характерные для быстрого горения. Но при этом они содержат радиоактивный элемент, хотя и в минимальных безопасных количествах, что усложняет их утилизацию. А также они могут давать ложные срабатывания от пара или сигаретного дыма [6].

3. Дымовые датчики являются универсальными типами и подходят для установки в большинстве типов помещений. Важно помнить, что их не рекомендуется устанавливать в местах с постоянным наличием пара, пыли или дыма от приготовления пищи (кухни, ванные комнаты, производственные цеха), где высок риск ложных срабатываний.

4. Тепловые пожарные извещатели - это устройства, предназначенные для обнаружения возгорания путем регистрации повышения температуры

окружающей среды. Они являются важным компонентом систем пожарной сигнализации и делятся на несколько основных типов по принципу действия.

5. Максимальные (пороговые) извещатели срабатывают при достижении заранее заданного порогового значения температуры (например, от +54 до +70 °С для стандартных моделей). В их основе часто лежит легкоплавкий элемент или биметаллическая пластина, которая деформируется или размыкает цепь при нагреве.

6. Дифференциальные извещатели реагируют не на конкретную температуру, а на скорость ее нарастания (температурный градиент). Они содержат два термочувствительных элемента: один быстро нагревается при конвективном потоке тепла от пожара, другой - медленнее. При значительном расхождении показаний датчик подает сигнал тревоги [7].

Существует и комбинированный тип, который срабатывает как при достижении пороговой температуры, так и при быстром темпе ее роста.

Главным преимуществом является устойчивость к ложным срабатываниям.

Тепловые извещатели не реагируют на дым, пар, пыль или аэрозоли, что делает их идеальными для установки в производственных помещениях, кухнях или котельных. Но их нельзя использовать в помещениях с естественными перепадами температуры и располагать возле отопительных приборов или окон [7].

Тепло поднимается к потолку в последнюю очередь, уже на стадии развитого горения, что делает эти датчики менее эффективными для раннего оповещения по сравнению с дымовыми, и они часто используются в качестве дополнения к другим типам датчиков. Или как основной элемент там, где применение дымовых или пламенных извещателей невозможно из-за специфики среды [3].

7. Пламенные пожарные извещатели -это устройства, предназначенные для сверхбыстрого обнаружения пожара путем регистрации электромагнитного излучения (света), испускаемого открытым пламенем или тлеющими материалами в определенном спектральном диапазоне.

Эти извещатели реагируют непосредственно на само горение, а не на его вторичные признаки. Пламенные извещатели действуют как «глаза» системы безопасности, улавливая уникальную «подпись» огня.

Их преимущество в высокой скорости реагирования – миллисекунды, они могут контролировать большие площади и работать на значительном расстоянии от очага возгорания, что важно для больших ангаров и складских помещений [2].

7. Многоспектральные инфракрасные извещатели - наиболее совершенный тип. Они используют несколько сенсоров для анализа излучения на разных длинах волн одновременно. Это позволяет им «видеть» уникальное мерцание пламени (фликкер-эффект) и отличать пожар от других источников тепла или солнечного света, что минимизирует частоту ложных срабатываний.

Но любое препятствие (стена, колонна, шкаф), закрывающее извещателю «обзор» пламени, делает его бесполезным [4].

Пламенные извещатели незаменимы в местах, где высок риск быстроразвивающихся пожаров или где другие типы датчиков неэффективны:

- резервуарные парки с легковоспламеняющимися жидкостями и газами (нефтебазы, АЗС);
- ангары для самолетов;
- производственные цеха с открытым технологическим оборудованием (печи, горелки);
- крупные склады с высокими потолками и стеллажным хранением;
- взрывоопасные зоны и промышленные объекты химической отрасли.

8. Газовые пожарные извещатели - это специализированные устройства, которые обнаруживают возгорание, регистрируя изменение химического состава воздуха, в частности, аномальное повышение концентрации определенных газов, выделяющихся в процессе термического разложения или горения материалов.

Газовые (аспирационные) извещатели или Системы сверхраннего обнаружения пожара (ССОП) используют различные типы сенсоров (как правило, электрохимические или полупроводниковые) для непрерывного анализа окружающего воздуха.

Они непрестанно берут пробы воздуха из защищаемого помещения через сеть тонких трубок и анализируют их в центральном блоке с помощью высокоточного лазерного детектора.

ССОП используются там, где требуется сверхраннее обнаружение, например, в серверных, центрах обработки данных, чистых комнатах, музеях. Их основная задача обнаружить продукты горения в воздухе и передать сигнал тревоги на контрольную панель.

В контексте пожарной сигнализации они чаще всего реагируют на:

- угарный газ (CO): самый важный газ для раннего обнаружения, который выделяется в больших количествах уже на стадии медленного тления (неполного сгорания), часто задолго до появления видимого дыма или значительного тепла.
- водород: также выделяется при некоторых видах горения и тления.
- углекислый газ (CO_2): хотя он всегда присутствует в воздухе и выделяется людьми при дыхании, его резкий скачок может указывать на горение.
- метан, пропан и другие горючие газы: отдельная категория датчиков, которая используется для предотвращения взрывов и регистрации утечек газа, которые могут привести к пожару, но не обязательно являются индикатором уже начавшегося пожара [4,8].

CO-извещатели могут обнаружить пожар даже раньше, чем оптические дымовые датчики, так как угарный газ распространяется быстрее и появляется раньше видимого дыма при тлении. Угарный газ невидим, не имеет запаха и

смертельно опасен для человека, поэтому функция оповещения о его превышении жизненно важна.

Минусом данных датчиков является избирательность. Они реагируют только на определенный тип газа и могут пропустить пожары, которые не выделяют достаточного количества целевого газа.

Поэтому они редко используются как самостоятельная система пожарной сигнализации; обычно дополняют дымовые или тепловые извещатели.

В заключение можно подчеркнуть, что системы раннего обнаружения огня являются фундаментальным и незаменимым элементом современной стратегии пожарной безопасности.

Их основная ценность заключается в способности выиграть самый важный ресурс во время чрезвычайной ситуации - время. Эффективность системы достигается за счет применения разнообразных технологий обнаружения.

Каждый тип сенсора имеет свою область применения и сильные стороны (например, скорость реакции на тление у дымовых и газовых датчиков, или устойчивость к помехам у тепловых).

Правильный выбор оборудования, часто в виде мультисенсорных комбинаций, позволяет создать надежный барьер против всех стадий развития пожара.

Конечная цель этих комплексных технических решений - не просто соответствие нормативам, а минимизация материального ущерба и, что самое главное, обеспечение безопасной и своевременной эвакуации людей, тем самым спасая человеческие жизни.

Список литературы

1. Лепешкин О. М. Теория горения и взрыва: учеб. пособие / О. М. Лепешкин, А. С. Доронин. СПб., 2023. – 165 с.

2. Пожарная безопасность предприятия. Курс пожарно-технического минимума: Учебно-справочное пособие / С.В. Собурь. – 15-е изд., с изменениями. – М.: ПожКнига, 2014. – 480 с.,

3. Пожарная безопасность общественных и жилых зданий: Справочник / Под ред. д.т.н., проф. Собуря С.В. – 4-е изд., перераб. – М.: ПожКнига, 2012. – 160 с.

4. Терехин С.Н., Шидловский Г.Л., Иванов А.Н., Кеда Д.П., Кутузов В.В., Талировский К.С. Методы и технологии обнаружения пожаров в зданиях и сооружениях: учебное пособие. – СПб: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2020. – 172 с.

5. Жидко Е.А., Кирьянов В.К. Эмпирические методы измерения погрешностей при взаимосвязанном развитии внешней и внутренней среды хозяйствующих субъектов/ Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2013. № 4 (13). С. 53-60.

6. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы

критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

7. Разиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга/ С.Н. Разиньков, Е.А. Жидко, М.Ю. Лукин // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 6. С. 57-63.

8. Nikolenko, S.D. Flexural strength of fiber reinforced concrete structures / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, T.V. Zyazina, N.V. Mozgovoj // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT II-2021). Krasnoyarsk, 2021. - С. 22075.

References

1. Lepeshkin O. M. Theory of gorenje i explosion: textbook. manual / O. M. Lepeshkin, A. S. Doronin. St. Petersburg, 2023. – 165 p.

2. Fire safety of the enterprise. The fire-technical minimum course: An educational and reference manual / S.V. Sobur. – 15th ed., with changes. – M.: Pozhkniga, 2014. – 480 p.,

3. Fire safety of public and residential buildings: Handbook / Edited by Doctor of Technical Sciences, Professor. Soburya S.V. – 4th ed., reprint – M.: Pozhkniga, 2012. – 160 p.

4. Terekhin S.N., Shidlovskiy G.L., Ivanov A.N., Keda D.P., Kutuzov V.V., Talirovskiy K.S. Methods and technologies of fire detection in buildings and structures: a textbook. Saint Petersburg: Saint Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2020. 172 p.

5. Zhidko E.A., Kiryanov V.K. Empirical methods for measuring errors in the interrelated development of the external and internal environment of business entities/ Scientific journal. Engineering systems and structures. 2013. No. 4 (13). pp. 53-60.

6. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

7. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring complexes/ S.N. Razinkov, E.A. Zhidko, M.Yu. Lukin // Information measuring and control systems. 2018. Vol. 16. No. 6. pp. 57-63.

8. Nikolenko, S.D. Flexural strength of fiber reinforced concrete structures / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, T.V. Zyazina, N.V. Mozgovoj // In the collection: Journal of Physics: Conference Series. II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT II-2021). Krasnodar, 2021. - p. 22075.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_292-299
УДК 504.61

ЭЛЕКТРОМОБИЛИ: ЗЕЛЕНЫЙ ПУТЬ ИЛИ НОВАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИЛЕММА

Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация: *В статье проведен анализ современного состояния электрического транспорта как экологически чистой альтернативы, способствующей сохранению биосферы планеты. В рамках работы также проводится оценка потенциального воздействия транспортных средств на здоровье человека и сравнительный анализ выбросов парниковых газов электромобилями и автомобилями с традиционными двигателями внутреннего сгорания. По итогам проведенного исследования сформулирован вывод о существенных преимуществах электрического транспорта перед его бензиновыми и дизельными аналогами.*

Ключевые слова: *электрический транспорт, выбросы парниковых газов, шум, климат.*

ELECTRIC VEHICLES: A GREEN PATH OR A NEW ECOLOGICAL DILEMMA

Kharlamov I.K., *student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract: *The article analyzes the current state of electric transport as an environmentally friendly alternative that contributes to the preservation of the planet's biosphere. The work also assesses the potential impact of vehicles on human health and compares the greenhouse gas emissions of electric vehicles and those of traditional internal combustion engine vehicles. Based on the results of the study, the article concludes that electric transport has significant advantages over its gasoline and diesel counterparts.*

Keywords: *electric transport, greenhouse gas emissions, noise, climate.*

Введение

На первый взгляд, электромобиль представляется как экологически безупречное транспортное средство, не оставляющее следов углеродного загрязнения. Однако его экологическая ценность требует более глубокого анализа, включающего весь жизненный цикл - от добычи сырья до утилизации.

© Харламов И. К., Жидко Е. А., 2026

Этот анализ позволяет выявить не только прямые, но и косвенные экологические воздействия, которые необходимо учитывать для объективной оценки экологической эффективности электромобилей.

Рассмотрим влияние электромобиле на урбанизированную среду. В условиях городской среды электромобили демонстрируют значительные преимущества для здоровья населения и экологической обстановки.

Они значительно снижают выбросы вредных веществ, таких как оксиды азота (NOx), твердые частицы и летучие органические соединения. По данным Европейского агентства по окружающей среде (ЕАООС), загрязнение воздуха в Европе ежегодно приводит к преждевременной смерти более 400 000 человек. Переход на электротранспорт может существенно снизить этот показатель, улучшая качество воздуха и снижая уровень заболеваемости.

Электромобили отличаются низким уровнем шума на низких скоростях, что способствует снижению общего уровня шумового загрязнения в городах. Это благоприятно сказывается на здоровье населения, улучшая акустическую среду и повышая качество жизни [1,2].

Вердикт: для мегаполисов, страдающих от смога, электромобили представляют собой не просто альтернативу, а жизненно необходимую меру для улучшения экологической обстановки и здоровья горожан.

Для всесторонней оценки экологического воздействия электромобилей необходимо провести анализ жизненного цикла, который включает все этапы производства, эксплуатации и утилизации, включая материалы, энергозатраты и выбросы парниковых газов.

Наиболее значимым этапом жизненного цикла электромобиля является производство аккумуляторной батареи, которое характеризуется высокой энергоемкостью и ресурсоемкостью.

Производство аккумуляторных батарей требует значительного количества сырья, включая литий, кобальт, никель, марганец и графит. Добыча этих материалов связана с высокими выбросами парниковых газов и другими экологическими рисками.

Процессы производства катодных и анодных материалов для аккумуляторных батарей включают высокотемпературные операции, требующие значительных энергетических затрат. Эти процессы являются значительными источниками выбросов парниковых газов.

Сборка аккумуляторных ячеек также требует высокотемпературных процессов, проводимых в вакууме, что увеличивает энергозатраты и, соответственно, выбросы парниковых газов.

Для анализа жизненного цикла электромобилей (EV) и автомобилей с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) необходимо рассмотреть все этапы их производства [3]. В табл.1 представлены примерные данные для автомобиля среднего класса.

Таблица 1

Сравнительный анализ жизненного цикла электромобилей (EV) и автомобилей с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) на этапе производства

Компонент/процесс	Электромобиль	Автомобиль с ДВС
Производство кузова, шасси, интерьера	~ 7 тонн	~ 7 тонн
Производство двигателя, трансмиссии	~ 1.5 тонны	~ 2.5 тонны
Производство аккумуляторной батареи	~ 5-7 тонн	
Общие выбросы CO_2 при производстве	~ 13.5-15.5 тонн	~ 9.5 тонн

На этапе производства электромобиль демонстрирует более высокие выбросы CO_2-экв. по сравнению с автомобилем с ДВС, что обусловлено значительными энергозатратами на производство литий-ионных батарей. Однако, учитывая долгосрочное снижение выбросов в фазе эксплуатации, этот этап становится менее значимым в контексте жизненного цикла.

Эксплуатация электромобиля определяется структурой электроэнергии в регионе его использования. Электромобиль, не производя выбросов непосредственно, является «концентратором» выбросов, связанных с генерацией электроэнергии. В табл. 2 представлены сценарии по регионам на основе мета-анализа Международного центра климатических изменений (ICCT) и исследований Массачусетского технологического института (MIT).

Таблица 2

Сценарии по регионам на основе мета-анализа Международного центра климатических изменений

Регион	Структура энергетики	Снижение выбросов, %	Окупаемость долга, км
Европа	Высокая доля ВИЭ и АЭС		
США	Разнородный энергомикс		
Китай	Высокая доля угля		
Индия	Энергосистема на угле		

Даже в регионах с высокой долей угля в энергетике, электромобили демонстрируют значительное снижение выбросов по сравнению с автомобилями с ДВС. Это подчеркивает важность обезуглероживания энергетики для достижения максимального эффекта от использования электромобилей.

Экологические аспекты использования электромобилей выходят за рамки выбросов CO_2. Важным аспектом является ресурсная проблема, связанная с добычей сырья для аккумуляторов.

Литий добывают из солевых рассолов в Южной Америке связана с высоким водопотреблением и истощением водоносных горизонтов. Значительная часть добычи кобальта приходится на Демократическую Республику Конго, где

используется кустарная добыча с использованием детского труда и примитивных методов, наносящих ущерб здоровью людей и экосистемам.

Для минимизации ресурсной проблемы необходимы инновации и развитие рециклинга. Ведутся разработки по переходу на батареи с пониженным содержанием кобальта или без него. Методы пирометаллургической и гидрометаллургической переработки позволяют извлекать до 95 % ценных металлов, снижая потребность в первичной добыче и минимизируя отходы (табл.3) [4,5].

Таблица 3

Эффективность извлечения материалов при переработке Li-ion аккумуляторов

Материал	Эффективность извлечения, %
Кобальт (Co)	
Никель (Ni)	
Медь (Cu)	
Литий (Li)	
Алюминий (Al)	

Для объективной оценки роли электромобилей (EV) в контексте устойчивого развития необходимо провести их сравнительный анализ с другими перспективными экологически чистыми технологиями, претендующими на замещение традиционных ДВС.

К числу таких технологий относятся автомобили на водородных топливных элементах (FCEV) и транспортные средства, использующие синтетическое топливо (e-fuels), производимое из возобновляемых источников.

Ключевым критерием данного анализа выступает энергоэффективность, определяемая как процент первичной энергии, полученной из возобновляемых источников, который в конечном итоге преобразуется в движение транспортного средства. Этот параметр имеет решающее значение для оценки эксплуатационных затрат, нагрузки на энергосистему и общей экологической устойчивости технологии.

Электромобили используют наиболее прямой и, следовательно, наиболее энергоэффективный путь преобразования энергии. В данном контексте следует рассмотреть следующую цепочку преобразований:

Возобновляемая энергия (например, солнечная или ветровая) → Электричество → Передача по электрическим сетям → Зарядка аккумуляторной батареи (с потерями около 5-15%) → Инвертор и электродвигатель (с КПД 90-

КПД электромобиля от розетки до колес составляет впечатляющие 73-90%, что обусловлено минимальными потерями на каждом этапе преобразования. Если учитывать КПД самих возобновляемых источников энергии, например, солнечной панели с типичным КПД около 20%, общий КПД системы остается высоким и составляет примерно 15-25%.

Преимущество электромобилей заключается в их способности эффективно использовать возобновляемую энергию благодаря минимальным ступеням преобразования и высокому КПД на каждом из этапов. Это делает их наиболее экономически целесообразным и экологически устойчивым решением для массового транспорта.

Водородные автомобили (FCEV), использующие топливные элементы, представляют собой элегантное техническое решение, однако их энергоэффективность оставляет желать лучшего.

Рассмотрим цепочку преобразований. Возобновляемая энергия → Электролиз воды (с КПД 65-80%) → Сжатие или сжижение водорода (с КПД 80- (с КПД 40-60%) → Инвертор и электродвигатель → Движение.

КПД водородного автомобиля от розетки до колес составляет всего 22-35%, что означает, что из каждых 100 кВтч возобновляемой энергии до колес доходит лишь 22-35 кВтч. Учитывая КПД возобновляемых источников энергии (например, солнечной панели), общий КПД системы снижается до 7-12%.

Основной недостаток водородных автомобилей заключается в их высокой энергоемкости. Для выполнения аналогичного объема транспортной работы водородному автомобилю требуется в 2-3 раза больше первичной возобновляемой энергии по сравнению с электромобилем. Это делает FCEV экономически нецелесообразным решением как для потребителей, так и для энергосистемы, несмотря на их потенциальную экологическую чистоту.

Синтетическое топливо, или e-fuels, представляет собой амбициозную попытку сохранить существующую инфраструктуру двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и автозаправочных станций (АЗС), производя топливо с нулевым углеродным следом. Однако, несмотря на свою теоретическую привлекательность, e-fuels требуют значительных энергетических затрат и обладают низким коэффициентом полезного действия (КПД) на всех этапах производственного цикла.

Рассмотрим более детально цепочку преобразований: возобновляемая энергия → электролиз для получения водорода с сопутствующими потерями → прямой захват углекислого газа (CDR) из атмосферы, что является энергозатратным процессом → синтез Фишера-Тропша для производства жидкого топлива с КПД около 50% → транспортировка и заправка → использование в ДВС с КПД 20-35% → движение.

КПД автомобилей, использующих e-fuels, от источника энергии до колес крайне низок и составляет порядка 10-16%. Учитывая низкую эффективность возобновляемых источников энергии (ВИЭ), общий КПД системы снижается до катастрофически низких значений, не превышающих 2-5%.

В результате, использование e-fuels требует в 5-7 раз больше возобновляемой энергии по сравнению с электромобилем для преодоления идентичного расстояния, что делает их экономически нецелесообразными для

массового применения в легковом транспорте, несмотря на потенциальную возможность сохранения существующей инфраструктуры.

В табл. 4 представлены ключевые характеристики электромобилей (BEV), водородных автомобилей (FCEV) и синтетического топлива (e-fuels).

Таблица 4

Ключевые характеристики электромобилей

Критерий	**Электромобиль (BEV)**	**Водородный автомобиль (FCEV)**	**Синтетическое топливо (E-Fuels)**
Общий КПД (от ВИЭ до колес)	Высокий (15-25%)	Низкий (7-12%)	Крайне низкий (2-5%)
Эксплуатационная стоимость	Низкая	Высокая	Очень высокая
Запас хода/ заправка	Средний/длительная	Высокий/быстрая (3-5 мин)	Высокий/быстрая (3-5 мин)
Инфраструктура	Развивается быстро	Очень слабая и дорогая	Использует существующую АЗС
Ключевая ниша	Массовый легковой / городскойкоммерческий транспорт	Дальнобойные грузовики, автобусы,спецтехника	Авиация, судоходство, сохранение классических авто

Из данных, представленных в табл.4 следует, что электромобили обладают наивысшим КПД и наиболее доступной эксплуатационной стоимостью, что делает их предпочтительным выбором для массового легкового транспорта и городского коммерческого использования.

Водородные автомобили, несмотря на более низкий КПД, демонстрируют высокую производительность и быструю заправку, что делает их подходящими для специализированных применений, таких как грузоперевозки и общественный транспорт.

В то же время синтетическое топливо, несмотря на свои потенциальные преимущества в сохранении существующей инфраструктуры, характеризуется крайне низким КПД и высокой стоимостью, что ограничивает его применение в легковом транспорте.

Вывод

Электромобиль является мощным инструментом в арсенале стратегий борьбы с изменением климата и перехода к устойчивому развитию. Однако его потенциал может быть полностью реализован только в рамках комплексной экосистемы, включающей декарбонизацию энергетики, развитие циклической экономики, ответственную добычу ресурсов и рациональное городское планирование.

Внедрение электромобилей должно быть частью более широких системных изменений, направленных на формирование устойчивой и экологически чистой транспортной системы. Таким образом, электромобиль представляет собой не волшебную палочку, а ключевой элемент в процессе

трансформации транспортной отрасли, требующий комплексного подхода и координации на всех уровнях.

Список литературы

1. Новое сравнение между выбросами парниковых газов в течение жизненного цикла аккумуляторные электромобили и автомобили внутреннего сгорания / Х. Ма, Ф. Балтазар, Н. Таит, Х. Риера-Палоу, А. Харрисон // Энергетическая политика. 2012. № 44. С. 160-173.

2. Рагимов Э. А. Экологические особенности транспорта // Теоретическая и прикладная наука. 2019. № 07 (75). С. 284-288.

азиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга / С.Н.Разиньков, Е.А.Жидко, М.Ю. Лукин // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 6. С. 57-63.

идко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж,

2

1kolenko, S.D. Flexural strength of fiber reinforced concrete structures / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, T.V. Zyazina, N.V. Mozgovoj // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT II-2021). Krasnoyarsk, 2021. - С. 22075.

-

References

1

1

7

1. A new comparison between greenhouse gas emissions during the life cycle of battery electric vehicles and internal combustion vehicles / H. Ma, F. Baltazar, N. Tait, H. Riera-Palou, A. Harrison // Energy policy. 2012. No. 44. pp. 160-173.

2. Ragimov E. A. Ecological features of transport // Theoretical and applied science. 2019. No. 07 (75). pp. 284-288.

3. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring complexes / S.N.Razinkov, E.A.Zhidko, M.Yu. Lukin // Information measuring and control systems. 2018. Vol. 16. No. 6. pp. 57-63.

4. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of

information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

5. Nikolenko, S.D. Flexural strength of fiber reinforced concrete structures / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, T.V. Zyazina, N.V. Mozgovoj // In the collection: Journal of Physics: Conference Series. II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT II-2021). Krasnodar, 2021. - p. 22075.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_300-309
УДК 614.841

НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОНТАЖА ЗАЩИТНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ НА КРОВЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ЗДАНИЯ

Дубровин А.А., *студент*
Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация. *В статье проводится комплексный анализ действующей нормативно-правовой базы и технических стандартов, регулирующих устройство кровельных ограждений, а также в формировании практических рекомендаций по их проектированию и монтажу, направленных на повышение безопасности эксплуатации зданий.*

Ключевые слова: *безопасность эксплуатации, защитные заграждения. Кровельные конструкции*

REGULATORY REGULATION AND TECHNICAL ASPECTS OF INSTALLING PROTECTIVE FENCING ON THE ROOF STRUCTURES OF THE BUILDING

Dubrovin A.A., *student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract. *The article provides a comprehensive analysis of the current regulatory framework and technical standards governing the installation of roof fencing, as well as the development of practical recommendations for their design and installation aimed at improving the safety of building operation.*

Keywords: *safety of operation, protective barriers. Roof structures*

Введение

Актуальность рассматриваемой темы определяется рядом обстоятельств, связанных как с изменениями в нормативно-правовой сфере, так и с особенностями технической эксплуатации зданий. В первую очередь необходимо отметить регулярное обновление нормативно-технической документации. Усиление требований Технического регламента, регулирующего безопасность зданий и сооружений, а также введение новых межгосударственных стандартов требует от специалистов в области проектирования, строительства и эксплуатации пересмотра традиционных подходов к разработке конструкций кровельных ограждений.

© Дубровин А. А., Жидко Е. А., 2026

Одновременно развитие современной архитектуры, выражающееся в использовании эксплуатируемых кровель, террас и сложных многоскатных крыш, формирует дополнительные потенциально опасные участки, для которых требуется применение более продуманных и нестандартных инженерных решений [1-3].

Не менее значимой проблемой остается недостаточный уровень подготовки монтажных специалистов, а также применение материалов, характеристики которых не соответствуют климатическим условиям региона эксплуатации. Ошибки могут возникать уже на этапе проектирования, когда выбор параметров ограждений производится без должного учета реальных эксплуатационных нагрузок либо особенностей основания.

Игнорирование требований, касающихся высоты ограждений, расстояния между стойками и мер антикоррозионной защиты металлических элементов, часто приводит к преждевременному износу конструкций и снижению их защитных свойств. В связи с этим проведение комплексного анализа требований пожарной безопасности (ПБ) и строительных норм, регулирующих устройство кровельных ограждений, представляет собой важную задачу, направленную на снижение рисков и обеспечение соответствия объектов капитального строительства действующим нормативным требованиям [4].

Объектом исследования выступает система обеспечения безопасности зданий и сооружений как на этапе строительства, так и в процессе их дальнейшей эксплуатации.

Предмет исследования составляет совокупность нормативных требований, конструктивных решений и технических регламентов, определяющих особенности устройства ограждений на кровлях зданий различного функционального назначения.

1. Нормативно-Правовая база требований к ограждениям кровель

Требования, регулирующие устройство ограждений на кровлях зданий, закреплены в ряде нормативных документов различных уровней: федеральных законах, сводах правил и национальных стандартах. Рассмотрим основные из них.

Ключевым документом является [4], который устанавливает базовые положения в области обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений.

В рамках рассматриваемой темы наибольшее значение имеют следующие нормы данного закона:

1. статья 53, регулирующая требования к путям эвакуации, включая возможность использования кровли в качестве элемента эвакуации;
2. статья 90, определяющая условия обеспечения доступа подразделений пожарной охраны на кровлю зданий;
3. статья 37, посвященная классификации противопожарных преград.

Более детализированные требования раскрываются в сводах правил системы противопожарной защиты.

Так, СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты» устанавливает требования к противопожарным расстояниям и конструктивным элементам, предназначенным для предотвращения распространения огня. В частности, в документе рассматриваются вопросы устройства противопожарных поясов и стен на кровлях зданий, которые могут включать элементы ограждающих конструкций.

В свою очередь, СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» содержит положения, согласно которым выход на кровлю должен соответствовать требованиям, предъявляемым к эвакуационным выходам. Следовательно, ограждения, расположенные вблизи таких выходов, должны обеспечивать безопасное передвижение людей и предотвращать возможность падения.

Наиболее конкретные технические параметры ограждений кровель определяются строительными нормами и стандартами, которые напрямую не относятся к пожарной безопасности, но регулируют общие требования к безопасности эксплуатации зданий.

Так, ГОСТ Р 58756-2019 «Ограждения кровли. Технические условия» устанавливает классификацию ограждений, требования к их конструкции, габаритам и методам испытаний. Согласно данному стандарту, минимальная высота ограждения должна составлять 1,1 **м**, расстояние между стойками - не более 1,2 м, а сама конструкция должна выдерживать нормативные эксплуатационные нагрузки.

Кроме того, СП 17.13330.2017 «Кровли» (актуализированная редакция СНиП II-26-76) регулирует правила устройства кровельных конструкций, включая требования к ограждениям. В документе отмечается, что по периметру кровли зданий с высотой карниза свыше 10 м необходимо предусматривать установку ограждений. Для эксплуатируемых кровель данные требования являются более строгими.

Дополнительные уточнения содержатся в отраслевых сводах правил, таких как СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные» и СП 118.13330.2022 «Общественные здания и сооружения». В этих документах приводятся отсылки к вышеуказанным нормативным актам и уточняются требования применительно к зданиям различного функционального назначения.

Таким образом, анализ действующей нормативной базы показывает, что требования к ограждениям кровель распределены между значительным количеством документов различного уровня. Подобная фрагментарность нормативного регулирования нередко усложняет работу проектировщиков и специалистов надзорных органов. При этом следует отметить, что прямые требования ПБ к кровельным ограждениям в ряде случаев сформулированы недостаточно однозначно, что может приводить к различным интерпретациям при их практическом применении.

2. Классификация ограждений кровель по конструктивным и функциональным признакам

1. По функциональному назначению

Защитные ограждения предназначены для предотвращения падения людей с высоты в процессе эксплуатации здания. Данная функция является основной и закреплена в действующих строительных нормах. В условиях пожара такие ограждения приобретают особое значение, поскольку на кровлю могут выходить как эвакуирующиеся люди, так и подразделения пожарной охраны.

Сигнальные ограждения используются для обозначения потенциально опасных участков и выполняют в основном предупредительную функцию, не рассчитанную на значительные механические нагрузки. В системе пожарной безопасности их значение ограничено, однако они могут применяться для выделения зон кровли, не предназначенных для пребывания людей.

Противопожарные ограждения представляют собой специальные конструкции, выполняющие роль противопожарных преград. Они могут являться частью противопожарных поясов или стен, расположенных на кровле, и препятствовать распространению огня между пожарными отсеками здания. Такие элементы, как правило, изготавливаются из негорючих материалов и должны обладать установленным пределом огнестойкости.

2. По конструктивному исполнению

Перильные ограждения относятся к наиболее распространённому типу и представляют собой систему стоек и горизонтальных элементов. Для их изготовления чаще всего используются сталь, алюминий или нержавеющая сталь.

Решетчатые ограждения выполняются в виде металлической решётки, сформированной из прутьев или профилей. Они отличаются высокой жесткостью конструкции, однако при значительной высоте могут создавать дополнительную ветровую нагрузку.

Сплошные ограждения представляют собой монолитные конструкции из бетона, кирпича или аналогичных материалов. По сути, они выступают продолжением наружной стены здания выше уровня кровли. С точки зрения противопожарной защиты данный тип считается наиболее надежным, особенно при использовании негорючих материалов.

Комбинированные ограждения объединяют в своей конструкции элементы парапета и перильных систем, сочетая преимущества различных конструктивных решений.

3. По материалу изготовления

Металлические ограждения могут выполняться из стали, алюминия или нержавеющей стали. При использовании стали требуется обязательная антикоррозионная защита. Алюминиевые конструкции отличаются меньшей массой, однако уступают стальным по прочностным характеристикам. Важным преимуществом металлических ограждений является их негорючесть.

Бетонные и железобетонные ограждения обычно применяются в составе парапетов. Они обладают высокой огнестойкостью и долговечностью, однако их монтаж на уже существующих зданиях может быть технически затруднён.

Каменные ограждения, аналогично бетонным конструкциям, характеризуются высокой устойчивостью к воздействию огня и применяются преимущественно в составе капитальных ограждающих элементов.

Стеклянные ограждения используются преимущественно на эксплуатируемых кровлях для обеспечения визуальной открытости и сохранения обзора. Однако в условиях пожара обычное стекло может разрушаться под воздействием высокой температуры, поэтому в таких конструкциях должны применяться закалённые, многослойные или армированные стекла, либо стеклянные элементы дополняются металлическими конструкциями.

Полимерные ограждения изготавливаются из различных пластиковых материалов. С точки зрения ПБ их применение на кровлях зданий, особенно значительной высоты, должно быть ограничено из-за возможной горючести используемых материалов.

4. По расположению на кровле

Периметральные ограждения устанавливаются по границе кровли и являются наиболее распространённым вариантом.

Ограждения зон безопасности применяются для выделения участков кровли, предназначенных для безопасного пребывания людей.

Ограждения технологических зон используются для ограничения доступа к отдельным элементам инженерного оборудования, расположенного на кровле, таким как вентиляционные шахты, световые фонари, выходы на кровлю и другие технические устройства.

5. По способности выполнять противопожарные функции

Ограждения, обладающие противопожарными свойствами, изготавливаются из негорючих материалов и имеют конструктивные особенности, позволяющие препятствовать распространению огня по поверхности кровли.

Ограждения без противопожарных характеристик выполняют исключительно защитную функцию и не оказывают влияния на ограничение распространения пожара.

3. Функции ограждений кровель пожарной безопасности

В некоторых типах зданий кровля может рассматриваться как временное убежище или как промежуточная зона при эвакуации, особенно при использовании вертолетов. В этих случаях наличие надежных ограждений по периметру кровли становится критическим фактором безопасности. Люди, вышедшие на кровлю, не должны подвергаться риску падения с высоты, особенно в условиях паники, задымления, плохой видимости [5-7].

Наличие ограждений позволяет безопасно подходить к краю кровли для тушения свесов кровли, карнизов, наружных пожарных лестниц. Без ограждений приближаться к краю кровли опасно, что ограничивает тактические

возможности пожарных. Обобщенные данные представлены в табл. Рассмотрим их.

Таблица

Основные функции ограждений кровель при пожаре

Функция	Описание	Значение для безопасности
Эвакуационная	Обеспечение безопасности нахождения людей на кровле при эвакуации	Предотвращение падения людей с высоты в условиях паники и задымления
Оперативная	Создание безопасных условий для работы пожарных подразделений	Возможность беспрепятственного передвижения по кровле и крепления страховочного оборудования
Барьерная	Препятствование распространению огня по кровле	Локализация пожара в пределах одного пожарного отсека
Защитная	Предотвращение падение горящих элементов кровли вниз	Снижение риска возникновения новых очагов пожара на нижних этажах и соседних здания

1. Эвакуационная функция - в некоторых типах зданий кровля может рассматриваться как временное убежище или промежуточная зона при эвакуации, особенно при использовании вертолетов для спасения людей. В этих случаях наличие надежных ограждений по периметру кровли становится критическим фактором безопасности. Люди, вышедшие на кровлю, не должны подвергаться риску падения с высоты, особенно в условиях паники, задымления, плохой видимости. Ограждения должны иметь высоту не менее 1,2 м, исключать возможность перелезания и выдерживать горизонтальные нагрузки от скопления людей.

2. Оперативная функция - при тушении пожара на верхних этажах или на самой кровле пожарные вынуждены передвигаться по кровле, устанавливать оборудование, работать с рукавными линиями. Отсутствие ограждений или их ненадежность создают прямую угрозу жизни пожарных. Кроме того, ограждения могут использоваться для крепления страховочных тросов и другого спасательного оборудования. Особенно это важно в зимнее время, когда кровля может быть покрыта снегом или наледью.

3. Барьерная функция – в зданиях сложной конфигурации, с перепадами высот, с большими размерами в плане кровля может быть разделена на противопожарные отсеки. Вертикальные элементы на кровле в комплексе с ограждениями могут препятствовать распространению огня по кровле. Особенно это важно для зданий с горючим утеплителем или кровельным покрытием. В этом случае ограждения должны выполняться из негорючих материалов, не иметь сквозных зазоров и обладать требуемым пределом огнестойкости.

4. Защитная функция - при пожаре на кровле возможно отпадение горящих фрагментов кровельного покрытия, элементов обрешетки, утеплителя. Ограждения могут задерживать эти фрагменты, не давая им падать вниз и создавать новые очаги возгорания на нижних этажах или на соседних зданиях.

Особенно актуальна эта функция для зданий, расположенных в плотной городской застройке.

Таким образом, ограждения кровель выполняют не только эксплуатационную функцию, но и ряд важных противопожарных задач. Они обеспечивают безопасность людей при эвакуации, создают условия для работы пожарных, могут служить элементами противопожарных преград и предотвращать распространение огня вниз. При проектировании и оценке состояния ограждений необходимо учитывать все перечисленные функции, а не только требования строительных норм по высоте и расстояниям между элементами. Комплексный подход к выполнению ограждениями противопожарных функций позволяет существенно повысить общий уровень безопасности здания.

4. Типичные нарушения и проблемы при проектировании, монтаже и эксплуатации ограждений кровель

Анализ материалов надзорной практики, а также данных, представленных в открытых источниках, позволяет выявить ряд типичных нарушений, связанных с устройством и эксплуатацией кровельных ограждений в контексте обеспечения ПБ.

Отсутствие ограждений в предусмотренных местах

Одним из наиболее серьёзных и распространённых нарушений является отсутствие ограждений по периметру кровли на зданиях, где их установка обязательна в соответствии с нормативными требованиями. Как правило, это касается объектов с высотой более 10 метров, а также зданий с эксплуатируемыми кровлями. Подобная ситуация часто встречается на объектах старой постройки, где ограждения либо изначально не были предусмотрены, либо были демонтированы в процессе ремонта кровельного покрытия и впоследствии не восстановлены.

Несоответствие нормативной высоте ограждений

Действующие строительные нормы устанавливают минимальную высоту кровельных ограждений на уровне 1,1 м. Однако на практике нередко встречаются конструкции меньшей высоты, что существенно снижает уровень безопасности. Особенно критичным такое нарушение является на эксплуатируемых кровлях, где возможно постоянное пребывание людей.

Нарушение расстояний между конструктивными элементами

Нормативные документы также регламентируют максимальные расстояния между стойками и горизонтальными элементами ограждений. Эти требования направлены на предотвращение возможности падения человека или проникновения между элементами конструкции. На практике данные параметры нередко увеличиваются с целью снижения расхода материалов, что приводит к снижению общей безопасности конструкции.

Применение горючих материалов

Использование для устройства ограждений материалов с высокой горючестью, таких как пластик, древесина или отдельные виды композитов,

является недопустимым в ряде случаев, особенно на зданиях значительной высоты или на участках, связанных с путями эвакуации. При возникновении пожара такие конструкции могут быстро разрушаться, а также способствовать распространению огня.

Отсутствие антикоррозионной защиты металлических элементов

Металлические ограждения, не имеющие надлежащего антикоррозионного покрытия, подвержены ускоренному разрушению под воздействием атмосферных факторов. В результате через определённый период эксплуатации конструкция теряет необходимую прочность и перестает выполнять защитные функции. В условиях пожара подобные ограждения могут не выдержать нагрузок и разрушиться.

Ненадёжное крепление ограждений

Существенным нарушением является неправильное крепление ограждений к основанию. В соответствии с требованиями безопасности такие конструкции должны фиксироваться в несущих элементах кровли или в конструкциях стен. Однако на практике встречаются случаи крепления исключительно к кровельному покрытию, что не обеспечивает достаточной устойчивости. При механической нагрузке такие ограждения могут деформироваться или полностью отрываться.

Отсутствие ограждений в технологических зонах

Даже при наличии ограждений по периметру кровли нередко отсутствуют защитные конструкции вокруг отдельных технологических элементов: выходов на кровлю, световых фонарей, вентиляционных шахт и площадок размещения инженерного оборудования. В подобных ситуациях возрастает риск падения людей в технологические проёмы, особенно в условиях ограниченной видимости или задымления.

Захламление и блокирование ограждений

В процессе эксплуатации кровли ограждения могут частично или полностью блокироваться складируемыми материалами, элементами оборудования, а также снежными массами и наледью. В результате их использование по назначению становится невозможным. Дополнительной проблемой является применение ограждений в качестве опор для рекламных конструкций, антенн или других устройств, что может снижать их прочность и устойчивость.

Отсутствие удобного доступа к ограждениям от эвакуационных выходов

Если выход на кровлю предусмотрен как элемент системы эвакуации, ограждения должны располагаться таким образом, чтобы к ним был обеспечен непосредственный доступ. На практике встречаются случаи, когда выход на кровлю оказывается заблокирован или удалён от зоны ограждений, что фактически делает такой путь эвакуации неэффективным.

Вывод

Проведенное исследование требований ПБ к ограждениям на кровлях зданий позволяет сформулировать следующие основные выводы.

Ограждения кровель, традиционно рассматриваемые преимущественно как элементы безопасности при эксплуатации зданий, выполняют важные функции в контексте пожарной безопасности. Они обеспечивают безопасность людей при эвакуации на кровлю, создают условия для работы пожарных подразделений при тушении пожара, могут служить элементами противопожарных преград, препятствующих распространению огня по кровле, а также ограничивают падение горящих элементов вниз.

Анализ нормативно-правовой базы показал, что требования к ограждениям кровель рассредоточены по множеству документов различного уровня - от федеральных законов до национальных стандартов. Это создает определенные сложности для проектировщиков и специалистов по надзору. При этом прямые требования пожарной безопасности к ограждениям кровель в явном виде сформулированы недостаточно четко, что требует их систематизации и уточнения.

Выявлены типичные нарушения и проблемы, возникающие при проектировании, монтаже и эксплуатации ограждений кровель: отсутствие ограждений там, где они требуются; несоответствие высоты и геометрических параметров; использование горючих материалов; отсутствие антикоррозионной защиты; неправильное крепление; захламление и блокировка ограждений.

Таким образом, обеспечение соответствия ограждений кровель требованиям пожарной безопасности представляет собой комплексную задачу, требующую участия проектировщиков, строителей, эксплуатирующих организаций и органов надзора. Только системный подход, учитывающий все аспекты - от выбора материалов до регулярного контроля в процессе эксплуатации - способен обеспечить выполнение ограждениями кровель их важных противопожарных функций и, в конечном счете, безопасность людей.

Список литературы

1. Гарькин А.Н. Конструкции кровель современных зданий: проектирование и безопасность / А.Н. Гарькин, В.А. Иванов. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2023. - С. 184.

2. Абросимов А.А. Пожарная безопасность зданий и сооружений: учебник / А.А. Абросимов, В.И. Присакарь. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2024. - С. 384.

3. Присакарь В.И. Пожарная безопасность объектов строительства: нормативно-правовое регулирование и практика применения / В.И. Присакарь. - М.: МИПБ МВД России, 2024. - С. 312.

4. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. от 14.07.2023) // Собрание законодательства РФ. - 2023. - № 29. - Ст. 5342.

5. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы

критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

6. Разиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга/ С.Н.Разиньков, Е.А.Жидко, М.Ю. Лукин // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 6. С. 57-63.

7. Sazonova, S. Measures based on the results of control of dustiness of workplaces from bulk materials / S. Sazonova, S. Nikolenko, V. Asminin, D. Sysoev, O. Sokolova // В сборнике: AIP Conference Proceedings. Krasnoyarsk Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. - С. 60029.

References

1. Garkin A.N. Roof constructions of modern buildings: design and safety / A.N. Garkin, V.A. Ivanov. Saint Petersburg: Saint Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2023. p. 184.

2. Abrosimov A.A. Fire safety of buildings and structures: textbook / A.A. Abrosimov, V.I. Prisakar. - 3rd ed., revised. and additional. - M.: Academy of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2024. - P. 384.

3. Prisakar V.I. Fire safety of construction facilities: regulatory and legal regulation and application practice / V.I. Prisakar. - M.: MIPB of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2024. - p. 312.

4. Federal Law No. 123-FZ dated July 22, 2008 "Technical Regulations on Fire Safety Requirements" (as amended dated 07/14/2023) // Collection of legislation of the Russian Federation. - 2023. - No. 29. - Art. 5342.

5. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying a conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

6. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring complexes/ S.N.Razinkov, E.A.Zhidko, M.Yu. Lukin // Information measuring and control systems. 2018. Vol. 16. No. 6. pp. 57-63.

7. Sazonova, S. Measures based on the results of monitoring the dustiness of workplaces from bulk materials / S. Sazonova, S. Nikolenko, V. Asminin, D. Sysoev, O. Sokolova // In the collection: Materials of the AIP conference. Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. - P. 60029.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_310-315
УДК 627.8.03

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОЧИСТКЕ СТАРООСКОЛЬСКОГО ВОДОХНАНИЛИЩА

Бурлаченко А. С., *студент*
Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация: *В этом исследовании будет проанализировано состояние Старооскольского водохранилища как одного из ключевых элементов экосистемы города. Основное внимание уделим загрязнению воды и его влиянию на здоровье населения. Мы сравним разные методы очистки для улучшения качества воды. Исследование включит в себя сбор информации о текущих проблемах, анализ состояния воды и оценку действующих мер по очистке. В конце будут предложены рекомендации для оптимизации очищающих процессов, что повысит эффективность работ и улучшит экологическую ситуацию, обеспечив безопасные водные ресурсы для будущих поколений.*

Ключевые слова: *водохранилище, экология, очистка, очистные сооружения, качество воды.*

MODERN PROPOSALS FOR CLEANING THE STAROOSKOLSKY WATER RESERVOIR

Burlachenko A. S. *student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract: *This study will analyze the state of the Starooskolsk Reservoir as one of the key elements of the city's ecosystem. The focus will be on water pollution and its impact on public health. We will compare different purification methods to improve water quality. The study will include collecting information about current issues, analyzing the water condition, and evaluating existing purification measures. Finally, we will provide recommendations for optimizing purification processes, which will enhance the efficiency of operations and improve the environmental situation, ensuring safe water resources for future generations.*

Keywords: *reservoir, ecology, purification, wastewater treatment plants, water quality.*

Введение

Не для кого не секрет, что вода является основным источником всего живого на планете. Однако загрязненная вода служит уже не источником жизни,

© Бурлаченко А. С., Жидко Е. А., 2026

а наоборот, она способна разрушить целые экосистемы. Этим и обусловлена актуальность данной работы.

Очистка воды является одной из главных задач современной инженерии. Существует множество методов очистки. У каждого из них есть свои плюсы и минусы. От правильно выбранного метода зависит эффективность очистки водных ресурсов.

Анализ водоема

В качестве объекта исследования рассмотрено Старооскольское водохранилище. Оно предназначено для водоснабжения горноджобывающих предприятий, отдыха, а также служит местом разведения рыбы. Сейчас состояние водоема можно оценивать как загрязненное. Водохранилище регулярно подвергается таким загрязнениям как:

-Промышленные отходы;

-Сельскохозяйственные выбросы;

-Бытовые сбросы.

Все эти загрязнения негативно сказываются на экологии и здоровье населения, что делает исследование критически важным. В табл. 1 наглядно показано, что содержится в водоеме кроме воды [1].

Таблица 1

Анализ загрязнений Старооскольского водохранилища

Загрязняющее вещество	ПДК	Концентрация на выпуске	Створ 500м выше спуска	Створ 500м ниже спуска
Нефтепродукты	0,05	0,12	0,06171	0,0448
Цинк	0,01	0,011	0,01678	0,03119
Фенолы	0,001	0,00049	0,00050	0,00057
Железо	0,1	0,11	0,29179	0,3194

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что содержание многих опасных для здоровья веществ превышает предельно допустимые значения. В табл. 2 подробно описаны последствия для здоровья человека употребления такой воды.

Таблица 2

Вероятные последствия потребления воды подвергшейся промышленным выбросам

Загрязняющее вещество	Проблемы для организма
Нефтяные отходы	Воспаления в ротовой полости
	Заболевания ЖКТ
	Тяжелопереносимые отравления
	Нарушение работы таких систем как: нервная, дыхательная, эндокринная и сердечно-сосудистая системы
	Раковые заболевания
Цинк	дыхательная недостаточность
	Нарушение работы предстательной и поджелудочной железы
	Ослабевание иммунитета
	Поверхностные дефекты слизистых оболочек

	Проблемы с иммунной системой
	Ухудшение состояния кожного покрова, ногтей и волос
	Тяжелое отравление, сопровождаемое судорогами, диареей и тошнотой
Железо	Пигментация кожи
	Проблемы в функционировании почек и печени
	Сбой пищеварения

Современные методы очистки водоема [2,3].

Графеновые фильтры являются фильтрами для воды на основе графена – материала из одноатомного слоя. Принцип работы заключается в том, что фильтр удерживает частицы, что крупнее молекул воды.

Есть несколько видов графеновый фильтров, рассмотрим некоторые их них:

- Графеновый сорбент: вспененный графит, легкий порошок темносерого цвета (рис.1)

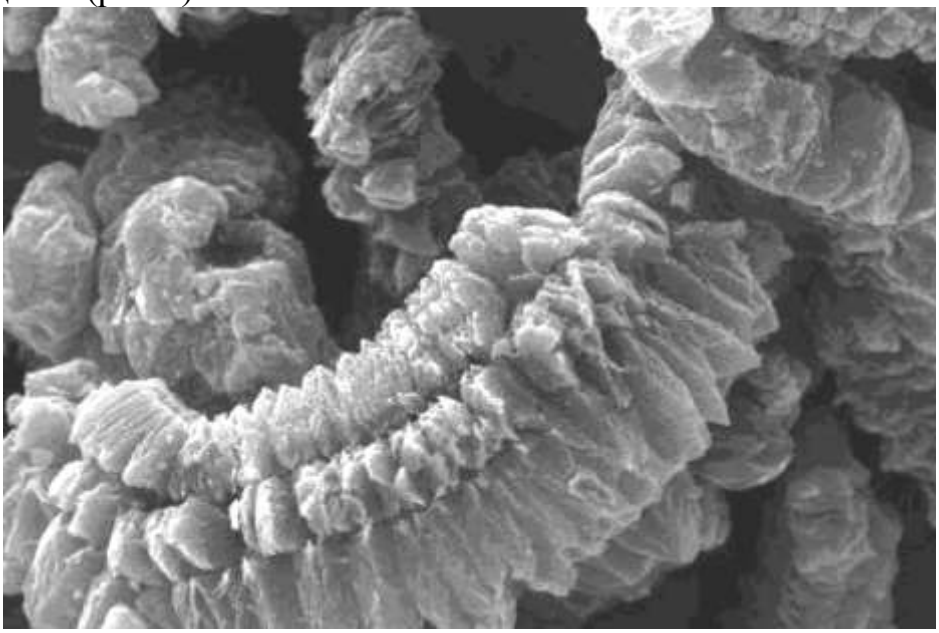


Рис. 1 – Электронная фотография вспененного графита, увеличение в 1см – 160 мкм

- Фильтры с вертикально ориентрованными нанопорами – структуры, представляющие собой графеновые листы сложенные «гармошкой», затрудняют прохождение воды, но удерживает еще больше посторонних частиц (рис.2).
-



Рис. 2 – вертикально ориентированные фильтры

- Однослойные углеродные нанотрубки (ОУНТ) представляют собой одномерные (1D) наноматериалы, состоящие из полой трубки с толщиной стенок в один атом.Чистые ОУНТ могут адсорбировать около 45% ртути за 7 минут (рис.3).

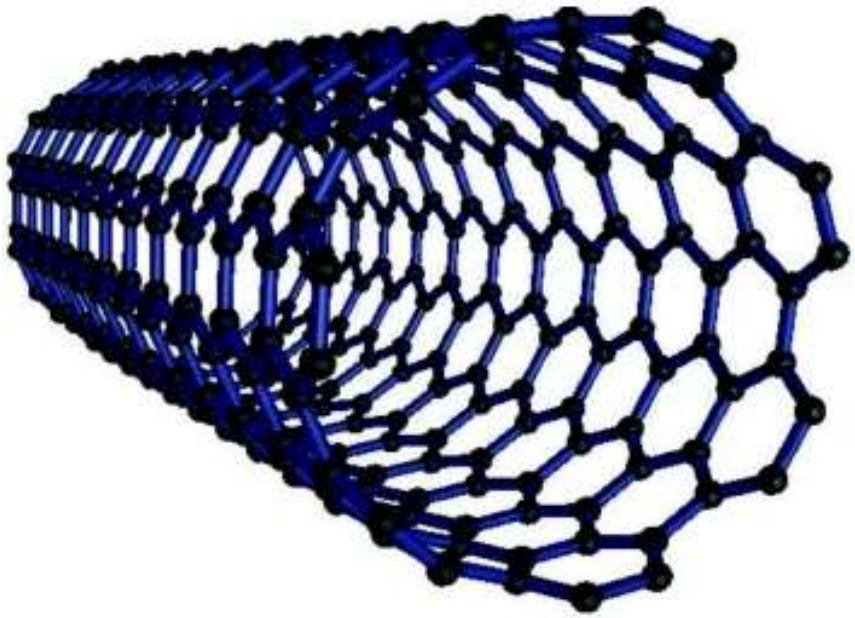


Рис. 3 – Однослойная нанотрубка

Металлоорганические каркасы (МОК) – кристаллы со множеством нанопор, представляют собой металлические центры, соединенные органическими линкерами. Обладают регулируемой пористой структурой, высокой площадью поверхности, широкими возможностями для модификации, чтобы адаптировать МОК к различным типам загрязнений (рис.4).

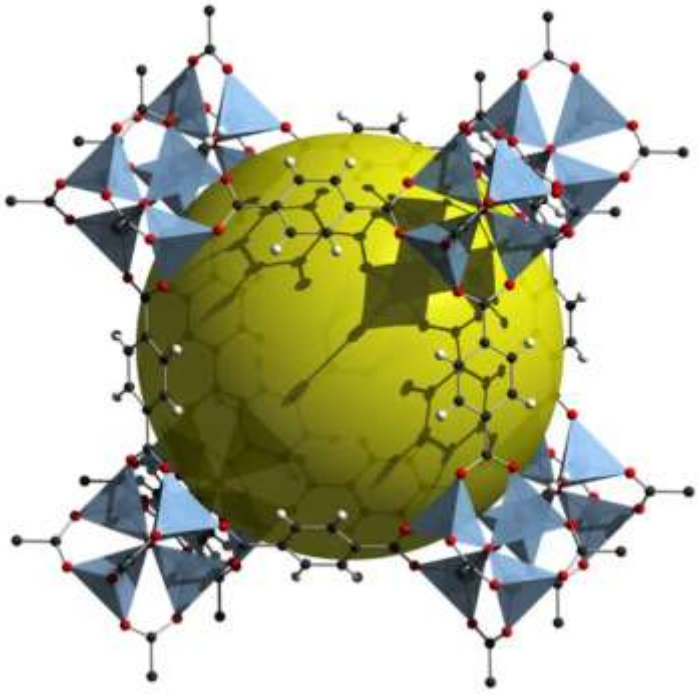


Рис.4– Металлоорганический каркас

Для разработки технологии очистки водохранилища от загрязняющих веществ необходимо знать: морфометрическую характеристику водохранилища и ветро-волновой режим; общие объемы и места дислокации вредных веществ на акватории; социально-экономические условия и транспортную структуру в районе расположения водохранилища.

Список литературы

1. Sazonova, S. Measures based on the results of control of dustiness of workplaces from bulk materials / S. Sazonova, S. Nikolenko, V. Asminin, D. Sysoev, O. Sokolova // В сборнике: AIP Conference Proceedings. Krasnoyarsk Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. - С. 60029.

2. Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А., Берестов И.В. Особенности разработки технологии очистки водохранилища богучанской гэс от плавающей древесины // Фундаментальные исследования. 2015. № 10-1. С. 31-35.

3. Жидко Е.А. Экологический менеджмент как фактор эколого-экономической устойчивости предприятия в условиях рынка монография / Воронеж, 2009.

References

1. Sazonova, S. Measures based on the results of monitoring the dustiness of workplaces from bulk materials / S. Sazonova, S. Nikolenko, V. Asminin, D. Sysoev,

O. Sokolova // In the collection: Materials of the AIP conference. Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. - p. 60029.

2. Korpachev V.P., Perestilin A.I., Andrias A.A., Berestov I.V. Features of the development of technology for cleaning the Boguchanskaya HPP reservoir from floating wood // Fundamental Research. 2015. No. 10-1. pp. 31-35.

3. Zhidko E.A. Environmental management as a factor of ecological and economic sustainability of an enterprise in market conditions : monograph / Voronezh, 2009.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_316-323
УДК614.841

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОЖАРОВ, ВЫЗВАННЫХ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ

Болдырева Я.А., *студент*
Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация. *Цель данной статьи заключается в комплексном анализе структуры пожаров, вызванных человеческим фактором, на основе статистических данных за последние пять лет, выявлении устойчивых закономерностей и формулировании практических рекомендаций по совершенствованию профилактической работы. Рассматриваются проблемы человеческого фактора как доминирующей причины возникновения пожаров на территории Российской Федерации.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, человеческий фактор, пожары.*

STATISTICAL ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF FIRES CAUSED BY THE HUMAN FACTOR

Boldyreva Ya.A., *student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract. *The purpose of this article is to provide a comprehensive analysis of the structure of fires caused by the human factor based on statistical data over the past five years, identify stable patterns, and formulate practical recommendations for improving preventive work. The article discusses the problems of the human factor as the dominant cause of fires in the Russian Federation.*

Keywords: *fire safety, human factor, fires.*

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена не только масштабами проблемы, но и необходимостью более глубокого понимания структуры человеческого фактора. Традиционные методы профилактики, такие как беседы, распространение памяток и рейды, не всегда достигают цели, поскольку не учитывают многообразие форм проявления человеческого фактора, его зависимость от времени года, времени суток, социального статуса и психологического состояния людей.

© Болдырева Я. А., Жидко Е. А., 2026

Для разработки эффективных мер предупреждения пожаров необходимо не просто констатировать, что «виноват человек», а понимать, какой именно человек, при каких обстоятельствах и по каким причинам становится виновником или жертвой пожара [1].

Проблема обеспечения пожарной безопасности (ПБ) в Российской Федерации сохраняет свою остроту на протяжении многих десятилетий. Несмотря на развитие технических средств противопожарной защиты, совершенствование нормативной базы и ужесточение требований к объектам защиты, количество пожаров остается стабильно высоким.

Анализ многолетней статистики показывает, что основной причиной подавляющего большинства возгораний является человек - его действия, привычки, уровень ответственности и культура безопасности. Ежегодно на территории Российской Федерации регистрируется порядка 350–400 тысяч пожаров, в которых погибает от 8 до 10 тысяч человек, а десятки тысяч получают травмы различной степени тяжести.

Материальные потери исчисляются сотнями миллиардов рублей, включая уничтоженные основные фонды, жилые дома, объекты производственного и социального назначения [2].

По данным МЧС России, доля пожаров, происходящих по вине человека, на протяжении последних пяти лет устойчиво превышает 70% от общего числа зарегистрированных пожаров. В отдельные годы этот показатель достигает 80–85%. Это означает, что только каждый четвертый-пятый пожар происходит по независящим от человека причинам - природным явлениям, технологическим сбоям, не связанным с ошибками персонала, или иным обстоятельствам. Все остальные пожары - прямое следствие человеческой деятельности или бездействия [2-4].

Особую тревогу вызывает тот факт, что пожары по вине человека отличаются повышенной тяжестью последствий. Именно в этой группе фиксируется наибольшее количество погибших и пострадавших. Анализ показывает, что большинство людей гибнет в состоянии сна или алкогольного опьянения, что напрямую связано с низким уровнем самосохранения и неспособностью своевременно реагировать на возникшую опасность. При этом социальный портрет среднестатистического виновника пожара и его жертвы достаточно устойчив: это трудоспособное население, часто злоупотребляющее спиртными напитками, проживающее в ветхом жилом фонде с устаревшей электропроводкой и печным отоплением [5,6].

Объектом исследования - выступает совокупность пожаров, происходящих на территории Российской Федерации.

Предметом исследования - является структура и динамика пожаров, вызванных человеческим фактором, а также социально-демографические и поведенческие характеристики, влияющие на их возникновение.

Рассмотрим понятие «человеческий фактор» в контексте ПБ и рассмотрим причины пожаров, связанных с деятельностью человека.

Человеческий фактор – это совокупность осознанных и неосознанных действий, а также бездействия человека, которые создают условия для возникновения горения, способствующие его распространению либо препятствуют своевременному обнаружению и ликвидации пожара, вне зависимости от того, носят эти действия преднамеренный или случайный характер. Этот термин широко используется как в научной литературе, так и в ведомственных документах, однако его содержание не всегда однозначно.

В междисциплинарном понимании, пришедшем из инженерной психологии и эргономики, человеческий фактор рассматривается как совокупность психофизиологических характеристик человека, которые влияют на эффективность и надежность его деятельности в системе «человек - машина - среда». В этом контексте акцент делается на том, чтобы адаптировать технику к возможностям человека, минимизируя вероятность ошибки из-за усталости, невнимательности или ограниченности восприятия [5].

Однако применительно к пожарной безопасности такое понимание оказывается слишком узким. Пожары возникают не только в процессе профессиональной деятельности, но и, в подавляющем большинстве, в быту, где человек не включен в жесткую технологическую цепочку и действует исходя из собственных привычек, настроения и уровня осознания опасности.

Анализ ведомственных документов МЧС России показывает, что сотрудники Государственного пожарного надзора при квалификации причин пожара трактуют человеческий фактор расширительно: как любые действия или бездействие лица, которые привели к возникновению горения либо создали условия для его возникновения и развития. Важно, что в этой трактовке учитывается не только активное действие, но и пассивное бездействие.

Рассмотрим классификацию причин пожаров, связанных с деятельностью человека.

Официальная статистика МЧС России традиционно выделяет несколько групп причин пожаров: неосторожное обращение с огнем, нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования, нарушение правил устройства и эксплуатации печей, поджоги, детская шалость с огнем. Эта классификация удобна для ведомственного учета, однако она не позволяет в полной мере понять природу человеческого фактора и разработать адресные профилактические меры [7,8].

В рамках данного исследования предлагается многомерная классификация:

По характеру волевого участия:

1. Неумышленные пожары - возникают в результате случайной ошибки, небрежности, забывчивости, когда человек не осознавал в полной мере опасность своих действий либо не предвидел их последствий.

2. Умышленные пожары - человек сознательно нарушает правила безопасности, понимая, что это может привести к пожару, но легкомысленно рассчитывает его предотвратить.

3. Умышленные пожары - поджоги с целью уничтожения имущества, сокрытия преступлений, хулиганства или иных мотивов.

4. Пожары, вызванные действиями лиц, не способных осознавать последствия - дети, лица в состоянии сильного алкогольного или наркотического опьянения, лица с психическими расстройствами.

По источнику реализации опасности:

1. Техногенный канал - неправильное взаимодействие с техникой.

2. Пирогенный канал - создание открытого огня или высокотемпературного источника.

3. Химический канал - нарушение правил обращения с пожароопасными веществами.

4. Организационно-поведенческий канал - бездействие, создающее условия для пожара.

По социально-демографическому признаку:

1. Группа бытовой неосторожности - рядовые граждане в бытовых условиях.

2. Группа алкогольного риска - лица в состоянии опьянения.

3. Маргинальная группа - лица без определенного места жительства, ведущие асоциальный образ жизни.

4. Возрастная группа уязвимости - дети и пожилые люди.

5. Профессиональная группа - работники, нарушившие технологические процессы на производстве.

По временным признакам:

1. Сезонные - зимние, весенние, летние, осенние.

2. Суточные - дневные, вечерние, ночные.

Предложенная классификация позволяет более системно подходить к анализу пожаров, выявлять не только непосредственные причины, но и глубинные факторы, способствующие их возникновению.

Проведем анализ динамики пожаров по вине человека за 2021-2025 годы

Обобщенные данные представлены в табл. [2].

Таблица .

Динамика пожаров по вине человека в Российской Федерации за 2021–2025 годы

Год	Всего: пожаров	Пожары по вине человека	Доля, %
2021	384 567	296 117	77,0
2022	379 845	293 890	77,4
2023	382 451	299 158	78,2
2024	376 234	292 982	77,9
2025	386 892	286 667	77,5

Анализ представленных данных:

1. Общее количество пожаров за пятилетний период имеет слабовыраженную тенденцию к снижению. С 2021 по 2025 год число пожаров

сократилось примерно на 3,8%, что может быть связано как с улучшением профилактической работы, так и с климатическими факторами.

2. Доля пожаров по вине человека остается стабильно высокой, колеблясь в пределах 77-78,2%. Максимальное значение зафиксировано в 2023 году (78,2%), минимальное - в 2022 году (77,4%).

Статистически значимого снижения этого показателя не наблюдается, что подтверждает тезис о доминировании человеческого фактора.

3. Гибель людей на пожарах также в подавляющем большинстве случаев связана с человеческим фактором. Доля погибших в пожарах по вине человека составляет 89-90,4%, причем в 2025 году достигла максимального значения за пятилетку - 90,4%. Это означает, что практически 9 из 10 погибших на пожарах стали жертвами обстоятельств, созданных действиями или бездействием людей.

Особого внимания заслуживает тот факт, что при общем снижении числа пожаров и числа погибших, тяжесть последствий пожаров по вине человека остается высокой. Люди гибнут преимущественно в тех пожарах, которые сами же и спровоцировали.

Рассмотрим сезонные и временные закономерности возникновения пожаров по вине человека [7,8].

Анализ распределения пожаров по месяцам и времени суток позволяет выявить устойчивые закономерности, важные для планирования профилактической работы.

Сезонная динамика- распределение пожаров по вине человека в течение года имеет несколько выраженных периода:

1. *Зимний период* (декабрь - февраль) - в это время резко возрастает количество пожаров, связанных с эксплуатацией электрооборудования и печного отопления. Люди активнее используют обогреватели, часто перегружая электросети, интенсивнее топят печи, не всегда следя за их исправностью. Пик приходится на январь, что связано с низкими температурами и увеличением нагрузки на отопительные приборы.

2. *Весенний период* (апрель – май) - этот пик обусловлен массовым сжиганием сухой травы и мусора на приусадебных участках, а также неосторожностью при отдыхе на природе. Пик приходится на май, когда начинается дачный сезон, и население выезжает на природу. В отдельные годы весенние палы становятся причиной до 30% всех пожаров в этот период.

3. *Летний период* (июнь – август) - характеризуется ростом лесных пожаров и пожаров в местах отдыха, однако в структуре бытовых пожаров наблюдается некоторый спад.

4. *Осенний период* (сентябрь – ноябрь) - переходный, с постепенным ростом количества пожаров от электрооборудования по мере похолодания.

Суточная динамика - распределение пожаров по времени суток также неравномерно и связано с активностью населения и физиологическими особенностями [6,7,9]:

1. Ночные часы (23:00 – 06:00) - в этот период происходит около 25% всех пожаров, но именно они дают наибольшее количество погибших (до 40–45%). Это объясняется тем, что люди спят и не могут своевременно обнаружить возгорание.

Основные причины ночных пожаров - неосторожность при курении, аварийные режимы работы электроприборов, оставленных включенными.

2. Утренние часы (06:00 – 10:00) - относительно спокойный период, связанный с началом дня.

3. Дневные часы (10:00 – 18:00) - пик активности, когда происходит наибольшее количество пожаров (до 40-45%). Это связано с приготовлением пищи, проведением хозяйственных работ, использованием техники.

Однако гибель людей в дневное время ниже, так как люди бодрствуют и могут эвакуироваться.

4. Вечерние часы (18:00 - 23:00) - второй по активности период, когда люди возвращаются с работы, готовят ужин, расслабляются, в том числе употребляя алкоголь, что повышает риск пожаров.

Вывод

Проведенное исследование, посвященное анализу структуры пожаров, вызванных человеческим фактором, позволяет сформулировать ряд итоговых положений.

В теоретической части работы было установлено, что понятие «человеческий фактор» в контексте ПБ рассматривается в различных аспектах. инженерно-психологическом, ведомственном, психологическом и социальном.

Анализ статистических данных за 2021–2025 годы показал, что общее количество пожаров в Российской Федерации имеет слабовыраженную тенденцию к снижению. Это означает, что практически девять из десяти погибших на пожарах становятся жертвами обстоятельств, созданных действиями или бездействием людей, причем в большинстве случаев виновник и жертва являются одним лицом либо близкими родственниками.

Исследование сезонных закономерностей позволило выявить несколько выраженных пиков пожаров по вине человека.

Зимний пик обусловлен интенсивной эксплуатацией электрооборудования и печного отопления, перегрузкой электросетей, использованием несертифицированных обогревательных приборов.

Весенний пик связан с массовым сжиганием сухой травы и мусора на приусадебных участках, а также с неосторожностью при отдыхе на природе.

Летний период характеризуется ростом лесных пожаров и пожаров в местах отдыха, осенний является переходным с постепенным увеличением количества пожаров от электрооборудования.

Анализ суточной динамики показал, что наибольшее количество пожаров происходит в дневные часы, что связано с активной хозяйственной деятельностью населения.

Однако наиболее опасными по последствиям являются ночные пожары. Высокая летальность ночных пожаров объясняется тем, что люди находятся во сне и не могут своевременно обнаружить возгорание и принять меры к спасению.

Таким образом, проведенное исследование подтвердило, что человеческий фактор является доминирующей причиной пожаров и гибели людей при них.

Сложность и многогранность данной проблемы требует комплексного подхода к ее решению, сочетающего административные, технические, информационные и социальные меры, учитывающие выявленные закономерности и особенности различных групп населения. Только такой подход способен обеспечить устойчивое снижение количества пожаров и тяжести их последствий.

Список литературы

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (в ред. от 30.05.2025) // Собрание законодательства РФ. -1994. - № 35. - Ст. 3649.

2. Пожары и пожарная безопасность в 2024 году: статистический сборник / Под общ. ред. А.М. Гришина. - М.: ВНИИПО МЧС России, 2025. - С. 136.

3. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

4. Разиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга/ С.Н.Разиньков, Е.А.Жидко, М.Ю. Лукин // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 6. С. 57-63.

5. Брушлинский Н.Н. Человеческий фактор в системе обеспечения пожарной безопасности / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов // Пожаровзрывобезопасность. - 2025. - № 3. - С. 15–23.

6. Соколов С.В. Социально-демографические факторы пожарного риска в современной России / С.В. Соколов // Проблемы анализа риска. - 2025. - Т. 22. - № 4. - С. 34–44.

7. Кузнецов А.Ф. Сезонная динамика пожаров и ее учет в профилактической работе / А.Ф. Кузнецов, Е.В. Петрова // Пожарная безопасность в строительстве. - 2024. - № 4. -С. 58–65.

8. Иванов В.А**.** Статистический анализ причин пожаров и гибели людей в России за 2020–2025 годы / В.А. Иванов, Н.С. Петрова // Научно-аналитический журнал «Пожарная безопасность: проблемы и перспективы». - 2026. - № 1. - С. 12–22.

9. Sazonova, S. Measures based on the results of control of dustiness of workplaces from bulk materials / S. Sazonova, S. Nikolenko, V. Asminin, D. Sysoev, O. Sokolova // В сборнике: AIP Conference Proceedings. Krasnoyarsk Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. - С. 60029.

References

1. Federal Law No. 69-FZ dated December 21, 1994 "On Fire Safety" (as amended dated 05/30/2025) // Collection of legislation of the Russian Federation. - 1994. - No. 35. - Art. 3649.

2. Fires and fire safety in 2024: a statistical collection / Under the general editorship of A.M. Grishin, Moscow: VNIIPO EMERCOM of Russia, 2025, p. 136.

3. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

4. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring complexes/ S.N.Razinkov, E.A.Zhidko, M.Yu. Lukin // Information measuring and control systems. 2018. Vol. 16. No. 6. pp. 57-63.

5. Brushlinsky N.N. The human factor in the fire safety system / N.N. Brushlinsky, S.V. Sokolov // Fire and explosion safety. - 2025. - No. 3. - pp. 15-23.

6. Sokolov S.V. Socio-demographic factors of fire risk in modern Russia / S.V. Sokolov // Problems of risk analysis. - 2025. - Vol. 22. - No. 4. - pp. 34-44.

7. Kuznetsov A.F. Seasonal dynamics of fires and its consideration in preventive work / A.F. Kuznetsov, E.V. Petrova // Fire safety in construction. - 2024. - No. 4. -pp. 58-65.

8. Ivanov V.A. Statistical analysis of the causes of fires and deaths in Russia for 2020-2025 / V.A. Ivanov, N.S. Petrova // Scientific and analytical journal "Fire Safety: problems and prospects". - 2026. - No. 1. - pp. 12-22.

9. Sazonova, S. Measures based on the results of monitoring the dustiness of workplaces from bulk materials / S. Sazonova, S. Nikolenko, V. Asminin, D. Sysoev, O. Sokolova // In the collection: Materials of the AIP conference. Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. - P. 60029.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_324-329
УДК 612.014.482

ЛУЧЕВЫЕ ПОРАЖЕНИЯ ПРИ ВНЕШНЕМ ОБЛУЧЕНИИ: ПАТОГЕНЕЗ, КЛИНИЧЕСКИЕ ФОРМЫ И НЕОТЛОЖНАЯ ПОМОЩЬ НА ДОГОСПИТАЛЬНОМ ЭТАПЕ

Киселева А.С., *студент*
Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация: *В данной статье рассматриваются вопросы этиологии, патогенеза и клиники лучевых поражений, возникающих в результате внешнего облучения. Особое внимание уделяется классификации острой лучевой болезни (ОЛБ) в зависимости от поглощенной дозы, а также алгоритмам оказания первой и доврачебной помощи. Анализируются особенности ведения пациентов с комбинированными радиационными поражениями в условиях чрезвычайных ситуаций.*

Ключевые слова: *лучевые поражения, внешнее облучение, острая лучевая болезнь, медицина катастроф, радиационная безопасность, сортировка, неотложная помощь.*

RADIATION DAMAGE CAUSED BY EXTERNAL RADIATION: PATHOGENESIS, CLINICAL FORMS AND EMERGENCY CARE AT THE PREHOSPITAL STAGE

Kiseleva A.S., *student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract*: This article discusses the etiology, pathogenesis, and clinic of radiation injuries resulting from external exposure. Special attention is paid to the classification of acute radiation sickness (ARD) depending on the absorbed dose, as well as algorithms for first and first aid. The features of the management of patients with combined radiation damage in emergency situations are analyzed.*

Keywords: *radiation damage, external exposure, acute radiation sickness, disaster medicine, radiation safety, triage, emergency care.*

Введение

В условиях современного мира, характеризующегося развитием атомной энергетики, широким применением источников ионизирующего излучения (ИИ) в промышленности, медицине и научных исследованиях, сохраняется потенциальная угроза возникновения радиационных аварий.

© Киселева А. С., Жидко Е. А., 2026

Кроме того, медицина катастроф рассматривает сценарии, связанные с применением радиологического оружия или терактами на объектах ядерного топливного цикла. В таких ситуациях ключевую роль играет готовность медицинского персонала к быстрой диагностике и лечению лучевых поражений, возникающих при внешнем облучении [1].

Внешнее облучение характеризуется воздействием источника излучения, находящегося вне организма. В отличие от инкорпорации радионуклидов (внутреннего заражения), при внешнем облучении источник не поступает внутрь, что упрощает дезактивацию, но не снижает тяжесть лучевого воздействия на ткани.

Целью данной статьи является систематизация знаний о патогенезе и клинических проявлениях лучевых поражений от внешнего облучения для оптимизации лечебно-эвакуационных мероприятий.

Патогенез и классификация лучевых поражений при внешнем облучении

Рассмотрим механизмы биологического действия ИИ [2].

Патогенез лучевых поражений при внешнем облучении обусловлен передачей энергии ионизирующего излучения клеткам и тканям. Ключевую роль играют два механизма: прямое и непрямое (косвенное) действие.

- *Прямое действие***:** Ионизация молекул (белков, нуклеиновых кислот, ферментов) приводит к их денатурации и разрушению. Наиболее критично повреждение ДНК в ядре клетки, что ведет к гибели клетки при первой же попытке деления (митотическая гибель) или к блоку митоза.

- *Непрямое действие (через радиолиз воды):* Поскольку тело человека на 70-80% состоит из воды, основное количество энергии излучения поглощается именно ею.

В результате образуются свободные радикалы (H^+, OH^-, гидратированные электроны), которые обладают высокой химической активностью и запускают цепные реакции перекисного окисления липидов. Это приводит к повреждению клеточных мембран, митохондрий и лизосом.

Наиболее чувствительными к облучению (радиочувствительными) являются ткани с активно пролиферирующими клетками: костный мозг (кроветворение), эпителий желудочно-кишечного тракта, половые клетки, кожа и хрусталик глаза. Нервная и мышечная ткани, состоящие из высокодифференцированных клеток, относительно радиорезистентны, но страдают вторично из-за нарушения микроциркуляции и интоксикации [3].

Рассмотрим классификацию поражений по дозе и клиническим формам.

Исход и клиническая картина острой лучевой болезни (ОЛБ) от внешнего облучения напрямую зависят от поглощенной дозы (Гр) и равномерности распределения облучения по телу (табл.).

Таблица

Дифференциально-диагностические критерии тяжести острой лучевой болезни по первичной реакции

Степень тяжести ОЛБ	Доза, Гр	Время появления рвоты	Характер рвоты	Другие ранние симптомы
Легкая (I)	1 - 2	Через 2-3 часа и позже	Однократная	Умеренная головная боль, слабость
Средняя (II)	2 - 4	Через 1-2 часа	Повторная (2-3 раза)	Выраженная слабость, гиперемия кожи
Тяжелая (III)	4 - 6	Через 30-60 мин	Многократная	Сильная головная боль, субфебрилитет, гиперемия склер
Крайне тяжелая (IV)	> 6	До 30 мин	Неукротимая	Эйфория или адинамия, нарушение сознания, гипертермия

Выделяют следующие клинические формы ОЛБ [4.5]:

1. *Костномозговая форма (доза 1–10 Гр):* Основной удар приходится на кроветворную ткань. Развивается панцитопения. В зависимости от дозы выделяют степени тяжести (легкую, среднюю, тяжелую, крайне тяжелую). Именно эту форму чаще всего встречают врачи при радиационных авариях. Без трансплантации костного мозга дозы выше 6–8 Гр считаются летальными.
2. *Кишечная форма (доза 10–20 Гр):* Гибель клеток кишечного эпителия приводит к оголению ворсинок, нарушению всасывания, потере белка и электролитов. Развивается тяжелейший гастроэнтерит, инвазия бактерий в кровь. Смерть наступает на 1-й неделе.
3. *Токсическая (сосудистая) форма (доза 20–80 Гр):* Ведущую роль играет массивная гибель клеток с выбросом токсинов и тяжелое поражение микроциркуляторного русла. Быстро развивается отек мозга, сердечно-сосудистая недостаточность.
4. *Церебральная форма (доза более 80 Гр):* Непосредственное поражение ЦНС. Смерть наступает в первые часы («смерть под лучом») от остановки дыхания и коллапса.

Для врача медицины катастроф важно понимать, что при дозах более 1 Гр развивается клинически значимая патология, требующая госпитализации (табл.) [1,6].

Течение костномозговой формы, как наиболее вероятной при авариях, характеризуется циклическим течением:

1. *Период первичной реакции:* Развивается в первые минуты или часы после облучения. Характеризуется тошнотой, рвотой (при дозе >2 Гр - многократной), головной болью, слабостью, гиперемией кожи. Чем быстрее возникла рвота, тем тяжелее поражение. В этот период необходимо начать сортировку.

2. *Латентный период (мнимого благополучия):* Самочувствие пациента улучшается, исчезают диспепсические расстройства. Однако в костном мозге продолжается опустошение клеточных элементов. Длительность латентного периода обратно пропорциональна дозе (от нескольких дней до 3-4 недель).

3. *Период разгара:* Резкое ухудшение состояния. Возвращается слабость, развивается геморрагический синдром (кровоточивость десен, носовые кровотечения, геморрагии на коже) из-за тромбоцитопении. Присоединяются инфекционные осложнения (пневмония, энтероколит, сепсис) на фоне лейкопении (агранулоцитоз). Возможно выпадение волос (эпиляция), поражение кожи (лучевые ожоги) в зонах входа излучения.

4. *Период восстановления:* При благоприятном исходе и адекватной терапии постепенно нормализуется кроветворение, стихают инфекции. Астенизация сохраняется длительно.

Медицинская помощь при лучевых поражениях в очаге и на этапах эвакуации.

Догоспитальный этап. Сортировка

Основная задача на догоспитальном этапе - спасение жизни по жизненным показаниям и удаление пострадавшего из зоны облучения.

Алгоритм действий:

1. *Прекращение облучения:* Вынос (вывоз) пострадавшего за пределы радиационного поля. Использование средств индивидуальной защиты.

2. *Частичная дезактивация:* Удаление радиоактивной пыли с открытых участков кожи и одежды (обмывание водой, обтирание тампонами). Важно не допустить перехода внешнего загрязнения во внутреннее (не тереть сильно кожу, промывать глаза и нос).

3. Медицинская сортировка:

- 1-я группа (опасное для жизни облучение): Многократная рвота, "красный" дерматит, неврологические нарушения (судороги, сопор). Эвакуация в профильный стационар в первую очередь (транспортом скорой помощи). При комбинированных поражениях (травма + облучение) — хирургическая помощь по жизненным показателям проводится немедленно.

- 2-я группа (средней тяжести): Рвота была однократно, самочувствие удовлетворительное. Эвакуация во вторую очередь.

- 3-я группа (легкопораженные): Рвоты нет, жалоб нет, лучевая нагрузка предположительно мала. Могут быть оставлены для амбулаторного наблюдения или эвакуированы транспортом общего назначения.

На догоспитальном этапе и в стационаре для борьбы с рвотой применяются противорвотные средства (ондансетрон, метоклопрамид внутримышечно). При тяжелой рвоте — борьба с дегидратацией (инфузионная терапия). Проводится ранняя дезинтоксикация.

Госпитальный этап. Основные принципы терапии

Лечение ОЛБ в стационаре комплексное и включает:

- *Асептика и антисептика:* Создание стерильных условий (боксы) для профилактики инфекций в период агранулоцитоза.
- *Заместительная терапия:* Переливание компонентов крови (тромбоцитарная масса при кровоточивости, эритроцитарная масса при глубокой анемии).
- *Антибиотикотерапия:* Назначение антибиотиков широкого спектра при первых признаках инфекции или проаппактически при падении лейкоцитов ниже критического уровня.
- *Стимуляция лейкопоэза:* Использование колониестимулирующих факторов (филграстим).
- *Парентеральное питание:* При поражении ЖКТ.
- *Лечение местных лучевых поражений:* Мази, эпителизирующие средства.

Вывод

Лучевые поражения при внешнем облучении представляют собой сложную патологию, исход которой напрямую зависит от оперативности и правильности оказания помощи на ранних этапах.

Для специалистов медицины катастроф критически важными навыками являются: умение проводить радиометрический контроль, знание дозиметрических закономерностей для прогнозирования исходов, а также навыки медицинской сортировки в условиях массового поступления пораженных.

Современная терапия ОЛБ, включающая применение рекомбинантных факторов роста и современные методы детоксикации, позволяет спасать пациентов даже с тяжелыми формами поражения, полученными при дозах, ранее считавшихся абсолютно летальными.

Дальнейшее совершенствование системы оказания помощи должно быть направлено на сокращение времени между облучением и началом патогенетической терапии.

Список литературы

1. Левчук, И. П. Медицина катастроф: учебник / И. П. Левчук, Н. В. Третьяков. – М.: ООО ИГ «ГЭОТАР-Медиа», 2021 – 288 с.

2. Токсикология и медицинская защита: учебник для студентов и курсантов медицинских и фармацевтических вузов (факультетов) /А. Н. Гребенюк, Н. В. Аксенова, А. Е. Антушевич [и др.]; под ред. А. Н. Гребенюка. – СПб.: Фолиант, 2016 – 672 с.

3. Медицинские средства профилактики и терапии радиационных поражений: учебное пособие / А. Н. Гребенюк, В. И. Легеза, В. Б. Назаров, А. А. Тимошевский. – СПб.: Фолиант, 2011. – 92 с.

4. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного

объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

5. Разиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга/ С.Н.Разиньков, Е.А.Жидко, М.Ю. Лукин // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 6. С. 57-63.

6. Nikolenko, S. Dust cleaning of working areas in the production of granulated foam glass ceramics / S. Nikolenko, S. Sazonova, V.F. Asminin, V. Zherdev, V. Ivanova // В сборнике: AIP Conference Proceedings. Krasnoyarsk Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. - С. 60030.

References

1. Levchuk, I. P. Medicine of catastrophes: textbook / I. P. Levchuk, N. V. Tretyakov. Moscow: LLC IG GEOTAR–Media, 2021 - 288 p.

2. Toxicology and medical protection: a textbook for students and cadets of medical and pharmaceutical universities (faculties) /A. N. Grebenyuk, N. V. Aksenova, A. E. Antushevich [et al.]; edited by A. N. Grebenyuk. – St. Petersburg: Foliant, 2016 – 672 p.

3. Medical means of prevention and therapy of radiation damage: a textbook / A. N. Grebenyuk, V. I. Legeza, V. B. Nazarov, A. A. Timoshevsky. St. Petersburg: Foliant, 2011. 92 p.

4. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

5. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring systems/ S.N.Razinkov, E.A.Zhidko, M.Yu. Lukin // Information measuring and control systems. 2018. Vol. 16. No. 6. pp. 57-63.

6. Nikolenko, S. Dust cleaning of working areas in the production of granular foam ceramics / S. Nikolenko, S. Sazonova, V.F. Asminin, V. Zherdev, V. Ivanova // In the collection: Materials of the AIP conference. Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. - p. 60030.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_330-337
УДК 61

МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

Коваленко С.К., *студент*
Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация. *Рассматриваются ключевые медицинские аспекты обеспечения безопасности здоровья населения в современных условиях. Представлены данные о распространенности социально значимых заболеваний в Российской Федерации за 2023-2025 годы. Обоснована необходимость комплексного подхода к обеспечению медицинской безопасности, включающего совершенствование системы здравоохранения, развитие превентивной медицины и формирование культуры здорового образа жизни. Сформулированы практические рекомендации по повышению эффективности системы охраны здоровья населения.*

Ключевые слова: *Безопасность здоровья, медицинские аспекты, профилактика заболеваний, персонализированная медицина, цифровое здравоохранение, общественное здоровье, превентивная медицина.*

MEDICAL ASPECTS IN ENSURING HUMAN HEALTH SAFETY

Kovalenko S.K., *student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract: *The article examines key medical aspects of ensuring population health security in modern conditions. Data on prevalence of socially significant diseases in the Russian Federation for 2023-2025 are presented. The necessity of comprehensive approach to medical security is substantiated, including healthcare system improvement, preventive medicine development and healthy lifestyle culture formation. Practical recommendations for increasing efficiency of population health protection system are formulated.*

Keywords: *Health security, medical aspects, disease prevention, personalized medicine, digital healthcare, public health, preventive medicine*

Обеспечение безопасности здоровья населения представляет собой комплексную междисциплинарную проблему, требующую интеграции медицинских, социальных, экологических и технологических подходов. По данным Росстата, в 2024 году показатель общей заболеваемости населения

© Коваленко С. К., Жидко Е. А., 2026

Российской Федерации составил 156 742,3 случая на 100 тысяч населения, что свидетельствует о сохраняющейся высокой нагрузке на систему здравоохранения [1].

Современная медицинская безопасность сталкивается с качественно новыми вызовами. Пандемия COVID-19 продемонстрировала уязвимость глобальных систем здравоохранения перед лицом новых инфекционных угроз. Несмотря на стабилизацию эпидемиологической обстановки, в 2023-2024 годах наблюдается рост постковидных осложнений, требующих длительного медицинского наблюдения и реабилитации [2].

Особую озабоченность вызывает распространенность хронических неинфекционных заболеваний. Согласно исследованиям, опубликованным в «Российском медицинском журнале», сердечно-сосудистые заболевания остаются ведущей причиной смертности, составляя 47,3% от общего числа летальных исходов [3].

Онкологические заболевания занимают второе место в структуре смертности - 16,8%, при этом отмечается тенденция к росту заболеваемости злокачественными новообразованиями, особенно среди лиц трудоспособного возраста.

Значительное влияние на здоровье населения оказывают экологические факторы. В промышленных регионах России фиксируется повышенный уровень заболеваний дыхательной системы, аллергических реакций и эндокринных нарушений, связанных с загрязнением атмосферного воздуха и воды [7].

Демографические процессы создают дополнительные вызовы для системы здравоохранения:

- старение населения увеличивает потребность в гериатрической помощи и лечении возрастассоциированных заболеваний;
- снижение рождаемости актуализирует проблемы репродуктивного здоровья и перинатальной медицины;
- миграционные процессы требуют адаптации медицинских служб к работе с разнородным населением;
- урбанизация формирует специфические «городские» заболевания, связанные с малоподвижным образом жизни и психоэмоциональными перегрузками.

Профессиональные риски представляют собой отдельную категорию угроз здоровью. По данным Министерства труда и социальной защиты РФ, в 2024 году было зарегистрировано более 4200 случаев профессиональных заболеваний, причем наибольшая доля приходится на работников горнодобывающей, металлургической и химической промышленности [4].

Цифровая трансформация общества породила новые медицинские проблемы. Интенсивное использование гаджетов способствует развитию синдрома «компьютерного зрения», туннельных синдромов, нарушений осанки. Исследования 2024 года выявили, что более 68% школьников имеют различные

нарушения зрения, связанные с чрезмерным использованием электронных устройств [5].

Психическое здоровье населения требует особого внимания. Статистика демонстрирует устойчивый рост распространенности депрессивных расстройств, тревожных состояний и других психических нарушений. В условиях социальной неопределенности, информационных перегрузок и экономической нестабильности проблема психического здоровья приобретает масштаб национальной значимости.

Рассмотрим системный подход к обеспечению медицинской безопасности

Современная концепция медицинской безопасности базируется на принципе превентивности, предполагающем приоритет профилактических мероприятий над лечебными вмешательствами. Этот подход требует фундаментальной перестройки системы здравоохранения, переориентации ресурсов и изменения общественного сознания.

Первичная профилактика включает комплекс мероприятий, направленных на предотвращение возникновения заболеваний. Диспансеризация населения, проводимая в соответствии с приказом Минздрава России, позволяет выявлять факторы риска и начальные стадии заболеваний. В 2024 году диспансеризацию прошли более 78 миллионов россиян, у 43% из них были выявлены факторы риска развития хронических неинфекционных заболеваний [6].

Вакцинопрофилактика остается одним из наиболее эффективных инструментов обеспечения медицинской безопасности. Национальный календарь профилактических прививок регулярно обновляется с учетом эпидемиологической ситуации. Высокий охват населения вакцинацией против управляемых инфекций позволил существенно снизить заболеваемость дифтерией, полиомиелитом, корью и другими опасными инфекциями [7].

Персонализированная медицина представляет собой инновационное направление, основанное на учете индивидуальных генетических, физиологических и психологических особенностей пациента. Развитие геномных технологий, биоинформатики и молекулярной диагностики открывает новые возможности для ранней диагностики заболеваний, прогнозирования их течения и подбора оптимальной терапии [4].

Внедрение персонализированного подхода особенно актуально в онкологии, где молекулярно-генетическое тестирование позволяет определить чувствительность опухоли к конкретным препаратам и повысить эффективность лечения. По данным Национального медицинского исследовательского центра онкологии, применение таргетной терапии, основанной на молекулярном профилировании опухоли, повышает пятилетнюю выживаемость пациентов на 20-30% [2].

Цифровизация здравоохранения кардинально меняет подходы к обеспечению медицинской безопасности:

- телемедицинские технологии обеспечивают доступ к квалифицированной медицинской помощи для жителей отдаленных регионов;

- электронные медицинские карты создают единое информационное пространство и повышают преемственность медицинского обслуживания;
- искусственный интеллект используется для ранней диагностики заболеваний, анализа медицинских изображений и прогнозирования рисков;
- мобильные приложения для мониторинга здоровья способствуют формированию ответственного отношения к собственному здоровью;
- большие данные позволяют выявлять эпидемиологические закономерности и оптимизировать распределение медицинских ресурсов.

Согласно данным Минздрава России, в 2024 году было проведено более 2,3 миллиона телемедицинских консультаций, что на 37% превышает показатели предыдущего года [5]. Это свидетельствует о растущей востребованности дистанционных медицинских сервисов.

Формирование здоровьесберегающей среды требует межведомственного взаимодействия и координации усилий различных секторов экономики. Программы по снижению загрязнения окружающей среды, улучшению качества питьевой воды, созданию безопасных условий труда непосредственно влияют на показатели общественного здоровья.

Образовательные программы по формированию культуры здорового образа жизни должны охватывать все возрастные группы населения. Особое значение имеет просветительская работа среди детей и подростков, поскольку установки, сформированные в раннем возрасте, во многом определяют поведенческие паттерны взрослой жизни [3].

Профессиональная подготовка медицинских кадров должна соответствовать современным вызовам. Непрерывное медицинское образование, освоение новых диагностических и лечебных технологий, развитие междисциплинарной компетентности являются необходимыми условиями эффективного функционирования системы здравоохранения.

Перспективы развития системы медицинской безопасности

Стратегическое планирование в сфере здравоохранения должно учитывать глобальные тренды и национальные приоритеты. Национальный проект «Здравоохранение», реализуемый до 2030 года, определяет ключевые направления развития отрасли, включая снижение смертности, борьбу с онкологическими и сердечно-сосудистыми заболеваниями, развитие первичной медико-санитарной помощи [5].

Развитие превентивной медицины требует создания эффективных скрининговых программ для раннего выявления социально значимых заболеваний. Опыт развитых стран демонстрирует, что инвестиции в профилактику экономически более эффективны, чем затраты на лечение запущенных стадий заболеваний. Каждый рубль, вложенный в профилактику сердечно-сосудистых заболеваний, экономит от 3 до 7 рублей на последующем лечении [1].

Интеграция геномных технологий в клиническую практику откроет новые возможности для предиктивной медицины. Создание национального биобанка,

развитие инфраструктуры для генетического тестирования, подготовка специалистов в области медицинской генетики являются приоритетными задачами на ближайшее десятилетие [4].

Развитие регенеративной медицины и клеточных технологий может радикально изменить подходы к лечению ранее неизлечимых заболеваний. Исследования в области стволовых клеток, тканевой инженерии, генной терапии демонстрируют обнадеживающие результаты, хотя их широкое клиническое применение требует решения множества научных, технологических и этических вопросов [2].

Искусственный интеллект и машинное обучение будут играть все большую роль в медицинской диагностике и принятии клинических решений. Нейросетевые алгоритмы уже сегодня превосходят врачей-экспертов в распознавании определенных патологий на медицинских изображениях. Перспективными направлениями являются:

- создание систем поддержки принятия клинических решений;
- автоматизация анализа лабораторных данных;
- прогнозирование течения заболеваний и эффективности терапии;
- оптимизация логистики медицинских учреждений;
- персонализация схем лечения на основе анализа больших данных.

Развитие телемедицины будет способствовать повышению доступности медицинской помощи и оптимизации использования ресурсов здравоохранения. Перспективными направлениями являются дистанционный мониторинг состояния хронических больных, виртуальные консультации специалистов, онлайн-реабилитационные программы [5].

Интеграция носимых устройств и интернета вещей в систему здравоохранения позволит осуществлять непрерывный мониторинг физиологических параметров и своевременно выявлять отклонения. Умные браслеты, датчики глюкозы, кардиомониторы генерируют огромные массивы данных, анализ которых может существенно повысить качество медицинского обслуживания [3].

Совершенствование системы медицинского страхования должно обеспечить баланс между доступностью, качеством и экономической эффективностью медицинской помощи. Внедрение новых моделей оплаты медицинских услуг, ориентированных на результат, стимулирует медицинские организации к повышению качества обслуживания [6,8].

Международное сотрудничество в сфере здравоохранения, обмен опытом, участие в глобальных исследовательских проектах способствуют ускорению медицинского прогресса. Одновременно важно развивать собственную фармацевтическую и медико-техническую промышленность для обеспечения независимости и устойчивости национальной системы здравоохранения.

Выводы

Обеспечение безопасности здоровья человека представляет собой многоаспектную проблему, требующую консолидации усилий государства, медицинского сообщества, бизнеса и гражданского общества. Анализ современного состояния системы здравоохранения в Российской Федерации выявляет как значительные достижения, так и существенные вызовы, требующие комплексного решения.

Ключевыми направлениями развития системы медицинской безопасности являются приоритизация профилактической медицины, внедрение персонализированных подходов к диагностике и лечению, цифровизация здравоохранения, развитие инновационных медицинских технологий. Эффективная реализация этих направлений требует адекватного финансирования, развития научно-исследовательской базы, подготовки квалифицированных кадров.

Формирование культуры здорового образа жизни, повышение медицинской грамотности населения, создание безопасной окружающей среды являются необходимыми условиями долгосрочного улучшения показателей общественного здоровья. Индивидуальная ответственность каждого человека за собственное здоровье должна гармонично сочетаться с созданием государством условий для здоровьесберегающего поведения.

Перспективы развития медицинской безопасности связаны с интеграцией передовых достижений науки и технологий в клиническую практику, с развитием предиктивной и превентивной медицины, с созданием интеллектуальных систем поддержки принятия клинических решений. Успешная реализация этих перспектив позволит существенно повысить продолжительность и качество жизни населения, снизить социально-экономическое бремя заболеваний, обеспечить устойчивое развитие нации.

Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на оценке эффективности внедряемых технологий, разработке новых подходов к профилактике и лечению социально значимых заболеваний, совершенствовании методов прогнозирования и управления рисками здоровью. Междисциплинарный характер проблемы требует интеграции медицинских, социологических, экономических, технологических и этических аспектов в единую научно обоснованную стратегию обеспечения безопасности здоровья населения.

Список литературы

1. Бойцов, С.А. Профилактика хронических неинфекционных заболеваний в Российской Федерации: национальные приоритеты и стратегические решения / С.А. Бойцов, Н.В. Погосова // Российский медицинский журнал. – 2024- Т. 30. - № 2. - С. 15-24.

2. Давыдов, М.И. Персонализированная онкология: достижения и перспективы / М.И. Давыдов, В.А. Полысалов // Вестник Российской академии медицинских наук. - 2024. - Т. 79. - № 3. -С. 234-243.

3. Кучма, В.Р. Цифровая трансформация и здоровье детей и подростков: новые риски и возможности профилактики / В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева // Гигиена и санитария. - 2024. - Т. 103. - № 4. - С. 312-320.

4. Назаренко, Г.И. Геномная медицина: от теории к практическому здравоохранению / Г.И. Назаренко, Е.И. Красновский. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 384 с.

5. Российский статистический ежегодник. 2024: Стат.сб. / Росстат. - Москва, 2024. - 728 с.

6. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

7. Разиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга/ С.Н.Разиньков, Е.А.Жидко, М.Ю. Лукин // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 6. С. 57-63.

8. Nikolenko, S. Dust cleaning of working areas in the production of granulated foam glass ceramics / S. Nikolenko, S. Sazonova, V.F. Asminin, V. Zherdev, V. Ivanova // В сборнике: AIP Conference Proceedings. Krasnoyarsk Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. - С. 60030.

References

1. Boytsov, S.A. Prevention of chronic noncommunicable diseases in the Russian Federation: national priorities and strategic decisions / S.A. Boytsov, N.V. Pogosova // Russian Medical Journal. – 2024- Vol. 30. - No. 2. - pp. 15-24.

2. Davydov, M.I. Personalized oncology: achievements and prospects / M.I. Davydov, V.A. Polysalov // Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences. - 2024. - Vol. 79. - No. 3. -pp. 234-243.

3. Kuchma, V.R. Digital transformation and the health of children and adolescents: new risks and opportunities for prevention / V.R. Kuchma, L.M. Sukhareva // Hygiene and sanitation. - 2024. - Vol. 103. - No. 4. - pp. 312-320.

4. Nazarenko, G.I. Genomic medicine: from theory to practical healthcare / G.I. Nazarenko, E.I. Krasnovsky. Moscow: GEOTAR—Media, 2023. 384 p.

5. Russian Statistical Yearbook. 2024: Statistical collection / Rosstat. -Moscow, 2024. - 728 p.

6. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

7. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring complexes/ S.N.Razinkov, E.A.Zhidko, M.Yu. Lukin // Information measuring and control systems. 2018. Vol. 16. No. 6. pp. 57-63.

8. Nikolenko, S. Dust cleaning of working areas in the production of granular foam ceramics / S. Nikolenko, S. Sazonova, V.F. Asminin, V. Zherdev, V. Ivanova // In the collection: Materials of the AIP conference. Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. - p. 60030.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_338-344
УДК 69:331.45

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: АНАЛИЗ РИСКОВ И МЕТОДЫ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

Шарыкина А.В., *студент*
Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация: *В статье рассматриваются основные источники опасности на строительных площадках, анализируются причины возникновения несчастных случаев и исследуются современные методы обеспечения безопасных условий труда. Особое внимание уделяется вопросам управления профессиональными рисками, применению средств индивидуальной и коллективной защиты, а также внедрению современных цифровых технологий контроля безопасности. Анализируется роль организационных мер, подготовки работников и формирования культуры безопасности на предприятиях строительной отрасли. Сделан вывод о том, что комплексный подход к управлению безопасностью труда позволяет значительно снизить уровень производственного травматизма и повысить эффективность строительных проектов.*

Ключевые слова: *безопасность труда, строительство, охрана труда, производственный травматизм, профессиональные риски, управление рисками, средства индивидуальной защиты.*

WORK SAFETY IN CONSTRUCTION: ANALYSIS RISKS AND METHODS OF THEIR PREVENTION

Sharykina A.V., *student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract: *The article discusses the main sources of danger on construction sites, analyzes the causes of accidents, and explores modern methods of ensuring safe working conditions. Special attention is paid to the management of occupational risks, the use of personal and collective protection equipment, and the implementation of modern digital safety control technologies. The article also analyzes the role of organizational measures, employee training, and the development of a safety culture in the construction industry. The article concludes that a comprehensive approach to occupational safety management can significantly reduce the level of occupational injuries and improve the efficiency of construction projects.*

© Шарыкина А. В., Жидко Е. А., 2026

Keywords: *occupational safety, construction, labor protection, industrial injuries, occupational risks, risk management, personal protective equipment.*

Строительная отрасль традиционно относится к числу наиболее травмоопасных сфер экономической деятельности. Высокий уровень производственного травматизма обусловлен сложностью технологических процессов, использованием тяжелой техники, выполнением работ на высоте и воздействием неблагоприятных факторов производственной среды.

Строительство является одной из ключевых отраслей экономики, оказывающей значительное влияние на развитие инфраструктуры, промышленности и социальной сферы. Реализация строительных проектов обеспечивает создание жилых зданий, транспортных магистралей, энергетических объектов и промышленных предприятий.

Однако специфика строительной деятельности предполагает выполнение большого количества технологически сложных операций, которые сопровождаются воздействием различных опасных и вредных факторов [1,2].

На строительных площадках одновременно работают специалисты различных профессий: монтажники, каменщики, сварщики, электрики, операторы строительной техники и другие работники.

Координация их деятельности требует четкой организации труда и строгого соблюдения требований безопасности. При этом рабочая среда на строительных объектах постоянно изменяется, что значительно усложняет контроль за условиями труда.

Высокий уровень производственного травматизма в строительстве является серьезной социальной проблемой. Несчастные случаи приводят к травмам различной степени тяжести, временной или постоянной потере трудоспособности работников, а в некоторых случаях - к летальному исходу. Кроме того, аварии и происшествия на строительных площадках могут вызывать значительные экономические потери для организаций [3,4].

В современных условиях особое значение приобретает развитие эффективных систем управления безопасностью труда. Такие системы включают комплекс организационных, технических и профилактических мероприятий, направленных на предотвращение несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

Проведем комплексный анализ факторов риска в строительной отрасли, а также рассмотрение современных методов и технологий обеспечения безопасности труда.

Строительная деятельность отличается рядом особенностей, которые повышают вероятность возникновения опасных ситуаций. Одной из таких особенностей является динамичность производственных процессов. В отличие от многих промышленных предприятий, где рабочая среда относительно стабильна, на строительных объектах условия труда постоянно меняются [5].

Например, по мере возведения здания изменяется высота работ, перемещаются строительные материалы, устанавливаются временные конструкции и оборудование. Это требует регулярной адаптации мер безопасности и постоянного контроля со стороны руководителей работ.

Другой важной особенностью является использование большого количества машин и механизмов. Современное строительство невозможно представить без применения кранов, экскаваторов, погрузчиков, бульдозеров и других видов техники.

Несмотря на высокую производительность, такие машины могут представлять значительную опасность для работников.

Также следует учитывать влияние климатических факторов. Многие строительные работы выполняются на открытом воздухе, что означает воздействие дождя, ветра, низких или высоких температур. Неблагоприятные погодные условия могут ухудшать видимость, снижать устойчивость конструкций и увеличивать риск травм [6].

Кроме того, строительные проекты часто реализуются в условиях ограниченных сроков. Давление со стороны заказчиков и необходимость соблюдения графиков строительства иногда приводят к тому, что работники игнорируют требования безопасности ради ускорения работ.

Одной из наиболее распространённых причин травматизма в строительстве являются падения работников с высоты. Монтажные работы, установка конструкций и обслуживание оборудования часто выполняются на значительной высоте. При отсутствии защитных ограждений или страховочных систем вероятность получения серьезных травм существенно возрастает [2].

Другим важным фактором является падение предметов и строительных материалов. При выполнении работ на верхних уровнях здания различные инструменты или элементы конструкций могут случайно упасть и травмировать работников, находящихся внизу.

Серьезную опасность представляет также неправильная эксплуатация строительной техники. Ошибки операторов, недостаточная квалификация работников или технические неисправности оборудования могут привести к авариям. Кроме того, значительное количество несчастных случаев происходит из-за нарушения правил техники безопасности. Работники иногда пренебрегают использованием средств индивидуальной защиты, что увеличивает вероятность получения травм [2].

Помимо травмоопасных ситуаций, строительная деятельность сопровождается воздействием различных вредных факторов производственной среды. Одним из наиболее распространённых является строительная пыль. Она образуется при резке, шлифовании и дроблении строительных материалов.

Длительное воздействие пыли может привести к развитию профессиональных заболеваний органов дыхания. Особенно опасной является пыль, содержащая частицы кварца, которые могут вызывать серьезные заболевания легких.

Другим вредным фактором является шум. Строительные машины и электроинструменты создают высокий уровень шума, который может превышать допустимые нормы. Длительное воздействие шума может привести к ухудшению слуха и повышенной утомляемости работников.

Вибрация также оказывает негативное влияние на организм человека. Использование отбойных молотков, буровых установок и другого оборудования может вызывать заболевания опорно-двигательного аппарата. Кроме того, многие строительные материалы содержат химические вещества, которые могут вызывать раздражение кожи, аллергические реакции и другие проблемы со здоровьем [7] .

Средства индивидуальной защиты являются важным элементом системы обеспечения безопасности труда. Их использование позволяет значительно снизить вероятность получения травм и профессиональных заболеваний.

К основным средствам защиты относятся защитные каски, очки, перчатки, респираторы и специальная обувь. Каждое из этих средств предназначено для защиты от определенного типа опасности.

Например, каски защищают голову от ударов и падения предметов. Очки предотвращают попадание пыли и мелких частиц в глаза. Респираторы используются для защиты органов дыхания от вредных веществ.

Специальная обувь защищает ноги работников от механических повреждений и проколов. Она также может иметь противоскользящие свойства, что особенно важно при работе на влажных или неровных поверхностях.

Помимо индивидуальных средств защиты важную роль играют коллективные меры безопасности. Эти меры направлены на предотвращение опасных ситуаций для группы работников.

К таким мерам относятся установка защитных ограждений, использование сигнальных систем, правильная организация рабочих зон и размещение предупреждающих знаков.

Например, при выполнении работ на высоте устанавливаются специальные ограждения и защитные сетки.

Также важным элементом является организация безопасных маршрутов передвижения работников и техники на строительной площадке. Разделение потоков людей и машин позволяет снизить риск столкновений и других аварийных ситуаций.

Современные системы безопасности труда основаны на принципе управления профессиональными рисками. Этот подход предполагает систематическое выявление опасностей и оценку вероятности возникновения несчастных случаев.

Процесс управления рисками включает несколько этапов. Сначала проводится идентификация опасных факторов, после чего осуществляется анализ их потенциального воздействия на работников. Затем разрабатываются меры по снижению риска.

Такие меры могут включать технические решения, организационные изменения или использование средств защиты. После внедрения мер безопасности проводится контроль их эффективности.

Развитие технологий открывает новые возможности для повышения безопасности строительных работ. Одним из наиболее перспективных направлений является использование систем видеонаблюдения и цифрового мониторинга.

Современные датчики позволяют контролировать состояние строительной техники, уровень шума и вибрации, а также другие параметры рабочей среды. Это помогает своевременно выявлять потенциальные опасности.

Большое значение имеет применение технологий информационного моделирования зданий (BIM). Эти технологии позволяют анализировать строительные процессы еще на стадии проектирования и выявлять возможные риски.

Кроме того, в последние годы активно используются беспилотные летательные аппараты. Дроны позволяют проводить обследование строительных объектов и контролировать выполнение работ без риска для работников.

Инвестиции в безопасность труда являются важным фактором устойчивого развития строительных организаций. Несмотря на дополнительные расходы на обучение работников и приобретение средств защиты, такие инвестиции позволяют снизить экономические потери.

Снижение уровня травматизма приводит к уменьшению простоев, сокращению расходов на медицинскую помощь и повышению производительности труда. Кроме того, компании с высоким уровнем безопасности труда имеют более устойчивую репутацию на рынке.

Безопасность труда в строительстве является важнейшим условием эффективного функционирования отрасли. Высокий уровень профессиональных рисков требует применения комплексных мер по предотвращению несчастных случаев.

Анализ показал, что основными источниками опасности являются падения с высоты, работа с тяжелой техникой, падение строительных материалов и воздействие вредных факторов производственной среды.

Для снижения уровня травматизма необходимо внедрение современных технологий, повышение уровня подготовки работников и развитие культуры безопасности на предприятиях.

Комплексный подход к организации охраны труда позволяет значительно повысить безопасность строительных работ и обеспечить сохранение здоровья работников.

Список литературы

1. Девисилов, В. А. Охрана труда : учебник для вузов / В. А. Девисилов. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФОРУМ, 2020. - 512 с.

2. Куликов, О. Н. Безопасность жизнедеятельности в строительстве: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / О. Н. Куликов. - Москва : Академия, 2019. - 336 с.

3. Беляков, Г. И. Охрана труда и техника безопасности : учебник для вузов / Г. И. Беляков- Москва : Юрайт, 2021. - 404 с.

4. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

5. Разиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга/ С.Н.Разиньков, Е.А.Жидко, М.Ю. Лукин // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 6. С. 57-63.

6. Жидко Е.А., Колотушкин В.В., Соловьева Э.В. Теоретические основы проектирования и конструкции жидкостных пылеулавливающих устройств / Е.А.Жидко, В.В. Колотушкин, Э.В. Соловьева// Безопасность труда в промышленности. 2004. № 2. с. 8-11.

7. Nikolenko, S. Dust cleaning of working areas in the production of granulated foam glass ceramics / S. Nikolenko, S. Sazonova, V.F. Asminin, V. Zherdev, V. Ivanova // В сборнике: AIP Conference Proceedings. Krasnoyarsk Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. - С. 60030.

References

1. Devisilov, V. A. Labor protection : a textbook for universities / V. A. Devisilov. - 6th ed., revised and add. Moscow : FORUM Publ., 2020. 512 p.

2. Kulikov, O. N. Life safety in construction: a textbook for students of higher educational institutions / O. N. Kulikov. Moscow : Akademiya Publ., 2019. 336 p.

3. Belyakov, G. I. Labor protection and safety technology : a textbook for universities / G. I. Belyakov - Moscow : Yurayt, 2021. - 404 p.

4. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

5. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned

monitoring systems/ S.N.Razinkov, E.A.Zhidko, M.Yu. Lukin // Information measuring and control systems. 2018. Vol. 16. No. 6. pp. 57-63.

6. Zhidko E.A., Kolotushkin V.V., Solovyova E.V. Theoretical foundations of design and construction of liquid dust collecting devices / E.A. Zhidko, V.V. Kolotushkin, E.V. Solovyova// Occupational safety in industry. 2004. No. 2. pp. 8-11.

7. Nikolenko, S. Dust cleaning of working areas in the production of granular foam ceramics / S. Nikolenko, S. Sazonova, V.F. Asminin, V. Zherdev, V. Ivanova // In the collection: Materials of the AIP conference. Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. - p. 60030.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_345-351
УДК 677

ЗАЩИТА ОТ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ: современные средства индивидульной защиты(сиз) и методы дегазации

Каребина А.А., *студент*
Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация: *Статья посвящена рассматриванию анализов современных подходов к защите человека и окружающей среды от токсичных веществ. Рассматриваются два ключевых направления: эволюция средств индивидуальной защиты (СИЗ) и инновационные методы дегазации. Подробно освещены последние научные разработки, включая создание высокоэффективных сорбентов с использованием ультразвуковых технологий для фильтров противогазов, а также композитных гелей на основе металл–органических каркасов, способных разлагать нервно–паралитические яды непосредственно на коже. На основании полученных результатов были сформированы практические рекомендации по способу применения дегазирующих рецептур для различных типов отравляющих и аварийно–химически опасных веществ.*

Ключевые слова: *средства индивидуальной защиты, дегазация, отравляющие вещества, аварийно–химически опасные вещества, специальная обработка.*

PROTECTION AGAINST TOXIC SUBSTANCES: MODERN INDIVIDUAL PROTECTION MEANS(IP) AND DEGASATION METHODS

Karebina A.A., *student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract: *The article is devoted to the analysis of modern approaches to the protection of human and the environment from toxic substances. Two key directions are considered: the evolution of individual protection means (IP) and innovative methods of degassing. The article provides a detailed overview of the latest scientific developments, including the creation of highly effective sorbents using ultrasonic technologies for gas mask filters, as well as composite gels based on metal–organic frameworks than can decompose nerve agents directly on the skin. Based on the results obtained, practical recommendations have been formulated for the application of decontamination formulations for various types of toxic and chemically hazardous substances.*

© Каребина А. А., Жидко Е. А., 2026

Keywords: *personal protective equipment, decontamination, toxic substances.*

На протяжении многих десятилетий защита людей и природы от токсичных веществ остаётся острой проблемой. Отравляющие вещества представляют угрозу как в войнах, так и в терактах или авариях на химических предприятиях. Профессиональная деятельность пожарных и спасателей связана с регулярным контактом токсичными продуктами горения, включая соединения с канцерогенными свойствами [1].

Традиционно противогазы использовали активированный уголь и углеродные волокна в качестве фильтрующих материалов. Благодаря своей пористой структуре и большой площади поверхности, они эффективно поглощали множество вредных веществ. Современные исследования показывают, что эти материалы имеют значимые недостатки. Главный из них – отсутствие способности к самоочищению. Поглощённые токсины не разлагаются, а лишь накапливаются в порах, что может привести к их повторному выделению (десорбции) при изменении условий. Учёные отмечают, что защитные свойства таких фильтров ограничены их ёмкостью, и они обычно обеспечивают защиту не более чем на 24 часа [2]. Помимо этого, использованные фильтры сами становятся опасными отходами, требующими специальной утилизации. Аналогичная проблема наблюдается и в защитной одежде пожарных, где токсины могут проникать в ткань и оставаться там, представляя угрозу для кожи даже после работы в опасной зоне [1].

Сейчас учёные работают над тем, чтобы наши материала не просто задерживали токсины, а уничтожали их, решая тем самым проблему их ограниченной эффективности. Одним из самых многообещающих способов создания таких фильтров нового поколения является электропрядение. Эта технология позволяет нам делать тонкие волокна с нужной нам структурой. В комбинации с нанотехнологиями электропрядение открывает возможность создания материалов, обладающих одновременно противоаэрозольными, дегазирующими и индицирующими свойствами[2]. Добавление наночастиц металлов к сорбентам придает им каталитические свойства для разложения токсичных веществ. Особо ценны фотокаталитические наночастицы, которые под воздействием света могут превращать органические токсины в безвредные соединения.

Ключевым революционным шагом стало создание композитных материалов на базе металл-органических каркасных структур. Это особые кристаллы, где ионы металлов соединены органическими молекулами, образуя трёхмерную сетку с упорядоченными порами, размер которых сопоставим с молекулами. Эти материалы обладают рекордной удельной поверхностью и химической стабильностью. Металл-органические каркасы на основе циркония, такие как NU-1000 и UiO-66, способны катализировать гидролиз фосфорорганических отравляющих веществ, включая нервно-паралитические агенты [3]. Перспективным является также иммобилизация ферментов в

структуру защитных материалов. Ферменты, такие как фосфотриэстераза, способны высокоспецифично катализировать гидролиз токсичных фосфорорганических соединений, а их включение в состав тканей или гелей позволяет создавать материалы, активно разрушающие отравляющие вещества при контакте.

Средства для защиты кожи от химических угроз представляет собой отдельную группу. В отличие от жидких дегазирующих растворов, которые могу быть неудобные и раздражать кожу, появились инновационные композитные гели. Они созданы на основе металл-органических каркасов, содержат наночастицы, равномерно распределённые в полимерной основе. При нанесение на кожу гель образует плёнку, которая активно нейтрализует токсичные вещества, превращая их в безопасные соединения. Преимущества таких гелей включает длительное защитное действие и высокую эффективность благодаря каталитическому механизму, позволяющему малому количеству активного вещества разлагать множество молекул яда.

Дегазация, то есть обезвреживание или очистка поверхностей от ядовитых веществ, может проводиться тремя методами: физическим, химическим и механическим. Механический подход заключается в удалении или изоляции загрязненного слоя, но не уничтожает сами токсины. Физические методы, такие как обработка горячим воздухом, паром или растворителями, также не нейтрализует яды, а лишь переносит их, создавая риски при дальнейшей обработке или утилизации. Наиболее действенным является химический метод, он разрушает молекулы отравляющих веществ, превращая их в безопасные соединения. Для этого обычно используют окислительно-хлорирующие или щелочные реагенты.

Фосфорорганические отравляющие вещества, включающие зарин, зоман, VX и табун, представляют наибольшую опасность вследствие высокой токсичности и способности быстро проникать через кожные покровы. Зарин разлагается водными и водно-спиртовыми растворами щелочей, аммиака, а также растворами перекиси водорода в слабощелочной среде. Продуктами реакции являются нетоксичные соли метилфосфоновой кислоты. Зоман по химической структуре близок к зарину, и для его дегазации применяются сходные рецептуры, однако ввиду большей токсичности зомана особое значение приобретает скорость обработки [4]. VX является наиболее трудно дегазируемым фосфорорганическим отравляющим веществом вследствие высокой устойчивости к гидролизу. Эффективная дегазация VX возможна с использованием алкоголятов аминоспиртов в неводных растворителях, при этом обработка должна проводиться не позднее пяти минут после заражения. Табун занимает особое положение, поскольку при его гидролизе могут образовываться токсичные продукты, содержащие соли синильной кислоты, что требует применения рецептур, обеспечивающих полное разложение не только самого табуна, но и продуктов его деструкции [5].

Универсальным действием по отношению к различным фосфорорганическим отравляющим веществам обладают дегазирующие вещества на основе алкоголятов натрия и аминов, действие которых основано на реакциях дегидрохлорирования иприта и алкоголиза фосфорорганических соединений [4].

Вопрос обеззараживания средств индивидуальной защиты и снаряжения становится критически важным из-за склонности пористых материалов накапливать опасные соединения. Даже герметизированные материалы не в состоянии полностью предотвратить миграцию газов и паров на молекулярном уровне, особенно при продолжительном контакте. Термические воздействия усугубляют загрязнение: при высоких температурах вредные вещества активно диффундируют в структуру материалов, а после остывания надёжно закрепляются в ней. Имеющие сажевый нагар функционирует как пассивный сорбент, притягивая новые загрязнители и снижая защитные характеристики ткани. Особую угрозу скрывает вторичная скрытая экспозиция: не полностью очищенное снаряжение способно стать хранилищем токсичных веществ, которые будут высвобождаться во время дальнейших работ и абсорбироваться через кожный покров [6]. Согласно нормативам NFPA 1851, очистка снаряжения должна начинаться незамедлительно после контакта с опасными веществами. Рекомендуется предварительная обработка на месте путем промывки водой, глубокая ручная стирка с соблюдением рекомендаций производителя, изоляция загрязненного снаряжения от личных вещей, а также профессиональная глубокая чистка не реже одного раза в год [7.8].

На основании анализа современных научных данных можно сформулировать рекомендации по выбору и применению дегазирующих средств для различных типов отравляющих веществ. Эти рекомендации систематизированы в табл.

Щелочные рецептуры наиболее эффективны для нейтрализации фосфорорганических отравляющих веществ нервно-паралитического действия: для зарина и зомана применяют водные растворы щелочи, а для VX неводные растворы алкоголятов. Обработку нужно провести в первые минуты после заражения.

Таблица

Рекомендуемые методы дегазации для различных типов отравляющих веществ

Тип отравляющих веществ	Представители	Оптимальные дегазирующие рецептуры	Механизм воздействия
Фосфорорганические вещества нервно-паралитического действия	Зарин, зоман	Водные и водно-спиртовые растворы щелочей (NaOH, KOH), аммиака	Гидролитическое разложение до нетоксичных солей

Фосфорорганические вещества с высокой устойчивостью к гидролизу	VX	Неводные растворы алкоголятов аминоспиртов	Алкоголиз фосфорорганических соединений
Фосфорорганические вещества с особыми продуктами разложения	Табун	Щелочные рецептуры с дополнительными окислителями	Гидролиз с контролем продуктов разложения
Вещества кожно-нарывного действия	Иприт, люизит	Хлорсодержащие соединения, перекись водорода с катализаторами	Окислительное разложение
Снаряжения и средства индивидуальной защиты	Загрязненные ткани	Комплексный подход: предварительное удаление, дегазация, стирка	Сочетание физического удаления и химической деструкции
Кожные покровы	Открытые участки кожи	Гелевые композиции с металл-органическими каркасами	Каталитическое разложение

Вещества кожно-нарывного действия эффективно разрушаются окислительными рецептурами на основе хлорсодержащих соединений или перекиси водорода. Дегазация снаряжения требует удаления загрязнений, обработки дегазирующими растворами и тщательной стирки с особым внимание к труднодоступным местам и внутренним поверхностям во избежание вторичного загрязнения. Для деконтаминации кожи предпочтительны гелевые композиции с каталически активными компонентами: они быстро разлагают отравляющие вещества и минимально раздражают кожу.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о формировании новой парадигмы в области создания средств индивидуальной защиты и методов дегазации.

Многофункциональные композиты постепенно заменяют традиционные сорбционные материалы, они не просто поглощают, но и химически разрушают токсичные вещества. Перспективы материалы с каталическими свойствами: в их основе металл-органические каркасы и иммобилизованные ферменты, а так же разрабатываются гелевые композиции для деконтаминации кожи. В дегазации все так же актуален химический способ, при этом идёт работа над универсальными рецептурами. Ключевые направления дальнейших исследований – повышение каталическогой активности материалов, продление срока их защитного действия и создание интегрированных систем защиты, которые одновременно выполняют функции барьера, детекторы и деструктора токсичных веществ.

Список литературы

1. Защита здоровья пожарных: как тщательно дезактивировать СИЗ и избежать канцерогенных веществ // ATI-Fire. – 2025. – URL: https://www.ati-fire.com/ru/blog/protecting-firefighters-health-how-to-thoroughly-decontaminate

2. Завьялов В.В., Кужелко С.В., Завьялова Н.В. и др. Современные направления создания новых защитных материалов и тканей для средств индивидуальной и коллективной защиты от токсичных химикатов и клеток патогенов /В.В.Завьялов, С.В.Кужелко// Вестник войск РХБ защиты. – 2019. – Т. 3, № 3. – С. 117-148.

3. Дегазация (оружие) // Википедия. – 2025. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Дегазация_(оружие) (дата обращения: 09.03.2026).

4. Химическая энциклопедия. Том 2. – Москва: Советская энциклопедия, 1990. – С. 10.

5. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

6. Разиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга/ С.Н.Разиньков, Е.А.Жидко, М.Ю. Лукин // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 6. С. 57-63.

7. NFPA 1851: Standard on Selection, Care, and Maintenance of Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting. – National Fire Protection Association, 2020.

8. Николенко, С.Д. Моделирование работы конструкций из дисперсно-армированного бетона при знакопеременной динамической нагрузке большой интенсивности / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 3. - С. 36-44.

References

1. Protection of firefighters' health: how to thoroughly deactivate PPE and avoid carcinogenic substances // ATI-Fire. – 2025. – URL: https://www.ati-fire.com/ru/blog/protecting-firefighters-health-how-to-thoroughly-decontaminate

2. Zavyalov V.V., Kuzhelko S.V., Zavyalova N.V. and others. Modern trends in the creation of new protective materials and fabrics for individual and collective protection against toxic chemicals and pathogen cells /V.V.Zavyalov, S.V.Kuzhelko // Bulletin of the Russian Defense Forces. – 2019. – Vol. 3, No. 3. – pp. 117-148.

3. Degassing (weapons) // Wikipedia. – 2025. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Дегазация_ (weapons) (date of issue: 03/09/2026).

4. Chemical Encyclopedia. Volume 2. Moscow: Soviet Encyclopedia, 1990. pp. 10.

5. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

6. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring complexes/ S.N.Razinkov, E.A.Zhidko, M.Yu. Lukin // Information measuring and control systems. 2018. Vol. 16. No. 6. pp. 57-63.

7. NFPA 1851: Standard on Selection, Care, and Maintenance of Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting. – National Fire Protection Association, 2020.

8. Nikolenko, S.D. Modeling the operation of structures made of dispersed reinforced concrete under alternating dynamic loads of high intensity / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 3. - pp. 36-44.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_352-356
УДК 676.08

ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНАЩЁННОСТЬ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЖИДКИХ ТОКСИЧНЫХ ОТХОДОВ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

Соболева Е.В.[1], *студентка*
Жидко Е.А.[1], *д-р техн. наук, профессор*
Кирьянов К.А.[2], *преподаватель*
Воронежский государственный технический университет
[2]Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж)

Аннотация: *Статья посвящена рассматриванию основных технических средств обеспечения герметичности при транспортировке жидких токсичных отходов. В рамках данной статьи представлена классификация ёмкостей в зависимости от класса опасности отходов, а так же рассмотрены существующие методы контроля герметичности. На основании полученных результатов были сформированы практические рекомендации, по выбору технических решений для различных классов опасности.*

Ключевые слова: *транспортировка, методы контроля, жидкие токсичные отходы, герметичность, запорная арматура, ёмкости двойной стенки.*

TECHNICAL EQUIPMENT FOR THE TRANSPORTATION OF LIQUID TOXIC WASTE: ENSURING LEAK-TIGHTNESS

Soboleva E.V.[1], *student*
Zhidko E.A.[1], *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Kirjanov K.A[2], teacher
[1]Voronezh State Technical University
[2]Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin" (Voronezh)

Abstract: *The article examines the main technical means of ensuring leak-tightness during the transportation of liquid toxic waste. Within the scope of this article, a classification of containers is presented based on the hazard class of the waste, and existing methods for leak-tightness monitoring are also discussed. Based on the obtained results, practical recommendations have been developed for selecting technical solutions for different hazard classes.*

© Соболева Е. В., Жидко Е. А., Кирьянов К. А., 2026

Keywords: *transportation, monitoring methods, liquid toxic waste, leak-tightness, shut-off valves, double-walled containers.*

Герметичность при транспортировке жидких токсичных отходов имеет ключевой аспект экологической безопасности. Аварии которые случаются при перевозки, занимаю весомую долю в общем числе инциндентов при обращении с отходами. Поэтому важно систематизировать технические требования и решения для обеспечения надёжной герметизации опасных жидкостей.

Выбор конструкции и материала контейнера для перевозки отходов зависит от класса их опасности. Для самых опасных отходов (I- II классов) требуются особо прочные ёмкости с двойными стенками из нержавеющей стали или стеклопластика (минимум 6 мм толщиной), оснащённые системами отслеживанием утечек [1].

Умеренно опасные отходы (III класс) можно перевозить в однослойных стальных ёмкостях (минимум 4мм) с антикоррозийным покрытием и крепкой запорной арматурой.

Для малоопасных отходов (IV класс) идеальны однослойные ёмкости из стали или полимера (минимум 3мм) с классическим уплотнением. Важно, чтобы все материалы были химически устойчивы к перевозимым веществам, при этом нержавеющая сталь часто используется для агрессивных сред, а стеклопластик – для особо агрессивных.

Герметичность системы зависит от исправности её основных компонентов. Для работы с агрессивными средами наилучшим выбором являются шаровые краны с уплотнениями из фторопласта. Этот материал обладает высокой химической стойкостью к большинству щелочей и кислот, сохраняет гибкость в температурном диапазоне от -50°C до +200°C при давлении до 4 Мпа и служит от 8 до 10 лет.

Уплотнение люков изготавливается из материала, устойчивого к конкретным типам отходов. Витон и фторопласт обеспечивают хорошую химическую защиту от кислот и щелочей, их срок службы 5-7 лет и требует регулярной замены. Сливные устройства оснащены двойной системой блокировки для предотвращения слива и рассчитан на срок до 10 лет. Для контроля межстенного пространства эффективны вакуумные и газоаналитические системы.

Вакуумные системы, поддерживая разрежения, сигнализируют о утечках при его падении. Газоаналитические системы отличаются высокой чувствительностью, обнаруживая даже минимальные концентрации токсичных паров (от 10^{-5} до 10^{-10} $м^3/Па·с$).

Выбор способа контроля обусловлен необходимой степенью чувствительности, конструктивными нюансами и условиями использования. Масс-спектрометрический, известный как гелиевый, считается золотым стандартом.

Он гарантирует наивысшую чувствительность в диапазоне (от 10^{-10} до 10^{-13} $м^3$/Па·с) и используется при приёмке новых резервуаров, а так же после проведения ремонтных работ на критически важном оборудовании.

Метод с использованием галогенов, где в качестве индикаторного газа применяется фреон или его аналоги, отличается высокой надёжностью и экономической доступностью оборудования, достигаю чувствительности от 10^{-}

Люминесцентная техника, основанная на флуоресценции определённых материалов под воздействием ультрафиолета, подходит для проверки сварных швов и труднодоступных участков, но это требует больше времени и имеет чувствительность от 10^{-6} до 10^{-8}.

Манометрический способ, обладающий понижение давления в изолированных системах, применяется для общей оценки герметичности больших резервуаров с чувствительностью от 10^{-4} до 10^{-6}.

Этот метод считается времязатратным, так как требует учёта темтературных изменений и длительную экспозицию. Акустическая дефектоскопия замечает ультразвуковые колебания, возникающие при утечках газа. Она позволяет проводить контроль в процессе эксплуатации, но при иэтом она подвержена воздействию внешних шумов и обладает чувствительностью от

Пузырьковый метод, или испытание пенообразователем под давлением, состоит из наиболее простого способа обнаружения дефектов во время технического осмотра, имея чувствительность от 10^{-3} до 10^{-5} и минимальными затратами, при этом точность не выходит за рамки 80%. Для лучшего осмысления сравнительная эффективность методов контроля представлена в табл.

Таблица

Сравнительная эффективность методов контроля герметичности

Метод контроля	Чувствительность, $м^3$ ·Па/с	Время контроля	Стоимость	Достовер-ность, %
Масс-спектрометри-ческий (гелиевый)		Среднее	Максимальная	
Галогенный		Среднее	Высокая	
Люминесцентный		Большое	Средняя	
Манометрический		Максимальное	Средняя	
Акустический		Малое	Низкая	
Пузырьковый		Малое	Минимальная	

Основными документами, регламентирующими требования к техническим средствам и методам контроля являются [2-5]. На основании выполненного исследования предоставляется возможным предположить конкретные практические советы.

Для отходов I- II классов опасности обязательно применение емкостей двойной стенки с системой непрерывного контроля межстенного пространства, при этом приёмочные испытания следует проводить гелиевым течеискателем.

Для отходов III класса достаточно емкости одинарной стенки их стали с антикоррозионным покрытием, оснащённых запорной арматурой класса «а» с двойным уплотнением.

Для всех классов критически важно обеспечить надёжность запорной арматуры, в частности рекомендуются щаровые краны с фторопластовыми сёдлами, и уплотнений из фторопласта или витона.

Эксплутационный контроль рекомендуется проводить акустическим методом как наиболее оперативным, с периодическим подтверждением люминесцентным или манометрическим методом [6-8].

Особое внимание следует уделять человеческому фактору, который является основным риском при обслуживании уплотнений и арматуры, что требует строгой регламентации и регулярного обучения персонала.

Таким образом, обеспечение герметичности при транспортировке жидких токсичных отходов требует комплексного подхода, включающего выбор емкости, соответствующей классу опасности, применение надежной запорной арматуры и уплотнений, а также использование адекватных методов контроля на всех этапах жизненного цикла оборудования.

Наиболее ответственные объекты, а именно отходы I–II классов опасности, должны оснащаться емкостями двойной стенки с системами непрерывного мониторинга и проходить приемочный контроль гелиевым методом.

Оперативный контроль в процессе эксплуатации целесообразно проводить акустическим методом с периодическим подтверждением более чувствительными методами, что в совокупности позволяет минимизировать риски аварийных ситуаций и обеспечить экологическую безопасность при транспортировке жидких токсичных отходов.

Список литературы

сновы технической диагностики: учебное пособие / сост. Иванов А.А. – М., 2020. – С. 45-48.

У 3615-023-00220322-2001 Емкости подземные горизонтальные дренажные. – М., 2001.

IN EN 13310 A1 E-2017 Емкости для хранения и транспортировки жидких веществ. – Берлин, 2017.

ОСТ Р 53691-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отхода. – М.: Стандартинформ, 2010.

равила перевозок опасных грузов автомобильным транспортом. – М.: Транспорт,

идко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.
азиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга/ С.Н.Разиньков, Е.А.Жидко, М.Ю. Лукин // И
иколенко, С.Д. Моделирование работы конструкций из дисперсно-ф
рмированного бетона при знакопеременной динамической нагрузке большой и
нтенсивности / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин // Моделирование р
истем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 3. - С. 36-44
м
а
ц
и
о
н
н
о
и
н
ф
о
р
м
а
ц
и
о
н
н
ы
е
т
е
х
н
о
л
о
г
и
и
п
р
а
в
л
я
ю

References

1. Fundamentals of technical diagnostics: a textbook / comp. Ivanov A.A.– Moscow, 2020. pp. 45-48.

2. TU 3615-023-00220322-2001 Underground horizontal drainage tanks. Moscow, 2001.

3. DIN EN 13310 A1 E–2017 Containers for storage and transportation of liquid substances. Berlin, 2017.

4. GOST R 53691-2009 Resource conservation. Waste management. Waste hazard passport. Moscow: Standartinform, 2010.

5. Rules for the transportation of dangerous goods by road. Moscow: Transport, 2021.

6. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

7. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring complexes/ S.N.Razinkov, E.A.Zhidko, M.Yu. Lukin // Information measuring and control systems. 2018. Vol. 16. No. 6. pp. 57-63.

8. Nikolenko, S.D. Modeling the operation of structures made of dispersed reinforced concrete under alternating dynamic loads of high intensity / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. No. 3. - pp. 36-44

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_357-361
УДК 69:004

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА СИСТЕМУ ОХРАНЫ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Филиппова Е.А., *студент*
Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация. *В статье исследует влияние цифровизации на охрану труда в строительстве и ЖКХ, анализируя электронный документооборот, мониторинг персонала и техники, а также цифровые двойники. Эффективность оценивается по данным пилотных проектов и опросов. Рассмотрены основные барьеры внедрения -высокая стоимость, нехватка кадров, сопротивление персонала и недостаточная интеграция с корпоративными системами.*

Ключевые слова: *цифровизация, охрана труда, строительство, жилищно-коммунальное хозяйство.*

THE IMPACT OF DIGITALIZATION ON THE SYSTEM OF LABOR PROTECTION IN CONSTRUCTION AND HOUSING AND COMMUNAL SERVICES

Filippova E.A., *student*
Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Voronezh State Technical University

Abstract. *The article explores the impact of digitalization on labor protection in construction and housing and communal services, analyzing electronic document management, personnel and equipment monitoring, and digital twins. The effectiveness is evaluated based on pilot projects and surveys. The main barriers to implementation are high costs, a lack of personnel, staff resistance, and insufficient integration with corporate systems.*

Keywords: *digitalization, occupational safety, construction, housing and public utilities.*

В последние годы цифровизация проникла во все сферы производственной деятельности, включая традиционно консервативные отрасли — строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ).

Внедрение цифровых технологий в систему охраны труда открывает новые возможности для профилактики травматизма, но одновременно порождает ряд вызовов, требующих научного осмысления.

© Филиппова Е. А., Жидко Е. А., 2026

Цель данной статьи - проанализировать, как цифровые инструменты меняют процессы обеспечения безопасности на строительных площадках и в организациях ЖКХ, оценить реальную эффективность нововведений и выявить ключевые барьеры на пути их внедрения.

Анализ практики показывает, что до недавнего времени охрана труда в обеих отраслях строилась на ручном контроле: журналы инструктажей, бумажные наряды-допуски, визуальный осмотр оборудования.

Такой подход имел существенные недостатки: данные легко фальсифицировать, контроль зависел от субъективного фактора, а анализ статистики занимал недели. Цифровизация призвана устранить эти проблемы, и сегодня можно выделить несколько ключевых направлений трансформации [1].

Во-первых, это электронный документооборот в сфере охраны труда. Системы электронного учёта инструктажей и нарядов-допусков позволяют:

- фиксировать точное время проведения инструктажа с геолокацией;
- подтверждать личность работника через биометрию или электронную подпись;
-автоматически блокировать доступ на объект при отсутствии необходимых допусков.

По данным пилотных проектов в крупных строительных компаниях, внедрение таких систем снизило количество нарушений при допуске к работам на 40 %.

Во-вторых, распространение получили системы мониторинга персонала и техники [2]. Носящие устройства (умные каски, браслеты) отслеживают:

- местоположение работника в опасной зоне;
-факт использования средств индивидуальной защиты (СИЗ);
- физиологические показатели (пульс, температуру тела).

В ЖКХ особенно актуальны датчики на спецтехнике - они фиксируют превышение скорости, резкие торможения, опасные манёвры. На ряде объектов ЖКХ после внедрения таких систем количество инцидентов с участием техники сократилось на 25–30 %.

Третье важное направление - цифровые двойники опасных объектов. В строительстве 3D-модели зданий дополняются данными о зонах риска: местах с высокой вероятностью падения предметов, участках с нестабильными конструкциями.

Система в реальном времени предупреждает бригаду о приближении к опасной зоне. В ЖКХ аналогичные модели создаются для подземных коммуникаций - они показывают участки с высоким риском обрушения грунта или утечки газа.

Однако внедрение цифровых технологий сталкивается с рядом проблем. Анализ опросов специалистов по охране труда (опрошено 120 человек в 15 регионах) выявил следующие барьеры [3-5]:

- высокая стоимость оборудования и ПО (отмечают 68 % респондентов);

- нехватка квалифицированных кадров для работы с цифровыми системами (52 %);
- сопротивление персонала из-за страха контроля (41 %);
- недостаточная интеграция с существующими корпоративными системами (37 %).

Особенно остро эти проблемы проявляются в ЖКХ, где бюджеты на охрану труда традиционно ограничены. В строительстве ситуация лучше благодаря крупным подрядчикам, готовым инвестировать в безопасность, но даже там окупаемость цифровых решений часто растягивается на 3–5 лет.

Для оценки эффективности цифровизации были проанализированы данные по 10 строительным компаниям и 8 управляющим организациям ЖКХ, внедрившим цифровые системы охраны труда в 2021–2023 гг. Результаты показали [6-8]:

- снижение общего травматизма на 18–22 %;
- сокращение времени расследования инцидентов с 3–5 дней до 1–2 дней;
- уменьшение количества нарушений требований охраны труда на
- ускорение реагирования на аварийные ситуации на 40–50 %.

При этом наиболее эффективными оказались решения, сочетающие несколько технологий: например, электронный документооборот + мониторинг персонала. Наименьший эффект дали разовые внедрения (только датчики или только электронные журналы) - снижение травматизма в таких случаях не превышало 5–7 %.

Перспективными направлениями развития можно назвать:

- применение искусственного интеллекта для прогнозирования рисков на основе анализа больших данных;
- интеграцию цифровых систем охраны труда с BIM-технологиями в строительстве;
- создание единых региональных платформ мониторинга безопасности в ЖКХ;
- развитие облачных решений для малых предприятий, не имеющих ресурсов на собственные серверы.

Анализ статистики травматизма до и после внедрения цифровых систем в 10 строительных компаниях и 8 управляющих организациях ЖКХ выявил снижение травматизма на 18–22 %.

Перспективные направления - применение искусственного интеллекта для прогнозирования рисков, интеграция с BIM, создание региональных платформ и развитие облачных решений. Комплексная цифровизация требует системного подхода и государственной поддержки.

Таким образом, цифровизация действительно трансформирует систему охраны труда в строительстве и ЖКХ, повышая её прозрачность и оперативность.

Однако для максимального эффекта необходим комплексный подход - внедрение не отдельных инструментов, а интегрированных цифровых экосистем. Важнейшими условиями успеха остаются: государственное стимулирование цифровизации, подготовка кадров и преодоление психологического сопротивления персонала.

Дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить на разработке стандартов цифровой безопасности для обеих отраслей и оценке долгосрочных экономических эффектов от внедрения новых технологий.

Список литературы

брамов С.В. Цифровые технологии в системе управления охраной труда: перспективы и ограничения // Безопасность труда в промышленности. — 2023. - № 5. - С. 42–48.

узнецов П.В., Смирнова Т.А. Мониторинг персонала на опасных производственных объектах: опыт внедрения умных СИЗ // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. - 2022. - № 12. - С. 33–

рудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (в действующей редакции).

ОСТ Р 58771-2019 «Системы стандартов безопасности труда. Цифровые системы управления охраной труда. Общие требования».

оструд. Доклад о состоянии производственного травматизма в РФ в 2021–2023 гг. - М.: Роструд, 2024. - 112 с.

идко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

азиньков С. Н., Жидко Е. А., Лукин М.Ю. Экспериментальное местоопределение источников радиоизлучения по многократным оценкам угловых координат в беспилотных комплексах мониторинга/ С.Н.Разиньков, Е.А.Жидко, М.Ю. Лукин //

И

иколенко, С.Д. Моделирование работы конструкций из дисперсно-

ф

рмированного бетона при знакопеременной динамической нагрузке большой

и

нтенсивности / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин // Моделирование

р

истем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 3. - С. 36-44

м

а

ц

и

о

н

н

о

-

и

з

м

References

1. Abramov S.V. Digital technologies in the occupational safety management system: prospects and limitations // Occupational safety in industry. 2023. No. 5. pp. 42-48.

2. Kuznetsov P.V., Smirnova T.A. Personnel monitoring at hazardous production facilities: experience in implementing smart PPE // Labor protection and safety at industrial enterprises. - 2022. - No. 12. - pp. 33-39.

3. Labor Code of the Russian Federation dated 12/30/2001 No. 197-FZ (as amended).

4. GOST R 58771-2019 "Occupational safety standards systems. Digital occupational safety management systems. General requirements".

5. Rostrud. Report on the state of occupational injuries in the Russian Federation in 2021-2023, Moscow: Rostrud, 2024, 112 p.

6. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

7. Razinkov S. N., Zhidko E. A., Lukin M.Yu. Experimental location of radio emission sources based on multiple estimates of angular coordinates in unmanned monitoring complexes/ S.N.Razinkov, E.A.Zhidko, M.Yu. Lukin // Information measuring and control systems. 2018. Vol. 16. No. 6. pp. 57-63.

8. Nikolenko, S.D. Modeling the operation of structures made of dispersed reinforced concrete under alternating dynamic loads of high intensity / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 3. - pp. 36-44

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_362-367
УДК 377.111

ВАЖНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Никишкина Д.Д.[1], *студентка*
Жидко Е.А.[1], *д-р техн. наук, профессор*
Кирьянов К.А.[2], *преподаватель*
Воронежский государственный технический университет
[2]***Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж)***

Аннотация. *В статье рассмотрены существующие программы обучения пожарной безопасности в учебных учреждениях, их эффективность и основные проблемы. Приведена современная статистика пожаров в образовательных учреждениях. Также разработаны рекомендации по улучшению действующих методов для минимизации негативных последствий и улучшения уровня безопасности образовательной среды для учащихся и работников.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, здоровье человека, чрезвычайная ситуация, риск, опасность.*

THE IMPORTANCE OF FIRE SAFETY TRAINING IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Nikishkina D.D.[1], *student*
Zhidko E.A.[1], *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Kirjanov K.A.[2], teacher
[1]***Voronezh State Technical University***
[2]***Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin" (Voronezh)***

Abstract. *The article discusses the existing fire safety training programs in educational institutions, their effectiveness, and the main problems. It provides current statistics on fires in educational institutions. The article also offers recommendations for improving existing methods to minimize the negative consequences and enhance the safety of the educational environment for students and staff.*

Keywords: *fire safety, human health, emergency situation, risk, and danger.*

Пожарная безопасность (ПБ) стала неотъемлемой частью нашей жизни. Неправильное использование электрооборудования и различных технических средств, отсутствие эффективных систем эвакуации, пожаротушения,

© Никишкина Д. Д., Жидко Е. А., Кирьянов К. А., 2026

сигнализации и автоматизации увеличивает риск развития пожара. Отсутствие знаний и умений приводит к негативным последствиям, ущербу и даже смертям.

Актуальность обучения ПБ в образовательных учреждениях обусловлена высокой степенью ответственности за жизни и здоровье учащихся, педагогов и сотрудников, а также сохранение материальных ценностей. В современных условиях эта проблема становится всё более значимой, так как рисков для возникновения чрезвычайных ситуаций становится все больше, но не каждый знает, как нужно вести себя в такой ситуации. Необходимо постоянно повышать уровень знаний в сфере пожарной безопасности для снижения рисков, минимизации негативных последствий и создания безопасной образовательной среды [1.2].

Цель исследования – определить эффективность существующих программ обучения, выявить основные проблемы и разработать рекомендации по повышению уровня противопожарной безопасности среди учащихся и педагогов.

Пожар – это неконтролируемое горение, сопровождающееся выделением тепла, света, дыма и продуктов горения, которое приводит к повреждению или разрушению материальных ценностей, а также может представлять угрозу для жизни и здоровья людей.

Пожар в школах особенно опасен. На рис. 1 изображены самые главные причины.



Рис. 1. Опасные факторы пожара в школах

В школах существуют рабочие программы обучения противопожарной безопасности. Цель этих программ – обучение правилам поведения в случае возникновения пожара, формирование умений и навыков по применению первичных средств пожаротушения и оказание первой медицинской помощи

Примеры программ:

Азбука ПБ». Проводится среди учащихся начальных классов, включает в себя

практические занятия с применением специальных упражнений и заданий, викторин, конкурсов.
рограмма обучения детей правилам ПБ. Проводится среди 4–11 классов. В неё входят: линейки, репетиции учебной эвакуации, экскурсии, классные часы.
рограмма «Юные пожарные» — это дополнительная общеобразовательная учебная программа. Детей учат оказанию первой доврачебной помощи, умениям правильно действовать в экстренной ситуации.

Ответственным за ПБ должностное лицо, назначенное приказом руководителя учреждения. Кандидат должен пройти обучение по дополнительным профессиональным программам в области ПБ.

Назначение на должность и новые должностные обязанности должны быть отражены в трудовом договоре. Подчиняется непосредственно руководителю учреждения. На время отсутствия сотрудника, ответственного за ПБ, его обязанности исполняет работник, назначаемый руководителем.

Обязанности сотрудника ответственного за ПБ:
онтролировать соблюдение правил ПБ и требований противопожарного режима всеми лицами, которые находятся в образовательном учреждении.
роверять соответствие требованиям ПБ оборудования, приборов, технических и наглядных средств обучения, материалов.
онтролировать наличие знаков ПБ, обозначающих пути эвакуации и эвакуационные выходы.
азрабатывать инструкцию о порядке действия дежурного персонала при получении сигналов о пожаре и необходимую документацию по ПБ (инструкции, акты, протоколы).
воевременно проводить инструктажи для учеников и работников учреждения.

Нормативные документы по ПБ в образовательных учреждениях:

- Приказ «Об установлении противопожарного режима в образовательном учреждении».
- Приказ «О назначении ответственных лиц за ПБ».
- План противопожарных мероприятий на год.
- «Инструкция о мерах ПБ в образовательных учреждениях».
- Инструкция о порядке действия персонала по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации людей при пожаре и т. д.

Несмотря на все прикладываемые меры по профилактике противодействию пожарам и возгораниям, полностью исключить чрезвычайные ситуации, происходящие в образовательных учреждениях, не удается, что несет за собой потерю материальных ценностей и ущерб жизни и здоровью детей и педагогов.

По данным Департамента надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России, за 12 месяцев 2025 года в зданиях образовательных организаций произошло 325 пожаров. На рис. 2 представлены данные основных причин возгораний, произошедших в учебных учреждениях.

Возникновение пожароопасной ситуации особенно вероятно на массовых мероприятиях, где используется большое количество различной пиротехники и гирлянд. Также складские, чердачные, технические помещения, а также химические лаборатории представляют особую опасность, так как там находятся легковоспламеняющиеся жидкости и материалы.

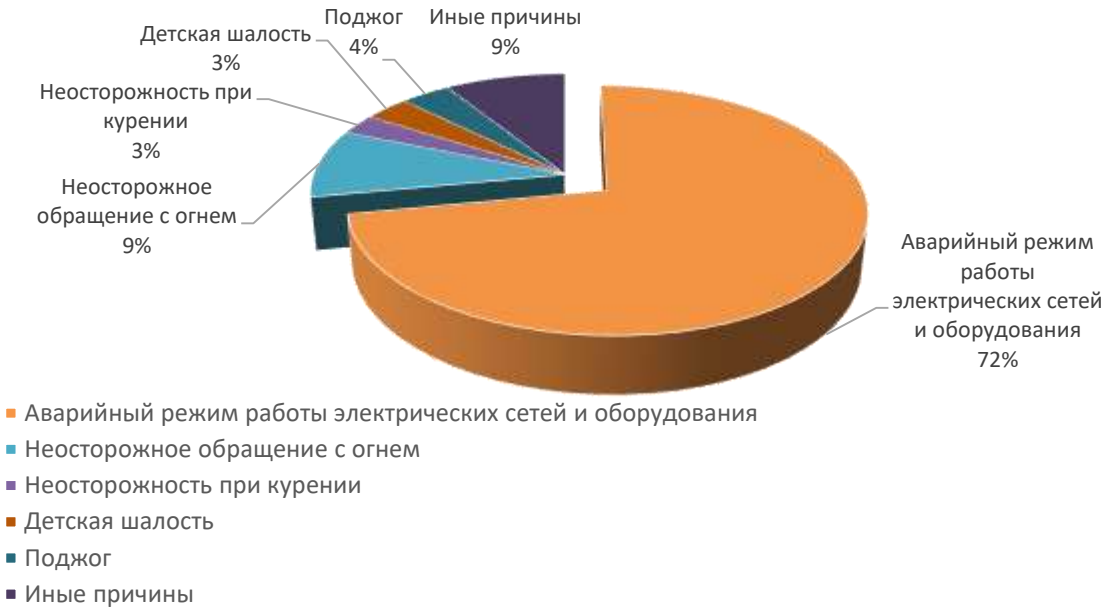


Рис.2- Статистика причин возникновения пожаров в образовательных учреждениях

Нынешние меры, которые применяются в образовательных учреждениях для минимизации рисков и предотвращения чрезвычайных ситуаций, недостаточно эффективны, именно поэтому следует улучшить подготовку персонала, работников образовательных учреждений, педагогов и детей.

Требуется чаще проводить противопожарные инструктажи и учения для учащихся и персонала. Следует это делать не реже чем 1 раз в полгода для того, чтобы люди постоянно держали в своей голове правила, которые им показывают и рассказывают, и не забывали их.

В классах и коридорах образовательного учреждения развесить плакаты с краткой информацией что делать в случае возникшей опасности, последовательность действий при пожаре, номера специальных служб.

Наличие информационных плакатов поможет быстро разобраться детям в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Следует проводить интерактивные занятия с детьми: водить на экскурсии в пожарные части или музеи, показывать детям настоящую работу пожарных, дать потрогать и посмотреть пожарную технику. Также можно открыть дополнительный кружок, на котором будет показано более подробно оказание первой медицинской помощи, как правильно использовать огнетушители и в каких местах можно это делать.

Все коридоры, лестницы и выходы должны быть всегда открыты и свободны от мебели или посторонних вещей. Количество эвакуационных выходов должно быть рассчитано для каждого конкретного учебного учреждения в зависимости от его назначения и количества людей. Также в коридорах должны располагаться понятные планы эвакуации, чтобы быстро понять в какой выход нужно идти. На пути эвакуации обязательны ручные извещатели, светящиеся таблички «выход» и «стрелки», которые показывают направление к выходу на улицу.

Нужно обеспечить наличие и исправность пожарной техники. Следует придерживаться правилам по использованию электрооборудования и различных приборов, не перегружать их, следить за исправностью розеток и проводки. Также нужно не забывать про работоспособность и исправность пожарной техники, периодически проводить учения, проверять сигнализацию, следить за наличием в помещениях огнетушителей и их сроком годности. Стоит организовать безопасные условия для хранения горючих и взрывчатых веществ в специально отведенных для этого местах. Запретить детям и работникам проносить в здание легковоспламеняющиеся вещества, баллончики, зажигательные приборы и т.д.

Выводы. Исходя из результатов анализов пожароопасных происшествий в образовательных учреждениях, минимизация рисков и значительное уменьшение опасных ситуаций можно достичь через внедрение различных мероприятий и инициатив. Благодаря улучшению противопожарных систем, повышению уровня образования среди педагогов и детей, проведению тематических уроков и привлечения людей к социальной ответственности можно добиться значительной минимизации рисков чрезвычайных ситуаций и происшествий.

Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (в действующей редакции).

2. ГОСТ Р 58771-2019 «Системы стандартов безопасности труда. Цифровые системы управления охраной труда. Общие требования».

Роструд. Доклад о состоянии производственного травматизма в РФ в 2021–2023 гг. - М.: Роструд, 2024. - 112 с.

4. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. - Воронеж, 2019. - 117 с.

References

1. The Labor Code of the Russian Federation dated 12/30/2001 No. 197-FZ (as amended).

2. GOST R 58771-2019 "Occupational safety standards systems. Digital occupational safety management systems. General requirements".

3. Rostrud. Report on the state of occupational injuries in the Russian Federation in 2021-2023, Moscow: Rostrud, 2024, 112 p.

4. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare: monograph. Voronezh, 2019. 117 p.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_368-372
УДК 658.5:621.395

ВЛИЯНИЕ CRM-СИСТЕМЫ AmoCRM НА КЛЮЧЕВЫЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ КОМПАНИИ

Жидко Е.А., *д-р техн. наук, профессор*
Лубянов Е.А., *студент*
Воронежский государственный технический университет

Аннотация: *В статье рассматривается влияние CRM-системы amoCRM на ключевые бизнес-процессы компании. Основное внимание уделено вопросам управления продажами, организации работы с клиентами и повышению прозрачности деятельности сотрудников. Материал статьи ориентирован на понимание amoCRM как комплексного инструмента, способного оказывать заметное влияние на эффективность и устойчивость компании в конкурентной среде.*

Ключевые слова: *CRM-система, amoCRM, управление продажами, бизнес-процессы, автоматизация, клиентский сервис, эффективность бизнеса.*

IMPACT OF THE AmoCRM CRM SYSTEM ON THE COMPANY'S KEY BUSINESS PROCESSES

Zhidko E.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*
Lubyanov E.A., *student*
Voronezh state technical University

Abstract: *The article examines the impact of the amoCRM CRM system on the company's key business processes. The main focus is on sales management, customer service, and improving the transparency of employee activities. The article aims to provide an understanding of amoCRM as a comprehensive tool that can significantly enhance the efficiency and sustainability of a company in a competitive environment.*

Keywords: *CRM system, amoCRM, sales management, business processes, automation, customer service, business efficiency.*

Современный бизнес всё чаще функционирует в условиях высокой конкуренции, информационной перегруженности и постоянно растущих ожиданий со стороны клиентов. Покупатели хотят получать быстрые ответы, персональное внимание и понятный сервис независимо от канала обращения.

Для компаний это означает необходимость выстраивать чёткие и прозрачные процессы работы с клиентами, где каждая заявка не теряется, а каждое взаимодействие фиксируется и анализируется. В таких условиях

© Жидко Е. А., Лубянов Е. А., 2026

традиционные способы ведения клиентской базы в виде таблиц, блокнотов или разрозненных сервисов перестают быть эффективными.

CRM-системы становятся важным элементом управления бизнесом, так как позволяют объединить продажи, коммуникации и аналитику в едином цифровом пространстве. Среди них особое место занимает amoCRM, которая получила широкое распространение благодаря ориентированности на практические задачи бизнеса и удобству использования. Всё больше компаний внедряют amoCRM не только ради автоматизации, но и ради повышения управляемости процессов [1].

Основой работы amoCRM является принцип прозрачности и последовательности продаж. Вся информация о клиентах структурируется внутри воронки, где каждый этап отражает текущее состояние сделки. Такой подход позволяет отказаться от хаотичной обработки заявок и перейти к системной модели, при которой каждый клиент находится под контролем. Это особенно важно для компаний с большим потоком обращений, где отсутствие чёткой структуры неизбежно приводит к потерям.

Для наглядного представления влияния amoCRM на ключевые показатели продаж на рис.1 приведены условные данные, отражающие изменения после внедрения системы. Эти данные оформлены в формате, гистограммы, что позволяет визуально оценить разницу между показателями.

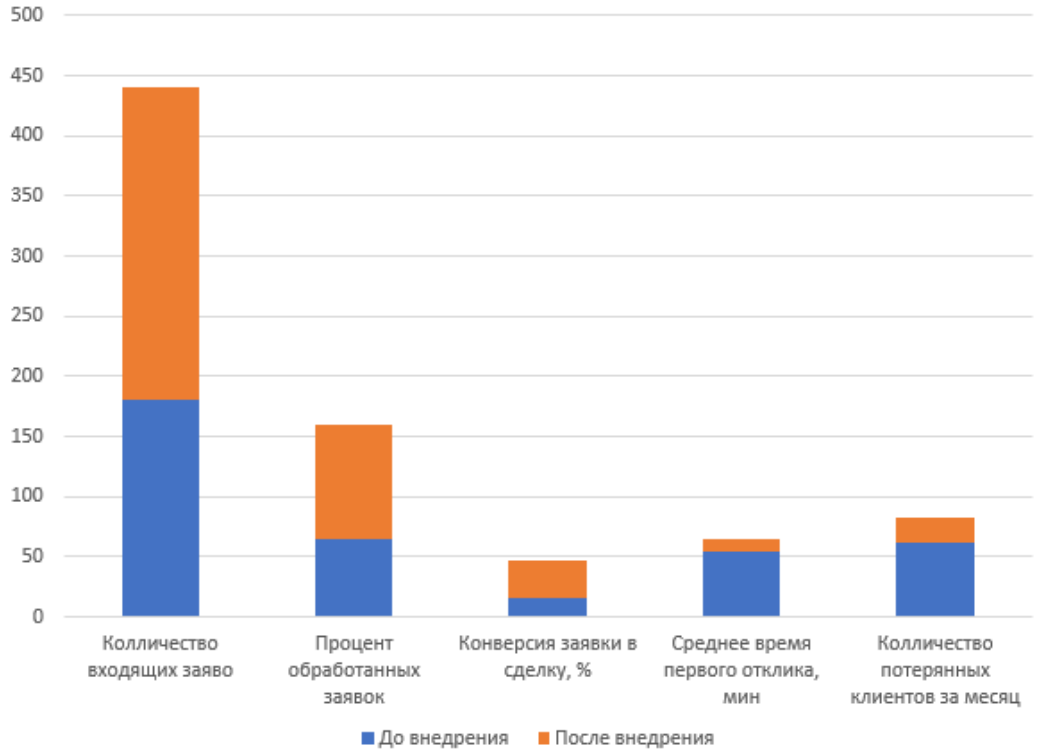


Рис.1. Динамика показателей продаж при использовании amoCRM

Приведённые данные показывают, что внедрение amoCRM позволяет существенно повысить контроль над продажами. Сокращение времени отклика напрямую влияет на первое впечатление клиента и повышает вероятность успешного закрытия сделки. Рост конверсии свидетельствует о более

организованной работе менеджеров, а снижение числа потерянных клиентов указывает на уменьшение влияния человеческого фактора. В итоге компания получает рост выручки без пропорционального увеличения затрат [2].

Дополнительным преимуществом amoCRM является объединение всех каналов коммуникации в одном интерфейсе. Телефония, электронная почта, мессенджеры и формы с сайта становятся частью единой системы. Вся история общения сохраняется, что позволяет менеджерам быстро ориентироваться в запросах клиентов и поддерживать единый стиль общения. Это позволяет формировать более доверительные отношения и повышать лояльность аудитории.

Основные функции amoSRM amoSRM выполняет несколько ключевых функций, которые охватывают весь цикл взаимодействия с клиентами:

Управление клиентской базой: система хранит данные о клиентах, историю взаимодействий и контакты, что позволяет легко отслеживать статус каждого клиента.

Автоматизация продаж и маркетинга: amoSRM помогает планировать задачи, назначать сделки, формировать отчеты и контролировать воронку продаж.

Мониторинг коммуникаций: отслеживаются звонки, письма и встречи, что обеспечивает непрерывный контакт с клиентами и минимизирует риск потери сделки. Эти функции создают базу для улучшения бизнес-процессов и повышения продуктивности команды [3].

Практика использования amoCRM показывает, что система влияет не только на отдел продаж, но и на общую организацию работы компании. Она становится инструментом контроля, планирования и анализа, что особенно важно для руководителей. Благодаря отчётам и статистике появляется возможность оценивать эффективность работы сотрудников и корректировать стратегию развития. Для более наглядного отображения практического влияния amoCRM на бизнес-процессы целесообразно представить основные эффекты в табличной форме (табл.1) [4].

Таблица 1

Практическое влияние amoCRM на ключевые бизнес-процессы

Направление деятельности	Возможности amoSRM	Результат для бизнеса
Продажи	Воронка сделок, автоматизация напоминаний	Рост конверсии и стабильности продаж
Управление персоналом	Отчёт по активности менеджеров	Повышение дисциплины и ответственности
Работа с клиентами	Хранение истории коммуникаций	Улучшение качества сервиса
Направление деятельности	Возможности amoSRM	Результат для бизнеса
Аналитика и планирование	Анализ источников заявок и этапов воронки	Более точные управленческие решения

Масштабирование бизнеса	Быстрое добавление сотрудников и сделок	Устойчивый рост без потери контроля

Данные, представленные в таблице, показывают, что amoCRM формирует единую управленческую среду. Руководство получает объективную картину происходящего в компании, что позволяет своевременно выявлять проблемы и принимать обоснованные решения. Это особенно важно в условиях роста бизнеса, когда ручное управление перестаёт быть эффективным. В итоге снижается зависимость от отдельных сотрудников и формируется стабильная модель работы [4].

Кроме того, amoCRM способствует формированию долгосрочной стратегии развития. Накопленные данные позволяют анализировать поведение клиентов, оценивать эффективность маркетинговых каналов и прогнозировать результаты продаж. Это позволяет компании более уверенно планировать своё развитие и адаптироваться к изменениям рынка.

Преимущества использования amoSRM перед аналогами представлены в табл.2.

Таблица 2

Преимущества amoSRM

Параметр	amoSRM	Аналоги
Простота внедрения	Высокая	Средняя/низкая
Гибкость настройки	Высокая	Средняя
Стоимость	Доступная	Средняя/Высокая
Окупаемость инвестиций	Быстрая	Средняя

Вследствие этого amoSRM становится привлекательным вариантом как для небольших компаний, так и для крупных организаций, где важна скорость внедрения и адаптация под бизнес-процессы.

Заключение

Рассмотрение влияния amoCRM на бизнес позволяет сделать вывод о её значительной роли в системе управления компанией. Использование данной CRM-системы способствует упорядочиванию продаж, повышению прозрачности работы персонала и улучшению качества взаимодействия с клиентами. Это позволяет бизнесу более эффективно использовать ресурсы, снижать риски и быстрее реагировать на изменения внешней среды. В итоге amoCRM становится важным инструментом повышения конкурентоспособности и формирования устойчивых условий для дальнейшего развития компании.

Список литературы

1. Автоматизация бизнес-процессов компаний в соответствии с концепцией CRM: коллективная монография / под. ред. Е.В. Буновой. - М.: Перо, 2017 - 134 с.

2. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства. Монография / Воронеж, 2019. - 117 с.

3. Сьоре Э. Проектирование и реализация систем управления базами данных. - М.: ДМК-Пресс, 2021 - 466 с.

4. Мочалин С. М., Шамис В. А. Управление заказами на предприятии использованием автоматизированной CRM-системы//Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016- № 4 (апрель). - с.1 -7

References

1. Automation of business processes of companies in accordance with the CRM concept: a collective monograph / edited by N. E.V.N. Bunova. Moscow: Pero, 2017 - 134 p.

2. Zhidko E.A., Leonov P.M., Popova E.S. Development of a model for identifying the conflict component and a method for situational management of information resources of an information and telecommunications system of a critically important object in the context of information warfare. Monograph / Voronezh, 2019. 117 p.

3. Siore E. Design and implementation of database management systems. Moscow: DMK-Press, 2021 - 466 p.

4. Mochalin S. M., Shamis V. A. Managing orders at an enterprise using an automated CRM system//Scientific and methodological electronic journal "Concept". – 2016- No. 4 (April). - pp.1-7

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_373-381
УДК 656.073

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОПРОСОВ ОХРАНЫ ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Казбанова И.М., *канд. биол. наук, доцент*
Щербинин Е.Р., *преподаватель*
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В данной работе рассматриваются очень важные эленменты,вхолящие в структуру организации безопасных условий труда водителей транспортных средств и работников транспортной сферы, что безусловно является связующим звеном в обеспечении и реализации требований экологической безопасности, предъявляемым кавтомобильному транспорту, являющемуся источником негативного воздействия не только на окружающую среду,но и на здоровье человека вцелом,что проявляется в выбросах в атмосферный воздух не только выхлопных газов, но и загрязняющих веществ и тяжелых металлов. Следовательно, в качестве первоочередных мер намипредлагается разработать новые решения по минимизации всех негативных последствий. Целью предлагаемой нами работы является не только выявление ключевых проблем связаных с обеспечением безопасных условий труда водителей автотранспортных средств, но и предложить наиболее преемлемыеподходы, которые в данный момент времени будут важными в решении вопросов по обеспечению не только безопасностиводителей, но и экологичности автомобильных перевозок.*

Ключевые слова: *охрана труда, экологическая безопасность, автомобильный транспорт, промышленная безопасность, выхлопныегазы, тяжелыеметаллы. загрязнители среды, экологические системы.*

CURRENT TRENDS IN REGULATING OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY AND ENVIRONMENTAL SAFETY ISSUES DURING THE OPERATION OF MOTOR VEHICLES

Kazanova I.M., *PhD in Biology.of Sciences, Associate Professor*
ShcherbininE.R., *teacher*
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. *This paper examines critical elements of the organization's framework for ensuring safe working conditions for drivers and transport workers. This*

© Казбанова И. М., Щербинин Е. Р., 2026

framework is crucial for ensuring and implementing environmental safety requirements for road transport, which has a negative impact not only on the environment but also on human health, manifested in emissions of exhaust gases, pollutants, and heavy metals. Therefore, as a priority, we propose developing new solutions to minimize all negative consequences. The goal of this paper is not only to identify key issues related to ensuring safe working conditions for drivers but also to propose the most appropriate approaches that are currently important for addressing issues related to driver safety and the environmental friendliness of road transport.

Keywords: *occupational safety, environmental safety, motor transport, industrial safety, exhaust gases, heavy metals, environmental pollutants, ecological systems.*

Введение

Профессия водителя автотранспортного средства сопряжен не только с рисками, но и профессиональными факторами непосредственным образом,влияющими на физическое и психоэмоциональное здоровье водителей. В ланной работе нами выделяютсяосновополагающие факторы, прямо влияющие на условия трудаволителей. Известно, что. многочасовое пребывание водителей в сидячем положении, монотонность движений, необходимость постоянного контроля дорожной обстановки способствуют развитию заболеваний опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой системы, а также вызывают утомление и снижение концентрации [1]. Очень часты также стрессовые ситуации, возникающие на маршрутах управления транспортным средством и агрессивное поведение других участников дорожного движения. Сжатые сроки доставки грузов и пассажиров, а также давлениесо стороны работодателей непосредственным образом могут привести к развитию не только профессиональных заболеваний различной степени тяжести, но и вызывать расстройство нервной системы и провоцировать неврозы и депрессии [4]. Важны также факторы, влияющие на уровень работоспособности-это ненормированный рабочий день, отсутствие достаточного времени для сна и восстановления организма после продолжительного рабочего дня ,но и осуществление перевозок в ночное время , что вызывает хроническую усталость, снижает работоспособность и повышает вероятность риска возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП) [5].Все вышеизложенное нами должно рассматриваться как вредные производственные факторы, которые в любой момент времени могут стать опасными, что негативным образом будет влиять на уровень работоспособности водителей.

Не только специфические факторы, но и организационные и технические меры влияют на минимизациюрисков: следует также выделитьи регулярное техническое обслуживание автотранспортного средства, своевременный ремонт и использование современных систем безопасности (ABS, ESP, подушки безопасности), ноособого рассмотрения в обеспечении безопасности водителя заслуживаетвопрос,касающийся состояния шин и осветительных приборов на

транспортном средстве. [6]. Необходимо также отметить, что снижению травматизма и заболеваемости при организации любого трудового процесса способствует проведение различных видов инструктажей. Их проведение и обучение безопасным методам труда, информирование о правилах дорожного движения и требованиях охраны труда – все это способствует формированию культуры безопасности среди работников. Важная роль в достижении высокого уровня работоспособности играют периодические медицинские осмотры водителей, что позволяет своевременно выявлять заболевания и принимать меры по их лечению или профилактике. Создание благоприятных условий труда при эксплуатации автотранспортных средств обеспечивается нетолько за счет улучшенной комфортной среды обитания, но и в оказании психологической поддержки водителям,что благоприятно воздействует не только на снижение стрессовых ситуации,но повышает уровень работоспособности водителей транспорптных средств [7].

Основная часть

Динамика автотранспортных правоотношений показывает, что за последние 5 лет в транспортной сфере наблюдается ряд положительных тенденций, направленных на улучшение условий труда водителей и повышение уровня их безопасности: Этому способствует ряд организационно-технических мероприятий , таких как использование систем помощи водителю (ADAS) в виде адаптивного круиз-контроля и системы удержания в полосе движения,а также использование автоматического экстренного торможения, что позволяет снижать нагрузку на водителя и обеспечивать безопасность движения на всем пути следования автотранспортного средства. [8]. Использование систем GPS-мониторинга, тахографов, а также цифровых платформ для планирования маршрутов и контроля рабочего времени позволяет оптимизировать нагрузку на водителей, контролировать соблюдение режима труда и отдыха, а также оперативно реагировать на возможные экстренные ситуации [9]. Эргономика рабочего места обеспечивается за счет улучшения дизайна кабин, использования более комфортных сидений, а также регулировка руля и педалей, применение шумоизоляционных материалов – все это способствует созданию комфортных эргономических условий на рабочем месте. Следует отметить, что в настоящее время разрабатываются программы направленные на поддержание здоровья водителей, в которые вхолит и доступ к медицинским учреждениям, фитнес-центрам и психологическая поддержка, являющаяся важнейшим элементом системы охраны труда на предприятиях автомобильного транспорта. [10]. Особого рпассмотрения требует вопрос, касающийся совершенствования законодательной базы, регулирующей вопросы охраны труда на автомобильном транспорте. При этом следует уделить особое внимание нормама рабочего времени, требованиям к техническому состоянию транспортных средств и порядку проведения регулярных медицинских осмотров, что будет способствать повышению общего уровня безопасности при эксплуатации транспортных средств. При рещении вопросов охраны труда остается очень много нерешенных

проблем, которые требуют строгого контроля за фактическим временем работы и отдыха водителей, что является существенным фактором риска [5]. В некоторых сегментах автомобильного транспорта (например, в сфере малого бизнеса или в регионах с низким уровнем экономического развития) наблюдается высокий процент изношенных транспортных средств, что повышает риск ДТП и аварий., что на сегодняшний день является нерешенной проблемой. Отсутствие обязательного регулярного повышения квалификации водителей и обучения новым технологиям является большой угрозой снижения уровня безопасности. Постоянное давление со стороны работодателей, низкий уровень оплаты труда в некоторых случаях и агрессивное поведение на дорогах приводят к профессиональному выгоранию водителей, что также на сегодняшний день является очень важной проблемой, которую необходимо решать безотлагательно. Для устранения вышеизложенных нами недостатков нами придлагается усиление контроля за соблюдением не только режима труда, но и ужесточение не только контроля, но и режим труда водителей для чего предлагается использовать современные цифровые технологии и ужесточение ответственности за нарущениетренбований и норм по безопасным методам труда. Для достижения вышеизложенного предлагается решение следующих задач:

1. Стимулирование обновления автопарка через государственные программы поддержки, субсидирование лизинговых схем и внедрение более строгих экологических и технических стандартов

2. Разработка и внедрение обязательных программ повышения квалификации водителей, включающих обучение современным технологиям, методам безопасного вождения и навыкам стрессоустойчивости.

3.Развитие психологической поддержки водителей, создание программ по профилактике выгорания и стресса, а также повышение престижа профессии. [10]

Вопросы обеспечения безопасных условий труда и экологической безопасности при эксплуатации транспорта являются неотъемлемой частью для обеспечения безопасности на транспорте вцелом. Известно, что автомобильный транспорт является одним из основных источников загрязнения окружающей среды, оказывая влияние на все компоненты экосистемы, а именно атмосферный воздух, растительные сообщества, почвы и водные объекты. Максимальное количества загрязнителей атмосферного воздуха присутствует в крупных городах и на крупных автомагистралях, расположенных в непосредственной близости к лесным массивам. При эксплуатации автомобильного транспорта в атмосферу выбрасываются оксиды азота, образующиеся в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания при работе автомомбилей в результате в атмосферном воздухе образуется смог и происходит постепенное разоушение озонового слоя.(3).Оксиды углерода приводят к образованию в атмосфере угарного газа, который явяетсятокесичным и опасным для человека и растительных сообществ веществом, являющимся основным парниковым газом который отвечает за

глобальное потемпление на планете (11).При эксплуатации транспортных средств также образуются несгоревшие углеводороды,способствующие образованию фотохимического смога и имеющие канцерогенный эффект.Дизельные двигатели выделяют в атмосферу макроскопические частицы сажи, которые опасны для живых существ. (3). Большегрузные автомобили выбрасывают в атмосферу диоксид серы, который образуется при сжигании топлива с высоким содержанием серы, что приводит к образованию кислотных дождей. Эксплуатация автотранспортных средств связана с повышенным уровнем шума. В основном это постоянный шум, исходящий от двигателей, шин и аэродинамических процессов. Такимобоазом создается дискомфорт для человека, приводящий к снижению не только уровня работоспособности, но и может вызывать сердечно-сосудистые заболевания (2).

Нельзя не отрицать и негативное воздействие на водные ресурсы, что проявляется в утечке масел, топлива, антифриза, а также смыва загрязняющих веществ с дорожного покрытия во время дождей.Все это попадает в поверхностные и грунтовые воды, загрязняя их и нанося непоправимый вред водным экосистемам, приводя в гибели водных биогеоценозов.

При эксплуатации автотранспортных средств образуются твердые и жидкие отходы. Утилизация отработанных шин, аккумуляторов, масел, автозапчастей и других технических материалов порождает значительные объемы опасных отходов, требующих специальной обработки и утилизации (12).

Следует также отметить и роль современных научных технологий в минимизации негативных последствий возникающих при эксплуатации автотранспортных средств.К новейшим в этой области технологиям следует отнести двигатели внутреннего сгорания нового поколения,которые оснащаются сложными системами нейтрализации отработанных газов.К ним относятся каталитические нейтрализаторы,сажевые фильтры для дизельных двигателей и системы селективной каталитической нейтрализации с использованием реагентов для снижения выбросов в окружающую среду.(13).

Гибридные технологии, сочетающие двигатель внутреннего сгорания в электродвигателе, которые используются очень широко в настоящее время, позволяют значительно снизить расход топлива, а также выбросы вредных веществ особенно в городских условиях с частыми остановками и разгонами. В мире очень широко ислпользуютсяэлектромобили, которые не производят выбросов в месте эксплуатации, что является идеальным решением для улучшения качества воздуха в городах. Широко используется водородный транспорт на топливных элементах, кторый является очень перспективным в настоящее время и недостатков которого является развитие производства водорода и создание соответствующей инфраструктуры. Для минимизации всех вредных воздействий в настоящее время в мире применяются альтернативные виды топлива, полученные из растительного сырья. Использование сжиженного газа и природного газа также снижает выбросы углекислого газа и твердых частиц.При обеспечении экологической безопасности на автомобильном

транспорте возникаютпроблемы,связанные с высокой стоимостью перехода на новые технологии и развитие зарядной и заправочной инфрвструктуры.Не маловажное значение в настоящее время приобретает проблема утилизации отходов автотранспортной деятельности.Для этого необходима обязательная государственная поддержка и субсидирование приобретения экологически чистых транспортных средств, а также внедрение эффективных технологий утилизации отходов транспортной деятельности с последующей их переработкой.К важнейшим путям рещения проблемы также относятся исследовательские работы по оценке полного жизненного цикла транспортных средств с разработкой решений для снижения их экологического следа. (12).

Выводы

Анализ современных тенденций регулирования вопросов охраны трула и экологической безопасности на транспорте показывает, что в настоящее время охрана труда и экологическая безопасность на автомобильном транспорте тесно взаимосвязаны и часто являются двумя сторонами одной медали.К наиболее действенным путям решения этой проблемы следует отнести:

1.Снижение выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, что значительно снизит риски развития заболеваний онкологического и респираторного характера у водителей и жителей городов. (3)

2.Необходим переход на газ или биотопливо с использованием систем нейтрализации отработавших газов, что значительно улучшит не только экологические показатели, но и приведет к снижению концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны водителей.

3.Для снижения повышенных уровней шума и вибрации на рабочих местах применение шумоизоляции кабин водителей будет способствовать одновременно и снижению шумовой нагрузки на организм водителя и на окружающую среду жилых зон.

4. Применение двигателей соответсвующих современным экологическим стандартам, которые работают гораздо тише и с меньшим уровнем вибрации позволит минимизировать вредное воздняйствие не только на организм водителя, но и на окружаюшую среду. (2)

5.Повышение энергоээффективности и топливной эффективности транспортных средств приведет к снижению расхода топлива и снижению выбросов парниковых газов. (11)

6.Утилизация отходов за счет внедрения систем переработки отработанных масел, шин, аккумуляторов не только снижает количество опасных для окружающей среды отходов, но и спосоствует обеспечению безопасных условий труда. (12).

7.Очень важным для оздоровления окружающей среды является использование техники, которая способствует минимизации выбросов, снижению уровня вибрационного воздействия, к которой относятся электромобили, что также будет благоприятно влиять на условия труда водителей. (14)

8. Внедрение технологий, направленных на повышение безопасности дорожного движения, параллельно будут благоприятно влиять на безопасность водителей и снижать расход не только топлива, но и выбросов в атмосферу. (8).

9.Для обеспечения экологической безопасности в автотранспортной сфере и безопасных условий труда внедрение в производственный процесс единой системы менеджмента качества, экологии и охраны труда позволит комплексно управлять всеми рисками и воздействиями.

Многие крупные транспортные компании внедряют интегрированный подход. Например, электромобили и гибридные транспортные средства, инвестируют в обучение водителей навыкам эко-вождения, оптимизируют маршруты для снижения пробега и расхода топлива. Все это позволяет им не только снизить экологический след, но и улучшить условия труда водителей, снизить уровень шума и вибрации и сэкономить денежные средства на топливе. Активно работают над снижением выбросов выхлопных газов, снижением уровня шума и вибрации в новых моделях, разрабатывают более эргономичные кабины. Это является прямым следствием не только требований экологического законодательства, но и необходимости обеспечения безопасности и комфорта водителей. Строятся современные мусороперерабатывающие заводы, внедряются автоматизированные линии сортировки, заботятся о безопасности труда своих сотрудников, используя современную технику и средства индивидуальной защиты. [12]

Анализ текущей ситуации показывает, что вопросы охраны труда и экологической безопасности на автомобильном транспорте требуют комплексного и системного подхода. Проблемы, связанные с тяжелыми условиями труда водителей, профессиональными заболеваниями, а также с загрязнением атмосферы, шумовым и водным воздействием, требуют пристального внимания и скоординированных действий.

Ключевыми факторами успешного решения этих проблем являются:1) Развитие и внедрение нового поколения двигателей, электромобилей, водородного транспорта, а также современных систем безопасности и помощи водителю. 2) Необходимость постоянного совершенствования законодательной базы, установления строгих стандартов и эффективного контроля за их соблюдением. 3) Предоставление льгот, субсидий и других мер поддержки для предприятий, инвестирующих в безопасность и экологичность. 4) Ответственное отношение бизнеса к своим сотрудникам и окружающей среде, внедрение систем менеджмента и развитие корпоративной культуры. 5) Активная позиция граждан, повышение их осведомленности и выбор в пользу экологически чистых и безопасных решений.

В контексте глобальных вызовов, таких как изменение климата и необходимость перехода к устойчивому развитию, роль автомобильного транспорта в создании более безопасной, здоровой и чистой среды становится еще более значимой. Решение современных вопросов охраны труда и экологической безопасности на автомобильном транспорте – это не просто

задача отрасли, но и одно из ключевых условий устойчивого развития всего общества.

Список литературы

1. Смирнов А. В., Иванов П. Н. Профессиональные заболевания водителей автотранспорта: причины, профилактика, лечение. — Москва: Медицына, 2021. — 256 с.

2. Петров С. И. Влияние шума и вибрации на организм водителя. — Санкт-Петербург: Политехника, 2020. — 184 с.

3. Волков А. А., Коваленко Е. А. Транспортная экология: учебник. — Москва: Академия, 2022. — 304 с.

4. Кузнецов Д. Е. Психологические аспекты работы водителя: стресс, усталость, безопасность. — Москва: Инфра-М, 2023. — 192 с.

5. Закон Российской Федерации «О безопасности дорожного движения» (с изменениями и дополнениями). URL: [URL официального законодательного портала] (дата доступа: 10.04.2026).

6. Технические регламенты Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств». URL: [URL официального законодательного портала] (дата доступа: 10.04.2026).

7. Охрана труда на автомобильном транспорте: учебник / под ред. В. С. Ковалева. - Москва: Форум, 2022. - 448 с.

8. Мамаев, К. С. Системы помощи водителю (ADAS) как фактор повышения безопасности и комфорта. // Вестник транспортных наук. - 2023. - № 2. - с. 45-52.

9. Цифровизация транспортной отрасли: современные решения и перспективы. // Материалы научно-практической конференции. – Москва: Издательство МАДИ, 2022. – 120 с.

10. Степанова, О. Ю. Психологическое благополучие водителей: пути его улучшения. // Вестник психологии и педагогики. – 2021. – № 3. – с. 78-85.

11. Международная энергетическая политика и изменение климата. // Доклад Международного энергетического агентства. – 2024. URL: [URL официального сайта МЭА] (дата обращения: 10.04.2026).

12. Управление отходами в транспортной отрасли: современные подходы и технологии. // Сборник научных работ. – Новосибирск: Наука, 2023. – 210 с.

13. Европейские стандарты выбросов для транспортных средств. URL: [URL официального сайта Европейского агентства по окружающей среде] (дата обращения: 10.04.2026).

14. Электротранспорт: настоящее и будущее. // Аналитический отчет. – М.: Фонд «Сколково», 2023. – 95 с.

References

1. Smirnov A. V., Ivanov P. N. Occupational diseases of road transport drivers: causes, prevention, treatment. - Moscow: Meditsina, 2021. - 256 p.

2. Petrov S. I. The influence of noise and vibration on the driver's body. - St. Petersburg: Politekhnika, 2020. - 184 p.

3. Volkov A. A., Kovalenko E. A. Transport ecology: a textbook. - Moscow: Academy, 2022. - 304 p.

4. Kuznetsov D. E. Psychological aspects of driver work: stress, fatigue, safety. - Moscow: Infra-M, 2023. - 192 p.

5. Law of the Russian Federation "On Road Safety" (with amendments and additions). URL: [URL of the official legislative portal] (date of access: 10.04.2026).

6. Technical Regulations of the Customs Union TR CU 018/2011 "On the Safety of Wheeled Vehicles". URL: [URL of the official legislative portal] (date of access: 10.04.2026).

7. Occupational Safety in Road Transport: textbook / edited by V. S. Kovalev. - Moscow: Forum, 2022. - 448 p.

8. Mamaev, K. S. Driver assistance systems (ADAS) as a factor in improving safety and comfort. // Bulletin of Transport Sciences. - 2023. - No. 2. - pp. 45-52.

9. Digitalization of the transport industry: modern solutions and prospects. // Proceedings of the scientific and practical conference. – Moscow: MADI Publishing House, 2022. – 120 p.

10. Stepanova, O. Yu. Psychological Well-Being of Drivers: Ways to Improve It. // Bulletin of Psychology and Pedagogy. – 2021. – No. 3. – pp. 78-85.

11. International Energy Policy and Climate Change. // Report of the International Energy Agency. – 2024. URL: [URL of the official IEA website] (accessed on 10.04.2026).

12. Waste Management in the Transport Industry: Modern Approaches and Technologies. // Collection of Scientific Papers. – Novosibirsk: Nauka, 2023. – 210 p.

13. European Emission Standards for Vehicles. URL: [URL of the official website of the European Environment Agency] (accessed on 10.04.2026).

14. Electric Transport: Present and Future. // Analytical Report. Moscow: Skolkovo Foundation, 2023. – 95 p.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_382-386
УДК 331.4

НЕГАТИВНЫЕ СОЦИАЛЬНЫЕ И КОММУНАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОТ ПАРКОВКИ ЛЕГКОВОГО АВТОТРАНСПОРТА НА ПРИДОМОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ И СЕЛИТЕБНОЙ ЗАСТРОЙКИ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Асминин В.Ф., *д-р техн. наук, профессор*
Гонца А.С., *преподаватель*
Колосова Е.С., *ассистент*
Трощенко Р.В., *студент*
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. Актуальность данной проблемы связана с негативными социальными и коммунальными последствиями от парковки легкового автотранспорта на придомовых территориях и селитебной застройки. Цель работы – анализ проблем парковки легковых автомобилей на придомовых территориях и поиск путей ограничения въезда и парковки на придомовых территориях, увеличения количества парковочных мест, оптимизации придомовых территорий. Теоретическая значимость работы заключается в систематизации научных подходов к решению данной проблемы. Практическая значимость работы заключается в том, чтобы показать, как последствия от парковки легковых автомобилей на придомовых территориях уже были устранены.

Ключевые слова: автомобиль, парковочное место, селитебная застройка, жилая зона, придомовая территория, социальные последствия, коммунальные последствия.

NEGATIVE SOCIAL AND COMMUNAL CONSEQUENCES OF PARKING CARS IN RESIDENTIAL AREAS AND POSSIBLE WAYS TO ELIMINATE THEM

Asminin V.F., *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Gontsa A.S., *Lecturer*
Kolosova E.S., *Assistant*
Troshchenko R.V., Student
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. The relevance of this problem is related to the negative social and communal consequences of parking cars in residential areas and residential buildings.

© Асминин В. Ф., Гонца А. С., Колосова Е. С., Трощенко Р. В., 2026

The purpose of this work is to analyze the problems of parking cars in residential areas and to find ways to limit the entry and parking of cars in residential areas, increase the number of parking spaces, and optimize residential areas. The theoretical significance of this work is to systematize scientific approaches to solving this problem. The practical significance of this work is to show how the consequences of parking cars in residential areas have already been eliminated.

Keywords: car, parking space, residential development, residential area, adjacent territory, social consequences, and communal consequences.

Современные российские города переживают сложный период автомобильной лихорадки. Рекордные продажи автомобилей, увеличение количества семей с двумя и более автомобилями. Всё это приходится на жилые кварталы, которые проектировались по нормам 20-30-летней давности, когда автомобилей на дорогах было в разы меньше. Проблема парковки на придомовых территориях и в зонах селитебной застройки (то есть в районах жилья) давно перестала быть просто бытовым неудобством. Она переросла в острый социальный конфликт и стала причиной заполнения дворового пространства автомобилями.

Ограниченность мест парковки неизбежно порождает напряженность между жильцами из-за «занятого» места. Конфликты между соседями стали привычным фоном жизни. Как отмечают эксперты, в условиях дефицита споры о праве на парковку могут обостряться до крайностей — от перекрытия выездов до порчи имущества. Такие условия вынуждают водителей тратить дополнительное время на поиск места после работы, что повышает уровень стресса и снижает качество жизни. В попытках защитить своё место, жители прибегают к незаконным методам: устанавливают цепи, ограждения, бетонные блоки. Для таких случаев Верховный суд РФ четко определил, что такие действия являются самоуправством и доступ к дворовой парковке не может быть ограничен.

Наиболее острое противостояние проявляется между водителями и другими жильцами, чьи интересы ущемляются. В Улан-Удэ жители двух домов, пытаясь обезопасить детей, установили ворота, ограничивающие сквозной проезд, что вызвало конфликт с соседями из ближайшего ЖК, для которых этот путь был самым удобным. Такая ситуация типична: машины, стоящие на тротуарах вплотную к детским площадкам, создают прямую угрозу безопасности. Автомобили, маневрирующие вблизи песочниц и качелей, превращают дворы в зону повышенного риска. В Сергиевом Посаде жители дома №20 также столкнулись с ситуацией, когда из-за отсутствия парковочных карманов владельцы автомобилей были вынуждены парковаться прямо у дома, рядом с детской площадкой, тем самым создавая опасность.

Если социальные последствия бьют по качеству общения и безопасности, то коммунальные — по физическому состоянию среды и работе служб. Блокирование проезда спецтехники и экстренных служб является самым

опасным аспектом стихийной парковки. Внутри дворовые проезды, заставленные автомобилями, становятся непреодолимым препятствием для проезда пожарных машин и карет скорой помощи. В Воронеже эксперты констатировали трагические случаи, когда из-за забитых автомобилями дворов медики не успевали к пациенту. Знаки и нанесенная разметка не всегда помогают: водители часто игнорируют предписания, паркуя автомобили там, где удобно им, а не там, где безопасно для всех.

Нехватка мест вынуждает водителей штурмовать бордюры. Парковка на газонах стала настолько массовым явлением, что понятие «зеленая зона» во многих дворах исчезло полностью. В Рязани жители жалуются, что автомобили, брошенные прямо на проходных дорожках и газонах, делают невозможным проход с колясками, а в непогоду ещё и создают грязь. Власти пытаются бороться с этой проблемой применяя штрафы или массовую эвакуацию автомобилей, но, к сожалению, вопрос отсутствия места остаётся открытым. В результате дворы либо превращаются в грязное месиво из земли и асфальта, либо хаотично закатываются в бетон самими жильцами без учета норм озеленения.

Интенсивное движение во дворах, для которых проектная нагрузка не рассчитывалась на большое количество припаркованных автомобилей, ведет к быстрому разрушению дорожного покрытия. Кроме того, плотно припаркованные автомобили мешают коммунальным службам убирать территорию. Зимой это сугробы, которые не дают спокойно ходить жильцам и нередко становятся причиной травм, так как снегоуборочная техника не может проехать во двор и маневрировать. Летом — пыль и грязь скапливаются под колесами машин, и их невозможно вымести.

Решение данной проблемы требует комплексного подхода, включающего как административные, так и инженерные меры. Опыт разных городов показывает несколько эффективных направлений.

Правовые и организационные меры — воля жителей, оформленная юридически. Собственники вправе распоряжаться своим земельным участком. Для упорядочивания парковки необходимо провести общее собрание и принять решение о том, как именно будет использоваться придомовая территория.

В первую очередь необходимо легализовать парковки и ограничить доступ. Жители могут утвердить схему движения и размещения машин. Это позволит превратить стихийную парковку в организованную. Например, можно нанести разметку, что способно увеличить количество мест на 5-10%. Самый действенный способ борьбы с «чужими» машинами — установка шлагбаумов. Как показывает практика в г. Москва и других городах, существуют как самостоятельные способы организации (через собрание), так и городские программы, помогающие жителям установить ограждения. Также необходимо бороться с нарушениями. Важно фиксировать нарушения (парковка на газонах, перекрытие проездов) и сообщать о них в жилинспекцию или ГИБДД, так как штрафы служат сдерживающим фактором.

Инженерные и планировочные решения играют огромные роль. В условиях плотной застройки можно найти резервы. Вместо хаотичной парковки можно обустроить «карманы» с правильной геометрией. Использование компактных машиномест, диагональная парковка позволяют вместить больше автомобилей на той же площади, таким образом происходит оптимизация пространства.

Многоуровневые и подземные паркинги является радикальным и дорогим решением. Эксперты отмечают, что потребности жителей может удовлетворить многоуровневый подземный паркинг. Однако цена машино-мест зачастую оказывается неподъемной для жителей комфорт- и эконом-класса. Тем не менее, застройщики при возведении новых ЖК чаще закладывают такие решения в проекты, чтобы сохранить концепцию «двор без машин».

Например, в г. Воронеж на улице Ворошилова 10/1 ЖК «Парад планет» предусмотрены подземные и надземные парковки. Построена трехуровневая подземная автостоянка, рассчитанная на 402 машиноместа. Располагается она под дворовой территорией и жилыми домами. Въезд и выезд осуществлён по одной двухпутной рампе, выгороженной от этажей стоянки противопожарными преградами.

Использование прилегающих территорий часто встречается в практике жителей. Так, например, в Сергиево-Посадском округе администрация совместно с жителями нашла выход, легализовав уже существующую стихийную парковку на газоне за домом, отсыпав ее щебнем и обустроив. Это временное, но действенное решение для снятия остроты проблемы.

Для решения проблем на уровне города необходимо пересматривать нормативы проектирования. В регионах должны действовать актуальные правила землепользования и застройки (ПЗЗ), обязывающие застройщиков создавать достаточное количество машино-мест. Хотя норматив в 350 мест на 1000 жителей существует, его часто приходится пересматривать в сторону увеличения с учетом реального уровня автомобилизации. Концепция «двор без машин» в новых жилых комплексах все больше применяется, где парковка выносится за пределы двора (в подземные или отдельные многоуровневые паркинги), а внутренняя территория становится полностью пешеходной и зеленой — настоящим «зеленым садом» для отдыха и игр, тем самым снизив социальные и коммунальные проблемы. Косвенно проблема парковок решается через создание удобной альтернативы личному авто, через развитие общественного транспорта. Как подчеркивают эксперты, город должен существовать для людей, и чем доступнее и комфортнее будет общественный транспорт, тем меньше будет желающих ежедневно искать место во дворе.

Негативные последствия от бесконтрольной парковки в жилых зонах — это системная проблема. Возвращение дворов детям, пешеходам, пожилым и населению с ОВЗ, обеспечение безопасных проездов для экстренных служб — это жизненная необходимость. Путь к этому лежит через диалог соседей, внедрение разумных ограничений и, главное, через смену градостроительной

парадигмы: отказ от парковки в пользу многоуровневых паркингов и качественного общественного транспорта. Только тогда городское пространство перестанет быть «царством машин» и снова станет комфортным для жизни людей.

Список литературы

1. Трофименко, Ю. В. Транспортное планирование : формирование эффективных транспортных систем крупных городов / Ю. В. Трофименко, М. Р. Якимов. – Москва : Издательский дом "Логос Пресс", 2013. – 464 с. – ISBN 978-5-98704-709-5. – EDN RXRREL.

2. Расцветова, Е. А. Организация автомобильных парковок в условиях городской застройки / Е. А. Расцветова // Информационная среда вуза (см. в книгах). – 2017. – № 1(24). – С. 197-200. – EDN ZULHUV.

3. Якимов, М. Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов / М. Р. Якимов. – Москва : ООО "Издательская группа "Логос", 2013. – 188 с. – ISBN 978-5-98704-729-3. – EDN RXRQZV.

References

1. Trofimenko, Yu. V. Transport Planning: Forming Effective Transport Systems of Large Cities / Yu. V. Trofimenko, M. R. Yakimov. – Moscow : Logos Press Publishing House, 2013. – 464 p. – ISBN 978-5-98704-709-5. – EDN RXRREL.

2. Rastsvetova, E. A. Organization of Car Parking in Urban Development Conditions / E. A. Rastsvetova // Information Environment of a University. – 2017. – No. 1(24). – P. 197–200. – EDN ZULHUV.

3. Yakimov, M. R. Transport Planning: Creating Transport Models of Cities / M. R. Yakimov. – Moscow : LLC “Publishing Group ‘Logos’”, 2013. – 188 p. – ISBN 978-5-98704-729-3. – EDN RXRQZV.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_387-392
УДК 331.45

ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ ОХРАНЫ ТРУДА ВОДИТЕЛЕЙ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Гонца А.С., *преподаватель*
Асминин В.Ф., *д-р техн. наук, профессор*
Колосова Е.С., *ассистент*
Стародубцев Е.Н., *студент*
Аксенова М.А., *студент*
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. Актуальность данной темы связана с высоким уровнем риска развития заболеваний в сфере грузоперевозок. Цель работы — анализ проблем соблюдения водителями норм труда и отдыха водителей большегрузного транспорта, выработка методик по снижению развития профессиональных заболеваний. Теоретическая значимость работы заключается в систематизации научных подходов к обеспечению безопасности труда. Практическая значимость заключается в формировании рекомендаций и составлению методик по совершенствованию контроля и исполнения режимов труда, отдыха, состояния здоровья и условий рабочего места водителей.

Ключевые слова: транспортное средство, условия труда, напряжённость трудового процесса, грузовые перевозки, участники движения, режим труда и отдыха, водитель грузового автомобиля.

PROBLEMS WITH MONITORING THE SAFETY OF HEAVY-DUTY VEHICLE DRIVERS

Gontsa A.S., L*ecturer*
Asminin V.F., *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Kolosova E.S., *Assistant*
Starodubtsev E.N., S*tudent*
Aksenova M.A., *Student*
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. The relevance of this topic is associated with the high risk of developing health disorders in the field of freight transportation. The aim of the study is to analyse the challenges of ensuring that heavy-vehicle drivers comply with working and rest regulations, and to develop methodologies for reducing the incidence of occupational diseases. The theoretical significance of the work lies in systematising

© Гонца А. С., Асминин В. Ф., Колосова Е. С., Стародубцев Е. Н., Аксенова М. А., 2026

scientific approaches to occupational safety. The practical significance consists in formulating recommendations and developing methodologies to improve the monitoring and implementation of work and rest schedules, as well as assessing drivers' health status and working conditions.

Keywords: vehicle, working conditions, labour intensity, freight transportation, road users, work and rest schedule, heavy-vehicle driver.

Тема статьи представляет собой освещение и изучение комплекса проблем, затрагивающий вопросы не только безопасности дорожного движения, но и сохранения здоровья граждан и минимизации рисков развития профессиональных заболеваний в данной сфере деятельности. Актуальность исследования обусловлена тем, что значительную долю грузовых перевозок в логистической системе Российской Федерации занимает грузовой автомобильный транспорт. Проблема заключается в недостаточной эффективности существующих механизмов контроля из-за рассогласованности нормативных требований, несовершенства технических средств и методик оценки. В России профессия водителя является одной из самых распространённых. Транспортировка грузов автомобильным транспортом более удобна и менее затратна по сравнению с железнодорожным, водным и авиатранспортом. Вследствие этого доля грузоперевозок автомобильным транспортом в 2024 году составила 12,8%, что является достаточно высоким показателем по сравнению с морским, внутренним водным и воздушным транспортом. Но всё же большую часть грузоперевозок составляет железнодорожный транспорт. Данный факт позволяет выделить профессию водителя наряду с другими профессиями в число наиболее вредных с точки зрения производства. Это связано с некоторыми факторами: фиксированная рабочая поза, продолжительное воздействие высокого уровня шума и вибрации, а также постоянное психологическое и нервно-эмоциональное напряжение. В связи с этим у водителей большегрузного автомобильного транспорта наблюдаются заболевания, связанные с нервной системой, зрением, слухом, опорно-двигательным аппаратом, снижение мышечного тонуса, а также нарушение питания и обмена веществ. Причиной появления заболеваний зачастую являются несоблюдение правил охраны труда компаниями-перевозчиками и непосредственно несоблюдение водителями правил труда и отдыха в попытке увеличения прибыли. В связи с этим государством принимаются меры для улучшения труда и отдыха граждан, связанных с непосредственными перевозками грузов, включающие в себя нормативные акты и внедрение специальных устройств для отслеживания времени нахождения в пути.

В ходе изучения нормативно-правовых актов, работ, научных публикаций и статистических данных были выявлены ключевые проблемы контроля соблюдения условий труда, которыми являются: неполное соответствие условий труда санитарно-гигиеническим нормам (шум, вибрация, микроклимат),

недостаточный контроль за режимом труда и отдыха, несмотря на применение тахографов, формальный подход к обязательным медицинским осмотрам, не всегда выявляющий ранние признаки профессиональных нарушений, высокий уровень профессионального стресса. В ходе исследования Уфимского НИИ медицины труда и экологии человека, проведённого медицинской комиссией из профильных специалистов, было выяснено, что на 1 работника приходится примерно 3 хронических заболевания. Также исследование показывает, что стаж влияет на количество заболеваний у водителей. Тяжёлые условия труда являются одним из показателей для повышения требований к состоянию здоровья водителей большегрузного транспорта. Исходя из результатов исследования института, мы видим, что на 1 работника предприятия приходится 3,088 хронических заболеваний. Наиболее распространёнными оказались заболевания глаз и нервной системы.

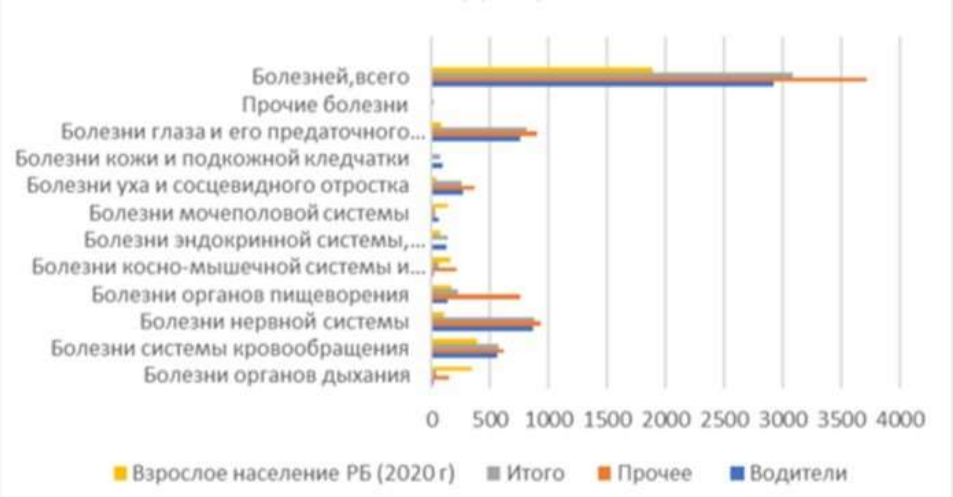


Рис.1 Заболеваемость работников (%)

В 2020 году Министерством Труда России были приняты ряд законов, регулирующих правила по охране труда на большегрузном транспорте. В этих нормативных документах приведены: общие положения, требования к производственным территориям, требования к площадкам хранения автотранспорта, требования к различным помещениям, а также требования охраны труда при проведении различных видов работ.

Исходя из документов, можно сделать вывод, что перед тем, как приступить к работе, к человеку предъявляются требования, при неисполнении и несоответствии, которым человека могут не допустить или отстранить от работы. Водители обязаны проходить различные виды осмотра: предварительный, предрейсовый, периодический, послерейсовый. Все осмотры вносятся в соответствующие журналы, в случае предрейсового осмотра данные вносятся в путевой лист, а если осмотр проводится дистанционно, то все данные вносятся в базу данных работодателя.

Предрейсовый осмотр проходит перед каждым выходом на линию и включает проверку физического состояния водителя: измерение артериального

давления, частоты пульса, температуры тела, проверку на состояние алкогольного опьянения с использованием сертифицированных алкотестеров. Послерейсовые осмотры проводятся по окончании рабочей смены или рейса. Их проводят для водителей, которые перевозят опасные грузы. Осмотр водителей является неотъемлемой и важной процедурой с целью сохранения жизни и здоровья не только самого водителя, а также всех участников движения. Целью осмотров является выявление признаков профессионального переутомления, оценка состояния хронических заболеваний водителя и своевременное обнаружение симптомов развивающихся профессиональных заболеваний. Одной из проблем осмотров водителей является формальность процедуры, так в компаниях-перевозчиках медицинские проверки могут проводиться формально, а также сами водители могут пренебрегать требованиями безопасности. Это может быть связано с профнепригодными заболеваниями, нахождения водителей в нетрезвом виде и другими проблемами.

Так же одной из ключевых проблем является недостаточный надзор за соблюдением режима труда и отдыха. Для контроля водителя компании используют различные технические средства. К примеру, в современных грузовых автомобилях кроме тахографов используют алкозамки и системы на основе искусственного интеллекта. Алкозамки применяются в автомобилях с 2000 года. Они служат для повышения безопасности движения большегрузного транспорта. В случае если в выдыхаемом воздухе водителя содержится алкоголь 0,16 мг на литр и более, пуск автомобиля будет невозможен. Современные тахографы, предназначенные для фиксации времени нахождения в пути и отдыха, как правило, подвергаются манипуляциям или не проходят своевременное обслуживание. Отсутствие строгой верификации данных водителя и отсутствие личной ответственности за нарушения приводят к тому, что водители могут работать больше установленных законом нормативов, что критически сказывается на физическом и психоэмоциональном состоянии, повышая риск ДТП. Так же в современных грузовых автомобилях применяются системы контроля водителей на основе искусственного интеллекта. На основе данных с датчиков и камер информация поступает в блок для сбора и обработки информации. Как только система обнаруживает отвлечение внимания, курение, сонливость, водитель получает предупредительный сигнал, одновременно с этим данные передаются в центр, где дополнительно фиксируются. Одним из возможных путей решения проблемы является внедрение интегрированной системы управления профессиональными рисками. Методы совершенствования включают: применение современных эргономических решений для организации рабочего места, внедрение систем постоянного мониторинга психофизиологического состояния водителей, а также использование цифровых платформ для анализа данных тахографов в реальном времени с целью оптимизации графиков работы.

Кроме того, важную роль играет уровень подготовки и квалификации водителей. Несмотря на наличие категории, разрешающей управление

соответствующими транспортными средствами, многие водители, в связи с недостаточным опытом, в полной мере не осознают риски, связанные с управлением большегрузным транспортом, особенностями поведения транспорта на дороге, а также с нормативами и требованиями в данной области. Отсутствие системного подхода повышения квалификации и курсов по безопасному вождению, обучению новым технологиям приводит к снижению квалификации, что увеличивает вероятность ошибок на дорогах.

Примером практического решения может служить комплексный подход, сочетающий автоматизированный контроль режимов с углубленными периодическими медицинскими обследованиями, включающими оценку профессионально обусловленной патологии. Важным аспектом остается усиление административной ответственности за систематические нарушения требований охраны труда.

На основе проведённой работы можно сказать, что эффективность контроля охраны труда водителей большегрузного транспорта заключается в переходе от частичных мер к созданию полноценной системы, базирующийся на исследовании, сборе данных и прогнозе того, что влияет на управление рисками, связанными с состоянием водителей в пути. Необходимость внедрения современных технических средств мониторинга для контроля состояния работников в пути, совершенствование методик медицинского диагностирования и контроля, а также ужесточение мер воздействия приведут к повышению ответственности работодателей. Реализация данных рекомендаций благоприятным образом способствует снижению аварийности и сохранению здоровья водителей.

Список литературы

1. Вильк М.Ф., Коротич Л.П., Панкова В.Б., Капцов В.А. Актуальные проблемы охраны здоровья работников транспорта. Санитарный врач. – 2017. – № 8. – С. 21-26. – EDN ZMDUNV.

2. Диордичук, Т. И. Условия труда водителей грузового автотранспорта и их роль в формировании отдельных форм патологии / Т. И. Диордичук // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2005. – № 2(2). – С. 059-063. – EDN QDMRYE.

3. Сувидова, Т. А. Гигиеническая оценка условий труда и профессиональной заболеваемости работников автотранспортных предприятий / Т. А. Сувидова, А. М. Олещенко, В. В. Кислицына // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 6. – С. 4-6. – DOI 10.31089/1026-9428-2018-6-4-7. – EDN URRUDC.

4. Фильчиков, А.Б. Возможности и перспективы применения искусственного интеллекта в обеспечении безопасности перевозок / А.Б. Фильчиков // ВЕСТНИК ТРАНСПОРТА .— 2025 .— №8 .— С. 19-21 .— URL: https://rucont.ru/efd/941648 (дата обращения: 07.04.2026)

References

1. Vilk M.F., Korotich L.P., Pankova V.B., Kaptsov V.A. Actual Problems of Protecting the Health of Transport Workers / M.F. Vilk, L.P. Korotich, V.B. Pankova, V.A. Kaptsov // Sanitary Physician. — 2017. — No. 8. — P. 21–26. — EDN ZMDUNV.

2. Dioridchuk, T. I. Working Conditions of Truck Drivers and Their Role in the Formation of Certain Forms of Pathology / T. I. Dioridchuk // Actual Problems of Transport Medicine. — 2005. — No. 2(2). — P. 059–063. — EDN QDMRYE.

3. Suvidova, T. A. Hygienic Assessment of Working Conditions and Occupational Morbidity Among Employees of Motor Transport Enterprises / T. A. Suvidova, A. M. Oleshchenko, V. V. Kislitsyna // Occupational Medicine and Industrial Ecology. — 2018. — No. 6. — P. 4–6. — DOI 10.31089/1026-9428-2018-6-4-7. — EDN URRUDC.

4. Filchikov, A. B. Opportunities and Prospects for the Use of Artificial Intelligence in Ensuring Transport Safety / A. B. Filchikov // Bulletin of Transport. — 2025. — No. 8. — P. 19–21. — URL: https://rucont.ru/efd/941648 (accessed: 07.04.2026).

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_393-398
УДК 614.8:004.946

ПОДГОТОВКА И ДЕЙСТВИЯ НАСЕЛЕНИЯ К ЗАЩИТЕ ПРИ АТАКАХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Гонца А.С., *преподаватель*
Колосова Е.С., *ассистент*
Пономарёва К.А., *студент*
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. В статье исследуются организационно-правовые и практические основы подготовки населения Российской Федерации к защите при атаках беспилотных летательных аппаратов. Рассматриваются исторические предпосылки формирования государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, становление Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, а также развитие нормативной базы в сфере защиты населения при чрезвычайных ситуациях. Особое внимание уделяется современным угрозам, связанным с применением беспилотных летательных аппаратов, и необходимости адаптации традиционных механизмов гражданской обороны к новым условиям.

Ключевые слова: защита населения, беспилотные летательные аппараты, чрезвычайные ситуации, гражданская оборона, единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны.

PREPARATION AND ACTIONS OF THE POPULATION FOR DEFENSE DURING UAV ATTACKS

Gontsa A.S., *Lecturer*
Kolosova E.S., *Assistant*
Ponomaryova K.A, *Student*
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. This article examines the organizational, legal, and practical foundations for preparing the Russian population for defense against attacks by unmanned aerial vehicles. It examines the historical background to the formation of the state emergency prevention and response system, the establishment of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies, and Elimination of Consequences of Natural Disasters, and the development of the regulatory framework

© Гонца А. С., Колосова Е. С., Пономарёва К. А., 2026

for protecting the population during emergency situations. Particular attention is paid to modern threats associated with the use of unmanned aerial vehicles and the need to adapt traditional civil defense mechanisms to new conditions.

Keywords: population protection, unmanned aerial vehicles, emergencies, civil defense, unified state emergency prevention and response system, Ministry of the Russian Federation for Civil Defense.

Актуальность исследования подготовки и действий населения к защите при атаках беспилотных летательных аппаратов в Российской Федерации обусловлена тем, что современная система гражданской обороны и защиты населения сталкивается с качественно новой конфигурацией угроз, в которой опасность возникает внезапно, развивается в сжатые временные интервалы и затрагивает не только объекты военной либо критической инфраструктуры, но и жилую застройку, транспортные узлы, общественные пространства, учреждения образования и здравоохранения. Нормативная основа государственной деятельности в данной сфере уже предполагает подготовку населения, оповещение, эвакуационные мероприятия, укрытие, обучение способам защиты и оказанию первой помощи, что закреплено в законодательстве о гражданской обороне и о защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, а также в материалах Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Цель исследования состоит в научном обосновании организационно-правовых, методических и поведенческих основ подготовки населения Российской Федерации к защите при атаках беспилотных летательных аппаратов, а также в выявлении таких моделей действий граждан, которые обеспечивают снижение риска для жизни и здоровья в условиях внезапной воздушной угрозы.

Степень разработанности темы следует оценивать как формирующуюся и неравномерную. Российская научная литература уже содержит публикации, посвященные правовым, техническим, криминологическим, транспортным и инфраструктурным аспектам использования беспилотных летательных аппаратов. В частности, в научных работах рассматриваются проблемы уголовно-правовой защиты гражданского оборота беспилотных мобильных средств, угрозы транспортной безопасности, вопросы защиты критической инфраструктуры и особенности применения беспилотных систем в чрезвычайных ситуациях.

К числу ученых и авторов, чьи работы могут быть использованы при разработке данного направления, относятся С. В. Нестерова, исследующая применение беспилотных летательных аппаратов в чрезвычайных ситуациях; О. М. Иванова, Д. А. Иванов, С. Ю. Нуйкин, В. С. Алюшкин и В. А. Добринский, рассматривающие уголовно-правовые аспекты защиты гражданского оборота беспилотных мобильных средств и риски их противоправного использования.

Подготовка и действия населения к защите при атаках беспилотных летательных аппаратов в Российской Федерации следует рассматривать в контексте становления отечественной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также развития государственных механизмов гражданской обороны. Институциональная основа современной модели была заложена в начале 1990-х годов, когда Указом Президента РСФСР от 19 ноября 1991 года № 221 был образован Государственный комитет по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий при Президенте РСФСР. Именно этот акт обозначил переход от разрозненных мер реагирования к централизованной системе управления защитой населения и территорий в условиях опасностей различного происхождения. В дальнейшем данная организационная линия получила развитие в деятельности Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, положение о котором утверждено Указом Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 года № 868. Этим указом закреплено, что Министерство является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах [3, с. 120].

Ключевым этапом институционального оформления системы защиты населения стало создание единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. В действующей редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 года № 794 закреплено положение о том, что именно данная система определяет порядок организации и функционирования единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Дополнительное стратегическое значение для защиты населения имеет Указ Президента Российской Федерации от 11 января 2018 года № 12, которым утверждены Основы государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года. В данном документе прямо закреплено, что речь идет о целях, задачах и приоритетных направлениях государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций [1, с. 68].

Существенное значение имеет и Указ Президента Российской Федерации от 19 октября 2022 года № 757, в котором в числе мер, осуществляемых в субъектах Российской Федерации, прямо названы мероприятия в сфере гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, а также обеспечение общественной безопасности.

В научном и прикладном смысле подготовка населения к защите при атаках беспилотных летательных аппаратов должна включать два

взаимосвязанных элемента. Первый элемент связан с предварительной готовностью, то есть с формированием у граждан устойчивого понимания сигналов опасности, маршрутов укрытия, порядка взаимодействия с экстренными службами и базовых правил самосохранения. Второй элемент состоит в непосредственных действиях в момент обнаружения угрозы. Здесь принципиально важно, что Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий уже разработало специальную памятку, посвященную действиям населения при атаке беспилотных летательных аппаратов [2, с. 130].

Если человек находится на улице, модель поведения должна быть максимально быстрой и рациональной. Официальная памятка рекомендует покинуть зону видимости и по возможности двигаться так, чтобы снизить вероятность наведения. Далее необходимо где-либо спрятаться, например в укрытии, подвале, убежище, или любом строении, способные дать хоть какую-то защиту. В случае сброса боеприпасов нужно убежать как можно дальше, лечь на землю, использовать бордюр, канаву, или ров как минимальное прикрытие и закрыть голову руками. После первого взрыва не стоит сразу же подниматься, лучше откатиться или отползти в сторону, так как возможны повторные взрывы. При падении беспилотного летательного аппарата запрещается прикасаться к нему, его частям.

Если гражданин находится в машине или автобусе рекомендуется остановится и покинуть транспортное средство, после чего найти укрытие. В памятке отдельно указано, что при пикировании беспилотного летательного аппарата необходимо резко затормозить при его приближении, а при отсутствии укрытия группе людей следует разбегаться в разные стороны. С точки зрения безопасности это объясняется тем, что транспортное средство на открытом пространстве ограничивает маневр, делает человека более заметным и одновременно не обеспечивает полноценной защиты от поражающих факторов.

Если человек находится в здании, алгоритм действий строится вокруг снижения риска поражения осколками, ударной волной и разрушенными конструкциями. Памятка Министерства предписывает немедленно уйти от окна, укрыться в комнате без окон и несущих стен или в подвале, ни в коем случае не пользоваться телефоном при непосредственном приближении БПЛА. После сообщить по телефону 112, назвав время, место, примерное направление полета и визуальные особенности и свои данные. В рамках академического анализа эти рекомендации можно рассматривать как проявление базового принципа минимизации вторичных рисков: значительная часть повреждений в подобных ситуациях может быть связана не только с прямым воздействием, но и с поражением стеклом, обломками и нарушением конструктивной целостности здания. Следовательно, переход в помещения без окон и с капитальными стенами представляет собой рациональную форму гражданской самозащиты [5, с. 165].

Использование виртуальных симуляторов в подготовке населения к действиям при атаках беспилотных летательных аппаратов представляет собой перспективное направление развития системы обучения в сфере гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций. Традиционные формы инструктажа, основанные на лекционном изложении материала, памятках и разовых тренировках, не всегда позволяют сформировать у граждан устойчивые навыки поведения в условиях внезапной угрозы. Виртуальная среда предоставляет безопасную платформу для обработки реалистичных сценариев опасности, что особенно актуально для моделирования ситуаций, требующих мгновенной реакции. К таким ситуациям относятся, например, воздушные атаки, где необходимо оперативно найти укрытие, принять решение в условиях ограниченного времени и преодолеть стресс. Практика МЧС России демонстрирует успешное применение технологий виртуальной реальности в обучении граждан основам безопасности.

Обучение в виртуальной среде открывает широкие возможности для моделирования различных сценариев, охватывающих повседневные и потенциально опасные ситуации: от пребывания на улице и в общественном транспорте до нахождения в жилых домах, образовательных учреждениях и на рабочих местах. В рамках таких симуляций обучаемые не просто изучают инструкции, а активно отрабатывают ключевые навыки: выявление признаков опасности, выбор безопасных маршрутов, поиск укрытия и взаимодействие с экстренными службами. Ценность такого формата заключается в закреплении алгоритмов поведения через практическое применение, что гораздо эффективнее простого запоминания текста и повышает вероятность адекватной реакции в реальных чрезвычайных ситуациях. Международное сообщество исследователей также активно изучает и подтверждает пригодность VR-подходов для тренировки в условиях бедствий и экстренного реагирования.

С практической точки зрения внедрение виртуальных симуляторов целесообразно как в системе общего профилактического обучения, так и в рамках адресной подготовки отдельных категорий населения. В первую очередь речь может идти об обучающихся, работниках организаций с массовым пребыванием людей, персонале образовательных и медицинских учреждений, жителях приграничных территорий и крупных городских агломераций. В российской практике уже существуют образовательные проекты Министерства, основанные на виртуальной реальности, в которых школьники и другие обучаемые осваивают действия при пожаре, техногенных чрезвычайных ситуациях и иных опасных событиях. Это показывает, что технологическая база для развития VR-подготовки уже имеется, а ее дальнейшее расширение в направлении сценариев, связанных с атаками беспилотных летательных аппаратов, является логичным этапом модернизации профилактической работы с населением. На практике такое обучение можно взять за основу курсов по подготовке для школьников, студентов и граждан.

Для продуктивного обучения нужно разработать более практичные VR-сценарии и инструкции к ним, которые постоянно обновляются. Если внедрить VR-тренажеры в повседневную жизнь, они могут стать отличным дополнением к классическим методам обучения. Эти решения являются средством для эффективной подготовки граждан к действиям в случае атак дронов.

Таким образом, чтобы подготовить население России к защите от атак беспилотников, следует развивать навыки гражданской обороны с помощью систем предупреждения и разработанных VR-курсов. Тем не менее, успех данной системы зависит от каждого гражданина, насколько они готовы обучаться и применять полученные навыки в условиях угрозы.

Список литературы

1. Зайкова С.Н. Беспилотные транспортные средства (аппараты) как угроза транспортной безопасности / С.Н. Зайкова // International Law Journal. – 2024. – Т. 7. – № 6. – С. 65-79.

2. Зарубина Р.В. Гражданская оборона в современных условиях / Р.В. Зарубина, П.В. Хало // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2022. – № 4. – С. 127-133.

3. Иванова О.М. Уголовно-правовое обеспечение защиты гражданского оборота беспилотных мобильных средств / О.М. Иванова, Д.А. Иванов, С.Ю. Нуйкин, В.С. Алюшкин, В.А. Добринский // Правопорядок: история, теория, практика. – 2023. – № 4 (39). – С. 118-127.

4. Лоскутов И.А. О защите верхней полусферы объектов критической информационной инфраструктуры от беспилотных летательных аппаратов / И.А. Лоскутов // Вестник Уральского федерального округа. Безопасность в информационной сфере. – 2023. – № 3 (49). – С. 109-114.

5. Нестерова С.В. Применение беспилотных летательных аппаратов в чрезвычайных ситуациях / С.В. Нестерова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 8 (146). – С. 162-179.

References

1. Zaikova S.N. Unmanned vehicles (devices) as a threat to transport security / S.N. Zaikova // International Law Journal. – 2024. – Vol. 7. – No. 6. – P. 65–79.

2. Zarubina R.V. Civil defence in modern conditions / R.V. Zarubina, P.V. Khalo // Problems of Safety and Emergency Situations. – 2022. – No. 4. – P. 127–133.

3. Ivanova O.M. Criminal law protection of the civil circulation of unmanned mobile vehicles / O.M. Ivanova, D.A. Ivanov, S.Yu. Nuikin, V.S. Alyushkin, V.A. Dobrinsky // Law and Order: History, Theory, Practice. – 2023. – No. 4 (39). – P. 118–127.

4. Loskutov I.A. On protecting the upper hemisphere of critical information infrastructure facilities from unmanned aerial vehicles / I.A. Loskutov // Bulletin of the Ural Federal District. Information Security. – 2023. – No. 3 (49). – P. 109–114.

5. Nesterova S.V. The use of unmanned aerial vehicles in emergency situations / S.V. Nesterova // International Research Journal. – 2024. – No. 8 (146). – P. 162–179.

DOI: 10.58168/TSMSTTO2026_399-405
УДК 37.035.6

ВОЕННО-ПАТРИОТИЧЕСКИЕ ВОСПИТАНИЕ МОЛОДЁЖИ ЧЕРЕЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ

Гонца А.С., *преподаватель*
Тюнин Е.С., *студент*
Колосова Е.С., *ассистент*
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация. В статье рассматривается проблема и актуальность военно-патриотического воспитания подрастающего поколения, учитывая роль школы и педагога при формирования позитивных ориентиров и воспитания личности с устойчивыми нравственными ценностями и патриотическими убеждениями. Проанализированы современные и эффективные подходы, методы и формы работы с обучающимися, а также способы оценки эффективности военно-патриотических мероприятий. Сочетание различной деятельности и интеграция позволят добиться устойчивых результатов в военно-патриотическом воспитании, это будет способствовать не только формированию патриотических убеждений, но и практических навыков для защиты государства и активного участия в жизни общества.

Ключевые слова: патриотизм, воспитание, примеры героизма, внеурочная деятельность, основы военной подготовки, военно-патриотическое воспитание.

MILITARY-PATRIOTIC EDUCATION OF YOUTH THROUGH EDUCATIONAL PROGRAMMES

Gontsa A.S., Lecturer
Tyunin E. S., Student
Kolosova E.S., Assistant
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. The article addresses the issue and relevance of military-patriotic education for the younger generation, taking into account the role of the school and the teacher in shaping positive reference points and nurturing a personality with stable moral values and patriotic convictions. Modern and effective approaches, methods and forms of working with students are analysed, as well as ways to assess the effectiveness of military-patriotic activities. A combination of various activities and integration will help achieve sustainable results in military-patriotic education. This, in turn, will

© Гонца А. С., Тюнин Е. С., Колосова Е. С., 2026

contribute not only to the formation of patriotic convictions, but also to the development of practical skills for defending the state and actively participating in social life.

Keywords: patriotism, education, examples of heroism, extracurricular activities, basics of military training, military-patriotic education.

Проблема патриотического воспитания молодежи является актуальным вопросом в современной системе, это связано с отсутствием понимания у молодежи ответственности не только за свою жизнь, а за жизнь государства в целом. Молодое поколение не до конца понимает, как поставить перед собой вопрос, как найти верную информацию и в дальнейшем сделать выбор. В силу небольшого опыта и искаженной информации все чаще можно столкнуться с тем, что за простым разговором на улице, на занятии или в комментариях под публикацией они проявляют интерес к западным ценностям и взглядам, а некоторая часть даже стремится к переезду. В связи с этим возникает необходимость воспитания с ранних лет в молодежи чувства гордости за свою родину, готовность её защищать и любить по-настоящему, быть истинным патриотом.

Актуальность данной проблемы связана с необходимостью всё больше развивать патриотизм в молодых людях, используя различные системы мер, которые состоят из идеологического, духовного, военно-патриотического и других, они позволят с ранних лет формировать в молодёжи чёткое понимание важности своей жизни в судьбе своего государства.

От воспитания молодого поколения зависит будущее нашей страны, поэтому для государства очень важно воспитывать молодёжь с большим усердием. История России наглядно показывает, как сплочённость народа влияет на достижение целей, поставленных государством, в этом можно наглядно убедиться, разбирая различные военные периоды, которые выпали на нашу Родину. Великая Отечественная Война является кладезем примеров мужества и героизма, вся страна работала на благо Отечества. Огромный вклад в Великую Победу внесли советские дети, которые не желали оставаться в стороне и всеми силами старались помочь фронту, множество из них присоединялось к партизанам и всеми способами останавливали продвижение немецких захватчиков, другие днями и ночами служили своей стране в тылу, делали всё, чтобы помочь своим солдатам. Множество детей было награждено за своё старание приблизить победу над вражескими войсками.

Современное подростковое поколение сильно отличается от того, которое было во времена СССР. В Советском Союзе патриотическое воспитание тесно переплеталось с коммунистической идеологией и принципами социалистического интернационализма. Оно опиралось на понятия защиты социалистической Родины, преданности партии, трудового подвига и героического прошлого советского народа. Особое внимание уделено было связи исторических подвигов (в частности, Великой Отечественной войны) с

текущими реалиями, а также распространению идей трудовых свершений (активность студенческих отрядов и т. п.). С 1960-х по 1980-е гг. по поддержанию патриотизма активно работала пионерия и комсомол. Их деятельность была развита в множестве различных сфер, молодёжью приобретались практические навыки в военной, спортивной, культурной, социально-политической отраслях. Пионерские лагеря, активности в различных мероприятиях, спортивные соревнования, кружки и обычные занятия в школе, закладывали необходимость военной службы для каждого Советского гражданина [1].

Развал Советского Союза сильно повлиял на патриотическое воспитание в целом. С падением «железного занавеса» в страны бывших республик, в частности и в Россию стали поступать идеи, мысли, ценности мировой культуры. Новый вектор развития бывших Советских республик кардинально отличается от того, который был в СССР. С изменением государственного устройства сильно упала военно-патриотическая подготовка молодых людей. Сохранившиеся после развала СССР военно-патриотические клубы, организации, кружки удерживали определённую планку, благодаря инициативе людей, которые вложили в воспитание детей свою душу, время и силы [2].

Несмотря на различные периоды и изменения в государственном укладе, поддержание военно-патриотического воспитания было одной из перспективных и важных задач. Так, с 90-х годов и по настоящее время настоящее время неотъемлемой частью образования являются такие предметы, как: Основы безопасности и защиты Родины (ОБЗР), Начальная военная подготовка или основы военной подготовки. Все эти предметы со временем видоизменялись по своему названию, тематическому плану, периоду обучения и т.д., но они всегда были и затрагивали самые важные и казалось бы, однозначные вещи. Данные предметы через свою образовательную программу почти полностью обеспечивает военно-патриотическим воспитанием молодёжи. Например, на уроках по ОБЗР основной упор делается на 10–11 классы, так как ученики всё ближе к своему совершеннолетию и выпускному, после которого они вступают во взрослую жизнь. Возникает необходимость заложить в них основы военной подготовки и военного дела.

В рамках всех предметов разбираются различные темы и направления, такие как:

-Изучение военного дела в истории России, проявления мужества и героизма;

-Разбор основ военной службы;

-Изучение истории государственной символики и традиций;

-Огневая подготовка;

-Правильное обращение с оружием.

Освоение навыков проведения начального стрелкового упражнения, погружение в атмосферу солдатской жизни, полное изучение организации суточного наряда и караульной службы, а также знакомство с вооружением и

техникой проходит в ходе сборов, которые наглядно показывают на практике наличие необходимых знаний у обучающихся, необходимых для защиты своей Родины. Важнейшую роль военно-патриотического воспитания обучающихся также играет изучение военных уставов, которые формируют у человека понимание важнейших морально-боевых качеств, присущих настоящему защитнику своего Отечества.

Относительно недавно в школьную программу был введён предмет «Разговоры о важном», на уроках которого ученикам прививается интерес к своей стране, к России, её культуре, величию, истории, а также к множеству различных народностей, проживающих на её территории. Одним из важнейших направлений является военно-патриотическое воспитание.

Основной целью этого предмета является в формирование в учениках понимания необходимости знать историю своей Родины, её культуры и традиций, а также значимости военной службы, необходимой для её защиты.

На сайте «Разговоры о важном» преподавателям предоставляются все необходимые материалы, которые необходимы для проведения данного предмета.

Они содержат:

-необходимые для показа ученикам видеоролики, презентации и др.;

-планы проведения занятий;

-различные рекомендации и дополнительную информацию.

На уроках «Разговоры о важном» одной из важнейших тем, которые поднимаются на этих занятиях, является память о Великой Отечественной Войне. Формирование у молодёжи понимания значимости этой части истории своей страны, поддержание памяти о великих подвигах, совершённых Советскими войнами, развитие осознанного отношения к празднику Великой Победы, являются целью уроков, посвящённых ей.

Параллельная внеурочная деятельность также способствует военно-патриотическому воспитанию, и она может активно развиваться и внедряться не только в стенах школы, а также в колледжах и высших учебных заведениях. Различные мероприятия к знаковым для страны моментов могут сопровождаться различными активностями, такими как:

-спортивные соревнования;

-походы в музеи, посвящённые воинской славе;

-бессмертны полк;

-посещение памятников и мест, связанных с боевыми действиями.

Стоит отметить, что подготовка педагога, вне зависимости от возраста обучающихся, играет огромную роль в формировании дальнейшего интереса к данному вопросу и тем самым развития военно-патриотического начала. Ведь если преподавателю не откликаются данные темы и нет интереса, зажечь огонек патриотизма ему не удастся.

Чтобы интерес был значительно выше, стоит на одном из занятий или в свободное время, уделить внимание интересным местам с историей, рассказать

факты, добавив некий интерактив в подготовительных целях и выяснить какие интересы и пожелания есть у обучающихся, чтобы учесть их при планировании и проведении такого рода мероприятий. Например, один из интерактивных музеев – знаменитый Тульский музей оружия(«Шлем»), в котором представлены все виды оружия, которые были на протяжении всей истории: от «дубинки» до трехствольного автомата. Использование мультимедийного пространства даст возможность обучающимся побывать и в окопе во времена Первой мировой войны, и даже на заводе по изготовлению оружия.

Также, с обучающимися можно «прожить» историю Великой Отечественной Войны и показать, насколько был долгим и сложным путь народа к победе, показать таких же школьников, которые были полноценными бойцами и помощниками на фронте и в тылу. В этом преподавателю может помочь посещение знаменитого и величественного музейного комплекса «Дорога памяти» по которой каждый обучающийся пройдет те самые 1418 шагов к Победе. Таким образом обучающиеся увидят, услышат и почувствуют историю нашей победы, гордиться ветеранами, историей и понимать важность своей жизни и деятельности в рамках страны.

Одним из отличных примеров внеурочной деятельности молодёжи была и остаётся игра «Зарница», которая представляет собой военно-спортивную игру. Её целью является поддержание и укрепление военно-патриотического воспитания молодёжи, с параллельным общим развитием полезных для молодого поколения навыков и способностей, воспитанием настоящих лидеров, улучшением командных взаимодействий, начальной военной подготовкой и улучшением физических данных.

Зародилась эта игра в 1964 году в СССР в селе Мысы Краснокамского района Пермской области, но уже в 1967 году она приобрела Всесоюзный статус. С развалом Советского Союза игра перестала проходить на государственном уровне, но в 2023 году она получила вторую жизнь благодаря Всероссийскому движению «Движение первых», которое объявило о старте обновлённой игры — «Зарница 2.0». В ней могут участвовать молодые люди нескольких возрастных категорий (7–10 лет, 11–13 лет, 14–17 лет, 18–23 года).

Программа этой игры создаёт условия, которые полностью погружают молодёжь в атмосферу военной деятельности, происходит знакомство с различными видами и родами войск, а также военными специальностями российской армии, такими как: операторы БПЛА, военкоры, штурмовики, медики, инженеры и т. д.

Игра даёт возможность всем желающим показать, что он является настоящим защитником своей родины. Существует несколько этапов: отборочный, муниципальный, зональный, региональный, окружной и всероссийский финал. В 2025 году финал «Зарницы 2.0» был посвящён 80-летию Великой Отечественной Войны, а церемония награждения прошла на Мамаевом кургане у монумента «Родина-мать зовёт!».

Одним из вопросов государственной важности является вопрос, посвящённый усиленному уклону военных вузов на военно-патриотическое воспитание курсантов, так как оно является очень важным в формировании эталона защитника Родины. Оно нацелено на создание в курсантах чёткого понимания важности их выбранной профессии, защитник Отечества, они должны всегда держать в голове мысль о том, что нужно всегда быть готовым отстаивать интересы страны. Военно-патриотическое воспитание в военных вузах должно быть на высшем уровне, поэтому преподавателям необходимо прикладывать максимум к своей работе по воспитанию курсантов, необходимо привить чувство привязанности к своей стране, равное привязанности к собственной жизни. Особое внимание в программе необходимо уделять изучению истории своей страны, почитанию военных традиций и т. п. История даёт наглядные примеры необходимости различных качеств, присущих герою своей страны [5]. В настоящее время такие требования предъявляются не только к обучению курсантов, а также это касается и гражданских высших учебных заведений. С 2023 года активно начали включать в учебный план такую дисциплину, как «Основы военной подготовки», которая предусматривает создание условий для формирования ровно тех же качеств личности, но среди гражданского населения. В рамках данной дисциплины, педагоги могут продолжать поддерживать интерес студентов, изучать новое, а самое главное – возможность практических занятий.

Для того чтобы выявить уровень эффективности занятий и прописанного плана работы, а также для оценки военно-патриотического воспитания могут использоваться:

1) различные методы проверки знаний об истории и культуры страны;

2) социальные опросы и мониторинги;

3) выявление степени вовлечённости обучающихся в патриотическую деятельность и различные активности;

4) более тщательное отслеживание за посещаемостью занятий и активностью на них.

Развитие происходит на всех этапах образования, а также и вне учебных заведений, создаются различные программы и планы обучения, преподаватели и учителя делятся своим опытом и мыслями, вкладывают свою лепту в развитие подрастающего поколения, большой вклад вносят и различные организации, которые

Таким образом, мы можем сказать, что военно-патриотическое воспитание молодого поколения является важным звеном как для самой молодёжи, так и для государства, которое всеми силами способствует развитию не только военно-патриотическому, но и всему воспитанию в целом. Развитие происходит на всех этапах образования, вне учебных заведений, а также создаются и развиваются различные организации и проекты, которые предоставляют множество возможностей для военно-патриотической деятельности и развития подрастающего поколения.

Список литературы

1. Кленчев А. Н. Содержание и методы патриотического воспитания в школе на этапе 1960-1980 гг. // Школьные технологии. 2018. № 1. С. 244–246.

2. Тимошенко Ю. В. Развитие патриотического воспитания в России // Молодой учёный. 2018. № 25 (211). С. 319–322. – EDN XROOXZ.

3. Приешкина А. Н. Особенности патриотического воспитания старших классов / А. Н. Приешкина. – Текст непосредственный // Инновационные педагогические технологии: материалы V Междунар. науч. конф. (г. Казань, октябрь 2016 г.). Казань: Бук. 2016. С. 69–71. – EDN WWPOQF.

4. Шейкин З. Творческий подход в патриотическом и нравственном воспитании учащихся / З. Шейкин, Л. Сенькова // Основы безопасности жизни. 2014. № 10. С. 61.

5. Воспитание патриотизма у курсантов высших военных заведений / К. В. Романов, М. Р. Габбасов, А. А. Арапов [и др.]. – Текст: непосредственный // Молодой учёный. 2024. № 5 (504). С. 178–181.

References

1. Klenchev A. N. The content and methods of patriotic education at school at the stage of 1960–1980 // School Technologies. 2018. No. 1. P. 244–246.

2. Timoshenko Yu. V. The development of patriotic education in Russia // Young Scientist. 2018. No. 25 (211). P. 319–322. EDN XROOXZ.

3. Priezhkina A. N. Features of patriotic education of senior grades / A. N. Priezhkina. Direct text // Innovative pedagogical technologies: materials of the V International Scientific Conference (Kazan, October 2016). Kazan: Buk, 2016. P. 69–71. EDN WWPOQF.

4. Sheikin Z. A creative approach in patriotic and moral education of students / Z. Sheikin, L. Sen’kova // Basics of Life Safety. 2014. No. 10. P. 61.

5. Education of patriotism among cadets of higher military educational institutions / K. V. Romanov, M. R. Gabbasov, A. A. Arapov [et al.]. Direct text // Young Scientist. 2024. No. 5 (504). P. 178–181.

Научное издание

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ, ТЕХНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ, СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ – 2026

Материалы Всероссийской научно-практической конференции

Воронеж, 18-20 мая 2026 г.

Ответственный редактор И.М. Казбанова

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано к изданию 22.09.2026. Объем данных 16,5 Мб
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8