

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>  
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2025, Том 12, № 2 / 2025, Vol. 12, Iss. 2 <https://resources.today/issue-2-2025.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/17EKOR225.pdf>

DOI: 10.15862/17EKOR225 (<https://doi.org/10.15862/17EKOR225>)

2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Журавлев, И. О. Использование технологии информационного моделирования при создании системы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты / И. О. Журавлев, В. В. Рубцов, В. В. Тараканова, А. В. Гончаров // Отходы и ресурсы. — 2025. — Т. 12. — № 2. — URL: <https://resources.today/PDF/17EKOR225.pdf>. DOI: 10.15862/17EKOR225.

**For citation:**

Zhuravlev I.O., Rubtsov V.V., Tarakanova V.V., Goncharov A.V. Use of information modeling technology in creating a fire safety system for protected facilities. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2025;12(2): 17EKOR225. Available at: <https://resources.today/PDF/17EKOR225.pdf>. DOI: 10.15862/17EKOR225. (In Russ., abstract in Eng.).

**УДК 614.84**

**Журавлев Игорь Олегович**

ФГБОУ ВО «Академия государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»,  
Москва, Россия  
E-mail: firedefence@mail.ru

**Рубцов Владимир Валентинович**

ФГБОУ ВО «Академия государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»,  
Москва, Россия  
Старший научный сотрудник, профессор кафедры «Пожарной безопасности технологических процессов»  
Кандидат технических наук, Заслуженный работник Высшей школы РФ, академик ВАНКБ и НАНКБ  
E-mail: V.Rubcov@academygps.ru

**Тараканова Валентина Викторовна**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского»,  
Москва, Россия  
Кандидат педагогических наук, доцент  
E-mail: walentt@yandex.ru

**Гончаров Андрей Витальевич**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского»,  
Москва, Россия  
Кандидат технических наук, доцент  
E-mail: a.goncharov@mgutm.ru

**Использование технологии информационного  
моделирования при создании системы обеспечения  
пожарной безопасности объектов защиты**

**Аннотация.** Представленное исследование посвящено актуальной проблеме внедрения инновационных цифровых технологий в сферу обеспечения пожарной безопасности объектов защиты. В условиях возрастающей сложности архитектурных решений современных зданий и

сооружений, ужесточения нормативных требований к безопасности и необходимости оптимизации экономических затрат на всех этапах жизненного цикла объектов традиционные подходы к проектированию систем противопожарной защиты демонстрируют свою недостаточную эффективность. Авторы исследования предлагают комплексное решение данной проблемы через применение технологии информационного моделирования (BIM), представляющей собой революционный инструмент создания и управления цифровыми двойниками зданий. Особое внимание в исследовании уделяется практическим аспектам применения CFD-моделирования для анализа динамики распространения опасных факторов пожара и программных комплексов эвакуационного моделирования для оптимизации путей эвакуации. Авторы подробно рассматривают преимущества использования цифровых двойников для выявления потенциальных коллизий в проектных решениях, координации работы междисциплинарных команд специалистов и обеспечения соответствия объектов нормативным требованиям пожарной безопасности. Работа содержит критический анализ существующих барьеров для широкого внедрения BIM-технологий в российской практике обеспечения пожарной безопасности, включая отсутствие единых стандартов, недостаточную квалификацию специалистов и высокую стоимость программного обеспечения. Одновременно авторы обозначают перспективные направления развития, такие как интеграция искусственного интеллекта для прогнозирования аварийных ситуаций и применение технологий виртуальной реальности для обучения персонала действиям при пожаре. Результаты исследования имеют существенное практическое значение для проектных организаций, строительных компаний, органов государственного пожарного надзора и эксплуатирующих организаций, стремящихся повысить уровень пожарной безопасности объектов при одновременной оптимизации временных и финансовых затрат. Предложенные подходы способствуют формированию новой парадигмы в области противопожарной защиты, основанной на превентивном анализе рисков и использовании интеллектуальных систем поддержки принятия решений.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность; ликвидации возгораний; минимизации ущерба; цифровой двойник; системы противопожарной защиты; CFD-моделирование; эвакуационное моделирование; опасные факторы пожара

## Введение

Современная архитектура зданий и сооружений характеризуется беспрецедентным усложнением конструктивных решений, увеличением этажности, применением инновационных материалов и технологий, что формирует принципиально новые вызовы в области обеспечения пожарной безопасности. Традиционные методы проектирования систем противопожарной защиты, основанные на двумерных чертежах и разрозненной проектной документации, демонстрируют свою ограниченность в условиях возрастающей комплексности объектов капитального строительства. Параллельно с усложнением технических решений происходит ужесточение нормативных требований к безопасности, что требует поиска инновационных подходов к созданию эффективных систем обеспечения пожарной безопасности.

Цифровая трансформация строительной отрасли открывает новые горизонты для революционного переосмысления принципов проектирования, строительства и эксплуатации объектов защиты. Технология информационного моделирования зданий (BIM) представляет собой парадигмальный сдвиг от фрагментированного подхода к интегрированному управлению информацией на протяжении всего жизненного цикла объекта. В контексте пожарной безопасности BIM-технологии создают возможности для превентивного анализа рисков, оптимизации размещения систем противопожарной защиты и координации междисциплинарных команд специалистов.

Актуальность исследования обусловлена существующим разрывом между потенциалом цифровых технологий и практикой их применения в сфере пожарной безопасности. Несмотря на доказанную эффективность BIM-моделирования в мировой практике, российская система обеспечения пожарной безопасности находится на начальном этапе цифровой трансформации. Отсутствие единых стандартов, недостаточная квалификация специалистов и инерция традиционных подходов препятствуют полноценной реализации преимуществ информационного моделирования.

**Цель исследования** заключается в разработке научно-методических основ применения технологии информационного моделирования для создания эффективных систем обеспечения пожарной безопасности объектов защиты на всех стадиях их жизненного цикла.

**Объект исследования** — процессы проектирования, реализации и эксплуатации систем обеспечения пожарной безопасности объектов капитального строительства в условиях цифровой трансформации строительной отрасли.

**Предмет исследования** — методы, алгоритмы и инструменты применения BIM-технологий для оптимизации систем противопожарной защиты, моделирования сценариев развития пожара и координации участников процесса обеспечения пожарной безопасности.

#### **Задачи исследования:**

1. Провести системный анализ существующих математических моделей и программных комплексов в области пожарной безопасности с точки зрения их интеграции в BIM-среду.
2. Разработать методологию создания цифровых двойников объектов защиты, содержащих комплексную информацию о пожароопасных свойствах материалов, характеристиках технологического оборудования и параметрах систем противопожарной защиты.
3. Исследовать возможности применения CFD-моделирования для прогнозирования динамики опасных факторов пожара в трехмерном пространстве информационной модели здания.
4. Разработать концепцию применения искусственного интеллекта и технологий виртуальной реальности для повышения эффективности систем обеспечения пожарной безопасности на базе информационного моделирования.

### **1. Методы и материалы**

Методологическая основа исследования базировалась на комплексном применении теоретических и эмпирических методов научного познания, позволивших всесторонне изучить возможности интеграции BIM-технологий в систему обеспечения пожарной безопасности объектов защиты. Междисциплинарный характер исследования потребовал синтеза подходов из области информационного моделирования, пожарной безопасности, вычислительной гидродинамики и системного анализа.

**Материалы исследования** включали актуальные научные публикации в области пожарной безопасности и информационного моделирования, опубликованные в рецензируемых журналах, таких авторов как: Д.В. Николаева [1], И.В. Зотова [2], И.Д. Чешко [3], Г.П. Суриной [4], Ф.А. Дали [5], О.В. Маковецкой-Абрамовой [6], М.О. Авдеевой [7] и других.

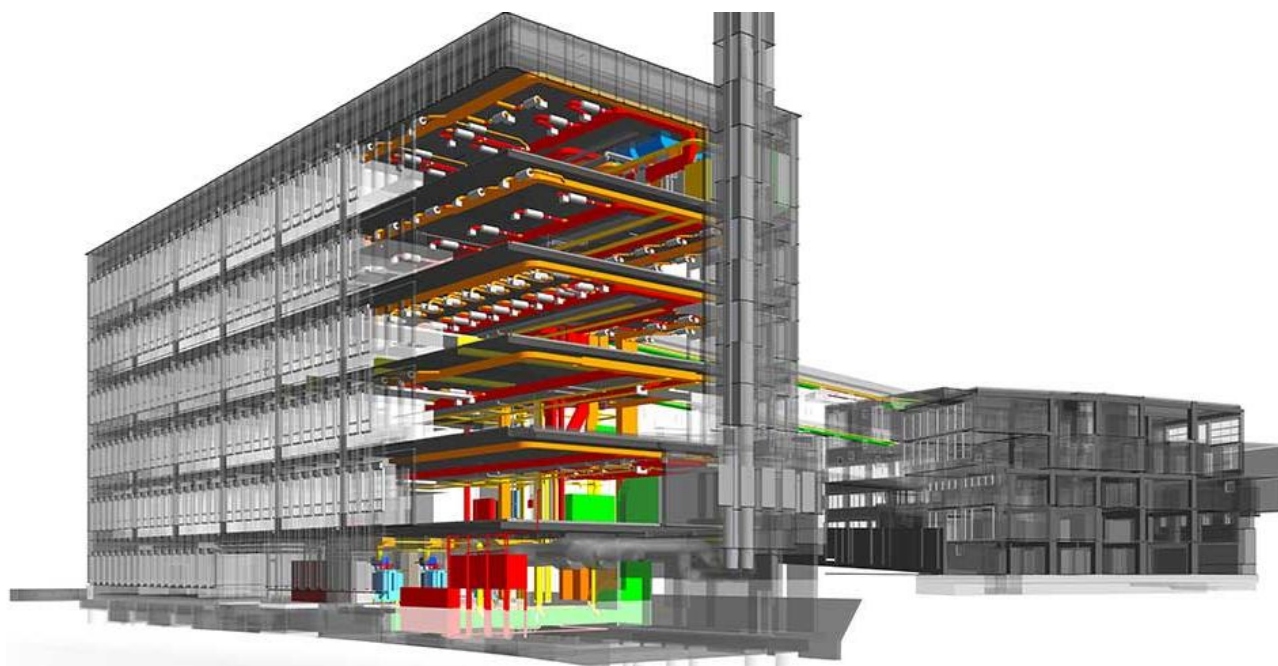
### **2. Результаты и обсуждение**

В современном мире вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты приобретают все большую актуальность. Повышение требований к безопасности, усложнение

архитектурных и инженерных решений, а также необходимость оптимизации затрат на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений требуют новых подходов к проектированию и реализации систем обеспечения пожарной безопасности (далее — СОПБ). «На сегодняшний день в области обеспечения пожарной безопасности существует более 150 различных математических моделей, которые призваны решать задачи теплотехники, тепломассопереноса, движения людских потоков, динамики пожара в помещении и на открытых пространствах, а также определения параметров функционирования противопожарной службы. Системное исследование моделей в области пожарной безопасности было начато в 1970-е гг. и продолжается по сей день» [8].

Одним из перспективных направлений повышения эффективности применения современных технологий в реализации СОПБ на всех этапах жизненного цикла объекта защиты может являться использование технологии информационного моделирования (BIM).

Информационное моделирование (Building Information Modeling, BIM)<sup>1</sup> — это процесс создания и использования координированной, последовательной и машиночитаемой информации об объекте защиты на протяжении всего его жизненного цикла — от стадии проектирования до стадий эксплуатации и демонтажа. BIM представляет собой не просто трехмерную модель здания, а комплексную базу данных, содержащую сведения о геометрии объекта, показателях пожарной опасности веществ и материалов, обращающихся на производстве, производственных источников зажигания, характеристиках технологического оборудования, инженерных коммуникаций, систем противопожарной защиты, а также данные о стоимости, сроках строительства и эксплуатации (рис. 1).



*Рисунок 1. Результаты информационного моделирования организации системы автоматического пожаротушения здания с использованием BIM-технологий (составлено авторами)*

<sup>1</sup> BIM (Building Information Modeling) — международный термин, обозначающий создание цифровых моделей с информацией о каждом элементе объекта, в российской строительной документации можно встретить применения термина ТИМ (Технологии Информационного Моделирования).

Основные преимущества информационного моделирования в контексте СОПБ отражены в таблице 1.

Таблица 1

**Преимущества BIM-технологий в сфере СОПБ**

Преимущество	Краткая характеристика
3D-визуализация	Точное моделирование пространства, путей эвакуации, размещения противопожарных систем
Автоматизированные расчеты	Моделирование распространения огня и дыма, проверка соответствия нормам
Координация между специалистами	Совместная работа проектировщиков, инженеров ПБ и МЧС
Обнаружение коллизий	Выявление конфликтов между инженерными системами до строительства
Управление данными	Хранение информации о материалах, огнестойкости конструкций, сертификации оборудования

Составлено авторами

Информационное моделирование обеспечивает возможность детального анализа СОПБ объекта защиты на начальной стадии проектирования, что позволяет выявлять потенциальные проблемы и коллизии, оптимизировать расположение и трассировку коммуникаций инженерного и противопожарного оборудования. BIM-технология выступает в качестве единой информационной платформы для всех участников проекта — архитекторов, проектировщиков, строителей, специалистов пожарной безопасности и эксплуатирующих организаций, что обеспечивает эффективный обмен информацией, снижает риск ошибок и задержек, а также повышает прозрачность процесса принятия решений. При этом «процесс анализа ситуации на объекте защиты и принятия решения о его соответствии требованиям пожарной безопасности является сложным; в ходе него анализируются данные из различных отраслей знаний: от естественных наук, включая знания о физической картине явления, до гуманитарных — о необходимом порядке функционирования общественных систем» [9]. Внедрение технологий информационного моделирования при создании СОПБ объектов защиты предполагает последовательное выполнение ряда этапов (рис. 2).



**Рисунок 2. Этапы внедрения технологий информационного моделирования на объекте защиты (составлено авторами)**

Первый этап — создание цифрового двойника здания, который становится ключевым элементом проектирования системы обеспечения пожарной безопасности и проверки соответствия объекта защиты установленным требованиям пожарной безопасности. Этот виртуальный аналог, разработанный с учётом положений<sup>2</sup>, позволяет моделировать различные

<sup>2</sup> Приказ МЧС России от 19 марта 2020 г. № 194 «Об утверждении свода правил СП 1.13130 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» (с изменениями и дополнениями). Режим доступа — URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_351940/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_351940/).

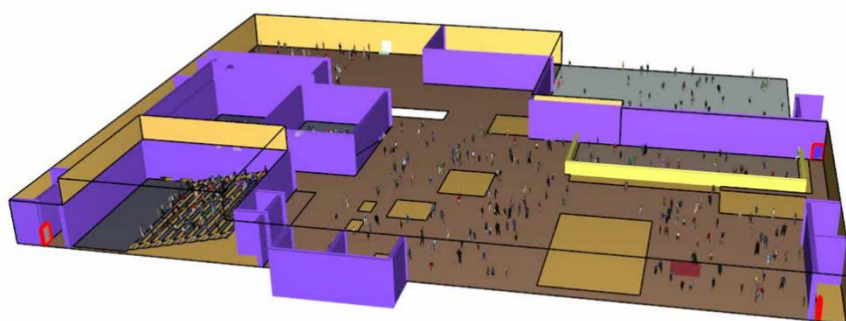
Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями) // СЗ РФ от 28 июля 2008 г. № 30 (часть I) ст. 3579. Режим доступа — URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/).

сценарии возникновения и развития пожара, оптимизировать размещение систем противопожарной защиты и детально оценить пожарные риски. Цифровой двойник позволяет проверить нормативные требования к противопожарным преградам, эвакуационным путям и выходам, количеству и размещению первичных средств пожаротушения, а также оптимизации систем противопожарной защиты (далее — СППЗ):

- автоматических установок пожаротушения (АУПТ);
- автоматической пожарной сигнализации (АПС);
- оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ);
- дымоудаления и подпора воздуха;
- противопожарных преград (противопожарные стены, противопожарные перегородки, противопожарные перекрытия, противопожарные разрывы, водяные завесы, противопожарные двери, противопожарные перегородки и др.).

Второй этап, включающий в себя проведение инженерных расчётов и симуляцию аварийных ситуаций, связанных с пожаром, играет важную, если не критическую роль в обеспечении пожарной безопасности зданий. На этом этапе прогнозируют динамику развития опасных факторов пожара (далее — ОФП), оценивают величины пожарных рисков, а также оптимизируют применение максимально эффективных СППЗ. «В настоящее время существует большой выбор различных программ, реализующих математические модели прогнозирования динамики развития пожара в общественных зданиях» [10], например CFD-моделирование (Computational Fluid Dynamics) — анализ распространения дыма и огня, которое позволяет детально изучить динамику движения газов, формирование полей температур и концентрации дыма в различных зонах помещения при возникновении пожара, а также эвакуационное моделирование (например, в Pathfinder, PyroSim), которое представляет собой процесс компьютерного анализа движения людей внутри здания при возникновении пожара (рис. 3).

Вышло: 0/693



20,0

**Рисунок 3.** Пример применения программного обеспечения PyroSim для моделирования эвакуации людей из здания (составлено авторами)

Результаты моделирования эвакуации используются для оценки путей распространения опасных факторов пожара, получения расчётного времени эвакуации, разработки оптимальных планов эвакуации, учитывающих скорости и направления движения различных категорий людей, их реакцию на появление ОФП на путях эвакуации и у эвакуационных выходов.

«По результатам симуляции пожара возможно определить путь распространения пожара внутри здания и наиболее незащищенные места в здании. Также возможно реализовать оценку эвакуации с учетом оптимальных путей эвакуации и выходов из здания. В результате

симуляции и полученных данных можно выполнить проверку проектных решений по зданию на соответствие российским нормативам и стандартам безопасности, таким как СП 2.13130.20091» [11].

На заключительном этапе строительства перед началом эксплуатации объекта защиты информационное моделирование позволяет контролировать соответствие строительных решений проектным требованиям, а также, в случае интеграции системы с IoT-датчиками — мониторинг пожарной безопасности объекта защиты в режиме реального времени.

Использование BIM повышает эффективность деятельности в области пожарной безопасности на различных стадиях жизненного цикла объекта защиты (рис. 4).



*Рисунок 4. Функционал применения BIM на различных стадиях жизнедеятельности объекта защиты (составлено авторами)*

Информационная модель объекта, содержит геометрические характеристики объекта защиты, показатели пожарной опасности веществ и материалов, обращающихся в производстве, информацию о пожароопасных свойствах технологического оборудования, инженерных систем, СОПБ и другую необходимую информацию. Информационная модель объекта используется для анализа и моделирования различных сценариев развития пожара, оценки эффективности применения СОПБ, выявления потенциальных проблем безопасности, а также для координации работы участников проекта и обмена информацией между различными программными системами.

Несмотря на значительные преимущества, внедрение BIM в области пожарной безопасности сталкивается с рядом проблем. К их числу можно отнести отсутствие единых стандартов и нормативных документов, регулирующих применение BIM в области пожарной безопасности, затрудняет разработку и внедрение BIM-стандартов для конкретных проектов. Серьёзными препятствиями для эффективного использования BIM-технологии является недостаточная квалификация персонала в области BIM-технологий и пожарной безопасности, а также высокая стоимость программного обеспечения.

Перспективы внедрения BIM в области обеспечения пожарной безопасности приведёт к оптимизации и повышению эффективности процессов проектирования, строительства и эксплуатации СОПБ зданий.

Так, интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в СОПБ предоставит возможность прогнозирования потенциальных аварийных ситуаций, связанных с пожарами. Анализируя

данные, поступающие от различных датчиков и сенсоров, ИИ способен выявлять аномалии и предсказывать возможность возникновения и развития пожаров для оперативного принятия мер по их предотвращению и минимизации прямых и косвенных потерь от воздействия ОФП.

Для обучения персонала и посетителей объектов действиям при обнаружении возможного пожара на базе информационного моделирования могут быть использованы технологии виртуальной реальности (VR). VR-тренажеры создают реалистичные сценарии пожара, имитирующие различные условия и опасности, с которыми могут столкнуться люди на начальной стадии пожара и/или во время эвакуации. Это повысит наглядность и эффективность обучения, а также позволит проводить тренировки в реальных условиях, не создавая реальной опасности.

### Выводы

Таким образом, использование технологии информационного моделирования (ВМ) является перспективным направлением в СОПБ объектов защиты. ВМ позволяет повысить точность и качество проектных решений, улучшить координацию между участниками проекта, оптимизировать затраты на строительство и эксплуатацию, сократить сроки проектирования и строительства, а также обеспечить эффективную эксплуатацию и обслуживание СОПБ. Перспективы внедрения ВМ в области обеспечения пожарной безопасности будут способствовать повышению эффективности СОПБ и обеспечению безопасности людей и имущества при пожаре.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Интеллектуальная система оповещения и управления эвакуацией людей на основе информационного моделирования чрезвычайных ситуаций в здании / Д.В. Николаев, Д.Н. Мукаев, Е.П. Туребеков, Д.Ш. Иманжанов // Проблемы науки. — 2019. — № 12(48). — С. 17–21. — EDN BBFDYV.
2. Использование многоагентного подхода в информационно — аналитических системах противопожарной безопасности / И.В. Зотов, С.Ю. Сазонов, О.В. Ефремова, С.А. Аббакумов // Известия Юго-Западного государственного университета. — 2012. — № 5-2(44). — С. 061–067. — EDN PYZFNH.
3. Чешко, И.Д. Применение информационных технологий при экспертной оценке пожарной безопасности объектов защиты / И.Д. Чешко, Н.А. Южакова // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях: Материалы VII Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 24 сентября 2015 года. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2015. — С. 132–134. — EDN ZHFOUR.
4. Сурина, Г.П. Возможности применения технологий информационного моделирования для обеспечения безопасности объектов / Г.П. Сурина, Л.В. Васильева // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXI Международной научно-практической конференции, Москва, 05–07 июня 2019 года. — Москва: Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2019. — С. 141–144. — EDN FIFBRA.

5. Применение интеллектуальной системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на объектах защиты на основе BIM-моделирования / Ф.А. Дали, Г.Л. Шидловский, А.В. Кондрашин [и др.] // Комплексная безопасность и физическая защита: Труды VIII Мемориального семинара профессора Бориса Ефимовича Гельфанда и XV Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 01–03 октября 2019 года. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. — С. 165–172. — EDN GYKKDO.
6. Маковецкая-Абрамова, О.В. BIM-технологии на службе обеспечения безопасности населения / О.В. Маковецкая-Абрамова, С.К. Лунева, А.Г. Гаврюшина // Техно-технологические проблемы сервиса. — 2020. — № 2(52). — С. 85–88. — EDN SETFMO.
7. Использование метода имитационного моделирования для оценки чрезвычайных ситуаций / М.О. Авдеева, Н.В. Румянцева, И.Г. Русскова, А.С. Доронин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2019. — Т. 8, № 2(46). — С. 74–78. — EDN BIQXTI.
8. Моделирование в области обеспечения пожарной безопасности (обзор) / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, М.П. Григорьева, П. Вагнер // Пожаровзрывобезопасность. — 2023. — Т. 32, № 1. — С. 57–68. — DOI 10.22227/0869-7493.2023.32.01.57-68. — EDN NZIKHH.
9. Ичмялян, А.Б. Моделирование процесса принятия решений о соответствии объекта защиты требованиям пожарной безопасности / А.Б. Ичмялян, Л.В. Краснова, Д.А. Вечтомов // Технологии гражданской безопасности. — 2022. — Т. 19, № 3(73). — С. 64–69. — EDN KZTECE.
10. Кошелев, А.С. Применение программных продуктов для моделирования опасных факторов пожара в общественных зданиях / А.С. Кошелев, Г.А. Переладов // Молодой ученый. — 2022. — № 4(399). — С. 57–61. — EDN HVFADG.
11. Гусарова, А.А. Современные информационные технологии как инструмент повышения пожарной безопасности зданий / А.А. Гусарова — DOI 10.22227/0869-7493.2023.32.06.36-46. // Пожаровзрывобезопасность. — 2023. — Т. 32, № 6. — С. 36–46 — EDN GYHWFY.

### **Zhuravlev Igor Olegovich**

Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia  
E-mail: firedefence@mail.ru

### **Rubtsov Vladimir Valentinovich**

Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia  
E-mail: V.Rubcov@academygps.ru

### **Tarakanova Valentina Viktorovna**

K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (the First Cossack University),  
Moscow, Russia  
E-mail: walentt@yandex.ru

### **Goncharov Andrey Vitalievich**

K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (the First Cossack University),  
Moscow, Russia  
E-mail: a.goncharov@mgutm.ru

## **Use of information modeling technology in creating a fire safety system for protected facilities**

**Abstract.** The presented study is devoted to the urgent problem of introducing innovative digital technologies in the field of fire safety for protected facilities. In the context of the increasing complexity of architectural solutions for modern buildings and structures, tightening regulatory requirements for safety and the need to optimize economic costs at all stages of the life cycle of facilities, traditional approaches to the design of fire protection systems demonstrate their insufficient effectiveness. The authors of the study propose a comprehensive solution to this problem through the use of information modeling (BIM) technology, which is a revolutionary tool for creating and managing digital twins of buildings. Particular attention in the study is paid to the practical aspects of using CFD modeling to analyze the dynamics of the spread of hazardous fire factors and evacuation modeling software packages to optimize evacuation routes. The authors examine in detail the advantages of using digital twins to identify potential conflicts in design solutions, coordinate the work of interdisciplinary teams of specialists and ensure compliance of facilities with regulatory fire safety requirements. The work contains a critical analysis of existing barriers to the widespread implementation of BIM technologies in Russian fire safety practice, including the lack of uniform standards, insufficient qualifications of specialists and the high cost of software. At the same time, the authors identify promising areas of development, such as the integration of artificial intelligence to predict emergency situations and the use of virtual reality technologies to train personnel in fire safety. The results of the study are of significant practical importance for design organizations, construction companies, state fire supervision authorities and operating organizations seeking to improve the level of fire safety of facilities while optimizing time and financial costs. The proposed approaches contribute to the formation of a new paradigm in the field of fire protection based on preventive risk analysis and the use of intelligent decision support systems.

**Keywords:** fire safety; fire suppression; damage minimization; digital twin; fire protection systems; CFD modeling; evacuation modeling; fire hazards