



БЕЗОПАСНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

||  
2023

## БЕЗОПАСНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Материалы VI Всероссийской  
научно-практической конференции  
с международным участием

24–25 ноября 2022 года

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, 2023

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет

# **БЕЗОПАСНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Материалы VI Всероссийской научно-практической  
конференции с международным участием

24–25 ноября 2022 года

Санкт-Петербург  
2023

УДК 86:331:614

*Рецензенты:*

канд. техн. наук, доцент *Н. Г. Занько* (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова);

д-р техн. наук, профессор *А. С. Мазур* (Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет))

**Безопасность в строительстве** : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием [24–25 ноября 2022 года] / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2023. – 358 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9227-1280-4

В Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете 24–25 ноября 2022 г. состоялась VI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Безопасность в строительстве». В секционных заседаниях приняли участие свыше 40 докладчиков, среди которых были специалисты в области охраны труда, студенты и преподаватели более 20 вузов России, а также университетов Индонезии, Грузии и Франции. В данном сборнике представлены их статьи.

*Печатается по решению Научно-технического совета СПбГАСУ*

*Редакционная коллегия:*

канд. воен. наук, доцент, завкафедрой техносферной безопасности СПбГАСУ *В. В. Цаплин* (председатель);

магистр обществоведения, руководитель (ведущий) проекта SAFECON, Финляндия, *К. Тайвалантти*;

д-р техн. наук, профессор кафедры техносферной безопасности СПбГАСУ *Э. В. Лучанинов*;

канд. воен. наук, доцент кафедры техносферной безопасности СПбГАСУ *С. Н. Панов*;

канд. воен. наук, доцент кафедры техносферной безопасности СПбГАСУ *В. В. Георгиади*;

канд. техн. наук, доцент кафедры техносферной безопасности СПбГАСУ *Е. Э. Смирнова*;

канд. биол. наук, доцент кафедры техносферной безопасности СПбГАСУ *О. В. Горбунова*;

ст. преподаватель кафедры техносферной безопасности СПбГАСУ *Н. А. Субботина* (ответственный редактор)

ISBN 978-5-9227-1280-4

© Коллектив авторов, 2023

© Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2023

# ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 378.147

*Валерий Александрович Куклев,*

д-р пед. наук

*Олеся Сергеевна Алеевская,*

студент

*Дания Хайдаровна Ахтямова,*

студент

(Ульяновский институт гражданской

авиации имени главного маршала

авиации Б. П. Бугаева)

*E-mail: vkuklev@gmail.com,*

*aleevskaya@list.ru,*

*daniya-akhtyamova@mail.ru*

*Valerii Alexandovich Kuklev,*

Dr. Sci. Ped.

*Olesya Sergeevna Aleevskaya,*

student

*Daniya Haydarovna Akhtyamova,*

student

(Ulyanovsk Civil

Aviation

Institute)

*E-mail: vkuklev@gmail.com,*

*aleevskaya@list.ru,*

*daniya-akhtyamova@mail.ru*

## ПРОЕКТ КОМПЛЕКСА ПРОГРАММНО- АППАРАТНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ПО ЭРГОНОМИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБОРА ПЕРСОНАЛА НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДИНАМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

### THE PROJECT OF A COMPLEX OF SOFTWARE AND HARDWARE SIMULATORS FOR ERGONOMIC SUPPORT OF PROFESSIONAL SELECTION OF PERSONNEL BASED ON MODERN TECHNICAL MEANS OF DYNAMIC CONTROL

Рассмотрена проблема оценки и контроля функционального состояния работника. Охарактеризован проект обеспечения безопасности на рабочем месте. Обобщена реализация методик оценки функционального состояния работника. На разработанном макете апробирована экспресс-методика «Теппинг-тест». Представлен макет для оценки тремометрии. Дана характеристика макета для оценки скорости реакции работника. Описан порядок работы с опытными макетами. Сформулированы обобщающие выводы.

*Ключевые слова:* технические средства диагностики, безопасность и комфорт работника, учебные макеты, теппинг-тест, координация движений.

The problem of evaluation and control of the functional state of an employee is considered. The project of ensuring safety in the workplace is characterized. The implementation of methods for assessing the functional state of an employee is generalized. On the developed layout, the express method "Tapping test" was tested. A layout for assessing tremometry is presented. The characteristics of the layout for assessing the speed of the employee's reaction are given. The procedure for working with experimental layouts is described. Generalizing conclusions are formulated.

*Keywords:* technical means of diagnostics, safety and comfort of an employee, training models, tapping test, coordination of movements.

В ходе инициативных исследовательских работ [1–5], проводимых на кафедре поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов и техносферной безопасности Ульяновского института гражданской авиации имени главного маршала авиации Б. П. Бугаева, выявлена потребность в заблаговременной оценке и контроле за функциональным состоянием, работоспособностью, состоянием здоровья персонала на опасных производственных объектах.

В рамках действующего на кафедре научно-технического кружка были проанализированы возможности современных технических средств динамического контроля за функциональным состоянием работника для минимизации человеческого фактора в цепи технологического процесса; обобщены известные из доступных методик психофизиологического тестирования и порядок их реализации; выполнены опытно-экспериментальные устройства для использования в учебной и практической деятельности.

Разрабатываемый проект нацелен на предварительный контроль функциональных характеристик работника на рабочем месте, в том числе на опасных производственных объектах.

Известно, что в процессе подготовки выпускников по профилю «Безопасность технологических процессов и производств» формируется способность организовывать работу ради достижения поставленных целей и готовность к использованию инновационных идей, одной из которых является использование современных технических средств.

Действительно, выпускники профиля «Безопасность технологических процессов и производств» выполняют профессиональные задачи на предприятиях, имеющих опасные производственные

объекты, на которых используются опасные вещества. В технологических процессах, реализованных на опасных производственных объектах, участвуют работники, к которым предъявляются повышенные профессиональные требования, в том числе с позиций профессионального отбора.

Охарактеризуем цели проекта:

- на основе анализа возможностей известных технических средств диагностики функционального состояния человека выявить существенные свойства, подлежащие контролю состояния работника, влияющие на безопасность выполнения профессиональных задач,
- обобщить известные научно-методические подходы к оценке функционального состояния работника,
- предложить варианты практических устройств для проверки показателей функционального состояния человека.

Выбранная цель определила задачи проекта:

Анализ современных технических средств динамического контроля за функциональным состоянием человека.

Систематизация методик оценки функционального состояния работника.

Обоснование и разработка доступных технических устройств для проверки показателей функционального состояния человека.

Внедрение прилагаемых разработок в учебную и практическую деятельность.

За основу теоретических и практико-ориентированных исследований нами проанализирован ряд технических средств, за основу выбрано имеющееся на кафедре устройство психофизиологического тестирования УПФТ-1/30 «Психофизиолог» (рис. 1), обладающее набором полезных характеристик.

В ходе исследования выделены возможности устройства – прототипа. Были проанализированы доступные методики психофизиологического тестирования и порядок их реализации. На разработанном на основе прототипа макете апробирована известная экспресс-методика «Теппинг-тест» (рис. 2).

Результат испытаний оценивается по известным табличным значениям.



Рис. 1. Общий вид прототипа



Рис. 2. Апробация макета для оценки экспресс-методики

На основе прототипа был изучен метод определения точности воспроизведения движений, их пространственных характеристик. Для апробации был изготовлен учебный макет (рис. 3).



Рис. 3. Макет для оценки тремометрии

Подобные устройства используются для диагностики функционального состояния человека.

В ходе исследования было установлено, что работнику часто приходится реагировать на различные сигналы. Подчеркнуто, что среднее время реакции человека на звуковой сигнал должно составлять не более 0,15 секунд, что вполне можно реализовать современными средствами на основе микроконтроллера, для чего был изготовлен автономный макет, представленный на рис. 4 (слева). В ходе опытно апробации был изготовлен усовершенствованный макет с питанием от разъема USB.



Рис. 4. Макеты для оценки скорости реакции



Для экспериментов по оценке уровня координации движений и определения точности воспроизведения траектории движения был подготовлен новый макет (рис. 5). Испытуемый должен провести шуп внутри прорези до конца, стараясь не касаться стенок прорези. Выявлены критерии оценки координации движений. Подтверждено, что показателями динамического тремора являются время прохождения траектории и количество ошибок.



Рис. 5. Координиметр

В заключение подчеркнем, что на основе выполненных исследований формируются компетентность выпускника к применению современных технических средств; способность внедрять в практику эффективные методики контроля состояния персонала, влияющего на безопасность процессов и производств; минимизировать человеческий фактор в технологическом процессе. Основные предложения, сформированные в ходе поисковой и научно-исследовательской

деятельности курсантов, могут быть использованы на предприятиях промышленности.

### Литература

1. Куклев В. А. Формирование профессиональной компетентности через проектную деятельность / В. А. Куклев, Н. Н. Иванская, А. В. Селезнев // European research: сборник статей X Международной научно-практической конференции: в 3 ч., Пенза, 20 мая 2017 года. – Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г. Ю.), 2017. – С. 180–182.

2. Роль проектного метода в формировании экологического мировоззрения обучающихся технического вуза авиационного профиля / Н. Н. Иванская, В. А. Куклев, В. А. Глушков [и др.] // Взаимосвязь инженерного и экологического образования – требование современности: Сборник статей Всероссийской очно-заочной научно-практической конференции с международным участием: «Формирование престижа профессии инженера у современных школьников» в рамках Петербургского между-народного образовательного форума Международной очно-заочной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 29 марта 2018 года / Под ред. Козловой А. Г., Крайновой Л. В., Расковалова В. Л., Денисовой В. Г. – Санкт-Петербург: Частное образовательное учреждение дополнительного образования «Лингвистический Центр «Тайкун», 2018. – С. 348–352.

3. Формирование навыков непрерывного образования через проектную деятельность в рамках экологического образования в авиационном вузе / Н. Н. Иванская, В. А. Куклев, В. А. Глушков, Е. Н. Калюкова // Электронное обучение в непрерывном образовании 2018: V Международная научно-практическая конференция, Ульяновск, 18–20 апреля 2018 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2018. – С. 644–649.

4. Губарева В. А. Совершенствование системы предсменного контроля труда молодых работников / В. А. Губарева, О. С. Шалагинова, В. А. Куклев // Проблемы социальной идентификации российской молодежи: содержательный и коммуникативный аспекты: Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Ульяновск, 29–30 ноября 2019 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2019. – С. 146–149.

5. Кулькова, Е. А. Определение угла зрения в интересах техносферной безопасности / Е. А. Кулькова, М. А. Васильев, В. А. Куклев // Технологии в экологии: Сборник научных трудов. Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов, молодых учёных, преподавателей, приуроченная к VII Ежегодному молодежному фестивалю в области устойчивого развития ВУЗЭКОФЕСТ, Ульяновск, 22 апреля 2021 года. – Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2021. – С. 77–79.

**УДК 614.446**

*Елена Владимировна Климова,*  
канд. техн. наук, доцент  
*Екатерина Владимировна Дмитриева,*  
магистрант  
(Белгородский государственный  
технологический университет  
им. В. Г. Шухова)  
*E-mail: lena\_1109@mail.ru,*  
*dkv31rus@gmail.com*

*Elena Vladimirovna Klimova,*  
PhD in Sci. Tech., Associate Professor  
*Ekaterina Vladimirovna Dmitrieva,*  
Master's degree student  
(Belgorod State  
Technological University  
named after V. G. Shukhov)  
*E-mail: lena\_1109@mail.ru,*  
*dkv31rus@gmail.com*

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА**

### **MODERN METHODS OF LABOR SAFETY TRAINING**

В статье рассмотрены и проанализированы современные методы обучения по охране труда работников и специалистов. Представлены способы формирования безопасной поведенческой модели сотрудника при выполнении трудовых функций. Перечислены основные общественно-просветительские мероприятия, направленные на популяризацию охраны труда и развитие кадрового потенциала. Выявлены основные проблемы в организации обучения работников требованиям охраны труда, приводящие к снижению эффективности учебного процесса и уровня знаний работников. Доказано, что для предотвращения аварийности, травматизма и профессиональных заболеваний, большое значение уделяется предупредительным мерам в области безопасности труда, важную роль среди которых занимает обучение по охране труда.

*Ключевые слова:* охрана труда, проверка знаний, методы обучения, компетенции работника, безопасность, игровые решения.

The article considers and analyzes modern methods of training in labor protection for workers and specialists. The ways of forming a safe behavioral model of an employee in the performance of labor functions are presented. The main social and educational activities aimed at promoting labor protection and developing human resources are listed. The main problems in the organization of training of workers in the requirements of labor protection are identified, leading to a decrease in the effectiveness of the educational process and the level of knowledge of workers. It has been proven that in order to prevent accidents, injuries and occupational diseases, great importance is given to preventive measures in the field of labor safety, among which an important role is occupied by training in labor protection.

*Keywords:* labor protection, knowledge testing, training methods, employee competencies, safety, game solutions.

Для обеспечения безопасности трудового процесса необходимо в первую очередь сформировать безопасную поведенческую модель работника за счет повышения уровня его компетенций в области охраны труда. Ошибки работника при недостаточных знаниях заключаются в неправильной оценке производственной ситуации либо в неправильном применении или незнании правил безопасности для данной ситуации [1, 2].

Нехватка регулярного контроля и наблюдение за обучением работников и работодателей, и эффективных механизмов экономического стимулирования позволяет работодателям пренебрегать обязанностями, закрепленными в ТК РФ. Нарушения в организации обучения по охране труда часто раскрываются только при наступлении их последствий (аварий, несчастных случаев на производстве). Не менее важной проблемой является слишком низкое качество обучения, обнаруживающийся при неполучении обучающимися существенных знаний и навыков для решения актуальных вопросов безопасности труда на предприятиях [2, 3].

Непрерывность обучения является главным условием формирования безопасной деятельности работника. Всего различают 4 вида обучения:

- первичное (базовое) обучение – подготовлен коллектив, когда нового сотрудника обучают знаниям и навыкам, которые будут необходимы ему в работе;
- обучение под задачи/развитие компетенций – повышение квалификации, когда работник получает дополнительные знания из-за изменений требований к специальности или карьерного роста;
- кросс-функциональное обучение (новейшее направление, либо соприкасающееся с текущей деятельностью) – профессиональная переподготовка;
- повторное обучение – для обновления и проверки знаний в профессиональной сфере.

Обучение по охране труда работников начинается с их инструктирования, а в дальнейшем обучения, стажировки и проверки знаний.

Обязательным условием обучения требованиям ОТ является наличие теоретической и практической составляющих.

К лучшим практикам по обучению безопасности производственных процессов относятся применение технологий виртуальной реальности, внедрение виртуальных классов по охране труда, геймифицированных форм обучения.

Для специалистов по охране труда с целью повышения уровня профессиональных компетенций широко внедряются следующие современные методы обучения:

- 1) вебинары с опытными спикерами;
- 2) тренинги;
- 3) коучинг, наставничество или менторство для закрепления навыков;
- 4) работа с профильной литературой или посещение научно-практических конференций для накопления объема знаний по отдельным темам;
- 5) ворк-шопы внутри организации с целью обмена передовыми решениями и опытом;
- 6) *case-study* – обучение через разборы заданий кейсов;
- 7) подкасты – методы, основанные на активном прослушивании необходимой информации;
- 8) групповая работа на внедрение конкретных проектов в области охраны труда;
- 9) *blended*-формат – сочетание традиционных форм аудиторного обучения с элементами интерактивного электронного обучения [3–5].

Также активно используется для обучения метод мифологем, который заключается в разыскивании нестандартных способов решения проблем, Происходящих в реально существующих производственных условиях. Подготавливается отсутствующий сценарий, аналогичный с существующим. Положительными характеристиками метода обозначается развитие креативного мышления, и снижение уровня тревожности обучающихся при их столкновении с новыми задачами и проблемами [1, 4].

«Летучка» – метод, в котором актуальные вопросы ОТ касаемо изучаемой проблемы решаются посредством обмена информацией и мнениями, вследствие чего появляется возможность повысить на-

выки применения эмоционально-волевого и содержательно-проблемного подхода при принятии решений.

Технологии 3D виртуальной реальности для обучения работников выявляет новые возможности в обучении кадрового состава, понижают риски убытков при выходе из строя дорогостоящих устройств и сбое в работе оборудования. Обучение с помощью виртуальной реальности позволяет работнику взаимодействовать с точной копией оборудования без риска для имущества компании, окружающей среды и собственного здоровья [6, 7].

С целью вовлечения работников в обучающий процесс и повышения культуры безопасности в компании используют также настольные игры по охране труда: *DIGITAL*-Игра по безопасности (3 в 1: ОТ, ПБ, ЭБ); деловые игры «Золото Аляски», «Дикий Запад», «Битва Токов», «В погоне за главным», «Герои в касках», «Маркер безопасности», «Кошки из матрешки», «Матрица спасения», «Поехали» и «Операция 112».

Для совершенствования профессиональных навыков и базовых знаний в области охраны труда в РФ при государственной поддержке организуют различные мероприятия. Так ежегодно в Москве проводится Международная специализированная выставка-форум «Безопасность и охрана труда» (БИОТ), на которой представлен широкий спектр изобретений и инноваций в области безопасности труда и жизнедеятельности человека, а в рамках дискуссий, круглых столов, семинаров, конкурсов и конференций проводится обсуждение научных разработок, актуальной информации по охране труда и государственному регулированию. Также при поддержке Минтруда и Роструда ежегодно проводится Всероссийская олимпиада для специалистов по охране труда и Всероссийский конкурс «Лучший специалист по охране труда» в рамках общественно-просветительской кампании, направленной на популяризацию охраны труда и развития кадрового потенциала.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 11 декабря 2015 г. № 1346 учреждена Всероссийская неделя охраны труда, организатором которой является Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. В программу ВНОТ включают сессии и дискуссии практического характера, посвященные законодательству в сфере охраны труда, промышленной безопасности,

системам управления охраной труда на предприятиях всех отраслей экономики и формированию здорового образа жизни работников.

Таким образом, в современных условиях, с целью предупреждения аварийности, травматизма и профессиональных заболеваний, большое значение уделяется предупредительным мерам в области безопасности труда, важную роль среди которых занимает обучение по ОТ. Обучение способствует развитию устойчивых знаний и навыков по безопасности производства, позволяет в объединенном функционале сформировать универсальную единую базу знаний по охране труда.

#### **Литература**

1. *Климович Е. Ю.* Влияние современных методов обучения безопасности на профилактику производственного травматизма // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Новокузнецк, 2021. С. 235–237.
2. *Хайруллина Л. И., Тучкова О. А., Чижова М. А.* Обучение охране труда как неотъемлемый элемент в системе управления охраной труда и профессионального образования // Вестник НЦБЖД. 2020. № 1 (43). С. 142–148.
3. *Шмалько И. В., Елькин И. А., Кузнецова Е. А.* Обзор современных технологий обучения безопасности труда // Проблемы безопасности российского общества. 2020. № 2(30). С. 88–95.
4. *Штоберт А. А., Шурай С. П.* Внедрение современных форм обучения в области охраны труда на предприятии транспорта нефти и нефтепродуктов // Colloquium-Journal. 2019. № 13–11 (37). С. 199–201.
5. *Рыжиков Е. Н., Климова Е. В., Носатова Е. А., Хлусова В. П.* Совершенствование системы управления охраной труда и промышленной безопасностью с учетом анализа и прогнозирования производственного микротравматизма // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 57. С. 194–205.
6. *Климова Е. В., Рыжиков Е. Н.* Снижение производственного травматизма путем совершенствования системы управления охраной труда // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2017. № 1. С. 41–51.
7. *Климова Е. В., Калатоци В. В., Рыжиков Е. Н.* Проблемы эффективного управления профессиональными рисками / Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2015. № 4. С. 270–272.

**УДК 378.147**

*Валерий Александрович Куклев,*

д-р пед. наук

*Олеся Сергеевна Алеевская,*

студент

*Дания Хайдаровна Ахтымова,*

студент

(Ульяновский институт гражданской

авиации имени главного маршала

авиации Б. П. Бугаева)

*E-mail: vkuklev@gmail.com,*

*aleevskaya@list.ru,*

*daniya-akhtyamova@mail.ru*

*Valerii Alexandovich Kuklev,*

Dr. Sci. Ped.

*Olesya Sergeevna Aleevskaya,*

student

*Daniya Haydarovna Akhtyamova,*

student

(Ulyanovsk Civil

Aviation

Institute)

*E-mail: vkuklev@gmail.com,*

*aleevskaya@list.ru,*

*daniya-akhtyamova@mail.ru*

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ  
ПО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМУ КОНТРОЛЮ  
СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА  
В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА УСЛОВИЙ ТРУДА  
НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ**

**RESEARCH PROJECT ON INSTRUMENTAL CONTROL  
OF CARBON DIOXIDE CONTENT  
IN THE WORKPLACE MONITORING SYSTEM**

Описана творческая деятельность по изучению возможностей инструментального контроля за содержанием углекислого газа. Описываются разрабатываемые устройства для использования в учебной и практической деятельности. Констатируется необходимость перехода от санитарно-гигиенического подхода к нормированию содержания углекислого газа к физиологическому подходу. Формулируются обобщающие выводы.

*Ключевые слова:* проектная деятельность, исследования, диагностика, контроль, технические средства, учебные макеты.

Creative activity on studying the possibilities of instrumental control of carbon dioxide content is described. The developed devices for use in educational and practical activities are described. The necessity of transition from the sanitary and hygienic approach to the regulation of carbon dioxide content to the physiological approach is stated. Generalizing conclusions are formulated.

*Keywords:* project activities, research, diagnostics, control, technical means, educational layouts.



На кафедре поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов и техносферной безопасности Ульяновского института гражданской авиации имени главного маршала авиации Б. П. Бугаева успешно реализуется проектная деятельность курсантов, обучающихся по направлению «Техносферная безопасность» [1–6].

В рамках действующего на кафедре научно-технического кружка были проанализирована потребность в контроле содержания углекислого газа в системе мониторинга условий труда, влияющих на безопасность трудовой деятельности, функциональное состояние, работоспособность, состояние здоровья персонала, в том числе и на опасных производственных объектах.

Анализируются возможности современных технических средств мониторинга условий труда, а также для контроля за функциональным состоянием работника в интересах минимизации человеческого фактора в цепи технологического процесса. Обобщаются известные из доступных технологий и методик мониторинга условий труда на рабочем месте, порядок их реализации. Описываются разрабатываемые устройства для использования в учебной и практической деятельности.

Подчеркнем, что обеспечение безопасности и комфорта на рабочем месте является одной из важных задач современного выпускника вуза на рабочем месте. В процессе подготовки выпускников по профилю «Безопасность технологических процессов и производств» формируется способность организовывать работу ради достижения поставленных целей и готовность к использованию инновационных идей, одной из которых является использование современных технических средств мониторинга условий труда.

Современные научные исследования констатируют необходимость перехода от санитарно-гигиенического подхода к нормированию содержания углекислого газа к физиологическому подходу, учитывающему влияние  $\text{CO}_2$  на жизненные функции человека.

Охарактеризуем цели проекта: на основе анализа возможностей известных технических средств диагностики и контроля содержания углекислого газа в системе мониторинга условий труда выявить существенные принципы нормирования содержания углекислого газа, влияющие на безопасность выполнения профессиональных задач,

обобщить известные научно-методические подходы к оценке воздействия  $\text{CO}_2$  на жизненные функции человека, предложить варианты практических устройств для проверки показателей содержания углекислого газа в воздухе рабочей зоны.

Выбранная цель определила задачи проекта: анализ современных технических средств диагностики и контроля содержания углекислого газа в системе мониторинга условий труда; систематизация методик нормирования содержания углекислого газа в системе мониторинга условий труда на рабочем месте; обоснование и разработка доступных технических устройств для контроля содержания углекислого газа в системе мониторинга условий труда, необходимых для учета показателей функционального состояния человека; внедрение предлагаемых разработок в учебную и практическую деятельность.

Теоретическую основу проекта составили классические идеи по обеспечению безопасности технологического процесса, представленные на рис. 1.



Рис. 1. Опасные и вредные факторы технологического процесса

Известно, что превышение допустимого уровня углекислого газа в воздухе помещения может привести к ухудшению самочувствия

работников, нарушению технологических процессов, невозможности осуществления некоторых операций и т. д. Продолжительное нахождение в загазованном помещении приводит к кислородному голоданию, появлению головокружения и обморокам. Для обеспечения оптимальных условий рабочего процесса промышленные предприятия, производственные цеха, учреждения и организации задействуют газоанализирующее оборудование, осуществляющее постоянный контроль концентраций углекислого газа.

Проведенный анализ карты специальной оценки условий труда водителя аэродромного топливозаправщика показал, что на водителя наряду с физическими факторами влияет и химический фактор. Результаты измерений отражены в протоколах и не превышали нормативных значений. Однако стало очевидным, что возможны кратковременные превышения норм, способные привести к неблагоприятным последствиям, которые зависят от конкретного содержания  $\text{CO}_2$  (рис. 2).

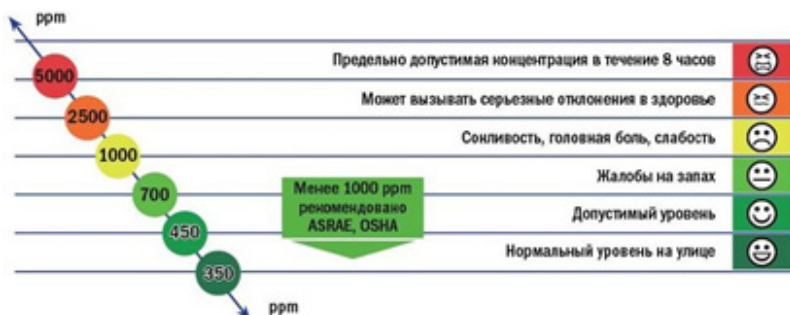


Рис. 2. Известные зависимости состояния работника от уровня  $\text{CO}_2$

В ходе исследования проанализированы промышленные анализаторы углекислого газа, например, серии ПКУ-4 или АНКАТ-7664 Микро версий 10 и 11, они применяются для контроля концентраций диоксида углерода в атмосферном воздухе. Данные измерений выводятся на дисплей прибора в виде световой и звуковой индикации по двум порогам концентрации газа.

Главным чувствительным элементом газоанализатора служит специальный датчик, работающий по принципу избирательного по-

глощения углекислотой оптического излучения определенной длины волны. Отметим, что срок службы газоанализаторов серии ПКУ-4 – более 5 лет. Идея разрабатываемого макета началась с первых проектов, реализованных в 2019-2020 гг. Первоначально исследования проводились на основе полупроводниковых датчиков серии MQ (рис. 3).



Рис. 3. Вариант макета на основе датчика серии MQ

Принцип работы таких датчиков основывался на изменении сопротивления тонкопленочного слоя диоксида олова при соприкосновении с молекулами газа. Первые эксперименты показали, что для нормальной работы устройства необходим прогрев датчика в течение примерно 15 минут.

Далее был апробирован усовершенствованный вариант с индикатором в виде цветной шкалы (рис. 4).



Рис. 4. Вариант с индикатором

Было установлено, что длительное время прогрева приводит к длительному ожиданию результатов измерения, подтверждена низкая избирательность выбранного датчика.

Для контроля уровня  $\text{CO}_2$  в кабине водителя в дальнейшем апробирован макет устройства для контроля выбросов углекислого газа (рис. 5). При измеренных значениях водитель сохраняет высокую работоспособность. При превышении нормативных значений водителя предлагается вручную или автоматически включить принудительную вентиляцию в кабине. При включении макета в течение 120 секунд происходит автокалибровка датчика МН-Z19, затем выводятся на экран значения уровня углекислого газа в PPM.



Рис. 5. Макет на основе датчика МН-Z19

Практика апробации макета показала, что можно добавить в устройство дополнительные функции показа текущего времени, а при добавлении климатического датчика можно выводить полезные значения относительной влажности, давления и температуры (рис. 6–7). Макет работает на основе бесплатного программного обеспечения на основе микроконтроллера. Идея макета – получить информацию от датчиков и обработать микроконтроллером с последующим выводом информации на индикатор. Установка предложенного устройства в кабине водителя специального автотранспорта позволит контролировать допустимый уровень  $\text{CO}_2$ , обеспечить рациональный режим труда и отдыха, сохранить здоровье работника.



Рис. 6. Усовершенствованный макет на основе датчика MH-Z19



Рис. 7. Работа с макетом

В заключение подчеркнем, что на основе выполненных исследований формируются компетентность выпускника к применению современных технических средств; способность внедрять в практику эффективные методики контроля состояния персонала, влияющего на безопасность процессов и производств; минимизировать человеческий фактор в технологическом процессе. Основные предложения, сформированные в ходе поисковой и научно-исследовательской

деятельности курсантов, могут быть использованы на предприятиях промышленности.

### Литература

1. Куклев В. А. Программно-информационное обеспечение оценки условий труда в дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / В. А. Куклев, Э. Б. Герасимова // Электронное обучение в непрерывном образовании. – 2016. – № 1. – С. 1120–1125.

2. Куклев В. А. Формирование профессиональной компетентности через проектную деятельность / В. А. Куклев, Н. Н. Иванская, А. В. Селезнев // European research: сборник статей X Международной научно-практической конференции: в 3 ч., Пенза, 20 мая 2017 года. Том Часть 2. – Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г. Ю.), 2017. – С. 180–182.

3. Формирование навыков непрерывного образования через проектную деятельность в рамках экологического образования в авиационном вузе / Н. Н. Иванская, В. А. Куклев, В. А. Глушков, Е. Н. Калюкова // Электронное обучение в непрерывном образовании 2018: V Международная научно-практическая конференция, Ульяновск, 18–20 апреля 2018 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2018. – С. 644–649.

4. Кольцова В. Э. Программно-аппаратный тренажер по изучению запыленности воздуха / В. Э. Кольцова, А. О. Малюгина, В. А. Куклев // Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности: Материалы III Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 20 марта 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2020. – С. 82–84.

5. Программно-аппаратный тренажер совершенствования практических навыков пожаротушения у курсантов авиатранспортного вуза / В. А. Куклев, В. Д. Кострикин, А. В. Селезнев, С. К. Сафонов // Научный вестник УИ ГА. – 2020. – № 12. – С. 18–22.

6. Коробейников В. К. Проектная деятельность в процессе оценки условий труда на рабочем месте водителя / В. К. Коробейников, В. А. Куклев, В. А. Глушков // Технологии в экологии: Сборник научных трудов. Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов, молодых учёных, преподавателей, приуроченная к VII Ежегодному молодежному фестивалю в области устойчивого развития ВУЗЭКОФЕСТ, Ульяновск, 22 апреля 2021 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2021. – С. 73–75.

УДК 699.812.2

*Юлия Ивановна Попова,*

студент

*Евгений Александрович Данилов,*

студент

*Константин Сергеевич Кучишкин,*

студент

(Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого)

*E-mail: popiva.yui @edu.spbstu.ru,*

*danilov.ea@edu.spbstu.ru,*

*kuchichkin.ks@edu.spbstu.ru*

*Yulia Ivanovna Popova,*

student

*Evgeny Alexandrovich Danilov,*

student

*Konstantin Sergeevich Kuchishkin,*

student

(Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University)

*E-mail: popiva.yui @edu.spbstu.ru,*

*danilov.ea@edu.spbstu.ru,*

*kuchichkin.ks@edu.spbstu.ru*

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

### **ENSURING FIRE SAFETY IN CONSTRUCTION USING REINFORCED CONCRETE PRODUCTS**

В данной работе рассматриваются современные методы повышения огнестойкости железобетонных конструкций. Проанализированы недостатки использования железобетонных панелей при строительстве зданий и сооружений. Приведены табличные значения предел огнестойкости железобетонных конструкций по показателям R, E, I, REI, EI. Показана диаграмма деформирования бетона при расчете огнестойкости и огнесохранности. Результатом приведенной работы является перечень способов увеличения предела огнестойкости такие, как: защитный слой бетона, огнезащитное штукатурное и вспучивающиеся тонкослойные покрытия, огнезащитная облицовка. Был выявлен оптимальный и наиболее эффективный способ огнезащиты железобетонных изделий с точки зрения безопасности.

*Ключевые слова:* железобетонные изделия, пожарная безопасность, строительство, огнезащита, предел огнестойкости.

In this paper, modern methods of increasing the fire resistance of reinforced concrete structures are considered. The disadvantages of using reinforced concrete panels in the construction of buildings and structures are analyzed. Tabular values of the fire resistance limit of reinforced concrete structures according to the indicators R, E, I, REI, EI are given. The diagram of concrete deformation when calculating fire resistance and fire safety is shown. The result of this work is a list of ways to increase the fire resistance limit, such as: a protective layer of concrete, fire-resistant plaster and swelling thin-layer coatings, fire-resistant cladding. The optimal and most



effective method of fire protection of reinforced concrete products from the point of view of safety was identified.

*Keywords:* reinforced concrete products, fire safety, construction, fire protection, fire resistance limit.

В настоящее время строительный рынок Российской Федерации основан на строительстве сооружений и конструкций из железобетонных изделий. Железобетон является одним из самых распространенных строительных материалов. Этот факт объясняется рядом существенных преимуществ перед сооружениями, возводимых из других материалов – это долговечность здания, высокая скорость возведения и относительная низкая себестоимость строительства. Главным преимуществом железобетона является его высокая огнестойкость по сравнению с другими строительными материалами.

*Целью работы является рассмотрение* современных методов повышения огнестойкости железобетонных конструкций.

Железобетонные конструкции под воздействием пожара с течением времени разрушаются. К отрицательным характеристикам железобетона относятся:

- неустойчивая связь между составляющими элементами;
- ухудшение прочности бетона и арматурной стали;
- повышенная влажность.

Воздействие высоких температур – это главная причина потери высокопрочного бетона его физико-механических свойств.

Вследствие снижения прочности нагретого бетона, теплового расширения и теплоизолирующей способности, наступает предел огнестойкости железобетонных конструкций, что приводит к быстрому снижению несущей способности конструкции при пожаре (см. табл.) [1].

Показатели предела огнестойкости железобетонных конструкций:

- *REI* – время до наступления состояния утраты несущей способности (мин);

- *EI* – предел времени до разрушения конструкции (мин);
- *R* – потери несущей способности, деформации и обрушение конструкции;

- *E* – потеря целостности конструкции, образование трещин, отверстий, через которые распространяется пламя;

- *I* – потери теплоизолирующих свойств, повышение температуры небогораемой поверхности до предельных показателей.

## Предел огнестойкости железобетонных конструкций

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости железобетонных конструкций, не менее						
	Несущие элементы здания: стены, колонны, балки, ригели, фермы, рамы	Наружные несущие стены	Плиты перекрытия междуэтажные (в т. ч. чердачные и над подвалом)	Элементы бесчердачных покрытий	Лестничные клетки		
Особая	R 180 E 60	E 60	R 180 EI 60	Настилы, плиты (в т. ч. с утелителем)	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц	R 60
I	R 120	E 30	REI 60	RE 30	R 30	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 60	R 45

Основная задача огнезащиты – это уменьшение пожарной опасности конструкций, а также увеличение огнестойкости этих конструкций до уровня, соответствующего нормам пожарной безопасности. Также следует учесть, что при строительстве конструкций и сооружений, нужно обращать внимание на пожар, который носит катастрофические последствия для железобетонных изделий.

Расчет огнестойкости железобетонных конструкций проводится с помощью диаграмм деформирования бетона на сжатие от кратковременного огневого воздействия.

При расчете огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций по деформационной модели может быть использована двухлинейная диаграмма состояния сжатого бетона (см. рис.) [2].

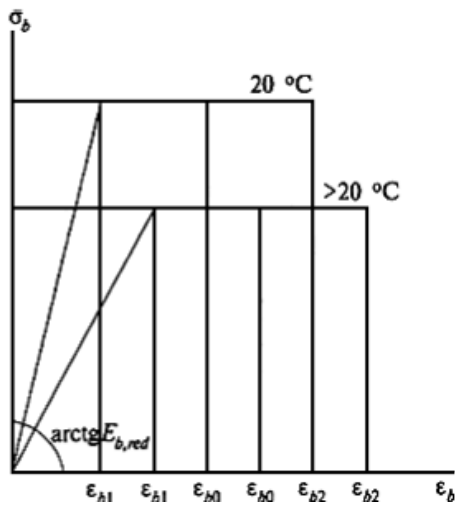


Диаграмма деформирования бетона

при расчете огнестойкости и огнесохранности:

$\sigma_b$  – сжимающее напряжение бетона;  $\epsilon_b$  – относительные деформации;

$E_{b,red}$  – значение приведённого модуля деформаций

Для повышения предела огнестойкости применяются следующие способы огнезащиты:

- обетонирование (увеличение толщины защитного слоя);

- применение специальных покрытий (штукатурное, тонкослойное вспучивающееся);

- облицовка.

**Обетонирование.** Защитный слой бетона повышает предел огнестойкости до 180–240 минут. Недостатками данного метода являются:

- повышение вероятности взрывообразного разрушения бетона;
- существенное наращивание массивности конструкций;
- увеличение нагрузки на несущие элементы каркаса [3, 4].

**Применение специальных покрытий. Огнезащитная штукатурка.** Применение данного вида огнезащиты повышает предел огнестойкости до 240 минут. Огнезащитная штукатурка может использоваться как внутри помещения, так и снаружи. Преимуществами штукатурки являются:

- высокая механическая прочность;
- сильная связь с основой;
- срок эксплуатации покрытия не менее 25 лет;
- эстетическая гибкость;
- восприимчивость к малярным материалам и другим видам декоративной обработки.

Основным недостатком огнезащитной штукатурки является толщина покрытия, неприемлемая для высокоэтажных сооружений.

**Вспучивающиеся тонкослойное покрытие** во время повышения температуры, в силу физико-химических процессов, расширяется. В сравнении с исходным состоянием покрытие увеличивается в 10–50 раз. В условиях пожара образуется пористый слой толщиной в несколько сантиметров, который окутывает поверхность конструкций, заполняя технологические отверстия, изолируя пламя пожара. При высоких температурах, а именно при диапазоне в 160–350 °С, наблюдается выделение пара и газа вследствие чего, возникает процесс вспучивания. Достоинством данного способа являются высокая технологичность. Вспучивающиеся тонкослойное покрытие разрешено использовать в помещениях, где люди находятся постоянно, а также в помещениях, где проводятся сварочные работы. Данное покрытие применяется для поверхностей любой сложности. Также способ отличается экономичностью, и длительным сроком эксплуатации

при оптимальном расходе тонким слоем, например, 1–2 мм. Не увеличивает нагрузки на конструкцию.

**Огнезащитная облицовка.** Благодаря этому методу предел огнестойкости вырастает до 180–240 минут [3, 5]. Еще одним достоинством огнезащитной облицовки является технологичность. Облицовка выполняет функции теплоизоляции и звукоизоляции. Недостатками данного способа увеличения предела огнестойкости являются:

- увеличение толщины огнезащиты;
- повышение вероятности разгерметизации швов;
- увеличение способности пропускания пара;
- неустойчивость крепёжных металлических элементов к высоким температурам.

Были рассмотрены преимущества и недостатки огнезащитных покрытий в строительстве с использованием железобетонных изделий. Проанализировав приведенные методы огнезащиты, можно сделать вывод, что вспучивающиеся тонкослойные покрытия являются оптимальными и наиболее эффективными с точки зрения безопасности.

#### Литература

1. Ананина М. В., Лепешкина Д. О. Огнестойкость железобетонных конструкций: методы испытаний по российским и американским стандартам // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. 10(37). С. 7–21.
2. Свойства бетона и арматуры при огневом воздействии и после него. Studfiles. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/2204606/page:4/>
3. СТ СЭВ 1000-78 Противопожарные нормы строительного проектирования. Метод испытания строительных конструкций на огнестойкость, 2013. 14 с.
4. Пособие по определению пределов огнестойкости строительных конструкций от 19.12.1984 № 351/л (с обновлениями 2016 года). Кучеренко Госстроя СССР от 19 декабря 1984 г. № 35 1л. МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1985. 45 с.
5. Еремина Т. Ю., Минайлов Д. А. Совершенствование нормативно-правовой базы в области огнестойкости строительных конструкций // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2014. № 3. С. 32–36.

**УДК 331.453**

*Рамиля Фархадовна Гибадуллина,*  
студент  
*Алсу Ильнуровна Шакирова,*  
канд. техн. наук, доцент  
(Казанский национальный  
исследовательский технический  
университет имени А. Н. Туполева – КАИ)  
*E-mail: 1622101016r@mail.ru,*  
*alsugal92@mail.ru*

*Ramilya Farkhadovna Gibadullina,*  
student  
*Alsu Ilnurovna Shakirova,*  
PhD in Sci. Tech., Associate Professor  
(Kazan National Research  
Technical University  
named after A. N. Tupolev – KAI)  
*E-mail: 1622101016r@mail.ru,*  
*alsugal92@mail.ru*

## **СОСТОЯНИЕ УСЛОВИЙ И БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

### **STATE OF WORK CONDITIONS AND SAFETY IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY**

В статье рассмотрены проблемы обеспечения надежности и безопасности возводимых объектов в строительной отрасли. На сегодняшний день вопрос повышения качества системы охраны труда на объектах строительства является наиболее актуальным. Планирование снижения производственного травматизма по методике комплексной программы обеспечивается максимальным уменьшением числа аварийных происшествий по отношению к расходам на соответствующие мероприятия. Разработку зданий и сооружений необходимо начинать с работ по изысканию строительной площадки с учетом ландшафта и состояния грунтовой среды, квалифицированного планирования проекта фундамента и несущих конструкций с учетом прочности и долговечности конструкций с опорой на государственную документацию, то есть в соответствии с действующими нормами и стандартами.

*Ключевые слова:* строительство, риск, безопасность, травматизм, правила, охрана труда.

The article discusses the problems of ensuring the reliability and safety of constructed facilities in the construction industry. To date, the issue of improving the quality of the labor protection system at construction sites is the most relevant. Planning for the reduction of occupational injuries according to the methodology of the integrated program is ensured by the maximum reduction in the number of accidents in relation to the costs of the relevant measures. The development of buildings and structures should begin with work on the survey of the construction site, taking into account the landscape and the state of the soil environment, qualified

planning of the foundation project and load-bearing structures, taking into account the strength and durability of structures based on state documentation, that is, in accordance with current norms and standards.

*Keywords:* construction, risk, safety, injury, rules, labor protection.

Строительство является основой формирования искусственной среды жизнедеятельности. От состояния этой области зависит уровень развития общества и безопасность окружающей среды. Построенные места жительства, сооружения предприятий олицетворяют собой сложную техногенную систему, которая грозит человечеству и внешней среде экологическими и промышленными проблемами.

В настоящее время строительная наука изучает проблемы обеспечения комплексной безопасности, работает над увеличением качества и надёжности организации строительных конструкций.

Этап проектирования включает в себя основные параметры системы комплексной безопасности, а принятия технологических и инженерных решений служат фундаментом для подготовки всех видов строительных работ.

Научно-исследовательские организации должны изучать существенное возрастание числа факторов риска и усиление их негативно-го влияния в своих работах по улучшению качества жизни. Понятие риска, в свою очередь, представляет собой анализ, проверку и оценку неопределенного исхода ситуации, и служит ключевым фактором в управлении с опасностью. Изучение риска базируется на результатах возможной угрозы, в сравнении с его критериями допуска и определения степени риска. Идентификация риска основывается на выявлении и описании опасности, а также в оценке экспозиции и характеристики риска.

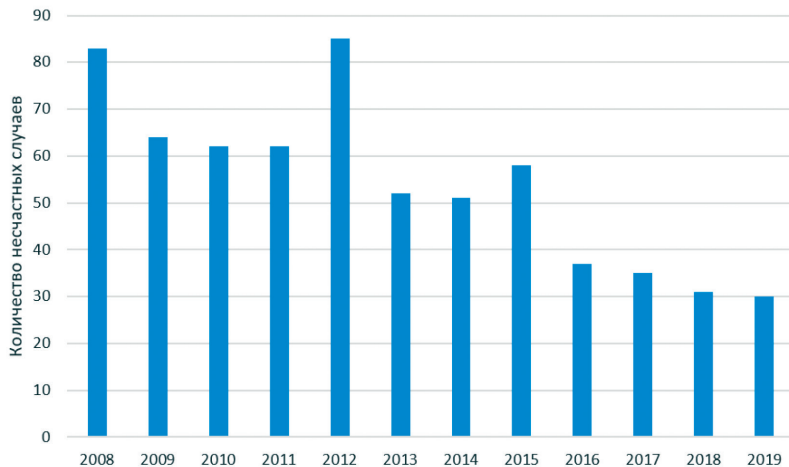
Пренебрежение требованиями и нормами охраны труда в строительной деятельности ведет к повышению случаев травматизма. Анализируя результаты по несчастным происшествиям, можно сделать вывод, что высокий уровень травматизма определяется низкой компетентностью служащих, отсутствием способности эффективно справляться с нестандартными ситуациями.

Статистика показывает рост числа травматизма, несмотря на тенденцию уменьшения вредного производственного фактора. Практика

демонстрирует, что основными причинами аварийности чаще всего служат погрешности в инженерных расчетах, неисправности оборудования, неправильная организации работ и ошибочная оценка состояния дел на производстве и т. д. [1, с. 27]

По информации Министерства труда и социальной защиты строительная отрасль занимает второе место по травматизму, так как в 2018 году доля несчастных случаев, сопровождающихся травмой составила 17,3 % (1026 случаев), а в 2019 году уровень поднялся до 17,5 % (1062 случаев). Если в том же году на Санкт-Петербург приходится 180 случаев травмирования людей, среди которых есть человеческие потери, то на Финляндию за тот же период таких случаев было только два.

Травматизм в подъемных сооружениях, применяемых в реализации строительных работ, велик, на что указывают показатели из рисунка [2, с. 257].



Уровень смертельного травматизма при использовании подъемных устройств

Благодаря нормативным документам следует создать систему постоянного контроля за соблюдением норм и правил безопасности труда.



Специальные Правила по охране труда в строительстве, утвержденные приказом Минтрудсоцзащиты России от 11.12.2020 № 883н (далее – Правила № 883н) содержат свод указаний и требований, призывающих придерживаться определенного режима при осуществлении различного рода строительных работ [3, с. 422].

Применяемые в 2022 году правила охраны труда распространяются на всех без исключения работодателей, функционирующих в сфере строительства. Специальные требования используются для внутреннего нормативного регулирования всей строительной деятельности, включая совокупность инструкций, регламентов и прочих документов, а также для системы охраны труда, рабочих и самих строительных площадок. Потенциальное негативное воздействие в организации любых строительных работ должно быть сведено к минимуму.

Об условиях и охране труда на предприятии должен знать каждый рабочий. Для обеспечения безопасности или уменьшения риска работодатель должен информировать остальных о конкретных готовых технологических решениях любого вопроса. Так, например, от зон опасности зависит отделение специальными ограждениями или же выделение сигнальными знаками опасных территорий (п. 13 Правил № 883н).

Сотрудник должен ознакомиться с требованиями к безопасности, которые представлены в специальной документации, то есть методическими рекомендациями по использованию оборудования. Поэтому основные положения, затрагивающие вопросы обеспечения безопасности труда во время строительства, также следует включить в инструкцию. Такие инструкции важно разработать для каждой профессии и должности, также его необходимо обновлять не реже чем в 5 лет.

Для улучшения безопасности в строительстве можно создать проект «Надежная территория», который включит в себя две образовательные части. В первом блоке будет обучающая платформа, содержащая инструменты для интерактивной работы, то есть тренажеры и информационные технологии, где будущих специалистов будут обучать теории, а в другом – грамотно распределенный на рабочие места специализированный сооружение, наглядно представляющими специальности в структурных подразделениях строительной компании. Организованность рабочего места также наглядно покажет

как можно обойтись без неправильных шагов в процессе рабочей деятельности и уменьшить несчастные случаи.

Молодое поколение воспитывается в среде, поэтому в их кругозоре должен быть правильный пример поведения на строительном участке. А проект может способствовать формированию навыков в организации труда.

Изучив возможности появления травм в процессе строительной деятельности, можно сказать, что снижение травматизма в строительстве возможно благодаря повышению культуры безопасности самих работников, и для усиления безопасности следует предложить следующие меры:

- оборудования и техники, применяемые для проведения строительных мероприятий, должны быть исправными и соответствовать требованиям технических условий и инструкций;
- на этапе строительства или реконструкции объекта каждая проделанная работа должна фиксироваться документально;
- обеспечить работников соответствующими средствами индивидуальной и коллективной защиты в зависимости от типа выполняемой работы;
- сотрудники строительной компании, и других строительного-подрядных организаций, работающие в условиях высокого риска, должны пройти подготовку по охране труда и технике безопасности. Они должны быть компетентны и осознавать риски, связанные с их действиями, особенно при работе на высоте и в закрытом пространстве. Также рекомендуется, чтобы они имели соответствующие знания об оказании первой помощи и могли применять основные методы спасения жизни, если это необходимо;
- знать о рисках для здоровья и безопасности при работе на строительном объекте, и о способах управления этими рисками;
- сообщать о любых обнаруженных рисках тому, кто контролирует работу на объекте, независимо от того, затрагивают ли риски их собственное здоровье и безопасность;
- строительные площадки полны потенциальных опасностей не только для рабочих, но и для населения. Важно предупреждать всех, кто находится вблизи строительных площадок, о необходимости соблюдения мер предосторожности при помощи знаков и плакатов;

- коммуникация является важным фактором в обеспечении безопасности сотрудников. Сотрудники должны оповестить друг друга о выявленных потенциальных рисках. Те, кто работает на площадке, должны знать о существующих потенциальных опасностях, но также должны осознавать и другие опасности.

### **Литература**

1. *Карпов Р. Е.* Анализ причин и профилактика производственного травматизма в строительной отрасли // *Инновационная наука*. 2018. № 6, С. 27–31.
2. Министерство труда и социальной защиты [Электронный ресурс]: Сведения о пострадавших на производстве по территориям Российской Федерации по видам экономической деятельности за 2018 – URL: <https://mintrud.gov.ru/> (дата обращения: 28.10.2022).
3. *Федосов А. В., Вадулина Н. В., Шарафутдинова Г. М., Абдрахманов Н. Х., Расулов С. Р.* Охрана труда. Издательство УГНТУ. – 2017. – 422 с.

УДК 331.45

*Татьяна Николаевна Гончарук,*  
старший преподаватель  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: tatjana.goncharuk@yandex.ru*

*Tatiana Nikolaevna Goncharuk,*  
senior lecturer  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: tatjana.goncharuk@yandex.ru*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ  
ТРАВМООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ  
В РЕЗУЛЬТАТЕ НАРУШЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ  
НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА  
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СТРОИТЕЛЬНО-  
МОНТАЖНЫХ РАБОТ**

**MODELING OF THE CONSEQUENCES OF TRAUMATIC  
SITUATIONS AS A RESULT OF VIOLATION  
OF STATE REGULATORY REQUIREMENTS  
FOR LABOR PROTECTION DURING CONSTRUCTION  
AND INSTALLATION WORK**

Время, передовые технологии заставляют нас быстро перестраивать и переформатировать обучение, по-новому взглянув на сам процесс, с точки зрения того, что заставит молодое, современное поколение специалистов повысить свой интерес к изучению вопросов охраны труда в мире инновационных и более эффективных идей и перспектив.

Используя устройства дополненной или виртуальной реальности (сенсорные устройства), мы можем погрузиться в пространство, смоделированное на основе сценариев, например, специально разработанных для обучения технике безопасности. Личное участие в виртуальных процессах на основе вербальной модели поможет развить и сформировать навыки безопасной работы путем визуализации последствий нарушений правил охраны труда.

*Ключевые слова:* инновационный учебный комплекс, полигон «Умный труд», VR-тренажер, сценарий травмоопасной ситуации, словесная модель

Time and advanced technologies force us to quickly rebuild and reformat training, taking a fresh look at the process itself, from the point of view of what will make the young, modern generation of specialists increase their interest in studying occupational safety issues in the world of innovative and more effective ideas and prospects.

Using augmented or virtual reality devices (touch devices), you can immerse yourself in a space modeled on the basis of scenarios, for example, specially designed

for safety training. Personal participation in virtual modelid processes based on a verbal model will help to develop and form safe work skills by visualizing the consequences of violations of labor protection rules.

*Keywords:* innovative training complex, “Smart Work” training ground, VR simulator, scenario of a traumatic situation, verbal model.

В 2021 году на учебной базе Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (далее СПбГАСУ) в Красном селе торжественно был открыт инновационный учебный комплекс «Полигон «Умный труд»». Эта инновационная образовательная площадка создана в рамках российско-финского проекта *SAFECON* («Безопасность, высокий профессионализм и эффективность на строительных площадках») [1] и предназначена для обучения различной категории слушателей безопасным методам и приемам выполнения работ, изучению вопросов охраны труда в строительстве с целью снижения производственного травматизма в строительной отрасли. Это единственный в России и тем уникальный парк безопасности, содержащий модули интерактивного обучения (далее МИО) по девяти видам работ и нацеленный на формирование безопасной поведенческой модели работника [1], посредством представления в МИО трагических последствий нарушения правил охраны труда при выполнении конкретного вида работ (рис. 1).

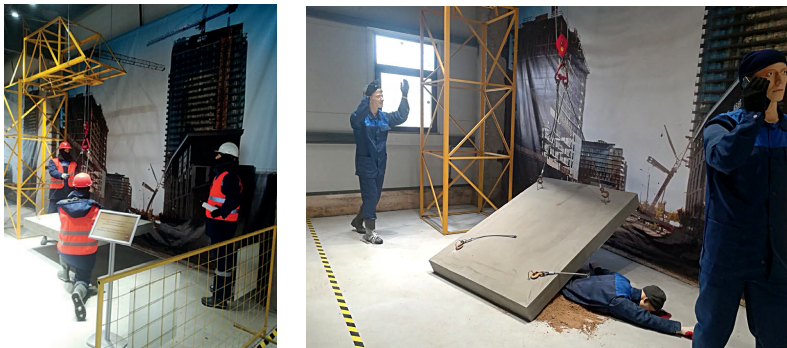


Рис. 1. МИО «Производство работ грузоподъемным краном»: а – инсталляция 1: выполнение работ в соответствии с правилами охраны труда; б – инсталляция 2: травмоопасная ситуация в результате нарушения правил охраны труда

Время, идущие вперед технологии заставляют нас быстро перестраиваться и переформатировать обучение, взглянуть на сам процесс по-новому, с точки зрения того, что заставит повысить интерес молодого, современного поколения специалистов к изучению вопросов охраны труда в мире с лучшими, инновационными и более эффективными идеями и перспективами.

Наглядный материал, представленный на Полигоне в форме модулей, вызывает интерес у целевой аудитории, но он статичен. Привести действия, представленные в МИО в движение, наблюдать за происходящим или стать участником действия сейчас возможно, переложив сценарий травмоопасной ситуации, представленный в МИО, в цифровой формат и используя девайсы дополненной или виртуальной реальности (сенсорные устройства) погрузиться в пространство, смоделированное на основе этих сценариев.

В рамках проекта SAFECON была разработана компьютерная программа обучения «Умный труд», которая является цифровым двойником Полигона (рис. 2). На основе данной программы, используя очки виртуальной реальности, возможно погружение в пространство Полигона и **обучение посредством сравнения двух инсталляций** (рис. 1). Апробация компьютерной программы, которая прошла в рамках проекта SAFECON и в постпроектный период, указала как на очевидный интерес целевой аудитории к ней, так и на явную **необходимость развития посредством моделирования ситуаций, позволяющих не просто наблюдать за процессом, но и участвовать в нем.**



Рис. 2. Фрагмент компьютерной обучающей программы «Умный труд» (МИО «Сварочные работы»): а – общий вид модуля; б – травмоопасная ситуация в результате нарушения правил охраны труда

В 2021 году СПбГАСУ подал заявку на участие в конкурсе на получение статуса «Федеральная инновационная площадка» с инновационным образовательным проектом – «Современные образовательные технологии для обеспечения безопасности труда в строительной отрасли». Министерство науки и высшего образования включило СПбГАСУ в перечень организаций, отнесённых к федеральным инновационным площадкам, составляющим инновационную инфраструктуру в сфере высшего и дополнительного профессионального образования. Теперь на базе Инновационного учебного комплекса «Полигон «Умный труд» СПбГАСУ» предполагается к введенным в эксплуатацию на Полигоне модулям интерактивного обучения разработать:

1) сценарии развития травмоопасных ситуаций в зависимости от различных нарушений требований государственных нормативных документов по охране труда для дальнейшего их представления в *VR*-тренажере с использованием дополненной и/или виртуальной реальности (создать *VR*-тренажер, обучающий безопасным методам и приемам выполнения работ);

2) методику обучения по охране труда с использованием *VR*-тренажера, формирующую безопасную поведенческую модель целевой аудитории (студентов, работников и руководителей структурных подразделений строительной отрасли, специалистов служб охраны труда строительной отрасли, работодателей и их представителей);

3) контент в виде инструкций, обучающих безопасным методам и приемам выполнения работ для *VR*-тренажера с поставленной задачей.

После планирования проекта и получения одобрения на его реализацию идет этап «исполнение (реализация проекта)», затем «завершение». Как и этап планирования, этап реализации проекта должен быть четко расписан и определен, должны быть спланированы действия для решения каждой поставленной задачи.

Первый шаг в решении задачи по моделированию сценариев развития травмоопасных ситуаций в зависимости от различных нарушений требований государственных нормативных документов в области охраны труда – это определить порядок процесса моделирования травмоопасных ситуаций, основанный на исследовании конкретных

событий, процессов, с учетом специфики решаемой проблемы (конкретных нарушений требований охраны труда определенного вида строительных работ). Процесс моделирования сценариев травмоопасной ситуации связан с созданием словесной (описательной) модели, трансформируемой в дальнейшем в цифровой формат, позволяющий ею управлять (принимать решения).

Чтобы данная модель соответствовала цели проекта, формировала необходимые навыки безопасного труда, необходимо понимание того, что должно быть заложено в проекте и это должно быть обосновано.

Предлагаемый алгоритм действий создания словесной модели (моделирования травмоопасных ситуаций при выполнении определенного вида строительных работ) представлен на рис. 3.

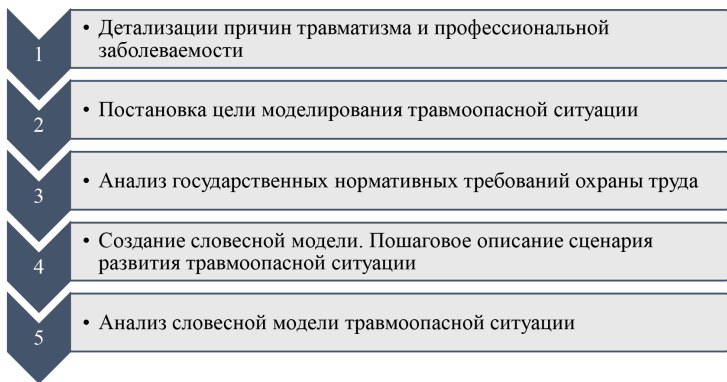


Рис. 3. Последовательность этапов моделирования травмоопасных ситуаций

Поясним этапы, представленные на рис. 3.

1. На этапе постановки цели моделирования травмоопасной ситуации определенного вида работ необходимо понять, чему должна учить смоделированная ситуация. Например, научить реагировать на внештатную/аварийную ситуацию или отработать навык правильных действий при выполнении определенного вида работы посредством принятия мер.

2. Правильность постановки цели моделирования ситуации зависит от детализации причин травматизма работников строительной



отрасли. Строительные работы – это большой спектр технологических мероприятий, выполняемых на строительной площадке или обеспечивающих процесс строительства. Детализация причин (анализ причин) станет обоснованием того, что будет смоделировано (какая работа) и зачем.

Например, 1) если статистические данные по травматизму работников строительной отрасли нам говорят о том, что их травмирование происходит в результате неприменения средств защиты или при использовании ненадлежащих средств защиты, или по причине небеспеченности руководящим звеном должной безопасности работников на их рабочем месте, то сценарий должен быть нацелен на изучение организационных и технических мероприятий, обеспечивающих комплексную безопасность работников при выполнении конкретного вида работы. При этом описать моменты моделируемой ситуации так, чтобы при переводе их в цифровой формат у обучающегося была возможность не только выбора необходимых средств, их использование, но и участие в работе, и возможность прочувствовать трагический результат их неправильного применения. 2) если гибель работников происходит в следствии непринятия необходимых мер по его спасению в результате нештатной/аварийной ситуации, например, по причине отсутствия на месте выполнения работ необходимых средств спасения, то для быстрого реагирования на такие ситуации и быстрого спасения работника необходимы знания алгоритма согласованных действий во время спасения, средств и методов спасения.

Например, спасти работника, оказавшегося в состоянии зависания от синдрома «ортостатической неустойчивости» в результате падения с высоты возможно за 10 минут если: страховочная система является частью спасательно-эвакуационной системы; в местах проведения работ находится спасательно-эвакуационный комплект; в плане ППР прописан план спасательно-эвакуационных работ с указанием визуальных схем применения оборудования; персонал имеет практические навыки применения спасательного оборудования [3].

Чтобы цифровая модель сценария такой ситуации была обучающей предложить возможность выбора: необходимых устройств, приспособлений и средств для спасения и эвакуации; средств индивидуальной и коллективной защиты работников от падения с высоты; места

и способы крепления систем спасения и эвакуации; пути и средства подъема и (или) спуска работников к пострадавшему, и методы безопасного спуска или подъема пострадавшего в безопасную зону [3].

3. Средства безопасности и методы обеспечения безопасности регламентированы государственными нормативными требованиями в области охраны труда. Поэтому один из этапов моделирования – это анализ государственных нормативных документов в области ОТ, технической/технологической документации (инструкций к оборудованию, приспособлениям, машинам, механизмам и пр., организационно-технологической документации в строительстве и пр.). Работа с нормативными, техническими документами важна для выделения данных, необходимых для обоснования принятых решений в сценарии.

4. К этапу создания словесной модели должны претти с моделью воображаемой. Например, планируем представить работы с риском падения ниже точки опоры работника, потерявшего контакт с опорной поверхностью [3] (риск падения выявлен в результате осмотра рабочего места). Обучающимся выбирается страховочная система без амортизатора и анкерная точка для страховочной привязи на уровне стоп или на уровне пояса. Моделируем при выбранных им средствах безопасности ситуацию – срыв виртуального работника с высоты. Что происходит? Обучающемуся демонстрируются последствия неправильно принятых мер, он наблюдает за тем, как сила, действующая на тело виртуального работника во время остановки падения, превышающая допустимую, приводит к травмированию виртуального рабочего.

Еще пример, обучающимся выбираются соответствующие заданию средства защиты, но моделируется ситуация срыва виртуального работника с высоты и его зависание. Для спасения необходим четкий алгоритм действий, согласно плану эвакуации. Для этого изначально в инструкции по обучению безопасному выполнению работ с использованием VR-тренажера описать данный порядок действий в соответствии с условиями.

Для программирования движений в компьютерной программе необходимо создать пошаговое описание сценария развития событий при различных вариантах принятия решения.

5. Полученный сценарий (словесную модель), с целью исключения расхождений с государственными нормативными требованиям

в области охраны труда, необходимо проверить на неточность, непоследовательность, нелогичность и пр. Для этого необходимо провести согласование сценарием с потенциальными работодателями, с целью обсуждения и выработки единого мнения, в рамках партнерства (полученный в рамках проекта продукт планируется предлагать бизнесу).

Весь материал, полученный в процессе создания модели, будет использован для разработки методик и контента к занятиям с использованием компьютерной обучающей программы (VR-тренажера).

### **Заключение**

Виртуальная среда обучения, как инновационный проект, повышает интерес у целевой аудитории к изучению правил охраны труда. Используя девайс технологии дополненной реальности возможно совместить физический мир – пространство строительной площадки, с цифровым процессом правильных действий безопасного выполнения работ, в том числе в аварийных ситуациях для отработки практических навыков, необходимых для сохранения жизни и здоровья работников [1], для снижения травматизма в строительной отрасли. Личное участие в виртуальных процессах, смоделированных на основе словесной модели, поможет развить навык и сформировать умения безопасного труда посредством визуализации последствий нарушения правил охраны труда.

### **Литература**

1. Безопасность в строительстве: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием; 21–22 ноября 2019 г. / СПбГАСУ. – СПб., 2019. – 262 с.
2. Новости высшей школы от 15.09.2022г. // Информационное агентство «Северная Звезда».
3. Правила по охране труда при работе на высоте. Приказ Минтруда России от 16.11.2020 № 782н.
4. Никулин А. Н., Субботина Н. А., Гончарук Т. Н. Основные принципы формирования безопасной поведенческой модели работника строительной отрасли // Сборник научных статей VII Всероссийского совещания заведующих кафедрами в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды и открытого заседания Федерального учебно-методического объединения «Техносферная безопасность и природообустройство».

УДК 621.86.001.24

Любовь Николаевна Горбунова,  
канд. техн. наук, доцент  
Анастасия Олеговна Вахрамеева,  
бакалавр  
(Сибирский федеральный университет)  
E-mail: [Lubov202055@yandex.ru](mailto:Lubov202055@yandex.ru),  
[vakhram5@yandex.ru](mailto:vakhram5@yandex.ru)

Lubov Nikolaevna Gorbunova,  
PhD in Sci. Tech., Associate Professor  
Anastasia Olegovna Vakhrameeva,  
Bachelor  
(Siberian Federal University)  
E-mail: [Lubov202055@yandex.ru](mailto:Lubov202055@yandex.ru),  
[vakhram5@yandex.ru](mailto:vakhram5@yandex.ru)

## ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРЕЛОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ КРАНОВ

### OPERATIONAL RELIABILITY ASSESSMENT AND INDUSTRIAL SAFETY OF JIB CRANES

Эксплуатационная надежность стреловых кранов изменяется в течение всего срока их службы и несколько ниже по сравнению с другими грузоподъемными кранами. Это объясняется тем, что такие краны мобильны, кроме основной работы по подъему и перемещению грузов они способны перевозить грузы на определенные расстояния, изменять место и характер выполняемой работы. Краны имеют несколько грузовых характеристик и снабжаются сменными грузозахватными органами, требующими дополнительной настройки, переналадки, технического обслуживания и т. п. Поэтому неисправности, отказы и аварийные ситуации при эксплуатации автомобильных стреловых кранов происходят чаще, чем других грузоподъемных машин.

Оценка производственного травматизма и аварийности при эксплуатации стреловых автомобильных кранов с помощью коэффициентов частоты и тяжести несчастных случаев дает возможность изучить, классифицировать источники опасностей при контрольно-профилактической работе в системе промышленной безопасности, но не позволяет выявить закономерности возникновения отказов и аварийных ситуаций.

Для этого предлагается использовать системную методологию с использованием теории надежности и вероятности.

*Ключевые слова:* несчастный случай, аварийная ситуация, отказ, вероятность, промышленная безопасность.

The operational reliability of jib cranes varies throughout their service life and is somewhat lower compared to other lifting cranes. This is due to the fact that such cranes are mobile, in addition to the main work of lifting and moving goods, they

are able to transport goods over certain distances, change the location and nature of the work performed. Cranes have several cargo characteristics and are equipped with replaceable lifting bodies that require additional configuration, readjustment, maintenance, etc. Therefore, malfunctions, failures and accidents during the operation of automobile jib cranes occur more often than other lifting machines.

The assessment of occupational injuries and accidents during the operation of boom cranes using the coefficients of frequency and severity of accidents makes it possible to study, classify the sources of hazards during control and preventive work in the industrial safety system, but does not allow to identify patterns of failures and emergencies.

To do this, it is proposed to use a system methodology using the theory of reliability and probability.

*Keywords:* accident, emergency, failure, probability, industrial safety.

Эксплуатационная надежность и промышленная безопасность стреловых автомобильных кранов изменяется в течение всего срока службы в связи с возникновением повреждений механического (разрывы металла, вогнутости, вмятины, выпучины) и коррозионного (трещины, раковины, коррозионные разъедания) характера.

Для того, чтобы выявить закономерности возникновения несчастных случаев, аварийных ситуаций и произвести оценку эксплуатационной надежности и безопасности эксплуатации стреловых автомобильных кранов предлагается использовать системную методологию, суть которой состоит в том, что любое явление, действие, объект рассматриваются с позиции системности.

Термин «система» означает связь, соединение, целое. Известно, что любой несчастный случай, отказ или аварийная ситуация порождается совокупностью условий или причин, находящихся в иерархической соподчиненности. Эта совокупность и есть определенная система, так как взаимодействие образующих ее узлов, механизмов, средств противоаварийной защиты (СПЗ), действий персонала приводит к такому нежелательному результату, как несчастный случай, отказ или аварийная ситуация.

Совокупность элементов в системе «грузоподъемный кран - персонал» взаимодействует так, что возможны различные опасные события, которые могут быть следствием различных причин. Например, контакт с движущимися частями стрелового автомобильного крана вследствие неожиданного его запуска может быть вызван непреднаме-

ренным включением управляющего устройства либо неисправностью системы управления. Любая из причин, в свою очередь, может повлечь за собой другое событие либо сочетание (цепочку) событий в системе.

Системный подход к профилактике производственного травматизма и аварийности состоит в том, что для конкретных условий определяется совокупность элементов, образующих систему, результатом взаимодействия которых является происшествие (несчастный случай, авария, отказ).

Связанную с эксплуатацией стрелового автомобильного крана опасную ситуацию, которая рано или поздно приведет к происшествию и причинению вреда, если ее не устранить или не предпринять необходимых защитных мер, можно определить, используя методы теории надежности и вероятности для следующих состояний системы «грузоподъемный кран - персонал»:

1) состояние системы условно безопасное, т. е. в ней отсутствуют отказы оборудования и системы противоаварийной защиты (СПЗ), а также ошибки персонала;

2) состояние системы условно безопасное, произошел отказ оборудования и СПЗ, но персонал выполнил предписанные нормативными документами действия по его устранению в течение предельно допустимого времени  $\tau_2$ ;

3) состояние системы условно безопасное, персонал допустил ошибочные действия, но своевременно их исправил в течение предельно допустимого времени  $\tau_3$ ;

4) опасное состояние системы, так как в ней системе произошел отказ оборудования и/или СПЗ и персонал не выполнил предписанные нормативными документами действия по их устранению в течение предельно допустимого времени  $\tau_4$ ;

5) предельное состояние системы, т. е. состояние стрелового автомобильного крана, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Для оценки вероятности возникновения отказов оборудования и СПЗ стрелового автомобильного крана используем:

а) годовые отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору;

б) информационные бюллетени Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору;

в) сведения о надежности крана и/или оборудования, СПЗ по результатам изучения проектно-технологической и эксплуатационной документации;

г) время работы  $t$ , лет;

д) интенсивность отказов  $\lambda(t)$ , отказов в час работы;

е) интенсивность выполнения технологических операций  $\omega_k(t)$  в год;

ж) число операций при выполнении технологического процесса  $m$ ;

з) количество работающих  $n$ , чел.;

и) предельно допустимая длительность выполнения технологической операции (зацепка груза, его наводка в заданное место и отцепка)  $\tau_0$ , минут.

Вероятность возникновения отказов рабочего оборудования стрелового автомобильного крана в течение времени  $t = 1$  год при предполагаемых интенсивностях отказов  $\lambda(t)$  и расчетной длительности выполнения одной технологической операции  $\tau_0$  составляет:

$$P_{\text{Б1}} = 1 - e^{-\lambda(t)\tau_0}.$$

Следовательно, вероятность безотказной работы оборудования стрелового автомобильного крана при выполнении всех требований безопасности равна:

$$P_{\text{БК}} = 1 - P_{\text{Б1}}$$

Для оценки вероятности безошибочной работы персонала используем следующие данные проектно-технологической и эксплуатационной документации:

а) вероятность появления ошибок  $k$ ;

б) безошибочность выполнения действий персоналом  $\beta$ ;

в) вероятность безошибочного контроля показаний приборов пульта управления стреловым автомобильным краном  $\beta_{\text{МД1}}$  (для пультов управления с числом приборов до 7 штук  $\beta_{\text{МД1}} = 0,999$ );

г) число повторений выполнения персоналом действий  $S$ .

Вероятность безошибочного выполнения действий машинистом крана, перечисленных выше, составляет:

$$P_{\text{БМ}} = \beta_{\text{М1}} \cdot k_n + (\beta_{\text{М1}} \cdot k_{10} + \beta_{\text{М0}} \cdot k_{00}) \cdot (\beta_{\text{М1}} \cdot \beta_{\text{МД1}} \cdot k_{11}),$$

где индексы при безошибочности выполнения элементарных действий  $\beta$  обозначают: 0 – ошибочное действие, 1 – точное действие; индексы при вероятности появления ошибок  $k$  обозначают: 1 – фактическое состояние оборудования и СПЗ; 11 – состояние оборудования и СПЗ, признанное работающим.

Вероятность безошибочного выполнения действий такелажником с учетом их повторяемости  $S$ :

$$P_{\text{БТ}} = \frac{[(\beta_{\text{T1}} \cdot k_{\text{II}})_{S1} \cdot (\beta_{\text{T1}} \cdot k_{\text{II}})_{S2}] + \{\beta_{\text{T1}} \cdot k_{\text{II}} (1 - \beta_{\text{МД1}} \cdot \beta_{\text{T1}} \cdot k_{10}) + (1 - \beta_{\text{МД1}} \cdot \beta_{\text{T1}}) k_{00}\}}{(1 - \beta_{\text{T1}} \cdot k_{00} + \beta_{\text{T0}} \cdot k_{00})}$$

Вероятность безошибочного выполнения действий персоналом равна:

$$P_{\text{БМ}} = P_{\text{БМ}} \cdot P_{\text{БТ}}$$

Вероятность возникновения ошибок:

$$P_{\text{П0}} = 1 - P_{\text{БП}}$$

Если состояние системы «грузоподъемный кран – персонал» условно безопасное, в ней отсутствуют отказы оборудования, СПЗ, а также ошибки персонала, то в течение времени  $t = 1$  год эксплуатационная надежность и безопасность составит:

$$P_{\text{СГКМ1}} = P_{\text{Б}} \cdot P_{\text{П}}$$

Для оценки вероятности своевременного устранения отказа используем данные проектно-технологической и эксплуатационной документации:

а) предельно допустимое время с момента возникновения отказа до появления опасного события (например, потеря устойчивости крана)  $\tau_{\text{ПДД0}} = 60$  с;

в) среднюю продолжительность времени для своевременного устранения отказа, его среднеквадратическое отклонение и поправочные коэффициенты, учитывающие экстремальные условия при принятии персоналом решений;



- г) число повторений выполнения персоналом действий  $S$ ;
- г) безошибочность выполнения действий персоналом  $\beta$ .

Если состояние системы «грузоподъемный кран – персонал» условно безопасное, произошел отказ, но персонал выполнил предписанные нормативными документами действия по его устранению в течение предельно допустимого времени; то ее эксплуатационная надежность и безопасность равна:

$$P_{\text{СГКМ2}} = P_{\text{Б}} + (1 - P_{\text{Б}})[P_{\text{П}} \cdot P_{\text{УСТО}} + (1 - P_{\text{П}})P_{\text{УСТО}}].$$

Вероятность перерастания опасной ситуации в критическую составляет:

$$P_{\text{ОК2}} = 1 - P_{\text{СГКМ2}}$$

Для оценки вероятности своевременного исправления ошибки персоналом используем следующие данные проектно-технологической и эксплуатационной документации:

- а) предельно допустимое время с момента возникновения ошибки до появления опасного события (потеря устойчивости крана)  $\tau_{\text{ПДДиШ}}$ ;
- в) среднюю продолжительность времени для своевременного устранения отказа и его среднеквадратическое отклонение  $\sigma(\tau)$ ;
- г) число повторений выполнения персоналом действий  $S$ ;
- г) безошибочность выполнения действий персоналом  $\beta$ ;
- д) вероятность безотказной работы оборудования крана и СПЗ.

Если состояние системы «грузоподъемный кран – персонал» условно безопасное, персонал допустил ошибку, но своевременно их исправил в течение предельно допустимого времени, то ее эксплуатационная надежность и безопасность составит:

$$P_{\text{СГКМ3}} = \left[ \left[ P_{\text{Б}} \cdot P_{\text{П}} \cdot P_{\text{И0}} + (1 - P_{\text{Б}})P_{\text{ПАЗ}} \cdot P_{\text{П}} \cdot P_{\text{И0}} \right] + (1 - P_{\text{П}})P_{\text{Б}} \cdot P_{\text{И0}} \right].$$

Вероятность перерастания опасной ситуации в критическую составляет:

$$P_{\text{ОК3}} = 1 - P_{\text{СГКМ3}}$$

Вероятность перерастания критической ситуации в происшествие (несчастный случай, авария, отказ) равна:

$$P_{\text{КП}} = 1 - P_{\text{СГКМЗ}} \cdot P_{\text{ОГК}},$$

где  $P_{\text{ОГК}}$  – вероятность безотказной работы ограничителя грузоподъемности.

Вероятность, когда в системе возникли отказы оборудования, СПЗ и персонал не выполнил предписанные нормативными документами действия по их устранению в течение предельно допустимого времени, равного  $\tau_4$ , составляет:

$$P_{4-5} = \tau_4 / \tau_0.$$

Так при производстве работ выполняются действия простейшего типа и при условии, что один работник приступает к действиям лишь по прекращению действий другого, то вероятность происшествий (несчастных случаев, аварий и отказов) в системе «грузоподъемный кран – персонал» составит:

за одну погрузочно-разгрузочную операцию:

$$Q_{\text{П}} = \frac{P_{4-5} \cdot P_{\text{КП}} [(P_{\text{П0}} + P_{\text{Б1}} - P_{\text{П0}} \cdot P_{\text{УСТО}} - P_{\text{Б1}} \cdot P_{\text{И0}})]}{(1 - P_{\text{П0}} \cdot P_{\text{УСТО}} - P_{\text{Б1}} \cdot P_{\text{И0}})}.$$

а за время эксплуатации крана  $T$ , с учетом интенсивности выполнения технологических операций  $\omega_k(t)$  и предельно допустимой длительности выполнения одной технологической операции  $\tau_0$ :

$$Q_{\text{П1}} = 1 - \exp[-\omega_k(t) \cdot Q_{\text{П}} \cdot \tau_0 \cdot T / 60].$$

Следовательно, вероятность проведения погрузочно-разгрузочных работ без происшествий (несчастных случаев, аварий и отказов) в системе «грузоподъемный кран – персонал» составляет:

$$Q_{\text{БП}} = 1 - Q_{\text{П1}}$$

Вероятностную оценку можно использовать в системе управления промышленной безопасностью при эксплуатации автомобильных стреловых кранов.

### Литература

1. Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения (утв. Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12 ноября 2013 г. № 533).
2. ГОСТ 22827–85 «Краны стреловые самоходные общего назначения. Технические условия».
3. ГОСТ Р 54124–2010 «Безопасность машин и оборудования. Оценка риска».
4. Кран автомобильный стреловой грузоподъемностью 10 т, гидравлический. Показатели надежности. Расчет экономической эффективности. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Минстройдормаш СССР: СКБ по самоходным кранам, 1997.
5. Белов П. Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. М. : ГНТП «Безопасность», 1996.
6. Котельников В. С. Справочник по техническому обслуживанию, ремонту и диагностированию грузоподъемных кранов / В. С. Котельников, Н. А. Шишков, А.С. Липатов, Д. А. Невзоров, А. М. Горлин. М. : ПИО ОБТ, 1996.
7. Малафеев С. И. Надежность технических систем М. : 2012.

**УДК 614.849**

*Анастасия Андреевна Дудинская,*

студент

*Иван Николаевич Зетченко,*

студент

*Олег Леонидович Узун,*

канд. юр. наук, доцент

(Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого)

*E-mail: dudinskaya.aa@edu.spbstu.ru,*

*zetchenko@icloud.com,*

*oleguzun@yandex.ru*

*Anastasya Andreevna Dudinskaya,*

student

*Ivan Nikolaevich Zetchenko,*

student

*Oleg Leonidovich Uzun,*

PhD in Sci. Jus., Associate Professor

(Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University)

*E-mail: dudinskaya.aa@edu.spbstu.ru,*

*zetchenko@icloud.com,*

*oleguzun@yandex.ru*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ЛИФТОВ ПРИ ЭВАКУАЦИИ ИЗ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

### **MODELING THE USE OF PASSENGER ELEVATORS FOR EVACUATION IN FIRE EMERGENCIES IN HIGH-RISE BUILDINGS AND STRUCTURES**

Темпы строительства высотных зданий растут с каждым годом. Чрезвычайные ситуации, которые могут произойти в высотных зданиях, несут огромный ущерб. В случае их возникновения эвакуация людей может стать огромной проблемой из-за большой высоты, так как основным средством эвакуации является лестница. Вероятный способ минимизации плотности людского потока - использование вертикального транспорта, что запрещено действующим законодательством.

Данное исследование было направлено на определение роли использования пассажирских лифтов при эвакуации с помощью моделирования в программном комплексе Pathfinder с построением модели высотного 25-этажного здания класса Ф4.3 в программном комплексе Revit.

*Ключевые слова:* Pathfinder, вертикальный транспорт, класс функциональной пожарной опасности Ф4.3, чрезвычайная ситуация, пожар, маломобильные группы населения.

The pace of construction of high-rise buildings is growing every year. Emergencies that may occur in high-rise buildings cause enormous damage. If they occur, evacuation procedure can be a huge problem due to the high altitude, as the main way of fire escape is a ladder. One of the most probable way to minimise human flow density is via vertical transport, what is prohibited by current standards.

The purpose of this study is to investigate the role of passenger elevator use during evacuation using modelling in the Pathfinder software with the construction of a model of a high-rise 25-rise building of class F4.3 in the Autodesk Revit software tool.

*Keywords:* Pathfinder, vertical transport, class of functional fire danger F4.3, emergency, fire, people with reduce mobility.

Высотными зданиями в соответствии с СП 1.13130.2009 в Российской Федерации считаются сооружения высотой более 75 метров – это здания высотой 24 этажа и больше [1].

Каждое высотное сооружение считается уникальным, так как расчеты при строительстве требуют доскональной точности и ответственности. Архитектурно-планировочные решения предусматривают значительные расчеты, поскольку высотные здания являются сосредоточением большого количества материальных ценностей и людей.

В случае возникновения опасных техногенных чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), например, взрывов снаружи или внутри здания, а также пожаров, повреждений несущих конструкций из-за дефектов в материалах, некачественного производства работ ущерб будет велик. Поэтому, применяемые материалы для строительства должны иметь высокую степень огнестойкости, способность удерживать колоссальные нагрузки без деформирования.

На данный момент строительство высотных зданий не прекращается и уже существует более 110 000 небоскрёбов по всему миру. В Санкт-Петербурге количество таких зданий насчитывает около 712, среди которых наиболее известны: Лахта-центр (462 м, 88 этажей), Лидер Тауэр (145,5 м, 42 этажа), ЖК «Князь Александр Невский» (126 м, 37 этажей), ЖК «Петр Великий» (118 м, 32 этажа). Каждое из них считается потенциально опасным, так как увеличение этажности здания в прямой зависимости влияет на количество людей, находящихся в здании. При увеличении численности людей увеличивается скопление на лестничных клетках во время ЧС. Пламя, искры,

высокое содержание угарного газа в воздухе, дым и другие опасные факторы пожара (далее – ОФП) в высотных зданиях распространяются по системам вентиляции со скоростью несколько десятков метров в минуту, в то время как эвакуация может занимать часы [2].

В случае возникновения в высотных зданиях ЧС, у людей зачастую вызывает панику, тревогу, стресс эвакуация. Данный процесс представляет собой самостоятельное движение людей по определенному маршруту к выходу. Время эвакуации напрямую влияет на её эффективность, которое в свою очередь зависит от количества людей, одновременно находящихся на одном этаже и во всём здании в целом. Ещё одним фактором, влияющим на эффективность эвакуации является наличие маломобильных групп населения (далее – МГН). К МГН согласно СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений маломобильных групп населения» относятся люди, имеющие постоянные или временные ограниченные возможности здоровья [3]. Данная группа населения требует особого внимания, так как ограниченные возможности вызывают трудности при самостоятельном передвижении, ориентации в пространстве, а также замедляет скорость всего потока движения, увеличивая его плотность.

Федеральный закон № 123 определяет эвакуацию всех посетителей безопасной, если интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре. Данный закон запрещает использование лифтов в качестве эвакуационного средства спасения [4]. Однако благодаря лифтовым установкам около 3000 человек смогли эвакуироваться до обрушения башен Всемирного торгового центра 11 сентября 2001 года [5].

Длина эвакуационных путей с учетом движения по лестнице в высотных зданиях и сооружениях может превышать сотни метров, при этом затруднения при преодолении такого расстояния ощущают не только МГН, к которым относятся пожилые люди, беременные женщины, но и взрослое здоровое население. Также нельзя не отметить всемирную тенденцию к созданию безбарьерной среды, адаптированной для МГН.

Лифты, как основной путь эвакуации, могут сделать эвакуацию более быстрой и доступной не только для МГН, но и для всех людей,

находящихся в здании. В большинстве случаев планировка лифтовых узлов, их местоположение на плане этажа малоэтажных зданий оказывается довольно незатруднительным и простым этапом разработки проекта сооружения. Однако в высотных зданиях планировка вертикального транспорта становится сложным процессом, так как стандартные схемы оказываются неэффективными для внутренних коммуникаций, вследствие чего возникает длительное ожидание лифтовой кабины.

В настоящее время существует модель эвакуации, при которой лифтовые установки автоматически спускаются на 1 этаж, кабинки открываются, ожидая спасателей. В это время МГН должны укрываться в пожаробезопасной зоне, а остальные спускаться по лестнице. Данную модель регламентирует раздел СП 267.1325800.2016 об использовании вертикального транспорта для пожарных подразделений. Однако, как уже было отмечено ранее, длина эвакуационных путей может превышать сотни метров, вызывая физические трудности у данной категории населения. Данную проблему может решить использование лифтов во время эвакуации.

При изучении научной литературы по данному вопросу были введены критерии для её отбора:

- Критерий содержания в научной статье информации о высотном здании или сооружении, который является одним из ключевых, поскольку в изучении вопроса эвакуации людей нельзя пренебрегать тем, откуда именно они эвакуируются. Существующие различия в параметрах высотных и малоэтажных зданий оказывают важное влияние на время эвакуации. Также фактор использования лифтов может существенно замедлить эвакуацию в 9-этажном доме, но ускорить в 30-этажном;

- Критерий информации об эвакуации людей из зданий;
- Наличие исследований об использовании вертикальных транспортных систем во время эвакуации людей;
- Информация о спасении людей. Данный критерий поможет сделать вывод об эффективности использования лифтов во время эвакуации.

В ходе исследования научных статей было выделено несколько принципиально важных проблем, влияющих на эффективность эва-

куации людей из высотных зданий и сооружений. Проблемы, на которых акцентировался каждый из авторов по-своему, послужили критериями анализа статей.

В первую очередь, необходимо отметить проблему неравномерной загрузки лестничных клеток [6]. В высотных зданиях самой опасной стадией эвакуации по лестнице является фаза слияния этажей. В такие моменты плотность слияния потока доходит до 7–8 чел/м<sup>2</sup>, а пропускная способность лестничных клеток не позволяет пропустить такое количество людей [7,8]. Что говорить о МГН, габариты которых могут в 2 раза превышать габариты основной части населения. Данную проблему невозможно решить, просто увеличив ширину лестницы, так как конструктивно такая возможность отсутствует.

Лестница всегда является наиболее традиционным, легко принимаемым способом экстренной эвакуации из высотных зданий, однако для людей с плохой физической подготовкой спуститься с 30 этажа и выше затруднительно. Выжившие в результате теракта 11 сентября 2001 года заявляют, что останавливались по крайней мере 1 раз в процессе эвакуации, поэтому отбрасывать от рассмотрения фактор усталости нельзя [9].

Холщевников В. В. в своей статье отмечает, что для людей, имеющих физические ограничения, эвакуация становится тяжелым испытанием. Высокая плотность потока и давка не дают возможности пожилым жителям, малоподвижным детям, беременным женщинам и людям с ограниченными возможностями покинуть здание, а действия пожарных с автомеханическими лестницами и подъемниками по данным исследований не являются эффективными на высоте более 60 метров [10]. Наиболее эффективным путём решения данной проблемы является создание этажей убежищ или специальных пожаробезопасных зон [11, 12]. Такие зоны должны быть расположены на пути эвакуации в лифтовом холле или лестничных клетках.

Также критерием анализа послужило влияние психоэмоционального состояния людей во время эвакуации. По мнению авторов статей *Bao Y., Huo F. и Ding N., Chen T., Zhu Y., Lu, Y.* процесс эвакуации можно разделить на 2 части: горизонтальную и вертикальную [13, 14]. Люди обычно устают после первых нескольких минут и замедляются. Для толпы сзади медленные эвакуируемые спереди



будут являться препятствиями, заставляющими их самих замедлиться. В таком случае необходимо предусматривать разделение потоков. Вертикальная часть должна предусматривать не только спуск по лестнице, но и эвакуацию при помощи лифта.

Лифты в здании, как уже было сказано ранее, не могут использоваться в качестве эвакуационных путей. Это объясняется вероятностью отключения электроснабжения, задымления шахт и кабин лифта, попадания воды в шахту при тушении, деформации конструкции вследствие больших нагрузок и температур, переполнение кабин людьми и возможной остановкой лифта на этаже, охваченным пожаром, а также в межэтажном пространстве. Однако в настоящее время представляется возможным подобрать такие материалы для лифтовых конструктивных узлов, которые могли бы отвечать требуемым пределам огнестойкости, а также грамотной внутренней планировкой не только этажа, но и всего здания в целом. Всё это может сделать использование лифтов во время эвакуации безопасным [15].

При рассмотрении эвакуации людей из высотных зданий и сооружений, выделении соответствующих проблем, препятствующих эффективной эвакуации, авторы научных статей использовали методы научного познания. Анализ, как один из основных методов, позволил выделить причины проблем. Например, причиной высокой плотности людского потока при эвакуации является слияние потоков на стыке этажей. Во многих статьях ученые пользовались методом моделирования, которое позволило получить количественные данные о времени эвакуации. Путём измерения были вычислены недостатки каждого из рассмотренных сценариев. Сравнение помогло оценить оптимальный с точки зрения пожарной безопасности вариант эвакуации людей из высотного здания.

Существующие противоречия в выборе роли при эвакуации лифтовой установки ставят в затруднение читателей. Вследствие этого было необходимо определить роль пассажирского лифта как дополнительного или нежелательного средства эвакуации.

В процессе изучения источников была отмечена нехватка конкретной информации по использованию конструктивных материалов и типов лифтовых установок, ширины лестничных проёмов. В данном исследовании будет предложен тип лифтовой установки

и ширина лестничных проёмов для высотного здания класса Ф4.3. Решение данной научной проблемы поможет учесть влияние вертикального планирования высотных зданий, а также, непосредственно, влияние пассажирских лифтов (вертикального транспорта) на эффективность эвакуации.

Теоретической базой в данном исследовании послужили такие работы, как: «*Vertical transport systems for high-rise buildings*», «Моделирование процесса эвакуации из высотных зданий и сооружений с использованием пассажирских лифтов», «*Estimation of evacuation time with elevator application in high-rise buildings*» [16–18].

Исследование было направлено на выявление роли использования пассажирских лифтов при эвакуации. Целью исследования являлось моделирование эвакуации людей из высотного здания класса Ф4.3 с помощью лифтов, как одного из путей эвакуации.

В данной работе использовался метод моделирования, так как такой способ научного познания дал возможность исследовать характеристики и сам процесс эвакуации в двух сценариях. Сценарий с эвакуацией исключительно по лестницам сравнивался с частичным использованием лифтов. Именно метод сравнения позволил выявить по определенному параметру наиболее эффективный способ эвакуации. В данном случае таким параметром было расчетное время эвакуации, которое измерялось для обоих сценариев. Метод измерения незаменим в данном исследовании, так как именно он предоставил количественные значения.

В настоящее время существует различные программные обеспечения, специализирующихся на моделировании эвакуации людей из здания. В данной области имитационное моделирование сложных систем представляет особый интерес. Данный алгоритм дает возможность имитации движения не только всего потока, но и каждого человека, как элемента данной системы «людского потока». Несомненным преимуществом таких программных комплексов (далее – ПК) является возможность рассмотрения процесса от индивидуального движения до объединения в людской поток. ПК, предоставляющие такие возможности, являются: *Simulex*, *Pathfinder*, *Steps*, *Building Exodus* и *Fenix+* [19]. В данной работе применялся ПК *Pathfinder*, так как выполнение расчета эвакуации предоставляется

намного быстрее и реалистичнее, чем в других расчетных программах. Это объясняется тем, что алгоритм учитывает интеллектуальное движение людей в потоке (маневры, ускорение при наличии свободного пространства, а также уклонение от столкновения) [20, 21]. В исследовании программное обеспечение *Revit* использовалось для создания физической модели, а затем модель была импортирована в *Pathfinder*.

Для получения точного расчетного времени эвакуации необходимо учитывать психоэмоциональный фактор. Это выражается в замедленной реакции на полученный сигнал о начале эвакуации. В связи с психологическими особенностями, человек, малознакомый с планом здания и не имеющий опыта поведения во время эвакуации из здания, захочет получить дополнительную информацию, подтверждающую сигнал, обсудить с другими людьми, а также он будет избегать принятия решений, целиком и полностью надеясь на персонал здания, если он имеется. Теряется как правило около 25 секунд на восприятие сообщения о пожаре, из которых 6–8 секунд занимает сигнал тревоги, а 14–17 секунд – осмысление текста [22, 23]. В особенной степени это касается офисных зданий. Несмотря на то, что работники находятся в оживленном состоянии, порядка 170 секунд тратится на обработку сигнала, обсуждение его с коллегами и сбор вещей [24].

Расчетное время эвакуации было приведено в случае использования исключительно как лестниц, так и при частичном использовании лифтовых установок. Также при моделировании эвакуации учитывалась МГН. Время начала эвакуации  $t_{\text{нач.эв.}} = 170$  с.

В качестве объекта моделирования рассматривалось офисное здание высотой 103 м. Офисное здание является типом сооружения, в котором большую часть времени наблюдается повышенное скопление людей и материальных ценностей. Штат даже небольшой компании в среднем составляет от 30 до 100 человек, не говоря о крупных компаниях, которые нуждаются в большом количестве сотрудников. Одновременно в таких зданиях могут находиться более 1500 человек при расчете 50 человек на каждый этаж. Такие здания подвержены быстрому возгоранию и распространению пламени, так как офисная техника и канцелярия обладает повышенными свойствами возгорания и поддержания процесса горения. К тому же офисные сотруд-

ники зачастую не знают простых правил пожарной безопасности, в связи с этим безопасная и эффективная эвакуация из таких зданий является важной задачей [25].

Офисное здание, согласно ст. 32 «Классификация зданий, сооружений и пожарных отсеков по функциональной пожарной опасности» ФЗ 123, является сооружением класса Ф4.3 [4]. Здания заданного класса функциональной пожарной опасности по СП 2.13130.2020 необходимо проектировать со степенью огнестойкости 1, классом конструктивной опасности С0 с площадью пожарного отсека до 2500 м, согласно таблице 6.9 [26]. В смоделированном офисном сооружении площадь пожарного отсека составила 1600 квадратных метров в пределах этажа высотой 4,2 м. Полезная площадь этажа, рассчитанная для постоянного пребывания сотрудников бизнес-центра, составила 1000 м<sup>2</sup>.

При расчёте плотности людей на 1 этаже был использован СП 118.13330.2022 п. 5.16, согласно которому один сотрудник со своим рабочим кабинетом должен занимать не менее 12 м<sup>2</sup> [27]. В данном здании плотность составила 83 человека на 1 этаж, а общее количество людей получилось 1909. При этом соотношение групп мобильности М1, М2, М3, М4 было принято 90, 4, 4 и 2 % соответственно. Избыточное количество группы населения МГН (10 %) было принято из-за политико-социальных причин повышения работоспособности населения пожилого возраста и условий доступности среды [17].

Технический этаж в высотном здании является помещением, в котором находится инженерное оборудование и жизнеобеспечивающие коммуникации. В случае возникновения пожара данные зоны превращаются во временные убежища, которые могут спасти людей от ОФП и дать им возможность передохнуть во время эвакуации. В данной модели здания предусмотрено 2 технических этажа на 8 и 16 этаже.

В исследовании *Soltanzadeh A., Mazaherian H., Heidari S.* сравнивались сценарии эвакуации с различными типами проектировки лестнично-лифтового узла. Центральное ядро с доступом в середине здания являлось наиболее рациональным и экономически выгодным. [9] В связи с этим в модели офисного здания лестнично-лифтовой узел проектировался в центральном ядре. СП 2.13130.2020 предписывает наличие не менее 2 эвакуационных выходов для зданий Ф4.3.

По этой причине, в офисном здании моделировались 2 незадымляемые эвакуационные лестницы типа НЗ с шириной лестничного марша 1350 мм [26].

Подбор вертикального транспорта необходимо рассчитывать для каждого здания и сооружения отдельно по определенной методике. Для офисных зданий методика расчета представлена в приложении 2 «Пособие по проектированию общественных зданий и сооружений к СНиП 2.08.02-85». Однако этот документ на данный момент не актуализирован, поэтому расчет для пассажирских лифтов производился согласно ГОСТ Р 52941-2008 «Лифты пассажирские. Проектирование систем вертикального в жилых зданиях» [28]. Для грузоподъемных лифтов, с помощью которых эвакуировались инвалиды из ПБЗ, была использована методика, изложенная в приложении А СП 59.13330.2020 [29]. Был составлен типовой план этажа с размещением на нём лестнично-лифтового узла, полезной площадью этажа, коридоров и санитарных узлов для сотрудников.

Результаты проведения расчетов по вертикальному транспорту представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Результаты расчета вертикального транспорта**

№	Показатели	Лифты пассажирские	Лифты для спасательных пожарных подразделений
1	Параметры лифтов		
1)	Грузоподъемность, кг	1000,0	2000,0
2)	Скорость движения лифта, м/с	2,5	4,0
3)	Номинальная вместимость кабины <sup>1</sup> , чел.	13,0	26,0
4)	Путь, который проходит лифт при разгоне до номинальной скорости и торможении от номинальной скорости до остановки, м	7,0	16,0

Продолжение табл. 1

№	Показатели	Лифты пассажирские	Лифты для спасательных пожарных подразделений
2	Коэффициенты		
1)	Коэффициент вероятной высоты подъема	0,70	0,70
2)	Коэффициент дополнительных затрат времени при работе лифта	1,05	1,05
3)	Коэффициент заполнения кабины лифта при подъеме	0,80	0,80
4)	Коэффициент заполнения кабины лифта при спуске	1,00	1,00
5)	Показатель интенсивности пассажиропотока <sup>2</sup>	4,00	4,00
3	Результаты расчета количества лифтов		
1)	Расчетный пятиминутный пассажиропоток при равномерной заселенности этажей, чел./5 мин.	66,00	70,00
2)	Расчетный часовой пассажиропоток, чел.-ч	803,00	840,00
3)	Высота подъема лифта до наивысшего обслуживаемого этажа, м	33,60	94,60
4)	Вероятная высота подъема лифта, м	23,52	65,80
5)	Число вероятных остановок лифта при подъеме	8,50	2,00
6)	Число вероятных остановок лифта при спуске	10,10	2,00
7)	Число вероятных остановок лифта за круговой рейс	18,60	4,00

№	Показатели	Лифты пассажирские	Лифты для спасательных пожарных подразделений
8)	Сумма затрат времени на ускорение и замедление, пуск, открывание и закрывание дверей лифта, с	12,00	15,00
9)	Время на вход и выход пассажиров при подъеме, с	16,64	33,28
10)	Время на вход и выход пассажиров при спуске, с	20,80	41,60
4	Результаты расчета количества лифтов		
11)	Время на вход (выход) одного пассажира при ширине дверного проема более 1000 мм, с	0,80	0,80
12)	Суммарное время задержки, с	208,20	94,88
13)	Время кругового рейса, с	182,50	112,52
14)	Провозная способность лифта, чел.-ч	461,60	531,90
15)	Необходимое количество лифтов в здании	1,70	1,60
16)	Результат количества лифтов в здании	2,00	2,00
17)	Интервал движения лифтов, с	107,35	70,33
<p><i>Примечания:</i></p> <p><sup>1</sup> – показатель определяют делением номинальной грузоподъемности лифта на 75 (вес одного человека);</p> <p><sup>2</sup> – показатель характеризует число человек, подлежащих перевозке в течение 5 мин, % от общего числа людей, пользующихся лифтами в здании.</p>			

Для модели здания были приняты 2 лифта вместимостью 13 человек, грузоподъемностью до 1000 кг, перемещающиеся в пределах секций (ускорение  $a = 1,2 \text{ м/с}^2$ , максимальная скорость движе-

ния  $v_{\max} = 2,5$  м/с), а также лифта на 26 человек, грузоподъемностью до 2000 кг ( $a = 1,2$  м/с<sup>2</sup>,  $v_{\max} = 4$  м/с).

Ниже на рисунке 1 представлен план типового этажа с размещением лестнично-лифтового узла. Условные обозначения зон в модели:

- зелёная зона – полезная площадь этажа;
- розовая зона – коридоры;
- синяя зона – лифтовой холл;
- оранжевая зона – лифты вместимостью 13 человек;
- красная зона – лифты вместимостью 26 человек;
- желтая зона – лестничные клетки;
- голубая зона – тамбур-шлюз;
- светло-зелёная зона – санитарные узлы для сотрудников.

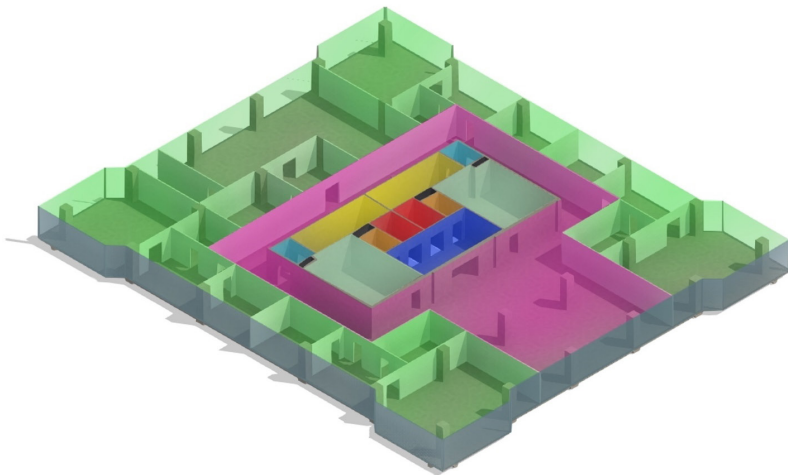


Рис. 1. План типового этажа с размещением лестнично-лифтового узла

Рассмотрим эвакуацию в ПК *Pathfinder*. Выборка расположения агентов групп мобильности M1, M2, M3, M4 на плане этажа осуществлялась путём случайного распределения программы. Ниже на рисунке 2 представлен пример расположения людей на 16 этаже. На данном изображении M1 – фиолетовые цилиндры, M2 – зелёные цилиндры, M3 – красные цилиндры, M4 – желтые кубы.



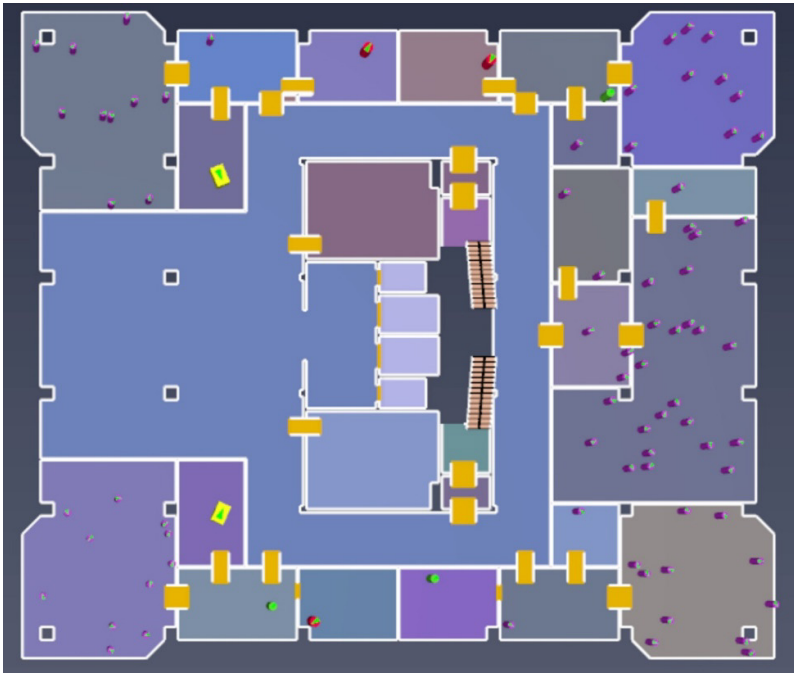


Рис. 2. Расположение M1, M2, M3, M4 на 16-м этаже

Первый сценарий предусматривал традиционный тип с использованием лестниц группами мобильности M1, M2, M3. Группа M4 переходила в зону безопасности и ожидала прибытия спасателей. В данной модели такой зоной являлся лифтовой холл.

Согласно ФЗ № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» пожарные подразделения должны приехать через 10 минут после вызова в городских населенных пунктах, в сельских населенных пунктах данное время увеличивается и составляет 20 минут [4]. Группа мобильности M4 переходила в лифтовой холл, а через 600 секунд после начала эвакуации двигалась к грузоподъемным лифтам. Приоритетная посадка для данных лифтов была выбрана сверху вниз. Это обозначало то, что при вызове на всех этажах здания, лифт двигался к самому верхнему этажу, а затем вновь

поднимался до самого верхнего этажа вызова. Лифты грузоподъемностью 1000 кг не использовались в данном сценарии.

Скорость движения агентов была автоматически задана ПК согласно нормативным актам и составила  $M1 = 1,33$  м/с,  $M2 = 0,50$  м/с,  $M3 = 1,17$  м/с,  $M4 = 1,00$  м/с.

На рис. 3 представлена зависимость количества людей в помещениях от времени в сценарии 1.

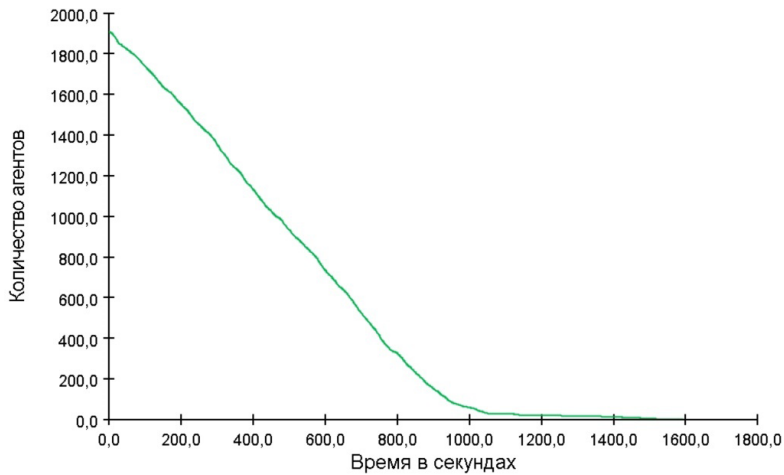


Рис. 3. Зависимость количества людей в помещениях от времени для сценария 1

Результат времени эвакуации первого сценария с учетом времени задержки в 170 секунд составил  $t_{эвл} = 29,33$  мин.

Рассмотрим сценарии с использованием грузоподъемного лифта группами мобильности  $M2$ ,  $M3$ . ПК *Pathfinder* дает возможность использовать лифты при эвакуации, однако при посадке на одном из этажей вертикальный транспорт следует без торможения на промежуточных уровнях до 1 этажа высадки. Данную особенность необходимо было учесть при определении этажа посадки. Результатом стал 25 посадочный этаж, а также приоритетная посадка сверху вниз для лифта.

Выборка процентного соотношения населения, использующего лифт, основывалась, прежде всего, на группе мобильности. Так, лифт на всех этажах использовали группы мобильности М3, М2. Два лифта вместимостью до 26 человек приезжали по приоритетному вызову верхнего этажа, т. е. их настройки не менялись. Начиная со 2 сценария, группа мобильности М4 не дожидалась спасателей, а сразу начинала пользоваться лифтами для пожарных подразделений.

На рис. 4 представлена зависимость количества людей в помещениях от времени сценария 2.

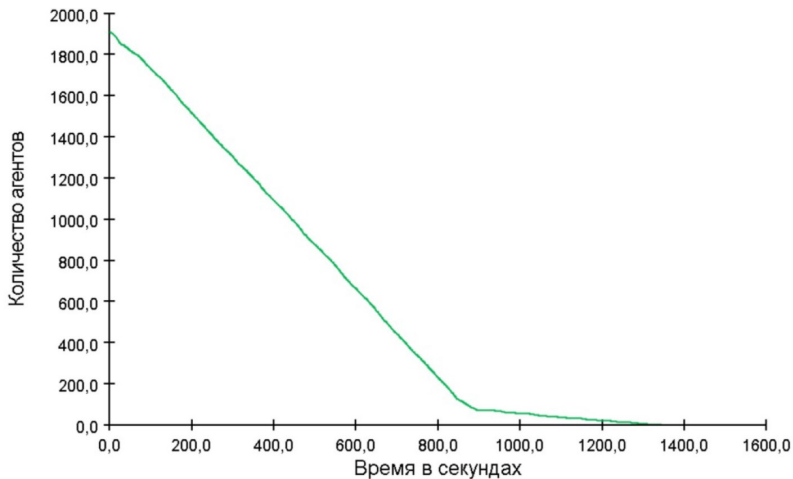


Рис. 4. Зависимость количества людей в помещениях от времени для сценария 2

В результате время эвакуации составило  $t_{эв2} = 23,38$  мин.

Во 2 сценарии были замечены недостатки. Так как вертикальный транспорт обслуживал этажи сверху вниз, оба лифта приезжали на один этаж. В связи с этим для оптимизации сокращения времени были заданы дополнительные настройки. Один из лифтов обслуживал четные этажи, другой – нечетные.

Также во время эвакуации во 2 сценарии через 2 минуты после начала движения потока при переходе между 3, 2 и 1 этажами

образовывалась толпа большой плотности, значения которой превышали 7–8 чел/м<sup>2</sup>. Для сокращения данной плотности в 3 варианте эвакуации при выходе с лестниц были увеличены дверные проемы до 1500 мм.

На рис. 5 представлена зависимость количества людей в помещениях от времени для сценария 3

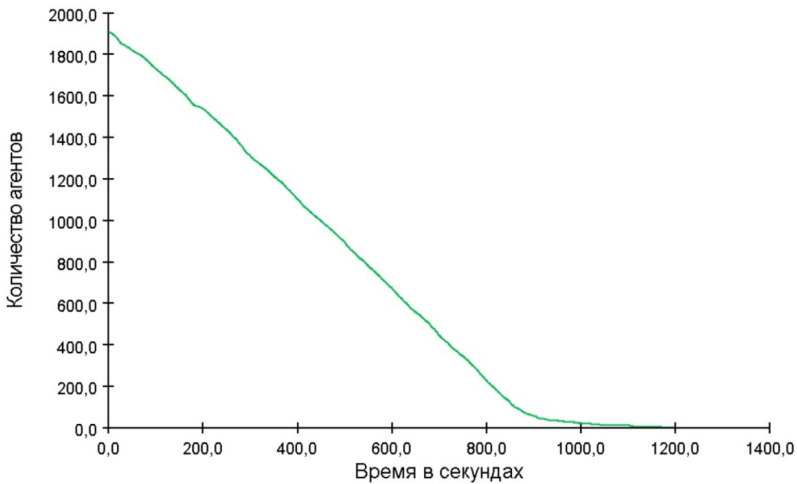


Рис. 5. Зависимость количества людей в помещениях от времени для сценария 3

В результате время эвакуации 3 сценария составило  $t_{\text{эв3}} = 22,28$  мин.

Для улучшения результата в 4 сценарии были использованы пассажирские лифты грузоподъемностью 1000 кг. Данные лифты обслуживали 23, 20, 17, 13, 10, 6, 2 и 3 этажи. На остальные уровни приезжали грузоподъемные лифты, обслуживая при этом разные этажи. Лифтами могли пользоваться группы мобильности М2, М3, М4.

На рис. 6 представлена зависимость количества людей в помещениях от времени сценария 4.

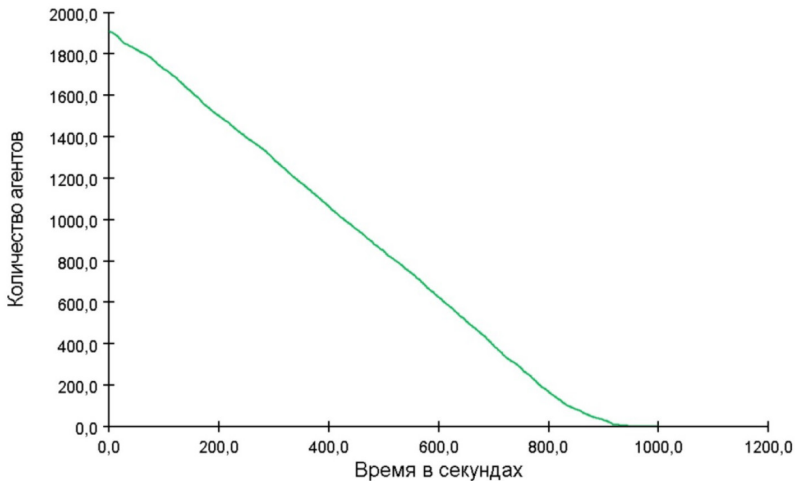


Рис. 6. Зависимость количества людей в помещениях от времени для сценария 4

Результат эвакуации 4 сценария с учетом задержки в 170 секунд составил  $t_{эв4} = 19,26$  мин.

Во всех сценариях группа М1 не пользовалась вертикальным транспортом, так как их эвакуация с помощью лестницы осуществлялась быстрее, чем с участием лифтовых установок. Однако лифты становятся эффективными для использования группами М1, когда здание содержит в себе более 40 этажей [17].

Для удобства полученные данные по сценариям 1–4 скомплексованы в табл. 2.

Гипотеза исследования заключалась в том, что лифт, используемый в качестве одного из основных эвакуационных средств, может оптимизировать процесс эвакуации, сократив общее время. Анализируя первый сценарий, необходимо отметить задержку при продвижении из-за низкой скорости групп мобильности М3, М2. Скорость М4 превышала М2, М3, так как люди данной группы использовали в своём передвижении средства передвижения, например, инвалидные коляски, повышающие их скорость.

Таблица 2

## Результаты расчетного времени эвакуации для сценариев 1–4

Сценарий	Группа мобильности (этаж)	Использование лестниц	Использование грузоподъемных лифтов	Использование пассажирских лифтов	Расчетное время эвакуации, мин.
1	M1	+	-	-	29,33
	M2	+	-	-	
	M3	+	-	-	
	M4	-	+	-	
2	M1	+	-	-	23,38
	M2	-	+	-	
	M3	-	+	-	
	M4	-	+	-	
3	M1	+	-	-	22,28
	M2	-	+	-	
	M3	-	+	-	
	M4	-	+	-	
4	M1	+	-	-	19,26
	M2	-	+	+	
	M3	-	+	+	
	M4	-	+	+	

С началом эвакуации при продвижении через коридоры этажа к эвакуационным лестницам в проём помешались 2 агента (агент – аналитическая модель человека в ПК *Pathfinder*). Если же одним из них являлся агент М2, М3, скорость всего потока или же его части сокращалась до скорости соответствующего агента. В связи с этим было необходимо использовать вертикальный транспорт группами мобильности М2, М3. Данная поправка не только ускорила сам процесс эвакуации, но и сделала его более безопасным для потока, использующего лестницу в качестве эвакуационного пути.

Роль ширины дверных проемов при выходе из лестничных клеток играет наиважнейшую роль при эвакуации группы мобильности М1. Наличие плотности потока, превышающей 6 чел/м<sup>2</sup>, очень опасно, так как велик риск получить травму, компрессионную асфиксию, переломы или ушибы. В связи с этим на этапе проектирования необходимо учитывать то, что ширина дверей, принятая по нормативным актам, может оказаться недостаточной.

Сценарий 4 предусматривал использование пассажирских лифтов. Это было обосновано тем, что такой тип лифтов возможно спроектировать с подпором воздуха и из огнестойких материалов. Обслуживание этажей пассажирскими лифтами улучшило результат на 35 % по сравнению с 1 сценарием.

В предыдущих работах на данную тематику авторы указывали на то, что использование лифтов при эвакуации в зданиях до 30 этажей неэффективно. Однако приведенные в данной статье расчеты подтверждают обратное.

Практическая польза исследования заключается прежде всего в наличии нескольких сценариев использования лифтов в офисных зданиях высотой в 25 этажей.

Эта статья может послужить стартом для дальнейших исследований сценариев использования лифтов для эвакуации, учитывающих распространение ОФП, например, в ПК *PyroSim*. В данной работе была поставлена цель смоделировать эвакуацию при помощи вертикального транспорта в высотном здании класса Ф4.3. Согласно действующему законодательству, такой тип эвакуации запрещён, однако в связи с возрастающей безопасностью вертикального транспорта вероятность получить травму становится меньше, чем при спуске по лестнице.

**Литература**

1. СП 1.13130.2009 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.
2. *Иванова, Е. В.* Проблема обеспечения безопасной эвакуации малоомобильных групп населения из высотных зданий / Е. В. Иванова // Вестник науки. – 2020. – Т. 4. – № 3(24). – С. 29–32.
3. СП 267.1325800.2016 Здания и комплексы высотные. Правила проектирования.
4. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»: от 22 июля 2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022).
5. *Холщевников, В. В.* К вопросу безопасности использования лифтов при эвакуации из высотных зданий / В. В. Холщевников, Д. А. Самошин // Пожаровзрывобезопасность. 2006. Т. 15. № 5. С. 45–47.
6. Особенности эвакуации людей из современных офисных зданий при пожаре / Т. Г. Меркушкина, Д. А. Самошин, З. С. Хасуева, М. Ю. Зыкова // Технологии техносферной безопасности. 2015. № 5(63). С. 73–81.
7. *Холщевников В. В.* Анализ процесса эвакуации людей из высотных зданий / В. В. Холщевников, Д. А. Самошин // Жилищное строительство. 2008. № 8. С. 24–27.
8. *Серков Б. Б.* Безопасная эвакуация людей при строительстве и эксплуатации высотных зданий / Б. Б. Серков, Д. А. Самошин // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2009. № 2. С. 32–36.
9. *Soltanzadeh A., Mazaherian H., & Heidari S.* (2021). Optimal solutions to vertical access placement design in residential high-rise buildings based on human behavior. *Journal of Building Engineering*, 43. – doi: 10.1016/j.jobee.2021.102856.
10. МЧС. Главное управление по г. Москве [Электронный ресурс] / Пожарная безопасность в высотных зданиях // URL: <https://moscow.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/intervyu/3775898> (Дата обращения: 01.10.22).
11. *Niu Y., Zhang J., Zhang Y., & Xiao J.* (2019). Modeling evacuation of high-rise buildings based on intelligence decision P system. *Sustainability (Switzerland)*, 11(17).
12. *Qu L., Wang Y., & Cao Y.* (2019). Fire safety in high-rise buildings under elderly housing. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 238(1).
13. *Bao Y., & Huo F.* (2021). An agent-based model for staircase evacuation considering agent's rotational behavior. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 572.
14. *Ding N., Chen T., Zhu Y., & Lu Y.* (2021). State-of-the-art high-rise building emergency evacuation behavior. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 561.
15. *Gravit M., Dmitriev I., & Ishkov A.* (2017). Quality control of fireproof coatings for reinforced concrete structures. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 90(1).



16. *Gravit M., Dmitriev I., Kuzenkov K., & Shestakova A.* (2018). Vertical transport systems for evacuation from high-rise buildings. Paper presented at the MATEC Web of Conferences, 239.

17. Моделирование процесса эвакуации из высотных зданий и сооружений с использованием пассажирских лифтов / М. В. Гравит, И. Н. Карькин, И. И. Дмитриев, К. А. Кузенков // Пожаровзрывобезопасность. 2019. Т. 28. № 2. С. 66–80.

18. *Gravit M., Dmitriev I., & Kuzenkov K.* (2018). Estimation of evacuation time with elevator application in high-rise buildings. Paper presented at the MATEC Web of Conferences, 245.

19. *Парфененко А. П.* Методология моделирования людских потоков и практика программирования их движения при эвакуации / А. П. Парфененко // Пожаровзрывобезопасность. 2014. Т. 23. № 12. С. 46–55.

20. *Слауцкий С. А.* Возможности программы «Pathfinder» при проведении научно-исследовательских работ / С. А. Слауцкий, Д. С. Королев, В. В. Шумилин // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2015. № 1–2(4). С. 99–103.

21. *Xiao M., Zhou X., Pan X., Wang Y., Wang J., Li X., Wang Y.* (2022). Simulation of emergency evacuation from construction site of prefabricated buildings. *Scientific Reports*, 12(1).

22. *Юскаев Ю. Ю.* Специфика пожаров в небоскрёбах и проблемы эвакуации людей / Ю. Ю. Юскаев, Л. Т. Раевская, Н. Н. Черемных // Экопотенциал. 2018. № 4(24). С. 150–158.

23. *Ефимов, А. А.* Проблемы принятия управленческих решений при организации и управлении эвакуацией людей при пожарах в торговоразвлекательных центрах / А. А. Ефимов // Материалы международной научно-технической конференции «Системы безопасности». 2020. № 29. С. 88–92.

24. *Меркушкина Т. Г., Самошин Д. А., Хасуева З. С., Зыкова М. Ю.* Особенности эвакуации людей из современных офисных зданий при пожаре // Технологии техносферной безопасности. 2015. № 5(63). С. 73–81.

25. *Sharafutdinov A. A., Krasnov A. V., & Gazizov A. M.* (2022). Study of the behavior of wall sandwich panels irrigated with a drencher curtain at the unilateral thermal exposure. *Bezopasnost' Truda v Promyshlennosti*, 2022(2), 27-31.

26. СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.

27. СП 118.13330.2022 Общественные здания и сооружения.

28. ГОСТ Р 52941-2008 Национальный стандарт Российской Федерации. Лифты пассажирские. Проектирование систем вертикального транспорта в жилых зданиях.

29. СП 59.13330.2020 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001.

**УДК 62-7**

*Оксана Анатольевна Горбунова,*  
канд. техн. наук  
*Алина Андреевна Егорова,*  
студент  
(Казанский национальный  
исследовательский технический  
университет им. А. Н. Туполева – КАИ)  
*E-mail: liza.alina123@yandex.ru*

*Oksana Anatolievna Gorbunova,*  
PhD in Sci. Tech.  
*Alina Andreevna Egorova,*  
student  
(Kazan National Research  
Technical University  
named after A. N. Tupolev – KAI)  
*E-mail: liza.alina123@yandex.ru*

**МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ  
РЕЗЕРВУАРОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**METHODS FOR OPTIMIZING THE PROCESS  
OF CLEANING OIL AND PETROLEUM  
PRODUCTS TANKS**

Для обеспечения безопасного хранения нефти и нефтепродуктов предприятиям использовать комплексы по очистке донных отложений в резервуарах. Основной проблемой емкостей хранения являются отложения нефтепродуктов на их стенках, приводящие резервуар в непригодные состояния для эксплуатации. В статье приведены основные методы оптимизации очистки хранилищ нефтепродуктов, отмечены положительные и отрицательные стороны применения каждого из них.

*Ключевые слова:* очистка резервуаров, донные отложения, нефть и нефтепродукты.

Safe storage of oil and petroleum products obliges enterprises to use complexes for cleaning bottom sediments in tanks. The article will describe the main methods of optimizing the cleaning of oil storage facilities. The main problem of which is oil deposits on the walls of the device, which cause the tank to be unusable for operation.

*Keywords:* tank cleaning, bottom sediments, oil and petroleum products.

Экологичность и экономичность хранения, транспортировки, приема и выдачи нефти и нефтепродукта напрямую зависит от правильной эксплуатации резервуаров. Одной из проблем обслуживания устройства является - его очистка. В результате использования образуются осадок, который препятствует перемешиванию различных слоев нефти. Это способствует сосредоточению концентрированных

солей и развитию процессов коррозии, что приводит устройство в непригодный для применения вид. Промывка нефтеосадка представляет собой дорогостоящим, трудоемким и небезопасным процессом. Несмотря на новые технологии до сих пор не разработан экономичный и автоматизированный метод очистки нефтяных резервуаров.

По мере эксплуатации резервуара на стенках и дне образуется плотная нетягучая масса нефтеосадка. Физически, осадок представляет собой неравномерную массу, расположенную вдали приемно-раздаточных патрубков. Толщина может колебаться от 0,3 до 3 метров, а в объеме достигать 6000 м<sup>3</sup>. Химически, нефтеотложение представляет собой смесь нефтепродукта и подтоварной воды. Содержание механических примесей колеблется от 50 % до 90 %, а углеводородов от 10 % до 40 %. Фракционный состав осадка представляет собой смесь связанной воды (0,3–8 %), парафинов (1–4 %), асфальтенов (6–25 %), и масел (70–80 %) [1].

Хранение нефти неизбежно приводит к образованию в резервуаре донных отложений. Решения данной проблемы могут быть разными, от механической очистки, до специальных встроенных в резервуары систем размыва. Согласно нормам, раз в 8 лет резервуар должен выводиться из эксплуатации и основательно зачищаться.

Основными способами борьбы с нефтяными отложениями являются периодическая очистка и дегазация с выводом резервуара из эксплуатации и предотвращение накоплений посредством различных устройств и систем [2].

Проанализируем применяемые методы очистки резервуаров.

1. Зачистка ручным способом. Подготовка резервуара к очистке начинается с откачки нефти и отключения его из рабочей линии, далее следует удаление остаточной нефти и дегазация. Рабочие с помощью направленной струи воды или раствора растворяют и смывают нефтеотложения, полученное содержимое откачивается. Оставшиеся на стенках и дне ржавчина, песок, механические примеси доочищают паром. После этого рабочие спускаются внутрь и механически, при помощи скребков и лопат очищают резервуар. Такой способ неизбежно приводит к образованию нефтешламов, которые вывозят на полигон, что приводит к постоянному росту загрязнений окружающей среды.

Минусы такого способа: большие сроки работы, риск для жизни людей. Этот способ очистки совершенно не соответствует современному техническому развитию.

2. Очистка гидромеханическим способом. Этот способ редко происходит автоматизировано, в связи с тем, что отходы делают практически невозможным вскрытие люков и технологических отверстий. Поэтому зачистка резервуаров с помощью человека является распространённым методом, в основном, из-за своей простоты и минимальных затрат. Суть метода в том, что после удаления твёрдых остатков ёмкость пропаривают и промывают горячей водой с помощью брандспойта. Получившуюся суспензию откачивают и утилизируют.

Ещё один вариант гидромеханической очистки – очистка нефтью. Размыв осуществляется в закрытом резервуаре. В первом варианте нефть под давлением, с помощью мониторов, разбивает накопившиеся отложения, растворяет и перемешивает их. После происходит откачка. Такой способ требует высокой надежности оборудования, средств контроля статического электричества и компетентности персонала. Второй вариант: нефть подается при нормальном давлении сверху и смывает падающими струями все отложения. Однако, оборудование резервуаров такими системами требует больших материальных вложений.

На практике применяют ещё один вариант очищения загрязнений – эмульсионный с последующим ополаскиванием водой. В качестве абсорбента используют порошкообразный мел, что удешевляет стоимость очистки и снижает взрывоопасность [3].

3. Очистка гидрохимическим методом. Для очистки резервуаров гидрохимическим методом применяют препарат МП-72, разработанный Институтом Океанологии им. А. П. Шершова. Из данного препарата готовят раствор в воде. Нагретый до 80 градусов он разрушает структуру нефтеотходов, за счёт ударной силы и эмульгирования размытых углеводородов, превращая их в легкоподвижную массу. Процесс очистки максимально механизирован, а также сокращает потери нефти и загрязнения окружающей среды нефтеотходами.

4. Очистка резервуаров с помощью микроорганизмов. Метод основан на экологической особенности углеводородокисляющих микроорганизмов адсорбироваться на гидрофобной поверхности

углеводородов. Преимущество метода в разложении 98 % массы углеводородных соединений до экологически нетоксичных продуктов бактериального метаболизма. Сам процесс происходит по схеме: нефтеотложение обрабатывают раствором биопрепарата, через 4 суток донные отложения разжижаются до консистенции, достаточной для откачивания насосом и далее производится утилизация нефтеотходов.

5. Разжижение и перемешивание осадков с помощью теплоносителя. Метод основан на предварительной сепарации отложений внутри резервуара. В верхние люки резервуара, под уровень отложений, вводятся открытые теплообменники пар-жидкость. На мониторы подается насыщенный водяной пар, благодаря чему происходит разжижение и перемешивание донных отложений. После отстаивания, с помощью сифонного поворотного крана разогретый парафин откачивается. По окончании работы, резервуар дегазируют, и рабочие производят сбор выпавшего шлама.

К способам предотвращения образования и накопления отложений в резервуарах относятся Тайфун – 20 (24, 28). Технология основывается на регулярном перемешивании струей жидкости, формируемой гребным винтом. Примеси взвешиваются в общей массе нефти и после удаляются откачиванием. Сейчас данные установки демонтируют и заменяют на «Диоген» из-за того, что система рассчитана на давление в 0,8 МПа, что ограничивает факт эффективности устройства. «Диоген» в свою очередь представляет собой процесс перемешивания направленной струей хранимой нефти с изменением угла поворота винта. Устройства не влияют на конструкции плавающего покрытия и накапливанию статического электричества.

Рассмотрим современные технические средства очистки донных отложений в резервуарах.

1. Мобильный комплекс МКО-1000. Для очистки используется водный раствор новых технических моющих средств (ТМС). Эти средства не вступают в химическую реакцию, а отделяют углеводородные соединения от поверхности и создают с ними эмульсию. К минусам установки относится его энергозависимость и использование дополнительного ручного труда, потому что насосы не в состоянии откачать весь шлам со дна.

2. Комплекс Техноспас - российский аналог комплекса МКО-1000. Технологический процесс проведения работ аналогичен с отличием лишь в дополнительной комплектации приборами газового контроля, для предотвращения возникновения взрывов в процессе очистки, связанных с поступлением паров нефти в резервуар, а также устройств принудительной вентиляции и дегазации.

3. Система ВЛAVO специализируется на очистке трудно очищаемых резервуаров. Технология системы очистки замкнутого контура позволяет уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и увеличить коэффициент возврата ценных углеводородов. К минусам метода можно отнести высокую стоимость и необходимость прорезания отверстий в крышке резервуара.

4. Комплекс «МегаМАКС» дорогостоящая высокоэффективная мобильная система очистки резервуаров с одновременной утилизацией нефтепродуктов. В состав данного комплекса входит роботизированная пушка на треноге и мини-трактор, для отчистки шлама со дна резервуара без применения ручного труда. Преимуществами установки является: короткие сроки развертывания, свертывания и отмывки резервуаров; высокое качество очистки углеводородов, воды и механических примесей.

5. Комплекс КОР-1М предназначен для проведения работ по очистке резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов от донного осадка. В комплексе минимизируется ручной труд, но не исключает его полностью. Плюсы технологии в сокращении времени отчистки и полном извлечении нефтепродуктов с сохранением их качества [4].

Основным критерием выбора метода и способа очистки в существующей практике в стране, является экономический. Нефтяные предприятия, стараясь снизить расходы на очистку, чаще прибегают к использованию ручных способов зачистки резервуаров. Что приводит к увеличению риска возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций и гибели людей.

В качестве примера можно привести аварию на АО «Транснефть – Прикамье». В ходе проведения плановой работы по зачистке выведенного из работы резервуара РВСП-20000 № 37 случилось возгорание газовоздушной смеси. Двое сотрудников, находившихся внутри резервуара, погибли на месте. Причиной трагедии стали

многочисленные нарушения: перед началом огневых работ емкость не была очищена от опасных газов, не был перекрыт трубопровод, по которому они поступают из сепаратора. Когда рабочие стали проводить огневые работы, произошел взрыв. Предупредить об опасности должна была система автоматического контроля загазованности, но она была выключена.

Главными решениями нефтяных компаний должны стать обеспечение и выполнение требований промышленной безопасности, оснащение оборудования современными техническими средствами очистки, привлечение сертифицированных подрядных организаций.

### **Литература**

1. *Крец В. Г., Шадрин А. В., Антропова Н. А.* Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ. Учебное пособие. – Томск : Изд. ТПУ, 2012 – 386 с.
2. *Гималетдинов Г. М., Саттарова Д. М.* Способы очистки и предотвращения накопления донных отложений в резервуарах // Сетевое издание «Нефтегазовое дело» 2006 – 12 с. URL: [http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Gimaletdinov/Gimaletdinov\\_1.pdf](http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Gimaletdinov/Gimaletdinov_1.pdf) (дата обращения: 13.10.2022).
3. *Агеева В. В.* Современные технологии размыва и удаления донных отложений в резервуарах товарной нефти в РФ // Молодой ученый. – 2018. – № 14 (200). – С. 21–24. – URL: <https://moluch.ru/archive/200/49257/> (дата обращения: 17.10.2022).
4. *Полосов Р. А.* Революционные инновации в очистке нефтехранилищ // Журнал «Нефть. Газ. Новации» 2020 – 38–41 с.

УДК 631.459.42

*Карина Наилевна Кильмаматова,*  
студент  
(Казанский национальный  
исследовательский технический  
университет имени А. Н. Туполева – КАИ)  
*E-mail: knkilmamatova@kai.ru*

*Karina Nailevna Kilmamatova,*  
student  
(Kazan National Research  
Technical University  
named after A. N. Tupolev – KAI)  
*E-mail: knkilmamatova@kai.ru*

## **О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПОДВЕРЖЕННОСТИ ОПОЛЗНЕВЫМ ПРОЦЕССАМ**

### **PROBLEMS OF PRACTICAL APPLICATION OF METHODS FOR ASSESSING SUSCEPTIBILITY TO LANDSLIDE PROCESSES**

Оползни являются одним из факторов, негативно влияющих на экономику и социум в целом. Методы оценки риска оползней необходимы для минимизации вероятности оползней посредством выяснения уязвимых сторон. На практике методы оценки часто обладают неполной информацией или имеют некоторые неопределенности, что значительно усложняет построение математической модели. Неопределенности связаны с параметрами склонов, их гидрологическими и географическими особенностями, и возможными влияющими факторами, например, с выпадением осадков. Для определения моделей, минимально затрагивающих неопределенные факторы, используются методы анализа PRIM и алгоритмы CART.

*Ключевые слова:* оползни, неопределенности, математическая модель, анализ PRIM, алгоритмы CART.

Landslides are one of the factors negatively affecting the economy and society as a whole. Landslide risk assessment methods are needed to minimize the possibility of landslides by identifying vulnerabilities. In practice, estimation methods often have incomplete information or some uncertainties, which greatly complicates the construction of a mathematical model. Uncertainties are associated with slope parameters, their hydrological and geographic features, and possible influencing factors such as precipitation. PRIM analysis methods and CART algorithms are used to identify models that minimize uncertainties.

*Keywords:* landslides, uncertainties, mathematical model, PRIM analysis, CART algorithms.



Угрозы оползней и их влияние на жизнь человека, экономику и инфраструктуру представляют собой глобально растущую проблему. Существуют сведения о том, что примерно 300 миллионов людей по всему миру подвержены воздействию оползней, причем наибольшие абсолютные экономические потери приходится на Европу, а подавляющее большинство травм и смертей – на Азию, Южную и Центральную Америку и на Карибы. Известно, что подверженность склонов к оползням возрастает при развитии хозяйственной деятельности, такой, как удаление растительности, обустройство земли (выемка и засыпка), строительство зданий и сооружений, изменение дренажной системы. Аналогичным образом, другой важный фактор, влияющий на возникновение оползней – это интенсивность выпадения обильных и продолжительных атмосферных осадков. Современные климатические изменения характеризуются выпадением экстремального количества атмосферных осадков во многих регионах по всему миру, в том числе и в Российской Федерации.

Согласно данным о наиболее крупных новообразованиях и активизациях экзогенных природных процессов (далее – ЭГП) (оползни, карстовые провалы, овраги и др.), полученных в результате специальных инженерно-геологических обследований территории Российской Федерации 2021 г. 196 населенных пунктов, в том числе 108 городов и поселков городского типа, были подвержены воздействию различных генетических типов опасных ЭГП, в том числе и оползневым процессам [1].

Местоположение и частота случаев воздействий ЭГП на населенные пункты и объекты в значительной мере были обусловлены распространением соответствующих генетических типов опасных ЭГП и степенью хозяйственной освоенности территорий, косвенным показателем которой является плотность населения [1].

Мониторинг и оценка риска возникновения оползневых процессов формируют основу для решений по уменьшению опасности бедствий, также, как и разработка мер по снижению физической опасности ЭГП, в том числе и оползней, управление планированием и системами раннего предупреждения для избежания опасностей и снижения уязвимости.



Число населенных пунктов и хозяйственных объектов на территории Российской Федерации, подвергшихся воздействию ЭГП в 2021 г. [1]

Цель оценки риска, также, как и имеющиеся данные, определяют, какие методы или модели устойчивости склона могут быть применены. Доступные методы оценки включают в себя составление деревьев классификации и регрессии на основе реестра или региональное прогнозирование, а также статистическое, эвристическое и физическое моделирование (пространственно-распределенные или специфичные для конкретной территории). Этим методам требуются данные во всех или только некоторых перечисленных категориях: ретроспективная оценка районов развития оползней; предварительные факторы, определяющие исходную подверженность склона к оползням, такие, как геометрия склона (углы склона и подъемы, конвергенция/дивергенция, глубина почвы и исходных пород), геотехнические и гидрологические свойства пород склона, и землепользование, и факторы риска, такие, как интенсивность, продолжительность и частота выпадения атмосферных осадков.

Сложность получения этих данных в приемлемом количестве, качестве и разрешении в настоящее время препятствует получению

полезной и достоверной информации о рисках оползней для лиц, принимающих решения. Даже в наиболее подверженных оползням регионах. Особенно высокочастотные события малой интенсивности могут быть пропущены из-за их небольшого территориального масштаба и их влияния на инфраструктуру.

Вследствие этого существующие базы данных о развитии ЭГП часто необъективны с точки зрения пространства и времени или неполны. Отсутствие достоверных данных о случившихся оползневых процессах ограничивают способность построить статистические модели для прогнозирования возможных местоположений, времени или последствий возможных оползней. По сравнению с этим преимущество физически обоснованных моделей устойчивости склонов заключается в их малой зависимости от прошлых наблюдений и возможности механистически представлять подготовку и спусковые процессы, приводящие к разрушению склона.

Последнее позволяет статистическим моделям также оценивать воздействие атмосферных осадков более высокой интенсивности, чем были в регионе ранее, или возможные сценарии урбанизации.

Эксперты в настоящее время используют физически обоснованные модели для диагностики существующих условий устойчивости, проектирования обустройства новых склонов и определения вероятности оползней. Однако при использовании физически обоснованных моделей для оценки стабильности склонов важно заметить, что всегда следует проявлять осторожность, чтобы убедиться, что выбранная модель адекватно отражает ключевые процессы, определяющие устойчивость склона для выбранного места и района исследования.

Процесс механистического моделирования физически обоснованных моделей стоит недешево. Детализированная репрезентация процессов, происходящих в склонах в модели, требует подробной информации о характеристиках склона, таких, как почвы и рельеф. Чем более сложным, высокоточным и всеобъемлющим становится представление модели процессов, происходящих в склоне, тем больше требуется данных о физических характеристиках участка. Поэтому часто выбираются экономные модели, которые соответствуют доступным данным и требуемому уровню представления процесса. В случае, когда информация недоступна в подробных деталях, это

вносит неопределенность в параметризацию моделей. Источники неопределенности включают в себя то, что связано с геометрией склонов и глубиной слоев материала, свойствами почвы, и ограниченным пониманием того, как измеряемые переменные соотносятся с параметрами модели. Недостаток точности форсирования граничных условий, таких, как изменчивость продолжительности и площади распространения атмосферных осадков, представляет дополнительную неопределенность, которую нужно учитывать.

Данные о влиянии неопределенностей, связанных с использованием моделей оценки устойчивости склонов для конкретных участков, так и для пространственно распределенных прогнозов опасности оползневых процессов, редко используется для обоснования принятия решений по снижению риска.

Дополнительная неопределенность выражена малоизвестными потенциальными последствиями будущих изменений климата или землепользования. Такие неопределенности отличны от вышеперечисленных, потому что они не могут быть легко охарактеризованы распределением вероятности, с которыми могли бы согласиться разные эксперты, поэтому их часто называют глубокими неопределенностями.

Стандартный подход к решению глубоких неопределенностей заключается в применении сценарных стратегий, также называемых нисходящими подходами. В этих подходах прогнозы изменения климата не учитываются, а именно данные об интенсивности и частоте атмосферных осадков.

Исследования, в которых учитывались количественные характеристики климатических изменений, проявляющиеся в увеличении числа и интенсивности атмосферных осадков, показали, что во многих случаях они являются значимыми в росте числа ЭГП, в том числе и оползневых процессов.

Большинство моделей оценки устойчивости склонов имеют некоторую неопределенность в конечных прогнозах, как следствие широкой диапазон вероятных исходов, что почти не учитывается в принятии решений или определения оптимального управленческого решения. Чтобы сократить диапазон вероятных исходов, можно выбрать меньшую подгруппу из множества возможных потенциальных

сценариев будущего. Однако этот подход проблематичен, поскольку произвольный выбор сценариев или уменьшенных моделей подорвет достоверность результатов.

Учитывая, что такие глубокие неопределенности неизбежны, для получения полезной информации лицами, принимающими решения, был предложен переход от нисходящего подхода к восходящему.

Пока нисходящие подходы моделируют поведение системы в условиях потенциального будущего в прогностической манере (например, для оценки вероятности обвала склона при одном или нескольких сценариях), восходящие подходы сосредоточены на изучении уязвимостей системы, то есть на нахождении тех комбинаций значений факторов, которые могли бы привести к нежелательным последствиям (например, обрушение склона).

Таким образом, восходящие подходы ориентированы на заинтересованные лица. Порог, который отделяет приемлемые исходы от нежелательных событий, определяется одним из таких лиц. Все это отражается в качественной характеристике о подверженности регионов воздействию ЭГП, в том числе оползней. При этом можно использовать данные статистического анализа. К таким методам относится метод *PRIM (Patient Rule-Induction Method)* Фридмана и Фишера (1999 года), а также алгоритм *CART*, разработанный Бримэном и др. в 1984 году. Восходящая стратегия очень похожа на проблему отображения в Глобальном анализе чувствительности, где человек пытается понять, какие части пространства входных факторов дают на выходе определенные значения для модели, например, выходные значения, превышающие определенный порог.

### Литература

1. [http://geomonitoring.ru/gmsn\\_sostoyanie\\_nedr.html](http://geomonitoring.ru/gmsn_sostoyanie_nedr.html), дата обращения: 20.10.2022.
2. *Anderson M. G. and Holcombe, L.* Sustainable landslide risk reduction in poorer countries, P. I. Civil Eng.-Eng. Su., 159, 23–30.
3. *Dixon N. and Brook E.* Impact of predicted climate change on landslide reactivation: case study of Mam Tor, UK, *Landslides*, 4, 137–147.
4. *Formetta G., Capparelli G., Rigon R., and Versace P.* Physically based landslide susceptibility models with different degree of complexity: calibration and verification, *Proceedings of the 7th International Congress on Environmental Modelling and Software*, 15–19 June, San Diego, California, USA, 2014.
5. *Алексеева Е. И.* Модели оценки подверженности застроенных территорий воздействию опасных природных процессов с климатическим фактором на основе систем нечеткого логического вывода типа Мамдани и типа Сугено / Е. И. Алексеева, Е. В. Арефьева // *Технологии гражданской безопасности*. – 2022. – Т. 19. – № 3(73). – С. 25–31.

**УДК 62-7**

*Оксана Анатольевна Горбунова,*  
канд. техн. наук  
*Никита Константинович Клименко,*  
студент  
(Казанский национальный  
исследовательский технический  
университет им. А. Н. Туполева – КАИ)  
*E-mail: oklion12@mail.ru*

*Oksana Anatolievna Gorbunova,*  
PhD in Sci. Tech.  
*Nikita Konstantinovich Klimenko,*  
student  
(Kazan National Research  
Technical University  
named after A. N. Tupolev – KAI)  
*E-mail: oklion12@mail.ru*

## **МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **METHODS FOR INCREASING FIRE SAFETY**

Для уменьшения летальных исходов в результате пожаров необходимо проведение мероприятий по повышению пожарной безопасности. В статье приведены методы, проводимые в Российской Федерации по уменьшению происшествий, связанных с пожарами.

*Ключевые слова:* профилактические мероприятия, мониторинг, пожарная безопасность.

In order to reduce deaths as a result of fires, it is necessary to take measures to improve fire safety. The article presents the methods carried out in the Russian Federation to reduce incidents related to fires.

*Keywords:* preventive measures, monitoring, fire safety.

На протяжении уже многих лет в следствии действий пожаров погибают порядка нескольких десятков тысяч людей. Большая часть пожаров, а именно 75 % происходит в жилых частных и многоквартирных домах. Исходя из статистики, в Российской Федерации риск возникновения пожаров на порядок выше, чем в других развитых странах. Тем не менее, за последние пятнадцать лет риск возникновения пожаров в России существенно уменьшается. Что же представляет из себя пожарная безопасность?

Пожарная безопасность представляет собой состояние определенного объекта, которое не дает возможности образования пожара. Пожарная безопасность включает в себя: организацию мероприятий

по предупреждению негативного воздействия на людей, сооружения и материальные ценности факторов, способствующих образованию пожара. Рассматривая пожарную безопасность, необходимо обратить внимание на актуальные проблемы в данной сфере на территории Российской Федерации. [1]

### **Актуальные проблемы в сфере пожарной безопасности**

В России можно выделить несколько глобальных проблем в сфере пожарной безопасности. Одной из них является проблема удаленности пожарных подразделений от жилых объектов. Порядка 38–40 % данных объектов находятся вне зоны воздействия пожарных подразделений. Также, проблемой является недостаточное количество сотрудников государственного надзора, что в следствии приводит к недостаточному контролю за уровнем пожарной безопасности по всей стране. Также, к сожалению, в Российской Федерации отсутствуют квалифицированные сотрудники, которые смогли бы выстроить хорошо работающую систему надзора. Частные предприниматели, владельцы недвижимости ничего не предпринимают для решения данной проблемы. Все правила пожарной безопасности написаны на горьком опыте, иными словами написаны «кровью». Частные предприниматели, владельцы недвижимости начинают устранять проблемы лишь при проверках.

К актуальным проблемам следует отнести неоднозначность нормативно-правовой базы. Строительные организация сталкиваются с противоречивыми требованиями в нормативно-правовых актах. Из этого следует, что каждая организация трактует нормативно-правовые требования по-своему. В свою очередь трактовка нормативно-правовых актов непосредственно влияет на сроки выполнения работ и, собственно, на прибыль [1].

Ключевой проблемой является безграмотность населения Российской Федерации в сфере пожарной безопасности. У большинства населения отсутствуют знания, проходимые в школе на уроках ОБЖ. Именно поэтому, как было сказано выше, большинство пожаров приходится на частные жилые и многоквартирные здания. Этому есть много примеров, как люди засыпают в кроватях с сигаретой,



не выключают газ, включают устройства в неисправные розетки, запускают салюты прямо из балконов [2].

### **Методы, проводимые на территории Российской Федерации в целях повышения пожарной безопасности**

1) Первым методом является проведение профилактических мероприятий в рамках контрольно-надзорной деятельности;

2) Вторым методом представляет собой проведение профилактических мероприятий, которые неотъемлемо связаны с повышением уровня пожарной безопасности граждан в сфере занимаемых ими жилых частных и многоквартирных зданий;

3) И, в заключение, третий метод заключается в проведении профилактических мероприятий, которые направлены на улучшение уровня пожарной безопасности жилых объектов.

Контрольно-надзорные органы проводят следующие мероприятия в отношении органов местного самоуправления, а также строительных организаций, занимающихся планировкой, разработкой и строительством частных и многоквартирных жилых домов:

1) оценка работоспособности и своевременности плановых осмотров и проверок, а также испытаний систем противопожарной защиты в многоквартирных домах;

2) контроль наличия и исправности первичных средств пожаротушения, находящихся на жилых объектах, включая состояние и своевременность перезарядки воздушно-пенных огнетушителей;

3) плановое проведение противопожарных инструктажей для должностных лиц организаций, занимающихся управлением многоквартирными домами;

4) разработка мер, непосредственно направленных на организацию комплексной безопасности жилых объектов, в том числе в пожароопасный и отопительный периоды, а также во время проведения праздничных мероприятий;

5) информирование населения средствами массовой информации, проживающего на территории муниципального образования, о необходимых действиях при возникновении или обнаружении пожара;

6) совместно с сотрудниками пожарно-спасательных подразделений проводятся проверки исправности сетей водоснабжения для

обеспечения необходимым количеством воды, затраченным в целях пожаротушения жилых объектов;

7) своевременная проверка состояния внешних источников противопожарного водоснабжения и подъездных путей к ним;

Контрольно-надзорные мероприятия представляют собой мероприятия, которые проводятся с целью повышения пожарной безопасности. Данные мероприятия осуществляются органами местного самоуправления, а также органами социальной опеки и защиты [3].

Мероприятия осуществляются в межведомственном сотрудничестве с:

1) сотрудниками органов внутренних дел – с целью проведения работы по проверке правонарушений, а также пресечению возможных конфликтных ситуаций;

2) сотрудниками в составе комиссии по предупреждению и ликвидации правонарушений органов местного самоуправления;

3) сотрудниками в составе комиссии по делам несовершеннолетних, а также защите их прав органов местного самоуправления;

4) должностными лицами органов социальной защиты населения;

5) должностными лицами органов здравоохранения;

6) должностными лицами органов образования – членам общественных объединений добровольной пожарной охраны – за проведение разъяснительной работы и распространение образцов тематических материалов;

7) представители средств массовой информации – для освещения проводимых мероприятий в средствах массовой информации, привлечения внимания общественности к проблемам пожарной безопасности.

Мероприятия проводятся в рамках межведомственного взаимодействия с следующими сотрудниками организации:

1) сотрудники органов внутренних дел, члены общественных объединений – для проведения работы по предупреждению правонарушений,

2) пресечению возможных конфликтных ситуаций; представители правления СНТ – проводить разъяснительную работу с собственниками дачных участков, формировать перечень проблемных вопросов для направления их на рассмотрение в органы местного

самоуправления, а также для рассмотрения на заседаниях правления, собраниях собственников;

3) представители органов местного самоуправления – для формирования перечня проблемных вопросов и оказания правовой поддержки правлениям садоводческих товариществ в обеспечении пожарной безопасности;

4) членам общественных объединений добровольной пожарной охраны – за разъяснительную работу и распространение образцов технических материалов;

5) представители средств массовой информации – с целью оповещения происходящих событий размещают на новостных сайтах, телевизионных каналах. Также на данных каналах размещают информацию с целью обращения внимания общественности к проблемам обеспечения пожарной безопасности.

В населенных пунктах, которые являются небольшими и отдаленными от зоны воздействия противопожарных подразделений самым эффективным способом в проведении информирования населения является привлечение сельских старейшин в противопожарные мероприятия.

Самой главной задачей старейшин является содействие участию местного населения в организации самоуправления.

Староста обязан:

1) всегда при себе иметь контактные телефоны: главы администрации, ЕДДС, газовой службы;

2) знать точное количество граждан, проживающих в населенном пункте в данный момент, а также вновь прибывших и выбывших граждан, об этом требуется немедленно сообщить главе сельского поселения, а также участковому полицейскому;

3) заниматься мониторингом и контролем ситуации на территории поселка, а также информировать органы местного самоуправления;

4) в случае возникновения угрозы чрезвычайной ситуации информировать органы местного самоуправления, противопожарную службу, а также граждан поселка;

5) в случае возникновения аварий на энергообъектах необходимо в скором порядке сообщить в ЕДДС района, а также в единую диспетчерскую службу сетевой компании, занимающейся обслуживанием данного населенного пункта;

б) путем взаимодействия с органами местного самоуправления поселения представлять интересы населения сельского населенного пункта и стать органом взаимодействия между населением и органами местного самоуправления;

7) заниматься контролем обеспечения жильцами надлежащего содержания прилегающих территорий (покос сухой травы, несанкционированные свалки мусора).

Исходя из вышеперечисленных методов и статистики, следует, что в Российской Федерации Министерство чрезвычайных ситуаций улучшает методы борьбы с пожаром, занимается решением актуальных проблем в сфере пожарной безопасности, улучшает системы оповещения о чрезвычайных ситуациях, связанных в первую очередь с пожарами. Исходя из данной статьи и рассмотренных мною материалов, следует сделать вывод, что самой актуальной проблемой следует выделить незнание правил пожарной безопасности у населения. Именно из-за данной проблемы возникают большинство пожаров в самих частных и многоквартирных жилых домах. Следует улучшить качество уроков основ безопасности жизнедеятельности в сфере пожарной безопасности. Именно с детства нужно вкладывать знания в данной сфере, в кинотеатрах необходимо показывать фильмы, связанные с пожарной охраной, пожарной безопасностью и чрезвычайными ситуациями. К сожалению, все правила пожарной безопасности пишутся на предыдущих ошибках, которые повлекли за собой человеческие жертвы. Исходя из рассмотренного мною материала, следует вывод, что данная тема будет актуальна всегда. Следует повышать методы пожарной и безопасности и приближать количество пожаров к нулю.

### Литература

1. Общие требования пожарной безопасности URL:<https://fireman.club/pozharnaja-bezопасnost/?ysclid=19r1z1oiux57805696/>
2. Правила пожарной безопасности в жилье. Правила поведения при пожаре. Меры пожарной безопасности в жилых домах URL:[41.mchs.gov.ru/](http://41.mchs.gov.ru/)
3. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «О пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.10.2022). URL: [consultant.ru/](http://consultant.ru/)

**УДК 614.84**

*Денис Вахтангович Ларин,*  
управляющий  
(ООО «Мониторинг чрезвычайных  
ситуаций»)  
*E-mail: larindenis.v@yandex.ru*

*Denis Vakhtangovich Larin,*  
manager  
(LLC “Monitoring of emergency  
situations”)  
*E-mail: larindenis.v@yandex.ru*

**ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ  
ПРОДУКЦИИ ТРЕБОВАНИЯМ  
ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**THE FEATURES OF ASSESSING THE COMPLIANCE  
OF PRODUCTS TO FIRE SAFETY REQUIREMENTS**

В статье автор рассматривает особенности сертификации продукции в области пожарной безопасности. Несмотря на всю привлекательность добровольной сертификации в области пожарной безопасности, широкое ее распространение имеет свои недостатки. Не всегда эксперт-«доброволец» имеет соответствующую квалификацию, подтверждающую его компетентность относительно пожарной безопасности, и способность независимо оценить пожарный риск и обеспечить требования по охране окружающей среды от пожаров. К тому же организации по независимой экспертизе пожарных рисков испытывают трудности с аккредитацией. В настоящее время нет документа, который требовал бы аккредитации. Указание МЧС России о том, что в экспертной организации должен работать эксперт на постоянной основе, не может улучшить ситуацию с оценкой пожарного риска. В статье приводятся данные об упущениях оценки пожарной безопасности при добровольной сертификации. Выходом из подобных затруднений могла бы стать обязательная сертификация.

*Ключевые слова:* безопасность окружающей среды, оценка пожарного риска, риск, сертификация, ЧС.

In the article, the author considers the features of assessing the compliance of products with fire safety requirements. Despite all the attractiveness of voluntary certification in the field of fire safety, its wide distribution has its drawbacks. The expert-“volunteer” does not always have appropriate qualifications confirming its competence regarding fire safety, and the ability to independently evaluate the fire risk and provide environmental protection requirements from fires. In addition, organizations on independent examination of fire risks have difficulty accreditation. There is currently no document that would require accreditation. The indication of

the Russian Ministry of Emergencies that an expert should be an expert on an ongoing basis cannot improve the situation with a fire risk assessment. The article provides data on omissions in the assessment of fire safety in voluntary certification. Mandatory certification could be a way out of such difficulties.

*Keywords:* environmental safety, fire risk assessment, risk, certification, emergency.

Состояние пожарной безопасности зданий и сооружений может определяться соответствующими нормативами, утвержденными законодательством РФ. Объект считается безопасным при соблюдении всех требований пожарной безопасности. при соблюдении которых риск возникновения пожара и распространения пламени сводится к минимуму [1–6].

Очевидно, что работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для выполнения рабочих функций, должна обеспечиваться с помощью кабельных линий и электропроводкой в системах противопожарной защиты, средствами поддержания деятельности подразделений пожарной охраны, системами обнаружения, уведомления и управления эвакуацией людей при пожарах, аварийным освещением и вентиляцией, противодымной защитой, автоматическим пожаротушением, внутренним противопожарным водопроводом, лифтами по доставке подразделений пожарной охраны в назначенные места зданий и сооружений [7. 8].

Как указано в ст. 145 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ (с изменениями на 14 июля 2022 года) (URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644?ysclid=lawk16fcn8600585400> (дата обращения: 01.11.2022)), подтвердить соответствие объектов защиты (продукции) нормам пожарной безопасности в РФ можно как добровольно, так и в обязательном порядке. При добровольном подтверждении организация сертифицирует продукцию или услуги в установленном порядке в соответствии с документацией, разработанной лицами, самостоятельно определившими участников данной системы добровольной сертификации, тогда как при обязательной сертификации подтверждение декларируется в соответствии с государственным стандартом обеспечения противопожарной безопасности (рис. 1).



Рис. 1. Документация на соответствие объектов защиты нормам пожарной безопасности (добровольная сертификация)

При этом отметим, что об исчерпывающих требованиях в части организации добровольного подтверждения говорится в ст. 21 Федерального закона от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (URL: <https://docs.cntd.ru/document/901836556?ysclid=lawk21s5859562442> (дата обращения: 01.11.2022)). Данной статьей не установлено, что в случае добровольной сертификации орган, осуществляющий сертификацию, аккредитуется согласно законодательству РФ об аккредитации.

Такую норму устанавливает ч. 1 ст. 26 184-ФЗ, но лишь для случая обязательной сертификации, т.е. процесс обязательной сертификации реализует орган, аккредитованный по законодательству РФ об аккредитации в национальной системе аккредитации. В ч. 2 ст. 21 № 184-ФЗ речь идет о том, что лицо или лица, создавшие систему добровольной сертификации, как уже отмечалось, самостоятельно устанавливают, кто будет участниками той или иной системы добровольной сертификации (рис. 2).












Наименование кабельного завода	ТУ ОКЛ	Номер сертификата
 кабельный завод <b>Авангард</b>	ОКЛ-ПР ТУ 27.90.33-001-52715257-2017	№ АПБ.RU.OC002/3.Н.01272
 <b>КабельЭлектроСвязь</b> производственное предприятие	ОКЛ-ПР ТУ 27.90.33-001-52715257-2017	№ ССБК RU.ПБ09.Н000975
 <b>КОНКОРА</b> производство кабеля	ОКЛ-ПР ТУ 27.90.33-001-52715257-2017	№ АПБ.RU.OC002/3.Н.01243
 <b>ПАРИТЕТ</b> кабельно-промышленный дом	ОКЛ-ПР ТУ 27.90.33-001-52715257-2017	№ ССБК RU.ПБ09.Н000975 № НСОПБ.RU.ЭО.ПР009.Н.00052
 Кабельный завод <b>Спецкабель</b>	ОКЛ-ПР ТУ 27.90.33-001-52715257-2017	№ ССБК RU.ПБ09.Н000975
 <b>ТК</b> <b>ТехноКабель</b>	ОКЛ-ПР ТУ 27.90.33-001-52715257-2017	№ ССБК RU.ПБ09.Н000975 № НСОПБ.RU.ЭО.ПР009.Н.00051
 <b>ЭК</b> <b>КАБЕЛЬНЫЙ ЗАВОД</b> <b>"ЭКСПЕРТ-КАБЕЛЬ"</b>	ОКЛ-ПР ТУ 27.90.33-001-52715257-2017	№ ССБК RU.ПБ09.Н000975
 <b>С</b> <b>СЕКМЕНТ</b> <b>Э</b> <b>ЭНЕРГО</b>	ОКЛ-ПР ТУ 27.90.33-001-52715257-2017	№ ССБК RU.ПБ09.Н000975
 <b>ИВАНОВСКИЙ</b> <b>КАБЕЛЬНЫЙ ЗАВОД</b>	ОКЛ-СЭПР ТУ 27.90.33-002-52715257-2019	№ АПБ.RU.OC002/3.Н.01322 № АПБ.RU.OC002/3.Н.01455
 <b>ИВАНОВСКИЙ</b> <b>КАБЕЛЬНЫЙ ЗАВОД</b>	ОКЛ-ИВКЗ-ПР ТУ 27.90.33-003-52715257-2019	№ АПБ.RU.OC002/3.Н.01386 № АПБ.RU.OC002/3.Н.01520
 <b>ЭНТЭ</b>	ОКЛ-ПР ТУ 27.90.33-004-52715257-2020	№ АПБ.RU.OC002/3.Н.01454

Рис. 2. Добровольная сертификация кабельных заводов

Также «Национальной системой обеспечения пожарной безопасности» (НСОПБ) самостоятельно определен и закреплен в правилах статус аккредитованных (подтвердивших компетентность) лиц и требования к ним. Одновременно, в ч. 2 и 3 ст. 33 № 184-ФЗ говорится о государственном контроле (надзоре) продукции, но исключительно в части соблюдения норм соответствующих регламентов и только на стадии обращения.

Однако регистрация в рамках добровольной сертификации в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ не должна отменять аккредитацию, регулируемую Федеральным законом «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» от 28.12.2013 г. № 412-ФЗ (URL: <https://docs.cntd.ru/document/499067411?ysclid=lawkvmgwhs564345290> (дата обращения: 01.11.2022)) и соответствующими подзаконными нормативными правовыми актами (напр., СП 6.13130.2021 «Системы



противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности» (приказ № 200 МЧС РФ от 06.04.2021 г.) (URL: <https://docs.cntd.ru/document/603609222?ysclid=law1391z2h697261932> (дата обращения: 01.11.2022)).

Приказ МЧС России от 25.11.2009 № 660 (URL: <https://docs.cntd.ru/document/902189666?ysclid=law162boj9816451776> (дата обращения: 01.11.2022)) об аккредитации всех организаций, связанных с независимой оценкой пожарных рисков, перестал действовать с 25.11.2018 перестал действовать. На сегодняшний день нет какого-либо определенного документа с разъяснениями по аккредитации. Это подтверждается и письмом-инструкцией МЧС России (URL: <https://morozofkk.ru/pisma-mchs/id4183/?ysclid=lb2n2ia04b687737254> (дата обращения: 01.11.2022)) о минимальном требовании к организации, связанной с независимой оценкой пожарного риска. В ней должен работать на постоянной основе хотя бы один эксперт и одним из основных направлений деятельности экспертной организации должна быть именно независимая оценка пожарного риска (аудит пожарной безопасности).

Другими словами, каждый эксперт должен подтвердить свою квалификацию для проведения независимой оценки пожарного риска и совершенствования требований по охране окружающей среды (Постановление Правительства Российской Федерации от 26.05.2018 № 602 (URL: <https://base.garant.ru/71954758/> (дата обращения: 01.11.2022)) [9–11].

В своей квалификации эксперт должен соответствовать требованиям высшего или среднего профессионального образования по специальности «Пожарная безопасность»; опыта работы по направлению «Пожарная безопасность» не менее 5 лет; специальных знаний в области пожарной безопасности, необходимых для оценки пожарного риска; опыта замещения должности с правом подписи заключения по оценке пожарного риска в организации по оценке пожарного риска; подтверждения квалификации через каждые 5 лет.

МЧС России утвердило «Перечень вопросов...» (URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/5919/> (дата обращения: 01.11.2022)) к квалификационному экзамену для проверки квалификации должностных лиц по оценке пожарного риска. Он размещен на официальном сай-

те министерства. В перечне содержится 890 вопросов о требованиях к пожарной безопасности, функционированию систем пожаротушения, согласованию проектной документации с государственными противопожарными службами и др., включая знание стандартов и нормативов по охране окружающей природной среды [12–15].

В такой ситуации некоторые несовершенства добровольной сертификации становятся довольно очевидными. Основной целью независимой оценки пожарного риска является оценка и подготовка мероприятий с целью повышения уровня защиты здоровья людей, материальных ценностей, а также территорий от огня и его последствий.

Эта процедура играет ключевую роль, поскольку совокупность действий, выполняемых в рамках оценки, охватывает широкий спектр основных процессов, выходящих за компетенцию добровольной аккредитации. Напр., анализ пожарной безопасности объекта предполагает знание конкретных технических регламентов и основан на обследовании зданий по установленным нормам, выявление спецификации помещений по их пожаро- и взрывоопасным характеристикам, подготовку мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, а также проведение экспертизы по планировочным и конструктивным особенностям помещений, расчета эффективности мер по пожарной безопасности здания и возможного места возникновения пожара.

При этом также необходимо представить результаты расчетных значений пожарной опасности в их сопоставлении с допустимыми нормативами; проконтролировать соответствие технического состояния здания положениям регламентов и стандартов; подготовить мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при использовании оборудования и проведения технологических процессов.

Приведем пример выявленных несоответствий и нарушений при добровольной сертификации, которые могут привести к пожароопасным последствиям (табл.).

Таким образом, преимущество выбранной (добровольной или обязательной) сертификации пожарной безопасности будет состоять в том, что заказчику будет представлена объективная, достоверная и непредвзятая информация о соответствии защиты объекта действующим нормативам и требованиям пожарной безопасности;

даны подробные рекомендации, позволяющие усилить защиту объекта и тем самым обеспечить охрану окружающей среды от возможных техногенных опасностей [16–21].

**Анализ несоответствий и нарушений  
при добровольной сертификации**

Вид нарушения	Требования нормативных документов	Возможные исправления
Открытие двери производится против хода эвакуации	СП 1.13130.2009, п. 4.2.6. Открытие дверей запасных выходов и других дверей должно происходить в направлении выхода из здания по ходу эвакуации	Коррекция установки двери
Путь эвакуации шириной 0,75 м	СП 1.13130.2009, п. 4.3.4 Высота горизонтальных участков эвакуационных путей в свету должна быть не менее 2 м, ширина горизонтальных участков эвакуационных путей и пандусов должна быть не менее: 0,7 м – для прохода к одиночным рабочим местам; 1,0 м – во всех остальных случаях	1) Анализ и расчет пожарного риска. 2) Расширение прохода. 3) Обоснование отклонений при разработке ТЗ на конкретный проект
Помещения расположены в стенах лестничной клетки, но их двери не соответствуют требуемому классу огнестойкости	Внутренние стены лестничной клетки: предел огнестойкости должен соответствовать значению не менее REI 90 (см. табл. 21 ФЗ № 123) для II степени огнестойкости здания (II степень определяется в соответствии с СП 2.13130.2012, учитывая назначение, этажность и площадь помещения)	1) Расширение прохода. 2) Обоснование отклонений

Окончание таблицы

Вид нарушения	Требования нормативных документов	Возможные исправления
Вестибюль не отделен от лестничной клетки дверями, не установлены доводчики и уплотнители	СП 1.13130.2009, п. 4.2.7 Двери на лестничные клетки должны быть оборудованы устройствами самозакрывания, выступы уплотнены	Коррекция дверей
Трубы системы отопления в лестничной клетке находятся на высоте менее 2,2 м, ширина прохода для эвакуации уменьшена	СП 1.13130.2009, п. 4.4.4. В лестничных клетках недопустимо размещать трубы с горючими газами и жидкостями, а также встраивать шкафы, кроме шкафов для инженерных коммуникаций и пожарных кранов, открытые электрические кабели и провода (кроме проводов для низковольтных устройств). Для освещения коридоров и лестничных клеток должны быть предусмотрены выходы из грузовых лифтов и подъемников, а также установлено оборудование, выступающее из плоскостей стен на высоте до 2,2 м от поверхности лестничных ступеней и площадок	1) Анализ и оценка пожарного риска. 2) Расширение прохода. 3) Обновление отклонений
Кухня не разделена противопожарными перегородками	СП 4.13130.2013, п. 5.2.6. Пищевые блоки, а также части здания, группы помещений или отдельные производственные, складские и технические помещения (прачечные, гладильные, мастерские, кладовые, электрощитовые и т. п.) в сооружениях классов Ф1.1 и Ф1.2, кроме помещений категорий В4 и Д, должны быть разделены противопожарными стенами не ниже 2-го типа (перегородками 1-го) и перекрытиями не ниже 3-го типа (в зданиях 1-й степени огнестойкости)	1) Структурная коррекция. 2) Замена противопожарных дверей стенами с водяными завесами по ним при разработке специальных технических условий (СТУ)

### Литература

1. *Smirnova E.* Environmental risk analysis in construction under uncertainty / E. Smirnova // Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage / S. Sementsov, A. Leontyev, S. Huerta, I. Menéndez Pidal de Nava (Eds.). – London : CRC Press, 2020. – С. 222–227.
2. *Nezhnikova E.* Ecological risk assessment to substantiate the efficiency of the economy and the organization of construction / E. Nezhnikova, A. Larionov, E. Smirnova // Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. – 2021. – Vol. 27. – № 8. – С. 2069–2079.
3. *Larionov A.* Risk assessment models to improve environmental safety in the field of the economy and organization of construction: A case study of Russia / A. Larionov, E. Nezhnikova, E. Smirnova // Sustainability. – 2021. – Vol. 13. – № 24. – С. 13539.
4. *Smirnova E.* The use of the Monte Carlo method for predicting environmental risk in construction zones / E. Smirnova // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1614. – С. 012083.
5. *Smirnova E.* Monte Carlo simulation of environmental risks of technogenic impact / E. Smirnova // Contemporary Problems of Architecture and Construction / E. Rybnov, P. Akimov, M. Khalvashi, E. Vardanyan (Eds.). – London : CRC Press, 2021. – С. 355–360.
6. *Larionova Y.* Risk modeling in the national safety standards for the housing stock of Russia / E. Smirnova, Y. Larionova, A. Mukhammedov // AIP Conference Proceedings. – 2022. – Т. 2657. – С. 020032.
7. *Савин С. Н.* Проблема определения динамических параметров для прогноза ресурса зданий и сооружений в условиях природных и техногенных ЧС / С.Н. Савин, Е.Э. Смирнова // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – Т. 74. – № 3. – С. 14–19.
8. *Savin S.* Predicting the service life of buildings and facilities to minimize the risk of losses in the conditions of natural and technogenic emergency situations / E. Smirnova, S. Savin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Т. 652. – С. 12010.
9. *Смирнова Е. Э.* Экология и экономика природопользования / Е. Э. Смирнова. – СПб. : Деметра, 2005. – 112 с.
10. *Смирнова Е. Э.* Экологический аудит как экономический инструмент управления природопользованием / Е. Э. Смирнова // Интеграция экономики в систему мирохозяйственных связей. Сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции. – СПб.: СПб политех. ун-т им. Петра Великого, 2010. – С. 220–222.
11. *Смирнова Е. Э.* Экология / Е. Э. Смирнова. – М. : Ютас, 2010. – 100 с.
12. *Ataev A.* Ensuring environmental safety at Garabogaz transport and industrial complex by identifying environmental risks | E. Smirnova, A. Ataev A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Т. 918. – С. 012142.

13. *Mamedov S.* Application of statistical methods to assess environmental safety risks in construction / E. Smirnova, S. Mamedov, A. Shkarovskiy // *Rocznik Ochrona Środowiska [Annual Set The Environment Protection]*. – 2022. – Т. 24. – С. 110–128.
14. *Smirnova E.* Problems of ecology and ensuring environmental safety in relation to toxic Krasny Bor dump site / E. Smirnova // *E3S Web of Conferences*. – 2020. – Vol. 175. – С. 14015.
15. *Tokareva L. D.* Ensuring environmental safety of the Baltic Sea basin / E. E. Smirnova, L.D. Tokareva // *E3S Web of Conferences. Сер. «Topical Issues of Rational Use of Natural Resources 2021, TI 2021»*. – 2021. – Т. 266. – С. 8011.
16. *Смирнова Е. Э.* Охрана окружающей среды и основы природопользования // Е. Э. Смирнова. – СПб. : СПбГАСУ, 2012. – 48 с.
17. *Larionova Y.* Problem of environmental safety during construction (analysis of construction impact on environment) / E. Smirnova, Y. Larionova // *E3S Web of Conferences. «Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019»*. – 2020. – Т. 164. – С. 07006.
18. *Савин С. Н.* Совершенствование требований ТСН 50-302-2004 по обеспечению безопасности конструкций зданий при динамических нагрузках в условиях уплотнительной застройки / С. Н. Савин, Е. Э. Смирнова // *Архитектура – строительство – транспорт. Материалы 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. В 3-х частях*. – СПб.: СПбГАСУ, 2017. – С. 169–172.
19. *Larionova Y.* Substantiation of ecological safety criteria in construction industry, and housing and communal services / E. Smirnova, Y. Larionova // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. – Vol. 543. – С. 012002.
20. *Ларин Д. В.* Методологические проблемы экологической безопасности в строительстве и городском хозяйстве / Е. Э. Смирнова, Д. В. Ларин // *Обращение с отходами: современное состояние и перспективы. Сборник статей II Международной научно-практической конференции*. – Уфа : УГНТУ, 2020. – С. 284–290.
21. *Смирнова Е. Э., Мухаммедов А.* Анализ ГОСТ Р 51898-2002 с позиции аспектов безопасности // *Безопасность в строительстве. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. – СПб.: СПбГАСУ, – 2021. – С. 72–79.

**УДК 331.453**

*Анатолий Петрович Лебёдкин,*  
канд. техн. наук, начальник отдела  
организации научной работы  
*Илья Александрович Санин,*  
курсант  
(Военный институт (инженерно-  
технический) Военной академии  
материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А. В. Хрулева)  
*E-mail: lebedkin.86@bk.ru,*  
*sia2001.hlevnoye.soln.2@gmail.com*

*Anatoly Petrovich Lebedkin,*  
PhD of Sci. Ec., Head of scientific  
work organization department  
*Ilya Alexandrovich Sanin,*  
cadet  
(Military Engineering  
Institute  
of the Military  
Logistics Academy)  
*E-mail: lebedkin.86@bk.ru,*  
*sia2001.hlevnoye.soln.2@gmail.com*

**АНАЛИЗ ТРАВМАТИЗМА В СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ  
И ПУТИ ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ**

**ANALYSIS OF INJURIES IN THE CONSTRUCTION  
INDUSTRY AND WAYS TO PREVENT IT**

В статье рассмотрены статистические данные о случаях травматизма и гибели рабочих, задействованных в строительном процессе, проведен анализ этих данных, представлены результаты анализа, предложены пути решения данной проблемы, меры по организации и обеспечению безопасности труда.

*Ключевые слова:* строительство, безопасность труда, производственный травматизм, несчастный случай, пути предупреждения.

The article considers statistical data on cases of injuries and deaths of workers involved in the construction process, analyzes these data, presents the results of the analysis, suggests ways to solve this problem, measures to organize and ensure labor safety.

*Keywords:* construction, labor safety, industrial injuries, accident, ways to prevent.

Безопасность – это состояние защищенности от воздействия различных угроз, соответственно, безопасность в строительстве – состояние защищенности на строительной площадке, при производстве строительных и организационных работ, при транспортировке и хранении строительных материалов.

В последние несколько лет данная индустрия очень активно набирает обороты на территории нашей страны. Но с ростом промышленного производства пропорционально увеличивается и количество случаев травматизма и гибели рабочих. Создание и обеспечение безопасности труда в строительной сфере является первостепенной задачей, поставленной перед руководством строительного процесса, и необходимо для сохранения здоровья и жизни трудящихся. Эти случаи на строительных площадках постоянны, отчего проблема получает еще большую актуальность [1].

По статистическим данным Министерства труда и социальной защиты, опубликованным в 2018 году, строительная сфера является самой травмоопасной: на стройках умерли 21 % от общего числа граждан, погибших на работе. Уровень травматизма в строительном производстве превосходит по своим количественным показателям обрабатывающую промышленность, лесное и сельское хозяйство, деятельность, связанную с транспортировкой и хранением продукции, добычу полезных ископаемых. Всего зафиксировано 23,6 тыс. случаев травматизма на рабочем месте, при этом 4720 из них относятся к строительной отрасли, 214 случаев из 4720 завершились летальным исходом.

Как сообщает ведомство, на производстве в 2018 году произошло 6,1 тыс. несчастных случаев с тяжелыми последствиями, что на 2,3 % меньше показателя 2017 года (6,24 тыс.). Из общего числа происшествий к гибели работников привели 1,4 тыс. несчастных случаев, что является положительным показателем, в 2017 году число подобных случаев было больше – 1,7 тыс. [2].

Ниже представлена табл.1, в которой содержатся статистические данные о случаях травматизма с летальным исходом в различных сферах производства и обработки.

В сравнении с данными Министерства труда за 2020 г. прослеживается общая положительная динамика: несчастных случаев со смертельным исходом стало куда меньше (1,14 тыс. против 1,4 тыс.). Однако в строительной сфере подобных происшествий стало больше: 214 – в 2018 г., но 246 – в 2019 г. В табл. 2 данная статистика представлена более подробно [2].



Таблица 1

**Статистика травматизма с последующим летальным исходом по видам экономической деятельности (2018 г.)**

Сфера производства	Место по травмо-опасности	Процентное соотношение	Количество случаев гибели рабочих
Строительство	1	21	214
Обрабатывающая промышленность	2	17,3	176
Лесное и сельское хозяйство, рыболовство и охота	3	13,1	133
Транспортировка и хранение произведенной продукции	4	11,9	120
Добыча полезных ископаемых	5	8	80

Таблица 2

**Статистика травматизма с последующим летальным исходом по видам экономической деятельности (2020 г.)**

Сфера производства	Место по травмо-опасности	Процентное соотношение	Количество случаев гибели рабочих
Строительство	1	21,6	246
Обрабатывающая промышленность	2	16,2	184
Лесное и сельское хозяйство, рыболовство и охота	3	14,2	162
Транспортировка и хранение произведенной продукции	4	9	103
Добыча полезных ископаемых	5	8,9	102

На рис. 1 представлено количество тяжелых несчастных случаев за период 2015–2021 годов. Исходя из него, мы видим, что складывается тенденция к уменьшению численности подобных инцидентов, но даже такое количество случаев с тяжелыми последствиями, в том числе, и с летальными исходами, не является допустимым [3].



Рис. 1. Количество несчастных случаев с тяжелыми последствиями в производственной сфере с 2015 по 2021 гг.

При более подробном рассмотрении видов несчастных случаев и их причин приходим к следующим выводам:

- 1) больше трети среди несчастных случаев случается вследствие падения с высоты (38,6 %);
- 2) почти четверть несчастных случаев происходит из-за воздействия движущихся предметов и механизмов (23,5 %);
- 3) чуть более пятой части всех несчастных случаев – следствие падения различных предметов и механизмов и ДТП, происходящих во время строительного процесса (21,3 %) [4].

Более подробная статистика о видах несчастных случаев на 2018 год представлена ниже в табл. 3.

Основными причинами этих несчастных случаев в строительной отрасли являются следующие: низкая организация условий труда, нарушение трудового распорядка или технологии строительства, несоблюдение правил дорожного движения на рабочей площадке, неправильное оборудование места работы, низкая квалификация рабочих, отсутствие либо неиспользование работниками средств индивидуальной и коллективной защиты [5].

Таблица 3

**Статистические данные о видах несчастных случаев  
в строительной сфере (2018 г.)**

№ п/п	Виды несчастных случаев	Процентное соотношение, %
1.	Падение с высоты	38,6
2.	Воздействие движущихся предметов и механизмов	23,5
3.	Падение предметов и механизмов	11,1
4.	Воздействие экстремальных температур	5,2
5.	Физические перегрузки	5,1
6.	Дорожно-транспортные происшествия в строительстве	10,2
7.	Противоправные действия других лиц	4,2
8.	Воздействие электрического тока	2,1

В табл. 4 более детально представлено процентное соотношение основных причин несчастных случаев в строительстве в 2018 году.

Таблица 4

**Статистические данные об основных причинах несчастных случаев  
в строительной отрасли (2018 г.)**

№ п/п	Причины несчастных случаев	Процентное соотношение, %
1.	Низкий уровень организации условий работ	32,4
2.	Нарушение трудового распорядка и дисциплины труда	9,7
3.	Нарушение правил транспортного движения на строительной площадке	8,1
4.	Нарушение технологии строительного производства	4,6

Окончание табл. 4

№ п/п	Причины несчастных случаев	Процентное соотношение, %
5.	Низкий уровень квалификации персонала	4,1
6.	Отсутствие средств индивидуальной защиты или преднамеренное неприменение их работниками	2,7
7.	Нарушение правил оборудования рабочих мест	3
8.	Другие причины	35,4

На рис. 2 наглядно представлена динамика изменения причинности несчастных случаев с тяжелыми последствиями в период с 2018 г. по 2021 г. в строительном производстве [5].

На основе анализа установленных причин, характерных для несчастных случаев в строительной сфере, приходим к выводу, что значительное количество происшествий происходит вследствие неудовлетворительной организации производства работ, несоблюдения установленного порядка допуска к проведению работ и ненадлежащего контроля, управление охраной труда не производится либо производится в неполном объеме, к требованиям безопасности на строительных площадках относятся неподобающе и очень халатно [6].

Причины такого безразличного отношения к выполнению данных требований очень различные: некоторые работодатели не задумываются о безопасности своих работников и пренебрежительно относятся к их здоровью; возможным предлогом может являться нехватка финансовых возможностей для полноценного обеспечения требований охраны труда, из-за чего соблюдение требований безопасности может носить лишь фрагментарный либо формальный характер.

Чтобы избежать такие происшествия в строительной отрасли, предлагаю следующие меры, направленные на повышение уровня безопасности производимых работ и предупреждение различных происшествий:

- применяемые на объектах машины и оборудование должны быть технически исправными и соответствовать всем необходимым требованиям;

- на объекте строительства и в строительной компании должна быть вся необходимая для осуществления работ документация;
- использование в процессе выполнения работ современных средств индивидуальной и коллективной защиты;
- сотрудники строительной компании, и других строитель-но-подрядных организаций, выполняющие сопутствующие работы, должны быть соответствующей квалификации;
- работники должны получать своевременное и эффективное обучение по охране труда;
- должно быть проведено полное обеспечение процесса обучения и повышения квалификации всеми информационными и компьютерными ресурсами;
- соблюдение всеми участниками строительного процесса требований безопасности на строительных площадках [7].

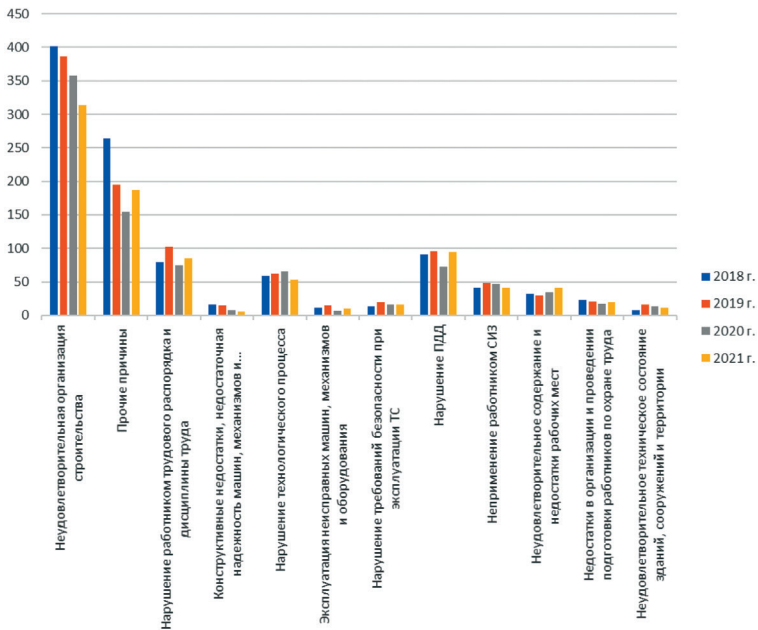


Рис. 2. Динамика основных причин несчастных случаев с тяжелыми последствиями в строительстве в период с 2018 по 2021 гг.

В недалеком будущем возможно введение комплексной механизации и автоматизации всех процессов, использование дистанционного управления всеми технологическими процессами и операциями, а также создание различного рода контрольно-пропускных пунктов на территории строительных площадок в целях проведения осмотра работников на предмет наличия полного комплекта средств защиты, полная фиксации времени труда и отдыха рабочих, внедрение VR-технологии при проведении инструктажей и подготовки работников по охране труда, при повышении ими квалификации по их строительной профессии [8].

Проведенный анализ травматизма в строительной отрасли показал, что строительство является одной из самых травмоопасных производственных сфер, в которой, несмотря на положительные показатели по снижению общего количества несчастных случаев, уровень, по сравнению с другими видами экономической деятельности, достаточно высок. Представленные в статье виды происшествий, причины, вследствие которых они произошли, помогут руководителям строительных процессов сосредоточиться на наиболее опасных работах, провести комплекс необходимых мероприятий по дальнейшему сокращению количества несчастных случаев, усилить меры контроля всех проводимых мероприятий и работ. Различные способы по сокращению количества происшествий на строительных площадках, предложенные выше, могут дать возможность избежать потери трудовых кадров.

### Литература

1. Сухачев А. А. Охрана труда в строительстве / А. А. Сухачев // М. : КНОРУС, 2013. – 272 с.
2. Министерство труда и социальной защиты: Сведения о пострадавших на производстве по территориям Российской Федерации по видам экономической деятельности за 2018. – Режим доступа: <https://mintrud.gov.ru/>. – (дата обращения: 08.10.2022).
3. Мониторинг условий и охраны труда. – Режим доступа: <https://eisot.rosmintrud.ru/monitoring-uslovij-i-okhrany-truda.html> – (дата обращения: 11.10.2022).
4. Блог инженера: Статистика травматизма – несчастных случаев на производстве по данным 2019–2020 годов в картинках и таблицах. – Режим доступа:

<https://блог-инженера.рф/oxrana-truda/статистика-травматизма-нс-2019-2020.html>. – (дата обращения: 07.10.2022).

5. Примерный классификатор по видам происшествий и причинам несчастного случая. – Режим доступа: <https://r75.fss.ru/directions.shtml> – (дата обращения: 10.10.2022).

6. *Паткина Л. В.* Статистический анализ производственного травматизма в строительстве / Л. В. Паткина. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 18 (413). – С. 562–565. – URL: <https://moluch.ru/archive/413/91122/>

7. *Карпов Р. Е.* Анализ причин и профилактика производственного травматизма в строительной отрасли // ISSN 2410-6070 Инновационная наука № 4 / 2021. 30. Инновационная наука. 2018. № 6, С. 27–31.

8. *Лебедкин А. П., Капелюшный Э. Д.* Применение информационных технологий в экономике и управлении / Экономика и социум. № 4(35). 2017. – С. 851–854.

УДК 331.4:624.9:004.942

Галина Евгеньевна Нам,  
аспирант

Ольга Владимировна Горбунова,  
канд. биол. наук, доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: yamibum@gmail.com,  
yolga73@mail.ru

Galina Evgenievna Nam,  
postgraduate student

Olga Vladimirovna Gorbunova,  
PhD in Sci. Biol., Associate Professor  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: yamibum@gmail.com,  
yolga73@mail.ru

## **ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

### **DIGITAL TRANSFORMATION OF SAFETY MANAGEMENT SYSTEM. DEVELOPMENT PROSPECTS**

Строительный сектор входит в число тех секторов промышленности, где самый высокий уровень аварийности. Включение концепций охраны труда и здоровья на основе цифровизации системы безопасности в строительный проект может свести к минимуму количество несчастных случаев и снизить стоимость проекта. В статье рассматриваются проблемы безопасности на строительной площадке, связанные с отсутствием совместимости строительных норм и правил по охране труда, с характером проектной документации, с большими объемами проверяемой информации строительного объекта. Из-за большого разнообразия технологических процессов строительная площадка является динамической рабочей средой с постоянно изменяющимися условиями труда. Такие проблемы негативно влияют на устойчивость предприятий строительной отрасли. Анализируя зарубежные и отечественные исследования, авторы статьи считают, что решением проблем выступают возможность оцифровки документации и интерпретирование ее в машинный формат, что упростит и ускорит процессы проверки, мониторинга, актуализации строительных норм и правил по охране труда. Еще одним решением выступает использование цифрового двойника для фиксации состояния объекта в реальном времени и внедрение различных датчиков для позиционирования и наблюдения за оборудованием, машинами, материалами и персоналом.

*Ключевые слова:* система управления безопасностью, охрана труда, информационная модель, плагин, цифровизация, позиционирование, цифровой двойник.



The construction sector is one of those industrial sectors with the highest rate of accidents. Safety concepts based on digitalization of safety to a construction project can minimize the number of accidents and reduce the cost of the project. The article discusses the problems of safety at the construction site which are associated with the lack of compatibility of construction standards and rules of occupational safety, with the character of project documentation, with large amounts of verified information of a construction object. Due to the wide variety of technological processes, construction site is a dynamic environment with constantly changing working conditions. Such problems have a negative effect on the sustainability of the construction industry companies. Analyzing foreign and national researches, the authors of the article believe that the solution of the problems is the possibility of digitizing documentation and interpretation it into a machine format, which will simplify and accelerate the processes of verification, monitoring, updating construction standards and rules of occupational safety. Another solution is to use a digital twin to register the condition of an object in real time and the implementation of various sensors for positioning and monitoring equipment, machine, materials and employees.

*Keywords:* safety management system, occupational safety and health, information model, plugin, digitalization, positioning, digital twin.

Согласно BSI, организационная устойчивость – это “... стратегическая цель, призванная помочь организации выжить и процветать ... способность предвидеть, готовиться, реагировать и адаптироваться ... к незначительным повседневным событиям, к острым потрясениям и хроническим или постепенным изменениям”.

Устойчивость ведет к совершенствованию, повышению производительности и добавленной стоимости, оптимизации, заполнению пробелов и устранению несоответствий.

Система управления безопасностью (далее – СУБ) в строительстве, как одна из показателей устойчивости, сталкивается с серьезными проблемами из-за некоторых внутренних характеристик сектора, таких как временная рабочая сила, большое количество подрядных организаций и меняющиеся проекты, которые всегда различаются по размеру, местоположению и сложности. Кроме того, структура работ в строительстве постоянно изменяется, а деятельность включает различные условия работы - на открытом воздухе, работы на высоте и эксплуатацию машин и оборудования, которые имеют большие различия в требуемых мерах обеспечения здоровья персонала и его безопасности.

Безопасность и здоровье персонала были узаконены как важнейшая опора в постоянном стремлении предприятий или отраслей повысить свою прибыль, чтобы оставаться конкурентоспособными и устойчивыми [1].

Основные риски для СУБ исходят от постоянных организационных и технологических изменений в процессе строительства. Технологическое проектирование строительства включает в себя:

- проект организации строительства (ПОС);
- проект производства работ (ППР);
- технологические карты на сложные строительные процессы;
- карты трудовых процессов;
- технологические схемы выполнения операций.

Эти шаги непосредственно осуществляются в ходе проектирования. Инженеры несут ответственность за проектирование процессов, систем, машин и оборудования. В рамках процесса проектирования им поручено спроектировать и обеспечить безопасность и здоровье в своих проектах.

Так как они не могут предусмотреть все возникающие в ходе строительства риски на этапе проектирования, то их усилия направлены на то, чтобы спроектировать как можно меньшее воздействие на работников.

Требуются большие усилия и ресурсы, чтобы отслеживать изменения на строительной площадке и разрешать коллизии, и всевозможные отклонения от ПОС и ППР. Проблема нынешней системы СУБ – ее статичность. Строительная площадка – это динамическая среда с постоянными меняющимися условиями рабочих мест в пространстве и во времени, влияющими на безопасность в ходе строительства. Проектная документация, выполненная до начала строительства, не может предусмотреть изменяющиеся условия в будущем и быть адекватной условиям технологических процессов в ходе строительного процесса.

Еще одна проблема заключается в том, что вопросы охраны здоровья и безопасности при строительстве зданий и сооружений должны быть проработаны в ППР и технологических картах. Более того, при анализе технологических карт, раздел «Мероприятия по охране труда и безопасному ведению работ» либо содержит общие рекомендации, либо вовсе отсутствует.

Анализ нормативных документов по охране труда в строительной отрасли и локальных нормативных актов на предприятии (инструкции, стандарты и т. п.) показывает, что зачастую они носят общий характер и не раскрывают признаков опасных и вредных факторов конкретного оборудования, операций или действий персонала. Такой подход не позволит разработать и принять эффективные меры по предупреждению и защите от опасностей (опасных действий) работника.

Существует ряд факторов, снижающий эффективность и ответственность традиционных подходов контроля безопасности:

- большой объем работы, необходимый для сбора данных;
- отсутствие стандартизации контрольных списков оценки рисков;
- потеря информации между сбором данных и обработки;
- низкий уровень коммуникации между работниками;
- сложность предложения корректирующих и предупреждающих действий в режиме реального времени [2].

Таким образом, контроль за исполнением требований охраны труда и других НПА становится малоэффективным из-за пространственной протяженности и динамичности изменения рабочих зон, не стационарности рабочих мест [3], сложности и динамичность объекта, низкого уровня осведомленности о требованиях охраны труда и промышленной безопасности при ведении технологических операций.

Несмотря на усилия по повышению безопасности, строительная отрасль по-прежнему сталкивается с проблемами управления, связанными с неэффективностью мониторинга и контроля за условиями безопасности без соответствующей технологической поддержки [4].

Авторы статьи утверждают, что разработка вспомогательного инструмента даст возможность устранять угрозы с точки зрения обеспечения необходимого уровня управления профессиональным здоровьем и безопасностью работников и совершенствовать качество продукта, минимизируя простои и отклонения от календарного плана. Ключевым моментом является функциональная совместимость программного продукта с ТИМ-моделью.

В качестве первого шага в управлении опасностями необходимо определить, можно ли контролировать опасности в их источнике (где возникает проблема) с помощью прикладного проектирования.

Раз это не работает эффективно на строительных площадках, попробуем поставить элементы управления между источником опасности и работником. Чем ближе элемент управления к источнику опасности, тем выше степень его контроля и управления. Необходимо, чтобы опасности контролировались на уровне непосредственных исполнителей – прораба, рабочего.

Один тип контроля опасностей может быть не полностью эффективным. Комбинация нескольких различных типов контроля опасностей часто работает хорошо. Какой бы метод ни использовался, следует попытаться найти первопричину каждой опасности, а не просто контролировать симптомы. Например, может быть лучше перепроектировать рабочий процесс, чем просто улучшить рабочую процедуру. Лучше заменить, перепроектировать, изолировать или заглушить шумную машину, чем выдать ближайшим работникам средства защиты органов слуха.

Оцифровка документации и интерпретирование в машинный формат. Чем больше времени у человека уходит на получение информации о безопасности, тем меньше вероятность, что он обратится к этой информации или воспользуется ею и выполнит указанные предупреждения. При управлении объектами информация, связанная с безопасностью, фрагментирована между множеством ресурсов, что приводит к неэффективности сбора информации. Когда меняется условия и специфика рабочего места в соответствии с технологической операцией, персоналу необходимо будет учесть все меры безопасности, применимые к строительному технологическому процессу. Это, вероятно, потребует ссылки на несколько документов, чтобы получить полное представление о задаче. Неудобство наличия исчерпывающей информации по безопасности, разбросанной по нескольким документам, в сочетании с ограничением по времени, может привести к тому, что персонал будет обходить поиск соответствующей информации, что увеличивает вероятность смертельного исхода, травм или заболеваний, связанных с работой.

Автоматическая проверка правил несет в себе:

- соблюдение строительных норм и правил;
- проверка безопасности строительства;
- проверка требований к отдельным технологическим операциям.

Наиболее распространенным применением проверки правил является обеспечение соответствия проектных работ многочисленным строительным нормам и правилам, которые обычно известны как стандарты для строительных объектов, таких как здания и инфраструктурные проекты. Для компьютеризации этой работы необходимы два основных действия для достижения этой цели:

- формализовать строительные правила и правила по охране труда в информационную модель строительства;
- реализовать модель в компьютерных программах и автоматически выполнять сравнительный анализ правил над объектами строительства при проверке соответствия.

Плагин может быть использован как для обновления соответствующих документов после внесения изменений, так и для анализа и оптимизации технологических операций с точки зрения безопасных методов ведения работ. Таким образом, документы по безопасности всегда актуализированы, а огромный массив нормативных требований по безопасности, который невозможно запомнить и оперативно использовать в постоянно изменяющихся условиях, четко раскрывается и становится доступным.

Еще одной решаемой задачей с помощью плагина СУБ является использование подходов к проверке правил на основе информационной модели для выявления опасностей для строящегося объекта. Для совершенствования управления безопасностью на объекте следует объединить отдельные исследования в единую систему. Такой процесс требует оцифровки правил и подготовки модели здания для выполнения этих правил. Наконец, персонал может использовать автоматически созданный отчет или рекомендацию для внесения необходимых исправлений в зависимости от входящих условий.

Цифровой двойник, позиционирование и датчики. Появление новых инновационных технологий и методов, трансформирует процесс управления безопасностью, дополняя его сенсорными системами [5]. Таким образом, использование цифрового двойника, созданного на основе ТИМ-модели, является подходящей платформой для интеграции сенсорных систем управления безопасностью. Информация, полученная от различных систем мониторинга за строительной площадкой в реальном времени на основе датчиков движения, камер на-

блюдения и дронов, делает ее эффективным инструментом для определения состояния объекта строительства и оперативного обмена информацией в реальном времени между персоналом.

Расположение ресурсов на строительных площадках обычно отслеживается вручную, но такой подход требует много времени и чреват ошибками [6].

Позиционирование в режиме реального времени имеет решающее значение для обеспечения безопасности, чтобы идентифицировать и отслеживать местоположение относительно определенных объектов. GPS является наиболее широко используемой технологией позиционирования вне помещений. Кроме того, для повышения точности позиционирования рекомендуется сочетание GPS с RFID [7]. В России реализуется технология Глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС.

Системы отслеживания местоположения, могут позволить анализировать рабочее место с точки зрения загруженности. Чтобы избежать несчастных случаев, одним из упреждающих шагов является предоставление работникам предупреждений о близости опасных факторов, когда они находятся рядом с любой потенциальной опасностью.

Тяжелое оборудование, приближающееся к рабочему в перегруженной рабочей зоне, с большей вероятностью может стать причиной несчастного случая. Точно так же непосредственная близость рабочего к оборудованию является показателем высокого риска, если рабочий стоит в радиусе действия элементов машин или в слепой зоне оборудования [8].

ТИМ имеет большой потенциал для улучшения визуализации и для эффективного мониторинга среды рабочего пространства. Существует множество скрытых опасностей, таких как нарушение температуры и уровня влажности, в основном в замкнутых пространствах.

В итоге, применение цифрового двойника в области безопасности имеет следующие преимущества:

- возможность обновления данных в реальном времени из физического мира в цифровой для разработки динамической информационно модели, поддерживающей надежный процесс оценки риска как реальную информацию о состоянии. может быть предоставлено

оборудование/рабочее место для оценки условий работы опасной системы;

- наличие инструментов обработки данных, интегрированных в виртуальный двойник, может способствовать более эффективному прогнозному анализу сценариев для сложных сценариев. В зависимости от типа инструмента обработки данных, применяемого в конкретном приложении, можно использовать более сложные возможности для решения проблемы безопасности при анализе;
- двунаправленные потоки информации (из физического мира в цифровой и наоборот) могут способствовать разработке инструментов раннего предупреждения для реализации систем безопасности на сложных рабочих местах.

ТИМ используется при проектировании зданий, включая их архитектуру, структуру, ресурсы и бюджет. Однако она еще недостаточно реализована или регламентирована в сфере профессионального здоровья и безопасности на международном уровне. Ряд сложных проблем и вопросов, попадающих под широкие категории безопасности труда, управление строительной площадкой, управление ресурсами, отходами и активами, мониторинг хода строительства, раннее предупреждение о стихийных бедствиях, мониторинг инфраструктуры и тому подобное необходимо решать в ходе каждого строительного проекта.

В дальнейшем исследование будет фокусироваться на внедрении и применении искусственного интеллекта для расширения возможностей эффективного использования плагина СУБ. Например, возможность использования биометрической модели искусственного интеллекта, которая может быть использована для идентификации человека на строительной площадке.

### **Литература**

1. *Charles D. Reese*. Occupational Safety and Health: Fundamental principles and philosophies // Taylor & Francis. 2017. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://hsseworld.com/wp-content/uploads/2021/02/Occupational-Safety-and-Health\\_-fundamental-principles-and-philosophies-2017-CRC-PRESS.pdf](https://hsseworld.com/wp-content/uploads/2021/02/Occupational-Safety-and-Health_-fundamental-principles-and-philosophies-2017-CRC-PRESS.pdf) (дата обращения 20.01.2022).
2. *Rafaela Oliveira Rey*, Roseneia Rodrigues Santos de Melo, Dayana Bastos Costa. Design and implementation of a computerized safety inspection system

for construction sites using UAS and digital checklists – Smart Inspects // Safety Science. 2021. № 143.

3. Guo B. H. W., Zou Y., Fang Y., Goh Y. M., Zou P. X. W. Computer Vision technologies for safety science and management in construction: A critical review and future research directions // Safety Science. 2021. № 135. P. 105–130.

4. Guo H., Yu Y., Skitmore M. Visualization technology-based construction safety management: a review // Automation in Construction. 2017. № 73. P. 135–144.

5. Edirisinghe R. Digital skin of the construction site: smart sensor technologies towards the future smart construction site // Eng. Constr. Archit. Manag. 2018. № 26(2). P. 184–223.

6. Ramsha Akram, Muhammad Jamaluddin Thaheem, Abdur Rehman Nasir, Tauha Hussain Ali, Shamraiza Khan. Exploring the role of building information modeling in construction safety through science mapping // Safety Science. 2019. № 120. P. 456–470.

7. Zhiliang Ma, Shiyao Cai, Na Mao, Qiliang Yang, Junguo Feng, Pengyi Wang. Construction quality management based on a collaborative system using BIM and indoor positioning // Automation in Construction. 2018. № 92, P. 35–45.

8. Amin Asadzadeh, Mehrdad Arashpour, Heng Li, Tuan Ngo, Alireza Bab-Hadiashar, Ali Rashidi. Sensor-based safety management // Automation in Construction. 2020. № 113.



**УДК 331.45**

*Екатерина Константиновна Пак,*  
студент

*Татьяна Николаевна Гончарук,*  
старший преподаватель

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: katyusha.pak.01@mail.ru,*  
*tatjana.goncharuk@yandex.ru*

*Ekaterina Konstantinovna Pak,*  
student

*Tatyana Nikolaevna Goncharuk,*  
senior lecturer

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: katyusha.pak.01@mail.ru,*  
*tatjana.goncharuk@yandex.ru*

**ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ  
КАК ЭЛЕМЕНТ СОХРАНЕНИЯ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ  
РАБОТНИКОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

**DESIGN SOLUTIONS FOR SAFETY AS AN ELEMENT  
OF SAVING THE LIFE AND HEALTH OF WORKERS  
IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY**

Насколько полно и грамотно в разделах проекта производства работ, в технологических картах отражены мероприятия, направленные на сохранение жизни и здоровья работников, не связаны ли причины травматизма работников и неудовлетворительная организация производства работ с недостаточной проработкой вопросов охраны труда в проектной документации?

Для избежания травмирования работников во время выполнения ими строительных процессов должны выполняться мероприятия по безопасности в соответствии с организационно-технологической документацией. В данной статье рассматривается вопрос безопасности строительных процессов заложенный непосредственно на этапах проектирования.

*Ключевые слова:* организационно-технологическая документация, безопасность, травматизм, охрана труда, строительство.

How fully and competently in the sections of the work production project, the technological maps reflect the measures aimed at preserving the life and health of workers, are the causes of employee injuries and unsatisfactory organization of work related to insufficient elaboration of labor protection issues in the project documentation? In order to avoid injury to workers during their construction processes, safety measures must be carried out in accordance with organizational and technological documentation. This article discusses the issue of safety of construction processes laid down directly at the design stages.

*Keywords:* organizational and technological documentation, safety, traumatism, labor protection, construction.

## Вступление

Строительство отличается широким спектром работ и большинство из них характеризуется повышенной опасностью для непосредственных исполнителей рабочих операций. Зачастую на строительной площадке работники получают производственную травму и причины таких событий разные. По данным Федеральной службы по труду и занятости и ее территориальных органов в 2021 году несчастные случаи происходили (рис. 1) [1]:

- по причине неудовлетворительной организации производства работ – 31 %;
- по причине нарушения правил дорожного движения – 11 %;
- по причине нарушения работником трудового распорядка и дисциплины труда – 10 %;
- по причине нарушения технологического процесса – 6 %.

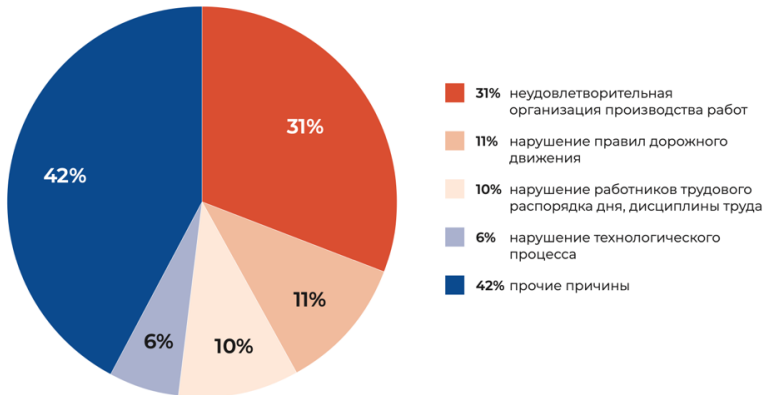


Рис. 1. Причины несчастных случаев на производстве с тяжелыми последствиями

Очень велика доля тяжелых случаев при работе на высоте и от воздействия движущихся объектов (рис. 2) [1]. 24 % работников получили тяжелые травмы и увечья в результате падения при разности уровней высот и столько же от воздействия движущихся, вращающихся предметов, деталей, машин и т. п.

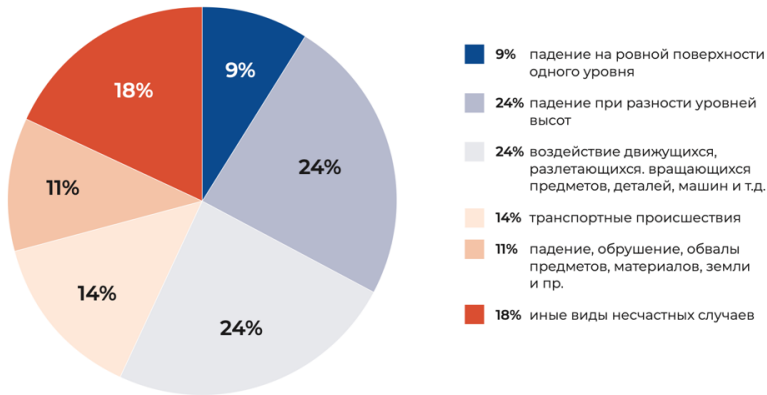


Рис. 2. Типы несчастных случаев на производстве с тяжелыми последствиями

Главный специалист по направлению охраны труда Департамента технического регулирования НОСТРОЙ в своем докладе от 2 марта 2022 года говорит о той же проблеме и озвучивает ряд наиболее вероятных опасностей, которые чаще всего реализуются в строительных процессах – это опасность падения с высоты, наезд транспорта на человека, опасность контакта с подвижными частями машин и механизмов, выделяя при этом еще и повышенный уровень шума, воздействие вибрации, опасность электротравм, опасность возгорания(взрыва), стрессовые ситуации, в том числе вследствие выполнения работ вне места постоянного проживания, насилие от враждебно настроенных работников или третьих лиц [2].

### Постановка проблемы

В ежегодном подведении итогов травматизма все внимание на нарушение правил охраны труда во время выполнения работ, но возведение объекта – это многоэтапный процесс (инженерные изыскания, разработка проектной документации на объект, подготовка к строительству, процесс строительства объекта, ввод объекта в эксплуатацию) и, для выполнения основного требования к конечному продукту строительства – эксплуатация его должна быть безопасной, требует

от всех участников процесса обдуманности, слаженности и последовательности в действиях. Безопасность работников, как непосредственных исполнителей рабочих операций в процессе возведения объекта, закладывается еще на стадии проекта. Нарушение требований безопасности, содержащихся в нем, ведет к несоблюдению нормативных требований возводимого объекта в целом.

На сколько полно и грамотно в разделах проекта строительства (планах производства работ, в технологических картах) отражены мероприятия, направленные на сохранение жизни и здоровья работников? Не связана ли такая причина травматизма работников, как неудовлетворительная организация производства работ, с недостаточной проработкой вопросов охраны труда в проектной документации?

В перечне видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства (далее Перечень) [3] указаны работы, связанные с технологией и организацией строительного производства, по подготовке проектов мероприятий по охране окружающей среды и обеспечению пожарной безопасности, но работы по подготовке проектов мероприятий по охране труда в данный перечень не входят.

В Приложении А свода правил «Организация строительства» [4] разделу «Техника безопасности и охрана труда» отведено предпоследнее место в типовом составе технологической карты (далее ТК) на выполнение строительно-монтажных работ. Сама же доля раздела «Техника безопасности и охрана труда» в ТК, разработанного на основе Методических рекомендаций [5] невелика и занимает очень небольшой процент от общего объема ТК и содержит в себе общие формулировки об охране труда, а также перечень разделов, на которых базируются требования нормативных документов. Навряд ли работники и руководители работ при ознакомлении с проектной документацией на строительство объекта обращают должное внимание на раздел, который содержит общие правила охраны труда не привязанные к особенностям выполнения конкретных операций.

Наш вуз (СПбГАСУ) готовит будущих специалистов для строительной отрасли и возникает вопрос, насколько студенты вуза, занимаясь проектированием в рамках дисциплины «Организация

строительного производства» задумываются о необходимости планирования мероприятий, которые защитят непосредственных производителей работ от негативного воздействия факторов, которые имеют место быть при выполнении строительных работ, в т. ч. при работах на высоте как самый травмоопасный вид работы? Определяем и учитываем ли мы в плане производства работ на высоте (ППР) или технологических картах (ТК) (рис. 3–6):

- первоочередное устройство постоянных ограждающих конструкций, временное ограждение устройств;
- средства подмащивания, в том числе лестницы, стремянки, настилы, туры, леса;
- системы обеспечения безопасности работ на высоте и входящая в них номенклатура устройств, приспособлений и средств индивидуальной и коллективной защиты работников от падения с высоты и потребность в них;
- места и способы крепления систем обеспечения безопасности работ на высоте;
- пути и средства подъема или спуска работников к рабочим местам или местам производства работ;
- требования по организации рабочих мест с применением технических средств безопасности и первичных средств пожаротушения и пр.? [6]



Рис. 3. Отсутствие средств защиты



Рис. 4. Неограждённый перепад по высоте



Рис. 5. Отсутствие ограждения опасных мест



Рис. 6. Недостаточное ограждение траншеи

## Решение проблемы

Резюмируя сказанное думаю, что:

1. Целесообразно рассмотреть возможность внесения в раздел Перечня «Подготовка проектной документации» [3] проектные мероприятия по охране труда, как элемент сохранения жизни и здоровья непосредственных участников строительного производства и заострить внимание на важности вопроса.

2. Организация и проведение строительного производства на объектах капитального строительства осуществляется в соответствии с организационно-технологической документацией [7] в которой должны быть определены мероприятия, обеспечивающие безопасность работ. Параллельная проработка вопросов охраны труда и технологии еще на стадии проекта (например, в ТК или ППР на высоте), с представлением их в графической части с привязкой к используемым конкретным механизмам, машинам, технологической оснастке и прочему оборудованию, обеспечит безопасность технологических решений и, как следствие этого, безопасность непосредственных исполнителей технологических операций (рабочих).

3. Проектирование и строительство объектов будет вестись и уже ведется некоторыми организациями с использованием метода информационного моделирования. Это современный подход к реализации строительных проектов. Наложение проработанных

совместных проектных решений на виртуальную копию объекта позволит увидеть не только проблемы в проектировании, включая вопросы безопасности, но и возможности их решения.

4. И здесь встает вопрос в обученности создания информационных моделей всех участников такого многоэтапного процесса, как возведение объекта строительства. Поэтому, необходима возможность получения знаний и умений в этой области.

### **Заключение**

Совместная проработка решений, заложенная еще на стадии проекта, совместно с использованием современных технических решений позволит поднять вопрос безопасности строительных процессов и операций на новый уровень.

#### **Литература**

1. Отчет о деятельности Федеральной службы по труду и занятости и ее территориальных органов в 2021 году. <https://rostrud.gov.ru/upload/iblock/04e/godovoy-otchet-2021.pdf?ysclid=18e8rgn6as932396309> (дата обращения 23.09.2022г.).
2. [https://profi.erzrf.ru/upload/iblock/47d/R.-Kamaev\\_-Sistema-upravleniya-okhranoy-truda-v-stroitelstve.pdf](https://profi.erzrf.ru/upload/iblock/47d/R.-Kamaev_-Sistema-upravleniya-okhranoy-truda-v-stroitelstve.pdf) (дата обращения 23.09.2022 г.).
3. Перечень видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства. Приказ Минрегиона РФ от 30.12.2009 № 624.
4. СП 48.13330.2019. Свод правил. Организация строительства. СНиП 12-01-2004. (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 24.12.2019 № 861/пр).
5. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты (МДС 12-29.2006).
6. Правила по охране труда при выполнении работ на высоте. Приложение к Приказу Минтруда России от 16.11.2020 г. № 782н.
7. Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте. Приложение к Приказу Минтруда России от 11.12.2020 г. № 883н.

УДК 614.8.084

*Татьяна Владимировна Петрова,*  
канд. экон. наук, доцент,  
начальник сектора  
(Информационно-правовой консорциум  
«Кодекс», СПбЛТУ)  
E-mail: *tatiana\_petrova@mail.ru*

*Tatiana Vladimirovna Petrova,*  
PhD in Sci. Ec., Associate Professor  
head of sector  
(Legal information consortium  
“Kodeks”, SPbFTU)  
E-mail: *tatiana\_petrova@mail.ru*

## **SMART-ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ – ОТ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАМИ К УПРАВЛЕНИЮ ТРЕБОВАНИЯМИ**

### **SMART TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION – FROM DOCUMENT MANAGEMENT TO REQUIREMENTS MANAGEMENT**

В статье рассмотрены вопросы цифровой стандартизации в условиях трансформации российской экономики. Описана тенденция к переходу от управления документами к управлению нормативными требованиями, что необходимо для обеспечения безопасного и эффективного строительства сложных инженерных объектов. Рассмотрено понятие SMART-стандарта и его применение в строительной отрасли.

*Ключевые слова:* цифровизация предприятий, SMART-технологии, SMART-стандарт, цифровая платформа «Техэксперт».

The article deals with the issues of digital standardization in the context of the transformation of the Russian economy. The trend towards the transition from document management to regulatory requirements management is described, which is necessary to ensure the safe and efficient construction of complex engineering facilities. The concept of SMART-standard and its application in the construction industry are considered.

*Keywords:* digitalization of enterprises, regulatory and technical documentation, SMART technologies, SMART standard, Techexpert digital platform.

Цифровая трансформация и переход к уровню технологий, соответствующих требованиям Индустрии 4.0, предполагают, что в будущем специалисты перестанут пользоваться обычными электронными копиями ГОСТов и других документов. Профессиональное сообщество постепенно движется к использованию SMART-документов,



в которых кроме текста нормативного документа будут «умные» сервисы для его аналитики, BIM-модели, а также все нормативные требования, без соблюдения которых невозможно обеспечить безопасное и эффективное строительство сложных инженерных объектов.

Под *SMART*-стандартами (*Standards Machine Applicable, Readable and Transferable*) понимаются цифровые стандарты, которые имеют человекочитаемый компонент, но могут передаваться и пониматься машинами без участия человека [1]. Разработка *SMART*-стандарта и определение его в российской системе стандартизации ведется на базе Проектного технического комитета «Умные (*SMART*) стандарты» (ПТК 711). Комитет возглавляют Информационная компания «Кодекс» и Российский институт стандартизации (ФБГУ «РСТ»), в состав его входят более 30 промышленных предприятий, отраслевых объединений, научных институций и ИТ-компаний. В ходе научно-исследовательской работы эксперты остановились на следующем определении: *SMART*-стандарт – документ по стандартизации в форме электронного (цифрового) документа, созданного с помощью технологий интеллектуальной обработки содержания. Стандарт будущего – это полноценная информационная система, которая даст специалистам, занятым в строительстве, проектировании и других отраслях, исключительные возможности по применению стандартов.

Интеллектуальной основой развития стандартов нового поколения является цифровая платформа «Техэксперт», которая используется на более чем 10 000 предприятиях страны. При помощи данной цифровой платформы предприятия-заказчики могут выстраивать свой Единый фонд электронной нормативной документации (ЕФЭНД) и организовывать управление жизненным циклом документа в рамках Системы управления нормативной и технической документацией (СУ НТД). Теперь функциональность цифровой платформы позволит не только собирать в едином пространстве все документы, которые относятся к деятельности предприятия, но и вычленять точечные требования из самых разных источников. [2]

Сегодня пользователям цифровой платформы «Техэксперт» уже доступен ряд сервисов, которые построены на основе машиноинтерпретируемого контента и могут использоваться для работы с требованиями. В первую очередь, это *SMART*-сервисы, которые позволяют

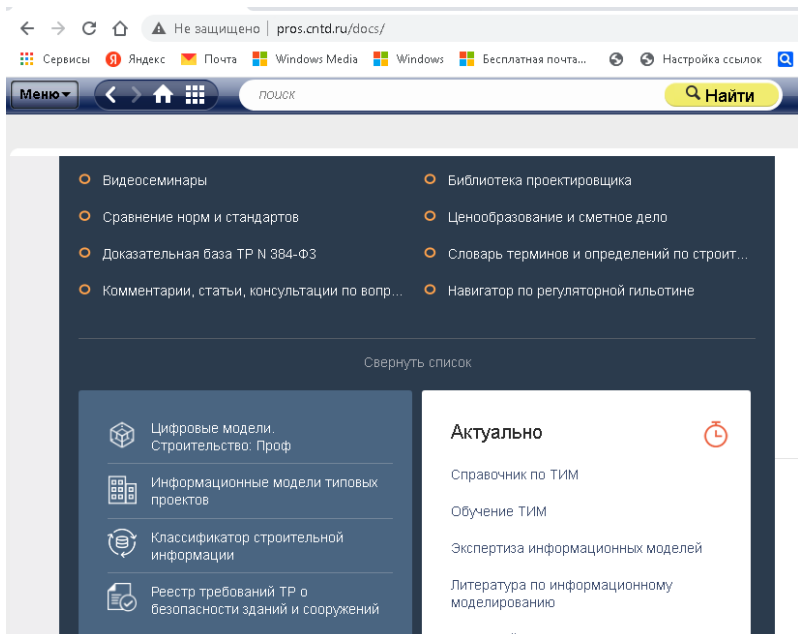
применять инструменты для внедрения и применения ТИМ. Помимо нормативных документов, справочной и консультационной информации, необходимой в работе проектировщика, они включают в себя **Классификатор строительной информации** – связующий элемент для различных данных, Цифровые модели и Реестры нормативных требований. Так, один из примеров *SMART*-сервисов – это **готовые 3D-модели**, разработанные на основании нормативных документов. Специалисту не надо тратить время на анализ документа. Достаточно выгрузить из информационной системы 3D-модель изделия или конструкции и добавить в собственный проект. 3D-модель является одним из слоев *SMART*-стандарта, она существует неразрывно с нормативным документом, поэтому если в нем что-то поменяется, то изменения внесутся и в саму модель. [3]

Более сложное представление документов, а именно типовой проектной документации, можно увидеть на примере **Библиотеки типовых информационных моделей**, над которой Информационная компания «Кодекс» работает совместно с компаниями *Renga* и *Nanocad*. Библиотека представляет собой модели типовых зданий, которые можно использовать в качестве вспомогательных материалов для разработки собственной информационной модели.

Разработанный сервис «Реестр о безопасности зданий и сооружений» – основополагающий реестр требований для всех специалистов строительного процесса. Основная цель Реестра – гарантировать соблюдение существующих требований к процессу/изделию всеми сотрудниками предприятия без необходимости самостоятельно искать эти требования в документах и контролировать их актуальность. В Реестр вошли требования из Технического регламента о безопасности зданий и сооружений и его доказательной базы, то есть из Обязательного и Добровольного перечней ТР. Все вошедшие требования размечены кодами **Классификатора строительной информации (КСИ)**. Суммарно сейчас это более 700 документов, из которых выделены более ста тысяч требований [4].

В перспективе развитие машиноориентированных сервисов для работы со стандартами приведет к радикальной цифровой трансформации всей системы стандартизации и связанных с ней бизнес-процессов. Эксперты прогнозируют появление в течение ближайших 10 лет

стандартов нового уровня. Предполагается, что качество машиноопи-  
нимаемого и машиноисполняемого содержимого таких стандартов,  
а также развитие обслуживающих их *SMART*-систем, позволит ак-  
туализировать и даже формировать новые документы по стандарти-  
зации с помощью искусственного интеллекта.



### SMART-сервисы в ПСС «Техэксперт: SMART Проектирование»

Пользователи стандартов (специалисты) должны получить инструменты для корректного чтения и импорта этих данных во внешние системы: управления жизненным циклом продукции (*PLM*), автоматизированного проектирования (*CAD*), управления станками с ЧПУ (*CAM*) и многие другие. Совместное сотрудничество разработчиков информационных платформ, *CAD*-разработчиков, экспертов строительной отрасли позволит усовершенствовать имеющиеся системы и сервисы для специалистов, а также разработать более сложные функционалы систем.

### Литература

1. Федеральный закон № 384 от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902192610> (дата обращения: 19.11.2022).
2. Создаем будущее России вместе // Деловая Россия: 2021. № 11–12. (дата обращения: 19.11.2022).
3. Требования, стандарты и классификаторы в цифровом измерении. – URL: <https://www.connect-wit.ru/izdaniya-connect.html> (дата обращения: 19.11.2022).
4. Аналитические сервисы в работе с документом. – URL: [https://cntd.ru/products/standart#servisi\\_i\\_uslugi\\_standart](https://cntd.ru/products/standart#servisi_i_uslugi_standart) (дата обращения: 19.11.2022).

**УДК 331.44**

*Мария Игоревна Родина,*  
магистр  
*Ольга Александровна Лукашевич,*  
старший преподаватель  
(Ульяновский институт гражданской  
авиации имени главного маршала  
авиации Б. П. Бугаева)  
*E-mail: mariarodina0609@mail.ru,*  
*lukashevich2903@mail.ru*

*Maria Igorevna Rodina,*  
Master's degree  
*Olga Aleksandrovna Lukashevich,*  
senior lecturer  
(Ulyanovsk Civil  
Aviation  
Institute)  
*E-mail: mariarodina0609@mail.ru,*  
*lukashevich2903@mail.ru*

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ УРОВНЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА НА ПРЕДПРИЯТИИ  
ООО «ЯКОВЛЕВСКАЯ ТЕКСТИЛЬНАЯ  
МАНУФАКТУРА»**

**MEASURES TO REDUCE THE LEVEL OF INDUSTRIAL  
NOISE AT THE ENTERPRISE LLC “YAKOVLEVSKAYA  
TEXTILE MANUFACTURE”**

За последнее десятилетие одной из главных проблем стала проблема борьбы с акустическими факторами, в том числе с производственным шумом. На производства внедряются новые технологические процессы, происходит рост мощности оборудования, в связи с этим человек постоянно подвергается воздействию шума высокого уровня. Чтобы на предприятии не допустить профессиональные заболевания и производственные травмы необходимо продолжать совершенствовать условия труда. Данная проблема актуальна и на предприятии ООО «Яковлевская текстильная мануфактура». Поэтому в статье представлены основные мероприятия по снижению уровня производственного шума на данном предприятии.

*Ключевые слова:* производственная безопасность, шум, методы защиты, средства индивидуальной и коллективной защиты, противозумные наушники.

Over the past decade, one of the main problems has become the problem of combating acoustic factors, including industrial noise. New technological processes are being introduced into production, there is an increase in the capacity of equipment, in connection with this, a person is constantly exposed to high-level noise. In order to prevent occupational diseases and work-related injuries at the enterprise, it is necessary to continue to improve working conditions. This problem is also rel-

evant at the enterprise Yakovlev Textile Manufactory LLC. Therefore, the article presents the main measures to reduce the level of industrial noise at this enterprise.

*Keywords:* industrial safety, noise, protection methods, means of individual and collective protection, anti-noise headphones.

В настоящее время шум является значительной гигиенической и социальной проблемой. В промышленности, сельском хозяйстве, на транспорте имеется значительное число видов деятельности, связанных с воздействием шума на население, в том числе и на работников, занятых на шумоопасных рабочих местах. В настоящее время нет практически ни одной отрасли промышленности, где шум не был в числе ведущих вредных факторов производственной среды [1–4].

Причина этого – интенсификация производства, сопровождающаяся механизацией производственных процессов, увеличением мощностей и скоростей машин и оборудования, повышением плотности заполнения производственных площадей, что и приводит к повышению уровней производственного шума [5, 6].

Многообразие окружающих предметов деятельности, используемых человеком, обуславливает наличие множества видов шума [1, 3, 7]. По данным Росстата на конец на 2021 года в России из 36,4 % работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, 19,1 % заняты на рабочих местах с повышенным шумовым воздействием [8].

На рис. 1 приведена динамика численности работников, занятых на работах с опасными и (или) вредными производственными факторами на период с 2018 г. по 2021 г. Отмечено 3,5 тыс. случаев профессиональных заболеваний (годом ранее 4 тыс.), среди которых, по данным Фонда социального страхования (ФСС), «лидирует» нейросенсорная потеря слуха – 24,4 % страховых случаев в 2020 году.

Основными методами защиты человека от негативного воздействия производственного шума являются организационные мероприятия и технические средства. Основные и наиболее перспективные методы защиты – это совершенствование технологического процесса и замена производственного оборудования на наиболее современное. Не смотря на многообразие существующих средств защиты от шума на производстве, проблема негативного воздействия акустического фактора все же имеет актуальность в современном мире [2, 9].

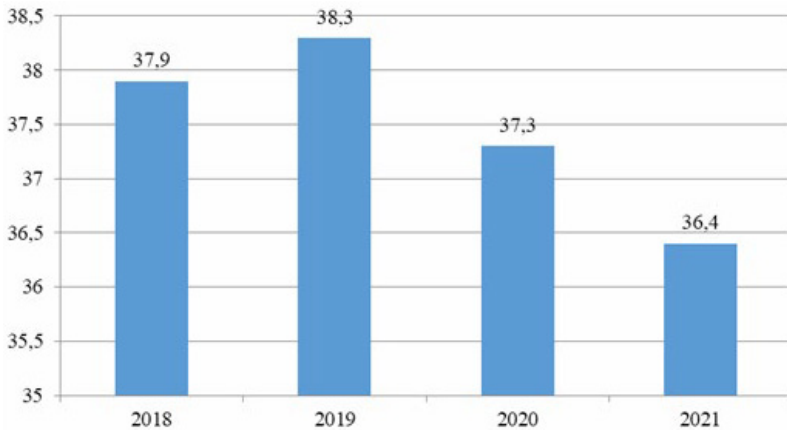


Рис. 1. Динамика численности работников, занятых на работах с опасными и (или) вредными производственными факторами в России (в % от общего числа работающего населения)

На сегодняшний день ООО «Яковлевская текстильная мануфактура» является масштабным производством включающим в себя: льно-чесальные, прядильные, ткацкие, бельно-отделочные, пряже-бельные цеха и швейную фабрику. На предприятии работают 438 человек, из них небольшая часть занята на работах с вредными производственными факторами.

По данным отдела охраны труда специальная оценка условий труда (СОУТ) проводилась в 2020 году на 146 рабочих местах. Были выявлены такие вредные и (или) опасные производственные факторы как шум, локальная вибрация, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, а также тяжесть и напряженность труда. Заняты под воздействием факторов производственной среды и трудового процесса:

- повышенное значение производственного шума на рабочих местах – 68 человек;
- повышенная концентрация аэрозолей преимущественно фиброгенного действия – 47 человек;
- неионизирующие излучения – 1 человек;
- тяжесть трудового процесса – 205 человек.

На рис. 2 наглядно показано количество работников, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда. Как мы видим, факторами с преобладающим количеством человек являются: тяжесть трудового процесса и акустический фактор.

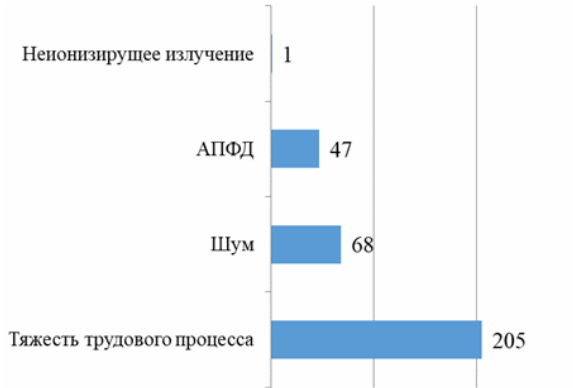


Рис. 2. Количество работников, занятых на работах с вредными и опасными производственными факторами

По результатам СОУТ рабочим местам были присвоены соответствующие классы условий труда.

Далее рассмотрим рабочие места, которые подвергаются акустическому воздействию.

Источниками шума на предприятии ООО «Яковлевская текстильная мануфактура» являются прядильные машины, ткацкие станки, трепальные машины, швейные машины.

Количество работников, задействованных непосредственно в контакте с источниками шума или осуществляющих свою трудовую деятельность рядом с ними, равно 68. Соотношение сотрудников, занятых на рабочих местах, отнесенных к классу условий труда 3.1 – 27, а к классу 3.2 – 41.

Под влиянием шума производительность труда снижается, поскольку организм человека не способен полностью адаптироваться к его действию, находясь тем самым в условиях постоянного нервного и физического напряжения. Шум уменьшает зрительную реакцию,



что вместе с утомляемостью резко увеличивает вероятность ошибок при работе.

На предприятии ООО «Яковлевская текстильная мануфактура» в качестве средств индивидуальной защиты от акустического фактора работниками используются противошумные беруши, но их недостаточно для снижения уровня производственного шума.

Исходя из совершенного анализа условий труда на предприятии, можно сделать вывод, что наиболее рациональным путем совершенствования условий труда является установка коллективных средств защиты – звукоизолирующих экранов, что значительно снизит воздействие производственного шума от оборудования. Звукоизолирующего экрана SoundBlock состоит из звукопоглощающих панелей и монтажных устройств. Для прядильного цеха достаточно семь звукоизолирующих экран, длиной 7 м и высотой 2 м каждый, которые будут расположены параллельно друг другу по разные стороны от производственного оборудования. Экраны необходимо расположить как показано на рис. 3.



Рис. 3. Схема прядильного цеха

Для ткацкого цеха понадобится установить 4 звукоизолирующих экрана, длиной 3 м и высотой 2 м каждый, которые будут расположены параллельно друг другу по разные стороны от производственного оборудования. Экраны необходимо расположить как показано на рис. 4.

Расчет экономической целесообразности мероприятий по улучшению условий труда производится путем сравнения затрат до внедрения данных мероприятий и после.



Рис. 4. Схема ткацкого цеха

Основными источниками получения экономической эффективности от улучшения условий труда на предприятии являются:

1. Экономия финансов от уменьшения потерь, связанных с:

– гарантиями и компенсациями за работу в неблагоприятных условиях труда (работу с вредными и опасными производственными факторами);

– необходимостью предоставления дополнительного отпуска.

2. Рост производительности труда за счет увеличения работоспособности человека в связи с уменьшением утомления при работе.

Расчет экономической эффективности происходит в несколько этапов.

На первом этапе определяется количество нужных средств коллективной защиты, а именно, количество звукоизолирующих экранов *SoundBlock*, которые необходимо закупить и установить.

Необходимо закупить 11 звукоизолирующих экранов, семь из которых длиной 7 м и высотой 2 м каждый, а четыре – длиной 3 м и высотой 2 м.

Один экран длиной 7 м и высотой 2 м вместе с установкой имеет стоимость – 72 800 рублей, экран длиной 3 м и высотой 2 м вместе с установкой стоит 31 200 рублей.

Данные для проведения расчета: количество работников, занятых на работах с классом условий труда 3.1 под воздействием акустического фактора – 27 чел., с классом условий труда 3.2 – 41 чел., оклад одного работника составляет 15 800 руб., доплаты за неблагоприятные условия труда – 4 % от оклада, в среднем каждый работник обрабатывает 21 рабочий день в месяц.

На втором этапе необходимо рассчитать потери предприятия, связанные с гарантиями и компенсациями за работу в неблагоприятных

условиях труда (работу с вредными и опасными производственными факторами) и необходимостью предоставления дополнительного отпуска.

Рассчитаем потери ( $S_1$ ) предприятия в год при предоставлении повышенной оплаты труда работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, по формуле 1:

$$S_1 = N \cdot 0,04 \cdot P \cdot 12 \quad (1)$$

где  $N$  – количество работников, занятых на работах с вредными условиями труда; 0,04 – доплата за неблагоприятные условия труда;  $P$  – средний размер оклада; 12 – количество месяцев в году.

По формуле 1 рассчитаем затраты фабрики на предоставление повышенной оплаты труда работникам, занятым на работах с повышенным шумовым воздействием:

$$S_1 = 68 \cdot 0,04 \cdot 15\,800 \cdot 12 = 515\,712 \text{ рублей в год}$$

Потери предприятия ( $S_2$ ), связанные с необходимостью предоставления дополнительного отпуска рассчитываются по формуле 2:

$$S_2 = (P / T) \cdot n \cdot t, \quad (2)$$

где  $P$  – средний размер оклада;  $T$  – количество рабочих дней в месяц;  $n$  – количество работников, которым предоставляется дополнительный отпуск;  $t$  – количество рабочих дней за время дополнительного отпуска.

Затраты предприятия, связанные с необходимостью предоставления дополнительного отпуска работникам с классом условий труда 3.2:

$$(15\,800 / 21) \cdot 41 \cdot 5 = 154\,238 \text{ рублей в год}$$

Общие затраты на компенсации составят:

$$515\,712 + 154\,238 = 669\,950 \text{ рублей в год}$$

Третьем этапом рассчитывается стоимость предлагаемых мероприятий.

Стоимость предлагаемых звукоизолирующих экранов для прядильного цеха в среднем составляет 509 600 рублей, для ткацкого

цеха – 124 800 рублей. Общая стоимость всех одиннадцати экранов будет составлять 634 400 рублей.

### Вывод

Из расчетов, представленных выше, следует, что предложенное мероприятие окупиться уже в течение года. При установке звукоизолирующих экранов, которые способны снижать воздействие производственного шума на 32 дБА, средства индивидуальной защиты – противозумные беруши на предприятии ООО «Яковлевская текстильная мануфактура» могут не применяться, так как уровень производственного шума будет снижен до приемлемого и при повторном проведении специальной оценки условий труда, будет присвоен класс условий труда 2 (допустимый). Гарантия на акустическую эффективность звукоизолирующих экранов составляет 15 лет, соответственно установка этих экранов за 15 лет сэкономит работодателю порядка 10 миллионов рублей, а также помимо экономии средств предприятия, данные средства коллективной защиты снизят риск профессиональных заболеваний работников.

### Литература

1. *Айметдинов Р. Р., Лукашевич О. А.* Минимизация негативного влияния производственного шума на работников ФНПЦ АО НПО «Марс». В сборнике: Наука. Исследования. Практика. сборник избранных статей по материалам Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 2020. С. 88–89.
2. *Нечаева О. А., Зубарева В. Н.* Обеспечение защиты работников авиапредприятия от негативного воздействия производственных факторов. В сборнике: Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности. Материалы II Международной научно-практической конференции. Петровская академия наук и искусств. 2019. С. 47–52.
3. *Нечаева О. А., Куклев В. А.* Акустическая обстановка и мероприятия по защите работников ООО «Авиакомпания Волга-Днепр». В сборнике: Безопасность в строительстве. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2019. С. 63–66.
4. *Лукашевич О. А., Родина М. И.* Анализ условий труда работников предприятия ООО «Яковлевская текстильная мануфактура» // Экология и циклическая экономика: Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов, молодых учёных, преподавателей, приуроченная к VIII Ежегодному молодежному фестивалю в области устойчивого развития ВУЗЭКОФЕСТ

(Россия, г. Ульяновск, 3–5 марта 2022 г.) : сборник научных трудов / отв. за выпуск Е. Н. Ерофеева. Ульяновск : УлГТУ, 2022. С. 106–107.

5. Основные понятия в области промышленной безопасности: сайт. – [Текст электронный]. – URL : <https://www.safety.ru/glavnye-terminy-v-oblasti> (дата обращения: 20.10.2022).

6. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности, принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 5.12.2014г. № 46-2014. – [Текст электронный]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения 20.10.2022).

7. Справочник специалиста по охране труда: электронный профессиональный журнал / учредитель компания «Актион-МЦФЭР»: редакционная коллегия: Е. С. Ситько (главный редактор) [и др.]. – Москва, 2019 – Ежемес. – ISSN 1727-6608. – [Текст электронный]. – URL: <https://e.otruda.ru> (дата обращения 27.10.2022).

8. Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [Электронный документ]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistic> (дата обращения 10.10.2022).

9. МР 2.2.0244-21 Гигиена труда. Методические рекомендации по обеспечению санитарно-эпидемиологических требований к условиям труда: издание официальное: утверждены и введены в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 17 мая 2020 г. – [Текст электронный]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/603608556> (дата обращения 19.10.2022).

**УДК 614.8.084**

*Виктория Александровна Петрова,*  
аспирант  
*Иван Николаевич Хижняк,*  
магистрант  
*Екатерина Владимировна Дмитриева,*  
магистрант  
*Елена Владимировна Климова,*  
канд. техн. наук, доцент  
(Белгородский государственный  
технологический университет  
им. В. Г. Шухова)  
*E-mail: petrova.va@bstu.ru,*  
*Ivan.khignyak@yandex.ru,*  
*Dkv31rus@gmail.com*

*Victoria Aleksandrovna Petrova,*  
postgraduate student  
*Ivan Nikolaevich Khizhnyak,*  
Master's degree student  
*Ekaterina Vladimirovna Dmitrieva,*  
Master's degree student  
*Elena Vladimirovna Klimova,*  
PhD in Sci. Tech., Associate Professor  
(Belgorod State  
Technological University  
named after V. G. Shukhov)  
*E-mail: petrova.va@bstu.ru,*  
*Ivan.khignyak@yandex.ru,*  
*Dkv31rus@gmail.com*

**РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ  
ПО СНИЖЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО  
ТРАВМАТИЗМА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**DEVELOPMENT OF OPTIMUM SOLUTIONS  
FOR REDUCING INDUSTRIAL INJURIES  
IN CONSTRUCTION**

В работе обосновывается значимость разработки мероприятий по учету, анализу и прогнозированию микротравм на уровень производственного травматизма в целом. Важность исследования заключается в отсутствии процедуры учета, анализа и прогнозирования микротравм, отсутствии нормативного регулирования процедуры учета микротравм и обязанности работников и работодателей обращать внимание на микротравмы. Предлагается информационно-аналитическая система – основа Приложения «Микротравмы». Разработанная информационная система позволит работодателю значительно упростить процедуру учета микротравмирования, а также на регулярной основе выявлять и идентифицировать опасности и потенциальные риски травмирования, минимизировать уровни профессиональных рисков, обеспечивать улучшение условий и охраны труда.

*Ключевые слова:* производственный травматизм, несчастный случай, микротравма, статистический анализ, пирамида травмирования, человеческий фактор.

The paper substantiates the importance of developing measures for accounting, analysis and prediction of microtrauma on the level of occupational injuries in general. The importance of the study lies in the absence of a procedure for recording, analyzing and predicting microtrauma, the absence of regulatory regulation of the procedure for recording microtrauma and the obligation of employees and employers to pay attention to microtrauma. An information and analytical system is proposed – the basis of the “Microtrauma” Application. The developed information system will allow the employer to significantly simplify the procedure for accounting for microtrauma, as well as to identify and identify hazards and potential risks of injury on a regular basis, minimize the levels of occupational risks, and ensure the improvement of working conditions and occupational safety.

*Keywords:* Occupational injuries, accident, microtrauma, statistical analysis, injury pyramid, “human factor”.

В Российской Федерации в целом уровень производственного травматизма за последние 7 лет остается довольно высоким, однако прослеживается тенденция к его снижению. На рис. 1 приведены данные Федеральной службы государственной статистики по производственному травматизму в Российской Федерации за 2015–2021 гг. [1].

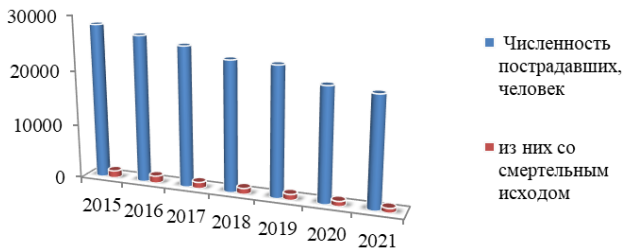


Рис. 1. Динамика изменения численности пострадавших при несчастных случаях

Для анализа статистических данных в сфере строительства необходимо рассмотреть, какие виды работ, характеризующиеся вредными и опасными условиями труда, оказывают наибольшее влияние на работников. На рис. 2 представлен удельный вес работников строительной отрасли, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда за 2016–2020 гг. в соответствии с данными Федеральной службы государственной статистики [1].

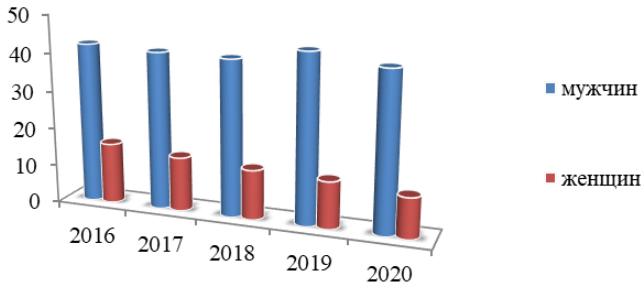


Рис. 2. Удельный вес работников строительной отрасли, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда в 2016–2020 гг.

Согласно статистическим наблюдениям Федеральной службы по труду и занятости РФ проведен анализ производственного травматизма в РФ, согласно которому наиболее значимая причина травмирования – неудовлетворительная организация производства работ, вследствие чего происходит каждый третий случай – несчастный случай на производстве [2–3]. От этой причины зависит и усиливается «человеческий фактор», который влияет на возникновение происшествий на производстве: неудовлетворительная организация работ, несовершенство технологического процесса, низкая квалификация работников в области охраны труда и др.

В 2022 году вступила в силу новая редакция Трудового кодекса Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ произошли значительные изменения в разделе X «Охрана труда». Среди прочих изменений выделим то, что закон установил за работодателем обязанность учитывать микроповреждения (микротравмы) работников, рассматривать их обстоятельства и причины [4].

Под микротравмой понимается ушиб мягких тканей, кровоподтек, царапина, ссадина, поверхностные поверхностная рана или другое повреждение, не повлекшее расстройства здоровья или временной нетрудоспособности, которое наступило во время исполнения работниками своих трудовых обязанностей.

Частота возникновения несчастных случаев, зависит от последовательности событий предшествующих ему и по форме напоминает пирамиду, в основании которой лежат опасные ситуации/действия



(нарушение требований охраны труда, несоблюдение требований эксплуатационной документации и так далее), выше-микротравмы, еще уровнем выше легкие травмы, затем травмы с утратой трудоспособности, и на вершущке несчастный случай со смертельным исходом (рис. 3) [5–8].



Рис. 3. Пирамида происшествий

Государство, под личную ответственность работодателя, возлагает на него ответственность перехода на цифровые технологии, обязывая на законодательном уровне внедрять новейшие сервисы и технологии по цифровизации. Но руководители, как правило, принимают решения, руководствуясь реальными возможностями предприятия и со своим видением процесса [9–11].

Примером цифровизации в охране труда являются:

1) Наряд-допуски на работы повышенной опасности в ПАО «Лукойл» – внедрение цифровой информационной системы формирования, согласования и оформления нарядов-допусков на выполнение работ повышенной опасности.

Из-за очень трудоемких и временно затратных процессов формирования наряд-допусков, которые состоят из поочередных согласований или корректировок от инстанций для допуска, было принято

решение внедрить цифровую систему данной процедуры. Теперь оформление выполняется в электронной программе, которая отправляет автоматически документ одновременно во все положенные службы на согласование, и утверждается посредством электронной цифровой подписи.

2) Риск-ориентированный подход «Росатома» – электронный документооборот в виде программы, где включены все данные по результатам проверок, статистика травматизма и несчастных случаев на производстве и выгрузка отчетов. Также осуществляет важную деятельность информационно-аналитические системы, которая выполняет функцию корпоративного хранилища данных предприятия. В возможности программы входят отслеживание данных по своему направлению и подготовка документации.

Результатом нашей научно исследовательской работы является – Информационная система учета, анализа и прогнозирования микротравм путем Приложение «Микротравмы». Основной идеей данной системы является то, что каждый сотрудник может сообщить об опасностях, нарушениях, травмированиях, в том числе микротравмированиях высшему руководству и специалисту по охране труда, те, в свою очередь оперативно отреагировать на эту информацию и принять соответствующие меры. На практике некоторые работники негативно восприняли такое нововведение и сравнили его с доносами. Другие открыто и с интересом приняли участие в предотвращении опасностей.

Приложение «Микротравмы» разработано в соответствии с концепцией *Vision Zero*, инициированной Международной ассоциацией социального обеспечения для достижения глобальной цели – избавить мир от травм и профессиональных заболеваний.

Несмотря на внедрение новых, современных и безопасных для человека технологий, производственный травматизм представляет собой серьезную проблему. Ежегодно на различных работах происходят десятки несчастных случаев [12–14].

Значимость фиксирования микротравм работников на рабочих местах заключается в:

- прогнозировании и предотвращении микротравматизма;
- снижении уровня производственного травматизма;

- повышении ответственности работников к соблюдению требований безопасности и охраны труда;
- установлении доверительных отношений между работодателем и работником;
- оптимизации процесса учета, анализа и прогнозирования микротравм.

Данная разработка была введена в одну из строительных организаций и протестирована на работниках. В результате зарегистрировано 70 микротравм среди работников в возрасте от 18 лет до 45 лет, стажем до 10 лет. В исследовании принимали работники таких строительных профессий, как стропальщик, техник механик, техник электрик, машинист профилировщика и средств малой механизации, такелажник, техник строитель, слесарь-сантехник, стекольщик, монтажник систем вентиляции, кондиционирования, пневмотранспорта и аспирации, электросварщик.

Исследования показали, что чаще всего работники получали такой вид микротравмы, как ушиб – 47 %, на втором месте по значимости получали порез – 24 %, далее небольшой ожог – 14 %, укол – 12 % и укус – 3 %. Чаще всего получали микротравмы работники в возрасте 18–25 лет – 60 %, и равнозначно в таком возрасте, как 25–35 лет – 20 % и 35–45 лет – 20 %. По стажу работы наибольшее количество микроповреждений у работников от года и до трех лет – 40 %, не менее часто со стажем от трех до 5 лет – 30 %, при стаже от 5 до 10 лет – 20 %, и меньше всего со стажем до года – 10 %.

Результаты исследования подтверждают необходимость и целесообразность введение в производственные процессы цифровых решений, позволяющих значительно сокращать время затрачиваемое на выполнение определенных процедур и повышать эффективность и безопасность труда.

Работа выполнения в рамках Программы развития БГТУ им. В. Г. Шухова на 2021–2030 гг. «Приоритет 2030».

### **Литература**

1. Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика [Электронный ресурс]. – <https://rosstat.gov.ru/>
2. Минтруд России. Единая общероссийская справочно-информационная система по охране труда [Электронный ресурс]. – <https://eisot.rosmintrud.ru/monitoring-uslovij-i-okhrany-truda/>

3. Федеральная служба по труду и занятости [Электронный ресурс]. – <https://rostrud.gov.ru/>
4. *Лежанко В. А.* Разработка мероприятий по учету, анализу и прогнозированию микротравматизма / Сборник трудов Конкурса научно-исследовательских работ (Конкурса НИР). Материалы Молодежной программы 25-ой Международной специализированной выставки и Форума «Безопасность и охрана труда» БИОТ-2021. Москва, 2021. С. 281–284.
5. *Пушенко С. Л., Гапонов В. Л., Кукаренко В. А.* Анализ производственного травматизма в строительной индустрии и пути его снижения / С. Л. Пушенко, В. Л. Гапонов, В. А. Кукаренко // Безопасность техногенных и природных систем. – 2022. – № 2. С. 24–30. ISSN 2541-9129.
6. *Едаменко А. С.* Анализ причин травматизма в строительном комплексе // Технические науки – от теории к практике. Вып. 26 – Новосибирск, 2013 – С. 177–181.
7. *Ястребинская А. В.* Анализ производственного травматизма и пути его снижения / Едаменко А. С., Дивиченко И. В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. № 11 – Белгород, 2017. – С. 100–105.
8. *Едаменко А. С.* Производственный травматизм в строительном комплексе / Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» (<http://ipb.mos.ru/ttb>) Выпуск № 5(51). – Москва, 2013. – С. 1–5.
9. *Алибекова И. В.* Безопасность труда в строительстве и разработка метода экспресс мониторинга условий труда / Тенетилова Л. А., Лактионов К. С. // Образование, наука и производство. 2016. № 3 (16). С. 42–48.
10. *Климова Е. В.* Снижение производственного травматизма путем совершенствования системы управления охраной труда Рыжиков Е. Н. // Известия ТулГУ. Науки о Земле. Вып. 1 – Тула, 2017. – С. 41–51.
11. *Klimova E. V.* Prospects for the Introduction of Micro Training in the Occupational Safety Management System / E. V. Klimova, A. Y. Semeykin, E. A. Nosatova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Science and Technology Conference «FarEastCon 2019», Vladivostok, Russky Island, 01–04 октября 2019 года. – Vladivostok, Russky Island: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 072009. – DOI 10.1088/1757-899X/753/7/072009. – EDN WAOWAJ.
12. *Климова Е. В.* Проблемы профессиональной подготовки специалистов по охране труда / Е. В. Климова // Содействие профессиональному становлению личности и трудоустройству молодых специалистов в современных условиях, сборник материалов VII Международной заочной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Великой Победы. Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. – 2015. – С. 212–216.

13. *Semeykin A. Y.* Forecasting and Managing Professional Risks Using Information-Analytical Systems Based on Fuzzy Logic Methods / A. Y. Semeykin, E. V. Klimova, I. A. Kochetkova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International Science and Technology Conference “EarthScience”, Russky Island, 10–12 декабря 2019 года. – Russky Island: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 052083. – DOI 10.1088/1755-1315/459/5/052083. – EDN BPCSAR.

14. *Семейкин А. Ю., Кочеткова И. А., Дроздова А. О., Чернышов А. В.* Моделирование и управление профессиональными рисками на промышленных предприятиях с использованием экспертных информационно-аналитических систем поддержки принятия решений / А. Ю. Семейкин, И. А. Кочеткова, А. О. Дроздова, А. В. Чернышов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – № S7. С. 164–174.

**УДК 614.841**

*Геннадий Валерьевич Николаев,*  
магистрант  
*Юлия Сергеевна Козлова,*  
старший преподаватель  
(Южно-Уральский государственный  
университет (национальный  
исследовательский университет))  
*E-mail: ogneved174@mail.ru,*  
*kozlovays@susu.ru*

*Gennady Valeryevich Nikolaev,*  
Master's degree student  
*Yulia Sergeevna Kozlova,*  
senior lecturer  
(South-Ural State  
University (National  
Research University))  
*E-mail: ogneved174@mail.ru,*  
*kozlovays@susu.ru*

**ПРОБЛЕМЫ ОГНЕСТОЙКОСТИ  
ЧАСТНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ**

**THE PROBLEMS OF FIRE RESISTANCE  
OF PRIVATE RESIDENTIAL HOUSES**

В статье рассматривается проблема обеспечения пожарной безопасности объектов индивидуального жилищного строительства. Отмечается, что отсутствие обязательных требований к степени огнестойкости частных жилых домов, а также требований о проведении обязательной огнезащиты строительных конструкций ведет к беспечному отношению собственников к вопросам обеспечения пожарной безопасности объектов частного сектора. В качестве решения указанной проблемы предлагается введение в нормативные документы обязательных требований к огнестойкости объектов индивидуального жилищного строительства и требований по проведению огнезащиты горючих строительных конструкций.

*Ключевые слова:* объект ИЖС, пожарная безопасность, огнестойкость, нормирование.

The article deals with the problem of ensuring fire safety of individual housing construction objects. It is noted that the absence of mandatory requirements for the fire resistance of private residential buildings, as well as the requirements for mandatory fire protection of building structures, leads to a careless attitude of the owners to the issues of ensuring fire safety. As a solution to this problem, it is proposed to introduce mandatory requirements for fire resistance of individual housing construction objects and requirements for fire protection of combustible building structures into regulatory documents.

*Keywords:* object of individual housing construction, fire safety, fire resistance, rationing.

На сегодняшний день согласно [1], собственник земельного участка вправе возводить на нем здания и сооружения, осуществлять их перестройку или снос, разрешать строительство на своем участке другим лицам. Эти права реализуются при условии соблюдения градостроительных и строительных норм и правил, а также требований о целевом назначении земельного участка.

Согласно ч. 39 ст. 1 [2] объектом индивидуального жилищного строительства (далее – ИЖС) является отдельно стоящее здание с количеством надземных этажей не более чем три, высотой не более двадцати метров, которое состоит из комнат и помещений вспомогательного использования, предназначенных для удовлетворения гражданами бытовых и иных нужд, связанных с их проживанием в таком здании, и не предназначено для раздела на самостоятельные объекты недвижимости.

При строительстве, а также реконструкции объекта ИЖС (садового дома) осуществлять подготовку проектной документации не требуется. Застройщиком, как правило, является будущий собственник, который по своей инициативе вправе обеспечить подготовку проектной документации применительно к объекту ИЖС (садовому дому) в соответствии с ч.3 ст. 48 [2]. Таким образом, разработка соответствующей проектной документации является правом, но не обязанностью застройщика. Из этого следует, что собственник земельного участка вправе возводить жилые и иные строения на своем участке из любого доступного ему строительного материала. Как показывает практика, в условиях нестабильности доходов населения и роста цен на строительные материалы собственники предпочитают использовать наиболее экономичные технологии возведения объектов (каркасное строительство) и дешевые строительные материалы (древесина).

В соответствии с ч.1 ст.32 [3], частные жилые дома по классу функциональной пожарной опасности относятся к классу Ф1.4. Противопожарные требования для многоквартирных жилых зданий приведены в следующих нормативных документах, актуальных на 2022 год:

- СП 55.13330.2016 Дома жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001 [4];
- СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [5];

- СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям [6];
- СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [7];
- Правила противопожарного режима в РФ, действующие с 01.01.2021 по пост. № 1479 [8].

К частным домам высотой до 2-х этажей включительно, широко распространенным в частном секторе, требования по степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности не предъявляются [4]. Между тем, показатель степени огнестойкости строения является определяющим при установлении минимальных противопожарных расстояний между зданиями, расположенными на соседних земельных участках [4].

Что касается противопожарных расстояний, то и здесь законодатель допускает достаточно много возможностей для уменьшения минимальных расстояний до их полного отсутствия. При этом единственным условием такого отступления является договоренность собственников соседних земельных участков и строений, расположенных на них [4]. Собственники же зачастую не осознают, каким рискам они подвергают себя, соглашаясь на такие отступления.

Проблема огнестойкости объектов ИЖС может быть частично решена путем использования огнезащиты строительных конструкций, но для частного сектора обязательные требования в этой области законодателем не установлены. При этом стоит упомянуть об осложнении противопожарной обстановки в частном секторе за счет того, что надзор за соблюдением требований пожарной безопасности на объектах ИЖС силами федеральных и муниципальных надзорных органов не осуществляется. А в объемах противопожарной пропаганды, которая проводится с населением, довести до собственников важность соблюдения требований капитального характера практически невозможно.

Законодатель, руководствуясь презумпцией добросовестности граждан, регулярно упрощает административные процедуры. Например, введен уведомительный порядок о начале строительства вместо существующей ранее процедуры получения разрешения



на строительство [2]. Однако добросовестность – категория не материальная, и на практике в большинстве случаев требования пожарной безопасности при строительстве частных строений не соблюдаются. Так, принудить собственника выполнить обязательные требования пожарной безопасности по соблюдению противопожарных разрывов между зданиями возможно только через подачу искового заявления в суд, а сделать это вправе только лицо, чьи права были нарушены [9]. Органы же государственной власти могут обратиться в суд лишь в том случае, если нарушение правил пожарной безопасности создает угрозу неопределенному кругу лиц, и то сделать это возможно только через обращение к прокурору [9].

Таким образом, отсутствие обязательных требований к огнестойкости частных жилых домов, требований о проведении обязательной огнезащиты строительных конструкций не позволяет обязать собственника вложиться в дополнительные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, как на этапе строительства, так и последующей эксплуатации строения.

Установить порядок и значительно улучшить ситуацию с огнестойкостью жилых домов в частном секторе поможет введение в строительные нормы и своды правил обязательных требований к огнестойкости объектов ИЖС и требований по проведению огнезащиты горючих строительных конструкций объектов ИЖС. Лишь в этом случае деревни и села перестанут выгорать дотла от одного очага возгорания.

### **Литература**

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2022). Сборник законодательства Российской Федерации, № 32, 05.12.1994, ст. 3301. 239 с.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 14.07.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2022). Сборник законодательства Российской Федерации № 1 (ч. I), 03.01.2005, ст. 16. 328 с.
3. Федеральный закон от 22 июля 2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Сборник законодательства Российской Федерации, № 30, 28.07.2008, (ч. I), ст. 3579. 120 с.
4. СП 55.13330.2016 Дома жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001 (с Изменением № 1). Официальное издание. М. : Стандартинформ, 2018. 28 с.

5. СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. Официальное издание. М. : Стандартинформ, 2020. 65 с.

6. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям (с Изменениями № 1, 2). Официальное издание. М. : Стандартинформ, 2013. 186 с.

7. СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. Официальное издание. М. : Стандартинформ, 2020. 45 с.

8. Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 года № 1479 (ред. от 21.05.2021) «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации». Собрание законодательства Российской Федерации, № 39, 28.09.2020, ст. 6056. 133 с.

9. Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации от 14.11.2002 № 138-ФЗ (ред. от 14.07.2022). Собрание законодательства Российской Федерации, № 46, 18.11.2002, ст.4532. 213 с.

**УДК 331.45**

*Софья Александровна Стадухина,*  
студентка  
*Ирина Викторовна Климова,*  
канд. техн. наук, доцент  
(Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого)  
*E-mail: staduhinas@gmail.com,*  
*bgd4@mail.ru*

*Sofya Aleksandrovna Stadukhina,*  
student  
*Irina Viktorovna Klimova,*  
PhD in Sci. Tech., Associate Professor  
(Peter the Great St.Petersburg  
Polytechnic University)  
*E-mail: staduhinas@gmail.com,*  
*bgd4@mail.ru*

## **ОЦЕНКА РИСКА ПО ШУМУ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНОГО РУЧНОГО ИНСТРУМЕНТА**

### **NOISE RISK ASSESSMENT WHEN USING CONSTRUCTION HAND INSTRUMENTS**

В статье представлены различные типы строительных механизированных ручных инструментов: клепальные, рубильные и зачистные молотки; ударные гайковерты, шуруповёрты и шпильковерты; ножницы, кромкорезы и шаберы; пилы, рубанки, лобзики и долбежники; шлифованные машины; сверлильные и резьбонарезные машины, безударные гайковерты. Уровни шума, создаваемые данными инструментами в процессе их эксплуатации, сравнены с предельно допустимыми звуковыми давлениями на рабочих местах, выделены максимальные превышения уровня звука по частотным характеристикам. Исходя из превышения предельно допустимого уровня звука, риск возникновения профессионального заболевания высок. Описаны меры по предотвращению негативного шумового воздействия.

*Ключевые слова:* шум, строительство, ручной инструмент, нейросенсорная тугоухость, уровень шума, профессиональные заболевания.

The article presents various types of construction mechanized hand tools: riveting, chopping and stripping hammers; impact wrenches, screwdrivers and stud screws; scissors, edge cutters and scrapers; saws, planes, jigsaws and chisels; ground machines; drilling and threading machines, impact-free wrenches. The noise levels generated by these instruments during their operation are compared with the maximum permissible sound pressures at workplaces, the maximum sound level exceedances in frequency characteristics are highlighted. Based on exceeding the maximum permissible sound level, the risk of occupational disease is high. Measures to prevent negative noise exposure are described.

*Keywords:* noise, building, hand instrument, sensorineural hearing loss, noise level, occupational diseases.

При строительстве зданий или других объектов применяются различные технологические средства, позволяющие выполнить поставленную задачу намного эффективнее, быстрее и качественнее. К ним относятся как механизированные инструменты, так и ручные.

Механизированные ручные машины облегчают строительство объекта тем, что выполняют определённую функцию в несколько раз быстрее, нежели это делал рабочий вручную [1]. Например, грузоподъемные механизмы доставляют тяжелые материалы на любую высоту, дисковые электропилы быстро распиливают различные материалы от древесины до металла, различные перфораторы и служат для создания отверстий в строительных материалах.

Ручные инструменты – это любые инструменты, приводящие в действие ручной силой, а не двигателем. В основном они применяются для поддержания работы и обслуживания машин на строительной площадке. Они необходимы для выполнения более детальных и мелких работ. Например, отвертки помогают завинчивать или отвинчивать изделия из строительного материала, домкраты необходимы для подъема тяжелого материала и напильники, служащие для обработки твердых поверхностей, таких как металл или древесина.

В процессе работы с механизированными ручными инструментами и с ручными инструментами, применяемыми для обслуживания работающих механизмов, на работников воздействует не только шум, но и локальная вибрация, которая передается через органы управления и рукоятки. Как правило, строительные работы связаны с ограниченными сроками, форсированием сдачи объектов и сжатия сроков, отведенных на выполнение операций. В сочетании со снижением материальных затрат, чаще используются устаревшие модели оборудования, тем не менее механизированный инструмент постоянно совершенствуется [2]. Количество применяемого инструмента увеличивается, ручной труд механизмуется, тем самым увеличивается нагрузка на органы слуха, что негативно сказывается на состоянии здоровья работников.

Согласно ГОСТ 12.1.003–83 все механизированные ручные инструменты можно разделить на следующие типы [3]:

- клепальные, рубильные и зачистные молотки;
- ударные гайковерты, шуруповёрты и шпильковерты;

- ножницы, кромкорезы и шаберы;
- пилы, рубанки, лобзики и долбежники;
- шлифованные машины;
- сверлильные и резьбонарезные машины, безударные гайковерты.

Особое внимание стоит выделить приборам с электродвигателями и работающими на сжатом воздухе. В обоих случаях такие инструменты являются источником виброакустических факторов, воздействующие на людей в процессе работы. Но, при работе пневмоинструмента создаются сильные ударные действия, что сопровождается повышенным уровнем вибрации.

Воздействие виброакустического фактора при строительстве различных объектов негативно влияет на организм рабочих [4]. Вибрация и шум влияют на внутренние органы человека, поэтому превышение воздействия виброакустического фактора может сказаться на снижении работоспособности и потери концентрации внимания, а также на развитии профессиональных заболеваний таких как нейросенсорная тугоухость или вибрационная болезнь. Важно знать предельно допустимые уровни звукового давления на рабочем месте и какое звуковое давление создают те или иные механизированные ручные инструменты. Ниже представлена таблица, в которой указана норма звукового давления, согласно Приказу Минтруда России от 24.01.2014 № 33н, и уровни звуковые давления всех типов ручных инструментов [5].

Из таблицы видно, что допустимые уровни звука (ПДУ) для рабочего персонала меньше, чем уровни звуковой мощности описанных инструментов. Для наглядного представления превышения значений ниже представлен рисунок, отражающий разницу величин допустимого уровня звуковой мощности.

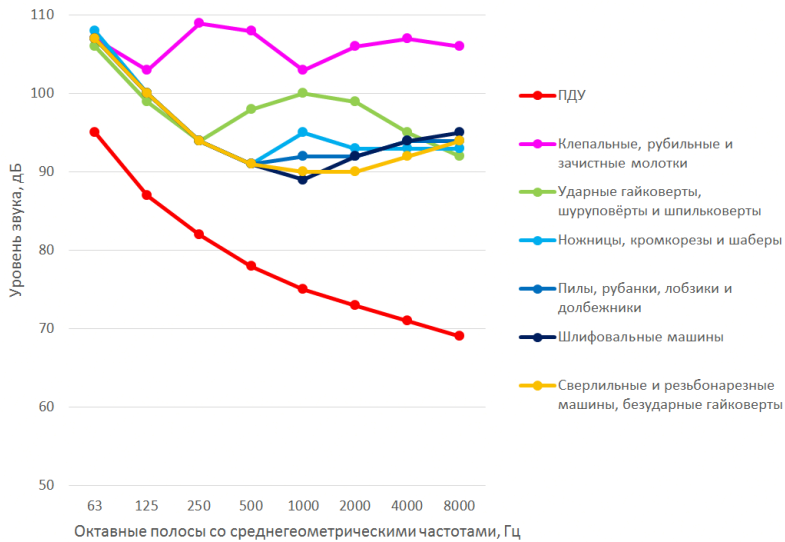
Шум, который происходит из-за работы механизированных ручных инструментов, значительно превышает ПДУ по шуму на рабочих местах. Так, например, в октавной полосе 125 Гц клепальные, рубильные и зачистные молотки создают уровень звукового давления, превышающий допустимый уровень на 12 дБ; ударные гайковерты, шуруповёрты и шпильковерты – на 11 дБ; ножницы, кромкорезы и шаберы – на 13 дБ; пилы, рубанки, лобзики и долбежники – на 12 дБ; шлифованные машины – на 12 дБ; сверлильные и резьбонарезные машины, безударные гайковерты – на 12 дБ.

## Сравнение звуковых давлений инструментов

Типы машин	Наибольший допустимый уровень звуковой мощности (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>ПДУ</b>	<b>95</b>	<b>87</b>	<b>82</b>	<b>78</b>	<b>75</b>	<b>73</b>	<b>71</b>	<b>69</b>
Клепальные, рубильные и зачистные молотки	107	103	109	108	103	106	107	106
Ударные гайковерты, шуруповёрты и шпильковерты	106	99	94	98	100	99	95	92
Ножницы, кромкорезы и шаберы	108	100	94	91	95	93	93	93
Пилы, рубанки, лобзики и долбежники	107	100	94	91	92	92	94	94
Шлифовальные машины	107	100	94	91	89	92	94	95
Сверлильные и резьбонарезные машины, безударные гайковерты	107	100	94	91	90	90	92	94

Максимальные превышения можно увидеть для клепального, рубильного и зачистного инструмента (до 37дБ, 8000 Гц). Также для каждой группы инструмента характерна своя частота, на которой превышения ПДУ максимальны и достигают пиковых значений и это частота 8000 Гц, кроме одной группы ударных инструментов, где максимальное превышение в 26дБ будет на частоте 2000 Гц.

Если оценивать риск снижения остроты слуха и возникновения профессиональных заболеваний, то риск достаточно высок [6] и мы будем иметь дело со стойкой утратой трудоспособности без долгой экспозиции.



Уровни звука (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц)

Вырабатываемый шум и вибрации инструментами на строительной площадке не соответствует необходимым нормам уровней звукового давления. Это значит, при строительстве объектов на рабочих воздействуют вредные и опасные виброакустические факторы, ведущие к профессиональным заболеваниям и травмам. Чтобы не допустить несчастных случаев, необходимы комплексные меры по снижению воздействия вредного производственного фактора.

Для максимально возможного снижения воздействия виброакустического фактора на производстве используют как технические, так и индивидуальные методы защиты от производственного шума [7].

К техническим можно отнести:

- изоляция или ограждение шумных приборов от общего процесса производства, путем установки перед приборами шумоподавляющих панелей;
- введение дистанционного управления для уменьшения времени работы с негативным виброакустическим фактором;

- замена шумящих элементов инструмента на более новое;
- замер уровня шума специальными шумомерами на всех стадиях производства.

К индивидуальным методам защиты относятся:

- использование средств индивидуальной защиты;
- сокращение времени работы с шумящим инструментом или вблизи него;
- прохождение периодических медицинских осмотров у врача-оториноларинголога 1 раз в год [8].

На сегодняшний день существует эффективное средство защиты от шума с функцией предупреждения – каска, в которой встроен датчик, позволяющий фиксировать уровень шума и сообщать работнику характерным звуком о превышении предельно допустимого уровня.

Стоит отметить, что средства индивидуальной защиты являются последними и крайними мерами по защите здоровья рабочих, так как весь рассмотренный механизированный инструмент по всем октавным полосам превышает ПДУ. Поэтому важно поддерживать на строительной площадке комплексные меры по борьбе с шумом во избежание несчастных случаев или потери работоспособности вследствие возникновения профессионального заболевания – нейросенсорной тугоухости.

### Литература

1. Тимофеева И. Г. Улучшение условий труда работающих с ручным инструментом ударного действия / И. Г. Тимофеева // Безопасность труда в промышленности. – 2010. – № 4. – С. 27–28.
2. Тимофеева И. Г. Шум – сопутствующий фактор воздействия на рабочих виброопасных профессий / И. Г. Тимофеева, О. В. Плишкина // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 70–2. – С. 86–88. – DOI 10.18411/lj-02-2021-60.
3. ГОСТ 12.1.003-83 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».
4. Тимофеева И. Г. Вибрация ручных машин / И. Г. Тимофеева // Вестник ВСГУТУ. – 2020. – № 3(78). – С. 64–68.
5. Приказ Минтруда России от 24.01.2014 № 33н (ред. от 27.04.2020) «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов,



формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» (Зарегистрировано в Минюсте России 21.03.2014 № 31689).

6. Изучение взаимосвязей между виброакустическими факторами и состоянием здоровья работников нефтешахты / Ю. Г. Смирнов, И. В. Климова // В сборнике: Проблемы геологии, разработки и эксплуатации месторождений и транспорта трудноизвлекаемых запасов углеводородов. Материалы всероссийской научно-технической конференции (с международным участием). 2021. С. 131–137.

7. Мошарова А. Ю. Оптимизация сочетания средств индивидуальной и коллективной защиты от шума на предприятии НПП «новые технологии» / А. Ю. Мошарова, Л. О. Соколова // Молодой учёный: Сборник статей VI Международного научно-исследовательского конкурса, Пенза, 05 мая 2022 года. – Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.), 2022. – С. 17–20.

8. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 28 января 2021 г. № 29н «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» (с изменениями и дополнениями).

УДК 331.467

*Олег Васильевич Лонский,*  
канд. техн. наук, доцент  
(Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет)  
*E-mail: bg@pstu.ru*

*Oleg Vasil'evich Lonskiy,*  
PhD in Sci. Tech., Associate Professor  
(Perm National  
Research Polytechnic  
University)  
*E-mail: bg@pstu.ru*

## **ПРОВЕДЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СУДЕБНЫХ ЭКСПЕРТИЗ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ЭТОМ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

### **CONDUCTING TECHNICAL FORENSIC EXAMINATIONS ON OCCUPATIONAL SAFETY, PROBLEMS ARISING IN THIS CASE AND WAYS TO SOLVE THEM**

Проведение судебных технических экспертиз по безопасности труда по уголовным делам, связанным с несчастными случаями на производстве является сложной задачей. Для их выполнения привлекаются не профессиональные эксперты, а специалисты по безопасности труда, которые сталкиваются в процессе работы с решением ряда специфических проблем. Это связано со спецификой деятельности в области охраны труда и промышленной безопасности, которая основана на большом количестве законов и подзаконных нормативных актов, а также локальных нормативных актов предприятия. В тоже время при проведении экспертиз по безопасности труда необходимо опираться на знание физики, математики, химии, а также технологических процессов, оборудования, приспособлений и инструментов предприятий, на которых произошел несчастный случай. В настоящее время нет реальной методики проведения подобных экспертиз.

В литературе имеются только примерные планы их проведения (Россинская Е. Р.). Данная работа основана на опыте участия автора в проведении технических судебных экспертиз по безопасности труда по несчастным случаям, произошедшим в различных отраслях промышленности. В статье достаточно подробно рассмотрены 11 основных проблем, связанных с исследованиями при проведении экспертиз по безопасности труда. Статья будет полезна специалистам, проводящим подобные экспертизы, а также следователям, для повышения качества их работы.

*Ключевые слова:* несчастный случай, техническая экспертиза, охрана труда, промышленная безопасность, работодатель, предприятие.

Conducting forensic technical examinations on occupational safety in criminal cases related to industrial accidents is a difficult task. For their implementation, not professional experts are involved, but occupational safety specialists who face a number of specific problems in the process of work. This is due to the specifics of activities in the field of occupational safety and industrial safety, which is based on a large number of laws and regulations, as well as local regulations of the enterprise. At the same time, when conducting occupational safety examinations, it is necessary to rely on knowledge of physics, mathematics, chemistry, as well as technological processes, equipment, devices and tools of enterprises where the accident occurred. Currently, there is no real methodology for conducting such examinations.

In the literature there are only approximate plans for their implementation (Rossinskaya E. R.). This work is based on the experience of the author's participation in conducting technical forensic examinations on occupational safety for accidents that occurred in various industries. The article deals in sufficient detail with 11 main problems related to research during occupational safety examinations. The article will be useful to specialists conducting such examinations, as well as investigators, to improve the quality of their work.

*Keywords:* accident, technical expertise, labor protection, industrial safety, employer, enterprise.

Известно, что проведение судебных технических экспертиз по безопасности труда (по охране труда, по промышленной безопасности) по уголовным делам, связанным с несчастными случаями на производстве значительно облегчает работу следователя, так как результаты ее являются одними из доказательств и обычно проясняют роль каждого должностного лица предприятия, причастного к несчастному случаю или аварии, и меру его ответственности. В соответствии с ст.220 УПК РФ при составлении обвинительного заключения, на основании которого прокурор разрешает вопрос о направлении дела в суд, следователь должен представить перечень доказательств, подтверждающих обвинение.

Россинская Е. Р. [1] относит технические судебные экспертизы по безопасности труда к судебным инженерно-технологическим экспертизам, которые производятся «в целях выявления причины аварий при работе машин и оборудования, а также нарушений технологии изготовления продукции и правил техники безопасности в промышленном и сельскохозяйственном производстве». Для проведения таких экспертиз привлекаются специалисты по охране труд

и промышленной безопасности, имеющие соответствующее образование и опыт работы.

Обобщение опыта проведенных судебных технических экспертиз по уголовным делам, возбужденным по несчастным случаям на производстве [2-4] позволяет провести анализ проблем возникающих при их производстве. По своей сути чаще всего такие экспертизы являются комиссионными и комплексными, так как приходится привлекать для проведения конкретных специфических исследований экспертов (специалистов) различных специальностей. Обычно, это оформляется актом о результатах исследований (химического анализа материала, анализа марки стали, проверка прочности на стендах, измерение геометрических размеров, и т. д.), который подписан специалистом и руководителем организации, которая проводила исследования и прилагается к заключению или экспертиза назначается как комплексная и дополнительные эксперты входят в состав группы экспертов, проводящих экспертизу.

Поведение таких экспертиз представляет сложную задачу и является серьезным исследованием, от которого в той или иной степени зависит решение суда.

Обсуждение в нашей и зарубежной литературе вопроса о научности и качестве судебных экспертиз [5-7] носит больше теоретический характер, так как, в конечном счете, все зависит от сложности экспертизы. В конечном итоге в [7] авторы констатируют, что судебная экспертиза основывается на научных методах, а ее качество зависит от уровня научно-технического прогресса. Часто для выполнения судебной технической экспертизы по уголовным делам, возбужденным по несчастным случаям на производстве, приходится привлекать ученых различных специальностей, что определяет научность и качество экспертизы. Когда говорят о низком качестве и недостатках судебной экспертизы, то фактически это разговор о низком качестве любой исследовательской работы [8, 9].

**Целью работы** является обсуждение специфических проблем, связанных с исследованиями при проведении судебных экспертиз по безопасности труда и пути их решения.

Для получения необходимых материалов с целью формирования аргументированных ответов на поставленные следователем вопросы,

изложенные в постановлении о проведении экспертизы по безопасности труда, приходится проводить исследования, которые приведены ниже с комментариями.

1. Исследование специалистом постановления следователя с целью предварительного ознакомления с обстоятельствами дела и определения смысла поставленных вопросов и возможности ответа на них и обсуждение их со следователем.

При правильном подходе при назначении такого рода экспертиз следователь должен предварительно обсудить и согласовать вопросы с экспертом, которые будут изложены следователем в постановлении о проведении экспертизы по безопасности труда. К сожалению, это бывает не всегда, и часто вопросы повторяются в различных трактовках, а ответ на них обычно один. Стандартного подхода здесь быть не может, так как каждый несчастный случай на производстве уникален.

2. Анализ литературных источников, относящихся к предстоящему исследованию, так как происшествия происходят в различных отраслях промышленности и необходимо ознакомиться с технологиями, оборудованием, применяемыми на производстве, проанализировать статистику несчастных случаев и т. д.

Часто вопросы следователя касаются технологии производства. Например, по уголовному делу 2017 года о гибели работника на участке фильтрации продуктов нефтепереработки ООО «Каскад» в постановлении следователя были поставлен такой вопрос: «Является ли технология очистки дизельного топлива на фильтрационной станции очистки дизельного топлива на месте происшествия уникальной (современной)?» В результате проведенных консультаций со специалистами и исследование литературных источников удалось выяснить, что способ химической очистки нефтепродуктов серной кислотой был изобретен братьями Дубиниными в двадцатых годах XIX столетия и впервые применялся в России. Источником информации послужила следующая литература: Гурвич Л. Г. Научные основы переработки нефти. М.–Л, 1925. – 630 с., Моторные топлива, масла и жидкости Т. 2 М.: Ред. К. К. Папок, Е. Г. Семенидо Изд.во Нефтяной и горно-топливной литературы, 1957.

Эксперт не может знать все технологии и оборудование различных производств, в которых происходят несчастные случаи и поэтому

необходимо изучение литературы по ним и при необходимости привлечь к экспертизе узких специалистов.

3. Анализ исползующихся на предприятии, на котором произошло происшествие, Законов РФ и федеральных и отраслевых нормативных документов по охране труда и промышленной безопасности на предмет их действия (актуальность) на момент происшествия.

На предприятии в отделе охраны труда и промышленной безопасности должны храниться подлинники действующих нормативных документов, которые содержат требования безопасности для конкретного производства данного предприятия. На основании этих документов должны разрабатываться локальные нормативные акты по безопасности труда на предприятии. Эксперту важно точно знать содержание этих действующих нормативных документов при дальнейших исследованиях и ссылаться на них при необходимости в заключении.

Правительство РФ якобы отменило с 1 января 2021 года все действующие нормативные правовые акты. Сработала «регуляторная гильотина», для сокращения количества нормативных документов в соответствии с Федеральным законом от 31.07.2020 № 247-ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации».

Органы государственного контроля (надзора) с 1 января 2021 года утвердили новые актуализированные требования по охране труда и промышленной безопасности но, к сожалению, массу документов не смогли актуализировать и внесли в так называемый белый список – 1275 старых документов, которые оставили действующими. В результате возможна путаница при определении нормативных документов, которые должны действовать на момент происшествия. Кроме этого некоторые нормативные документы по охране труда и по промышленной безопасности содержат требования к одному оборудованию (например: конвейер) и приходится разбираться, каким документом надо пользоваться.

4. Исследование материалов дела с целью определения условий, времени или временной последовательности действия, места действия его границы, положение участников, определение других условий возникновения несчастного случая и определения недостающих материалов для проведения экспертизы.

При исследовании допросов причастных к делу работников, представленных в деле фото видео материалов, актов расследования несчастных случаев, действующих локальных нормативных документов предприятия, (распоряжений, нарядов допусков, документов, удостоверений, протоколов об аттестации работников и т. д. на момент происшествия) чаще всего у эксперта возникает необходимость представления для исследования дополнительных материалов (повторных допросов участников происшествия следователем для получения ответов на вопросы эксперта, недостающих документов предприятия или документов работников об образовании, аттестации, удостоверений, протоколов и т. д.).

5. Исследование при необходимости обстоятельств дела на месте происшествия вместе со следователем и с его разрешения проведение опроса свидетелей и специалистов предприятия на месте с целью уточнения обстоятельств дела и при необходимости обращения к следователю для поведения дополнительных допросов, истребования дополнительных документов, испытаний и следственных экспериментов.

Такие исследования проводятся в том случае, если предыдущие исследования материалов дела (отсутствуют фото, видео материалы или их недостаточно, сложное оборудование и т. д.) оказались недостаточны для формирования ответов на вопросы следователя, поставленные в постановлении. Обычно в протоколах допросов следователя упускаются некоторые детали, которые важны для экспертизы по безопасности труда. Но пословица «лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать» в некоторых случаях очень хорошо работает. На месте происшествия по прибытию эксперта со следователем часто уже все нарушения исправлены, но эксперту очевидцы рассказывают и показывают, что было не так, кто что нарушал. Новые подробности происшествия затем фиксируются следователем в дополнительных допросах.

6. Исследование действующих технологических регламентов, проектов производства работ, технологических карт, и их реальное оформление и выполнение.

Эти документы являются технологическими локальными нормативными документами предприятия.

На опасных производственных объектах особенно в химической, горно-химической, нефтехимической промышленности действуют технологические регламенты, которые четко регламентируют технологический процесс производства.

В технологическом регламенте, в частности, определяется оптимальный технологический режим, порядок проведения операций технологического процесса и контроля их исполнения для выпуска продукции требуемого качества, регулирует безопасные условия эксплуатации производства.

«Информация и данные, приводимые в технологических регламентах, могут быть использованы при разработке документации по осуществлению эксплуатирующей организацией производственного контроля, разработке плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах, а также деклараций промышленной безопасности.» (ФНП «Правила безопасности химически опасных производственных объектов» Приказ Ростехнадзора РФ от 07.12.2020 г. № 500).

Эта информация является основой разработки производственных (рабочих) инструкций для рабочих профессий работников на опасных производственных объектах.

Проект производства работ (ППР) обязательный документ для возведения, реконструкции и капитального ремонта объекта. Его назначение – выбрать технологию строительно-монтажных и/или ремонтных работ, позволяющую, в частности, обеспечить общую безопасность. Без ППР нельзя правильно организовать и начать рабочий процесс. Технологическая карта обычно входит в состав ППР или разрабатывается как отдельный организационно-технологический документ на каждый вид работ или определенный технологический процесс. Все эти документы обязательны для исполнения на предприятии. Они широко применяются в строительстве и в других отраслях промышленности. Их нарушение или неправильное оформление может приводить к несчастным случаям.

7. Исследование правильности оформления локальных нормативных документов предприятия по безопасности и их реального выполнения (правила внутреннего трудового распорядка, система управления охраной труда и промышленной безопасностью, специальная



оценка условий труда, положения о выдаче СИЗ, оценка профессиональных рисков, проведение медицинских осмотров, должностные инструкции работников, инструкции по охране труда, рабочие (производственные) инструкции (на опасных производственных объектах), журналы инструктажей и т. д. на момент происшествия.

Все внутренние документы по безопасности труда (локальные нормативные акты (ЛНА)) не должны противоречить нормативным правовым актам, не содержать лишнюю информацию, быть согласованы представительным органом (профсоюзом при его наличии), утверждены руководителем, доведены до сведения работников под подпись (Статья 22 ТК РФ), правильно храниться и использоваться, действовать определенный срок и при необходимости изменяться или заменяться на новые. Неисполнение этих требований является нарушением. ЛНА носят подзаконный характер, конкретизируют действие норм федерального законодательства на конкретном предприятии.

Так при расследовании уголовного дела оказалось [2], что положение о СУОТ утверждено позднее произошедшего несчастного случая, а с положением о нарядной системе предприятия не был ознакомлен под роспись не один руководящий работник предприятия. Не правильно оформленные ЛНА и, в частности, не оформленный наряд-допуск послужил одной из причин гибели одного работника предприятия и получения увечья другим [2].

8. Исследование состояния оборудования на момент происшествия (выполнение требований безопасности к оборудованию правильности его эксплуатации, обслуживанию и испытаниям, эксплуатационные документы).

Если несчастный случай связан с работой оборудования, то необходимо проверить соответствие его эксплуатационным документам, таким как инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке, руководству по эксплуатации паспорта и т. д.

Так при исследовании состояния конвейера оказалось, что ограждения натяжного барабана отсутствовали [2] в результате чего погиб работник.

9. Исследование прочности, устойчивости оборудования, инструментов, материалов расчетными и экспериментальными методами (на специальных стендах, определение химического состава

материала, марки стали и т. д., измерение геометрических размеров деталей на соответствие их чертежам и т. д.).

При наличии вопроса эксперту, касающегося проведения проверочных расчетов, они проводятся, методами, изложенным в справочниках, учебниках по инженерным расчетам или по утвержденным в нормативных документах методам. При наличии у эксперта инженерного образования он может проводить расчеты сам или обратиться к специалистам расчетчикам. При этом ссылка в расчетах на литературу или нормативный документ обязательна. Например: Морданов С. В. Расчет на прочность общепромышленных сосудов и аппаратов: учебное пособие, 2020, Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 томах 2021 и ГОСТ 27609-88 Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Основные положения и требования к проведению и нормативно-техническому обеспечению, РД 50-338-82 Методические указания. Расчеты и испытания на прочность. Порядок разработки межотраслевых методических указаний на методы расчета и испытаний и т. д.

Экспериментальные методы проводятся обычно привлеченными специалистами, лабораториями при этом используются для определения прочности специальные стенды, различные методы определения химического состава материала, марки стали и т. д., измерение геометрических размеров деталей на соответствие их чертежам и т. д.).

10. Установление соответствия реального состояния здоровья, квалификации пострадавшего или виновного работника характеру выполняемой работы, подтвержденное соответствующими документами трудовыми, гражданско-правовыми договорами.

В соответствии со ст.14 ТК РФ «в случаях, предусмотренных трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, организацию проведения за счет собственных средств обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров, других обязательных медицинских осмотров, обязательных психиатрических освидетельствований работников, внеочередных медицинских осмотров работников в соответствии с медицинскими рекомендациями, химико-токсикологических исследований наличия в организме человека наркотических

средств, психотропных веществ и их метаболитов». В соответствии с приказом Минздрава РФ от 28 января 2021 г. № 29н утвержден новый порядок проведения медосмотров. Отсутствие прохождения медосмотра работником является нарушением работодателем требований закона, которое может быть причиной несчастного случая. Это может быть или пострадавший работник (работники) или работник (работники), действия которого привели к несчастному случаю. Часто важно знать по какому договору работники работают на объекте (по трудовому или гражданско-правовому договору) [3]. От этого зависит на ком лежит ответственность за несчастный случай.

11. Исследование договоров аутсорсинга в случае, когда в происшествии задействованы несколько предприятий их оборудование или их работники.

Практика аутсорсинга для стратегических целей российскими и иностранными компаниями достаточно развита [10]. Широко применяется аутсорсинг в международных экономических отношениях [11]. Ясно, что при передаче таких функций предприятия как бухгалтерия, IT услуги [12] (непроизводственная сфера) вопросов связанных безопасностью труда на производстве практически не возникает.

Например, так получилось при несчастном случае, описанном в работе [4]. Там как раз были задействованы и работники, и оборудование трех предприятий. Из-за несогласованных действий персонала, которые не были прописаны в договорах аутсорсинга этих предприятий, погиб работник.

Фактически при проведении исследований по каждому вопросу следователя приходится применять что-то вроде метода анализа «дерева решений» только наоборот.

(ГОСТ Р 58771-2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска»). В обычном априорном методе анализ начинается с возможных принятых решений и далее проводится прогнозирование развития событий, определяется результат, который может быть получен, при реализации событий. В нашем же случае событие произошло (несчастный случай) и приходится проводить апостериорный анализ решений, которые привели к несчастному случаю при этом альтернативные правильные решения не приводят к негативным последствиям, а реальные, к сожалению, приводят к несчастным случаям.

Все это позволяет определить причинно-следственные связи между действиями пострадавшего (пострадавших) работника (работников), свидетелей, администрации предприятия и наступившими последствиями.

Полученные результаты:

Проведенный анализ проблем, возникающих при производстве судебных технических экспертиз по безопасности труда, и предложенные пути их решения может являться основой для создания методики проведения таких экспертиз.

Предложенный материал поможет специалистам и экспертам, проводящим подобные экспертизы, повысить их качество.

### Литература

1. *Россинская Е. П.* Судебная экспертиза в гражданском, арбитражном, административном и уголовном процессе: моногр. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Норма : ИНФРА-М, 2018. – 575 с.
2. Проблемы безопасности на дробильно-сортировочных фабриках карьеров по результатам судебных технических экспертиз / О. В. Лонский, М. Ю. Лискова // Горный информационно-аналитический бюллетень = Mining Informational and Analytical bulletin. – 2020. – № 3–1 – С. 116–126.
3. Анализ причин смертельного несчастного случая при ремонте крыши по результатам судебной технической экспертизы по охране труда / О. В. Лонский // Евразийский юридический журнал. – 2021. – № 5 (156). – С. 397–399.
4. Анализ причин несчастного случая на производстве по результатам судебной технической экспертизы по охране труда / О. В. Лонский // Евразийский юридический журнал. – 2019. – № 3(130). – С. 324–325.
5. *Нестеров А. В.* О научных основаниях судебной экспертизы // Теория и практика судебной экспертизы. 2018. Том 13. № 3. С. 123–127. <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2018-13-3-123-127>.
6. *Weeden V. W.* Recent Developments in the Forensic Sciences // United States Attorneys' Bulletin. 2017. Vol. 65. № 1. P. 3–14.
7. *Crispino F., Ribaix O., Houck M., Margot P.* Forensic science – A true science? // Australian Journal of Forensic Sciences. 2011. Vol. 43. Issue 2–3. P. 157–176. <https://doi.org/10.1080/00450618.2011.555416>.
8. *Смирнова С. А.* Вызовы времени и экспертные технологии правоприменения/ Мультиформальное издание «Судебная экспертиза: перезагрузка». Ч. 1. М.: ЭКОМ, 2012. 656 с.
9. *Нестеров А. В.* Экспертика: общая теория экспертизы. М. : НИУ ВШЭ, 2014. 261 с.

10. *Klimovets M. V.* Practice of Outsourcing for Strategic Purposes by Russian and Foreign Companies // *Mediterranean Journal of Social Sciences*. – 2015. – Vol. 6, № 3 S6. – P. 193–199.

11. Outsourcing in International Economic Relations / Y. Bilan<sup>1</sup>, V. Nitsenko, Iu. Ushkarenko, A. Chmut, O. Sharapa // *Montenegrin Journal of Economics*. – 2017. – Vol. 13, № 3. – P. 175–185.

12. *Almutairi M., Riddle S.* State of the Art of IT Outsourcing and Future Needs for Managing Its Security Risks // 2018 International Conference on Information Management and Processing (ICIMP 2018), Jan. 12–14, 2018, London, UK / Inst. of Electrical and Electronics Eng., Inc. – London, 2018. – P. 42–48.

УДК 331.453

*Алсу Ильнуровна Шакирова,*  
канд. техн. наук, доцент  
*Ильдар Ильфатович Ганибаев,*  
магистр  
(Казанский национальный  
исследовательский технический  
университет  
имени А. Н. Туполева – КАИ)  
*E-mail: alsugal92@mail.ru*

*Alsu Ilnurovna Shakirova,*  
PhD in Sci. Tech., Associate Professor  
*Ildar Ilfatovich Ganibaev,*  
Master's degree  
(Kazan National  
Research Technical  
University  
named after A. N. Tupolev – KAI)  
*E-mail: alsugal92@mail.ru*

## **ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РАМКАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

### **INCREASING THE LEVEL OF INDUSTRIAL SAFETY IN THE FRAMEWORK OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

На сегодняшний день концепция устойчивого развития является одной из наиболее популярных «движений», борющихся за удовлетворение текущих потребностей человека при сохранении окружающей среды и ресурсов. В статье рассматривается, зависимость устойчивого развития от безопасности на рабочем месте, здоровья, производительности и благополучия, а также влияние устойчивого развития на инновационные подходы в области промышленной безопасности. Инновации в области промышленной безопасности и охраны труда обеспечивают устойчивое развитие за счет здоровых людей, более безопасных рабочих мест, контролируемой окружающей среды, управления несчастными случаями на рабочем месте и улучшения знаний о промышленной безопасности.

*Ключевые слова:* устойчивое развитие, промышленная безопасность, охрана труда, рабочее место, здоровье, окружающая среда.

Today, the concept of sustainable development is one of the most popular “movements” fighting to meet current human needs while preserving the environment and resources. The article examines the dependence of sustainable development on workplace safety, health, productivity and well-being, as well as the impact of sustainable development on innovative approaches in the field of industrial safety. HSE innovations drive sustainable development through healthy people, safer workplaces, controlled environments, workplace accident management, and better knowledge of industrial safety.

*Keywords:* sustainable development, industrial safety, labor protection, workplace, health, environment.

Повышение культуры безопасности и охраны труда на рабочем месте должно быть целью всех работодателей. Проблемы сохранения здоровья и обеспечение безопасности являются ключевыми элементами устойчивого развития в области промышленной безопасности. Все больше данных указывают на синергию между повышением безопасности и улучшением производственных результатов, таких как качество, эффективность, снижение воздействия производства на окружающую среду и другие цели устойчивого развития. Кроме того, существует положительная корреляция между безопасностью и организационной устойчивостью, включая расширение прав и возможностей сотрудников.

Устойчивое развитие – стратегия, направленная на удовлетворение потребностей современного мира, не оказывая неблагоприятного влияния на здоровье и окружающую среду в будущем, а также, не ставя под угрозу возможности удовлетворить потребности будущих поколений. Существует демографическая и экономическая теория, называемая мальтузианской ловушкой, утверждающее, что продолжающийся экономический рост нарушит баланс природы и в конечном итоге приведет к экологическим катастрофам. Этот дисбаланс между инновациями и развитием, как правило, приводит к провалу устойчивого развития [1].

Многие предполагают, что в концепции устойчивого развития рассматриваются только экологические проблемы, такие как глобальное потепление и повышение уровня моря, однако это не так. Права человека, рынок труда, льготы для работников, безопасность на рабочем месте и здоровье имеют решающее значение для устойчивого развития. Тем не менее, здоровье и безопасность работников играют ключевую роль в экономических показателях организации.

Устойчивое развитие зависит от трех аспектов, которые являются экономическими, социальными и экологическими. Областью пересечения экономического и социального измерения является социальная справедливость, а экономического и экологического измерения является устойчивая экономика. Пересечение социальных и экологи-

ческих аспектов приводит к созданию здоровой окружающей среды, в которой возможно высокое качество жизни человека.

На рисунке представлена связь трех аспектов, указывающие на основные принципы устойчивого развития.



Аспекты устойчивого развития.

По статистике международной организации труда (МОТ) в мире ежегодно от производственных травм и болезней умирает 2,3 миллиона рабочих. От профессиональных заболеваний страдают 160 миллионов рабочих и 313 миллионов от травм. Значительно страдает от заболеваний и травм страдает экономика компаний. По оценкам МОТ, более 4 % мирового годового ВВП теряется в результате производственных травм и заболеваний [2].

Смертность, травмы и заболевания, связанные с работой, особенно тяжело сказываются на развивающихся странах, где большинство населения занято опасными видами деятельности, включая сельское хозяйство, строительство, лесозаготовки, рыболовство и добычу полезных ископаемых. Смерть и инвалидность в результате опасной работы являются основной причиной бедности, от которой страдают целые семьи. Больше всего страдают самые бедные и наименее защищенные слои населения. Кроме того, на национальном уровне



несчастные случаи на производстве и болезни могут нанести ущерб деловой репутации и негативно сказываясь на устойчивом экономическом росте [3].

Имея данные проблемы, необходимо ответить на вопросы, как инновации в области безопасности труда и здоровья приводят к устойчивому развитию граждан и продвигать пути к устойчивому развитию в области промышленной безопасности.

Устойчивое развитие на рабочем месте может повлиять на многие аспекты организации, включая производительность сотрудников. Безопасность на рабочем месте имеет огромное значение для повышения производительности в организации. Правильно спроектированное и построенное рабочее место создает высокую производительность труда сотрудников, сохраняет здоровье сотрудников и снижает затраты организаций, понесенные в связи с несчастными случаями на рабочем месте. Это приводит к увеличению организационной устойчивой экономики. Плохо спроектированный офис может реально повлиять на производительность. Рабочие места, спроектированные и подготовленные для сотрудников, должны соответствовать умственным и физическим способностям сотрудников, чтобы им было комфортно работать. Чтобы создать пространство, которое действительно поощряет культуру благополучия для сотрудников, очень важно определить цели и потребности проекта организации с помощью процесса, который делает упор на сотрудничество, достижение консенсуса и инновации. Инновации на рабочем месте помогают улучшить производительность на рабочем месте, качество трудовой жизни, управление человеческими ресурсами.

### Литература

1. *Kassu J., Daniel K.* Industrial occupational safety and health innovation for sustainable development. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. Vol. 20, Issue 1. 2017. P. 372–380.

2. Международная организация труда [Электронный ресурс]: Тяжкое бремя плохих условий труда. – URL: [https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS\\_249276/lang--ru/index.htm](https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS_249276/lang--ru/index.htm) (дата обращения 30 октября 2022).

3. *Kassu J.* Workplace Innovation for Social Sustainable Development. *Sustainable Organizations*. 2020. DOI: 10.5772/intechopen.93791.

УДК 721.001

*Артем Денисович Шамардин,*  
программист  
(ООО «Строительная компания  
«Дальпитерстрой»)  
*E-mail: office@dalpiterstroy.ru*

*Artem Denisovich Shamardin,*  
programmer  
(LLC Construction Company  
“Dalpiterstoy”)  
*E-mail: office@dalpiterstroy.ru*

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ,  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАРУЖНОГО  
УТЕПЛЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ РЕМОНТА  
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ  
С НАРУЖНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЕЙ**

**INSULATION SYSTEMS AND PROBLEMS  
OF REPAIR ENCLOSING STRUCTURES  
OF RESIDENTIAL BUILDINGS  
WITH EXTERNAL THERMAL INSULATION**

В работе представлен анализ истории и эволюции нормативных требований к ограждающим конструкциям. Представлено краткое описание нормативных документов, которые устанавливали такие требования в дореволюционный период России, в период существования Советского Союза и периода современного российского государства. Показано, как менялись и трансформировались расчетные формулы, термины размерности физических величин. Проанализированы условия необходимости повышения требуемого сопротивления теплопередаче, осуществленного в 2000 году в СНиП II-3-79\*. На основании проведенного анализа норм приведены последствия применения наружной теплоизоляции для утепления зданий. Даны предложения по теплозащите жилых зданий с точки зрения технологии, экономики и экологии. Данные разработки реализуются на практике в ООО «Строительная компания «Дальпитерстрой».

*Ключевые слова:* сопротивление теплопередаче, ограждающие конструкции, наружная теплоизоляция, утепление зданий, экологические последствия.

The paper provides a review of regulatory requirements evolution for building envelope. It contains a brief description of normative documents of different periods, e.g. the period before 1917, the Soviet period, and modern Russia. The paper presents the evolution and transformation of calculating formulas, terms and variables dimensions. The conditions of necessity are analyzed the conditions of necessity are analyzed implemented in 2000 in SNIP II-3-79\*. Based on the analysis

of the norms the consequences of the use of external thermal insulation are given for insulation of buildings. Proposals on thermal protection of residential buildings are given from the point of view of technology, economics and ecology. These developments are being implemented in LLC Construction Company "Dalpiterstoy".

*Keywords:* heat transfer resistance, enclosing structures, external thermal insulation, insulation of buildings, environmental impacts.

Вопрос оптимального уровня теплозащиты ограждающих конструкций жилых зданий более 100 лет дискутируется специалистами в области тепловой защиты зданий и энергосбережения в строительстве [1–5]. В работе Ливчака В. И. [3] и других исследованиях, проводимых специалистами НП АВОК проанализированы дореволюционные работы Сокольского В. А. и Рошефора Н. И., в которых наряду с общестроительными вопросами рассмотрены вопросы теплоизоляции зданий. Рекомендации из этих работ, как нормативные требования к уровню теплоизоляции отражены в Урочном положении Рошефора Н. И., согласно которому наименьшая толщина наружных стен из кирпича была узаконена, в размере 2,5 кирпича, т. е. примерно 640 мм. Это требование определено для северной и средней климатических зон дореволюционной России.

Первыми нормами в СССР по теплозащите зданий и строительным конструкциям были «Технические условия и нормы» – «ТУиН 1929» [6]. В них, указывалось, что «Степень теплозащиты, обеспечиваемая стеновым ограждением, определяется её сопротивлением теплопередаче и устойчивостью теплового режима внутри здания при периодическом отоплении последнего». В качестве эталона, для среднего климатического района России, была установлена кирпичная стена с толщиной в 2,5 кирпича (640 мм) с сопротивлением теплопередаче  $0,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ . Документ был разработан в Теплотехническом институте В. М. Чаплиным, О. Е. Власовым и Т. Ф. Максимовым [6].

Как уже указывалось, что в соответствии с «ТУиН 1929» требуемое значение сопротивления теплопередаче устанавливалось равным  $R_0^{\text{TP}} = 0,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ . Следующие изменения нормативных требований произошли только в 1955 году. Раздел, посвященный строительной теплотехнике, составил основу главы 3 раздела В части II Строительных норм и правил СССР [7]. В нормах при определении требуемого сопротивления теплопередаче  $R_{0\text{тр}}$  уже учитывались многие дополни-

тельные факторы такие как: температура внешней среды  $t_n$ , температура внутри помещения  $t_b$ , массивность и положение ограждающей конструкции  $n$  по формуле:

$$R_{0\text{тр}} = (t_b - t_n) \cdot n \cdot m / (\alpha_b \cdot \Delta t^{\text{н}}), \quad (1)$$

где  $t_b$  – расчетная температура внутреннего воздуха;  $t_n$  – расчетная зимняя температура наружного воздуха для района строительства принимается по температуре наиболее холодной пятидневки;  $\Delta t^{\text{н}}$  – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения,  $\Delta t^{\text{н}} = 6,0$  °С;  $\alpha_b$  – коэффициент теплоперехода у внутренней поверхности ограждения,  $\alpha_b = 7,5$  Вт/м<sup>2</sup> · °С;  $n$  – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху;  $m$  – коэффициент, зависящий от степени массивности ограждения.

Следующие нормы вышли в 1962 году [8], где формула требуемого значения сопротивления теплопередаче аналогична формуле (1), но коэффициент  $m$  заменяется на коэффициент  $b$ , учитывающий качество теплоизоляции при ее наличии.

Следующие нормы, выпущенные в 1971 году [9] изъяли из формулы (1) дополнительные коэффициенты  $m$  и  $b$ , оставив формулу следующего вида:

$$R_{0\text{тр}} = (t_b - t_n) \cdot n / (\alpha_b \cdot \Delta t^{\text{н}}). \quad (2)$$

Нормы 1979 года [10] требуемое значение теплопередаче определяют по той же формуле (2), но с другими значениями коэффициентов, а именно  $\alpha_b = 8,7$  Вт/м<sup>2</sup>·°С,  $\Delta t^{\text{н}} = 6,0$  °С.

Подставив соответствующие числовые значения в формулы (1)–(2), получаем максимальное из всех норм [7]–[10] численное значение расчетного сопротивления теплопередаче, равное  $R_0^{\text{тр}} = 1,02$  м<sup>2</sup>·°С/Вт. Фактическое сопротивление теплопередаче стены из полнотелого глиняного кирпича современного производства равно  $R_0 = 1,40$  м<sup>2</sup>·°С/Вт.

Т. е. фактическое сопротивление теплопередаче кирпичной стены из полнотелого глиняного кирпича толщиной 64 см в современном исполнении удовлетворяют требованиям теплозащиты [10]

$R_0 = 1,40 > R_0^{тп} = 1,02 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , без применения дополнительных мероприятий по энергосбережению.

Приведенные выше расчеты теплозащиты зданий, выполненные по требованиям норм с 1929 г. по 1995 г. показывают, что они отвечают современным санитарно-гигиеническим параметрами, определяемым современным ГОСТ «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата помещений» [15] и создают комфортные условия для пребывания человека в помещении. Т. е. в жилых помещениях создается такой температурный режим, при котором человек, находясь в зоне, высотой 2,0 м на расстоянии 1,0 м от наружных стен, не испытывает перегрева или переохлаждения.

Анализ требований всех СНиП по теплотехнике за период с 1929 по 1995 годы показывает, что их требования обоснованы положениями существовавших ГОСТ к санитарно-гигиеническим и комфортным условиям, предъявляемым к жилым помещениям и обеспечивают экономичность ограждающих конструкций жилых зданий. При расчетах  $R_0^{тп}$  учитываются многие факторы, отражающие наружную и внутреннюю воздушную среду здания, физико-технические и экономические показатели ограждающих конструкций:  $t_{в}, t_{н}, n, \Delta t^{н}, \alpha_{н}, \sigma_{в}, m b$ .

Однако в конце 80-х и начале 90-х годов под предлогом энергосбережения было приняты волюнтаристские решения об увеличении теплозащиты зданий путем применения наружного утепления. Функционеры из Госстроя России объяснял это тем, что при переходе на рыночную экономику потребители тепловой энергии оплачивают ее не по рыночной цене, а по льготной цене. Поэтому был введен, так называемый режим энергосбережения. Переход на режим энергосбережения предусматривал два этапа. Первый этап – с 1.09.1995 по 31.12.1999 год. Второй этап, с более жесткими требованиями к теплозащите, вступил в силу с 1.01.2000 года.

В 1998 году вышел Свод правил СП 12-101-98 «Технические правила производства наружной теплоизоляции зданий с тонкой штукатуркой по утеплителю», который устанавливал общие требования к элементам наружной теплоизоляции зданий и технологическим процессам производства работ по ее креплению к основанию, выполненному из бетона, кирпича и естественного камня с целью приведения

их в соответствии с требованиями СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника», который вводил режим энергосбережения.

Изданный в 1998 году СНиП II-3-79\*с дополнениями вводит понятие «требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающее санитарно-гигиеническим и комфортным условиям» и предусматривает расчет теплопередаче ограждающих конструкций исходя из условий комфортности и из условий режима энергосбережения.

Требуемое значение сопротивления теплопередаче из условий комфортности  $R_0^{тп}$  определяется по формуле (2) при коэффициентах  $\alpha_b = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ ,  $\Delta t^u = 4,0 \text{ °C}$ .

Для определения требуемого сопротивления теплопередаче  $R_0^{тп}$  из условия энергосбережения было введено понятие – градусо-сутки отопительного периода (ГСОП), величина которых определяются по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{\text{он}}) \cdot Z_{\text{он}} \cdot \text{°C} \cdot \text{сут.} \quad (3)$$

где  $z_{\text{он}}$  – продолжительность отопительного периода со среднесуточной температурой воздуха ниже или равной  $8 \text{ °C}$ ;  $t_{\text{он}}$  – средняя температура отопительного периода.

Величина  $R_0^{тп}$  из условий энергосбережения определяется по таблицам, приведенных в СНиП [11] в зависимости от величины ГСОП.

В 2003 году был выпущен СНиП 23-02-2003, в 2012 году – СП 50.13330.2012, в которых требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R_0^{тп}$  однозначно определялось из условий энергосбережения по формуле:

$$R_0^{тп} = a \cdot \text{ГСОП} + b \cdot \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт.} \quad (4)$$

Где коэффициент  $a = 0,00035$ , коэффициент  $b = 1,4$ . Коэффициент  $a$  физически можно характеризовать как удельную характеристику расхода тепловой энергии на одну единицу градусо-суток отопительного периода. Коэффициент  $b$  можно охарактеризовать, как произвольную принятую величину увеличения требуемого сопротивления ограждения теплопередаче. Преобразовав формулу (4) получаем:

$$R_0^{тп} = a \cdot (\text{ГСОП} + 4000) \quad (5)$$

Т. е. фактически для определения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции из условий энергосбережения  $R_0^{тп}$  составители норм просто увеличивали реальную величину ГСОП на 4000 единиц градусо-суток.

Рассмотрим два возможных варианта наружного стенового ограждения для объекта строительства в Москве, для которых требуемое сопротивление теплопередаче по условиям энергосбережения [11] равно  $R_0^{тп} = 3,13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ .

Первый вариант – стена, с утеплителем из минваты и отделочным слоем из тонкослойной штукатурки. Величина фактического значения сопротивления теплопередаче стены из полнотелого кирпича толщиной 25 см с  $\lambda_k = 0,56 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$  и слоя минваты толщиной 110мм с  $\lambda = 0,041 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$  и учетом коэффициента однородности  $r = 0,95$  равна  $R_0 = 3,21 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ .

Второй вариант наружного ограждения с применением поризованных блоков размерами 380×250×219 мм, плотностью 750 кг/м<sup>3</sup> с  $\lambda = 0,115 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$  и наружным слоем из облицовочного кирпича размерами 250×85×65 мм, вес 2,5 кг,  $\lambda = 0,4 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ . Коэффициент однородности  $r = 0,85$ . Величина фактического расчетного сопротивления стены теплопередаче равна  $R_0 = 3,23 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ .

Второй вариант более технологичен, так как кладку можно выполнять изнутри здания с перекрытий, но по себестоимости при строительстве он дороже. Первый вариант менее технологичен, так как работы необходимо выполнять с устройством инвентарных лесов, но по себестоимости при строительстве он несколько дешевле. Но в том и другом случае не рассматривался период эксплуатации жилого здания.

Первый вариант нашел наиболее широкое распространение в жилищном строительстве несмотря на жесткие требования к технологии выполнения работ по наружной теплоизоляции, определяемым СП 12-101-98. Наименование работ по устройству теплоизоляции и трудозатраты на 1000 м<sup>2</sup> утепляемого фасада приведены в Таблице [17]. Однако строители учитывают только единовременные затраты при строительстве, не учитывая затраты по содержанию жилого здания в эксплуатационный период.

Стеновое ограждение из поризованных блоков за период эксплуатации требует только проведения периодических косметических

ремонтв внутренней поверхности наружных стен. Этот ремонт могут выполнить сами владельцы жилых помещений. Стеновое ограждение с наружным утеплением из минваты требует выполнения нескольких капитальных ремонтв с полной заменой теплоизоляции. Этот ремонт могут выполнять только специализированные строительные организации.

Т. е. кроме высоких трудозатрат на выполнение теплоизоляционного покрытия с тонкослойной штукатуркой, наружное утепление имеет существенный недостаток. По данным СП [16] и соответствующего СТО [17] срок службы наружного утепления составляет 20–25 лет. Если срок службы жилого здания с несущим железобетонным каркасом и наружными стенами из кирпича с поэтажной разрезкой составляет 100–125 лет, то в процессе эксплуатации такого здания наружную теплоизоляцию необходимо заменить минимум 4 раза.

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол. ед. изм.	Затраты труда, чел.-ч	
				На ед. изм.	На объем работ
<b>1</b>	<b>Подготовительные работы</b>				<b>1052,7</b>
1.1	Установка и разборка инвентарных лесов	м <sup>2</sup>	1200	0,435	522,0
1.2	Очистка стен от загрязнений	м <sup>2</sup>	1000	0,2	20,0
1.3	Огрунтовка стен	м <sup>2</sup>	1000	0,0907	90,7
1.4	Провешивание стен и установка маяков	м <sup>2</sup>	1000	0,12	120,0
1.5	Сплошное выравнивание поверхности	м <sup>2</sup>	1000	0,3	300,0
<b>2</b>	<b>Монтаж теплоизоляции</b>				<b>850,2</b>
2.1	Установка опорного профиля	м	150	0,284	42,6
2.2	Приклеивание плит утеплителя толщиной 100 мм из минераловатных плит	м <sup>2</sup>	1000	0,47	470,0



Окончание таблицы

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол. ед. изм.	Затраты труда, чел.-ч	
				На ед. изм.	На объем работ
2.3	Сверление отверстий глубиной до 200 мм, диаметром 8 мм с последующей установкой дюбелей	шт.	6150	0,0549	337,6
<b>3</b>	<b>Устройство армирующего слоя</b>				<b>449,6</b>
3.1	Установка усиливающих элементов и профилей из стеклосетки	м	400	0,298	119,2
3.2	Устройство штукатурного слоя, армированного стеклосеткой	м <sup>2</sup>	1050	0,3147	330,4
<b>4</b>	<b>Устройство защитно-декоративного слоя</b>				<b>37,2</b>
4.1	Огрунтовка оштукатуренных поверхностей	м <sup>2</sup>	1050	0,0907	95,2
4.2	Отделка фасада декоративным раствором	м <sup>2</sup>	1050	0,12	126,0
4.3	Окраска фасада	м <sup>2</sup>	1050	0,1428	149,9
<b>5</b>	<b>Разные работы</b>				<b>219,8</b>
5.1	Переноска материалов со склада на рабочее место на расстояние до 30 м	т	32	1,98	63,4
5.2	Подготовка смеси к применению при помощи миксера	т	17	6,7	113,9
5.3	Подача материалов электролебедкой на высоту до 10 м	т	32	1,33	42,6
	Всего				<b>2610</b>

Технологический цикл замены наружного утепления требует в 2,5 раза больших трудозатрат, чем затраты, приведенные в таблице.

При замене утеплителя необходимо расчленить существующую теплоизоляцию на куски небольшого размера, удалить их с поверхности основания, срезать дюбели, крепящие минвату к стене, зачистить поверхность основания от клеевого слоя и кусков минваты и выровнять поверхность основания для возможности выполнения последующего технологического процесса по утеплению здания. Снятую минвату с кусками сетки, срезанными дюбелями и штукатурным слоем необходимо вывезти на подготовленные полигоны для сортировки и дальнейшей переработки.

По статистическим данным за период с 2000 г. по 2021 год в России построено 770,5 млн. м<sup>2</sup> жилья в многоквартирных жилых домах, из которых 462,3 млн. м<sup>2</sup> с наружным утеплением. При средней толщине утеплителя равной 110 мм на наружное утепление за этот период израсходовано ориентировочно 25,4 млн. м<sup>3</sup> минваты. Для наглядности этот объем представляет собой призму с квадратным основанием 1000×1000 м и высотой 25,4 м. С экологической точки зрения этот объем отходов должен быть принят на заранее подготовленные специальные полигоны, отсортирован и переработан. В противном случае отходы будут представлять определенную техногенную опасность, так как они носят неорганическое происхождение и самостоятельно не утилизируются в естественной природной среде.

Произведенный анализ нормативных документов [6–13] показал, что до 1995 года нормы расчета тепловой защиты жилых зданий в основном руководствовались требованиями ГОСТ, которые предусматривали в жилых помещениях создание санитарно-гигиенических и комфортных условий для проживания, что обеспечивало экономичность наружных стен жилых зданий.

С введением в 2000 году режима энергосбережения с определением требуемого сопротивления теплопередаче ограждений  $R_0^{TP}$  через ГСОП был завуалирован введен ничем не обоснованный коэффициент  $b$ , увеличивающий фактическую величину ГСОП для жилых зданий на 4000 единиц градусо-суток отопительного периода. Утепление жилых зданий наружной теплоизоляцией экономически не выгодно, так как эти затраты необходимо учитывать за весь период жизненного цикла здания, а не только единовременные затраты на строительство. За время эксплуатации здания (100–125 лет) теплоизоляция

должна подлежать замене три, четыре раза, а отходы минваты, с точки зрения экологии, и техногенной опасности подлежат переработке на специально подготовленных полигонах.

Если рассматривать весь жизненный цикл жилых зданий, с возможным соблюдением режима энергосбережения, наиболее технологично и экономически выгодно стеновое ограждение из поризованных блоков с наружной облицовкой.

В ООО «Строительная компания «Дальпитерстрой» разработаны программы расчета сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций в *Excel* и C++ для различных вариантов стен. Программы используются для принятия решений по конструкциям стеновых ограждений на стадии предпроектных разработок и стадии «Проект».

#### Литература

1. Гагарин В. Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий // *Строительные материалы*. 2010. № 3. С. 8–16.
2. Васильев Г. П., Колесова М. В. Экономически и экологически целесообразный уровень теплозащиты зданий // *Вестник МГСУ*. 2011. № 8. С. 293–302.
3. Ливчак В. И. Европейская тенденция повышения теплозащиты зданий: как она реализуется в России? // *АВОК*. 2011. № 6. С. 64–71.
4. Шамардин А. Б., Шамардин А. Д. Комплекс программ в C++ для создания BIM-моделей расчета отопления индивидуального жилого дома. // *BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры*. Материалы Всероссийской науч.-практич. конф. СПб: СПбГАСУ, 2021. С. 425–434.
5. Шамардин А. Б., Шамардин А. Д. Комплекс программ для экспресс-анализа объемно-планировочных решений железобетонных и ограждающих конструкций жилых зданий. // *Новые информационные технологии в исследовании сложных структур*. Материалы тринадцатой международной конференции 7–9 сентября 2020 г. Томск : Издательский дом Томского государственного университета, 2020. С. 12.
6. ТУиН 1929. Временные правила и нормы проектирования и возведения зданий и сооружений. М.: Издательство «Плановое хозяйство» Госплана СССР, 1929. 39 с.
7. *Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы строительного проектирования*. СНиП II-В-55/Госстрой СССР. М. : 1954. 18 с.
8. СНиП II-А.7-62 *Строительная теплотехника. Нормы проектирования*/ Госстрой СССР. М.: Издательство литературы по строительству, 1964. 30 с.
9. СНиП II-А.7-71 *Строительная теплотехника. Нормы проектирования*/ Госстрой СССР. М. : Издательство литературы по строительству, 1973. 19 с.

10. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника. Нормы проектирования/ Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 32 с.
11. СНиП II-3-79\* Строительная теплотехника. Нормы проектирования/ Госстрой России. М.: ЦИТП Госстроя России, 1998.
12. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий/Госстрой России. М. : ФГУП ЦПП, 2004. 25 с.
13. СП 13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М. : Минрегион России, 2012. 95 с.
14. СНиП 23-01-99\* Строительная климатология и геофизика/Госстрой России. М. : ГУП ЦПП, 2003. 70 с.
15. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М. : Госстрой России, ГУП ЦПП, 1999. 14 с.
16. СП 12-101-98 Технические правила производства наружной теплоизоляции зданий с тонкой штукатуркой по утеплителю/Госстрой России. М. : ГУП ЦПП, 1998. 26 с.
17. СТО 58239148-001-2006 Системы наружной теплоизоляции стен зданий с отделочным слоем из тонкослойной штукатурки «CERESIT»/ООО «Хейнкель баунтехник». Введен впервые/ М. : ФГУП ЦПП, 2007. 104 с.

**УДК 614.841.4**

*Станислав Константинович Сафонов,*

канд. воен. наук, доцент

*Григорий Евгеньевич Качкаев,*

студент

*Егор Сергеевич Дорофеев,*

студент

(Ульяновский институт гражданской

авиации имени главного маршала

авиации Б. П. Бугаева)

*E-mail: stassafonov73@mail.ru,*

*cadetofuica@yandex.ru, afl1225@bk.ru*

*Stanislav Konstantinovich Safonov,*

PhD in Sci. Mil., Associate Professor

*Grigory Evgenievich Kachkaev,*

student

*Egor Sergeevich Dorofeev,*

student

(Ulyanovsk

Civil Aviation

Institute)

*E-mail: stassafonov73@mail.ru,*

*cadetofuica@yandex.ru, afl1225@bk.ru*

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА  
НА ВОЗДУШНЫХ СУДАХ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

**PECULIARITIES OF FIRE DEVELOPMENT  
ON AIRCRAFT OF CIVIL AVIATION**

В работе описаны основные виды пожаров на воздушных судах в период их эксплуатации и технического обслуживания, а именно пожары: разлитого топлива, силовых установок, органов приземления и пожары внутри фюзеляжа. Представлены основные способы и методы тушения пожаров различного типа на воздушных судах. Обоснованы причины, по которым использование альтернативных (в т. ч. автоматических) методов тушения перечисленных пожаров представляется невозможным в настоящее время.

*Ключевые слова:* воздушное судно, пожар, разлитое топливо, магниевые сплавы, силовые установки, воспламенение, горючее.

The paper describes the main types of fires on aircraft during their operation and maintenance, namely fires: spilled fuel, power units, landing gear and fires inside the fuselage. The basic ways and methods of extinguishing fires of various types on aircraft are presented. The reasons for which the use of alternative (including automatic) methods of extinguishing the above fires seems to be impossible at the present time are substantiated.

*Keywords:* aircraft, fire, spilled fuel, magnesium alloys, power units, ignition, fuel.

На сегодняшний день невозможно представить мир без гражданской авиации. Самолет – это самый безопасный, быстрый и комфортный способ перемещения на практически любые расстояния. Авиация в России не стоит на месте, во флотах различных авиакомпаний появляются новые типы воздушных судов (ВС), открываются новые направления для перелетов. На аэродромах и в аэропортах внедряются новейшие системы обеспечения безопасности воздушного движения, пассажиров и эксплуатации воздушных судов. Вместе с этим снижается риски, связанные с перелетом по воздуху. Одним из основных факторов обеспечения безопасности при эксплуатации воздушных судов является пожарная безопасность. Исследуя Российские и зарубежные отчеты по инцидентам на воздушном транспорте, во внимание попадает информация о том, что инициация пожара может произойти на любой ступени эксплуатации ВС: взлете, посадке, техническом обслуживании.

Пожары на ВС представляют собой большую опасность в любом виде. На кафедре поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов и техносферной безопасности Ульяновского института гражданской авиации реализуется проектная и исследовательская работа курсантов по различным направлениям [1–5], в том числе в области обеспечения пожарной безопасности. Анализируется классификация пожаров в гражданской авиации, представленная на рис. 1.



Рис. 1. Классификация пожаров в гражданской авиации

Такая классификация создана ввиду того, что разные виды пожаров представляют собой разные совокупности опасных факторов и отличительных свойств, которые необходимо брать в расчет при локализации и ликвидации пожаров. В действительности пожар на воздушном транспорте может являться конгломератом приведенных выше пожаров. В частности, пожар разлитого топлива под фюзеляжем может являться инициатором возгорания как силовых установок, так и органов приземления, а далее перейти и в горение внутри фюзеляжа [6].

Охарактеризуем пожар разлитого топлива. Характеризуется большими размерами, высокой скоротечностью, температурой более 1000 °С, высокой скоростью охвата пламенем всей поверхности ВС. Согласно испытаниям через 2–3 минуты установившегося горения, воздействие тепловых потоков пожара на фюзеляж самолет приводит к резкому повышению температуры внутри салонов и кабины воздушного судна, вследствие прогара фюзеляжа и распространения пожара внутрь фюзеляжа [7]. Данный тип пожара может вызывать взрывы топливных баков ВС. Параметры возгорания и горения топлива в зависимости от их сортов могут отличаться. Основные огнетехнические характеристики авиационных топлив представлены в таблице.

**Показатели пожаро-, и взрывоопасности авиационного топлива**

Характеристика	Сорта топлив				
	РТ	Т-1	ТС-1	Т-2	Т-6
Температура вспышки, °С	218	220	218	233	220
Образование воздушных смесей, способных взрываться, происходит при концентрации, г/м <sup>3</sup>	1,4...7,5	1,4...7,5	1,4...7,5	1,4...6,0	1,5...8,0
Образование воздушных смесей, способных взрываться, происходит при температуре у земли, °С	25...60	25...60	25...57	10...30	57...105

Окончание таблицы

Характеристика	Сорта топлив				
	РТ	Т-1	ТС-1	Т-2	Т-6
Температура поверхности, которая может привести к самовоспламенению топлива при контакте, °С	325	325	325	330	320

Из таблицы очевидно, что образование взрывоопасных смесей с воздухом на земле для топлива марки Т-2 происходит уже при 10 °С, что создает высокую опасность при разливе топлива, особенно в летний период времени.

Основной задачей при тушении пожара авиатоплива, разлитого под ВС, является ликвидация за минимальное время наружного пожара, в первую очередь в районе пассажирских салонов и кабины экипажа, а также создания эвакуационных проходов из ВС. Одновременно с тушением должно проводиться охлаждение фюзеляжа. Основным средством тушения пожаров авиатоплива является огнетушащая пена, получаемая на основе различных типов пенообразователей [7].

Охарактеризуем пожары внутри фюзеляжа. Представляют первоочередную опасность для пассажиров и экипажа ВС. Помимо основных опасных факторов пожара, воздействующих на людей во время пожара внутри фюзеляжа, оказывают большое влияние оказывает пожарная нагрузка салонов. Она включает в себя кресла, внутреннюю обшивку салона, половые перекрытия, и проходящие между обшивками электрические и гидравлические системы. Большая часть пожарной нагрузки в салоне самолета – это пластиковые массы, которые являются источником высокотоксичных веществ и ядов во время горения и плавления. К таким веществам и ядам относятся: угарный газ, синильная кислота, акролеин, цианистый винил, хлороводород и др. Перечисленные вещества и яды могут оказывать обширное действие на центральную нервную систему, вызывать



острые и хронические заболевания зрительного и дыхательного аппаратов. В момент проникновения в организм человека вызывают удушье, рвоту, судороги. Человек под воздействием перечисленных веществ может заметить ухудшение зрения, увеличение слезоточивости и общую слабость организма [8].

Для локализации и ликвидации пожаров внутри фюзеляжа воздушного судна, на начальных стадиях пожара, разумно использовать водные и хладоновые огнетушители. Водные огнетушители используются при тушении обесточенных элементов конструкций и интерьерных покрытий. Хладоновые огнетушители используются в тех же случаях что и водные, но объекты могут быть под действием электричества. Отметим, что хладоновые огнетушители способны локализовать и ликвидировать горение специальных жидкостей, в том числе горюче-смазочных материалов. Число огнетушителей на борту определяется в зависимости от вместимости и объемно-планировочных решений каждого типа воздушного судна.

Подчеркнем, что хладоновые огнетушители признаны наиболее эффективным универсальным огнетушащим средством для использования в ВС, но пары, образующиеся после разрядки огнетушителя, токсичны при вдыхании, поэтому при их использовании необходимо использовать средства индивидуальной защиты, такие как дымозащитные капюшоны, снабженные кислородным баллоном.

Поиск альтернатив хладоновым огнетушителям идет до сих пор. Практикой доказано, что самым эффективным методом тушения возгораний в первые секунды развития пожара являются использование автоматических систем пожаротушения, но их внедрение на воздушные суда пока не представляется возможным, т. к. для их установки необходимо перепроектирование конструкции ВС, что повлечет за собой, например, увеличение веса ВС, увеличение стоимости производства и дополнительные сертификационные испытания для внесения изменения в базовый сертификат типа ВС.

Выделяют пожары силовых установок воздушных судов. К силовым установкам ВС относят двигатели, вспомогательные силовые установки, системы запуска, масляные системы, агрегаты управления двигателя и элементы топливной системы. К отличительным чертам подобных пожаров относятся: взрыв двигателя в направлении вдоль

воздушного судна (через сопла) и разбрызгивание горящего топлива. Характерные особенности течения пожаров данного типа: резкое увеличение температуры вплоть до 1000 °С в области горения и быстрое протекание.

Пожары силовых установок обычно возникают и развиваются в закрытом подкапотном пространстве мотогондол. Поэтому для их ликвидации в первую очередь необходимо использовать огнетушащие составы объемного (газового) тушений: углекислый газ, хладонны, состав СЖБ [7].

Отдельно выделяют пожары органов приземления. К органам приземления относятся шасси и система торможения. Данные типы пожаров напрямую связаны с горением резины и гидрожидкости, особую опасность представляет горение магниевых сплавов ввиду температуры их горения близкой к 3000 °С. При горении гидрожидкости развивается высокая температура, способствующая воспламенению резины, а затем и магниевых сплавов барабанов колес тележки шасси.

Наиболее безвредным и испытанным способом тушения пожаров органов приземления, сопровождающихся горением магниево-алюминиевых сплавов является комбинированный способ, при котором используется огнетушащий порошок и раствор пенообразователя. В случае горения шасси, находящегося в разлитом авиатопливе, тушение пожара целесообразно проводить воздушно-механической пеной низкой кратности, подавая ее с высокой производительностью [7].

Не секрет, что для горения необходимо выполнение трех основных условий: наличие горючего вещества, присутствие окислителя и воздействие источника зажигания. Возможные источники зажигания на воздушных судах в процессе полета и наземного технического обслуживания представлены на рис. 2.

Процесс развития пожара на воздушном судне, его эффективность и наносимый им ущерб, зависят от большого количества факторов. Включая местоположение воздушного судна, особенности данных типов воздушных судов, в плане конструкции, оснащённости противопожарными средствами и технического состояния. Также влияют: режим полета воздушного судна, аэродинамика, микроклимат в салоне самолета. Пожары воздушных судов имеют специфическую

особенность – это кратковременность, за короткий промежуток времени происходят большие глобальные изменения. Также нельзя не отметить, что ввиду многочисленности горюче-смазочных материалов на борту воздушного судна может произойти их смешивание при повреждениях. А это может привести к повышению пожароопасности смеси из-за уменьшения температуры вспышки. Экспериментально доказанный факт – температура воспламенения смеси горючих жидкостей абсолютно ниже среднего арифметического температурного показателя вспышки каждой жидкости из состава смеси [11].

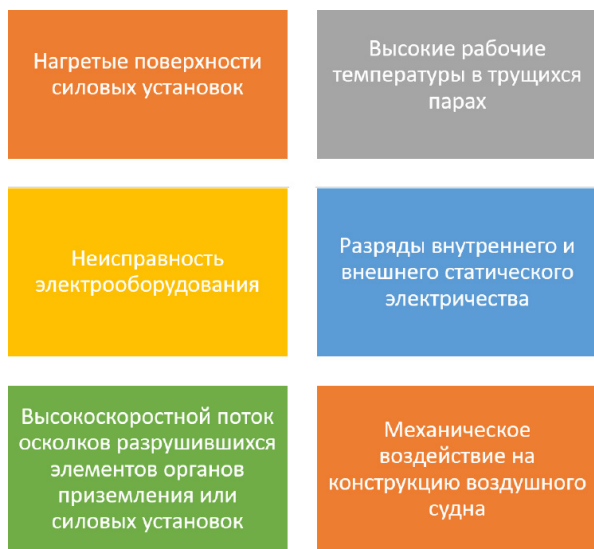


Рис. 2. Источники зажигания на воздушных судах [9, 10]

С ростом авиаперевозок, увеличивается не только количество пассажиров, но и вероятность пожара на воздушных судах. Для обеспечения пожарной безопасности, в гражданской авиации, исследуются новые методы предупреждения и тушения пожаров, идет поиск альтернатив хладоновым огнетушителям ввиду токсичности паров их содержимого при нагревании.

Пожарная безопасность – одно из приоритетных направлений в обеспечении безопасности пассажироперевозок, полетов и эксплуатации гражданских воздушных судов. Важно изучать новые методы локализации и предупреждения возгораний на ранних этапах пожаров для уменьшения действия опасных факторов пожаров и сокращения экономических издержек их возникновения. Достижение полной безопасности невозможно, но необходимо знать опасности, по возможности избегать и, при необходимости, применять действия по их локализации и ликвидации. Самолеты – это крылья человечества, способные разрушить старые границы нашего существования.

### Литература

1. Организационно-правовые аспекты профессиональной подготовки магистров для аэропортовых аварийно-спасательных служб / Н. Н. Иванская, В. А. Куклев, А. В. Селезнев, В. Д. Кострикин // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2022. – № 1. – С. 94–102.

2. Васильев М. А. Совершенствование практических навыков пожаротушения у персонала опасных производственных объектов с помощью интерактивных программно-аппаратных средств / М. А. Васильев, Е. А. Кулькова, В. А. Куклев // Сборник трудов Конкурса научно-исследовательских работ (Конкурса НИР): Материалы Молодежной программы 25-ой Международной специализированной выставки и Форума «Безопасность и охрана труда» БИОТ-2021, Москва, 07–10 декабря 2021 года. – Москва : Ассоциация разработчиков, изготовителей и поставщиков средств индивидуальной защиты, 2021. – С. 76–78.

3. Внедрение системы автоматического пожаротушения на топливозаправочном комплексе авиапредприятия / В. В. Желябина, Е. В. Пономарева, В. Д. Кострикин, В. А. Куклев // Комплексные проблемы техносферной безопасности: Материалы VI Международной научно-практической конференции. В 3-х частях, Воронеж, 21–22 декабря 2020 года / Отв. редактор И. Г. Дроздов. Том Часть III. – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2021. – С. 30–34.

4. Программно-аппаратный тренажер совершенствования практических навыков пожаротушения у курсантов авиатранспортного вуза / В. А. Куклев, В. Д. Кострикин, А. В. Селезнев, С. К. Сафонов // Научный вестник УИ ГА. – 2020. – № 12. – С. 18–22.

5. Сафонов С. К. Изучение курса по теории горения и взрыва как стимул для исследования современных методов обеспечения противопожарной защиты фасадов и кровли зданий / С. К. Сафонов, Д. Р. Магдеева, В. А. Куклев // Электронное обучение в непрерывном образовании 2018: V Международная научно-практическая конференция, Ульяновск, 18–20 апреля 2018 года. – Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2018. – С. 282–288.

6. *Ахремочкин С. А.* Особенности тушения пожаров на воздушных судах // материалы научно-практической конференции «Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования». – Волгоград, 2017. – С. 496–502.

7. Рекомендации по тушению пожаров на воздушных судах на аэродромах гражданской авиации. – Текст: электронный // POZHПРОЕКТ: [сайт]. – URL: <https://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Rekom/rek-tushenie-aerodrom.htm> (дата обращения: 20.10.2022).

8. *Гулюгина Т. М., Мерзликин И. Н.* Тушение пожаров на воздушных судах на аэродромах гражданской авиации // материал II Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы пожарной безопасности: теория и практика (Firesafety 2020)». – Уфа : Уфимский государственный авиационный технический университет, 2020. – С. 225–228.

9. *Аврамов З. А.* К проблеме средств защиты специалистов на аэродроме / З. А. Аврамов, В. В. Емельянов, О. М. Холодов // V Международная научно-практическая конференция «Комплексные проблемы техносферной безопасности». – Воронеж : ВГТУ, 2017. – С. 89–91.

10. *Иванников В. П., Ключ П. П., Мазур Л. К.* Справочник по тушению пожаров / В. П. Иванников, П. П. Ключ, Л. К. Мазур, – М. : РИО МВД, 2007. – 226 с.

11. *Холодов О. М., Альдааджех С. А.* Обеспечение пожарной безопасности на аэродроме // VIII Научно-практическая региональная студенческая конференция с международным участием «Медико-биологические и естественно-научные аспекты физической культуры и спорта» – Воронеж : ВГИФК, 2018. – С. 8–11.

**УДК 34.09**

*Виктор Васильевич Колот,*  
канд. техн. наук, доцент  
*Ольга Николаевна Ледяева,*  
старший преподаватель  
(Политехнический институт  
Сибирского федерального университета)  
*E-mail: Sochneva.e@inbox.ru*

*Viktor Vasilevich Kolot,*  
PhD in Sci. Tech., Associate Professor  
*Olga Nikolaevna Ledyayeva,*  
senior lecturer  
(Polytechnic Institute  
Siberian Federal University)  
*E-mail: Sochneva.e@inbox.ru*

**ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ  
ОБУЧЕНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА**

**PRACTICAL ASPECTS OF LABOR SAFETY  
TRAINING ORGANIZATION**

В работе представлен практический анализ изменений в сфере обучения по охране труда, которые вступили в силу с 1 сентября 2022 года. Мнение авторов о практике реализации таких изменений представлено по основным разделам, освещенным в соответствующем нормативно-правовом акте. К таким разделам относятся: проведение инструктажей, обучение по охране труда, обучение по вопросам оказания первой помощи пострадавшим, обучение правилам и особенностям использования средств индивидуальной защиты. Также рассмотрен вопрос организации и проведения стажировок на рабочих местах. После каждого раздела представлены некоторые выводы авторов, касающиеся особенностей организации процесса. Также в работе акцентируется внимание на необходимости изменений всех соглашений по социальному партнерству в части охраны труда в связи со вступившими изменениями. Для реализации мероприятий в рамках вступающих в силу изменений каждая организация должны выполнить комплекс организационных мероприятий с разработкой локальных нормативно-правовых актов. Все эти аспекты рассматриваются в данной статье.

*Ключевые слова:* охрана труда, обучение по охране труда инструктажи, обучение первой помощи, обучение правилам использования средств индивидуальной защиты, оптимальность.

The paper presents a practical analysis of changes in the field of labor protection training, which came into force on September 1, 2022. The opinion of the authors on the practice of implementing such changes is presented in the main sections covered in the relevant regulatory legal act. These sections include: briefings, training in labor protection, training in first aid for victims, training in the rules and peculiarities of using personal protective equipment. The issue of organizing and

conducting internships at the workplace was also considered. After each section, some conclusions of the authors regarding the organization of the process are presented. Also, the work focuses on the need to change all agreements on social partnership in terms of labor protection in connection with the changes that have come. To implement the measures within the framework of the changes that are coming into force, each organization must carry out a set of organizational measures with the development of local regulatory legal acts. All these aspects are discussed in this article.

*Keywords:* labor protection, labor protection training, briefings, first aid training, training in the rules for using personal protective equipment, optimality.

Сегодня вопросы подготовки специалистов в области техносферной безопасности получили новое значение, что связано со вступлением в силу нового нормативно-правового акта по вопросам обучения Постановления Правительства РФ от 24.12.2021 № 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда» (вместе с «Правилами обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда») [1].

Цель данной статьи – анализ конкретных направлений изменений с учетом реализации их на практике.

Изменения целесообразно исследовать по соответствующим группам.

Во-первых, изменения коснулись порядка проведения инструктажей по охране труда. Например, в соответствии с изменениями, некоторых сотрудников можно освободить от первичных (и, соответственно, повторных) инструктажей по охране труда. Для этого у них должны быть оптимальные или допустимые условия труда, при этом они сталкивались только с такими источниками опасности, как:

- стационарные копировально-множительные аппараты, которые используют только для нужд компании;
- другая офисная оргтехника;
- бытовая техника, которую не применяют в технологическом производственном процессе.

При этом необходимо учитывать, что указанные работники будут освобождены от инструктажей только в том случае, если работодатель утвердит приказ (распоряжение) в организации с перечнем профессий, работа по которым освобождается от инструктажей. Данный перечень надо согласовать с руководителем первичной профсоюзной

организации. При отсутствии приказа (распоряжения) работодателя работники будут обязаны проходить инструктажи в общем порядке.

Кроме того, с 1 сентября информацию о проведенных инструктажах вместо журнала регистрации можно фиксировать, например, в личных книжках сотрудников или использовать любую иную форму документирования инструктажей [2]. Но в этом случае «иные формы» необходимо утвердить на уровне организации.

Во-вторых, интересным изменением выступило использование стажировок для вновь принимаемых работников в случае, если производство является вредным или опасным. Конечно, прохождение стажировок целесообразно и в других случаях. Прежде всего для понимания сути вопроса, разграничим правовые категории: стажировка и испытательный срок. Обе эти формы первичной адаптации работников используются на практике. Отличие первой от второй заключается в том, что во время стажировки происходит реальное обучение работника, тогда как во время испытательного срока организация просто «присматривается» к работнику, и делает выводы о его профессиональной состоятельности. Стажировка обязательно нужна для тех видов работ, где есть хоть малейшая опасность с точки зрения условий труда. И это не только требование законодательства, но и обычная логика и здравый смысл. Любой работник, даже, если он имеет существенный опыт работы, не может мгновенно включиться в существующий технологический процесс, так как на каждом предприятии он имеет свои особенности. Для этого необходимо какое-то время. Кроме того, гораздо эффективнее, если такое включение произойдет под руководством опытного наставника, который расскажет о существующем бизнес-процессе, проконтролирует самостоятельную работу стажиремого, поможет быстро освоить все существующие особенности.

Также важно, что после прохождения стажировки, испытуемый обязательно пройдет итоговую аттестацию. Соответственно организация должна разработать и утвердить программу стажировки и оценочные средства для прохождения итоговой аттестации. В Постановлении указывается, что срок прохождения стажировки не должен быть менее двух смен, максимальный же период там не указывается. Мы же



рекомендуем, исходя из опыта работы, устанавливать максимальный срок не более двух недель. Этого вполне достаточно для того, чтобы работник освоил существующие бизнес (или технологические) процессы и все нюансы данного производственного процесса.

В целом, стажировка – это не только инструмент снижения безопасности труда, но и возможность быстрого и эффективного обучения работника и его адаптация к конкретным условиям труда. Несомненно, это более эффективный инструмент, чем испытательный срок во всех случаях при приеме работников.

В случае неудачного прохождения итогового испытания по окончании процесса стажировки с работником также можно расторгнуть трудовой договор.

В-третьих, рассмотрим новшества по вопросам обучения по оказанию первой помощи пострадавшим. Как известно, перечень таких работников расширился, и обучаться они должны только по программе, основы которой представлены в приложении к упомянутому выше Постановлению Правительства № 2464. Следует обратить внимание, что обучению по оказанию первой помощи теперь подлежат все работники рабочих профессий. Для понимания, кто из работников относится к рабочим профессиям рекомендуем воспользоваться профессиональными стандартами. Рядом с каждой обобщенной трудовой функцией в профессиональных стандартах, справа пишется уровень квалификации. Все уровни квалификации с 1-го по 4-й включительно относятся к рабочим профессиям.

Обучение по оказанию первой помощи пострадавшим, на практике, оптимальнее организовать посредством сторонней организации, имеющей аккредитацию на обучение по программам дополнительного профессионального образования, хотя нормативно-правовой акт допускает организацию такого обучения силами организации. Но организации в этом случае необходимо разработать и утвердить программу обучения и оценочные средства в соответствии с Постановлением Правительства № 2464. Обучение, проводимое своими силами в организации, необходимо будет оформить протоколами, тогда как обучение в образовательной организации завершится выдачей удостоверения установленного образца, что более репрезентативно с точки зрения надзорных проверок.

В-четвертых, отдельно выделено обучение по использованию средств индивидуальной защиты. Данное обучение большинство организаций проводило и ранее, их включали в обучение по охране труда, а также такие вопросы освещали во время проведения инструктажей по охране труда. Теперь обязанность организации – выносить такое обучение отдельно. Включить в инструктажи можно вопросы использования СИЗ только в том случае, если они не сложны и не требуют особых знаний. Например, халат и перчатки для уборщицы и т. п.

В Постановлении сказано, что обучение способам и методам использования СИЗ можно осуществить в своей организации самостоятельно, также можно обратиться в соответствующие аккредитованные организации дополнительного профессионального образования. Наша практика показала, что такое обучение будет оптимально организовать внутри организации самостоятельно и оформить протоколами. Так как подобное обучение эффективно тогда, когда оно осуществляется в непосредственной близости производственного процесса и учитывает его нюансы, а также особенности СИЗ, используемых на данном предприятии.

В-пятых, рассмотрим изменения в части обучения по охране труда. Сегодня оно разбито на три группы, для разных категорий работников (а, б, в – соответственно). С точки зрения надзорной практики целесообразнее каждое обучение проводить в объеме не менее 16 часов, с выдачей удостоверения по установленной форме. Конечно, такое обучение будет эффективнее, если его будет проводить сторонняя образовательная организация, имеющая соответствующую аккредитацию. Кроме того, образовательные организации, в перспективе, должны будут получить аккредитацию Правительства РФ для того, чтобы иметь право обучать по этим программам. Впоследствии, список таких организаций будет размещен на сайте Минтруда РФ. В Постановлении № 2464 говорится о том, что, если работнику необходимо обучиться по всем трем программам, то суммарно обучение не должно составлять менее 40 часов. Однако в реальной практике надо помнить, что для организации оптимальнее, чтобы по каждому виду обучения работники проходили повышение квалификации. При этом необходимо помнить, что повышение квалификации начинается от 16 часов. Поэтому, если работник проходит суммарно

по трем повышению квалификации обучение в объёме 40 часов, то удостоверение о повышении квалификации выдать будет невозможно. Это означает, что указанное уточнение не следует выполнять буквально, надо помнить об удобстве отчетности для организации по результатам обучения, поэтому уточнение о снижении суммарного количества обучения на практике не упрощает организация обучения по охране труда.

Важный вопрос, который предстоит решить в разрезе грядущих изменений состоит в том, что необходимо актуализировать все соглашения по социальному партнёрству в части охраны труда в соответствии с изменениями. В соответствии с Трудовым кодексом такие соглашения действуют на шести уровнях социального партнерства [3]. К ним относят следующие.

Генеральное соглашение, которое заключается между Правительством РФ, Союзом промышленников и предпринимателей и Федерацией независимых профсоюзов России.

Межрегиональное соглашение, оно охватывает социально-трудоу сферу нескольких, близко расположенных регионов. В России на практике используется редко.

Региональное соглашение, оно действует на территории региона и заключаются между региональными отделениями профсоюзов и работодателями, а также представителями органов исполнительной власти субъекта Федерации.

Отраслевое соглашение, оно распространяется только на организации отрасли, которые участвовали в его заключении. Заключается между отраслевыми объединениями профсоюзов и работодателей и представителями органов исполнительной власти РФ.

Территориальные соглашения, действуют на пространстве отдельного муниципального образования. В России их действия незначительны, чаще всего они просто дублируют законодательно установленные нормы.

Коллективные договоры, они есть не во всех организациях, однако, как раз-таки на промышленных предприятиях, где остро стоят вопросы безопасности, они присутствуют всегда. Как правило, на промышленных предприятиях, где есть вредные и опасные факторы труда, есть профсоюзные организации, а отраслевые комитеты проф-

союзных организаций региона серьезно контролируют охрану труда в таких организациях. Соответственно, на предприятиях из реального сектора экономики, практически, всегда есть коллективные договоры.

Необходимо сказать, что соглашение по социальному партнерству более низкого уровня в представленной иерархии, должно включать в себя позиции всех соглашений более высокого уровня, и не ухудшать, а только улучшать положение работников по сравнению с ними.

При внесении изменений по охране труда в рамках Постановления Правительства № 2464, в первую очередь, и в обязательном порядке, изменению должны подлежать отраслевые соглашения и коллективные договоры. Во многих из них могут содержать позиции, затрагивающие различные виды и формы обучение работников по охране труда.

Следует отметить, что в системе социального партнерства охрана труда всегда занимала особое место. С практической точки зрения в некоторых регионах невозможно зарегистрировать в соответствующем органе исполнительной власти коллективный договор, если к нему нет развернутого приложения с указанием всех мероприятий по охране труда, которые планирует проводить организация. В соглашениях могут указываться не только те меры, которые являются обязательными с точки зрения законодательства, но и те, которые улучшают положение работников по сравнению с официально установленными. Для внесения в соглашение изменений необходимо провести дополнительные переговоры сторон социального партнерства на соответствующих уровнях (профсоюзные организации, организации, объединяющие работодателей и органы исполнительной власти). В случае, если какие-либо соглашения по социальному партнерству не будут своевременно изменены, то руководствоваться надо положениями рассматриваемого Постановления, а не соглашениями. Но это только в том случае, если положения соглашений будут ухудшать положение работников в части безопасности труда по сравнению с Постановлением. В остальных случаях, когда позиции соглашений улучшают положения работников, они будут действовать вопреки Постановлению.

Теперь рассмотрим, какие мероприятия, связанные со вступлением в силу указанного Постановления, следует провести на уровне отдельной организации в части локальной нормативно-правовой документации.

В общем необходимо сделать следующее.

1. Актуализировать положение об обучении в организации с учетом изменений.

2. Внести изменения, касающиеся обучения по охране труда в положение о системе управления охраной труда.

3. Совместно с представителями служб управления персоналом (кадровых служб) провести разделение работников с точки зрения необходимости обучения по категориям: а, б, в, как сказано в Постановлении Правительства № 2464 (п. 52). Необходимо разработать график обучения, и впоследствии приказом работодателя направлять работников на обучение.

4. Провести анализ потребности обучения работников по использованию средств индивидуальной защиты. Для тех, кому это необходимо – провести обучение, оформив его протоколами.

5. Провести анализ работников с точки зрения обучения правилам оказания первой помощи. Если при этом возникнут двусмысленные ситуации по конкретным работникам об обязательности такого обучения – то трактовать их в сторону прохождения такого обучения.

6. На уровне организации необходимо определиться: использовать ли журнал регистрации проведения инструктажей по охране труда (и в этом случае изменить его форму) или применять другую форму, например, вести личные карточки и/или иные формы.

7. Организации должны быть готовы, что региональные отделения Государственной инспекции труда уже сейчас потребует отчетность о реализации изменений в рамках Постановления 2464. В этом случае они действуют в рамках своих полномочий [4]. Так, в Красноярском крае, в сентябре 2022 года практически все работодатели получили предостережение от регионального отделения государственной трудовой инспекции об обязательности выполнения обязательных требований в части обучения по охране труда. В документе указывается требование о необходимости уведомления последней о мерах, которые принимаются для обеспечения обязательных требований, а также о сроках их принятия. Из практики деятельности организаций, отметим, что в этом случае вполне допустимо отправить перечень указанных выше организационных мероприятия с указанием сроков их выполнения.

Для удобства план-график мероприятий для надзорных органов можно представить в такой табличной форме. К нему можно приложить любые необходимые пояснения.

**План-график мероприятий, направленных  
на соблюдение обязательных требований  
в части обучения по охране труда**

№ п/п	Наименование мероприятия	Сроки исполнения	Ответственный	Примечания

Все указанные выше действия направлены на соблюдение обязательных требований, установленных ст. 214 Трудового кодекса Российской Федерации, в части проведения обучения и проверки знаний требований охраны труда работников, которые устанавливаются локальными нормативными актами работодателя. Также указанные требования нацелены на актуализацию программ обучения требованиям охраны труда [5].

В заключение работы представим основные выводы, к которым пришли авторы.

1. Организацию обучения по использованию средств индивидуальной защиты эффективнее будет сделать предприятию своими силами, тогда как обучение по охране труда, по оказанию первой помощи оптимальнее проводить путем направления работников в сторонние организации, где они по результатам получают официально утверждённые документы – удостоверения установленного образца.

2. Все изменения законодательства необходимо отразить в отраслевых соглашениях по социальному партнерству, а также в коллективных договорах организаций. Поскольку процедура изменений соглашений по социальному партнерству, которая регламентируется Трудовым кодексом, достаточно длительна, то до момента их изменений необходимо руководствоваться теми нормативно-правовыми актами, которые улучшают положение работников в части создания

безопасных условий труда и охраны жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности.

3. В каждой организации необходимо определить план реализации мероприятий в рамках обучения по охране труда, основой которого может быть предложен тот, который приводится в данной работе. Необходимо определить сроки проведения всех мероприятий и закрепить ответственных лиц.

Таким образом, изменения законодательства в области обучения по охране труда породило комплекс организационно-правовых действия со стороны каждой организации. Для реализации этих мер целесообразно использовать имеющийся опыт, чтобы осуществить все с наибольшей выгодой. Но в любом случае все изменения послужат росту безопасности труда и усилению охраны здоровья работников в процессе их трудовой деятельности.

#### **Литература**

1. Постановление Правительства РФ от 24.12.2021 № 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда» (вместе с «Правилами обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда»).
2. Письмо Минтруда от 30.05.2022 № 15-2/В-1677.
3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 14.07.2022), ст. 45.
4. Официальный сайт Федеральной службы по труду и занятости. Режим доступа: <https://rostrud.gov.ru/> (дата обращения: 10.09.2022 г.).
5. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 14.07.2022), ст. 214.

**УДК 614.84**

*Нина Анатольевна Фролова,*  
д-р техн. наук, доцент  
*Ирина Анатолиевна Шапошникова,*  
студент  
*Дарья Евгеньевна Чикомазова,*  
студент  
(Амурский государственный университет)  
*E-mail: ninelfr@mail.ru*

*Nina Anatolyevna Frolova,*  
Dr. Sci. Tech., Associate Professor  
*Irina Anatolievna Shaposhnikova,*  
student  
*Daria Evgenievna Chikomazova,*  
student  
(Amur State University)  
*E-mail: ninelfr@mail.ru*

**АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
СУБЪЕКТОВ РФ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ  
ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ**

**ANALYSIS OF FIRE SAFETY OF SUBJECTS  
OF THE RUSSIAN FEDERATION ON THE BASIS  
OF PREDICTION OF THERMAL DECOMPOSITION  
OF SOLID SUBSTANCES**

В статье представлены статические данные пожаров на территории Магдагачинского района в период 2019–2021 гг., свидетельствующие об их уменьшении. Выявлены причины снижения количества пожаров: проведение профилактической работы МЧС России по Амурской области; усиление контроля за организациями и учреждениями; современное оснащение оборудования пожарных частей и постов; установка систем оповещения. Предложено внедрение нового направления обеспечения пожарной безопасности, которое направлено на организацию процесса прогнозирования термического разложения твердых веществ в процессе горения с физико-химических позиций в возможных источниках возникновения пожара.

*Ключевые слова:* пожар, анализ, причина, прогнозирование, термическое разложение.

The article presents static data on fires in the territory of the Magdagachinsky district in the period 2019–2021, indicating their decrease. The reasons for the decrease in the number of fires were identified: carrying out preventive work of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Amur Region; strengthening control over organizations and institutions; modern equipment of fire departments and



posts; installation of warning systems. It is proposed to introduce a new direction of ensuring fire safety, which is aimed at organizing the process of predicting the thermal decomposition of solids in the combustion process from the physical and chemical positions in possible sources of fire.

*Keywords:* fire, analysis, cause, prediction, thermal decomposition.

Прогнозирование термического разложения твердых веществ при пожаре является основной задачей обеспечения пожарной безопасности, которое позволяет определить и идентифицировать выбросы загрязняющих веществ и физико-химические особенности процесса распространения огня. Точный прогноз кинетики разложения твердых тел должен быть спроектирован с учетом следующих параметров пожара: температура, скорость возгорания, скорость нагрева, концентрация кислорода, агрегатное состояние топлива и т. д. Итак, механизм разложения является основными исходными данными для модели термического разложения твердых веществ [1]. Каждая модель термического разложения позволяет рассчитать группу кинетических параметров, обычно из уравнений Аррениуса: энергию активации, предварительный фактор и порядок реакции. Тем не менее, до сих пор все методы, используемые для определения механизма разложения и расчета кинетических параметров, основаны на единой информации о конденсированной фазе. Исследование моделирования термического разложения твердых веществ при пожаре является необходимым элементом расчёта кинетических параметров химических процессов горения [2]. Кроме того, найденные группы параметров позволяют точно предсказать процесс разложения твердых веществ при пожаре в различных экспериментальных условиях, в частности, в отношении скорости его нагрева и условий атмосфер. Расчет скорости разложения представляет собой решающую проблему для разработки правил пожарной безопасности, чтобы сделать надежные прогнозы и образования загрязняющих веществ [3].

Нами были проанализированы данные о пожарах в Магдагачинском районе 2019–2021 г.

**Данные о пожарах  
в Магдагачинском районе 2019–2021 г.**

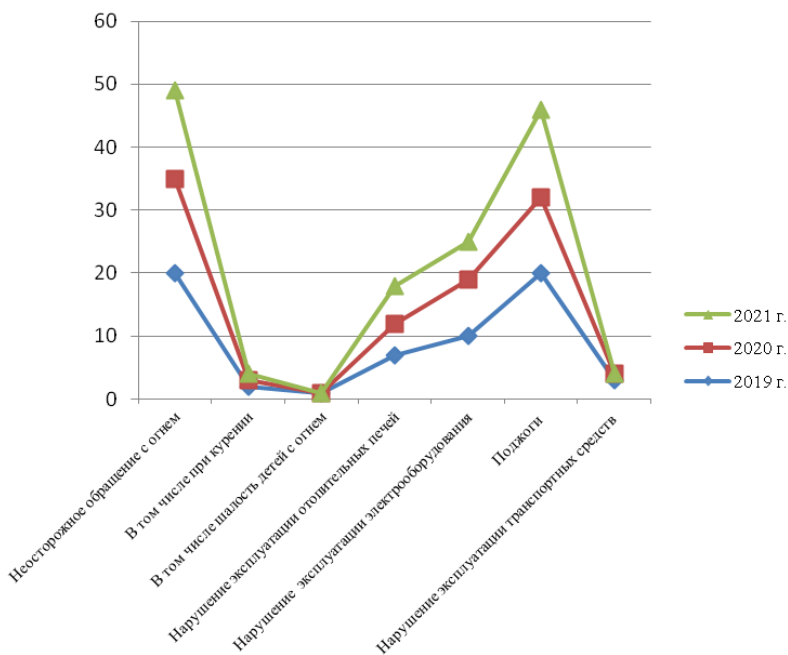
	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Количество пожаров	155	141	108
Прямой ущерб от пожаров, руб.		642 350	0
Погибло людей (всего)	2	6	6
Из них детей	0	0	0
Травмировано людей (всего)	0	1	7
Из них детей	0	0	0
Спасено людей	0	7	2
Спасено материальных ценностей, руб.		12 150 000	4 600 000

Результаты таблицы свидетельствуют об уменьшении количества пожаров, при одновременном увеличении погибших и травмированных людей. Тенденция уменьшения пожаров в районе происходит по ряду причин:

- проведении профилактической работы МЧС России по Амурской области;
- усилении контроля за организациями и учреждениями;
- современном оснащении оборудованием пожарных частей и постов;
- установки систем оповещения;
- организации процесса прогнозирования термического разложения твердых веществ в процессе горения с физико-химических позиций в возможных источниках возникновения пожара и разработка моделирования этих процессов при помощи современных аналитических инструментов.

На рисунке приведены причины возникновения пожаров в Магдагачинском районе 2019–2021 г. Неосторожное обращение с огнем является самой распространенной причиной возникновения пожара. Статистика свидетельствует, что 46 % всех пожаров возникает по вине людей, не знающих или безответственно относящихся к выполнению

правил пожарной безопасности. Главной причиной такого легкомысленного поведения является укоренившееся в сознании большинства людей представление о том, что пожар в нашей действительности явление очень редкое. Примеров пожаров из-за обращения с огнем огромное множество. По количеству случаев не уступает причина пожаров, связанная с нарушением правил устройства и эксплуатации электрооборудования, которая вызывает короткое замыкание. Оно возникает из-за нарушения изоляции в электропроводах и кабелях, вызываемое перенапряжением, износом изоляции и механическими повреждениями. Опасность короткого замыкания заключается в увеличении силы тока на сотни тысяч ампер, из-за чего происходит выделение большого количества тепла в проводниках за очень короткий промежуток времени, что в свою очередь, приводит к резкому повышению температуры и воспламенению изоляции.



Причины возникновения пожаров в Магдагачинском районе 2019–2021 гг.

Таким образом, в ходе анализа пожарной безопасности и моделирования процессов нами выявлено влияние кинетики термического разложения твердых веществ в процессе горения на механизмы их разложения. Общая модель термического разложения должна точно предсказывать скорость потери массы как функцию зависимости скорости разложения твердых веществ от температуры и массовой доли кислорода. Тем не менее, определение этих двух переменных в реальных пожарных ситуациях остается сложной задачей, вследствие огромного влияния явлений физико-химической природы: турбулентность, тепловой баланс, тепловые потери, скорость диффузии, вентиляция и т. д. [4, 5]. Организация процесса прогнозирования термического разложения твердых веществ в процессе горения с физико-химических позиций в возможных источниках возникновения пожара и разработка моделирования этих процессов при помощи современных аналитических инструментов достоверно снижает риск возникновения пожаров и рассматривается, как перспективное и фундаментальное направление, которое требует системного подхода.

### Литература

1. *Ngo V. A.* Prevention of fire and fire spread for facilities with large area and space / V. A. Ngo // Proceedings of the International Scientific and Technical Conference “Safety Systems”. – 2021. – № 30. – P. 242–247.
2. *Станкевич Т. С.* Разработка алгоритма выбора ранга пожара и алгоритма прогнозирования площади пожара при тушении пожаров в морских портах / Т. С. Станкевич, С. Ю. Бутузов, А. А. Рыженко // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2016. – № 7(114). – С. 109–116. – DOI 10.21285/1814-3520-2016-7-109-116.
3. *Тимаков П. И.* Исследование динамики опасных факторов пожара при установлении очага пожара / П. И. Тимаков // Наука и образование сегодня. – 2021. – № 9(68). – С. 7–13.
4. *Субачев С. В.* Тренажер-имитатор по тушению пожаров в зданиях на основе компьютерной модели развития пожара по площади / С. В. Субачев // Вестник Академии Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2006. – № 6. – С. 120–126.
5. *Баубекова Д. Ж.* Прогноз развития пожара и организация проведения спасательных работ и тушения пожара / Д. Ж. Баубекова // Innovation Management and Technology in the Era of Globalization: Materials of the V International Scientific-Practical Conference. In 2 volumes, Alexandria-Sharm El Sheikh, Egypt, 08–11 января 2018 года. – Alexandria-Sharm El Sheikh, Egypt: Общественный фонд “Региональная Академия Менеджмента”, 2018. – С. 214–221.

**УДК 628.2**

*Антонина Михайловна Смирнова,*  
канд. техн. наук, старший преподаватель  
*Андрей Семенович Мазур,*  
д-р техн. наук, профессор  
*Сергей Юрьевич Крикливый,*  
канд. техн. наук, доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
технологический институт  
(технический университет))  
*E-mail: saterezia@yandex.ru,*  
*mazuras@mail.ru, skrikliv@mail.ru*

*Antonina Mikhailovna Smirnova,*  
PhD in Sci. Tech., senior lecturer  
*Andrey Semenovich Mazur,*  
Dr. Sci. Tech., Professor  
*Sergey Yurievich Krikliyvy,*  
PhD in Sci. Tech., Associate Professor  
(Saint-Petersburg  
State Institute  
of Technology)  
*E-mail: saterezia@yandex.ru,*  
*mazuras@mail.ru, skrikliv@mail.ru*

**ОЦЕНКА ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ  
ОБЪЕКТОВ ВОДООТВЕДЕНИЯ**

**ASSESSMENT OF FIRE AND EXPLOSION HAZARD  
OF WATER DISPOSAL FACILITIES**

Проведен качественный и количественный анализ газозвушной смеси образующейся внутри канализационного коллектора системы водоотведения на станциях воздухоочистки. В качестве основного пожаровзрывоопасного компонента принят метан.

*Ключевые слова:* канализационная сеть, метан, система воздухоочистки, пожароопасность.

The paper presents qualitative and quantitative analyses of the gas-air mixture forming inside the sewer collector. Methane was regarded as the main fire and explosion hazardous component.

*Keywords:* sewer network, methane, air filtration station, fire and explosion hazard.

**Введение**

Сточные воды удаляются от жилых домов, муниципальных зданий и других объектов по канализационным коллекторам, которые представляют собой трубы глубокого заложения и большого диаметра. Процесс транспортировки сопровождается осаждением взвешенных частиц веществ, образованием и выделением различных газов [1–3].

Среди образующихся газов присутствуют такие соединения как: диоксид азота, аммиак, диоксид серы, сероводород, диоксид углерода, метан, предельные углеводороды, фенол, метилмеркаптан и другие. Они оказывают негативное влияние на окружающую среду [4], рабочий персонал, городских жителей [5], а также могут стать причиной разрушения различных объектов сети.

Образование сероводорода внутри системы водоотведения хорошо известная проблема, она является основной причиной коррозии сводов канализационных коллекторов [6] и уменьшения срока их эксплуатации. Выделению же пожаровзрывоопасных газов, таких как метан, уделяется значительно меньшее внимание [7, 8]. В первую очередь это связано с их незначительными концентрациями, которые были зарегистрированы при проведении многочисленных исследований [9, 10]. Однако анализ аварийности [11] и статистика гибели персонала [12] доказывает, что метан является одной из основных причин аварий и инцидентов на объектах систем водоотведения.

Кроме этого, аварии могут быть вызваны конструктивным исполнением системы водоотведения (наличие тупиковых сооружений, перепадных колодцев и т. д.) [13] и колебания расхода сточных вод [14].

С целью обеспечения самотечного режима течения сточных вод, при проектировании и строительстве канализации используют безнапорный (самотечный) режим с частичным заполнением для обеспечения вентиляции, являющемся одним из факторов определяющим концентрацию газовой смеси.

Движение воздуха в свободной части канализационного коллектора осуществляется за счет разности давлений (естественной тяги) [15, 16] Аналогичный способ используется в горной промышленности для обеспечения движения воздуха внутри шахт [17].

Наиболее сложными в обеспечении вентиляции являются шахты колодцев и тупики сетей. Вентиляция на них значительно ниже, чем во всей сети, при тех же значениях интенсивности газообразования и выделения, что становятся более значимым, в том числе в отношении пожаровзрывоопасности.

Изменения расхода сточных вод в течение времени вызвано множеством факторов, среди которых можно отметить сезонность и атмосферные условия, однако основным является цикл водопотребления. Минимальные значения расхода сточных вод были зафиксированы

в 05:00 часов и составили  $2,7 \text{ м}^3/\text{с}$ , а максимальные в 22:00 часа и были равны  $6 \text{ м}^3/\text{с}$ , что хорошо согласуется с жизненным циклом абонента, представленном в [18].

Менее чем за 10 лет, водопотребление в Санкт-Петербурге значительно сократилось. Если в начале 2010 года оно составляло  $189 \text{ л/сут}$ , то в 2021 г. –  $130 \text{ л/сут}$ . Снижение водопотребления почти на  $60 \text{ л/сут}$  положительно для города с многомиллионным населением, однако для водоотводящей сети это создает новые проблемы, среди которых: снижение скорости сточных вод, заиливание сетей и их засорение, интенсивное газообразование и как следствие ее высокая загазованность.

Последнее, в виду наличия в газовой смеси пожаровзрывоопасных газов, создаёт благоприятные условия для формирования пожаровзрывоопасной среды, что подтверждает анализ аварийности.

Целью настоящей работы является оптимизация и обеспечение безопасных условий работы системы воздухоочистки предназначенной для нейтрализации вредных и дурно пахнущих компонентов газовой смеси и направлены на сокращение негативного воздействия на окружающую среду. При проектировании этой установки проектировщики исходили из недостаточно обоснованного решения, по которому газовоздушная смесь не рассматривалась как опасная среда с возможностью возникновения взрыва. Однако аварии, имевшие место в 2013 г. [19] и 2020 г. [20] доказали обратное.

Все это позволяет сделать вывод, что авария, случившаяся на станции воздухоочистки водоканала, также является событием, связанным с иницированием поступающей на очистку газовой смеси.

## Материалы и методы

### *Качественный анализ газовой смеси*

Качественный анализ проводился на основе исследования характеристик и свойств компонентов газовой смеси, которая включает соединения азота, серы, углерода и т. д.

Компоненты смеси можно разделить на две группы: не представляющие опасность (диоксид азота, диоксид серы, диоксид углерода) и представляющие опасность (аммиак, сероводород, фенол и метан). Под представляющими опасность газами рассматривались соединения способные участвовать в пожаровзрывоопасных процессах.

Оценка способности участия газозвушной смеси в пожаровзрывоопасных процессах проводилась на основе анализа физико-химических характеристик ее компонентов, а именно, концентрационных пределах распространения пламени и минимальной энергии зажигания.

В табл. 1 представлены пожароопасные характеристики газов, входящих в состав газозвушной смеси, образующейся внутри водоотводящей сети.

Таблица 1

### Пожароопасные характеристики газов

№ п/п	Наименование параметра	Вещество				
		Аммиак	Серо-водород	Метан	Фенол	Метан-тиол
1	Наименование вещества	Аммиак	Серо-водород	Метан	Фенол	Метан-тиол
2	Эмпирическая формула	$\text{NH}_3$	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{CH}_4$	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$	$\text{CH}_3\text{S}$
3	Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	0,68	1,42	0,67	1056,7	868
4	Температура вспышки, °С	–	–	–187,8	79	16
5	Температура самовоспламенения, °С	630	246	537	595	340
6	Концентрационные пределы распространения пламени, % об.	15–28	4,3–46	5,28–14,1	1,5–8,8	3,9–21,8
7	Минимальная энергия зажигания, мДж	680	0,068	0,28	–	–

Среди рассматриваемых опасных газов выделяются сероводород, оксид углерода и метан, их пожаровзрывоопасные характеристики наиболее значимы и могут стать причиной аварийных ситуаций, сопровождающихся пожарами и взрывами.

Обязательным условием возможных аварийных ситуаций, является достижение газозвушной смесью опасных концентраций, как показал анализ аварийности, это имеет место быть.



*Количественная оценка газовой смеси*

Количественная оценка проведена на основе анализа данных усредненного количества загрязнителей поступающих от различных категорий абонентов и количества загрязнителей на входе в очистные сооружения путем анализа данных о концентрациях компонентов газовой смеси, полученных методом отбора проб и газовой хроматографии с использованием стандартизированных методик.

На основе экспериментальных данных усредненного количества загрязнителей [21] содержащихся в сточных водах различного происхождения, измеренных на выходе от абонентов и на входе в юго-западные очистные сооружения Санкт-Петербурга, определили количество образующегося осадка, для трех различных категорий абонентов: жилой фонд (бытовые сточные воды), атмосферный и промышленные стоки (далее от мест образования).

В табл. 2 представлено количество загрязнителей, поступающее в водоотводящую сеть от различных абонентов и их содержание на входе в очистные сооружения.

Таблица 2

**Усредненная концентрация загрязнителей сточных вод в зависимости от групп и на входе в очистные сооружения**

Наименование показателя	Концентрация, мг/л	
	От мест образования	На входе в очистные сооружения
Взвешенные вещества	329	233
БПК полный	968	277
Фосфор общий	0,78	5
Азот общий	7,4	31
Азот аммонийный	36,1	17
Фосфор	7,02	2,5
Фенол	0,2036	0,0036
Нефтепродукты	4,72	1,5

Из табл. 2 видно, что около 30 % загрязнителей остается внутри водоотводящей сети, именно в них и формируется осадок, где происходит формирование различных газов.

Рост ряда показателей, представленных в табл. 2, можно объяснить несанкционированными сбросами не идентифицированных веществ, они могут оказывать как побуждающие, так и затормаживающее действие на химические и биологические процессы протекающих в осадке.

### Исследования газовой смеси

Анализ газовой смеси проводился методом газовой хроматографии с отбором проб из различных шахт и объектов. Отобранные пробы были исследованы на содержание: метана, сероводорода, диоксида серы, летучих органических соединений, аммиака и монооксида углерода.

В качестве мест отбора проб были выбраны: шахты дублера канализационного коллектора, приемная камера и первичный отстойник северной станции аэрации и каплеуловитель цеха воздухоочистки. Анализ газовой смеси проводился по стандартным методикам, представленным в [22–24].

Данные по содержанию газов в шахтах дублера главного канализационного коллектора представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Сводные данные по содержанию горючих газов в шахтах дублера  
главного канализационного коллектора**

№ п/п	H <sub>2</sub> S		CH <sub>4</sub>	
	мг/м <sup>3</sup>	% об.	мг/м <sup>3</sup>	% об.
Шахта № 10	79,8	0,0057	6	0,0006
Шахта № 8	60,2	0,0043	6	0,0006
Шахта № 7	60,2	0,0043	6	0,0006
Шахта № 1	32,2	0,0023	1,33	0,0002
Шахта № 10	168	0,012	0	0

В табл. 4 приведены данные по газообразным веществам в главном тоннеле канализационного коллектора (ГТКК) и северной станции аэрации (ССА).

Таблица 4

**Выбросы газообразных веществ в главный тоннель канализационного коллектора и северную станцию аэрации**

Наименование загрязняющего вещества	Концентрация $C_{\text{макс}}$ , н. у.					
	Шахта 435/2 ГТКК		Приемная камера ССА		Первичные отстойники ССА	
	мг/м <sup>3</sup>	% об.	мг/м <sup>3</sup>	% об.	мг/м <sup>3</sup>	% об.
Аммиак	< 0,2	< 0,00002	0,1	0,00001	0,1	0,00001
Сероводород	0,22	0,00002	0,33	0,00003	0,025	0
Метан	2200	0,22	–	–	–	–
Фенол	< 0,037	0	0,0185	0	0,0185	0
Смесь природных меркаптанов	0,037	0	0,0025	0	0,00125	0
Формальдегид	–	–	0,025	0	0,025	0

Газовоздушная смесь является многокомпонентной, потому оценка ее пожаровзрывоопасности проводилась согласно выражению 1, с учетом суммарного влияния всех газов.

Из-за небольших величин содержания опасных веществ, провели оценку только нижнего концентрационного предела распространения пламени. Оценка проводили по данным таблицы 4.

$$\Phi_{\text{нсм}} = \sum_{k=1}^n \varphi_k / \sum_{k=1}^n \frac{\varphi_k}{\varphi_{\text{нк}}}, \quad (1)$$

где  $n$  – число горючих компонентов смеси;  $\varphi_k$  – концентрация  $k$ -го компонента смеси, % об.;  $\varphi_{\text{нк}}$  – НКПВ  $k$ -го компонента смеси, % об.

Рассчитанное значение нижнего концентрационного предела распространения пламени составило 5,26 %, оно почти не отличается от аналогичного параметра для метана (5,28 % об.), именно он является основным пожаровзрывоопасным компонентом смеси, поэтому дальнейшая оценка проводилась по нему.

## Результаты

### *Результаты исследования газовой смеси*

Результаты измерений концентраций метана и сероводорода в дублере канализационного коллектора (табл. 3) показали, что значения максимальной и средней концентрации по метану, составляют 0,0006 % об (6 мг/м<sup>3</sup>) и 0,0005 % об (4,83 мг/м<sup>3</sup>), соответственно. Они не входят в концентрационные пределы распространения пламени по метану (5,28–14,1 % об.).

Как видно из табл. 4 значение выбросов метана в главный тоннель канализационного коллектора для шахты 435/2 в 300 раз превышает значения для дублера главного канализационного коллектора, но также не представляют опасности.

Результаты измерений концентрации метана в каплеуловителе, представляющем собой один из основных элементов, связывающих канализационный коллектор и систему очистки воздуха, показали наибольшие значения концентраций.

Измерения в каплеуловителе проводилось в июле при двух режимах: с предварительной вентиляцией и без нее. **Содержание метана при наличии вентиляции** лежит в диапазоне **0,6–7,2 % об.**, а **без вентиляции** в диапазоне **1,7–8,2 % об.** при среднем значении в 3,3 % об. Как видно, второй режим (без вентиляции) способствует формированию пожаровзрывоопасной среды, содержание метана достигает концентрационных пределов.

Таким образом, из представленных данных следует, что при работе в нормальном режиме значения концентраций пожаровзрывоопасных газов внутри коллектора (табл. 3 и 4) не представляют опасности.

Наличие такого широко разброса значений, для различных точек измерения, свидетельствует о влиянии конструкционного исполнения на возможность накопления пожаровзрывоопасных компонентов.

### *Результаты оценки пожаровзрывоопасности*

На основании результатов проведенных исследований качественного и количественного состава газовой смеси установлено, что здание, в котором размещается система воздухоочистки необходимо рассматривать как пожаровзрывоопасное. Это обусловлено тем, что принятый за основу метод электрофизической очистки газовой смеси в условиях разработанной системы является опасным в виду наличия в нем газоразрядных элементов.

Для обеспечения безопасности была проведена оценка взрывопожарной и пожарной опасности, применением современного программного обеспечения FireCategories. В его основе лежат действующие нормативные документы РФ.

Оценка пожаровзрывобезопасности проводилась для второго этажа цеха воздухоочистки размерами 12×18×4,6 м, именно там плазменно-каталитический реактор и трубопровод подачи газовой смеси на установку.

За основу расчета была принята аварийная ситуация с разгерметизацией трубопровода подачи газовой смеси на установку воздухоочистки. В качестве источников зажигания были приняты, газоразрядные колбы (элементы установки воздухоочистки).

При численном определении количества метано-воздушной смеси исходили из следующих условий:

а) значение концентрации газовой смеси было принято 5,28 % об.;

б) максимального достигнутого значения концентрации метана принято равным 8,2 % об., что является максимально достигнутым экспериментальным значением.

Исходя из принятых значений эксплуатационных параметров, определялось количество метано-воздушной смеси, согласно следующему выражению:

$$m = \frac{G \cdot t}{3600} \cdot \frac{C}{100}, \quad (2)$$

где  $C$  – концентрация;  $t$  – время закрытия запорной арматуры;  $G$  – расход газовой смеси, м<sup>3</sup>/ч.

Количество метано-воздушной смеси для различных значений концентраций составило: составила 26,4 кг для случая (а) и 41 кг для случая (б).

Одним из показателей безопасности является давление, развиваемое при взрыве горючей среды, которое рассчитано с использованием программного обеспечения *FireCategories* в основе, которого лежит 123-ФЗ.

Таблица 5

#### Результаты расчета в программе *FireCategories*

Вариант	Величина избыточного давления, кПа	Категория помещения по 123 ФЗ РФ
а)	26,69	Повышенная взрывопожароопасность
б)	41,46	Повышенная взрывопожароопасность

Анализ значений величины избыточного давления показывает, что помещение цеха воздухоочистки должно быть отнесено к категории повышенной взрывопожароопасности, что обусловлено выходом большого количества горючей смеси в его объем.

Так как образование взрывоопасной смеси в цехе воздухоочистки возможно только в результате аварии, его можно отнести ко 2-му классу согласно 123 Федерального закона РФ.

#### Обсуждение

Широкий диапазон концентраций пожаровзрывоопасных газов газовой смеси коллектора объясняется конструктивными и эксплуатационными особенностями, а также климатическими и метеорологическими условиями.

Представляется целесообразным организация постоянного мониторинга газовой смеси в коллекторе и системе воздухоочистки, что позволит оперативно решать вопросы, связанные с обеспечением их безопасности.

## Выводы

1. Газовоздушная смесь, образующаяся внутри канализационного коллектора, содержит пожаровзрывоопасные газы.

2. Показано, что при расчетных режимах работы эксплуатация канализационных коллекторов и узлов систем водоотведения осуществляется при низких значениях концентраций пожаровзрывоопасных газов (на несколько порядков ниже опасных значений).

3. Выявлено, что на нарушение расчетного режима работы, которое может быть вызвано увеличением расходов приводит к существенному росту концентрации газовоздушной смеси.

4. Показаны недостатки электрофизического метода очистки газовоздушной среды в условиях изменения параметров работы канализационных коллекторов и смежных с ним сооружений.

5. В соответствии с действующими нормативными документами определена категория пожаровзрывоопасности цеха воздухоочистки, позволяющая определить конструктивные и эксплуатационные параметры систем воздухоочистки.

## Литература

1. Разработка мероприятий по снижению загазованности канализационной сети / С. В. Федоров, В. М. Васильев, Ю. В. Столбихин, Н. А. Черников // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 5(76). – С. 175–181.

2. *Васильев В. М.* Влияние массообменных процессов на загрязненность воздуха в канализационных коллекторах / В. М. Васильев, О. М. Ильина, В. П. Верхогуров // Вестник гражданских инженеров – 2007. – №2 (11). – С. 80–82.

3. *Кофман В. Я.* Сероводород и метан в канализационных сетях (обзор) // Водоснабжение и санитарная техника. 2012. № 5. С. 72–78.

4. GlobalMethaneInitiative: [сайт]. – 2021. – URL: [https://www.globalmethane.org/documents/ww\\_fs\\_rus.pdf](https://www.globalmethane.org/documents/ww_fs_rus.pdf) (дата обращения: 01.12.2021г.). – Текст: электронный].

5. *Орлов В. А.* Изучение процесса появления дурно пахнущих запахов в канализационных сетях и анализ средств их удаления / В. А. Орлов, А. В. Саймуллов, О. В. Мельник // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15. – № 3. – С. 409–431.

6. *Дрозд Г. Я.* Коррозионное разрушение, прогнозирование степени агрессивности эксплуатационной среды и обеспечение надежности канализационных коллекторов на стадии проектирования // Вода и экология. Проблемы и решения. – 2013. – № 1. – С. 40–56.

7. *Guisasola A., de Haas D., Keller J., Yuan Z.*, 2008. Methane formation in sewer systems. *WaterRes.* 42 (6–7), 1421–1430.

8. *Michael D. Short, Alexander Daikeler, Kirsten Wallis, William L. Peirson, Gregory M. Peters*, Dissolved methane in the influent of three Australian wastewater treatment plants fed by gravity sewers, *Science of The Total Environment*, Volumes 599–600, 2017, Pages 85–93.

9. *Столбихин Ю. В.* Разработка методов предотвращения коррозии канализационных коллекторов и сооружений на основе совершенствования камер гашения напора : специальность 05.23.04 «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Столбихин Юрий Вячеславович. – Санкт-Петербург, 2016. – 22 с.

10. Оказание услуг по анализу условий безопасности Главного канализационного коллектора и расположенного на нём оборудования, на участок от Финляндского моста до Северной станции аэрации, и оценка эксплуатации коллектора при различных режимах работы [Текст]: отчет о НИР (заключит.): – СПб. : СПбГТИ(ТУ); рук. Мазур А. С.; исполн: Самонин В. В. [и др.]. – 2014. – 113 с.

11. *Смирнова А. М.* Анализ аварийности, связанной с возникновением пожаров и взрывов на объектах водоотведения Санкт-Петербурга / А. М. Смирнова, А. С. Мазур, И. Г. Янковский, Т. В. Украинцева, Г. Г. Савенков // *Известия СПбГТИ(ТУ)*. – 2015. – № 30 (56) – С. 59–63.

12. *Томаков М. В.* Исследование причин и предупреждение гибели работников, обслуживающих системы канализации / М. В. Томаков, В. И. Томаков, Д. В. Бокинов, П. С. Богатырев // *Известия Юго-Западного Государственного Университета*. – 2012. – № 6 (45) – С. 111 – 118.

13. *Васильев В. М.* Газовыделение в перепадных устройствах и участках коллектора при движении по ним сточной жидкости // *Подземное пространство мира*. 1995. № 1. 35.

14. *Малков А. В.* Определение мест выброса агрессивных газов из канализационной сети на поверхность и условия их образования / В. М. Васильев, А. В. Малков, Г. А. Панкова, М. Н. Клементьев // *Водоснабжение и санитарная техника*. – 2016. – № 10. – С. 59–66.

15. *Ручкинова О. И.* Оценка естественной тяги в коллекторе водоотводящей сети / О. И. Ручкинова, П. П. Дьяков, В. Ю. Россихин // *ConstructionandGeotechnics*. – 2020. – Т. 11. – № 2. – С. 78–87.

16. *Малков А. В.* Теоретическое исследование, расчет количества газообразной среды, движущейся в самотечном канализационном коллекторе глубокого заложения под действием разности давления на концах расчетного участка (естественная тяга) / А. В. Малков // *Вестник гражданских инженеров*. – 2016. – № 4(57). – С. 140–144.



17. Порцевский А. К. Вентиляция шахт аэрология карьеров / А. К. Порцевский. – М. : Московский Государственный Открытый Университет, 2014. – 71 с.

18. TheVillage: [сайт] . – 2021. – URL: <https://www.the-village.ru/village/city/news-city/344287-son> (дата обращения: 01.09.2021г.). – Текст: электронный.

19. Акт технического расследования причин инцидента произошедшего на объекте «ГУП Водоканала», ООО «СТИС», г. Санкт-Петербург, 2013 – С. 1.

20. Протокол совещания заседания рабочей группы, по выяснению причин инцидента произошедшего в 2020г. на площадке узла шахт № 415, ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», г. Санкт-Петербург, 2020 – С. 8.

21. Рублевская О. Н. Состояние водной системы Ладожское озеро – река Нева – Финский залив / О. Н. Рублевская. – Текст: непосредственный // Деятельность ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» по защите Балтийского моря. – Санкт-Петербург: ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», 2015. – С. 15–20.

22. ПНД Ф 13.1.:2:3.23-98 Количественный химический анализ атмосферного воздуха и выбросов в атмосферу. Методики выполнения измерений массовых концентраций предельных углеводородов С1-С5 и предельных углеводородов (этена, пропена, бутенов) в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом газовой хроматографии [утвержден Заместитель Председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А. А. Соловьянов 11 ноября 1998 г.] – Доступ из электронного фонда нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» – Текст: электронный.

23. ГОСТ Р ИСО 16017-1-2007 Воздух атмосферный, рабочей зоны и замкнутых помещений. Отбор проб летучих органических соединений при помощи сорбционной трубки с последующей термодесорбцией и газохроматографическим анализом на капиллярных колонках. Часть 1. Отбор проб методом прокачки [утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 ноября 2007 г. № 335-ст] – Доступ из электронного фонда нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» – Текст: электронный.

24. МУК 1643-77 Методические указания на фотометрическое определение сероводорода в воздухе. [утвержден ЗАМЕСТИТЕЛЕМ Главного государственного санитарного врача СССР А. И. Заиченко 16.04.199г. № 1643-77] – ЦРИА «Морфлот», 1981. – 252 с.

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 311.504

*Елена Эдуардовна Смирнова,*  
доцент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: esmirnovae@yandex.ru*

*Elena Eduardovna Smirnova,*  
Associate Professor  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: esmirnovae@yandex.ru*

## СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КАК МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

### STATISTICAL METHODS AS METHODS FOR SOLVING ISSUES OF ENVIRONMENTAL SAFETY

В статье автор анализирует системные проблемы применения статистических методов для решения вопросов экологической безопасности. Одна из проблем заключается в том, как определить представляющую интерес экологическую «популяцию». В этой связи необходима концептуализация и определение схемы выборки. Ключевое значение для многих статистических процедур имеет гауссово («нормальное») распределение. Оно позволяет прогнозировать диапазоны значений, в которые попадет искомый фактический показатель. Это отличает непрерывные случайные величины (измеряемые) от дискретных (подсчитываемых). Результат расчета не подсчитывается, а измеряется. Преимущество нормального распределения заключается в том, что оно позволяет аппроксимировать разнообразные дискретные распределения, точно или приблизительно описать распределение непрерывных случайных величин. Рассматриваются также проблемы асимметричности экологических данных и их корреляции. В этом случае рекомендуются непараметрические статистические процедуры, поскольку их достоверность не зависит от данных, полученных из какого-либо конкретного распределения.

*Ключевые слова:* вероятность, гауссово («нормальное») распределение, доверительный интервал, корреляция, случайная величина, статистические методы, экологическая безопасность.

The author analyzes the systemic problems of applying statistical methods to address issues of environmental safety. One problem is how to define the ecological “population” of interest. In this regard, the conceptualization and definition of the sampling design is necessary. The key to many statistical procedures is the Gaussian

(“normal”) distribution. It allows you to predict the ranges of values in which the desired actual indicator will fall. This distinguishes continuous (measured) random variables from discrete (countable) ones. The result of the calculation is not calculated, but measured. The advantage of the normal distribution is that it allows you to approximate a variety of discrete distributions, accurately or approximately describe the distribution of continuous random variables. The problems of ecological data asymmetry and their correlation are also considered. In this case, non-parametric statistical procedures are recommended because their validity does not depend on the data obtained from any particular distribution.

*Keywords:* probability, Gaussian (“normal”) distribution, confidence interval, correlation, random variable, statistical methods, environmental safety.

При применении статистических методов к изучению загрязнения окружающей среды приходится сталкиваться с многочисленными проблемами. Одна из проблем заключается в том, как определить представляющую интерес экологическую «популяцию» [1, 2]. Если совокупность четко не определена и не связана с целями исследования и процедурами полевого отбора проб, собранные данные могут содержать очень мало полезной информации для поставленной цели. В этой связи необходима концептуализация и определение схемы выборки [3–5].

Получив данные, аналитик должен знать, что многие статистические процедуры изначально были разработаны для таких наборов, которые, как правило, взяты из совокупности, имеющей симметричное, колоколообразное гауссово («нормальное») распределение (рис. 1).

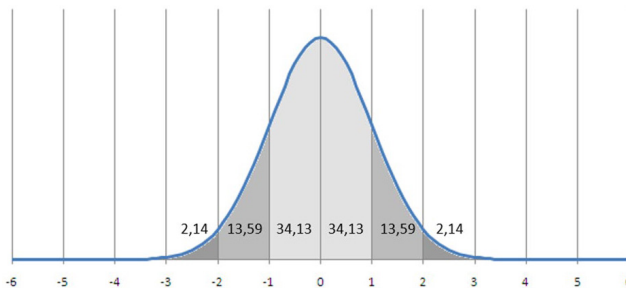


Рис. 1. Условный график нормального распределения (по закону Гаусса): распределение показывает, что чем ближе событие к среднему, тем оно чаще происходит

На условном графике площадь замыкается кривой в определенном диапазоне и не зависит от плотности распределения точек. К примеру, от 0 до  $1\sigma$  площадь под кривой равна 34,13 %. Само отклонение  $\sigma$  характеризуется величиной по обе стороны от среднего, т. е. 0. Другими словами, некая случайная величина  $X$  попадает в диапазон  $\mu \pm \sigma$  с вероятностью 68,26 %. Оставаясь в диапазоне  $\mu \pm 6\sigma$ ,  $X$  удовлетворяет нормативному значению средней величины –  $\mu$ . В интервале  $1,5\sigma$  –  $X$  попадает в диапазон  $\mu \pm \sigma$  с вероятностью 86,6 %. На удалении  $3\sigma$  – с вероятностью 99,73 %. А на расстоянии  $6\sigma$  – 99,9999998 %, т. е. 2 значения  $X$  из 1 млрд не попадут в диапазон доверительного интервала.

Проанализируем значения нормального распределения (табл. 1).

Таблица 1

#### Значения гауссова (нормального) распределения

Вероятность, %	60	68,27	70	80	90	95	95,45	97	99	99,73
Интервал, $\pm \sigma$	0,84	1,00	1,03	1,29	1,65	1,96	2	2,18	2,58	3,00

Очевидно, что 99,73 % всех точек нормально распределенной случайной величины  $X$  попадут в  $\pm 3\sigma$ -окрестность среднего значения. Или с 99,73 %-ной вероятностью можно сказать, что истинное значение доли всех точек нормально распределенной случайной величины  $X$  будет лежать в  $\pm 3\sigma$ -окрестности среднего значения. Вероятность случайно выбрать слишком маленькую величину или слишком большую равна 2 из 100 % (табл. 2).

Если случайная величина распределена нормально, то абсолютная величина ее отклонения от математического ожидания ( $M(X)$ ) не превосходит утроенного среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ) с вероятностью ( $p$ ) 0,9973.

По математическому ожиданию ( $M(X)$ ) можно с достаточной точностью предсказывать ожидаемую величину средней арифметической ( $\mu$ ),

и, наоборот, величина средней позволяет определить математическое ожидание.

Следует отметить, что закон распределения суммы независимых случайных величин, выборочно сравнимых по своей дисперсии, достаточно быстро приближается к нормальной дистрибуции, даже если исходное распределение не было нормально [6].

Таблица 2

**Соответствие числа  $\sigma$  числу случаев за пределами  $\sigma$ -окрестности при нормальном распределении**

$\sigma$ -окрестность среднего значения	Число случаев на 1 млн за пределами $\sigma$ -окрестности	Число случаев за пределами $\sigma$ -окрестности, %	Уровень качества
6 $\sigma$	0,0027	0,0000002	Идеальный
5 $\sigma$	0,6	0,00006	Близкий к идеальному
4 $\sigma$	63	0,01	Приемлемый
3 $\sigma$	2700	0,27	Все еще недостаточный
2 $\sigma$	45 500	4,55	Недостаточный
1 $\sigma$	317 311	31,73	Неприемлемый

Стандартное нормальное распределение случайных значений  $X$  широко применяется в анализе экологического риска, значительно упрощая его [7]. Оно используется, когда нет возможности точно знать вероятность дискретного значения  $X$ , но точно известно, что плотность распределения прогнозируемых величин группируется вокруг среднего значения. Если значение искомого параметра значительно отстоит от медианы  $Me(X)$  как середины вариационного ряда, то оно маловероятно в смысле реализации [8].

Рис. 2 показывает, что в диапазоне  $\mu \pm 6\sigma$  нормальное распределение аппроксимирует разнообразные дискретно-пропорциональные распределения («срезы-сегменты»). Данное обстоятельство позволяет прогнозировать диапазоны значений  $X$ , в которые попадет фактический, но неизвестный показатель экологического риска (учитывая предельную ошибку выборки ( $\epsilon$ ) и определенный доверительный интервал, равный, как правило, 90 % или 95 %).

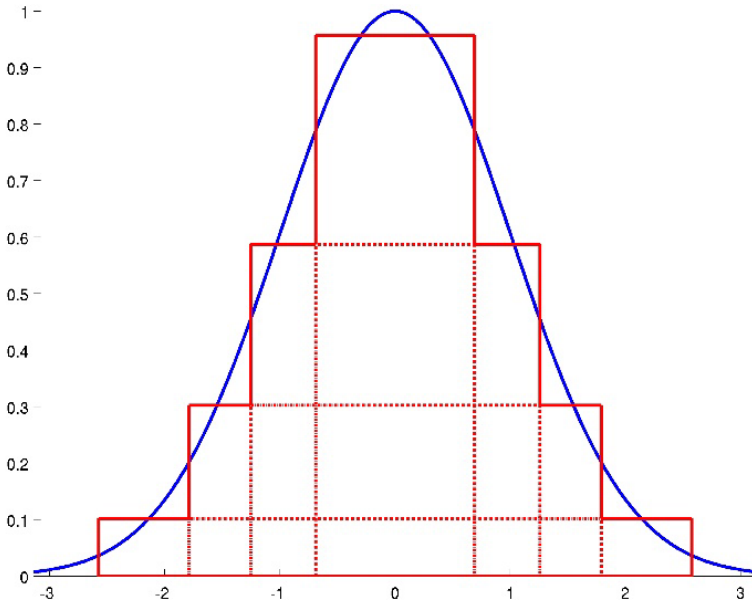


Рис. 2. Гауссова аппроксимация на  $[-\pi, \pi]$ .  
Красные линии показывают эквивалентность между 4 постоянными «срезами» и 7 постоянными «сегментами»

График (его высота крайне мала и зависит от плотности точек на оси значений  $\sigma$ ) строится в диапазоне от  $-3\sigma$  до  $+3\sigma$ . Речь идет о графике сужения  $\sigma$  (сигмы). Диапазон 90 %-ного доверительного интервала (в котором  $\mu$ -среднее находится с определенной вероятностью) по оси абсцисс включает значения от  $-1,645\sigma$  до  $+1,65\sigma$ , всего  $-3,29\sigma$  (рис. 3 и 4).

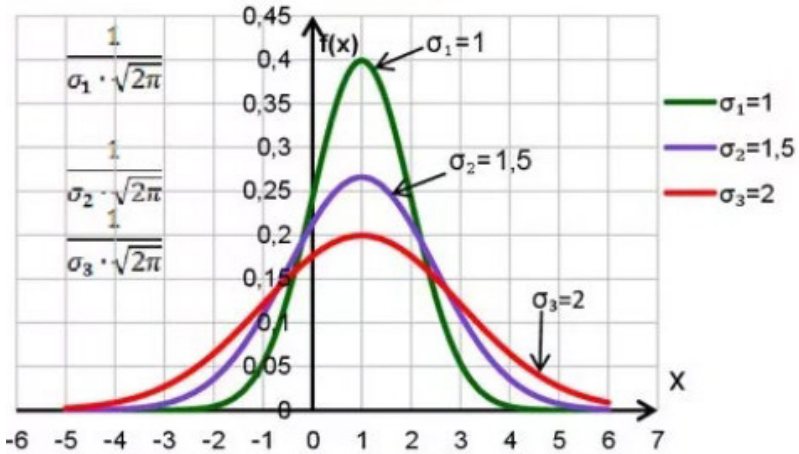


Рис. 3. График сужения  $\sigma$  при значениях 1, 1,5, 2

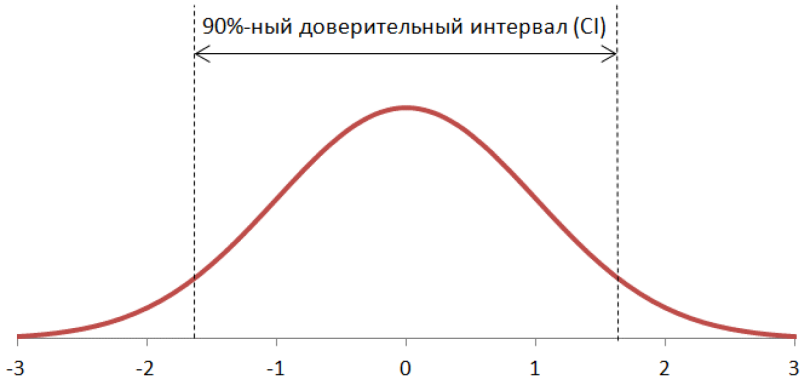


Рис. 4. Диапазон 90%-ного доверительного интервала для  $\mu = 0$ ;  
 $\sigma = 1$  ( $\mu$  – среднее арифметическое распределения; его смысл:  
 чем дальше  $X$  отстоит от  $\mu$ , тем меньше вероятность такого события;  
 $\sigma$  – стандартное отклонение относительно  $\mu$ ;  
 чем меньше  $\sigma$ , тем более вероятны  $X$ , находящиеся ближе к  $\mu$ )

Какова вероятность отклонений среднего по выборке от математического ожидания? Согласно Закону Больших Чисел, она крайне

мала. Более того, при увеличении выборки она стремится к нулю. Однако вероятность того, что нормально распределенная случайная величина принимает наперед заданное значение, равна 0 [9]. Нельзя сказать, что 2700 случай выбросов загрязнений в атмосферный воздух заранее осуществится с вероятностью 99,73 %. Это отличает непрерывные случайные величины (измеряемые) от дискретных (подсчитываемых). Иначе говоря, результат расчета не подсчитывается, а измеряется, т. е. в качестве исходных данных служат не числа, а формулы, генерирующие случайные числа; при каждом изменении формулы пересчитываются и выдают новые случайные числа. (т. н. генераторы случайных чисел) [10]. Определение вероятностей требует знания интегрального исчисления. Преимущество нормального распределения заключается в том, что оно точно или приблизительно описывает распределение непрерывных случайных величин. Кроме того, оно позволяет аппроксимировать разнообразные дискретные распределения.

Однако наборы экологических данных часто асимметричны и смещены вправо (в этом случае мода – наивысшая точка гистограммы, медиана и среднее значение – справа от пика), т. е. с длинным хвостом в сторону высоких концентраций, поэтому достоверность классических процедур может быть поставлена под сомнение [11]. В этом случае рекомендуются непараметрические статистические процедуры. Эти процедуры не требуют, чтобы статистическое распределение было гауссовым. В качестве альтернативы можно указать на асимметричное распределение, например, логнормальное, применяемое в сфере экологической безопасности [12, 13].

Таким образом наряду с методами для данных, взятых случайным образом из нормальных распределений, для оценки экологических эффектов также применяются доверительные интервалы для средних, квантили, пропорции, при этом основное распределение либо неизвестно, либо ненормально. Речь идет о непараметрических методах без распределения (но не полном отсутствии параметров), поскольку их достоверность не зависит от данных, полученных из какого-либо конкретного распределения.

Часто распределение с асимметрией вправо можно преобразовать, чтобы оно было приблизительно гауссовым, с помощью



логарифмического преобразования или преобразования квадратного корня. Затем к преобразованным данным можно применить нормализующие процедуры. Однако могут быть допущены погрешности, если результаты должны быть выражены в исходной шкале. Иногда для стандартных процедур статистического анализа требуются другие допущения, такие как некоррелированные данные и гомоскедастичность (постоянная дисперсия для разных совокупностей во времени и пространстве). Но и эти предположения также нарушаются [14].

Проблема корреляции данных является одной из самых серьезных, с которыми сталкивается аналитик экологических проблем [15]. Сильно коррелированные данные могут серьезно повлиять на статистические выводы и дать вводящие в заблуждение результаты при оценке дисперсии оценочных средних значений, вычислении доверительных границ средних значений или определении количества измерений, необходимых для оценки среднего значения. В этой ситуации важно разработать эффективные цифровые платформы, чтобы данные были полностью использованы и интерпретированы. Важно также указать вероятности принятия неверных решений при использовании статистического анализа.

### Литература

1. *Larionov A.* Risk assessment models to improve environmental safety in the field of the economy and organization of construction: A case study of Russia / A. Larionov, E. Nezhnikova, E. Smirnova // *Sustainability*. – 2021. – Vol. 13. – № 24. – С. 13539. DOI: 10.3390/su132413539.
2. *Nezhnikova E.* Ecological risk assessment to substantiate the efficiency of the economy and the organization of construction / E. Nezhnikova, A. Larionov, E. Smirnova // *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. – 2021. – Vol. 27. – № 8. – С. 2069–2079. DOI: 10.1080/10807039.2021.1949262.
3. *Smirnova E.* Environmental risk analysis in construction under uncertainty / E. Smirnova // *Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage* / S. Sementsov, A. Leontyev, S. Huerta, I. Menéndez Pidal de Nava (Eds.). – London : CRC Press, 2020. – С. 222–227. DOI: 10.1201/9781003129097-47.
4. *Smirnova E.* The use of the Monte Carlo method for predicting environmental risk in construction zones / E. Smirnova // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2020. – Vol. 1614. – С. 012083. DOI: 10.1088/1742-6596/1614/1/012083.
5. *Smirnova E.* Monte Carlo simulation of environmental risks of technogenic impact / E. Smirnova // *Contemporary Problems of Architecture and Construction* /

E. Rybnov, P. Akimov, M. Khalvashi, E. Vardanyan (Eds.). – London : CRC Press, 2021. – С. 355–360. DOI: 10.1201/9781003176428.

6. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика / Н. Ш. Кремер. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 551 с.

7. Smith N. J. Appraisal, Risk and Uncertainty // N. J. Smith. – London : Thomas Telford, 2003. – 132 p.

8. Bieda B. Stochastic Analysis in Production Process and Ecology under Uncertainty // B. Bieda. – Berlin/Heidelberg; New York: Springer, 2012. – 189 p.

9. Taleb N. N. The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable // N. N. Taleb. – New York : Random House, 2007. – 366 p.

10. Peres Y. Iterating von Neumann's procedure for extracting random bits / Y. Peres // Annals of Statistics. –1992. – Т. 20. – С. 590–597.

11. Barnett V. Environmental Statistics: Methods and Applications // V. Barnett. – Chichester: Wiley, 2004. – 294 p.

12. Kuang Z. Biological risk assessment of heavy metals in sediments and health risk assessment in marine organisms from Daya Bay, China / Z. Kuang, Y. Gu, Y. Rao, H. Huang // Journal of Marine Science and Engineering. – 2021. – Т. 9. – № 1. – С. 17. DOI: 10.3390/jmse9010017.

13. Pirsaeheb M. Human health risk assessment by Monte Carlo simulation method for heavy metals of commonly consumed cereals in Iran: Uncertainty and sensitivity analysis / M. Pirsaeheb, M. Hadei, K. Sharafi // Journal of Food Composition and Analysis. – 2021. – Т. 96. – С. 103697. DOI: 10.1016/j.jfca.2020.103697.

14. Gilbert R. O. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring // R. O. Gilbert. – New York : Van Nostrand Reinhold Company, 2007. – 320 p.

15. Hewitt C. N. (ed.) Methods of Environmental Data Analysis // C. N. Hewitt. – Dordrecht: Springer Netherlands, 2000. – 315 p.

**УДК 504.5.004.5**

*Лада Дмитриевна Токарева,*  
ведущий инженер отдела  
экологического проектирования  
(ФГБУ «ЦЛАТИ  
по Северо-Западному ФО»)  
*E-mail: ladtokareva@yandex.ru*

*Lada Dmitrievna Tokareva,*  
Leading Engineer of the Environmental  
Design Department  
(Federal State Budgetary Institution “CLATI  
for the North-Western Federal District”)  
*E-mail: ladtokareva@yandex.ru*

**УЧЕТ ТРАНСФОРМАЦИИ ОКСИДОВ АЗОТА  
ПРИ НОРМИРОВАНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРЕ**

ASSESSMENT FOR THE NITROGEN  
OXIDES TRANSFORMATION  
UNDER THE REGULATION  
OF INDUSTRIAL EMISSIONS  
IN THE ATMOSPHERE

Реформа контрольно-надзорной и разрешительной деятельности в РФ сформировала новые требования по охране атмосферного воздуха. Промышленные экологи уже не могут опираться на старые разъяснения и недействующие нормативно-правовые акты. В данной статье автор поднимает вопрос законодательного обоснования учета трансформации оксидов азота при нормировании промышленных выбросов и приводит рекомендации по расчету выбросов от источников сжигания топлива.

*Ключевые слова:* загрязнение атмосферы, выбросы, экологическая безопасность, трансформация оксидов азота.

The reform of control, supervision and licensing activities in the RF has formed new requirements for the protection of atmospheric air. Industrial ecologists can no longer rely on old clarifications and inactive regulations. In this article, the author raises the issue of legal justification for taking into account the transformation of nitrogen oxides in the regulation of industrial emissions and provides recommendations for calculating emissions from fuel combustion sources.

*Keywords:* air pollution, emissions, environmental safety, transformation of nitrogen oxides.

Современное законодательство РФ определяет необходимость нормирования выбросов оксидов азота от источников загрязнения атмосферы [1]. Большая часть выбрасываемых оксидов азота образуется в результате сгорания топлива в двигателях, на теплоэлектростанциях, в котлах, в печах сжигания отходов. При этом содержание NO в дымовых газах составляет 95–98 % и более, NO<sub>2</sub> – 2–5 % и менее [2]. При контакте с кислородом атмосферного воздуха монооксид трансформируется в более токсичный диоксид и пропорции их содержания в атмосфере изменяются в сторону преобладания диоксида азота. Данное обстоятельство способствует возникновению техногенных катастроф и не обеспечивает функционирование экологически безопасных технологий [3–5]. Повышается уровень ответственности эксплуатации производственных объектов различного назначения [6–9].

В настоящее время предприятия столкнулись с проблемой учета трансформации монооксида азота в диоксид при нормировании и контроле выбросов.

Экологи задаются вопросом: нужно ли учитывать трансформацию оксидов азота при определении максимальной разовой мощности выброса на источнике? Автором рассматриваются требования действующего законодательства по данному вопросу [10–13]. Мнения у экологов расходятся. Аргументом в пользу учета трансформации оксидов азота на этапе определения мощности выброса источника являются разъяснения экспертов АО «НИИ Атмосфера» от 2011 г. В разъяснениях эксперты ссылаются на ОНД-86, в соответствии с которым до 2017 г. производились расчеты рассеивания выбросов в атмосфере [14].

В настоящее время действует Приказ Минприроды от 6 июня 2017 г. № 273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (МРР-2017), который заменил собой ОНД-86 [15]. В нем также присутствуют требования относительно учета трансформации загрязняющих веществ в более токсичные. Сравним формулировки соответствующих пунктов ОНД-86 и МРР-2017 (см. табл.).

**Сравнение требований ОНД–86 и МРР–2017  
по учету трансформации загрязняющих веществ в более токсичные**

ОНД–86, п. 1.5	МРР–2017, п. 4.3
<p>Расчет концентрации вредных веществ, претерпевающих полностью или частично химические превращения (трансформацию) в более вредные вещества, проводится по каждому исходному и образующемуся веществу отдельно. При этом мощность источников для каждого вещества устанавливается с учетом максимально возможной трансформации исходных веществ в более токсичные. Степень указанной трансформации устанавливается по согласованию с Госкомгидрометом и Минздравом СССР</p>	<p>Расчет максимальных разовых и среднегодовых концентраций ЗВ, претерпевающих в атмосферном воздухе химические превращения (трансформацию) в более вредные ЗВ, должен проводиться по каждому исходному и образующемуся веществу отдельно. При этом коэффициенты трансформации, используемые при расчете максимальных разовых и среднегодовых концентраций ЗВ, могут различаться. При расчетах максимальных разовых концентраций коэффициент трансформации для каждого вещества устанавливается с учетом максимально возможной трансформации исходных веществ в более токсичные</p>

В ОНД-86 фигурирует фраза: «Мощность источников для каждого вещества устанавливается с учетом максимально возможной трансформации исходных веществ в более токсичные». Именно она интерпретировалась экспертами как требование к пересчёту оксидов азота в соответствии с коэффициентами трансформации непосредственно при определении мощности выброса на источнике. В МРР-2017 данная фраза отсутствует, что делает смысл требований более понятным: пересчет с учетом коэффициента трансформации необходим только при расчете рассеивания выбросов.

Подтверждает данную интерпретацию и приложение 5 к МРР-2017, в котором приведен пример учета трансформации монооксида азота в диоксид: «<...> для каждого из этих источников определяются пересчитанные значения мощностей выброса NO и NO<sub>2</sub>, которые используются в дальнейших расчетах вместо исходных выбросов». Исходные выбросы в данном случае – это мощность выброса веще-

ства, определенная в рамках инвентаризации, которая в дальнейшем может стать нормативом для данного источника. Таким образом, согласно МРР-2017, пересчитанные значения мощностей выброса NO и NO<sub>2</sub> фигурируют только в расчете рассеивания выбросов и не должны использоваться в качестве норматива.

В качестве еще одного аргумента в пользу перерасчета мощности выброса оксидов азота с учетом коэффициентов трансформации приводятся некоторые методики инструментального и расчетного определения массовой концентрации данных веществ, которые определяют только суммарную мощность выброса оксидов азота в пересчете на диоксид [2].

Однако современные методики, входящие в область аккредитации испытательных лабораторий, и газоанализаторы, например, «ПОЛАР-Т» и «МОНОЛИТ», позволяют определять массовые концентрации NO и NO<sub>2</sub> отдельно, что устраняет необходимость в разбивке получившейся мощности выброса в соответствии с коэффициентами трансформации [16, 17].

Иных нормативно-правовых актов, в которых были бы описаны требования по учету химического превращения загрязняющих веществ в выбросах в более токсичные, на данный момент не принято.

Рассмотрим данный вопрос с химической точки зрения. Для химического превращения NO в NO<sub>2</sub> необходимо присутствие O<sub>2</sub> и O<sub>3</sub>:



Реакция будет протекать тем интенсивнее, чем больше концентрация кислорода и озона, с которыми смешиваются дымовые газы. В атмосферном воздухе содержание кислорода соответствует примерно 21 % от общего объема, в то время как в дымовых газах концентрация кислорода примерно в десять раз меньше [17].

Реакция химического превращения в газоходе будет протекать недостаточно быстро, чтобы существенно изменить соотношение концентраций монооксида и диоксида азота за время перемещения дымового газа от точки отбора проб до устья источника. Следовательно, учет трансформации монооксида азота в диоксид на участке газохода

от пробоотборного отверстия до устья источника выброса, должен производиться с помощью коэффициентов трансформации, определенных для каждого конкретного источника, при этом изменение соотношения концентраций монооксида азота к диоксиду будет настолько мало, что им можно пренебречь [18].

Таким образом, действующее законодательство устанавливает, что при раздельном определении массовых концентраций NO и NO<sub>2</sub> пересчет концентраций в соответствии с трансформацией оксида азота в диоксид не требуется. При определении массовых концентраций как суммы оксидов азота в пересчете на диоксид производится их разбивка в соответствии с используемой методикой определения мощности выброса. Учет трансформации производится только во время расчета рассеивания выбросов в атмосфере.

Для корректного проведения контроля и надзора за выбросами оксидов азота определение мощности выброса от источника надзорными органами должно проводиться по той же методике, по которой мощность выброса определялась в рамках инвентаризации. Предприятиям рекомендуется использовать для организованных точечных источников преимущественно инструментальные методы определения выброса, а также своевременно корректировать инвентаризацию выбросов, чтобы она соответствовала действующему законодательству.

### Литература

1. Распоряжение Правительства России от 08 июля 2015 г. № 1316-р «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды». URL: <https://docs.cntd.ru/document/420286994?ysclid=I9sn7igiap278898751> (дата обращения: 28.10.2022).
2. Письмо НИИ Атмосфера № 1-829/11-0-1 «По вопросу правильности расчетов выбросов и учета трансформации оксидов азота в программах Фирмы «Интеграл»». URL: [https://www.centreco.ru/metodpisma/1\\_829\\_11\\_0\\_1.htm](https://www.centreco.ru/metodpisma/1_829_11_0_1.htm) (дата обращения: 28.10.2022).
3. Смирнова Е. Э. Экология / Е. Э. Смирнова. – М. : Ютас, 2010. – 100 с.
4. Смирнова Е. Э. Экология и экономика природопользования / Е. Э. Смирнова. – СПб. : Деметра, 2005. – 112 с.
5. Смирнова Е. Э. Экологический аудит как экономический инструмент управления природопользованием / Е. Э. Смирнова // Интеграция экономики в си-

стему мирохозяйственных связей. Сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции. – СПб. : СПб политех. ун-т им. Петра Великого, 2010. – С. 220–222.

6. *Савин С. Н.* Совершенствование требований ТСН 50-302-2004 по обеспечению безопасности конструкций зданий при динамических нагрузках в условиях уплотнительной застройки / С. Н. Савин, Е. Э. Смирнова // Архитектура – строительство – транспорт. Материалы 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. В 3-х частях. – СПб. : СПбГАСУ, 2017. – С. 169–172.

7. *Руданец А. В.* Повышение безопасности строительства при работах по возведению большепролетных мостов / А. В. Руданец, Е. Э. Смирнова // Безопасность в строительстве. Материалы III Международной научно-практической конференции. – СПб. : СПбГАСУ, 2017. – С. 97–99.

8. *Smirnova E., Savin S.* Predicting the service life of buildings and facilities to minimize the risk of losses in the conditions of natural and technogenic emergency situations / E. Smirnova, S. Savin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 652. – С. 12010. DOI: 10.1088/1757-899X/652/1/0120.

9. *Smirnova E.* The use of the Monte Carlo method for predicting environmental risk in construction zones / E. Smirnova // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1614. – С. 012083. DOI: 10.1088/1742-6596/1614/1/012083.

10. *Токарева Л. Д.* Сравнительный анализ моделей расчета загрязнения воздуха / Е. Э. Смирнова, Л. Д. Токарева // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2021). Материалы XVII Международной научно-технической конференции: в 2 томах. – Уфа : УГАТУ, 2021. – С. 231–238.

11. *Tokareva L. D.* Ensuring environmental safety of the Baltic Sea basin / E. E. Smirnova, L. D. Tokareva // E3S Web of Conferences. Сер. «Topical Issues of Rational Use of Natural Resources 2021, TI 2021». – 2021. – Т. 266. – С. 8011. DOI: 10.1051/e3sconf/202126608011.

12. *Ларин Д. В.* Методологические проблемы экологической безопасности в строительстве и городском хозяйстве / Е. Э. Смирнова, Д. В. Ларин // Обращение с отходами: современное состояние и перспективы. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Уфа : УГНТУ, 2020. – С. 284–290.

13. *Мухаммедов А.* Проблемы обеспечения экологической безопасности при строительстве / Е. Э. Смирнова, А. Мухаммедов // Обращение с отходами: современное состояние и перспективы. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Уфа : УГНТУ, 2020. – С. 290–296.

14. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 94 с.



15. Приказ Минприроды от 6 июня 2017 г. № 273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201708110012?ysclid=19sn493yg1497534934> (дата обращения: 28.10.2022).

16. Руководство по эксплуатации ПЛЦК.413411.001РЭ «Полар Т». URL: <https://gazoanalizators.ru/upload/iblock/5af/0cmhqwm3gd4zjr0366c5xdh5h5pmf3v7/polar-polar-uni-re.pdf?ysclid=19sn9ud6sc271155070> (дата обращения: 28.10.2022).

17. М-МВИ 172-06 МВИ массовой концентрации и определения массового выброса загрязняющих веществ в отходящих газах топливосжигающих установок с применением газоанализаторов «МОНОЛИТ». URL: <https://docs.cntd.ru/document/415907483?ysclid=19smx4qgy8406070093> (дата обращения: 28.10.2022).

18. *Beychok M.* Fossil fuel combustion flue gases / М. Beychok. URL: [http://editors.eol.org/eoearth/wiki/Fossil\\_fuel\\_combustion\\_flue\\_gases](http://editors.eol.org/eoearth/wiki/Fossil_fuel_combustion_flue_gases) (дата обращения: 28.10.22).

**УДК 614.76**

*Рамяля Ренатовна Хабибуллина,*  
студент  
*Екатерина Ивановна Алексеева,*  
старший преподаватель  
(Казанский национальный  
исследовательский  
технический университет  
им. А. Н. Туполева – КАИ)  
*E-mail: sova17li@mail.ru,*  
*eialekseeva@kai.ru*

*Ramiya Renatovna Khabibullina,*  
student  
*Ekaterina Ivanovna Alekseeva,*  
senior lecturer  
(Kazan National  
Research Technical  
University  
named after A. N. Tupolev – KAI)  
*E-mail: sova17li@mail.ru,*  
*eialekseeva@kai.ru*

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ШЛАМОНАКОПИТЕЛЕЙ**

**ENVIRONMENTAL PROBLEMS  
OF THE OPERATION OF SLUDGE PITS**

В статье авторами рассмотрены основные экологические проблемы, связанные с эксплуатацией шламовых амбаров и утилизацией нефтешламов. Приведена классификация нефтяного шлама. Описаны традиционные способы и методы утилизации и обработки нефтешламов в регионах Российской Федерации, а также было указано на их преимущества и недостатки. Особое внимание уделено методу утилизации нефтешламов, который заключается в их хранении в шламонакопителях. В данной статье озвучен подход использования нефтешламов как вторичного сырья и приведены примеры вторичного использования нефтяных отходов. Авторами сделаны выводы о возможных аварийных ситуациях при хранении нефтяных отходов в шламовых амбарах.

*Ключевые слова:* нефтешламы, нефтепродукты, окружающая среда, аварийный разлив, шламонакопители.

In the article the authors consider environmental environmental problems associated with the operation of sludge pits and the disposal of oil sludge. The classification of oil sludge is given. The basic principles and methods for the use and processing of oil sludge in the regions of the Russian Federation are described, as well as their pluses and minuses. Particular attention is paid to the method of disposal of oil sludge, which is observed in their storage in sludge pits. In this article, an approach to the use of oil sludge as a secondary raw material is voiced and examples of the recycling of oil waste are presented. The authors found cases of emergency situations during the storage of oil waste in sludge pits.

*Keywords:* oil sludge, petroleum products, environment, emergency spill, sludge tankers.

Известно, что нефть является одним из основных источников загрязнения окружающей среды на всех этапах процессов работы с ней. В ходе добычи, переработки, транспортировки нефтесырья образуются нефтеотходы. В общем смысле нефтяные отходы состоят из нефтепродуктов, воды, минеральных примесей, химических веществ, используемых в технологических процессах, в которых было задействовано нефтесырье, которым в сумме характерны высокая растворимость в воде, летучесть, а также сами нефтеотходы являются растворителями и могут концентрировать другие вещества. Все это говорит о том, что при взаимодействии с нефтеотходами природная среда подвергается опасности. [1]

Также не менее опасен и нефтяной шлам – смесь нефтепродуктов, механических примесей и воды. Нефтяной шлам подразделяют на три группы, в соответствии с условиями их образования:

1. Грунтовые – розлив нефти на почву при производстве или авариях;
2. Резервуарные – розлив нефти при транспортировке или во время хранения в емкости;
3. Придонные – осадок разлива нефти в водоеме. [2]

В Российской Федерации при переработке нефтешламов применяют ряд следующих методов:

- химические методы обезвреживания жидких и твердых углеводородсодержащих отходов заключаются в добавлении к нейтрализуемой массе различных реагентов;
- физические методы, такие как отстаивание, прессование, центрифугирование, фильтрование, экстрагирование. Применяются, как правило, при очистке жидких отходов, характеризуются самой низкой степенью очистки;
- физико-химические методы, которые подразумевают под собой разделение нефтяных шламов с помощью специально подобранных ПАВ, фильтрующих систем, реагентов для разрушения эмульсий, растворителей на отдельные фазы с дальнейшим

использованием нефтяного шлама в качестве сырья для других отраслей экономики;

- биологические методы, основанные на способности микроорганизмов перерабатывать углеводороды и другие компоненты нефти посредством биохимических реакций, в ходе которых происходит расщепление, минерализация и частичная гумификация компонентов загрязненной почвенной системы. [3]

Однако первые три метода экологически небезопасны, энергически экономически затратны, а также в результате их применения образуются побочные продукты, требующие утилизации. А четвертый метод имеет ряд ограничений в использовании.

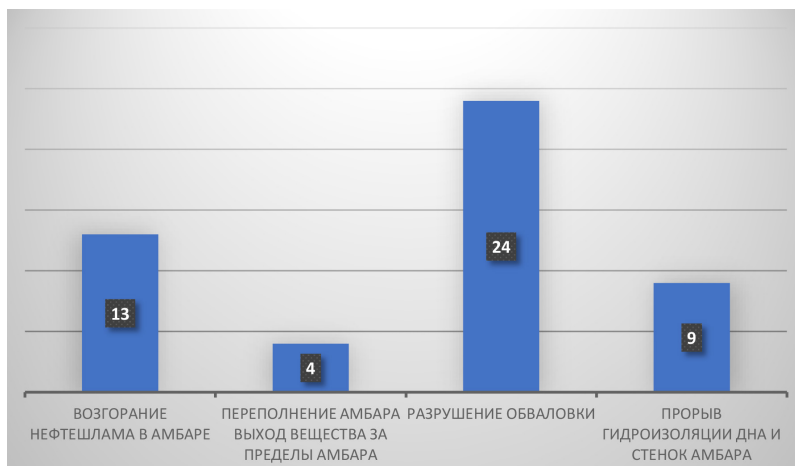
Основным же направлением утилизации нефтешламов является сжигание, однако данный метод также негативно влияет на окружающую среду и несет опасность для всего живого, загрязняя почву, воздух и воду.

Одним из методов утилизации нефтешламов в России является их хранение в шламонакопелях. Шламонакопитель (или шламохранилище) представляет собой котлован для сбора и накопления шлама, сточных или технологических вод, образующихся в ходе производственных работ. Также в перечень отходов входят вещества различной степени токсичности. Нефтешламы собираются, как правило, в открытых земляных резервуарах – нефтешламовых амбарах различной конструкции, без какой-либо сортировки и классификации.

Для обеспечения экологической безопасности на данной территории и для продления срока эксплуатации шламонакопителей, на промышленных предприятиях согласно требованиям законодательства (ФЗ № 89) [4] не реже, чем 2 раза в год, проводят работы по очистке и дезинфекции шламохранилищ. Для этого требуется особая техника и оборудование.

Шламонакопители занимают большие площади и являются одними из основных источников загрязнения атмосферного воздуха [5].

Анализ литературных источников, включающих некоторые данные об авариях и происшествиях, связанных с эксплуатацией шламонакопителей в Российской Федерации, свидетельствует об опасности их эксплуатации (см. рис.).



Количество аварий, связанных с эксплуатацией шламонакопителей, за период 1997–2019 гг.

Как можно заметить, нефть и все ее производные вне зависимости от способов их утилизации или переработки в той или иной степени выделяют вредные побочные продукты и отходы, которых не всегда можно избежать.

Последнее время все более популярным становится подход раздельной переработки нефтешламов, группируя их по способу образования. Данный подход позволяет решить задачи, связанные с рациональным использованием нефтяных шламов и их экологической безопасности.

Еще одним способом обработки нефтяных шламов – является применение их, как вторичного сырья. Это направление также повышает экологическую безопасность, улучшает экологическую ситуацию в регионах добычи и переработки нефти, следовательно, происходит более рациональное использование природных ресурсов. Области применения, в которых в качестве сырья можно использовать нефтеотходы – это изготовление строительных материалов и использование их в качестве материала для дорожного строительства.

В настоящее время объем нефтешламов, накопленных в хранилищах нефтеперерабатывающих предприятий Российской Федерации составляет сотни миллионов тонн. Накопление углеводородосодержащих отходов без их должной переработки, приводит к токсикологическому заражению окружающей среды, что является крайне острой проблемой. Организация надежных и современных амбаров и полигонов является высокочрезвычайно затратной и не всегда доступной.

В связи с этим ставится задача создания высокоэффективных и экологически чистых технологий обезвреживания нефтешламов, а ликвидации нефтешламовых амбаров приобретает все большее значение с целью сохранения экосистем.

### Литература

1. Двадненко М. В., Маджигатов Р. В., Рактянский Н. А. Воздействие нефти на окружающую среду // Международный журнал экспериментального образования. – 2017. – № 3–1. – С. 89–90. URL: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=11244> (дата обращения: 26.10.2022).

2. Шлам: что это такое, дегидратация, утилизация, влияние на экологию. URL: <https://utilizator.club/utilizaciya/shlam-chto-eto-takoe-degidratatsiya-utilizatsiya-vliyanie-na-ekologiyu> (дата обращения: 26.10.2022).

3. Коршунова Т. Ю., Логинов О. Н. Нефтешламы: состояние проблемы в Российской Федерации и методы снижения их отрицательного воздействия на окружающую среду // Журнал «Экобиотех». – 2019. – Том 2, № 1 – С. 75–85. URL: <http://ecobiotech-journal.ru/2019/pdf/ecbtch1901075.pdf> (дата обращения: 26.10.2022).

4. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ.

5. Большая энциклопедия нефти и газа. Шламонакопитель. URL: <https://www.ngpedia.ru/id605730p1.html> (дата обращения: 26.10.2022).

УДК 692.412:504.75.06

*Марина Ивановна Зайцева,*  
магистр  
*Татьяна Валерьевна Семенистая,*  
канд. хим. наук, доцент  
(Южный федеральный университет)  
*E-mail: marinazayc@sfedu.ru,*  
*semenistayatv@sfedu.ru*

*Marina Ivanovna Zaitseva,*  
Master's degree  
*Tatiana Valerjevna Semenistaya,*  
PhD in Sci. Chem., Associate Professor  
(Southern Federal University)  
*E-mail: marinazayc@sfedu.ru,*  
*semenistayatv@sfedu.ru*

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ  
ПО БЛАГОУСТРОЙСТВУ ГОРОДСКОЙ  
ИНФРАСТРУКТУРЫ «ЗЕЛеноЙ КРОВЛИ»  
ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ  
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

**DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE  
THE URBAN INFRASTRUCTURE  
OF THE “GREEN ROOF” TO REDUCE AIR POLLUTION**

Использован биологический метод очищения атмосферного воздуха в урбанизированных городах путем применения стратегии инфраструктуры зеленой кровли. Обоснованы мероприятия по благоустройству городской инфраструктуры для снижения загрязненности атмосферного воздуха и улучшения экологической ситуации. Правильно подобранная растительность, высаженная на кровле зданий, эффективна для снижения загрязненности атмосферного воздуха. Данный метод экономически выгоден, так как используется экологически чистый способ снижения загрязненности на основе растительности. Предложено использование актуальной методики озеленения крыш с применением специальных пластов для высадки растительного покрова, защиты от корней, дренажа.

*Ключевые слова:* атмосферный воздух, урбанизированные территории, зеленая кровля, биологический метод очистки воздуха.

A biological method was used to purify the atmospheric air in urbanized cities by applying the green roof infrastructure strategy. Justified measures for the improvement of urban infrastructure to reduce air pollution and improve the environmental situation. Carefully selected vegetation planted on the roof of buildings is effective in reducing air pollution. This method is cost-effective, as it uses an environmentally friendly way to reduce pollution based on vegetation. It is proposed to

use the current technique of greening roofs with the use of special layers for planting vegetation, protection from roots, and drainage.

*Keywords:* atmospheric air, urbanized territories, green roof, biological method of air purification.

На сегодняшний день проблема загрязнения атмосферного воздуха в урбанизированных городах является актуальной. Это связано с тем, что возрастает уровень загрязнения воздуха негативно сказывающийся на здоровье человека. Эти проблемы могут быть решены путем применения стратегии инфраструктуры зеленой кровли. Внедрение новых технологий городского развития, таких как дождевые сады, зеленые крыши, зеленые стены и системы биологического удержания, могут смягчить неблагоприятные последствия урбанизации и улучшить окружающую среду. Зеленые крыши также называют крышами с растительностью, экокровли из-за экологической выгоды, сад на крыше или живые крыши [1].

Чистый атмосферный воздух обеспечивает здоровую жизнедеятельность человека. Высокий темп строительства, антропогенная нагрузка, урбанизация, является причиной неблагоприятной экологической обстановки. Развитая промышленность, большое количество транспорта, рост населения оказывают влияние на экологические изменения атмосферного воздуха. Авторы, занимающиеся данной проблемой Иващук О. А., Л. Ф. Ставчикова., Новиков А. Н., Давыдова И. С., Гапоненко А. В. и др. Таким образом, сохранность качества атмосферного воздуха является актуальной и жизненно важной проблемой, на которую невозможно не обращать внимание. Для улучшения экологической ситуации применяют зеленые крыши.

Пандемия COVID-19 сделала невозможным для посещения зеленые пространства в городах. Необходимость в отдыхе на природе никуда не исчезла. Зеленая кровля позволит обеспечить возможность отдыха пожилому населению, если в парк далеко добираться. Также на обслуживание городской инфраструктуры: в городах, где процент заасфальтированной поверхности земли существенный, что затрудняет отток ливневых вод, зеленые кровли могут выступать дождевыми садами.

Ежегодно комитет по охране окружающей среды проводит исследования по определению ключевых источников антропогенной



нагрузки атмосферного воздуха, выбросы загрязняющих веществ в г. Ростов-на-Дону.

Имеющие наибольшее значение выброшенными в атмосферу загрязняющие вещества от стационарных источников выделения к ним за 2020 г. диоксид серы 44,94 тыс. т., оксид серы 23,35 тыс. т., оксид углерода 23,82 тыс. т., летучие органические соединения 11,69 тыс. т., аммиак 0,65 тыс. т. За 2019 г. диоксид серы 51,50 тыс. т., оксид азота 22,53 тыс. т., оксид углерода 14,18 тыс. т., летучие органические соединения 10,71 тыс. т., аммиак 0,61 тыс. т. За 2018 г. диоксид серы 67,15 тыс. т., оксид азота 26,59 тыс. т., оксид углерода 15,67 тыс. т., летучие органические соединения 10,76 тыс. т., аммиак 0,49 тыс. т. [2].

Ключевыми показателями источников загрязнения атмосферного воздуха составили диоксид серы, оксид азота, оксид углерода, летучие органические соединения и аммиак. Как видно происходит рост оксида углерода за счет увеличения производства электроэнергии и энергии, промышленного производство, животноводства, транспорта и т. д.

Все это снижает качество окружающей обстановки в городе, возникает задача, как решить столь глобальную проблему доступным и работающим способом. Для решения этой проблемы предлагается рассмотреть способ озеленения кровли.

Озеленение крыш – термин, обозначающий частично или полностью засаженные живыми растениями крыши зданий. Подразумеваются растения, высаженные прямо в грунт, для чего между зелёным слоем и крышей помещается водонепроницаемый мембранный слой; также могут использоваться дополнительные слои, защищающие крышу от корней, дренаж и системы полива [3]. Актуальная методика озеленения крыш, с использованием специальных пластов для высадки растительного покрова, защиты от корней, дренажа и т. п. появилась не так давно. Подобие зеленой кровли использовали в средние века в Скандинавии: берестяные крыши покрывали дерном. Так, например, в современной Германии зеленые крыши популярны: около 10 % всех крыш озеленены [4].

В основе создания «зеленой кровли», которая служит долгие годы, лежит конструирование и выкладка многоуровневого кровельного пирога. Каждый из его пластов выполняет свою функцию: тепло-

изоляция, гидроизоляция, дренаж, фильтрация, почвенный субстрат, растительный слой. Зеленая кровля бывает двух видов: экстенсивная и интенсивная (инверсионная).

Экстенсивная зеленая крыша: предназначена для временного пребывания и фактически не предназначена для хождения по ней, за исключением определенных мест. Такую крышу формируют газонные растения и мхи в специальных ёмкостях или поддонах, толщина слоя почвы составляет 0,07–0,15 м для небольших растений с горизонтальной мочковатой или луковичной корневой системой [5].

Интенсивная зеленая кровля (инверсионная) – это вид кровли, конструкция которой позволяет обустроить на кровли не только газон, но и целый сад с деревьями, кустами и даже с бассейном и фонтаном. Крыша должна иметь парапет высотой не менее 1,2 м, а слой почвы – 0,2...0,6 м. Обычно интенсивная зеленая кровля устраивается на общественных зданиях, где располагаются бизнес-центр, отель, ресторан, санатории, лечебницы и т. д. [6]. Предполагается расчет системы зеленой кровли с технической точки зрения, веса, возможности установки и эксплуатации.

Зеленая городская инфраструктура влияет на качество воздуха за счет поглощения загрязняющих веществ, твердых частицы. Городская растительность, поглощающая загрязнению вещества, положительно влияет на смягчение последствий изменения климата [7]. Экологическими преимуществами организации зелёных участков являются: увеличение концентрации кислорода в жилой зоне; нейтрализация пыли и вредных газов из окружающей среды путем их поглощения; создание естественной рекреационной зоны; регулирование влажности воздуха, а также универсальность и гибкость технологии благодаря вегетативному почвенному покрову.

Выбор растений должен происходить по следующим свойствам [8]:

- предпочтение деревьев карликового вида, поскольку такие растений должны иметь малую корневую систему;
- при выборе растений необходимо учитывать, что на кровле будут созданы условия, напоминающие пустынные, т.е. ветер и солнце, поэтому выбирать поэтому следует самые неприхотливые виды;
- хорошо засаживать крышу морозостойкой травой и почвопокровными растениями;

- для посадки на крыше можно выбрать мох, некоторые луковичные, различные виды луговых цветов и колокольчики, также можно выбрать душицу, гвоздики, лаванду.

Исходя из основных источников загрязнителей атмосферного воздуха Ростовской области предпочтительно взять данные растения указанные в таблице в зависимости от района, в котором наблюдается повышение одного из поллютанта.

### Ассортиментная ведомость растений

№	Название растения	Аспирируемое из воздуха вещество
1	Гербера Джемсона	Трихлорэтилен, формальдегид, бензол
2	Плющ выющийся	Трихлорэтилен, формальдегид, бензол, окись углерода
3	Хризантема садовая	Формальдегид, ксилол, бензол, аммиак
4	Можжевельник	Фитонциды растения отпугивают вредителей, убивают микробов, обеззараживают воздух
5	Суккуленты	Углекислый газ, снижают радиацию
6	Жимолость	Снижают уровень загрязнения воздуха и регулируют температурный режим

Строительство «зеленой кровли» позволит снизить антропогенную нагрузку за счет правильно подобранных растений и правильной посадки на территории городских крыш, а также снизить нагрузку на ливневую инфраструктуру благодаря естественной абсорбции. Эксплуатация «зеленой крыши» в симбиозе жилых домов помогает построить благоустроенную окружающую среду, свой оазис в черте города [9]. Производство ресурсов для строительства «зеленых кровель» становится массовым, что снижает стоимость на ее реконструкцию.

Данная технология рентабельна по повышению качества окружающей среды, как с экологической точки зрения, так и с эстетической в целом. Ростов-на-Дону является территорией Южного Федерального

округа, где можно вводить строительство и реконструкцию уже имеющихся зданий с целью применения технологий озеленения кровли.

### Литература

1. Давыдова И. С., Гапоненко А. В. Проблема загрязнения атмосферного воздуха в городах // *Sciences of Europe*. 2017. № 14–2(14).
2. Охрана окружающей среды в России. 2020: Стат. сб./Росстат. М., 2020. 113 с.
3. Туркина Е. А., Чистяков Д. А., Калугин А. Н. Тенденции развития горизонтального и вертикального озеленения зданий // *Инновации и инвестиции*. 2018. № 1. С. 226–231.
4. <http://www.o-p-i.ru/promyshlennoe-proektirovanie/14-statcheskie-stranitsy/proektirovanie/stati-i-publikatsii/961-zelenye-krovli-chast-ii-istoriya-poyavleniya.html/>
5. Саид А. Н., Логинова П. А., Леонова А. Н. Зеленая кровля – особенности проектирования и преимущества эксплуатации // *Бюллетень науки и практики*. 2019. № 5.
6. Бочкова И. Ю., Тулуш М. Д. К вопросу об экстенсивном озеленении кровли // *Вестник МГУЛ: Лесной вестник*. 2020.
7. Антонов А. М., Верещагина В. П. Озеленение крыш как необходимость современной жизни // *StudNet*. 2021. № 2.
8. Demuzere M., Orru K., Heidrich O., Olazabal E., Geneletti D., Orru H., Bhave A. G., Mittal N., Felii E., Faehnle M. Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure // *Journal of Environmental Management*. DEC 2014. V. 146. P. 107–115.
9. Weber F. Herbaceous plants as filters: Immobilization of particulates along urban street corridors / F. Weber, I. Kowarik, I. Säumel // *Environ. Pollut.* – 2014. – P. 243–254.

**УДК 504.75**

*Светлана Александровна Геппель,*  
старший преподаватель  
(Южный федеральный университет)  
*E-mail: geppel@mail.ru*

*Svetlana Aleksandrovna Geppel,*  
senior lecturer  
(Southern Federal University)  
*E-mail: geppel@mail.ru*

## **КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

### **INTEGRATED SOLUTIONS FOR CREATING AN ECOLOGICAL URBAN ENVIRONMENT**

В статье рассмотрены понятия физического и механического загрязнения окружающей среды, влияние климатических особенностей районов на экологию и формообразование проектирования зданий и сооружений. Данная проблема является комплексной и решается на стадии проектирования, учитывая характеристики климата местности, применяя градостроительные мероприятия, используя ограждающие конструкции для защиты от шума, звукоизоляция и современные звукопоглощающие материалы. Перечислены необходимые мероприятия по обеспечению экологического комфорта в зданиях и шумовой экологии для создания высокого качества городской среды. Приведены примеры экологически чистых звукоизоляционных материалов при строительстве зданий.

*Ключевые слова:* физическое загрязнение, механическое загрязнение, экология, климат, защита от шума, звукоизоляция.

The article discusses the concepts of physical and mechanical pollution of the environment, the influence of climatic features of areas on the ecology and shaping of the design of buildings and structures. This problem is complex and is solved at the design stage, taking into account the characteristics of the climate of the area, using urban planning measures, using enclosing structures to protect against noise, sound insulation and modern sound-absorbing materials. The necessary measures to ensure environmental comfort in buildings and noise ecology to create a high-quality urban environment are listed. Examples of environmentally friendly sound insulation materials in the construction of buildings are given.

*Keywords:* physical pollution, mechanical pollution, ecology, climate, noise protection, sound insulation.

Создание экологически чистой архитектуры, городской среды, реновация и обновление является приоритетом мирового уровня в раз-

личных областях человеческой деятельности, особенно в сфере создания среды жизнеобеспечения человека. Воздействие различных видов загрязнений, в том числе акустических, является серьезным фактором риска, влияющим на здоровье населения [1, с. 27]. Задачей архитекторов и строителей является стремление обеспечить экологическое равновесие между природой, городом и человеком, создавая высокое качество городской среды. Чтобы положительно решить эту задачу необходимо учитывать мероприятия по борьбе с загрязнениями окружающей среды.

Загрязнения окружающей среды бывают природными и антропогенными, которые в свою очередь подразделяются на биологические, химические, физические и механические. В строительной сфере играют большую роль физические и механические загрязнения окружающей среды.

Физические загрязнения бывают: шумовыми, которые возникают из-за превышения интенсивности шума, в основном, вследствие работы предприятий и движущегося транспорта; тепловыми, источниками загрязнений которых является нагревание воздуха, воды или почвы в пределах городской территории, а именно, коммуникации, теплотрассы, подземные газопроводы промышленных предприятий и др.; световыми, возникающими вследствие повышения освещенности; электромагнитными, возникающими из-за действия промышленных установок, телевизоров; радиоактивными, в связи с повышением радиоактивных веществ, например, в сырье для производства строительных материалов, в каменном угле при сжигании его в котлах тепловых электростанций [2, с. 28]. Механическое загрязнение характерно для строительства, а также производства строительных материалов.

На экологию и формообразование при проектировании зданий и сооружений также влияют климатические особенности регионов. Россия разнообразна климатическими условиями, поэтому введена классификация, по которой определяется тип погоды, и в зависимости от климата определяется выбор строительных материалов для строительства зданий, а также особенности местности влияют на формообразование архитектуры, что оправдывает некоторые специальные нормы для каждого региона.

Жаркий и сухой климат характеризуется, соответственно, жаркой и сухой погодой со среднемесячными и максимальными температурами, превышающими 30 °С. Территории в этой климатической зоне обычно равнинные, а почва песчаная или каменистая. В данном регионе крайне важно контролировать движение солнечной радиации и горячего ветра. Поэтому стандарты проектирования зданий должны обеспечивать достаточную тень, уменьшать открытую площадь и увеличивать теплоемкость.

Теплый и влажный климат характеризуется высокой относительной влажностью воздуха – более 65 % и большим количеством осадков – около 1200 мм в год. Данный климат достаточно комфортный, температура колеблется от +15 °С до +27 °С. Проектирование домов в таком климате должно быть направлено на уменьшение притока тепла путем обеспечения тени и содействие теплопотерям путем максимального увеличения перекрестной вентиляции и необходимостью отводить влагу, чтобы уменьшить дискомфорт. В теплых климатических условиях необходимо использование открытых помещений для буферных и рекреационных пространств в общественных зданиях. Режимы работы помещений – полуоткрытая, сквозная или угловая вентиляция. При западной и юго-западной ориентации окон необходимы солнцезащитные устройства.

Умеренный климат характеризуется температурами, которые не являются ни слишком жаркими, ни слишком холодными. Общее годовое количество осадков составляет около 500 мм в год. Зимы в этом регионе очень сухие. Проектирование дома в таком климате требует снижения теплопоступлений путем обеспечения тени и содействия теплопотерям посредством вентиляции.

В холодном климате конструкция дома должна быть достаточно теплоизолирована, чтобы противостоять теплопотерям и непосредственно поглощать солнечную радиацию, задерживая ее в жилом помещении. У входной группы необходимо располагать тамбур, который также служит тепловым шлюзом. Наружные стены многослойные с высокой теплоизоляцией. При высоких снеговых нагрузках следует учитывать несущую способность, уклон и тип кровельного материала конструкции крыши.

В зависимости от типа климата осадки могут выпадать регулярно во в течение всего года, чаще в определенные сезоны, а также в виде

сильного дождя или мороси, что также следует учитывать при проектировании здания. Зимой низкие температуры и небольшое количество осадков приводят к глубокому промерзанию почвы. Это требует принятия соответствующих мер, таких как усиление изоляции фундаментов зданий и крыш, а также защита корней зеленых насаждений от повреждения морозом.

При анализе микроклимата важно учитывать воздействие температуры и ветра на человека и окружающую среду с точки зрения интенсивности процесса теплообмена «человек – окружающая среда – здание». Неблагоприятные сочетания климатических параметров нужно учитывать в структурном формировании города и в планировочных решениях зданий.

Наибольшее воздействие на жилую и др. застройку оказывает, в основном, транспортный шум, поэтому нужно использовать комплексные мероприятия по защите от шума как экологического фактора при проектировании зданий и сооружений. В городах строятся шумозащитные многоэтажные дома вдоль транспортных магистралей, где учитываются звукоизолирующие свойства ограждающих конструкций дома – наружных стен и окон. Жилую застройку, расположенную вдоль автомагистралей целесообразно защищать шумозащитными экранами [3].

При реконструкции зданий и новом строительстве меняется количество и состав зеленых территорий, следовательно, важно создание новых зеленых поясов в городе, оказывающих благоприятное воздействие на городскую среду. В связи с этим, нужно предусматривать парки, скверы, зеленые коридоры, водоемы, которые обеспечивают фильтрацию воздуха, регулируют микроклимат [4, с. 294], а также снижают уровень уличного шума на 8–10 дБ [5].

Важным вопросом является выбор строительных материалов, который должен быть направлен на качество, долговечность зданий и являться безопасными для здоровья человека. Особое внимание уделяется экологии современных акустических материалов. Например, в строительстве очень популярны волокнистые виды утеплителей, являющиеся звукоизоляционными и теплоизоляционными материалами. Но некоторые виды волокнистых материалов имеют в составе фенолформальдегидные смолы, которые вредны для здоровья



человека и имеют негативную оценку некоторых здравоохранительных организаций. Для звукоизоляции между перегородками и перекрытиями в помещении лучше выбирать натуральные материалы, например, каменную вату на основе базальта. Материал для звукоизоляции из хвойной древесины Изопласт хорошо сдерживает шум, дает теплоизолирующий эффект и применяется во всех климатических районах РФ при устройстве кровель различных конфигураций, фундаментов и т. д.

Экологичные строительные материалы становятся популярны в последнее время и необходимы, так как наша планета нуждается в своем очищении и защите от вредных воздействий на нее. Следовательно, актуальность данной темы обусловлена в применении комплексного подхода для снижения негативного воздействия на человека и окружающую среду, уменьшением энергозатрат при эксплуатации зданий, а также использованием более современных технологий и материалов для заданного района строительства. Поэтому в проектировании появляется все больше проектов, основанных на защите окружающей среды в архитектурных объектах.

Роль архитекторов и строителей как создателей экологичной городской среды постоянно возрастает, обеспечивая следующие актуальные задачи: экологизация города; экономия энергии; утилизация отходов; повышение экологичности новых строительных материалов и совершенствование существующих стройматериалов; повышение экологического качества зданий. Таким образом, все выводы архитектурно-климатического анализа обобщаются и формируют в сознании архитектора своего рода «коллективное видение» будущих зданий и сооружений, которые будут соответствовать природно-климатическим условиям района строительства и созданию городской экологически чистой среды.

### **Литература**

1. *Васильев А. В.* Подходы к оценке экологического риска при воздействии акустических загрязнений // *Экология и промышленность России.* 2018. № 2. Т. 22. С. 25–27.
2. *Тетиор А. Н.* Экология городской среды: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / А. Н. Тетиор. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 4-е изд., перераб. и доп. – 352 с.

3. *Геппель С. А.* Защита жилых зданий от внешних источников шума специальными шумозащитными конструкциями / Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». № 12. (2021).

4. *Геппель С. А.* Комплексные мероприятия по защите от шума как экологического фактора при проектировании зданий и сооружений // Материалы 70-ой Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства»: в 3-х ч.; СПбГАСУ, СПб., 2017. Ч 1. 330 с., С. 293–296.

5. СП 51.13330.2011 «Защита от шума». Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.

УДК 539.217:004.032.26

*Татьяна Валерьевна Семенистая,*

канд. хим. наук, доцент

*Ксения Андреевна Безклубая,*

студент

(Южный федеральный университет)

*E-mail: semenistaya@yandex.ru,*

*rudeys100@gmail.com*

*Tatiana Valeryevna Semenistaya,*  
PhD in Sci. Chem., Associate Professor

*Ksenia Andreevna Bezklubaya,*

student

(Southern Federal University)

*E-mail: semenistaya@yandex.ru,*

*rudeys100@gmail.com*

## **РАЗРАБОТКА И ОБУЧЕНИЕ МОДЕЛИ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО СЛОЯ СЕНСОРА ХЛОРА**

### **DEVELOPMENT AND TRAINING OF AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODEL TO CREATE A GAS-SENSITIVE LAYER OF CHLORINE SENSOR**

Использован метод нейросетевого моделирования для прогнозирования функциональных свойств материалов газочувствительного слоя сенсора хлора. Проведен компьютерный эксперимент с использованием рабочего пространства пакета Neural Network Toolbox в среде MATLAB. Объектом исследования являются Со-содержащие пленки полиакрилонитрила, полученные методом пиролиза под воздействием некогерентного ИК-излучения в разных температурно-временных режимах ИК-отжига. Разработана искусственная нейронная сеть, с помощью которой установлены оптимальные технологические параметры получения газочувствительного материала с максимально возможным значением коэффициента газочувствительности.

*Ключевые слова:* хлор, полиакрилонитрил, искусственная нейронная сеть, полупроводниковые металлорганические пленки, сенсорный элемент.

The method of neural network modeling is used to predict the functional properties of the materials of the gas-sensitive layer of the chlorine sensor. A computer experiment was conducted using the workspace of the Neural Network Toolbox package in the MATLAB environment. The object of the study is Co-containing polyacrylonitrile films obtained by pyrolysis under the influence of incoherent IR radiation in different temperature-time modes of IR annealing. An artificial neural network has been developed, with the help of which optimal technological parameters for obtaining a gas-sensitive material with the maximum possible value of the gas sensitivity coefficient have been established.

*Keywords:* chlorine, polyacrylonitrile, artificial neural network, semiconductor organometallic films, sensor element.

Хлор (Cl<sub>2</sub>) – желто-зеленый газ второго класса опасности с резким удушающим запахом, который в 2,5 раза тяжелее воздуха. Хлор обладает сильным токсическим и раздражающим действием, скользящим центральную нервную систему, оказывает раздражающее воздействие на глаза и органы дыхания [1]. Широко используется в различных сферах, таких как очистка воды, отбеливание целлюлозы на бумажных фабриках, очистка сточных вод и в качестве инсектицидов. Масштабное производство и потребление хлора объясняет высокую потенциальную опасность возникновения чрезвычайных ситуаций на производстве, сопровождающихся вероятностью аварийных выбросов в окружающую среду [2]. При разгерметизации оборудования процесс растекания хлора, как правило не превышает минуты, а скорость растекания может достигать 10 м/с, массовая гибель людей отмечалась в радиусе 50–200 м от места выброса хлора. При концентрации в 180 ppm достигается 50 % смертельных случаев в течение 60 минут [3].

Обеспечение промышленной безопасности является значимой проблемой в современном мире. Разработка и обучение модели искусственной нейронной сети для создания чувствительного слоя сенсора хлора позволит минимизировать вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций, предотвратив их на начальном этапе.

Интеллектуальных систем на основе искусственных нейронных сетей (ИНС) успешно применяются в различных областях науки таких, как автоматизация процессов распознавания образов, прогнозирование, оптимизация технологических процессов, организация ассоциативной памяти и адаптивное управление [4–7]. Для решения задач аппроксимации исходных данных, в том числе и в области анализа состава воздушных сред, наибольшей эффективностью обладают многослойные нейронные сети [8], поскольку многослойный перцептрон может формировать сколь угодно сложные границы принятия решения и реализовывать произвольные логические функции [9]. Обучение ИНС требует наличия большого числа экспериментальных данных, представляющих собой совокупность значений

входных параметров (концентрация газов, температура, влажность) и соответствующие им сигналы датчиков [10].

Для создания эффективных сенсоров, а также для повышения их чувствительности к целевым газам необходимо правильно выбрать газочувствительный материал. В последние годы сообщалось о многих попытках получения чувствительного элемента сенсора  $\text{Cl}_2$  с использованием тонких пленок оксидов металлов, нано-гетероструктур или фталоцианинов [11–13].

Одна из модифицирующих добавок чувствительных к хлору - кобальт. Чувствительность кобальтосодержащих элементов сенсора датчика в диапазоне 0,005–2 ppm [14–15]. ПДК хлора в воздухе рабочих помещений 1 мг/м<sup>3</sup> (0,34 ppm), в атмосферном воздухе населенных мест максимально разовая – 0,1 мг/м<sup>3</sup> (0,034 ppm), среднесуточная – 0,03 мг/м<sup>3</sup> (0,01 ppm) [16].

Для того, чтобы определить оптимальные параметры газочувствительности сенсора хлора, был проведен компьютерный эксперимент с использованием рабочего пространства пакета *Neural Network Toolbox* в среде *MATLAB*.

Объектом исследования являются Со-содержащие пленки полиакрилонитрила, полученные методом пиролиза под воздействием некогерентного ИК-излучения в разных температурно-временных режимах ИК-отжига [17].

Исходные данные для построения нейросетевой модели включают входные данные (процентное содержание металла (Со), температуры ИК-отжига на 1 и 2 этапах, время 1 и 2 этапов ИК-отжига) и выходные данные (коэффициент газочувствительности). Газочувствительность  $S$  – это относительное изменение сопротивления, отношение сопротивления пленки в атмосфере детектируемого газа (хлора) к сопротивлению пленки на воздухе. Исходные данные в размере 40 объектов поделены на 3 группы: для обучения НС, для тестирования обучения и для контрольного расчета оптимальных параметров [18].

Смоделированы ИНС с наибольшим коэффициентом аппроксимации и различными типами сети, в которые вошли *feed-forward backprop*, *cascade-forward backprop*. Проведен расчет ошибки, выбрана ИНС с наименьшей среднеквадратичной ошибкой, что позволило

селективно подобрать образцы с наилучшей газочувствительностью, последовательно изменяя каждый входящий параметр. В результате компьютерного эксперимента установлены оптимальные параметры для формирования чувствительного сенсорного слоя хлора (см. табл.).

### Оптимальные технологические параметры

$\phi$ , % Со	$T_1$ , °С	$t_1$ , мин	$T_2$ , °С	$t_2$ , мин	$S$
0,01	250	27	390	10	0,84

### Литература

1. *Gupta R. C., R. C. Gupta* (Eds.). Handbook of toxicology of chemical warfare agents – Academic Press / Elsevier. Hopkinstville, 2020. Vol. 3.
2. *Elsayed Y., Al-Ameri A. Q., T. El-Sir Ahmed, M. Idreese, S. Kanan* An immediate onsite chlorine leakage disaster management plan // Journal of Chemical Health and Safety. 2019. Vol. 26(4–5). P. 9–13.
3. *Muscetta M., Portarapillo M., A. Di Benedetto, Andreozzi R.* Risk analysis of the sodium hypochlorite production process: Focus on the chlorine // Chemical Engineering Journal Advances. 2022. Vol. 12.
4. *Paulo J. G. Lisboa, Malcolm J.* Taylor Techniques and applications of neural networks – Ellis Horwood workshop series, Ellis Horwood, 1993, P. 1–307.
5. *Rumelhart D., James L. McClelland* Parallel distributed processing // Cambridge, Mass.: MIT Press. 1987. P. 567.
6. *Chang P., Shih J. S.* The Application of Back Propagation Neural Network of Multi-channel Piezoelectric Quartz Crystal Sensor for Mixed Organic Vapours // Tamkang Journal of Science and Engineering. 2002. Vol. 5(4). P. 209–217.
7. *Huang J. R., Li G. Y., Huang Z. Y., Huang X. J., Liu J. H.* Temperature modulation and artificial neural network evaluation for improving the CO selectivity of SnO<sub>2</sub> gas sensor // Sensors and Actuators B. 2006. Vol. 114. P. 1059–1063.
8. *Minsky M., Papert S.* Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry // MA: MIT Press. Cambridge. 1969.
9. *Anil K. Jain, Mao J., Mohiuddin K. M.* Artificial Neural Networks: A Tutorial // Computer. 1996. Vol. 29(3). P. 31–44.
10. *Бондарь О. Г., Брежнева Е. О., Чернышов П. Е.* Применение нейронных сетей в задаче количественного анализа состава воздушной среды // Известия Юго-Западного государственного университета. 2020. № 24(1). С. 159–174.
11. *Pratibha Rao, R. V. Godbole, Sunita Bhagwat.* Chlorine gas sensing performance of palladium doped nickel ferrite thin films // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2016. Vol. 405. P. 219–224.

12. Xiaokun Zheng, Huiqing Fan, HaoWang, Benben Yan, Jiangwei Ma, Weijia Wang, Arun Kumar Yadav, Wenqiang Dong, ShurenWang. ZnO–SnO<sub>2</sub> nano-heterostructures with high-energy facets for high selective and sensitive chlorine gas sensor // *Ceramics International*. 2020. Vol. 46 (17). P. 27499–27507.

13. Anshul Kumar Sharma, A. K. Debnath, D. K. Aswal, Aman Mahajan. Room temperature ppb level detection of chlorine using peripherally alkoxy substituted phthalocyanine/SWCNTs based chemiresistive sensors *Sensors and Actuators B: Chemical*. 2022. Vol. 350.

14. Debnath A. K., Samanta S., Ajay Singh, Aswal D. K., Gupta S. K., Yakhmi J. V. Parts-per-billion level chlorine sensors with fast kinetics using ultrathin cobalt phthalocyanine films // *Chemical Physics Letters*. 2009. Vol. 480(4–6). P. 185–188.

15. Бедная Т. А., Коваленко С. П., Семенистая Т. В., Петров В. В., Королев А. Н. Газочувствительные элементы сенсора диоксида азота и хлора на основе кобальтсодержащего полиакрилонитрила // *Микро- и наносистемная техника*. Таганрог. 2012. №4. С. 66–71.

16. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 13.02.2018 № 25 «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

17. Семенистая Т. В., Воронова А. А., Калажоков З. Х., Мисакова Л. Б., Калажоков Х. Х. Низкотемпературный сенсор монооксида углерода на основе нанокompозитных пленок кобальт-содержащего ПАН для систем пожарной безопасности // *Известия Южного федерального университета. Технические науки*. 2014. № 213. С. 185–194.

18. Семенистая Т. В., Кутомкина Е. В. Подход к созданию светочувствительных пленок на основе модифицированного полиакрилонитрила // *Journal of Physics: Conference Series*. Таганрог. 2019.

**УДК 311.504**

*Гурам Дарчидзе,*  
аспирант  
*Гела Кипиани,*  
профессор  
(Грузинский технический университет)  
*Зураб Мегрелишвили,*  
профессор  
(Батумский государственный  
университет имени Шота Руставели)  
*E-mail: darchidz1995@gmail.com,*  
*gelakip@gmail.com,*  
*z.megrelishvili@inbox.ru*

*Guram Darchidze,*  
postgraduate student  
*Gela Kipiani,*  
Professor  
(Georgian Technical University)  
*Zurab Megrelishvili,*  
Professor  
(Batumi Shota Rustaveli  
State University)  
*E-mail: darchidz1995@gmail.com*  
*gelakip@gmail.com,*  
*z.megrelishvili@inbox.ru*

**ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ  
ВОД, ПОДГОТОВКА РЕКОМЕНДАЦИЙ  
ПО ИХ ВЫЯВЛЕНИЮ И РАЗРАБОТКЕ  
МЕТОДОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ**

**SOURCES OF SURFACE WATER POLLUTION,  
DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS  
FOR THEIR IDENTIFICATION AND DEVELOPMENT  
OF PREVENTION METHODS**

Проблема загрязнения воды становится все более актуальной для всего мира. К сожалению, Грузия не является исключением, где водные источники хотя и многочисленны, но с небольшим дебитом воды и значительная их часть загрязнена. По мере движения стока он собирает и переносит естественные и антропогенные загрязнители и откладывает их в реки, подземные воды или озера. Особое внимание необходимо обратить на биологическое загрязнение источников воды, которое происходит в следствии вымывания или смывания источников антропогенного биологического загрязнения дождевыми и тальми водами. Попадая в водную среду, при благоприятных условиях, патогенные организмы способны бурно размножаться, создавая угрозу окружающей среде. Загрязнение источников воды является основной причиной проблем, связанных с качеством воды. Воздействие загрязнителей исходной воды на конкретные воды различаются и не всегда может быть оценено в полной мере. Однако мы знаем, что эти загрязнители оказывают вредное воздействие на снабжение питьевой водой, отдых, рыболовство и дикую природу. Именно поэтому



необходимо найти источник биологического загрязнения воды для разработки эффективного метода его устранения.

*Ключевые слова:* поверхностные воды, биологическое загрязнение, исследование.

The problem of water pollution is becoming more and more urgent for the whole world. Unfortunately, Georgia is not an exception, where water sources, although numerous, have a small flow rate and a significant part of them are polluted. As the runoff moves, it collects and transports natural and anthropogenic pollutants and deposits them in rivers, groundwater or lakes. Particular attention should be paid to the biological pollution of water sources, which occurs as a result of leaching or washing away of sources of anthropogenic biological pollution by rain and melt water. Once in the aquatic environment, under favorable conditions, pathogenic organisms are able to multiply rapidly, creating a threat to the environment. Pollution of water sources is the main cause of water quality problems. The impact of source water pollutants on specific waters varies and cannot always be fully assessed. However, we know that these pollutants have harmful effects on drinking water supplies, recreation, fisheries and wildlife. That is why it is necessary to find the source of biological water pollution in order to develop an effective method for its elimination.

*Keywords:* surface waters, biological pollution, research.

В целях улучшения санитарно-гигиенических условий одной из важнейших проблем, которую мы сегодня пытаемся решить разными способами, является загрязнение воды. Несмотря на проводимые мероприятия и совершенствование методов очистки сточных вод, проблема остается актуальной. Среди видов загрязнения наиболее распространенным видом является биологическое загрязнение, которое непосредственно связано с внедрением в воду бактерий, патогенных микроорганизмов, вирусов и простейших [1; 6].

Сточные воды являются одним из основных источников загрязнения вод [2]. Их бактериальную обсемененность определяют по объему воды, содержащей кишечную палочку, в миллилитрах, который характеризуется числом коли-титра. Эти виды загрязняющих веществ чаще всего встречаются в бытовых и сточных водах заводов, животноводческих ферм, прачечных и больниц.

Целью исследований является изучение источников загрязнения поверхностных вод, разработка рекомендаций по их выявлению и методов очистки.

Органические соединения и микроорганизмы могут попадать как в поверхностные, так и в грунтовые воды, нанося серьезный ущерб экосистемам. Опасность несут в первую очередь возбудители инфекций и болезней, отрицательно влияющих на здоровье людей и животных. В худшем случае они могут вызывать полные или необратимые эффекты [3].

Органический кластер загрязнителей воды включает вещества растительного, животного и химического происхождения. К первой категории относятся растительные, фруктовые, бумажные отходы, ко второй – отходы человека и животных, а также различные жировые и мышечные ткани. Особо опасную категорию представляют химические загрязнители, представленные нефтепродуктами, пестицидами и различными промышленными отходами.

Из 185 исследованных источников воды в Аджарии 75 оказались загрязненными различными видами загрязнения, в 10 из них отмечены наличие бытовых отходов, а в 2-х периодически наблюдаются помутнения от нефти (см. табл.).

#### Доля загрязнения *E.coli* в исследованных реках Аджарии

Муниципалитет	Количество загрязненных источников	Количество незагрязненных	Всего
Кобулет	12	25	37
Хелвачаури	23	24	47
Кедах	10	15	25
Шуахеви	14	23	37
Хуло	16	22	38
Все	75	109	184

Нефтепродукты наносят наибольший вред воде, поскольку являются чрезвычайно стойкими загрязнителями, способными распространяться на большие территории. Покрывая ими водную поверхность, газообмен между водой и атмосферой полностью прекращается. В пределах страны загрязнение нефтью может быть локальным и/или региональным [4; 5].

Всем известен тот факт, что на территории города Батуми находились нефтеперерабатывающие и химические заводы, на территории которых до сих пор амортизированные старые системы загрязняют реки Баарцханисцкали и Кубистскали (см. рисунок).



Очаг нефтяного загрязнения в реках Баарцханисцкали и Кубистскали

Загрязнение воды бактериями и патогенными микроорганизмами может привести к вспышкам опасных кишечных заболеваний. Это возможно, в первую очередь, из-за низкого качества систем очистки или их отсутствия вообще. Именно поэтому страны третьего мира считаются основными очагами подобных заболеваний. В этом случае носителем опасности являются живущие в питьевой воде организмы и соединения, образующиеся в результате различных реакций, а не сама питьевая вода.

Сероводород является веществом, которое может причинить серьезный вред организму, если оно вырабатывается вне организма человека, так как чрезвычайно токсично и может поражать различные органы, в том числе печень и желудок [6].

Кипячение считается наиболее распространенным способом очистки воды от микробиологического загрязнения в бытовых условиях. Этот процесс убивает большинство бактерий, потому что они погибают при высоких температурах, но этот процесс также не делает воду пригодной для питья. Также удаление биологических загрязнителей может осуществляться в электролизерах, в это время поллютанты поглощаются образующимися в процессе гидроксидами алюминия и железа, после чего удаляются осаждением, флотацией или фильтрацией [7].

Наиболее распространенным методом определения поллютантов биологического происхождения является метод мембранной фильтрации. Отобранный в рамках исследования образец пропускают через мембранный фильтр, который помещают в чашку Петри на питательную среду. Диаметр пор не должен превышать 0,8 мкм. Если в образце присутствуют микроорганизмы и бактерии, они останутся на фильтре [8].

Затем следует 24-часовой инкубационный период при температуре около 37 градусов по Цельсию. Колонии подсчитывают через сетку, наложенную на фильтры. Они могут выпускаться белого и черного цвета соответственно для бактерий и другого для дрожжей и плесени [8].

Такие исследования могут проводиться в лабораториях с высоким стандартом, что даст нам возможность узнать точное положение рек, загрязненных кишечной палочкой, на данном этапе.

## Вывод

1. После загрязнения реки следует немедленно принять меры по устранению недостатков в зависимости от типа загрязнителя. Одна из таких мер – механическая очистка реки. Для этого утилизация твердых отходов, сбрасываемых в реки, осуществляется с использованием оборудования/устройств для локализации и сбора.

2. Другой наиболее распространенной практикой является фиторемедиация. Используются некоторые виды растений, которые эффективно удаляют тяжелые металлы из загрязненных рек. Например, водяная лилия (*Eichhornia crassipes*) используется для поглощения кадмия и меди. Аналогичным образом симбиоз сине-зеленых водорослей *Azolla-anabena* и *Azollaii* используется для биоремедиации рек, загрязненных мышьяком и другими металлоидами [9].

3. Некоторые виды бактерий и некоторые производные грибов используются для деградации загрязняющих веществ в реках (биodeградация). Бактерии видов *Acintobacter*, *Pseudomonas*, *Imycobacter* разлагают соответственно алканы, моноароматические и полиароматические вещества.

4. Для разработки рекомендаций по исследованию состояния водных источников и очистке сточных вод с учетом существующих современных технологий, исследования необходимо продолжить.

### Литература

1. Приложение Плана управления бассейном Чорохи-Ачаришкали: Прибрежные и переходные воды. Водная инициатива плюс для стран Восточного партнерства (EUWI+) / сост. С.о Ахобадзе [и др]. Тбилиси: Консорциум государств-членов Европейского Союза, Австрийское агентство по охране окружающей среды, Вена, Австрия, 2021 г., 197 с.
2. *Павлишвили Н.* Антропогенная трансформация территории Adjарии: Квалификационная работа на соискание ученой степени магистра географии: 0532.1.2. ТГУ, 2013, 70 с.
3. *Трапаидзе В.* Учебный курс по водным ресурсам: учебник. Тбилиси : ТГУ, 2012. 119 с.
4. Кадастр водных запасов Грузии/ И. Иорданишвили [и др] Тбилиси, Грузия, Изд-во Универсал, 2018, 260 с.
5. Как предотвратить болезни, вызванные питьевой водой: [сайт]. : <http://www.genesis.org.ge/brochure19/brochure19.htm/>
6. Загрязнение рек: причины, загрязняющие вещества и последствия: [сайт]. : <https://ka.warbletoncouncil.org/>
7. Постановление Правительства Грузии № 58. URL: <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/2196792?publication=0/>
8. Постановление Правительства Грузии № 425. URL: <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/2196792?publication=0./>
9. Envision2030: 17 goals to transform the world for persons with disabilities: [сайт]. : <https://www.un.org/development/desa/disabilities/envision2030.html/>

УДК 504.5.004.5

Оксана Алексеевна Зиновьева,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: zinovjeva.oxanushka@yandex.ru

Oksana Alekseevna Zinovieva,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: zinovjeva.oxanushka@yandex.ru

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В Г. КЕМЕРОВО НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

### IMPROVING OF THE ENVIRONMENTAL SAFETY ON THE BASIS OF A SIMULATION MODEL (A CASE OF KEMEROVO)

Загрязненный воздух – актуальная проблема многих городов, особенно промышленных. Отличительной чертой городской среды является разнообразие источников загрязнения. Для изучения взаимосвязи динамики города и увеличения выбросов предлагается метод, с помощью которого город рассматривается как система взаимосвязанных информационно-цифровых показателей. Речь идет об имитационном моделировании – одном из современных компьютерных компонентов математического исчисления. Также анализируется ГИС-система как направление имитационного метода.

*Ключевые слова:* городская среда, имитационное моделирование, экологическая безопасность, выбросы, ГИС-система.

Polluted air is an urgent problem of many cities, especially industrial. A distinctive feature of the urban environment is a variety of sources of pollution. To study the relationship between the dynamics of the city and the increase in emissions, a method is proposed by which the city is considered as a system of interconnected information and digital aspects. We are talking about simulation that is one of the modern computer components of mathematical calculus. GIS-system is also analyzed as a direction of the imitation method.

*Keywords:* urban environment, simulation modeling, environmental safety, emissions, GIS-system.

Развитие процесса урбанизации дает человеку не только ряд возможностей, но и также является причиной возникновения ряда заболеваний, вызванные неблагоприятной экологической обстановкой [1–4].

В городах, где концентрация загрязняющих веществ превышает нормы, основной причиной преждевременной смертности является смертность из-за болезни системы кровообращения, органов дыхания, пищеварения, также распространены онкологические и эндокринные заболевания [5, 6].

К основным источникам загрязнений относят промышленные выбросы и выбросы от автотранспорта, которые расположены в условиях лимитированного пространства города [7]. На рассеивание выбросов влияет множество факторов, например, метеорологические и географические показатели окружающей среды [8]. Кемерово – промышленный город с развитой угольной и тяжелой промышленностью. Как результат, технокомплекс не отвечает требованиям экологической безопасности и обладает рядом негативных факторов, например, загрязняет атмосферный воздух, разрушает природные ландшафты, уничтожает поверхностный слой почвы вместе с грунтовыми водами, является источником регулярных кислотных дождей [9, 10]. Также в агломерации наблюдается превышение смертности над рождаемостью, высокий процент смертности от болезней, вызываемых загрязнением воздуха и среды обитания человека в целом [11].

Для изучения структуры и функционирования технокомплекса применяется метод имитационного моделирования. Данный вид моделирования позволяет воспроизвести динамику города и изучить взаимосвязь между его техногенными структурами, угрожающими экологической безопасности. Имитационное компьютерное исчисление дает возможность проведения экспериментов над изменением этих систем без экономических затрат и рисков [12-14].

Исходным компонентом имитационного метода является математическое моделирование. Данный метод представляет собой систему дифференциальных уравнений. Структура города представляется в упрощенном виде как комплекс уравнений, значение которых меняются во времени. С развитием компьютерных технологий дифференциальное исчисление было оцифровано и представлено в виде ряда программных продуктов, цель которых заключается в существенном упрощении расчетов и демонстрации результатов имитационного моделирования [15, 16]. В итоге, систему уравнений возможно запрограммировать как систему взаимосвязанных блок-схем и расчеты вывести в виде графиков и таблиц (рис. 1).

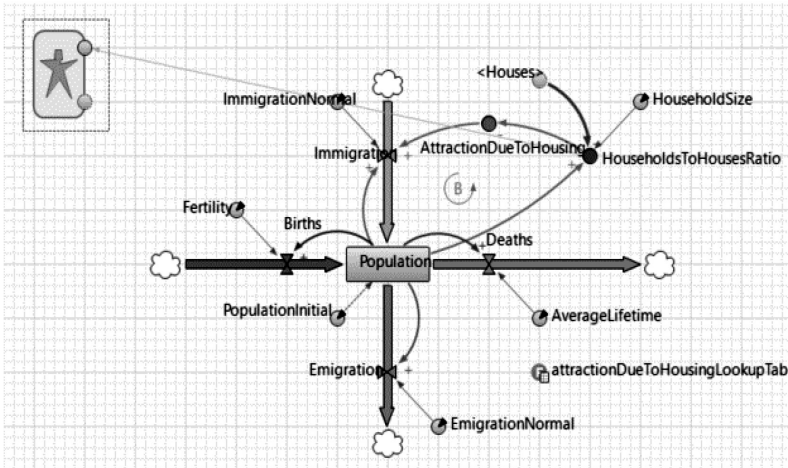


Рис. 1. Пример построения блок-схемы для изучения городской агломерации

Под городской логистикой имеют в виду логистическую инфраструктуру, воздействие на окружающую среду, уровень управления и сервиса. Все это заключено в имитационном моделировании, в частности, в компьютерной реализации ГИС [17].

Геоинформационная система (ГИС) является одним из методов имитационного исчисления, пользующегося широкой популярностью среди специалистов [18]. Метод базируется на работе с картами, на которых отражается состояние окружающей среды для дальнейшего мониторинга (рис. 2).

ГИС включает 2 больших блока: электронные карты с базами данных и средств обеспечения функционирования системы. Созданию ГИС предшествует комплекс мероприятий по сбору и анализу имеющихся правоустанавливающих документов, аэрофотосъемке, топографо-геодезическим, картографическим работам, другим необходимым изысканиям систематизированной информации от органов государственной власти, органов местного самоуправления и других структур управления. Также используются данные спутникового дистанционного зондирования региона для получения объективной и своевременной информации о состоянии природных факторов.



Оптимальным вариантом базовой оболочки ГИС для решения разнообразных задач выбираются цифровые платформы, которые обеспечивают наибольшую совместимость с другими ГИС-приложениями и качество работы в растровой и векторной системах координат.

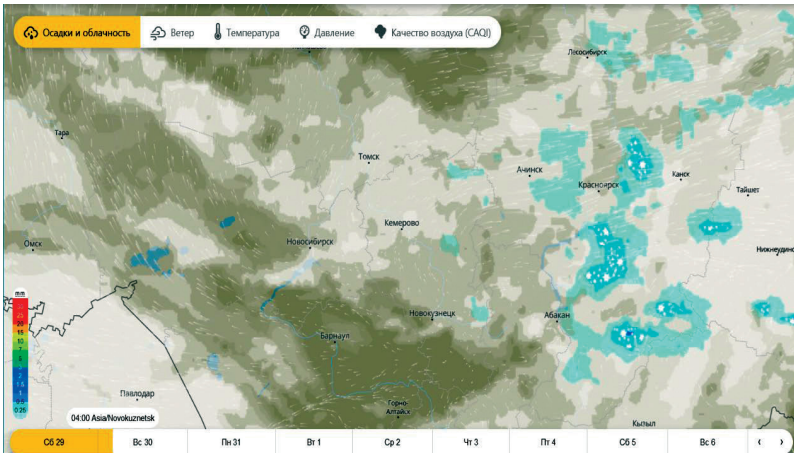


Рис. 2. ГИС-карта г. Кемерово

Исходные данные о состоянии объекта, ресурсов, включая нормы проектирования, должны быть четко структурированы и представлены в виде типового пакета рамочных тематических баз данных, а также типовых электронных карт. Многие ученые отмечают, что важную роль в ГИС-системе играет создание баз данных полевых опытов, проводимых на территориях регионов в научно-исследовательских, опытных, учебных заведениях, в том числе на геофизических станциях. Далее необходима оцифровка картографического материала. В геоинформационных системах широко используются как векторные, так и растровые методы представления графических данных [19].

Растровые ГИС основаны на одноименной системе координат – сплошной сетке, размещенной на карте со стандартным шагом дискретизации, каждая ячейка-пиксель которой имеет две уникальных координаты ( $x$  и  $y$ ). Векторная ГИС основана на точечном, а не на сеточном представлении информации.

Растровые ГИС позволяют легко визуализировать табличную информацию из связанных баз данных на картах, выполнять логические (если..., то...) и алгебраические операции (сложение, вычитание и др.) с различными тематическими слоями карты, часто имеющими различную пространственную организацию (несовпадение границ исходных картографических выборок). Векторная ГИС может быть использована в векторных пакетах геоинформационного обеспечения и уточнения характеристик исследуемых площадей, сети дорог, объектов производственной инфраструктуры и т. д. При построении карт некоторые ГИС используют комбинированный подход, т. е. предварительно выбирают обзорную растровую карту региона и далее карты выбранных территорий по векторному принципу.

Локальная ГИС используется для небольших объемов данных и небольшого числа пользователей. Выбор определяется сложностью запросов и размером баз данных. В качестве инструмента построения системы используют линейку продуктов ESRI для дальнейшего расширения системы.

Отметим, что в системе ГИС должна быть реализована инвентаризация следующих уровней: федеральный; региональный (республика, область); местный (административный район, город); объекта (хозяйства, предприятия, полигона) с учетом требований экологической безопасности и природопользования [20]. Соответственно, по крайней мере, для трех верхних уровней предполагается распределение и использование технических ресурсов, создание организационных структур и ГИС-сервисов.

Таким образом, в имитационных методах моделирования развития городских систем одним из главных средств инновационных разработок выступают компьютерные программы и мощные информационно-цифровые платформы, такие как программная платформа Net Framework с интеграцией СУБД MySQL и ГИС MapInfo.

ГИС – источник данных и средство визуализации результатов с последующей имитационной компьютерной обработкой. ГИС опирается на методологию системного анализа, последние достижения в области геоинформационных технологий, создание и использование средств и методов дистанционного зондирования, а также компьютерных технологий и высокоточных поддержка навигации и времени.

ГИС – это мощная и пространственно-распределенная многоуровневая система, соответствующая принятому административно-территориальному делению и структуре существующих служб (органов управления) потребителей информационных разработок.

### Литература

1. *Смирнова Е. Э.* Экология / Е. Э. Смирнова. – М. : Ютас, 2010. – 100 с.
2. *Смирнова Е. Э.* Экологический аудит как экономический инструмент управления природопользованием / Е. Э. Смирнова // Интеграция экономики в систему мирохозяйственных связей. Сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции. – СПб. : СПб политех. ун-т им. Петра Великого, 2010. – С. 220–222.
3. *Смирнова Е. Э.* Экология и экономика природопользования / Е. Э. Смирнова. – СПб. : Деметра, 2005. – 112 с.
4. *Tokareva L. D.* Ensuring environmental safety of the Baltic Sea basin / E. E. Smirnova, L.D. Tokareva // E3S Web of Conferences. Сер. «Topical Issues of Rational Use of Natural Resources 2021, TI 2021». – 2021. – Т. 266. – С. 8011. DOI: 10.1051/e3sconf/202126608011.
5. *Блинов Л. Н.* Экологические проблемы мегаполисов / Л. Н. Блинов, И. Л. Перфилова. Л. В. Юмашева, Т. В. Соколова // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2013. – Т. 8. – № 2. – С. 837–845.
6. *Макоско А. А., Матешева А. В.* О тенденциях распространённости экологически обусловленных заболеваний вследствие техногенного загрязнения атмосферы // Экология инноваций. – 2012. – Т 168. – № 10. – С. 98–105.
7. *Смирнова Е. Э.* Охрана окружающей среды и основы природопользования // Е. Э. Смирнова. – СПб. : СПбГАСУ, 2012. – 48 с.
8. *Токарева Л. Д.* Сравнительный анализ моделей расчета загрязнения воздуха / Е. Э. Смирнова, Л. Д. Токарева // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2021). Материалы XVII Международной научно-технической конференции: в 2 томах. – Уфа: УГАТУ, 2021. – С. 231–238.
9. *Larionova Y.* Problem of environmental safety during construction (analysis of construction impact on environment) / E. Smirnova, Y. Larionova // E3S Web of Conferences. «Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019». – 2020. – Т. 164. – С. 07006. DOI: 10.1051/e3sconf/202016407006.
10. *Савин С. Н.* Совершенствование требований ТСН 50-302-2004 по обеспечению безопасности конструкций зданий при динамических нагрузках в условиях уплотнительной застройки / С. Н. Савин, Е. Э. Смирнова // Архитектура – строительство – транспорт. Материалы 73-й научной конференции профессоров,

преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. В 3-х частях. – СПб.: СПбГАСУ, 2017. – С. 169–172.

11. *Григашкина С. И.* Смертность населения Кемеровской области: тенденции и причины / С. И. Григашкина, Е. И. Левина // Социологические науки. – 2014. – Т. 103. – № 3. – С. 168–174.

12. *Smirnova E.* The use of the Monte Carlo method for predicting environmental risk in construction zones / E. Smirnova // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1614. – С. 012083. DOI: 10.1088/1742-6596/1614/1/012083.

13. *Smirnova E.* Environmental risk analysis in construction under uncertainty / E. Smirnova // Reconstruction and restoration of architectural heritage. S. Sementsov, A. Leontyev, S. Huerta, I. Menéndez Pidal de Nava (eds.). – London: CRC Press, 2020. – С. 222–227. DOI: 10.1201/9781003129097-47.

14. *Smirnova E.* Monte Carlo simulation of environmental risks of technogenic impact / E. Smirnova // Contemporary problems of architecture and construction. E. Rybnov, P. Akimov, M. Khalvashi, E. Vardanyan (eds.). – London : CRC Press, 2021. – С. 355–360. DOI: 10.1201/9781003176428.

15. *Larionov A.* Risk assessment models to improve environmental safety in the field of the economy and organization of construction: A case study of Russia / A. Larionov, E. Nezhnikova, E. Smirnova // Sustainability. – 2021. – Vol. 13. – № 24. – С. 13539. DOI: 10.3390/su132413539.

16. *Nezhnikova E.* Ecological risk assessment to substantiate the efficiency of the economy and the organization of construction / E. Nezhnikova, A. Larionov, E. Smirnova // Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. – 2021. – Vol. 27. – № 8. – С. 2069–2079. DOI: 10.1080/10807039.2021.1949262.

17. *Морзеев А. Б.* Постановка задачи создания имитационной модели функционирования региона / А. Б. Морзеев, Е. Н. Десятирикова // ИнВестРегион. – 2007. – № 2. – С. 12–14.

18. *Галковский Э. А.* Географическая информационная система как новая национальная онлайн-система России / Э. А. Галковский // Геодезист. – 2001. – № 4. – С. 14–18.

19. *Гафарова Е. А.* Имитационное модели развития города: социально-экономический и управленческие аспекты / Е. А. Гафарова, К. А. Газизова // Вопросы управления. – 2014. – Т. 15. – № 3. – С. 172–180.

20. *Мушаева А. К.* Геоинформационные системы в экологии и природопользовании / А. К. Мушаева // Научно-агрономический журнал. – 2017. – Т. 101. – № 2. – С. 45–48.

**УДК 502/504**

*Мак Кироа Кристофер Андре,*  
студент

*Эльвира Габдулхаковна Набеева,*  
канд. биол. наук, доцент

*Дильбар Газизовна Хузяшева,*  
канд. хим. наук, старший преподаватель

*Нафиса Мансуровна Мингазова,*  
д-р биол. наук, профессор

(Казанский (Приволжский)  
федеральный университет)

*E-mail: himlab33@mail.ru,*

*levira\_nn@mail.ru, nmingas@mail.ru*

*McKiroa Christopher Andre,*  
student

*Elvira Gabdulkhakovna Nabeeva,*  
PhD of Sci. Biol., Associate Professor

*Dilbar Gazizovna Khuzyasheva,*  
PhD in Sci. Chem., senior lecturer

*Nafisa Mansurovna Mingazova,*  
Dr. Sci. Biol., Professor

(Kazan (Volga region)  
Federal University)

*E-mail: himlab33@mail.ru,*

*levira\_nn@mail.ru, nmingas@mail.ru*

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
РЕКИ ШОШМА И РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА ВОДЫ**

**ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE  
OF THE SHOSHMA RIVER AND SUGGESTIONS  
FOR IMPROVING OF WATER QUALITY**

Исследования посвящены изучению влияния сточных вод молочной промышленности на состояние водных объектов в случае поступления в водные объекты недостаточно очищенных сточных вод. Статья направлена на оценку экологического состояния реки Шошма Республики Татарстан, испытывающую воздействие недостаточно очищенных сточных вод, по физико-химическим и гидробиологическим (по зообентосу) показателям. По результатам изучения даны рекомендации по улучшению качества воды вследствие значительного антропогенного воздействия.

*Ключевые слова:* качество воды, зообентос, нормативы, предприятие молочной промышленности, река Шошма.

The research is devoted to the study of the influence of wastewater from the dairy industry on the state of water bodies in the event that insufficiently treated wastewater enters on water bodies. The article is aimed at assessing the ecological state of the Shoshma River in the Republic Tatarstan, which is affected by insufficiently treated wastewater, in terms of physicochemical and hydrobiological (zoobenthos) indicators. Based on the results of the study, recommendations were given to improve water quality due to significant anthropogenic impact.

*Keywords:* water quality, zoobenthos, standards, dairy industry enterprise, Shoshma river.

Предприятия молочной промышленности могут оказывать сильное воздействие на окружающую среду в случае поступления аварийных сбросов или недостаточно очищенных сточных вод. Именно поэтому следует уделить значительное влияние наличию, работе и контролю состояния очистных сооружений на данных предприятиях.

Целью настоящих исследований было изучение антропогенного воздействия маслодельно-молочного комбината ООО «Арча» (Балтасинский район, Республика Татарстан) на окружающую среду и роли очистных сооружений предприятия в очистке сточных вод.

Объектом изучения была река Шошма Республики Татарстан, в которую осуществляется сброс сточных вод маслодельно-молочного комбината и жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ). Река имеет статус особо охраняемой природной территории (памятник природы). Длина реки составляет 100,2 км, в пределах Республики Татарстан она протекает на расстоянии 81,1 км.

В настоящее время на очистных сооружениях маслодельно-молочного комбината реализованы механическая (песколовка, жироловка) и физико-химическая (напорный флотатор с применением коагулянта *Polyaluminium chlorid* и флокулянта *Praestol TM*) стадии очистки сточных вод комбината. Основными загрязняющими веществами, попадающими в реку, являются остаточные концентрации белковых веществ, нефтепродуктов, ПАВ, жиров и минеральные компоненты.

Для правильной оценки экологического состояния реки Шошма применены различные методы, такие как: гидрохимические и гидрофизические показатели, эколого-санитарные показатели [1], биоиндикация по организмам зообентоса. Для данного исследования все пробы были отобраны 07.08.2021 г. и 15.10.2021 г., для сравнения изменения качества воды в реке Шошма после внедрения изменений в технологию очистки сточных вод на очистных сооружениях комбината.

Станции исследования включали в себя: Ст. 1. – место впадения сточных вод из трубы молочного комбината в реку Шошма; Ст. 2 – 500 м ниже впадения стока из трубы молочного комбината; Ст. 3 – в 4 км ниже сброса сточных вод молочного комбината и ЖКХ; Ст. 4 – в 1 км

выше впадения стока из трубы молочного комбината (фоновая станция); Ст. 5 – в 18,5 км ниже стока, у дер. Янгулово; Ст. 6 – сток из трубы молочного комбината. Порядок расположения станций исследования представлен на рис. 1–2.



Рис. 1. Схема расположения станций взятия проб

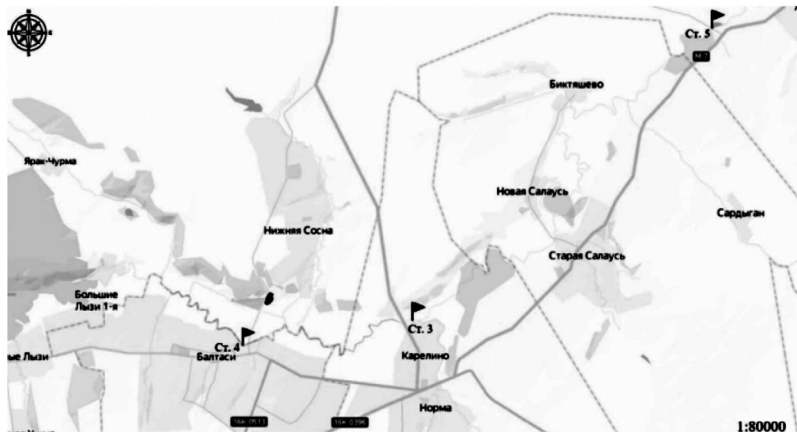


Рис. 2. Схема расположения станций взятия проб на реке Шошма

Химические анализы были выполнены аккредитованной специализированной лабораторией.

### Результаты исследования

По содержанию кислорода в воде отмечались очень низкие показатели на станциях 1, 2, 3, которые не соответствуют нормативам качества вод водных объектов рыбохозяйственного значения, так как растворенный кислород не должен опускаться ниже 6,0 мг/л [2]. На станции 3 наблюдается самое низкое содержание кислорода, видимо, из-за влияния сточных вод ЖКХ. На фоновой станции 4 выше места сброса выявлено наибольшее содержание растворенного кислорода. По водородному показателю (рН) значения везде соответствуют норме, которая составляет 6,5–8,5.

Учитывая, что только в июне 2021 г. молочный комбинат внедрил изменения в технологию очистки сточных вод на своих очистных сооружениях, то первая серия отбора проб (07.08.2021 г.), особенно в части содержания кислорода, показала худшие значения качества вод. Осенью 15.10.2021 г. еще раз были взяты пробы воды, и в них уже обнаружили лучшие значения по содержанию кислорода, рН, удельной электропроводности и прозрачности вод. Например, на станциях 1, 2, 4 и 5 значения содержания кислорода увеличились 1,5 раза. Но на станции 3 из-за влияния сточных вод ЖКХ содержание  $O_2$  в речной воде по-прежнему оставалось неудовлетворительным.

В пробах от 07.08.2021 на станциях 1 и 6 отмечаются превышения всех ингредиентов, до уровня 96 ПДК и 6 ПДК по нефтепродуктам на станциях 6 и 1 соответственно. По АПАВ тоже наблюдаются превышения в 13,7 и 17,8 ПДК для станций 1 и 6 (табл. 1).

Жиры на всех станциях превышают фоновую концентрацию станции 4. На станции 6 превышение составило почти в 530 раз, на станции 1 в 51 раз, затем наблюдалось постепенное снижение по мере удаления станции от места поступления стока молочного комбината. По фосфатам, ХПК и сухому остатку наибольшие превышения отмечаются на станциях 1 и 6, а по аммоний – на станции 4 (табл. 1).



Таблица 1

## Гидрохимические показатели воды реки Шошма 07.08.2021 г.

Гидро-химический показатель	Величина гидрохимических показателей, мг/л						ПДК для рыбохозяйственных целей, мг/л
	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Ст. 6	
$\text{NH}_4^+$	23,6	1,9	4,05	0,64	–	15,9	0,5
$\text{NO}_2^-$	0,11	0,02	0,02	0,02	–	0,07	0,08
$\text{NO}_3^-$	0,34	0,10	0,10	0,96	–	0,46	40
$\text{SO}_4^{2-}$	305	265	207	276	–	261	100
$\text{PO}_4^{3-}$	55,40	0,62	1,00	0,14	–	53,90	0,15
$\text{Cl}^-$	760	23,5	36,6	19,7	–	836	300
$\text{pH}^*$	6,5	7,8	7,8	7,9	–	6,6	6,5–8,5
$\text{HCO}_3^-$	635	328	322	320	–	299	Не установлено
Fe	0,116	0,109	0,116	0,107	–	1,29	0,1
Mn	< 0,005	0,105	< 0,005	< 0,005	–	< 0,005	Не установлено
Нефте-продукты	0,3	1,6	0,3	0,3	–	4,8	0,05
АПАВ	1,37	0,09	0,101	0,102	–	1,78	0,1
Сухой остаток	3634	718	800	864	–	3736	1000
ХПК	2000	22	17	4	–	2000	15

Примечание: (–) – отсутствие данных.

В пробах от 15.10.2021 г. поверхностных вод реки Шошма, на станции 1 были обнаружены соединения биогенных элементов в концентрациях, не соответствующих норме, равного 1,26 ПДК для аммоний-иона ( $\text{NH}_4^+$ ), 4,41 ПДК по нитрит-иону ( $\text{NO}_2^-$ ), 2,33 ПДК по фосфат-иону ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) и так же 16 ПДК по ХПК (табл. 2).

Таблица 2

## Гидрохимические показатели воды реки Шошма 15.10.2021 г.

Гидро-химический показатель	Величина гидрохимических показателей, мг/л					ПДК для рыбохозяйственных целей, мг/л
	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	
$\text{NH}_4^+$	0,63	0,45	0,54	0,26	0,24	0,5
$\text{NO}_2^-$	0,353	0,029	0,740	0,038	0,073	0,08
$\text{NO}_3^-$	6,90	0,92	0,35	6,72	2,43	40
$\text{SO}_4^{2-}$	–	–	114	142	333	100
$\text{PO}_4^{3-}$	0,350	0,358	0,770	0,064	0,376	0,15
$\text{Cl}^-$	–	–	32,9	16,0	25,4	300
<b>pH*</b>	7,9	7,7	7,9	7,5	7,9	6,5–8,5
$\text{HCO}_3^-$	–	–	381	384	330	Не установлено
<b>АПАВ</b>	0,078	0,058	0,096	0,047	0,049	0,1
<b>Нефте-продукты</b>	0,053	0,140	0,079	0,082	0,078	0,05
<b>Общая жесткость, °Ж мг. экв./л*</b>	–	–	7,92	7,68	11,10	7
<b>ХПК</b>	240	90	270	68	110	15

Примечание: (–) – отсутствие данных.

На станции 2 были обнаружены 2,38 ПДК по фосфат-иону ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) и 6 ПДК по ХПК. На фоновой станции 4 выявилось превышение только по сульфат-иону ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) на уровне 1,42 ПДК и по ХПК на уровне 4,53 ПДК. На станции 5 обнаружены соединения биогенных элементов в концентрациях, не соответствующих норме, равные 3,33 ПДК по сульфат-иону ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), 2,5 ПДК по фосфат-иону ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), а также 7,33 ПДК по ХПК.

Надо также отметить, что на станции 3 почти по всем гидрохимическим показателям были обнаружены превышения ПДК: в 1,08 раз по  $\text{NH}_4^+$ , в 9,25 раз по  $\text{NO}_2^-$ , в 1,14 раз по  $\text{SO}_4^{2-}$ , в 5,13 раз по  $\text{PO}_4^{3-}$ , в 18 раз по ХПК, что может быть связано и с поступлением сточных вод от ЖКХ.

По поводу жиров и нефтепродуктов необходимо отметить, что эти два ингредиента значительно снизили свою концентрацию с отборов 07.08.2021 г., но, тем не менее, превышали фоновую концентрацию (ст. 4).

Оценка качества воды по комплексной эколого-санитарной классификации качества поверхностных вод суши [1] выявила, что на 07.08.2021 г. на станции 1 по аммоний-иону ( $\text{NH}_4^+$ ), нитрит-иону ( $\text{NO}_2^-$ ), фосфат-иону ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) и растворенному кислороду вода характеризовалась как «весьма грязная – предельно грязная». На станции 2 ситуация меняется к лучшему и качество воды соответствует разряду «слабо загрязненная». На станции 3 и 6 качество воды соответствует разрядам «весьма грязная – предельно грязная». На фоновой станции 4 качество воды соответствует разряду «умеренно загрязненная».

По данным проб на 15.10.2021 г., на станции 1 и 3 качество воды соответствовало разряду «предельно грязная», на станциях 2 и 4 – разряду «умеренно загрязненная», и на станции 5 – «сильно загрязнённая».

По комплексной эколого-санитарной классификации качества поверхностных вод суши [1] ситуация по таким показателям, как прозрачность, аммоний-ион, содержание  $\text{O}_2$ , улучшалась почти на всех станциях. Так же на станции 1 ситуация заметно изменилась после отбора проб и проведения измерений по физико-химическим показателям, что может быть связано с улучшением работы очистных сооружений на молочном комбинате.

В оценке экологического состояния рек большую роль играет биоиндикация и оценка по гидробиологическим показателям. В ходе исследования в составе макрозообентоса было обнаружено 12 видов и таксонов рангом выше вида, относящихся к трем классам: насекомые (*Insecta*), олигохеты (*Oligochaeta*) и брюхоногие моллюски (*Gastropoda*), что говорит о низком видовом разнообразии.

Встречаемость видов представлена в табл. 3. Для оценки состояния реки Шошма были использованы методы биоиндикации по индексам Шенонна, Гуднайта-Уитлея (олигохетный индекс) и Вудивисса.

По индексам Гуднайта-Уитлея можно оценивать воду станции 2 как «очень грязная» и с низким видовым разнообразием. По индексу Вудивисса было определено, что на всех станциях 07.08.2021 и 15.10.2021 г. вода оценивалась как «грязная» и «очень грязная», в соответствии с ГОСТ 17.1.387–82 [3]. По индексу видового разнообразия Шеннона на всех станциях река Шошма классифицировалась как «умеренно загрязненная» и «грязная вода» с «мезотрофным» и «эвтрофным» трофическим статусом.

Таблица 3

**Видовой состав и встречаемость организмов зообентоса  
по станциям р. Шошма**

Организмы зообентоса реки Шошма	07.08.2021 г.		15.10.2021 г.		
	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 1	Ст. 4	Ст. 5
Gasropoda					
<i>Limnaea ovata</i> *			+		
<i>Sphaeriastrum rivicola</i> *			+		
<i>Unio sp.</i> *			+		
<i>Limnaea aintermedia</i>	+	+			
Oligochaeta					
<i>Limnodrilus sp.</i>				+	
<i>Slavina appendiculata</i>				+	
Insecta					
<i>Chironomus solutus</i>	+	+			
<i>Atherix sp.</i>					
Diptera sp.	+				

Организмы зообентоса реки Шошма	07.08.2021 г.		15.10.2021 г.		
	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 1	Ст. 4	Ст. 5
Coleoptera sp.					+
Heteroptera corixa			+		
Neпа cinerea					+
Coleoptera sp., куколка					+
Всего по всем группам	3	2	4	2	3

*Примечание:* \* – виды встречались в элиминированном состоянии (раковины).

Неблагополучное состояние зообентоса (низкое биоразнообразие, значения биотических индексов) свидетельствует о длительном, многолетнем загрязнении реки Шошма, для улучшения которой необходимы восстановительные и экореабилитационные мероприятия.

### **Предложения по улучшению качества воды в реке Шошма**

Очистка донных отложений в реке Шошма может проводиться со станций 1 до 5–6 км ниже стока, чтобы очистить реку от черного ила и остатков сбросов молочных сточных вод. Такое мероприятие можно проводить с помощью земснаряда (Watermaster CLASSIC V), который будет удалять донные отложения насосом, чтобы оказать наименьшее влияние на водную экосистему.

Для улучшения существующей технологии очистки сточных вод на напорном флотаторе предлагается использовать Биомикрогели [4] в качестве коагулянта для удаления нефтепродуктов и жиров. Использование такого коагулянта в системе очистки сточных вод молочных комбинатов является целесообразным, так как он является биоразлагаемым и экологичным.

Реконструкция очистных сооружений комбината ООО «Арча» путем введения дополнительной стадии биологической очистки

сточных вод с применением плавающей биозагрузки после физико-химической стадии на напорном флотаторе, обеззараживания стоков ультрафиолетовым облучением и фильтрацией стоков на песчаном фильтре существенно понизила бы содержание загрязняющих веществ в сбрасываемых стоках и уменьшила антропогенную нагрузку на реку Шошма.

Как дополнение, можно применять очистку воды с помощью биопрудов, с высаженной высшей водной растительностью: камыша, рогоза, тростника, рдеста, элодеи канадской и др. Растения способствуют повышению качества очистки воды до значений БПК<sub>полн</sub> до 3 мг/л и снижают содержание в ней биогенных элементов (азота и фосфора). Высшая водная растительность должна быть размещена в последней секции пруда [5].

Если дополнить такой биологической очисткой систему очистных сооружений молочного комбината перед тем, как сточные воды сбрасываются в реку Шошма, то можно было бы минимизировать концентрацию загрязняющих веществ и оказывать меньшую антропогенную нагрузку. Это так же поможет молочному комбинату получать значительно меньше штрафов и повысить свой социальный статус перед населением. Применение биологического пруда и биоплато - это отличный способ очистки сточных вод после предварительной очистки в очистных сооружениях.

### Литература

1. Романенко В. Д., Оксенок О. П., Жукинский В. Н., Стольберг Ф. В., Лаврик В. И. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. – Киев : Наукова Думка, 1990. – 256 с.
2. Приказ от 13 декабря 2016 г. № 552 от Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.
3. ГОСТ 17.1.387–82. Классификация качества воды водоемов и водотоков по гидробиологическим и микробиологическим показателям.
4. Коагулянт Биомикрогели. – Текст: электронный // Biomicrogel:[сайт]. – URL: <https://biomicrogel.com/ru/products/bmg-p2/> (дата обращения: 08.04.2022).
5. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения / Государственный комитет СССР по делам строительства. – Москва, 1986.

УДК 504.679.867.6

Диана Михайловна Шнайдер,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: 20diana@inbox.ru

Diana Mihailovna Shneider,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: 20diana@inbox.ru

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АСБЕСТОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY AT ENTERPRISES OF THE ASBESTOS INDUSTRY

В статье описываются меры безопасности для асбестовых предприятий. Автором исследуется применение асбеста в промышленности. Поднимается тема неблагоприятного воздействия хризотил-асбеста на здоровье персонала и населения близлежащих территорий. Анализируются характеристики асбестовых волокон и возможные заболевания, вызываемые асбестосодержащей пылью у работников на карьерах и фабриках, а также потенциальный вред асбеста для экосистем. Представлена оценка государственного регулирования условий работы на асбестовом производстве и соблюдения норм экологической безопасности ради поддержания здорового качества окружающей среды и благоприятных условий жизнедеятельности населения.

*Ключевые слова:* асбест, асбестообусловленные заболевания, загрязняющие вещества, негативное воздействие, окружающая среда, СП, экологическая безопасность.

The article describes the environmental safety of industrial asbestos enterprises, asbestos-processing plants. The authors investigate the probable use of asbestos in industry. The topic of the adverse impact of the use of chrysotile asbestos on the health of personnel is raised, possible diseases and threats caused by asbestos dust in quarries, potential harm of asbestos to the environment are listed. The assessment of the impact of the processing plant of JSC Orenburg Minerals on the state of the environmental environment around is presented, the primary emissions into the atmospheric air are determined.

*Keywords:* asbestos, asbestos-related diseases, pollutants, negative impact, environment, SP, environmental safety.

В последнее время вред собственной безопасности и комфортному существованию человека стал причиной неблагоприятного состояния окружающей среды [1–6]. Конечно же, значительно повышаются риски для здоровья [7–10]. В настоящий момент достоверно известно, что экологически обусловленные заболевания могут способствовать сокращению средней продолжительности жизни населения, подвергшегося вредным воздействиям разнообразных форм техногенеза [11–15].

В наше время загрязнение асбестовой пылью производственной зоны предприятий, объектов строительства и окружающей среды в целом попало в топ самых значимых и обсуждаемых экологических проблем [16]. В России с ее статусом лидера по производству и потреблению асбестовой продукции особенно актуален вопрос химическо-биологического воздействия асбестовой пыли на человеческий организм.

Что значит название «асбест»? Оно происходит от греч. *asbestos* – «неугасимый», «неразрушимый», «вечный» (так, в Средней Азии издавна были известны лампы с «вечным» фитилем, т. е. сделанным из асбеста).

В химии асбестом называют две группы волокнистых минералов: амфиболовую и серпентиновую. Речь идет об железосодержащих силикатах, устойчивых к воздействию кислой среды, практически не растворимых, если они попадают в глубокие отделы органов дыхания. К серпентиновой группе относится магнийсодержащий силикат хризотил. Его волокна легко растворимы и довольно быстро выводятся из органов дыхания.

По-разному воздействуя на ткани и органы, асбест при попадании на кожный покров, приводит к зуду и покраснению. Мелкие волокнистые частицы проникают в поры сальных и потовых желез и вызывают сухость кожи, трещины и сыпь. На слизистых оболочках глаз и верхних дыхательных путях асбестовая пыль вызывает хронический фиброз легких (пневмокониоз).

Те или иные компоненты асбеста включены в кровельные и стеновые изделия, трубы, фасадные панели, асбестотехнические и теплоизоляционные материалы (асбестовое полотно или асбестовый шнур), фиксаторы для защитного слоя строительного бетона, герметики, резиновые материалы и производство кирпича.



Асбестовое производство является источником нарушений требований экологической безопасности и загрязнения окружающей среды. Нарушения экологической среды связаны с изменением структурных, качественных и количественных свойств компонентов природной среды [17].

Природное, естественное загрязнение выступает причиной появления в экосистеме незнакомых физических, химических или биологических агентов в приемлемых и допустимых концентрациях в режиме многолетнего контроля. Источниками загрязнений являются:

1. сжигание топлива в топках котельных;
2. сушка руды на обогатительных фабриках;
3. аспирационные системы цехов обогатительных фабрик;
4. пыление отвалов пустых пород и отходов обогащения;
5. буровые и взрывные работы;
6. погрузочно-разгрузочные и транспортные работы.

Основными технологическими процессами производства асбестовой промышленности служат добыча и обогащения волокнистого материала. Фабрика по асбестообогащению состоит из нескольких технологических комплексов:

- дробильно-сортировочного;
- комплекс обогащения;
- пылеулавливания;
- упаковки и отгрузки готовой продукции.

Существенное количество хризотил-асбестовой пыли выделяется в ходе добычи и переработки асбестовых руд. Чтобы сократить и предотвратить загрязнение пылью рабочих зон и помещений, и атмосферный воздух в целом, осуществляются специальные эффективные мероприятия, нацеленные на сокращение пылеобразования.

В ходе работы асбестообогатительной фабрики в атмосферный воздух выбрасывается 32 загрязнителя, валовый выброс которых составляет 1030 т/год. Основными и значительными вредными и опасными для здоровья работников веществами являются асбестовая пыль (51,6 %) и оксид углерода (33,28 %). Асбестовое производство относится к 1 категории опасности.

Службой контроля осуществляется контроль выбросов производства и подготовка информационных отчетов об инцидентах и авариях

на асбестовых предприятиях. Указанная служба оснащена специальными приборами, с помощью устанавливаются и фиксируются концентрация волокон хризотила на выходных отверстиях пылеулавливателей. В случае превышения установленных нормативами вредных концентраций асбеста (приводящих к заболеваниям, обусловленным амфиюолами) следует отключить секцию с порвавшимися рукавами. Отфильтрованный воздух должен быть перераспределен на другие секции к очередному текущему осмотру и ремонту.

На предприятиях по производству асбеста должны быть предусмотрены информационные системы мониторинга, информирующие об аварийных ситуациях соответствующие административные службы контроля за окружающей средой. Они должны сообщать, к примеру, направление атмосферных потоков в зоне действия вредного производства. Дело в том, что волокнистые частицы хризотила и его заменителей способны со временем накапливаться в органах дыхания в количествах, достаточных для развития опасных заболеваний. Из-за выветривания горных пород и выделения амфиболов в воздух население регионов с асбестовыми производствами может подвергаться высокому риску заболеваний, вызываемых столь опасными волокнистыми минералами (т.е. железосодержащими и магнийсодержащими силикатами: актинолитом, амозитом, антофиллитом, крокидолитом, тремолитом). К сказанному стоит добавить, что асбестовые составляющие широко применяются в строительстве жилых и общественных зданий (например, изоляционные покрытия с высоким выбросом свободных волокон в атмосферу помещений, рыхлые изоляционные панели и другие легко крошащиеся асбестосодержащие материалы).

Минимизация негативного воздействия асбестопылевого фактора на работников предприятия и население близлежащих территорий возможна за счет строгого соблюдения требований экологической безопасности и нормативов по охране труда на производствах с повышенным риском профессиональных и непрофессиональных заболеваний [18].

Хризотил и амфиболы, содержащиеся в асбестовых материалах, особо опасны для здоровья работников. Как определено в резолюции ВОЗ (WHO/SDE/OEH/06.03. Elimination of asbestos-related diseases,

URL: [http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_SDE\\_OEH\\_06.03\\_rus.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_OEH_06.03_rus.pdf), дата обращения 01.11.2022) хризотил и волокнистые частицы амфиболов вызывают заболевания асбестозом, хроническим бронхитом, раком легких, злокачественной мезотелиомой плевры и брюшины; различными, в том числе и злокачественными заболеваниями верхних дыхательных путей и др. Если содержание асбестовой пыли в рабочей зоне в течение рабочего дня продолжительностью 8 часов достигает значений 2 волокна и выше на 1 см<sup>3</sup>, то работодатель должен обеспечить безопасные условия труда и предотвратить риск вредного воздействия канцерогенных составляющих (волокон амфиболов) асбеста.

В соответствии с ПОТ РМ-010-2000 «Межотраслевые правила по охране труда при производстве асбеста и асбестосодержащих материалов и изделий» от 07.01.2000 г. (URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200034335?ysclid=la5hs4i5iw95221506&section=text>, дата обращения 01.11.2022) любой вид производства, имеющего дело с асбестовыми материалами и изделиями, должен быть обеспечен надлежащими средствами индивидуальной защиты, включая раздачу работникам спецодежды, остановку технологического оборудования и прекращения производственных процессов в случае инцидента или аварии. Непосредственный контакт рабочих с исходными материалами или отходами производства, вредными для их здоровья, подлежит ограничению на основе научно обоснованной нормативно-технической и технологической документации.

Мониторинг содержания асбестосодержащей пыли в рабочей зоне осуществляется согласно требованиям ГОСТ 12.1.005-88 от 01.01.1989 г. «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/1583?ysclid=la5iwohx41376146186>, дата обращения 01.11.2022), ГОСТ 12.1.016-79 от 01.01.82 г. «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Воздух рабочей зоны. Требования к методикам измерения концентраций вредных веществ (с Изменением № 1)» (URL: <https://internet-law.ru/stroyka/doc/6931>, дата обращения 01.11.2022).

В индустриально развитых странах (например, в Англии, Германии, Франции, США, Канады, Японии, Австралии и др.) ис-

пользование асбеста было запрещено из-за вышеупомянутых канцерогенных свойств его волокон. В самом слове «асбест» увидели связь со смертельной опасностью. Речь, конечно, не идет о том, что асбест вовсе не применяется и требуется удалить все асбестосодержащие материалы из ранее возведенных объектов, но его дальнейшее использование (прокладки, уплотнители, фильтры и др.) очень ограничено, строго регламентировано и лицензировано. В этих странах внедряются передовые методы химической переработки оставшихся складских запасов на основе сильных кислотных или щелочных растворов, а также фтора.

Термическая обработка включает как стандартное стеклование, так и регулируемую рекристаллизацию. Применяются добавки других неорганических материалов, а также практикуется использование микроволн и кислорода водорода в качестве теплоносителя [19]. Также реализуются механохимические процессы, такие как высокоэнергетическое измельчение. В связи с повсеместным внедрением «зеленых» стандартов и внедрением технологий в связи с устойчивым развитием экономики тщательному анализу подлежат затраты энергии, потребление химикатов, выбросы и конечное использование полученных побочных продуктов [20]. В России в настоящее время сыпучие асбестовые отходы вывозят на свалку или в назначенные местными администрациями места, а также инкапсулируют смолами. Но все эти меры утилизации недостаточны, так как приводят к вредным выбросам асбестовых частиц в окружающую среду. Отметим, что указанный вид сыпучего материала настолько вреден для людей, что для его хранения и транспортировки требуются специальные герметичные контейнеры. Отходы с асбестом должны подвергнуться обработке таким образом, чтобы исключить угрозу опасности здоровью работников и населения близлежащих районов [21].

Прежние СанПиН 2.2.3.757-99 01.01. 2000 г. «Работа с асбестом и асбестосодержащими материалами»)» (URL: <https://internet-law.ru/stroyka/text/6859/?ysclid=la5of8706r785213962>, дата обращения 01.11.2022) и заменивший его СанПиН 2.2.3.2887-11 «Гигиенические требования при производстве и использовании хризотила и хризотилсодержащих материалов» (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 1 июля 2011 г. № 87)

(URL: <http://gost.gtsever.ru/Index2/1/4293801/4293801776.htm>, дата обращения 01.11.2022), специально разработанные согласно требованиям Конвенции N162 и рекомендациям МОТ № 172 Конвенции об охране труда при использовании асбеста, в настоящее время во все отменены. Однако действующие СП 2.2.3670-20 от 01.01.2021 г. «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» (URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583?ysclid=la5p6oуcjr768659649&section=status>, дата обращения 01.11.2022) не могут в полной мере обеспечить охрану труда при использовании асбеста, а также требования по защите здоровья населения. В этом связи необходимо продлить действие СанПиН 2.2.3.2887-11 и разработать специальные санитарные правила по экологической безопасности в случаях непромышленного использования асбестовых материалов [22].

#### Литература

1. *Smirnova E.* Current issues of energy efficiency in water consumption and discharge, and environmental safety in St Petersburg / E. Smirnova // *Journal of Physics: Conference Series.* – 2020. – Vol. 1614. – С. 012031. DOI: 10.1088/1742-6596/1614/1/012031.
2. *Nezhnikova E.* Ecological risk assessment to substantiate the efficiency of the economy and the organization of construction / E. Nezhnikova, A. Larionov, E. Smirnova // *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal.* – 2021. – Vol. 27. – № 8. – С. 2069–2079. DOI: 10.1080/10807039.2021.1949262.
3. *Larionov A.* Risk assessment models to improve environmental safety in the field of the economy and organization of construction: A case study of Russia / A. Larionov, E. Nezhnikova, E. Smirnova // *Sustainability.* – 2021. – Vol. 13. – № 24. – С. 13539. DOI: 10.3390/su132413539.
4. *Mamedov S.* Application of statistical methods to assess environmental safety risks in construction / E. Smirnova, S. Mamedov, A. Shkarovskiy // *Rocznik Ochrona Środowiska [Annual Set The Environment Protection].* – 2022. – Т. 24. – In press.
5. *Ataev A.* Ensuring environmental safety at Garabogaz transport and industrial complex by identifying environmental risks / E. Smirnova, A. Ataev // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* – 2020. – Т. 918. – С. 012142. DOI: 10.1088/1757-899X/918/1/012142.
6. *Смирнова Е. Э.* Экологический мониторинг при восстановлении исторических зданий и сооружений: неразрушающие методы контроля / Е. Э. Смирнова // *Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета.* – 2019. – Т. 41. – № 4. – С. 164–175.

7. *Савин С. Н.* Проблема определения динамических параметров для прогноза ресурса зданий и сооружений в условиях природных и техногенных ЧС / С. Н. Савин, Е. Э. Смирнова // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – Т. 74. – № 3. – С. 14–19.
8. *Larionova Y.* Problem of environmental safety during construction (analysis of construction impact on environment) / E. Smirnova, Y. Larionova // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 164. – С. 07006. DOI: 10.1051/e3sconf/202016407006.
9. *Савин С. Н.* Прогноз ресурса зданий в условиях природных и техногенных чрезвычайных ситуаций / С.Н. Савин, Е. Э. Смирнова // Современные проблемы гражданской защиты. – 2019. – Т. 31. – № 2. – С. 33–42.
10. *Savin S.* Predicting the service life of buildings and facilities to minimize the risk of losses in the conditions of natural and technogenic emergency situations / E. Smirnova, S. Savin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – С. 12010. DOI: 10.1088/1757-899X/652/1/012010.
11. *Плюснин М. Г.* Оценка влияния эксцентриситета продольной силы на обеспеченность несущей способности сжатых железобетонных элементов / М. Г. Плюснин, В. И. Морозов, В. М. Попов, С. Н. Савин, Е. Э. Смирнова // Промышленное и гражданское строительство. – 2019. – № 6. – С. 29–34.
12. *Смирнова Е. Э.* Экология и экономика природопользования // Е. Э. Смирнова. – СПб. : Деметра, 2005. – 112 с.
13. *Смирнова Е. Э.* Экологические основы природопользования // Е. Э. Смирнова. – СПб. : Ютас, 2006. – 120 с.
14. *Мухаммедов А.* Анализ ГОСТ Р 51898-2002 с позиции аспектов безопасности / Е. Э. Смирнова, А. Мухаммедов // Безопасность в строительстве. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб. : СПбГАСУ, – 2021. – С. 72–79.
15. *Ларин Д. В.* Методологические проблемы экологической безопасности в строительстве и городском хозяйстве / Е. Э. Смирнова, Д. В. Ларин // Обращение с отходами: современное состояние и перспективы. Сборник статей II Международной научно-практической конференции, г. Уфа, 10 ноября 2020 г. / Под ред. И. О. Туктаровой. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – С. 284–290.
16. *Larionova Y.* Substantiation of ecological safety criteria in construction industry, and housing and communal services / Y. Larionova, E. Smirnova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 543. – С. 012002. DOI: 10.1088/1755-1315/543/1/012002.
17. *Smirnova E.* Problems of ecology and ensuring environmental safety in relation to toxic Krasny Bor dump site / E. Smirnova // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 175. – С. 14015. DOI: 10.1051/e3sconf/202017514015.
18. *Subbotina N.* Modeling professional risk / E. Smirnova, N. Subbotina // Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS). – 2023. – Vol. 510. – Ch. 96. DOI: 10.1007/978-3-031-11051-1\_96.

19. *Смирнова Е. Э.* Оптимизация переработки ТКО как возможность снижения антропогенного воздействия на окружающую среду с целью повышения техносферной безопасности / Е. Э. Смирнова // *Архитектура – строительство – транспорт. Материалы 74-й научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета. В 2-х частях.* – СПб. : СПбГАСУ, 2018. – С. 74–76.

20. *Савин С. Н.* Совершенствование требований ТСН 50-302-2004 по обеспечению безопасности конструкций зданий при динамических нагрузках в условиях уплотнительной застройки / С. Н. Савин, Е. Э. Смирнова // *Архитектура – строительство - транспорт. Материалы 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. В 3-х частях.* – СПб. : СПбГАСУ, 2017. – С. 169–172.

21. *Смирнова Е. Э.* Экология // Е. Э. Смирнова. – М. : Ютас, 2010. – 100 с.

22. *Смирнова Е. Э.* Экологический аудит как экономический инструмент управления природопользованием / Е. Э. Смирнова // *Интеграция экономики в систему мирохозяйственных связей. Сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции.* – СПб. : СПб политех. ун-т им. Петра Великого, 2010. – С. 220–222.

УДК 504.5.004.5

Елена Витальевна Выставкина,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: vev1204@mail.ru

Elena Vitalevna Vystavkina,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: vev1204@mail.ru

## **НИВЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АЭРОЗОЛЕЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **LEVELING THE AEROSOLS' EFFECTS IN THE CONSTRUCTION FOR IMPROVING ENVIRONMENTAL SAFETY**

В данной статье изучаются свойства аэрозолей с точки зрения экологической безопасности окружающей среды и реализации экологически безопасного строительства. Данная проблема чрезвычайно актуальна для разработки и использования биопозитивных планировочных решений. С одной стороны, аэрозоли, являясь компонентом «матушки»-природы, отражают солнечную радиацию и сохраняют наилучшие климатические условия для жизнедеятельности всех природных существ на Земле. С другой стороны, в условиях современного техногенеза, аэрозоли, содержащиеся в лакокрасочной продукции, стали опасным источником негативного воздействия на здоровье и счастье людей, приводя их к летальным заболеваниям. Вот почему их запрещено применять в «зеленом» строительстве. Также рассматриваются методы предупреждения воздействия аэрозолей.

*Ключевые слова:* аэрозоли, загрязнение воздуха, краски, негативное воздействие техногенеза, окружающая среда, строительство, экологическая безопасность.

This article examines the properties of aerosols from the point of view of the environmental safety of the environment and the implementation of environmentally friendly construction. This problem is extremely relevant for the development and use of biopositive planning solutions. On the one hand, aerosols, being a component of «mother» nature, reflect solar radiation and maintain the best climatic conditions for the life of all natural creatures on Earth. On the other hand, in the conditions of modern technogenesis, aerosols contained in paint and varnish products have become a dangerous source of negative impact on the health and happiness of people,



leading them to fatal diseases. That is why they are forbidden to be used in «green» construction. Methods for preventing exposure to aerosols are also considered.

*Keywords:* aerosols, air pollution, paints, negative impact of technogenesis, environment, construction, ecological safety.

**Аэрозоли:** Когда речь заходит об аэрозолях, большая часть населения представляет их в виде аэрозольных спреев, которые, в действительности, являются продуктами, включающими в состав аэрозоли. Последние, кроме того, могут именоваться по-разному.

Токсикологи именуют аэрозоли ультратонкими, мелкими или грубыми веществами. Метеорологи, как правило, именуют их твердыми частицами [1]. В технических сферах они зачастую называются нано частицами [2–4]. Однако, как правило, применяются привычные всем определения, такие как смог, пепел или сажа, которые являются источниками аэрозоля и вместе с тем веществами, вредными или оказывающими негативное влияние на окружающую среду, представляющими серьезную опасность с точки зрения экологической безопасности [5–9].

Климатологи предрасположены обозначать аэрозоли, основываясь на их химическом составе [10]. Основные категории содержат: сульфаты, органический углерод, нитраты, черный углерод, минеральную пыль и морскую соль. Аэрозоли зачастую формируются в сложные консистенции, нередко с полезными для человека свойствами и эффектами.

В строительстве применяется большой спектр аэрозолей. К ним, например, можно отнести пенополиуретан, который используется для изготовления высокоэффективных изделий, являющимися прочными и легкими, хорошо работающими, долговечными и универсальными. Также известна аэрозольная краска для распыления, которая помогает улучшить эстетический дизайн домов и зданий. Помимо этого, существует широкий ассортимент чистящих и смазочных аэрозолей. Однако принципы создания новых аэрозолей не должны противоречить требованиям обеспечения экологической безопасности в условиях современного техногенеза [11–14].

**Воздействие аэрозолей на организм человека:** Аэрозоли считаются ключевым загрязнителем атмосферы, которые каждый год

вызывают преждевременную смерть миллионов людей, так как они повреждают легкие, а также проникают в кровоток. Острые и хронические результаты загрязнения атмосферы связаны с высоким риском гибели от сердечно-сосудистых заболеваний [15, 16].

Вдобавок, к излишним показателям летальности, загрязнение атмосферы сопряжено с уменьшением длительности жизни, а также снижением производительности. Действительное количество летальных исходов достигает 8,8 млн в год. Очевидно, что ядовитый воздух в большей мере губит людей, нежели курение [17].

**Воздействие на атмосферу:** Аэрозоли оказывают большое влияние на атмосферу равно, как и парниковые газы. Однако эти эффекты действуют на климат по-разному. Аэрозоли отражают приблизительно 1/4 солнечных лучей в космическое пространство, так как могут рассеивать солнечный свет, что приводит к остужению Земли.

Возможность аэрозолей менять отражательные свойства планеты известна как альbedo планеты. Светлые поверхности отражают радиацию, остужая атмосферу, в то время как темные поверхности воспринимают радиацию, нагревая воздушные массы. Так, белоснежные пласты морского льда отражают большое количество радиации, тогда как темные поверхности, например, моря, обладают свойством поглощать солнечное излучение, а также приводят к эффекту потепления.

Отличие аэрозолей от многих парниковых газов заключается в том, что первые неравномерно расположены по всей Земле, и по этой причине их влияние больше всего чувствуется в региональном масштабе.

**Загрязнения внутри помещения:** Все перечисленное выше касается внешних аэрозолей, однако также нельзя забывать о качестве воздуха в помещении. Подобные средства, такие как используемые строительные материалы, вентиляция здания, химические вещества, которые применяются с целью очищения, могут воздействовать на качество воздуха в помещении [18].

Стекловолокно, которое, как правило, можно встретить на чердаках домов, способно выделять волокна при обрезке, резке или шлифовке. Эти частицы могут раздражать кожу, нос и горло. При работе со стекловолокном использовать маску и защищающую одежду [19].

Краска также является источником экологически опасных аэрозолей, которые выделяют газ на протяжении нескольких месяцев после окрашивания комнаты. Их запрещено применять в «зеленом» строительстве. В «зеленых» зданиях и сооружениях производится их мониторинг на протяжении всего жизненного цикла построенных объектов. Аэрозольные пары негативно воздействуют на здоровье людей: вызывают головные боли, головокружение, тошноту, усталость и аллергию, приводя к опасным раковым заболеваниям [20].

**Методы предупреждения воздействия аэрозолей:** Для сохранения окружающей среды и заботы о будущем населении необходимо принять меры в уменьшении содержания аэрозолей в воздухе, а также учитывать защитные мероприятия.

Существенную значимость имеет постоянное применение индивидуальных средств защиты: респираторы, защитные очки, специальная одежда, обязательно наличие исправных коллективных средств защиты: местная приточно-вытяжная вентиляция. Требуется улучшение здоровья лиц, работающих с аэрозолями в профилакториях, пансионатах, постоянно посещать ингаляторы, регулярно принимать дополнительное питание [21].

### Литература

1. *Смирнова Е. Э.* Экология // Е. Э. Смирнова. – М.: Ютас, 2010. – 100 с.
2. *Смирнова Е. Э.* Экология и экономика природопользования // Е. Э. Смирнова. – СПб.: Деметра, 2005. – 112 с.
3. *Смирнова Е. Э.* Экологические основы природопользования // Е. Э. Смирнова. – СПб.: Ютас, 2006. – 120 с.
4. *Смирнова Е. Э.* Экологический аудит как экономический инструмент управления природопользованием / Е. Э. Смирнова // Интеграция экономики в систему мирохозяйственных связей. Сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции. – СПб.: СПб политех. ун-т им. Петра Великого, 2010. – С. 220–222.
5. *Larionov A.* Risk assessment models to improve environmental safety in the field of the economy and organization of construction: A case study of Russia / A. Larionov, E. Nezhnikova, E. Smirnova // Sustainability. – 2021. – Vol. 13. – № 24. – С. 13539. DOI: 10.3390/su132413539.
6. *Nezhnikova E.* Ecological risk assessment to substantiate the efficiency of the economy and the organization of construction / E. Nezhnikova, A. Larionov, E. Smirnova // Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. – 2021. – Vol. 27. – № 8. – С. 2069–2079. DOI: 10.1080/10807039.2021.1949262.

7. *Smirnova E.* Environmental risk analysis in construction under uncertainty / E. Smirnova // Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage / S. Sementsov, A. Leontyev, S. Huerta, I. Menéndez Pidal de Nava (Eds.). – London: CRC Press, 2020. – С. 222–227. DOI: 10.1201/9781003129097-47.
8. *Smirnova E.* The use of the Monte Carlo method for predicting environmental risk in construction zones / E. Smirnova // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1614. – С. 012083. DOI: 10.1088/1742-6596/1614/1/012083.
9. *Smirnova E.* Monte Carlo simulation of environmental risks of technogenic impact / E. Smirnova // Contemporary Problems of Architecture and Construction / E. Rybnov, P. Akimov, M. Khalvashi, E. Vardanyan (Eds.). – London: CRC Press, 2021. – С. 355–360. DOI: 10.1201/9781003176428.
10. *Смирнова Е. Э.* Экономическая география и регионалистика // Е. Э. Смирнова. – СПб.: Деметра, 2005. – 120 с.
11. *Larionova Y.* Problem of environmental safety during construction (analysis of construction impact on environment) / E. Smirnova, Y. Larionova // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 164. – С. 07006. DOI: 10.1051/e3sconf/202016407006.
12. *Smirnova E.* Problems of ecology and ensuring environmental safety in relation to toxic Krasny Bor dump site / E. Smirnova // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 175. – С. 14015. DOI: 10.1051/e3sconf/202017514015.
13. *Larionova Y.* Substantiation of ecological safety criteria in construction industry, and housing and communal services / E. Smirnova, Y. Larionova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 543. – С. 012002. DOI: 10.1088/1755-1315/543/1/012002.
14. *Smirnova E.* The use of the Monte Carlo method for predicting environmental risk in construction zones / E. Smirnova // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1614. – С. 012083. DOI: 10.1088/1742-6596/1614/1/012083.
15. *Токарева Л. Д.* Сравнительный анализ моделей расчета загрязнения воздуха / Е.Э. Смирнова, Л. Д. Токарева // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2021). Материалы XVII Международной научно-технической конференции: в 2 томах. – Уфа : УГАТУ, 2021. – С. 231–238.
16. *Ларин Д. В.* Методологические проблемы экологической безопасности в строительстве и городском хозяйстве / Е. Э. Смирнова, Д. В. Ларин // Обращение с отходами: современное состояние и перспективы. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Уфа : УГНТУ, 2020. – С. 284–290.
17. *Smirnova E.* Problems of ecology and ensuring environmental safety in relation to toxic Krasny Bor dump site / E. Smirnova // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 175. – С. 14015. DOI: 10.1051/e3sconf/202017514015.
18. *Савин С. Н.* Совершенствование требований ТСН 50-302-2004 по обеспечению безопасности конструкций зданий при динамических нагрузках в условиях уплотнительной застройки / С. Н. Савин, Е. Э. Смирнова // Архитектура –

строительство – транспорт. Материалы 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. В 3-х частях. – СПб. : СПбГАСУ, 2017. – С. 169–172.

19. Быстрова Е. Д. Обеспечение безопасности производственных помещений путем снижения шумового воздействия от вентиляционного оборудования / Е. Д. Быстрова, Е. Э. Смирнова // Безопасность в строительстве. Материалы III Международной научно-практической конференции. – СПб. : СПбГАСУ, 2017. – С. 89–92.

20. Subbotina N. Modeling Professional Risk / E. Smirnova, N. Subbotina // Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS). – 2023. – Vol. 510. – Ch. 96. DOI: 10.1007/978-3-031-11051-1\_96.

21. Смирнова Е. Э., Мухаммедов А. Анализ ГОСТ Р 51898-2002 с позиции аспектов безопасности // Безопасность в строительстве. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб. : СПбГАСУ, – 2021. – С. 72–79.

УДК 504(502.131.1)

Василина Юрьевна Орешина,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: vasilina.oreshina.2015@yandex.ru

Vasilina Iurevna Oreshina,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: vasilina.oreshina.2015@yandex.ru

## **МОНИТОРИНГ СТРОЯЩЕГОСЯ ЗДАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **MONITORING OF A BUILDING UNDER CONSTRUCTION TO INCREASE ITS ENVIRONMENTAL SAFETY**

Данная статья посвящена исследованию и оценке здания в период строительства. Главной целью является производственный экологический мониторинг. Контроль экологического состояния окружающей природной среды в зоне влияния используемых технологических объектов путем сбора измерительных данных, интегрированной обработки и их анализа – важная часть мониторинга. Любое строящееся здание является источником вредного воздействия на окружающую среду. В данном случае, один из основных источников вредных влияний на природу – выбросы отработавших газов от строительной техники на период строительства и обслуживающего автотранспорта в процессе эксплуатации. Благодаря мониторингу можно выявить главные причины загрязнений с целью минимизации их влияния на окружающую среду.

*Ключевые слова:* экология, мониторинг, строящееся здание, вредное воздействие, безопасность.

This article is about the study and evaluation of the building during the construction period. The main goal is industrial environmental monitoring. The important part of monitoring is Monitoring the ecological state of the natural environment in the zone of influence of operated technological facilities by collecting measurement data, integrated processing and analysis. Any building under construction is a source of harmful environmental impact. In that case, one of the main sources of harmful effects on nature is exhaust gas emissions from construction equipment during the construction period and service vehicles during operation. Through monitoring, it is possible to identify the main causes of pollution in order to minimize their impact on the environment.

*Keywords:* ecology, monitoring, building under construction, harmful effect, safety.

Объектом мониторинга является «Областная детская клиническая больница г. Оренбурга». Объектами экологического мониторинга являются:

- факторы воздействия на окружающую природную среду;
- шумовое воздействие;
- выбросы организованных/неорганизованных источников;
- компоненты окружающей природной среды;
- атмосферный воздух;
- поверхностные воды, в том числе используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения;
  - подземные воды;
  - почвенный покров.

Воздействие на почвенный покров будет осуществляться, в первую очередь, в виду нарушения его целостности от механических воздействий и естественного состояния. При хранении срезанных почв возможен их размыв и развеивание. Возможно повышение уровня загрязнения почв, прилегающих к подъездным путям тяжелыми металлами в процессе эксплуатации автотранспорта [1].

В соответствии с проведенными исследованиями содержание всех определяемых компонентов (санитарно-химических, микробиологических, паразитологических показателей, радиационного фактора, содержания вредных веществ, уровней электромагнитных излучений, шума, вибрации, инфразвука) не превышают ПДК и ОДК (ориентировочно-допустимые концентрации) [6–9].

После завершения строительных работ на территории объекта должен быть убран строительный мусор, ликвидированы ненужные выемки и насыпи, выполнены планировочные работы и проведено благоустройство земельного участка [10].

Согласно результатам комплексного анализа значимых воздействий на окружающую среду при строительстве объекта на почву определено как незначительное. Следовательно, воздействие на почвенный слой можно считать минимальным без проведения эколого-экономической оценки [11].

В целом, негативное воздействие строительства при соблюдении мероприятий, предусмотренных проектом, можно оценить как временное, обратимое и допустимое [12, 13].

Одними из основных факторов влияния планирующейся деятельности на растительность в период строительства объекта являются угнетение или гибель растений из-за загрязнения воздуха в результате поступления в него выхлопных газов автотранспорта и строительной техники, выбросов газообразных и твердых веществ [14].

Прямое воздействие на растительность при исполнении работ в период строительства будет ограничено территорией проектирования. Основным источником выбросов вредных веществ в атмосферный воздух в период строительства объекта является техника на строительной площадке [15–16].

В целом же в период строительства рассматриваемого объекта в атмосферный воздух будет поступать 11 загрязняющих веществ с валовым выбросом равным 2.11068 т, в том числе: 0.927333 т – твердых веществ и 1.183347 т газообразных (табл. 1).

Основными веществами, наносящими вред атмосфере, являются те, которые имеют максимальные приземные концентрации на территории:

- диоксид азота (0301) – 0,71 ПДК,
- оксид углерода (0337) – 0,6 ПДК.

Анализ показал, что по всем выбрасываемым в атмосферу вредным веществам обеспечивается соблюдение санитарно-гигиенических нормативов [17]. На основании вышеизложенного, на период проведения строительных работ данным проектом предложены нормативы предельно-допустимых выбросов (ПДВ) (табл. 2).



Таблица 1

**Наибольший вклад веществ с максимальными приземными концентрациями в загрязнение атмосферы**

Код в-ва	Наименование вещества	Используемый критерий	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Максимальный суммарный выброс	
					г/с	т/год
0123	Железа оксид	ПДК с/с	0,04	3	0,0063422	0,070276
0143	Марганец и его соединения	ПДК м/р	0,01	3	0,0004418	0,004199
0301	Диоксид азота	ПДК м/р	0,2	3	0,0882380	0,260928
0304	Оксид азота	ПДК м/р	0,4	3	0,0143386	0,042401
0328	Углерод	ПДК м/р	0,15	3	0,0108269	0,039674
0330	Диоксид серы	ПДК м/р	0,5	3	0,0092259	0,033008
0337	Оксид углерода	ПДК м/р	5,0	4	0,2789617	0,614553
2704	Углеводород (бензин)	ПДК м/р	5	4	0,0229020	0,039416

2732	Углеводород (керосин)	ОБУВ	1,2	–	0,0292636	0,081101
2754	Углеводороды предельные C12-C19	ПДК м/р	1,0	4	0,2590000	0,11194
2908	Пыль неорганическая 70–20 % SiO <sub>2</sub>	ПДК м/р	0,3	3	0,0196254	0,823184
Всего веществ: 11						
В том числе твердых: 4						
Жидких/газообразных: 7						
Группы веществ, обладающих эффектом комбинированного действия:						
6204	(2) 330 301					
6046	(2) 2908 337					

Таблица 2

## Нормативы предельно-допустимых выбросов (ПДВ)

Код В-Ва	Наименование вещества	Выбросы веществ, существующее положение			ПДВ	
		г/с	т/год	г/с	т/год	
1	2	3	4	5	6	
0123	Железа оксид	0,0063422	0,060276	0,0063422	0,060276	
0143	Марганец и его соединения	0,004418	0,004199	0,0004418	0,004199	
0301	Диоксид азота	0,0882380	0,260928	0,0882380	0,260928	
0304	Оксид азота	0,0143386	0,042401	0,0143386	0,042401	
0328	Углерод	0,0108269	0,039674	0,0108269	0,039674	
0330	Диоксид серы	0,0092259	0,033008	0,0092259	0,033008	
0337	Оксид углерода	0,2789617	0,614553	0,2789617	0,614553	

2704	Углеводород (бензин)	0,0229020	0,039416	0,0229020	0,039416
2732	Углеводород (керосин)	0,0292636	0,081101	0,0292636	0,081101
2754	Углеводороды предельный C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,2590000	0,111194	0,2590000	0,111194
2908	Пыль неорганическая 70-20 % SiO <sub>2</sub>	0,0196254	0,823184	0,0196254	0,823184
Всего веществ:		0,7391661	2,11068	0,7391661	2,11068
В том числе твердых:		0,03722363	0,927333	0,03722363	0,927333
жидких/газообразных:		0,7019298	1,183347	0,7019298	1,183347

По всем выбрасываемым в атмосферу вредным веществам обеспечивается соблюдение санитарно-гигиенических нормативов.

Временное накопление отходов происходит на специальной мусоросборочной площадке, согласно ПОС [18, 19]. Расчет концентрации  $i$ -го загрязняющего вещества в стоке  $C_i$ , мг/л, производится по формуле:

$$C = N \cdot c / Q \quad (1)$$

где  $N$  – количество водопотребителей, чел;  $c_i$  – количество  $i$ -го загрязнения вещества на одного водопотребителя, г/сут.;  $Q$  – расход хозяйственно-бытового стока, равный 168,43 м<sup>3</sup>/сут.

Расчет ведется исходя из общей численности работающих на объекте.

Итак, концентрация загрязняющих веществ в бытовых сточных водах равна:

взвешенные вещества:

$$C = 725 \cdot 65 / 168,43 = 280 \text{ мг/л} \quad (2)$$

БПК:

$$C = 725 \cdot 60 / 168,43 = 258 \text{ мг/л} \quad (3)$$

азот общий:  $C = 725 \cdot 13 / 168,43 = 56$

$$C = 725 \cdot 13 / 168,43 = 56 \text{ мг/л} \quad (4)$$

фосфор общий:  $C = 725 \cdot 2,5 / 168,43 = 10,8$

$$C = 725 \cdot 2,5 / 168,43 = 10,8 \text{ мг/л} \quad (5)$$

Сточные воды согласно проекту ВК отводятся. Производственные сточные воды на период эксплуатации не образуются. Хозяйственно-бытовые и производственные стоки от здания не имеют вредных примесей и соответствуют норме хозяйственных стоков, предварительной очистки или обеззараживания перед подключением не требуют. Аварийные ситуации проектом не предусматриваются. Данное решение сформировано согласно ГОСТ Р 56226-2014 «Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Методы отбора и подготовки проб» и СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [20, 21].

На основании исходного состояния окружающей среды проведена оценка возможного воздействия намечаемой деятельности на природную среду удовлетворяющим требованиям, предъявляемым к экологической документации.

В ходе оценки воздействия объекта на окружающую среду установлено:

- воздействие эксплуатации проектируемого объекта на земли и почвы не приведет к активизации опасных процессов, при условии выполнения всех мероприятий, указанных в разделе;
- воздействие на почвы будет незначительным и ограниченным пределами территории проектируемого объекта, где предусмотрен комплекс мер по благоустройству;
- концентрации всех вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу в период строительства объекта, с учетом значения фоновых концентраций не будут превышать предельно-допустимых;
- твердые бытовые отходы будут собираться и вывозиться на предприятия, имеющие лицензию на обращение с соответствующими видами отходов;
- хозяйственно бытовые стоки могут быть сброшены в существующие канализационные сети;
- уровень звукового давления от инженерных систем и автотранспорта, обслуживающего проектируемый объект, не превысят санитарных норм.

По результатам комплексной оценки воздействия объекта на окружающую среду можно сделать вывод, что строительство проектируемого здания не окажет сверхнормативного воздействия на окружающую среду и может быть рекомендовано для осуществления с учетом разработанных мероприятий [22, 23].

### Литература

1. *Larionova Y.* Problem of environmental safety during construction (analysis of construction impact on environment) / E. Smirnova, Y. Larionova // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 164. – С. 07006. DOI: 10.1051/e3sconf/202016407006.
2. *Smirnova E.* Problems of ecology and ensuring environmental safety in relation to toxic Krasny Bor dump site / E. Smirnova // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 175. – С. 14015. DOI: 10.1051/e3sconf/202017514015.

3. *Smirnova E.* Problems of ecology and ensuring environmental safety in relation to toxic Krasny Bor dump site / E. Smirnova // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 175. – С. 14015. DOI: 10.1051/e3sconf/202017514015.

4. *Смирнова Е. Э.* Экологический аудит как экономический инструмент управления природопользованием / Е. Э. Смирнова // Интеграция экономики в систему мирохозяйственных связей. Сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции. – СПб.: СПб политех. ун-т им. Петра Великого, 2010. – С. 220–222.

5. *Смирнова Е. Э.* Экология и экономика природопользования // Е. Э. Смирнова. – СПб. : Деметра, 2005. – 112 с.

6. *Tokareva L. D.* Ensuring environmental safety of the Baltic Sea basin / E. E. Smirnova, L. D. Tokareva // E3S Web of Conferences. – 2021. – Vol. 266. – С. 08011. DOI: 10.1051/e3sconf/202126608011.

7. *Alekseev M.* Waste water of north-west Russia as a threat to the Baltic / M. Alekseev, E. Smirnova // Journal of Environmental Engineering and Science. – 2016. – Т. 11. – № 3. – С. 67–78. DOI: 10.1680/jenes.14.00012.

8. *Mishukov B., Smirnova E.* Optimisation of wastewater treatment for safety in St Petersburg, Russia / B. Mishukov, E. Smirnova // Water Management. – 2017. – Т. 170. – № 4. – С. 184–197. DOI: 10.1680/jwama.14.00160.

9. *Alexeev M.* The problem of dephosphorization using waste recycling / E. Smirnova, M. Alexeev // Environmental Science and Pollution Research. – 2017. – Т. 24. – № 14. – С. 12835–12846. DOI: 10.1007/s11356-017-8857-0.

10. *Тимашкова А. А.* Влияние строительства на водные объекты и методы очистки загрязненных сточных вод / Е. Э. Смирнова, А. А. Тимашкова, А. Б. Атаев // Безопасность в строительстве. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб. : СПбГАСУ, 2019. – С. 132–137.

11. *Савин С. Н.* Совершенствование требований ТСН 50-302-2004 по обеспечению безопасности конструкций зданий при динамических нагрузках в условиях уплотнительной застройки / С. Н. Савин, Е. Э. Смирнова // Архитектура – строительство – транспорт. Материалы 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. В 3-х частях. – СПб. : СПбГАСУ, 2017. – С. 169–172.

12. *Мухаммедов А.* Проблемы обеспечения экологической безопасности при строительстве / Е. Э. Смирнова, А. Мухаммедов // Обращение с отходами: современное состояние и перспективы. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Уфа : УГНТУ, 2020. – С. 290–296.

13. *Ларин Д. В.* Методологические проблемы экологической безопасности в строительстве и городском хозяйстве / Е. Э. Смирнова, Д. В. Ларин // Обращение с отходами: современное состояние и перспективы. Сборник ста-

тей II Международной научно-практической конференции. – Уфа : УГНТУ, 2020. – С. 284–290.

14. *Смирнова Е. Э.* Экология // Е. Э. Смирнова. – М. : Ютас, 2010. – 100 с.

15. *Смирнова Е. Э.* Экология и экономика природопользования // Е. Э. Смирнова. – СПб. : Деметра, 2005. – 112 с.

16. *Savin S.* Predicting the service life of buildings and facilities to minimize the risk of losses in the conditions of natural and technogenic emergency situations / E. Smirnova, S. Savin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 652. – С. 12010. DOI: 10.1088/1757-899X/652/1/0120.

17. *Ataev A.* Ensuring environmental safety at Garabogaz transport and industrial complex by identifying environmental risks / E. Smirnova, A. Ataev // IOP Conference Series: Material Science and Engineering. 2020. Т. 918. С. 142. DOI: 10.1088/1757-899X/918/1/012142.

18. *Смирнова Е. Э.* Оптимизация переработки ТКО как возможность снижения антропогенного воздействия на окружающую среду с целью повышения техносферной безопасности / Е. Смирнова // Архитектура – строительство – транспорт. Материалы 74-й научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета. В 2-х частях. – СПб. : СПбГАСУ, 2018. – С. 74–76.

19. *Руданец А. В.* Повышение безопасности строительства при работах по возведению большепролетных мостов / А. В. Руданец, Е. Э. Смирнова // Безопасность в строительстве. Материалы III Международной научно-практической конференции. – СПб. : СПбГАСУ, 2017. – С. 97–99.

20. *Larionova Y.* Sewer system optimization in housing and communal services / E. Smirnova, Y. Larionova, A. Larionov // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 157. – С. 02002. DOI: 10.1051/e3sconf/202015702002.

21. *Smirnova E.* Current issues of energy efficiency in water consumption and discharge, and environmental safety in St Petersburg / E. Smirnova // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Т. 1614. – С. 012031. DOI: 10.1088/1742-6596/1614/1/012031.

22. *Larionov A.* Risks of project financing for housing construction / A. Larionov, E. Smirnova // AIP Conference Proceedings. – 2022. – Т. 2559. – С. 060006. DOI: 10.1063/5.0099096.

23. *Larionov A.* Energy efficiency in residential construction: risk assessment / A. Larionov, E. Smirnova // AIP Conference Proceedings. – 2022. – Т. 2657. – С. 020030. DOI: 10.1063/5.0106716.



УДК 621.039-78

Анна Евгеньевна Сущенко,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: annasushchenko13@gmail.com

Anna Evgenievna Sushchenko,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: annasushchenko13@gmail.com

## О ТЕНДЕНЦИЯХ В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

### ABOUT TRENDS IN THE SPHERE OF THE SAFETY OF MODERN NUCLEAR ELECTRIC POWER

В современной истории достаточно знаковых аварий, произошедших на атомных станциях, которые привели в глобальным экологическим проблемам. Однако атомная промышленность является одним из основных видов производства энергии. Автор статьи рассматривает, какие степени защиты имеют современные реакторы АЭС по сравнению с предыдущими поколениями, каковы недостатки и план действий при возникновении ЧС. Также рассмотрены модернизация реакторов и возможность частичного или полного ухода от ядерной энергетики.

*Ключевые слова:* атомная станция, реактор, безопасность, окружающая среда, ядерная энергетика, чрезвычайная ситуация.

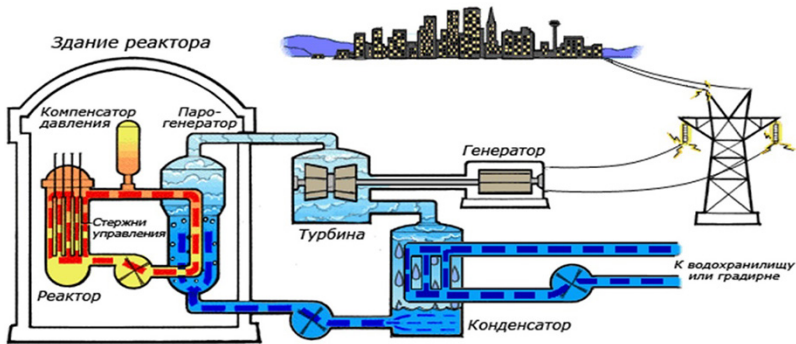
In modern history, there are many significant accidents that occurred at nuclear power plants, which led to global environmental problems. However, the nuclear industry is one of the main types of energy production. The author of the article considers what degrees of protection modern NPP reactors have in comparison with previous generations, what are the shortcomings and the action plan in the event of an emergency. The modernization of reactors and the possibility of partial or complete withdrawal from nuclear energy are also considered.

*Keywords:* nuclear power plant, reactor, safety, environment, nuclear power, emergency.

Атомные электростанции – это предприятие ядерной энергетики, в котором преобразованная ядерная энергия становится электрической (см. рис.).

При реакции деления ядер выделяется тепловая энергия, которую в последствии трансформируют в электрическую. В данный момент

в РФ используют несколько видов реакторов: реактор большой мощности канальный (РБМК) на 2022 г. таких 13 станций и водо-водяной энергетический реактор (ВВЭР) на 2022 г. таких 24 станции [1, 2].



Принцип работы атомной электростанции

Главным преимуществом реактора типа РБМК является возможность непрерывной перезагрузки топлива, а также более легкое повышение единичной мощности реактора (хватит просто в графитовой кладке увеличить число параллельных технологических каналов). Однако АЭС, работающие с данным типом реактора, не могут обеспечить надежную защиту. У таких реакторов отсутствует защитная оболочка, которая в случае аварии не допустит выход радиоактивности в окружающую среду, а также активная зона содержит большое количества горючего вещества (около 2 тыс. т) [3].

Более современные и усовершенствованные реакторы ВВЭР обладают большим количеством преимуществ. Помимо того, что в отличие от РБМК они имеют защитную оболочку и в активной зоне отсутствует горючее вещество, так еще и данные реакторы не имеют положительных обратных связей. В случае потери охлаждения активной зоны и теплоносителя цепная реакция горения ядерного топлива затухает, а не разгоняется. Самым главным преимуществом является безопасность данных реакторов [4, 5]. Однако даже с данным уровнем безопасности и преимуществами данных реакторов, есть существенный недостаток. В данных реакторах для регулировки

процесса, который происходит в активной зоне, используется борная кислота. Бор является хорошим поглотителем избыточных нейтронов, что позволяет контролировать протекающую цепную реакцию и регулировать мощность всей станции. Однако в случае аварии на атомной станции стержни, состоящие из бора, попадают в активную зону и в первый контур заливается концентрированная борная кислота (40 гр/л). В результате химических реакций в реакторе образуется тритий, радиоактивный изотоп водорода. Проблема заключается в том, что период полураспада трития равен 12,5 годам, а разделение трития и водорода – это очень дорогостоящий процесс. Появляется вода, которую надо сбрасывать [6, 7]. Существует правило, что если концентрация трития превышает 106 Бк/кг, то вода будет относиться к радиоактивным отходам и эту воду мы можем только хранить. Допустим, что мы имеем право использовать воду в питьевых нуждах при концентрации 104,

- через 12,5 лет будет  $5 \cdot 10^5$ ;
- через 25 лет  $2,5 \cdot 10^5$ ;
- через 50 лет  $6,3 \cdot 10^4$ ;

и только спустя 100 лет, наконец-то,  $7,8 \cdot 10^4$ .

Так как данная вода будет периодически появляться, то не представляется возможности хранить ее. Для такого количества необходимо большие территории и колоссальные денежные вложения. Для решения проблем данную воду в безопасных концентрациях сбрасывают в поверхностные водоемы. Однако, негативные последствия от этих загрязнений могут нести губительные последствия, как для флоры и фауны, так и для человека в последствие, потому что накопительный эффект данных концентраций со временем будет значительно выше, чем предельно допустимые значения и будет влиять непосредственно на людей и окружающую среду [8–11].

В данный момент совершенствуются и используются новые реакторы IV поколения. Инновационная конструкция реактора IV поколения – натриевый реактор на быстрых нейтронах. Натрий можно разогревать до температур около 600°C в то время как избыточное давление составляет всего лишь доли атмосферы. Так как натрий практически не вызывает коррозию конструкционных материал, то для быстрых энергетических реакторов корпуса имеют

толщины несколько сантиметров. Однако остается открытым вопрос об утилизации и хранении ядерных, которых за время работы атомных станций накопилось уже 300 т и данные значения только растут [12–16].

Даже лучшие системы защиты и современные атомные станции не могут обезопасить население и окружающую среду [17–19]. В штатном режиме АЭС являются безопасными, однако при авариях или чрезвычайных ситуациях, ущерб становится чудовищным. Италия стала первой в мире страной, которая полностью отказалась от ядерной энергетики и закрыла все имевшиеся АЭС, такие страны как Бельгия, Германия, Испания, Швейцария, Швеция осуществляют политику по отказу от ядерной энергетики к 2030 г. Может, со временем мы не сможем полностью отказаться от атомных электростанций, однако в будущем альтернативные источники энергии, такие как электростанции на солнечной энергии и другие инновационные разработки смогут превозмочь АЭС по эффективности и безопасности для окружающей среды [20].

### Литература

1. *Литвиненко Ю. Н.* Использование новых экологически безопасных методов охлаждения воды на атомных электростанциях / Е. Э. Смирнова, Н. А. Субботина, Ю. Н. Литвиненко // Безопасность в строительстве. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб. : СПбГАСУ, 2019. – С. 196–204.
2. *Литвиненко Ю. Н.* Оценка роли градирен на аэс с целью обеспечения экологической безопасности / Е. Э. Смирнова, Н. А. Субботина, Ю. Н. Литвиненко // Постнеклассическая наука: междисциплинарность, проблемно-ориентированность и прикладной характер. сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции. – СПб.: СПбГАСУ, 2021. – С. 107–111.
3. *Savin S.* Predicting the service life of buildings and facilities to minimize the risk of losses in the conditions of natural and technogenic emergency situations / E. Smirnova, S. Savin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Т. 652. – С. 12010. DOI: 10.1088/1757-899X/652/1/012010.
4. *Smirnova E.* Environmental risk analysis in construction under uncertainty / E. Smirnova // Reconstruction and restoration of architectural heritage. S. Sementsov, A. Leontyev, S. Huerta, I. Menéndez Pidal de Nava (eds.). – London : CRC Press, 2020. – С. 222–227. DOI: 10.1201/9781003129097-47.
5. *Smirnova E.* Monte Carlo simulation of environmental risks of technogenic impact / E. Smirnova // Contemporary problems of architecture and construction.

E. Rybnov, P. Akimov, M. Khalvashi, E. Vardanyan (eds.). – London : CRC Press, 2021. – С. 355–360. DOI: 10.1201/9781003176428.

6. *Топоева А. М.* Оптимизация технологий водоподготовки с целью повышения её экологической безопасности / Е. Э. Смирнова, А. М. Топоева // Безопасность в строительстве. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб.: СПбГАСУ, 2019. – С. 116–121.

7. *Егоров Ю. А., Нигматулин Б. И., Суздалева А. Л., Тихомиров Ф. А.* Экологическая безопасность: влияние АЭС России на состояние водоема-охладителя / Ю. А. Егоров, Б. И. Нигматулин, А. Л. Суздалева, Ф. А. Тихомиров // Бюллетень по атомной энергии. – 2008. – № 4. – С. 44–49.

8. *Larionov A.* Justification of environmental safety criteria in the context of sustainable development of the construction sector / E. Smirnova, A. Larionov // E3S Web of Conferences. – 2020. – Т. 157. – С. 06011. DOI: 10.1051/e3sconf/202015706011.

9. *Larionova Y.* Problem of environmental safety during construction (analysis of construction impact on environment / E. Smirnova, Y. Larionova // E3S Web of Conferences. – 2020. – Т. 164. – С. 07006. DOI: 10.1051/e3sconf/202016407006.

10. *Alekseev M.* Waste water of north-west Russia as a threat to the Baltic / M. Alekseev, E. Smirnova // Journal of Environmental Engineering and Science. – 2016. – Т. 11. – № 3. – С. 67–78.

11. *Smirnova E.* The problem of dephosphorization using waste recycling / E. Smirnova, M. Alexeev // Environmental Science and Pollution Research. – 2017. – Т. 24. – № 14. – С. 12835–12846.

12. *Смирнова Е. Э.* Экология и экономика природопользования / Е. Э. Смирнова. – СПб. : Деметра, 2005. – 112 с.

13. *Смирнова Е. Э.* Экологические основы природопользования / Е. Э. Смирнова. – СПб. : Ютас, 2006. – 120 с.

14. *Смирнова Е. Э.* Экологический аудит как экономический инструмент управления природопользованием / Е. Э. Смирнова // Интеграция экономики в систему мирохозяйственных связей. Сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции. – СПб. : СПб. политех. ун-т им. Петра Великого, 2010. – С. 220–222.

15. *Смирнова Е. Э.* Экология / Е. Э. Смирнова. – СПб. : Ютас, 2010. – 100 с.

16. *Гольцов В. А.* Доктрина водородной цивилизации: может ли человечество предотвратить глобальную экологическую катастрофу? / В. А. Гольцов // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2012. – № 4 (108). – С. 15–40.

17. *Слесарев М. Ю.* Формирование систем экологической безопасности строительства / М. Ю. Слесарев. – М. : МГСУ, 2012. – 378 с.

18. *Smirnova E.* Control capability of environmental safety in the context of 'green' construction paradigm / E. Smirnova // *Espacios*. – 2018. – Т. 39. – № 22. – С. 40.
19. *Smirnova E., Zaikin V.* Problem of urban planning for sustainable development / E. Smirnova, V. Zaikin // *E3S Web of Conferences*. – 2019. – Т. 91. – С. 05030. DOI: 10.1051/e3sconf/20199105030.
20. *Wolfe J., Goldstein R., Maulbetsch J., McGowin C.* An Electric Power Industry Perspective on Water Use Efficiency / J. Wolfe, R. Goldstein, J. Maulbetsch, C. McGowin // *Journal of Contemporary Water Research & Education*. – 2009. – Т. 143(1). – С. 30–34. DOI: 10.1111/j.1936-704X.2009.00062.x.

**УДК 504.5.004.5**

*Анастасия Андреевна Бахарева,*  
магистрант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: alfred.bakharev@mail.ru*

*Anastasia Andreevna Bakhareva,*  
Master's degree student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: alfred.bakharev@mail.ru*

**ОТ ОБЩЕСПЛАВНЫХ К РАЗДЕЛЕННЫМ СТОКАМ:  
ОБ УСТРОЙСТВЕ КАНАЛИЗОВАНИЯ  
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

**FROM CONVENTIONAL TO SEPARATED WASTE:  
ABOUT THE SEWAGE PROGRESS IN ST. PETERSBURG**

Автор обсуждает развитие систем канализования в Санкт-Петербурге с точки зрения прогресса технологий очистки. Первые проекты канализования были связаны с попытками отвести поверхностные стоки и обеспечить надежные строительные площадки для последующей застройки. Со временем прогресс технологий и новых материалов позволил обратить внимание на проведение канализации для очистки хозяйственно-бытовых стоков, наиболее трудно поддававшихся очистке. Если при Екатерине Второй в петербургских каналах водилась форель, то к концу XIX столетия в них можно было встретить отходы кожевенной, лакокрасочной, сталелитейной, пищевой промышленности, включая всякого рода нечистоты, фекалии и бытовой мусор. Трудно себе представить, но до конца 70-х гг. в Санкт-Петербурге вообще не было очистных сооружений. Строительство главного канализационного тоннеля в северной части города (2013) и северных очистных установок (2005) позволило очищать 98 % всех городских стоков и перейти к раздельному канализованию стоков и обеспечить высокие стандарты экологической безопасности.

*Ключевые слова:* водоотведение, канализация, очистные сооружения, стоки, экологическая безопасность.

The author discusses the development of sewage systems in St. Petersburg in terms of the progress of water purification technologies. The first sewerage projects involved attempts to divert surface runoff and provide protected building sites for subsequent development. Over time, the progress of technology and new materials made it possible to pay attention to the sewerage for the treatment of domestic wastewater, the most difficult for treating. If under Catherine II trout was found in the St. Petersburg canals, then by the end of the 19th century one could find waste from the leather, paint and varnish, steel, food industries, including all kinds of sewage, feces

and household garbage. It is hard to imagine, but until the end of the twenty century's 70s in St. Petersburg there were no treatment facilities at all. The construction of the main sewer tunnel in the northern part of the city (2013) and the northern treatment plants (2005) made it possible to treat 98 % of all city wastewater and switch to separate sewerage and ensure high environmental safety standards.

*Keywords:* water disposal, sewerage, treatment facilities, wastewater, environmental safety.

Последнее время проблема очистки поверхностных, промышленных и бытовых стоков путем прокладки канализационных сетей стоит довольно остро из-за с каждым годом ухудшающейся экологической ситуации [1–4]. Данный аспект функционирования природно-техногенных систем является актуальным, поскольку промышленность негативно воздействует на экосистему и тем самым ухудшает условия жизнедеятельности населения [5–7]. Строительство должно быть средообразующим фактором безопасной окружающей среды и основываться на экологически безопасных, энергоэффективных, ресурсосберегающих, биопозитивных системах жизнеобеспечения городского хозяйства [8–10]. Любой производственный процесс неизбежно ведет к появлению отходов. Негативные последствия антропогенного воздействия городского строительства создают угрозу для здоровья и жизнедеятельности населения [11]. В этом смысле развитие канализационной системы стало одним из звеньев обеспечения экологической безопасности в городе с помощью исторически доступных технологий [12, 13].

История создания канализационных систем поверхностных и хозяйственных в городе Санкт-Петербурге насчитывает более 300 лет. Заболоченная местность, на которой возводился город, обусловила потребность в строительстве водоотводящих каналов. В свою очередь, каналы осуществляли функцию осушения территорий от подземных вод и сбора атмосферных вод, а земля, вынутая из каналов, использовалась для наращивания уровня городских улиц и площадей и их последующей застройки. При строительстве улиц вдоль них прокладывались деревянные канавы. Все собранные воды отводились в ближайшие реки и протоки. Считается, что уже при Петре I велось строительство подземных каналов для сбора атмосферных вод, однако их местоположение было утрачено, поскольку на петровских



планах города каналы не указывались. Их обнаружение стало возможным, когда археологи предприняли раскопки в историческом центре на территориях, примыкающих к Эрмитажу, и обнаружили старейший сводчатый кирпичный канал, который сначала проходил под внутренним двориком, а затем, пройдя под подвалами Зимнего дворца, поворачивал в сторону Невы.

Однако первые петровские и последующие каналы нельзя назвать системным строительством канализационных сетей. Обустройство канализации, как ни странно, было хаотичным, трубопроводы прокладывались с недостаточным уклоном, здания подтапливались, непрочные фундаменты и сводчатые галереи размывались во время сильных паводков и наводнений. В XIX в. рассматривались различные проекты по прокладке новых систем канализации (их было около 20). Был создан особый Комитет по мостовым, занимавшийся вопросами отведения стоков. Среди его предложений обращает на себя внимание новая технология строительства постовых колодцев с «выпуклым профилем» и «лотками у тротуаров для приема воды». Следующим шагом в улучшении канализационных систем стало утверждение «правительственного чертежа» с использованием дренажа. Город постепенно застраивался по новой дренажной технологии, прокладывались деревянные и каменные трубы, было выкопано множество колодцев.

Но все вышеперечисленные мероприятия были направлены на удаление поверхностных сточных вод [14]. Хозяйственно-бытовые стоки (изначально только фекальные стоки) сначала собирались в дворовые выгреба или иные внутридомовые хранилища, а затем вручную специализированным службами или наемными работниками вывозились за границы города. Из-за того, что все емкости для сбора нечистот сооружались в основном из дерева, горожане не были защищены от неприятного запаха нечистот. Потребность в очистке хозяйственно-бытовых стоков было довольно острой вплоть до конца XX столетия. Также после постройки первого водопровода в 60-е годы XIX в. стало понятно, что развитие водоснабжения неотделимо от прокладки подземной канализации. Но и тогда технические и финансовые затруднения не позволяли принципиально улучшить организацию системы канализования. С 1911 по 1981 гг. работы по созданию но-

вых подземных ниток и узлов постоянно тормозились из-за нехватки финансовых средств и сложного профиля подземных скальных пород. Эти причины основательно препятствуют прогрессу строительства канализационных тоннелей. До сих пор продолжается прямой сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод в районе р. Охты, набережной р. Карповки, Адмиралтейской набережной, Петроградской набережной, в том числе от объектов прибрежной линии Курортного района Санкт-Петербурга [15]. По состоянию на 2021 г. в городе было 125 общественных, 47 коммунальных и 236 секторальных отводов стоков в Неву и ее притоки. В центральной части города и поныне имеется 22 тыс. выгребных канализационных колодцев. Есть и другие недостатки. Современные технологии биологической очистки от биогенных элементов, доочистки и обеззараживания внедрены лишь на 23 % сооружений очистки стоков, что не позволяет стабильно обеспечивать требуемое качество очистки. 75 % тоннельных коллекторов не могут быть обследованы на предмет их технического состояния вследствие отсутствия закольцовок и дублирующих участков [16].

На данный момент территорию города обслуживают Центральная станция аэрации (ЦСА) в устье Невы на острове Белом (1978 г.), Северная станция аэрации близ п. Ольгино (ССА) (1986 г.) и Юго-Западные очистные сооружения (ЮЗОС) (2005 г.). Каждый бассейн водоотведения имеет систему сбора и транспортировки сточных вод (канализационные сети и тоннельные коллекторы), канализационные насосные станции перекачки сточных вод (КНС) и канализационные очистные сооружения (КОС) для осуществления полного цикла очистки сточных вод и обработки осадка [17]. В основном преобладает общесплавная система канализации. Это означает, что как поверхностные, так и хозяйственно-бытовые стоки приходят на станции очистки одновременно в перемешанном виде [18]. Новое технологическое нормирование стоков состоит в том, что Водоканал несет всю ответственность за попадание вредных и опасных веществ (ХПК, БПК<sub>5</sub>, взвешенных веществ, азота аммонийного, азота нитритов, азота нитратов, фосфора) в окружающие город водные объекты. С 1 января 2019 г. объектам I категории негативного воздействия на окружающую среду (НВОС), к которым относятся очистные сооружения города, необходимо постепенно внедрять наилучшие доступные

технологии (НДТ) на основе комплексного экологического разрешения (КЭР) [19, 20]. В качестве примера качества очищенных сточных вод представлены результаты эффективности очистки стоков на ЦСА (см. табл.) [21].

### Анализ эффективности очистки стоков на ЦСА

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя, мг/дм <sup>3</sup>				Эффективность очистки, %
		НДТ	Вход. Среднегод. значение	Выход. Среднегод. значение	Выход. Макс. значение	
1	Взвешенные вещества	10	185,0	3,05	32,0	98,4
2	Азот аммонийный	1	20,0	2,93	10,4	85,4
3	Азот нитратов	9	0,19	4,24	9,9	–
4	Азот нитритов	0,1	–	0,29	0,65	–
5	Азот общий	10	28,60	9,45	15,0	67,0
6	Фосфор общий	0,5	3,81	0,14	0,7	96,3
7	Колифаги	< 100* БОЕ/100 см <sup>3</sup>	–	47,72	3300,0	–
8	ОКБ	< 500* КОЕ/100 см <sup>3</sup>	1460 · 105	1,47 · 105	4,8 · 105	99,9
9	E. coli	< 100* КОЕ/100 см <sup>3</sup>	–	7,5 · 104	2,2 · 105	–
10	Энтерококки	< 100* КОЕ/100 см <sup>3</sup>	–	0,75 · 103	5,6 · 103	–
11	Стафилококки	Отсутствие* КОЕ/100 см <sup>3</sup>	–	1,58	19,0	–

Регулирование вопросов систем канализования происходит согласно СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85 (с Изменениями № 1, 2)» от 25.12.2018 г. (<https://docs.cntd.ru/document/554820821?ysclid=15d96v3fmx294827419> (дата обращения: 01.07.2022)). С 28 января 2022 г. вступили в силу изменения № 2 к этому своду правил, утвержденные приказом Минстроя РФ от 27.12.2021 г. № 1023/пр ([https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minstroya-Rossii-ot-27.12.2021-N-1023\\_pr/?ysclid=15v6egq8pp380288975](https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minstroya-Rossii-ot-27.12.2021-N-1023_pr/?ysclid=15v6egq8pp380288975) (дата обращения: 20.06.2022)). Так, при строительстве новых районов в своде правил отмечается, что поверхностный сток с территорий поселений и городских округов следует отводить на очистные сооружения, при этом должно быть исключено отведение в централизованные ливневые системы водоотведения хозяйственно-бытовых сточных вод, а также жидких бытовых и промышленных отходов. Это означает, что теперь общесплавные системы, при которых оба вида стоков перемешиваются в общей трубе и поступают на очистные сооружения, запрещены. Вместе с этим, уже существующие общесплавные системы, однако, учитываются при строительстве систем канализования на территории города, если другие варианты раздельных систем водосбора не могут быть реализованы [22].

Стоит подчеркнуть, что с завершением строительства главного канализационного коллектора в северной части города, а также уже построенных ЦСЭ, ССА и ЮЗОС с глубоким биологическим удалением биогенных веществ 76 прямых выбросов сточных вод объемом более 3 млн. м<sup>3</sup> в сутки были закрыты, сброс неочищенной канализационной воды в Неву был остановлен.

Таким образом преимуществами раздельного канализования являются предупреждение негативного влияния на водные ресурсы Невы и Финского залива, обеспечение высоких требований экологической безопасности, а также повышение эффективности очистки поверхностных, промышленных и хозяйственно-бытовых стоков. Применение подобных систем отвечает современным требованиям очистки и обеспечивает соблюдение норм по очищенным стокам в соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства РФ (от 13.12.2016 г. № 552) «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе

нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 10 марта 2020 года)» (<https://docs.cntd.ru/document/420389120?ysclid=l5d93b2v2c553041454> (дата обращения: 20.06.2022)).

### Литература

1. *Smirnova E., Larionova Y.* Problem of environmental safety during construction (analysis of construction impact on environment) // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 164. – С. 07006. DOI: 10.1051/e3sconf/202016407006.
2. *Smirnova E.* Problems of ecology and ensuring environmental safety in relation to toxic Krasny Bor dump site // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 175. – С. 14015. DOI: 10.1051/e3sconf/202017514015.
3. *Larionova Y., Smirnova E.* Substantiation of ecological safety criteria in construction industry, and housing and communal services // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 543. – С. 012002. DOI: 10.1088/1755-1315/543/1/012002.
4. *Smirnova E.* The use of the Monte Carlo method for predicting environmental risk in construction zones // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1614. – С. 012083. DOI: 10.1088/1742-6596/1614/1/012083.
5. *Смирнова Е. Э.* Экология и экономика природопользования. Санкт-Петербург: Деметра, 2005. – 112 с.
6. *Смирнова Е. Э.* Экологический аудит как экономический инструмент управления природопользованием // Интеграция экономики в систему мирохозяйственных связей. Сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции. – СПб.: СПб. политех. ун-т им. Петра Великого, 2010. – С. 220–222.
7. *Смирнова Е. Э.* Экология и экономика природопользования. – М.: Ютас, 2010, – 100 с.
8. *Смирнова Е. Э., Мухаммедов А.* Анализ ГОСТ Р 51898-2002 с позиции аспектов безопасности // Безопасность в строительстве. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб.: СПбГАСУ, – 2021. – С. 72–79.
9. *Смирнова Е. Э., Ларин Д. В.* Методологические проблемы экологической безопасности в строительстве и городском хозяйстве // Обращение с отходами: современное состояние и перспективы. Сборник статей II Международной научно-практической конференции, г. Уфа, 10 ноября 2020 г. / Под ред. И. О. Туктаровой. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – С. 284–290.
10. *Smirnova E.* Problems of ecology and ensuring environmental safety in relation to toxic Krasny Bor dump site // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 175. – С. 14015. DOI: 10.1051/e3sconf/202017514015.

11. *Смирнова Е. Э.* Оптимизация переработки ТКО как возможность снижения антропогенного воздействия на окружающую среду с целью повышения техносферной безопасности // *Архитектура – строительство – транспорт. Материалы 74-й научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета. В 2-х частях.* – СПб. : СПбГАСУ, 2018. – С. 74–76.
12. *Larionova Y., Smirnova E.* Substantiation of ecological safety criteria in construction industry, and housing and communal services // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – 2020. – Vol. 543. – С. 012002. DOI: 10.1088/1755-1315/543/1/012002.
13. *Smirnova E. E., Tokareva L. D.* Ensuring environmental safety of the Baltic Sea basin // *E3S Web of Conferences.* – 2021. – Vol. 266. – С. 08011. DOI: 10.1051/e3sconf/202126608011.
14. *Smirnova E., Larionova Y., Larionov A.* Sewer system optimization in housing and communal services. *E3S Web of Conferences.* – 2020. – Vol. 157. – С. 02002. DOI: 10.1051/e3sconf/202015702002.
15. *Alekseev M., Smirnova E.* Waste water of north-west Russia as a threat to the Baltic // *Journal of Environmental Engineering and Science.* – 2016. – Т. 11. – № 3. – С. 67–78. DOI: 10.1680/jenes.14.00012.
16. *Smirnova E.* Current issues of energy efficiency in water consumption and discharge, and environmental safety in St Petersburg // *Journal of Physics: Conference Series.* – 2020. – Vol. 1614. – С. 012031. DOI: 10.1088/1742-6596/1614/1/012031.
17. *Mishukov B., Smirnova E.* Optimisation of wastewater treatment for safety in St Petersburg, Russia // *Water Management.* – 2017. – Т. 170. – № 4. – С. 184–197. DOI: 10.1680/jwama.14.00160.
18. *Smirnova E., Alexeev M.* The problem of dephosphorization using waste recycling // *Environmental Science and Pollution Research.* – 2017. – Т. 24. – № 14. – С. 12835–12846. DOI: 10.1007/s11356-017-8857-0.
19. *Смирнова Е. Э.* Оптимизация ливневой канализации для улучшения качества очистки сточных вод с целью повышения ее экологической безопасности // *Безопасность в строительстве. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием.* – СПб. : СПбГАСУ, 2019. – С. 111–115.
20. *Смирнова Е. Э., Топоева А. М.* Оптимизация технологий водоподготовки с целью повышения её экологической безопасности // *Безопасность в строительстве. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием.* – СПб. : СПбГАСУ, 2019. – С. 116–121.
21. Программа повышения экологической эффективности ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» Центральной станции аэрации на период с 2023 по 2029 год (URL: [https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2022/02/02/32/%D0%9F%D0%9F%D0%AD%D0%AD\\_%D0%A6%D0%A1%D0%90.pdf](https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2022/02/02/32/%D0%9F%D0%9F%D0%AD%D0%AD_%D0%A6%D0%A1%D0%90.pdf) (дата обращения: 21.07.2022)).

22. *Смирнова Е. Э., Тимашкова А. А., Атаев А. Б.* Влияние строительства на водные объекты и методы очистки загрязненных сточных вод // *Безопасность в строительстве. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием.* – СПб. : СПбГАСУ, 2019. – С. 132–137.

УДК 628.32:504.054

Татьяна Геннадьевна Дылева,  
магистрант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: tanushka.dyleva@mail.ru

Tatyana Gennadievna Dyleva,  
Master's degree student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: tanushka.dyleva@mail.ru

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЧИСТКА СТОКОВ В АЭРОПОРТАХ

### INTEGRATED WASTE TREATMENT IN AIRPORTS

Рассмотрен вариант решения проблемы комплексной очистки сточных вод на территории аэропорта «Уфа» с целью повышения экологической безопасности. Данная проблема является актуальной, так как с каждым годом увеличивающееся количество аэропортов становится причиной негативного воздействия техногенеза на экосистему. Соответственно, выбросы сточных вод на территориях аэропортов небезопасны для здоровья и области обитания населения. Показано, что при разработке, проектировании и строительстве комплекса очистных сооружений необходимо обеспечить эффективную очистку сточных вод с применением флотации. Данный метод является эффективным для удаления из воды ПАВ, нефтепродуктов, волокнистых загрязнителей, жиров, взвесей активного ила и т. п., а также некоторых растворенных веществ, в последнем случае очистка обеспечивается пенной сепарацией.

*Ключевые слова:* комплекс очистных сооружений, очистка сточных вод, сепарация, стоки, технология очистки, флотация, экологическая безопасность.

A variant of solving the problem of integrated wastewater treatment on the territory of the Ufa airport was considered in order to improve environmental safety. This problem is relevant, since every year an increasing number of airports cause a negative impact of technogenesis on the ecosystem. Accordingly, wastewater emissions from airports are unsafe for the health and habitat of the population. It is shown that during the development, design and construction of a complex of treatment facilities, it is necessary to ensure effective wastewater treatment using flotation. This method is effective for removing surfactants, oil products, fibrous pollutants, fats, activated sludge suspensions, etc., as well as some dissolved substances from water, in the latter case, cleaning is provided by foam separation.

*Keywords:* complex of treatment facilities, wastewater treatment, separation, effluents, treatment technology, flotation, environmental safety.



В настоящее время концепция водоснабжения и водоотведения играет важную роль с точки зрения экологии и входит в состав неотделимого компонента для многих предприятий [1]. Не являются тому исключением и аэродромные комплексы, которые также остро нуждаются в очистке при подаче поверхностных и подземных вод в целях безопасности окружающей среды [2–6].

Разумеется, очистные конструкции, которые предназначены исключительно для аэропортов, значительно отличаются от тех, которые применяют в промышленных или иных предприятиях, потому что большая часть аэродромных площадок состоит из асфальта и бетона, а это может означать лишь то, что для талой и ливневой воды нет возможности стечь и впитаться в грунт. Также нужно учитывать тот факт, что в аэропортах выбросы сточных вод довольно частое явление.

Согласно с СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85 (с Изменениями № 1, 2)» от 25.12.2018 г. (<https://docs.cntd.ru/document/554820821?ysclid=15d96v3fmx294827419> (дата обращения: 11.07.2022)), одной из основных причин образования стоков является нерациональное использование воды в технических целях и особых химических веществ при эксплуатации технических средств и нужд людей, которые трудно поддаются очистке. Поэтому при разработке, проектировании и строительстве комплекса очистных сооружений на территории аэропортов подрядчику в обязательном порядке необходимо обеспечить эффективную очистку сточных вод [7–9].

Требование эффективной очистки можно объяснить тем, что в силу специфики функционирования такого рода предприятий в стоках содержатся много взвешенных частиц нефтепродуктов (напр., топлива, масла и проч.), химических соединений, используемых на воздушном транспорте (напр., гликолей), различных токсичных веществ. Важной характеристикой, которой должны обладать канализационные и очистные системы аэропортов, является готовность успешно справляться с большими мгновенными дебитами стоков. Об этом говорится в СП 31.13330.2021 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.02-84\*» от 27.12.2021 г. (<https://docs.cntd.ru/document/728474306?ysclid=15d9n16e2275333221&section=text> (дата обращения: 11.07.2022)), СП 116.13330.2012

«Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22–02–2003» от 30.06.2013 г. (<https://docs.cntd.ru/document/1200095540?ysclid=15gwhh9ov835481867> (дата обращения: 11.07.2022)) и СП 121.13330.2019 «Аэродромы. Актуализированная редакция СНиП 32-03-96» от 31.07.2019 г. (<http://sniprf.ru/sp121-13330-2019?ysclid=15gwqq047j808355849> (дата обращения: 11.07.2022)).

Однако для отечественных предприятий экономическая выгода и максимальная минимизация затрат, а не экологическая безопасность часто становятся приоритетной целью производства. Службы эксплуатации аэропортов сталкиваются с неэффективными технологиями, устаревшими и непригодными для дальнейшего использования конструкциями очистных сооружений. В результате конструктивные неисправности и отсутствие биопозитивных проектных решений приводят к эколого-экономическому ущербу, истощению ресурсов окружающей природной среды, небезопасному и неэнергоэффективному функционированию возведенных объектов. Эколого-экономический ущерб экосистеме означает фактические экологические, экономические и социальные потери, возникающие в результате нарушения природоохранного законодательства, хозяйственной деятельности человека, стихийных экологических бедствий и катастроф [10, 11]. Ущерб проявляется в виде потерь природных, трудовых, материальных, финансовых ресурсов конкретного предприятия, а также ухудшения социально-гигиенических условий проживания населения [12].

Чтобы предотвратить экологический ущерб от загрязнения окружающей среды, необходимо оценить возможные отрицательные последствия в денежной форме, установить новые усовершенствованные конструкции очистных сооружений для аэропортов и разработать природоохранные мероприятия и программы, которые будут направлены на улучшение качества состояния природы в целом.

Очистка сточных вод с применением флотации: Сточные воды аэропорта обладают сложным многокомпонентным составом и имеют свои специфические особенности, значительно затрудняющие процесс их очистки. Обычно дождевая и талая вода стекает в систему открытых или закрытых треугольных бетонных лотков, расположенных по границе полосы под уклоном 0,05. После этого стоки

собираются в накопительные емкости, которые установлены по точкам водосбора.

Для того чтобы выбрать подходящий метод очистки сточных вод на территории аэродромного комплекса, необходимо определить, в первую очередь, концентрацию загрязняющих веществ в дождевых и талых водах. В данной статье рассматривается схема с применением флотации. Такой метод очистки сточных вод с использованием флотации более эффективен и перспективен, так как позволяет очистить воду от взвесей, не подвергшихся осаждению из-за своей малой плотности. Флотационный процесс применяют для удаления из воды поверхностно-активных веществ (ПАВ), нефтепродуктов, волокнистых загрязнителей, жиров и т. п., а также некоторых растворенных веществ, в последнем случае очистка называется пенной сепарацией. Кроме того, флотацию применяют для удаления из стоков взвесей активного ила. Данный метод изображен на рис. 1.

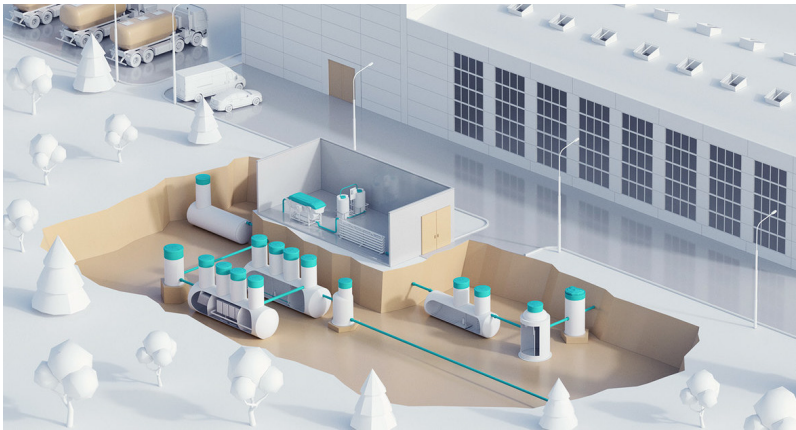


Рис. 1. Схема с применением флотации

Флотация является одним из самых популярных способов очистки сточных вод. Без флотационного процесса редко обходятся очистные сооружения, предназначенные для частных домов и промышленных предприятий, в том числе и для аэропортов [13]. Преимущества флотационной очистки стоков таковы:

- 1) относительно небольшие затраты в процессе эксплуатации;
- 2) простота оборудования;
- 3) возможность выделения определенных загрязнителей;
- 4) скорость процесса флотационной очистки от некоторых взвесей выше скорости оседания;
- 5) возможность удаления таких загрязнителей как нефтепродукты;
- 6) продуктом флотации является шлам с невысоким содержанием воды.

Технологической схемой очистки сточных вод аэропорта может служить следующая:

- 1) механическая очистка от крупных примесей на механической решетке;

- 2) первичная очистка от нефтепродуктов. причем в накопительную емкость подводятся сточные воды, нефтепродукты всплывают на поверхность очищаемой жидкости, а взвешенные вещества осаждаются, осадок направляется в песколовку;

- 3) окончательная очистка от нефтепродуктов на коалесцентных сепараторах, где уже идет разделение воды легких и тяжелых нефтепродуктов, отделившиеся нефтепродукты направляются в приемную камеру через фильтрующий контейнер с отводом дренажа;

- 4) флотация: образовавшийся сток разделяется на два потока. Один, очищенный от нефтепродуктов, поступает в накопительную емкость. Другая же часть направляется на флотацию. При превышении содержания нефтепродуктов и рН среды поступающего стока используют реагенты. Если содержание аммонийного азота выше нормы, используют дополнительные циклы флотации или разбавляют сток содержимым первой накопительной камеры;

- 5) в холодное время года, когда в сточных водах аэропорта присутствует этиленгликоль из противообледенительных жидкостей и реагентов, используют режим суперкавитации. После насыщения воздухом в сатураторах сток направляется на установки суперкавитации, где как раз происходит эффективное удаление этиленгликоля;

- 6) сорбционная фильтрация очищенных стоков является заключительной стадией доочистки сточных вод.

В соответствии с Приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды

водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (<https://docs.cntd.ru/document/420389120?ysclid=15gx1vwqprz673890107> (дата обращения: 11.07.2022)) и Постановлением Правительства РФ от 03.08.1992 г. № 545 «Об утверждении Порядка разработки и утверждения экологических нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, лимитов использования природных ресурсов, размещения отходов» (<https://docs.cntd.ru/document/9002981?ysclid=15gxinr5t455778649> (дата обращения: 11.07.2022)), при необходимости доведения степени очистки стоков аэропорта до показателей сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения применяют ультрафиолетовое обеззараживание стоков.

Технологическая схема очистки: Система очистки поверхностных стоков состоит из двух параллельных линий предварительной очистки, каждая из которых имеет номинальную производительность по входящему 530 л/с (общая номинальная производительность системы составляет 1060 л/с на притоке), и блока доочистки производительностью 40 л/с (144 м<sup>3</sup>/ч), располагаемом в отдельном здании. На рис. 2 показана блок-схема технологической линии.

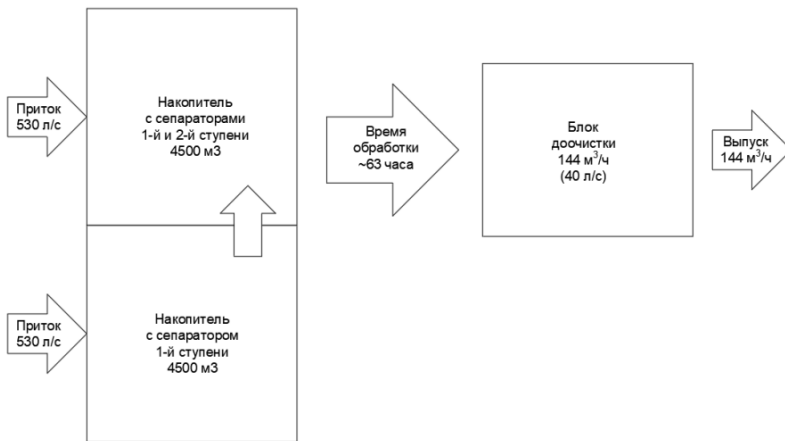


Рис. 2. Укрупненная блок-схема технологической линии

Технологическая линия системы очистки поверхностных сточных вод представляет набор оборудования, состоящего из двух основных блоков:

1) блок предварительной очистки и аккумуляции – сепарационное оборудование (спиральные сепараторы), располагаемое в пределах подземных аккумулирующих резервуаров;

2) блок доочистки – здание с технологическим и вспомогательным оборудованием, располагаемое в непосредственной близости от подземных аккумулирующих резервуаров.

Технологический процесс очистки поверхностных сточных вод основан на сочетании методов механической, физико-химической очистки с обеззараживанием и предназначен для удаления следующих загрязнений:

- механических примесей;
- свободновсплывающих и эмульгированных нефтепродуктов, масел;

- коллоидных и растворенных органических примесей, в том числе примесей противообледенительных реагентов.

Основными стадиями технологического процесса являются:

- обработка стока на спиральном сепараторе 1-й ступени;
- обработка стока на спиральных сепараторах 2-й ступени;
- сбор и отвод сепарированного обводнённого нефтепродукта;
- сбор, отвод и обезвоживание осадка от спиральных сепараторов на шламоосушающих контейнерах;

- обработка стока на напорной флотационной установке для очистки от эмульгированных нефтепродуктов, мелкодисперсных взвесей;

- сбор, отвод и обезвоживание флотошлама на камерном фильтр-прессе;

- фильтрация стока на осветлительных фильтрах для удаления мелкодисперсных примесей с последующей фильтрацией на сорбционных фильтрах 1-й ступени;

- усиленное окисление загрязнений озонированием, в том числе примесей противообледенительных реагентов примесей с использованием озонирования;

- глубокая доочистка стока от растворённых нефтепродуктов и органических веществ на сорбционных фильтрах 2-й ступени;

- обеззараживание очищенных сточных вод ультрафиолетом.

Система имеет 2 основных режима работы:

1) – зимний режим – период, когда в стоке присутствует значительное количество противообледенительных жидкостей (этиленгликоль). В этом режиме система работает всеми ступенями технологической схемы последовательно.

2) – летний режим – период, когда не применяются противообледенительные жидкости (этиленгликоль) или их присутствие в стоке ниже предельно-допустимой концентрации (ПДК). В этом режиме из технологического процесса исключается блок усиленного окисления озоном, блок дозирования рН-корректора на блок усиленного окисления озоном, а также вторая ступень сорбционных фильтров. Таким образом сток, пройдя осветлительные фильтры и первую ступень сорбционных фильтров, направляется сразу на ультрафиолетовое обеззараживание, а далее – на сброс.

Режимы могут переключаться как вручную, так и автоматически по показаниям датчика общего органического углерода (ООУ), посредством которого определяется концентрация этиленгликоля в стоках.

Следует обратить внимание на то, что старые непригодные очистные конструкции не могут обеспечить нормативную очистку ежедневных выбросов дождевых и талых поверхностных стоков. В этой связи необходимо регулярно проверять техническое состояние очистных сооружений и реконструировать их для повышения уровня экологической безопасности [14, 15].

Очистные сооружения аэродромного комплекса «Уфа» призваны предупредить возникновение техногенных и природных аварий. В связи с расширением самого аэропорта прежняя очистительная конструкция не обеспечивала нормативную очистку. Превышение загрязнений в 1,5–2 раза могло привести к негативным последствиям на территории предприятия. Для поддержания должного уровня очистки потребовалось не только реконструировать эксплуатационные блоки, но и расширить возможности рабочих узлов путем увеличения их количества и мощности.

В целом, после установки нового очистительного комплекса на очистные сооружения аэропорта показатели параметров сточных вод значительно улучшились. Глубокая биологическая очистка позволила повысить эффективность работы предприятия и обеспечить

нормоконтроль качества очистки стоков, повысив уровень экологической безопасности прилегающих к аэропорту территорий.

### Литература

1. *Smirnova E., Larionova Y., Larionov A.* Sewer system optimization in housing and communal services // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 157. – С. 02002. DOI: 10.1051/e3sconf/202015702002.

2. *Smirnova E.* Problems of ecology and ensuring environmental safety in relation to toxic Krasny Bor dump site // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 175. – С. 14015. DOI: 10.1051/e3sconf/202017514015.

3. *Larionova Y., Smirnova E.* Substantiation of ecological safety criteria in construction industry, and housing and communal services // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 543. – С. 012002. DOI: 10.1088/1755-1315/543/1/012002.

4. *Смирнова Е. Э.* Оптимизация переработки ТКО как возможность снижения антропогенного воздействия на окружающую среду с целью повышения техносферной безопасности // Архитектура – строительство – транспорт. Материалы 74-й научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета. В 2-х частях. – СПб. : СПбГАСУ, 2018. – С. 74–76.

5. *Смирнова Е. Э., Ларин Д. В.* Методологические проблемы экологической безопасности в строительстве и городском хозяйстве // Обращение с отходами: современное состояние и перспективы. Сборник статей II Международной научно-практической конференции, г. Уфа, 10 ноября 2020 г. / Под ред. И. О. Туктаровой. – Уфа : Изд-во УГНТУ, 2020. – С. 284–290.

6. *Руданец А. В., Смирнова Е. Э.* Повышение безопасности строительства при работах по возведению большепролетных мостов // Безопасность в строительстве. Материалы III Международной научно-практической конференции. – СПб. : СПбГАСУ, 2017. – С. 97–99.

7. *Smirnova E.* The use of the Monte Carlo method for predicting environmental risk in construction zones // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1614. – С. 012083. DOI: 10.1088/1742-6596/1614/1/012083.

8. *Савин С. Н., Смирнова Е. Э.* Совершенствование требований ТСН 50-302-2004 по обеспечению безопасности конструкций зданий при динамических нагрузках в условиях уплотнительной застройки // Архитектура – строительство – транспорт. Материалы 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. В 3-х частях. – СПб. : СПбГАСУ, 2017. – С. 169–172.

9. *Smirnova E., Savin S.* Predicting the service life of buildings and facilities to minimize the risk of losses in the conditions of natural and technogenic emergency situations // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 652. – С. 12010. DOI: 10.1088/1757-899X/652/1/0120.



10. *Смирнова Е. Э., Ларин Д. В.* Оценка рисков как часть системы управления охраной труда на предприятии // Актуальные проблемы охраны труда. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб. : СПбГАСУ, 2018. – С. 135–138.

11. *Smirnova E., Larionova Y.* Problem of environmental safety during construction (analysis of construction impact on environment) // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 164. – С. 07006. DOI: 10.1051/e3sconf/202016407006.

12. *Смирнова Е. Э.* Экологические основы природопользования. Санкт-Петербург: Изд-во «Ютас», 2006. – 120 с.

13. *Mishukov B., Smirnova E.* Optimisation of wastewater treatment for safety in St Petersburg, Russia // Water Management. – 2017. – Т. 170. – № 4. – С. 184–197. DOI: 10.1680/jwama.14.00160.

14. *Smirnova E.* Current issues of energy efficiency in water consumption and discharge, and environmental safety in St Petersburg // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – 1614. С. 012031. DOI: 10.1088/1742-6596/1614/1/012031.

15. *Smirnova E., Alexeev M.* The problem of dephosphorization using waste recycling // Environmental Science and Pollution Research. – 2017. – Т. 24. – № 14. – С. 12835–12846. DOI: 10.1007/s11356-017-8857-0.

**УДК 614.8.084(078)**

*Елена Эдуардовна Смирнова,*  
канд. техн. наук, доцент  
*Иван Алексеевич Соломатин,*  
магистр

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: esmirnovae@yandex.ru,*  
*zenit\_1999\_1@mail.ru*

*Elena Eduardovna Smirnova,*  
PhD in Sci. Tech., Associate Professor  
*Ivan Alexeevich Solomatina,*  
Master's degree

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: esmirnovae@yandex.ru,*  
*zenit\_1999\_1@mail.ru*

## **КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СРЕДООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ**

### **SAFETY CULTURE AS AN ENVIRONMENTAL FACTOR TO ENSURE A SAFE POPULATION'S LIFE**

Автор обсуждает плюсы и минусы Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Сравнение его с международным стандартом ISO 14001 позволило прояснить смысл терминов «экологическая безопасность» и «экологический менеджмент». Если российский закон № 7-ФЗ больше направлен на жесткие ограничения по отношению к предельно-допустимым концентрациям вредных веществ, в также нормативам выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, то ISO 14001 главной и первоначальной целью ставит постоянное улучшение экологической безопасности и среды обитания населения в зависимости от характера и назначения процесса производства. Автор приходит к выводу о том, что должна быть утверждена стратегическая оценка воздействия на окружающую среду, направленная на предотвращение загрязнения в России. Необходимо вернуться к прежней практике экологического законодательства прямого действия (1995–2002 гг.). Следует придать экологическим законам стимулирующий и рекомендательный характер.

*Ключевые слова:* культура безопасности, строительство, техногенез, экологизация, экосистема, экологическая безопасность, экологический риск, ФЗ № 7, ISO 14001.

The author discusses the pluses and minuses of the Federal Law of January 10, 2002 N 7-FZ “On Environmental Protection”. Comparing it with the international

standard ISO 14001 made it possible to clarify the meaning of the terms «environmental safety» and «environmental management». If the Russian law N 7-FZ is more aimed at severe restrictions in relation to the maximum permissible concentrations of harmful substances, as well as standards for emissions and discharges of pollutants into the environment, then ISO 14001 sets the main and initial goal of constantly improving environmental safety and the environment population, depending on the nature and purpose of the production process. The author concludes that in Russia a strategic environmental impact assessment aimed at preventing pollution should be approved. It is necessary to return to the previous practice of directly applicable environmental legislation (1995–2002). Environmental laws should be given a stimulating, recommendatory and unprohibited characters.

*Keywords:* safety culture, construction, technogenesis, greening, ecosystem, environmental safety, environmental risk, Federal Law N 7, ISO 14001.

Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (<https://base.garant.ru/77322728> (дата обращения 25.07.2022)). (далее – ФЗ № 7), а также международный стандарт ISO 14001 «Системы экологического менеджмента, 3-я ред.» (<https://pqm-online.com/assets/files/pubs/translations/std/iso-14001-2015-%28rus%29.pdf> (дата обращения 25.07.2022)) (далее – ISO 14001), являются фундаментальными в понимании различия между терминами «экологическая безопасность» и «экологический менеджмент». Если ФЗ № 7 больше направлен на жесткие ограничения по отношению к предельно-допустимым концентрациям вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения, в также нормативам выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, то ISO 14001 главной и первоначальной целью ставит постоянное улучшение экологической безопасности и среды обитания населения в зависимости от характера и назначения процесса производства.

Однако для улучшения состояния окружающей среды и соблюдения требований ФЗ № 7 и рекомендаций ISO 14001 необходимо учитывать такой важный момент, как культура безопасности [1–4]. Культура безопасности уже стала неотъемлемой частью всех планов и мероприятий, направленных на повышение безопасности производства и снижение экологических рисков [5–9]. Но реализация данных мероприятий зачастую затруднена, так как культура безопасности

имеет две стороны. Первая – это влияние новых технологий экологической безопасности и эксплуатации строительных объектов на среду обитания людей. Данная сторона заставляет человека задуматься о негативном воздействии антропогенного фактора, возникновении техногенных и природных катастроф из-за нарушения требований к строительству как экологическому средообразующему фактору, цель которого состоит в обеспечении безопасной жизнедеятельности населения. Научное обоснование и реализация экологически безопасных, энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий, биопозитивных проектных решений призваны предотвратить потенциальный ущерб для окружающей среды [10, 11].

Вторая сторона заключается в том, что экономический аспект конструктивно-технологических решений строительства различного назначения берет верх над требованиями охраны окружающей среды. Негативные действия людей – от простого выброса мусора в неполюженном месте до таких глобальных проблем, как слив производственного топлива в водоемы, – все это повышает риски техногенных аварий и катастроф.

Стоит еще раз отметить принцип, на основе которого достигается, например, эффективность принятых мер в сфере строительного производства в России: посредством снижения числа рабочих в опасных производствах. Другой принцип связан с защитой рабочих и сотрудников средствами индивидуальной защиты, который реализуется в развитых индустриальных странах. Начиная с 2007 г. с каждым годом тяжесть несчастных случаев на производстве в России только увеличивается. Например, в относительно благополучном для страны 2016 г. экономические потери от компенсаций в связи с несчастными случаями и профессиональными заболеваниями, обусловленными состоянием производства и охраной труда на предприятиях, составили 1,53 трлн. руб. или 1,8 % ВВП [12]. Это говорит о том, что эффективность достигнута не путем защищенности людей на производстве и тем самым всей окружающей природно-техногенной среды, а несовершенными требованиями к расчетам производственного травматизма.

В России используемые экономические механизмы носят сугубо фискальный характер и отличаются низкой эффективностью своего

воздействия. Почти 90 % владельцев крупных производственных объектов предпочитают оплату за превышение выбросов, потому что она гарантирует получение экономической прибыли самым простым, но не эффективным способом. Только наказание нарушителей (а не улучшение состояния окружающей среды путем внедрения в производство ресурсосберегающих и биопозитивных технологий) не может стимулировать модернизацию производства и экологизацию товаров и услуг. Но именно административно-командный вариант обеспечения экономической «эффективности» провоцирует дальнейшее повышение уровня загрязнения в геометрической прогрессии и, по сути дела, не может предотвратить антропогенного воздействия на экосистемы [13, 14]. По данным ВОЗ, одно только загрязнение воздуха является причиной 7 млн смертей в год (не учитывая загрязнений воды и почвы).

Природный мир, состоящий из различных, но системно взаимодействующих между собой компонентов, един, но в правовом регулировании экологических отношений в России преобладает фрагментарный подход, не направленный на снижения негативного экологического воздействия. Экологические отношения сегодня регулируются на основе множества, часто слабо взаимосвязанных, федеральных законов, ориентированных, как правило, на достижение узких отраслевых задач охраны окружающей среды, природопользования и экологической безопасности. В то же время положения экологического законодательства не подкреплены положениями соответствующих кодексов и остаются нереализованными. Эта правовая необеспеченность, собственно, и отражена в рамочных положениях ФЗ № 7.

Таким образом, с нашей точки зрения, в России необходимо вернуться к прежней практике экологического законодательства прямого действия (1995-2002 гг.). Следует придать экологическим законам (ФЗ № 7-ФЗ, № 96-ФЗ, № 136-ФЗ, № 74-ФЗ, № 200-ФЗ, № 3-ФЗ, № 2395-1, № 52-ФЗ, № 89-ФЗ) стимулирующий и рекомендательный характер. Главная цель ISO 14001 – избежать, снизить, контролировать образование, выбросы или сливы любых типов загрязняющих веществ или отходов для снижения негативного экологического воздействия – должна стать краеугольным камнем осуществления государственного,

общественного и производственного экологического контроля, включая охрану труда. Должна быть утверждена стратегическая оценка воздействия на окружающую среду, направленная на предотвращение загрязнения в России. Необходимо добиться принципиального устранения техногенного источника, снижения его влияния; изменения процесса, продукта или услуги; эффективности использования ресурсов; замены одних материалов или вида энергии другими; повторного использования; возобновления; утилизации; переработки или обработки с целью предотвращения и дальнейшего снижения негативного экологического воздействия [15].

### Литература

1. *Руданец А. В., Смирнова Е. Э.* Повышение безопасности строительства при работах по возведению большепролетных мостов // Безопасность в строительстве. Материалы III Международной научно-практической конференции. – СПб. : СПбГАСУ, 2017. – С. 97–99.
2. *Савин С. Н., Смирнова Е. Э.* Совершенствование требований ТСН 50-302-2004 по обеспечению безопасности конструкций зданий при динамических нагрузках в условиях уплотнительной застройки // Архитектура – строительство – транспорт. Материалы 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. В 3-х частях. – СПб. : СПбГАСУ, 2017. – С. 169–172.
3. *Смирнова Е. Э., Ларин Д. В.* Оценка рисков как часть системы управления охраной труда на предприятии // Актуальные проблемы охраны труда. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб. : СПбГАСУ, 2018. – С. 135–138.
4. *Smirnova E., Savin S.* Predicting the service life of buildings and facilities to minimize the risk of losses in the conditions of natural and technogenic emergency situations // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 652. – С. 12010. DOI: 10.1088/1757-899X/652/1/0120.
5. *Smirnova E.* The use of the Monte Carlo method for predicting environmental risk in construction zones // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1614. – С. 012083. DOI: 10.1088/1742-6596/1614/1/012083.
6. *Smirnova E.* Environmental risk analysis in construction under uncertainty // Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage / S. Sementsov, A. Leontyev, S. Huerta, I. Menéndez Pidal de Nava (Eds.). – London: CRC Press, 2020. – С. 222–227. DOI: 10.1201/9781003129097-47.
7. *Smirnova E.* Monte Carlo simulation of environmental risks of technogenic impact // Contemporary Problems of Architecture and Construction / E. Rybnov,

P. Akimov, M. Khalvashi, E. Vardanyan (Eds.). – London: CRC Press, 2021. – С. 355–360. DOI: 10.1201/9781003176428.

8. *Смирнова Е. Э., Соломатин И. А.* Оценка статистики производственно-го травматизма в России и европейских странах // Безопасность в строительстве. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб.: СПбГАСУ, – 2021. – С. 80–88.

9. *Смирнова Е. Э., Соломатин И. А.* Принципы безопасности производства в РФ и европейских странах: сравнительный анализ // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности. Материалы VIII Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей. – Волгоград, ВолГГУ, – 2021. – С. 78–79.

10. *Смирнова Е. Э., Бахарева А. А.* Повышение культуры безопасности в РФ и странах ЕЭС: аспекты и проблемы // Безопасность – 2021. Материалы XXVI Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск: ИРНТУ, – 2021. – С. 58–60.

11. *Смирнова Е. Э., Мухаммедов А.* Анализ ГОСТ Р 51898-2002 с позиции аспектов безопасности // Безопасность в строительстве. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб.: СПбГАСУ, – 2021. – С. 72–79.

12. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации (2017). Доклад о результатах мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2016 году (URL: [http://eisot.rosmintrud.ru/attachments/article/47/results\\_2016.doc](http://eisot.rosmintrud.ru/attachments/article/47/results_2016.doc) (дата обращения 06.07.2022)).

13. *Larionov A., Nezhnikova E., Smirnova E.* Risk assessment models to improve environmental safety in the field of the economy and organization of construction: A case study of Russia // Sustainability. – 2021. – Vol. 13. – № 24. – С. 13539. DOI: 10.3390/su132413539.

14. *Nezhnikova E., Larionov A., Smirnova E.* Ecological risk assessment to substantiate the efficiency of the economy and the organization of construction // Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. – 2021. – Vol. 27. – № 8. – С. 2069–2079. DOI: 10.1080/10807039.2021.1949262.

15. *Смирнова Е. Э.* Экология и экономика природопользования. Санкт-Петербург: Деметра, 2005. – 112 с.

УДК 628.32:504.054

Альберт Альбертович Урбанов,  
магистр

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: buyniy2012@mail.ru

Albert Albertovich Urbanov,  
Master's degree

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: buyniy2012@mail.ru

## ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ СЕТЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ

### SURFACE WASTEWATER TREATMENT BY CONSTRUCTION OF TEMPORARY SEWER NETWORKS

Автор анализирует проблему очистки поверхностных сточных вод путем внедрения временных сетей канализации при осуществлении строительного производства. Данная проблема является актуальной, поскольку промышленность активно развивается и тем самым негативно воздействует на экосистему. Между тем как строительство должно выступать экологическим средообразующим фактором безопасной окружающей среды. Любой производственный процесс неизбежно ведет к появлению отходов. Если отходы поступают напрямую в почву и водоемы, то накопление вредных и токсичных веществ не обеспечивает требований экологической безопасности. Негативные последствия антропогенного воздействия городских строительных комплексов и сооружений становятся причиной экономического ущерба не только для строительной индустрии, но и создают угрозу для здоровья и жизнедеятельности населения. В статье сделаны выводы об очистке стоков от вредных веществ, исходя из расчетов ожидаемого количества отходов и с помощью внедрения временных локальных очистных сооружений.

*Ключевые слова:* локальные очистные сооружения, экологическая безопасность, очистка поверхностных стоков, временная канализация.

The author analyzes the problem of surface wastewater treatment through the building of temporary sewerage networks in the construction industry. This problem is relevant, since the manufacturing is actively developing. Thus it negatively affects the ecosystem. Meanwhile, as construction should act as an ecological environment-forming factor of a safe environment. Any production process inevitably leads to waste. If the waste goes directly into the soil and water bodies, then the accumulation of harmful and toxic substances does not meet the requirements of environmental safety. The negative consequences of the anthropogenic impact of urban



building complexes and structures cause economic damage not only to the construction industry, but also pose a threat to the health and livelihoods of the population. The article draws conclusions about the treatment of wastewater from harmful substances, based on the calculation of the expected amount of waste and through the introduction of temporary local treatment facilities.

*Keywords:* local treatment facilities, environmental safety, surface runoff treatment, temporary sewerage.

Сточные воды в современном мире являются одним из продуктов жизнедеятельности человека. В свою очередь они делятся на: бытовые, производственные и поверхностные. Производственные и бытовые стоки отводятся через систему промышленной, хозяйственно-бытовой или общесплавной канализации на очистные сооружения, где им обеспечивается высокий уровень их очистки. Отведение дождевых сточных вод происходит с помощью ливневой канализации в любой ближайший к территории водный объект: водоём, реку или озеро. Стоки, попадающие в водоем, проходят естественный этап очистки, предусмотренный самой природой. К сожалению, процесс самоочистки в водоемах происходит медленно, что приводит к проблеме, связанной с экологической безопасностью [1].

Экологическая безопасность обеспечивается с помощью качественной очистки ливневых стоков, которые образуются в результате выпадения осадков. Основными загрязнителями дождевой сточной воды являются различный мусор и нефтепродукты [2].

Чтобы предотвратить возникновение экологической проблемы, нужно предусмотреть установку конструкции локальных очистных сооружений дождевой канализации. Она должна включать в себя несколько ступеней очистки ливневых стоков: осаждение взвешенных веществ; выделение масел и нефтепродуктов из стоков; глубокая очистка и обеззараживание [3–10].

Для проведения очистки поверхностного стока, необходимо решить две задачи: очистить сток от взвешенных веществ и от загрязнений нефтепродуктами. При этом решение второй задачи становится все более актуальным, потому что наблюдается рост количества автотранспорта, который приводит к увеличению числа автозаправочных станций, автостоянок, гаражей, автомобильных сервисных центров и т. д. Решение, которое сможет удовлетворить поставленные

задачи, будет заключаться в использовании специальных установок. Они будут служить для удаления взвешенных веществ и остатков нефтепродуктов с поверхности сточных вод, а также будут неприхотливы в обслуживании.

Очистные сооружения в основном состоят из распределительного колодца, пескоотделителя, маслобензоотделителя, сорбционного фильтра, контрольного колодца и аккумулирующей ёмкости. Таким образом благодаря данному оборудованию вода очищается на 95–98 %, а сток становится более безопасным для окружающей среды.

Состав сточных вод на объекте строительства: Состав стоков, которые образуются на территории строительства и проезжей части дорог, достаточно разнообразен. В него включаются механические примеси (песок, примеси, смываемые осадками, почвенный грунт с открытых территорий строительства), нефтепродукты (бензин, мазут, масла), соли (реактивы, используемые в зимнее время для пешеходных тротуаров и шоссе) и проч.

Данные, которые были получены путем проведения физико-химического исследования участка Невы, который расположен неподалеку от жилого комплекса, показывают, что объемы загрязнений на поверхности и в донных отложениях находятся в пределах нормативного показателя, однако значения, по-прежнему, высоки. Необходимо улучшение очистки стоковых ливневых вод, чтобы не дать нормативному показателю выйти за норму.

Информация о требованиях, предъявляемых к параметрам и качественным характеристикам очищенных стоков, приведена в приказе Министерства сельского хозяйства РФ (от 13.12.2016 г. № 552) «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 10 марта 2020 года)» (<https://docs.cntd.ru/document/420389120?ysclid=l5d93b2v2c553041454> (дата обращения: 01.07.2022)).

Качественные характеристики поверхностных сточных вод (ПСВ), поступающих на очистку, принимаются в соответствии с СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85 (с Изменениями № 1, 2)» от 25.12.2018 г. (<https://>

docs.cntd.ru/document/554820821?ysclid=15d96v3fmx294827419 (дата обращения: 01.07.2022)).

Линия очистки и структура линии очистки стоков (ЛОС): Для того чтобы очистить ПСВ с территории строительного или промышленного объекта до уровня, который позволит выпускать очищенный сток в водный объект, требуется комплекс очистных сооружений дождевого стока.

Общий вид схемы технологической линии очистки представлен на рис. 1.

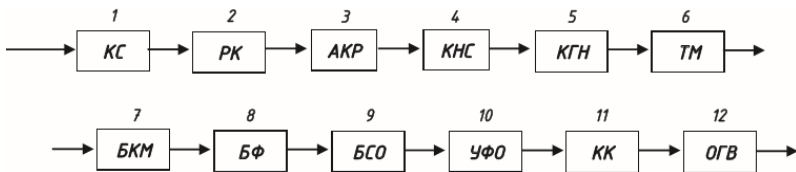


Рис. 1. Технологическая линия очистки

Основные блоки – сооружения технологической линии очистки ЛОС, как отражено в вышеупомянутом СП 32.13330.2018 и СП 31.13330.2021 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. СНИП 2.04.02-84\*» от 27.12.2021 г. (<https://docs.cntd.ru/document/728474306?ysclid=15d9n16e22753332221&section=text> (дата обращения: 01.07.2022)):

1. КС – корзина сероулавливающая;
2. РК – разделительная камера;
3. АКР – аккумулирующий резервуар – отстойник;
4. КНС – канализационная насосная станция;
5. КГН – колодец – гаситель напора;
6. ТМ – блок с тонкослойными модулями;
7. БКМ – блок с коалесцентными модулями;
8. БФ – блок безнапорной фильтрации;
9. БСО – блок сорбционной очистки;
10. УФО – блок ультрафиолетового обеззараживания;
11. КК – главный контрольный колодец;
12. ОГВ – оголовок выпуска в водный объект.

Блоками называются такие сооружения, в которых линии очистки собираются из нескольких в один укрупненный.

Общая схема ЛОС укрупненными блоками представлена на рис. 2:

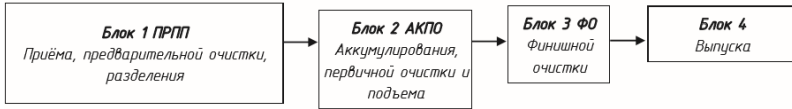


Рис. 2. Структура ЛОС укрупненными блоками

**Блок 1. Блок приема, предварительной очистки и разделения:** Назначение блока – это прием поверхностных сточных вод от внутриплощадочных сетей дождевой канализации объекта, предварительная очистка стока от мелких и крупных, а также плавающих механических загрязнений и распределение в отстойнике. Данный блок состоит из последовательно соединенных сооружений технологической линии очистки:

- первое сооружение – это сороулавливающая корзина;
- второе сооружение – это разделительная камера;
- третье сооружение – блок аккумуляции, первичной очистки и подъема.

**Блок 2. Блок первичной очистки и подъема:** Назначение блока заключается в усреднении максимальных сбросов поверхностных сточных вод по расходу, аккумуляции, а также одновременной первичной очистке от большей массы крупных загрязнений и последующем направлении их на конечную очистку. Данный блок состоит из последовательно соединенных сооружений технологической линии очистки:

- первое сооружение – это аккумулялирующий резервуар с отстойником;
- второе сооружение – это канализационная насосная станция;
- третье сооружение – это колодец-гаситель напора.

**Блок 3. Блок финальной очистки:** Назначение третьего блока – окончательная очистка и обеззараживание поверхностного стока до требуемых нормативов ПДК для сброса в водоемы рыбохозяйственного значения. После прохождения по этому блоку ПСВ становятся

очищенными. Данный блок состоит из последовательно соединенных сооружений технологической линии очистки:

- первое сооружение – это блок с тонкослойными модулями;
- второе сооружение – это блок коалесцентными модулями;
- третье сооружение – это блок безнапорной фильтрации;
- четвертое сооружение – это блок с сорбционной очисткой;
- пятое сооружение – это блок с ультрафиолетовым обеззараживанием.

Блок 4. Блок выпуска: Назначение четвертого блока – это выпуск очищенного стока в водные ресурсы. Данный блок состоит из последовательно соединённых сооружений технологической линии очистки:

- первое сооружение – это узел учёта поверхностных сточных вод;
- второе сооружение – это главный контрольный колодец;
- третье сооружение – это оголовок выпуска в водный объект.

Объемы образующихся отходов: Полученные значения годовых объемов отходов, образующихся при эксплуатации очистных сооружений поверхностного стока (ОСПС), сведены в табл. В пунктах таблицы с 1 по 4 указаны объемы отходов, улавливаемых системой очистки сточных вод. Пункты с 5 по 9 содержат информацию об отходах, связанных с эксплуатацией данной системы и ее обслуживанием.

**Количество годовых объемов отходов,  
образующихся при эксплуатации ОСПС**

№	Наименование отходов	Ожидаемое кол-во	
		т/год	куб. м/год
1	Крупные механические примеси и мусор (сороулавливающая корзина)	<b>н. о.</b>	<b>н. о.</b>
2	Тяжелые минеральные примеси – песок и мелкий гравий (осадок, выделяемый в блоке АКР). Влажность осадка 9899,5 %, принимаемый удельный вес 1.051.15 т/куб. м., содержание нефтепродуктов не более 0.5X в расчете на сухое вещество	73,22	69,8

Окончание таблицы

№	Наименование отходов	Ожидаемое кол-во	
		т/год	куб. м/год
3	Среднедисперсные механические примеси (осадок, выделяемый в блоке ПТМ). Влажность осадка 5565 %, принимаемый удельный вес 1.31.5 т/куб. м, содержание нефтепродуктов не более 2 в расчете на сухое вещество	16,5	12,8
4	Нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии (выделяется в блоке НПК). Принимаемое содержание воды 60 %, удельный вес – 980 кг/куб. м	0,38	0,39
5	Нетканые полиэфирные фильтровальные материалы отработанные (блок БМД) Влажность отработанного фильтра 65 %, плотность чистой загрузки 100 кг/куб. м, удельная грязеемкость 150 кг/куб. м	8,66	21,0
6	Цеолитовый природный адсорбент отработанный, загрязнённый нефтепродуктами. Возможна регенерация материала 2–10 % раствором хлористого натрия	18	18,0
7	Уголь активированный отработанный марки ДАК, загрязненный нефтепродуктами. Влажность 65 %, удельный вес СМ 240 кг/куб. м	5,4	18,0
8	Лампы ртутно-кварцевые, утратившие потребительские свойства (блок УФО). Ожидается одновременная замена 32 ламп один раз в год	32 шт.	32 шт.
9	Раствор кислоты щавелевой 0,5 % для промывки установок обеззараживания воды (образуется при обслуживании блока УФО)	3,5	3,5

Большинство отходов относится к 3 и 4 классам опасности, соответственно умеренно опасные и малоопасные, но стоит обратить внимание на ртутно-кварцевые лампы, поскольку их относят к 1 классу опасности, согласно ФЗ от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об отходах производства и потребления» (<https://docs.>

cntd.ru/document/901711591?ysclid=15d9dvg6dj755487540 (дата обращения: 01.07.2022)). Ртутно-кварцевые лампы являются чрезвычайно опасными и неразлагаемыми.

Согласно результатам расчетов ЛОС, можно сделать вывод, что данная конструкция является эффективной с точки зрения очистки от вредных веществ и улавливания различных групп отходов. Чтобы обеспечивать необходимый уровень качества очистки сточных вод, необходимо обязательно обслуживать ЛОС, следить за загрязнением фильтров и модулей, а также регулярно брать пробы воды для проверки ее уровня ПДК вредных веществ.

Вопрос, связанный с экологической ситуацией в современном мире, стоит весьма остро, и для того чтобы найти решения, следует создавать и внедрять новейшие технологии, в том числе и в систему очистки сточных вод [11, 12]. Одним из вариантов улучшения состава стоков, которые поступают в водные ресурсы, является монтаж конструкции очистки ливневой канализации – ЛОС.

В данной работе была произведена оценка возможности обеспечения экологической безопасности водных ресурсов для рассматриваемого объекта, а именно территории ЖК «Невские паруса».

Преимуществами данного проекта являются снижение негативного влияния на водные ресурсы, обеспечение экологической безопасности, а также повышение эффективности проекта. Применение подобных систем отвечает современным требованиям отрасли и обеспечивает соблюдение норм, определённых законодательством.

### **Литература**

1. *Гармашова И. В., Колоцей Е. В., Пополкина А. А.* Определение физико-химических показателей в поверхностных и донных водах реки Невы // Молодой ученый. – 2015. – № 21(101). – С. 43–49.
2. *Smirnova, E., Larionova, Y., Larionov, A.* Sewer system optimization in housing and communal services // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 157. – С. 02002. DOI: 10.1051/e3sconf/202015702002.
3. *Смирнова Е. Э., Ларин Д. В.* Методологические проблемы экологической безопасности в строительстве и городском хозяйстве // Обращение с отходами: современное состояние и перспективы. Сборник статей II Международной научно-практической конференции, г. Уфа, 10 ноября 2020 г. / Под ред. И. О. Туктаровой. – Уфа : Изд-во УГНТУ, 2020. – С. 284–290.

4. *Smirnova E., Larionova Y.* Problem of environmental safety during construction (analysis of construction impact on environment) // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 164. – С. 07006. DOI: 10.1051/e3sconf/202016407006.

5. *Smirnova E.* Problems of ecology and ensuring environmental safety in relation to toxic Krasny Bor dump site // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 175. – С. 14015. DOI: 10.1051/e3sconf/202017514015.

6. *Smirnova E.* The use of the Monte Carlo method for predicting environmental risk in construction zones // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1614. – С. 012083. DOI: 10.1088/1742-6596/1614/1/012083.

7. *Larionova Y., Smirnova E.* Substantiation of ecological safety criteria in construction industry, and housing and communal services // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 543. – С. 012002. DOI: 10.1088/1755-1315/543/1/012002.

8. *Смирнова Е. Э.* Оптимизация переработки ТКО как возможность снижения антропогенного воздействия на окружающую среду с целью повышения техносферной безопасности // Архитектура – строительство – транспорт. Материалы 74-й научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета. В 2-х частях. – СПб.: СПбГАСУ, 2018. – С. 74–76.

9. *Руданец А. В., Смирнова Е. Э.* Повышение безопасности строительства при работах по возведению большепролетных мостов // Безопасность в строительстве. Материалы III Международной научно-практической конференции. – СПб. : СПбГАСУ, 2017. – С. 97–99.

10. *Савин С. Н., Смирнова Е. Э.* Совершенствование требований ТСН 50-302-2004 по обеспечению безопасности конструкций зданий при динамических нагрузках в условиях уплотнительной застройки // Архитектура – строительство – транспорт. Материалы 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. В 3-х частях. – СПб. : СПбГАСУ, 2017. – С. 169–172.

11. *Smirnova E., Savin S.* Predicting the service life of buildings and facilities to minimize the risk of losses in the conditions of natural and technogenic emergency situations // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 652. – С. 12010. DOI: 10.1088/1757-899X/652/1/0120.

12. *Смирнова Е. Э., Ларин Д. В.* Оценка рисков как часть системы управления охраной труда на предприятии // Актуальные проблемы охраны труда. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб. : СПбГАСУ, 2018. – С. 135–138.



## Содержание

### ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

<i>Куклев В. А., Алеевская О. С., Ахтямова Д. Х.</i> Проект комплекса программно-аппаратных тренажеров по эргономическому обеспечению профессионального отбора персонала на основе современных технических средств динамического контроля . . . . .	3
<i>Климова Е. В., Дмитриева Е. В.</i> Современные методы обучения по охране труда . . . . .	10
<i>Куклев В. А., Алеевская О. С., Ахтямова Д. Х.</i> Исследовательский проект по инструментальному контролю содержания углекислого газа в системе мониторинга условий труда на рабочем месте . . . . .	15
<i>Попова Ю. И., Данилов Е. А., Кучишкин К. С.</i> Обеспечение пожарной безопасности в строительстве с использованием железобетонных изделий . . . . .	23
<i>Гибадуллина Р. Ф., Шакирова А. И.</i> Состояние условий и безопасности труда в строительной отрасли . . . . .	29
<i>Гончарук Т. Н.</i> Моделирование последствий травмоопасных ситуаций в результате нарушения государственных нормативных требований охраны труда при выполнении строительно- монтажных работ . . . . .	35
<i>Горбунова Л. Н., Вахрамеева А. О.</i> Оценка эксплуатационной надежности и промышленной безопасности стреловых автомобильных кранов . . . . .	43
<i>Дудинская А. А., Зетченко И. Н., Узун О. Л.</i> Моделирование использования пассажирских лифтов при эвакуации из высотных зданий и сооружений . . . . .	51

---

<i>Горбунова О. А., Егорова А. А.</i> Методы оптимизации процесса очистки резервуаров нефти и нефтепродуктов . . . . .	73
<i>Кильмаматова К. Н.</i> О некоторых проблемах практического применения методов оценки подверженности оползневым процессам . . . . .	79
<i>Горбунова О. А., Клименко Н. К.</i> Методы повышения пожарной безопасности . . . . .	86
<i>Ларин Д. В.</i> Особенности оценки соответствия продукции требованиям пожарной безопасности. . . . .	92
<i>Лебёдкин А. П., Санин И. А.</i> Анализ травматизма в строительной сфере и пути его предупреждения . . . . .	102
<i>Нам Г. Е., Горбунова О. В.</i> Цифровая трансформация в системе управления охраной труда. Перспективы развития. . . . .	111
<i>Пак Е. К., Гончарук Т. Н.</i> Проектные решения по безопасности как элемент сохранения жизни и здоровья работников строительной отрасли. . . . .	120
<i>Петрова Т. В.</i> SMART-технологии в строительстве – от управления документами к управлению требованиями . . . . .	127
<i>Родина М. И., Лукашевич О. А.</i> Мероприятия по снижению уровня производственного шума на предприятии ООО «Яковлевская текстильная мануфактура» . . . . .	132
<i>Петрова В. А., Хижняк И. Н., Дмитриева Е. В., Климова Е. В.</i> Разработка оптимальных решений по снижению производственного травматизма в строительстве. . . . .	141

<i>Николаев Г. В., Козлова Ю. С.</i> Проблемы огнестойкости частных жилых домов . . . . .	149
<i>Стадухина С. А., Климова И. В.</i> Оценка риска по шуму при использовании строительного ручного инструмента . . . . .	154
<i>Лонский О. В.</i> Проведение технических судебных экспертиз по безопасности труда, возникающие при этом проблемы и пути их решения . . . . .	161
<i>Шакирова А. И., Ганибаев И. И.</i> Повышение уровня промышленной безопасности в рамках устойчивого развития . . . . .	173
<i>Шамардин А. Д.</i> Технологические, экономические, экологические аспекты наружного утепления и проблемы ремонта ограждающих конструкций жилых зданий с наружной теплоизоляцией . . . . .	177
<i>Сафонов С. К., Качкаев Г. Е., Дорофеев Е. С.</i> Особенности развития пожара на воздушных судах гражданской авиации . . . . .	188
<i>Колот В. В., Ледяева О. Н.</i> Практические аспекты организации обучения по охране труда . . . . .	197
<i>Фролова Н. А., Шапошникова И. А., Чикомазова Д. Е.</i> Анализ пожарной безопасности субъектов РФ на основе прогнозирования термического разложения твердых веществ . . . . .	207
<i>Смирнова А. М., Мазур А. С., Крикливый С. Ю.</i> Оценка пожаровзрывоопасности объектов водоотведения . . . . .	212

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

<i>Смирнова Е. Э.</i> Статистические методы как методы решения вопросов экологической безопасности . . . . .	225
--	-----

---

<i>Токарева Л. Д.</i> Учет трансформации оксидов азота при нормировании промышленных выбросов в атмосферу . . . . .	234
<i>Хабидуллина Р. Р., Алексеева Е. И.</i> Экологические проблемы эксплуатации шламонакопителей . . . . .	241
<i>Зайцева М. И., Семенистая Т. В.</i> Разработка мероприятий по благоустройству городской инфраструктуры «зеленой кровли» для снижения загрязненности атмосферного воздуха . . . . .	246
<i>Геппель С. А.</i> Комплексные решения для создания экологической городской среды . . . . .	252
<i>Семенистая Т. В., Безклубая К. А.</i> Разработка и обучение модели искусственной нейронной сети для создания газочувствительного слоя сенсора хлора . . . . .	258
<i>Дарчидзе Г., Китиани Г., Мегрелишвили З.</i> Источники загрязнения поверхностных вод, подготовка рекомендаций по их выявлению и разработке методов предотвращения . . . . .	263
<i>Зиновьева О. А.</i> Повышение экологической безопасности в г. Кемерово на основе имитационной модели. . . . .	269
<i>Мак Кироа Кристофер Андре, Набеева Э. Г., Хузяшева Д. Г., Мингазова Н. М.</i> Оценка экологического состояния реки Шошма и рекомендации по улучшению качества воды . . . . .	276
<i>Шнайдер Д. М.</i> Обеспечение экологической безопасности на предприятиях асбестовой промышленности. . . . .	286

*Выставкина Е. В.*

Нивелирование воздействия аэрозолей в строительстве  
с целью повышения экологической безопасности . . . . .295

*Орешина В. Ю.*

Мониторинг строящегося здания с целью повышения  
его экологической безопасности . . . . .301

*Сущенко А. Е.*

О тенденциях в сфере безопасности современных  
атомных электростанций . . . . .312

*Бахарева А. А.*

От общесплавных к разделенным стокам:  
об устройстве канализования в Санкт-Петербурге . . . . .318

*Дылева Т. Г.*

Комплексная очистка стоков в аэропортах . . . . .327

*Смирнова Е. Э., Соломатин И. А.*

Культура безопасности как экологический  
средообразующий фактор для обеспечения безопасной  
жизнедеятельности населения . . . . .337

*Урбанов А. А.*

Очистка поверхностных сточных вод  
путем внедрения временных сетей канализации . . . . .343

Научное издание

## **БЕЗОПАСНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Материалы VI Всероссийской научно-практической  
конференции с международным участием

24–25 ноября 2022 года

Компьютерная верстка *О. Н. Комиссаровой*

Подписано к печати 10.02.2023. Формат 60×84  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 20,8. Тираж 300 экз. Заказ 15. «С» 11.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.  
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ