

*О. А. Овсянников\**

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЗДАНИЙ**

Рассмотрен опыт применения информационного моделирования (BIM) для повышения безопасности административно-бытового здания на этапах проектирования, строительства и эксплуатации. Продемонстрированы возможности 3D-модели для оптимизации эвакуационных маршрутов, планирования систем доступа, анализа микроклимата и интеграции компонентов пожарной защиты. Описаны методологические подходы (LOD, IFC, clash detection, цифровой двойник) и полученные результаты: снижение проектных ошибок (~40%) и улучшение координации/управления рисками. Даны рекомендации по внедрению BIM и отмечены ограничения (отсутствие единых стандартов, необходимость подготовки специалистов, начальные инвестиции).

Цель – обосновать эффективность BIM-технологий для обеспечения безопасности при проектировании и эксплуатации административного здания.

Задачи:

- Описать ключевые BIM-подходы (стандарты IFC, уровни детализации LOD, автоматическая проверка clash detection, концепция цифрового двойника).
- Показать примеры применения BIM для решения задач безопасности: оптимизация эвакуации, планирование доступа (СКУД), обеспечение нормативного микроклимата, интеграция систем пожарной безопасности.
- Проанализировать влияние BIM на снижение ошибок и переделок, уменьшение рисков и экономию ресурсов.
- Разработать рекомендации по практическому внедрению BIM-процессов для повышения безопасности.
- Используется концепция единой информационной модели здания (BIM) на протяжении всего жизненного цикла объекта. Основные компоненты методики:

---

\* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Информационные процессы и управление» ФГБОУ ВО «ГПТУ» Б. С. Дмитриевского.

- IFC (Industry Foundation Classes): открытый международный формат обмена BIM-данными (ГОСТ Р 10.0.02-2019), обеспечивающий машинопонятный перенос геометрии и атрибутов между программами.

- LOD (Level of Development): уровни детализации модели (LOD 100–500) для определения полноты графической и информационной проработки элементов на разных стадиях.

- Clash detection: автоматический поиск коллизий между системами (ОВК, ВК, ЭОМ и др.) на стадии проектирования. Раннее выявление конфликтов (например, просчеты установки оборудования) предотвращает ошибки в строительстве.

- Цифровой двойник: расширенная BIM-модель, синхронизированная с реальным объектом через датчики и интеграцию BIM-as-operated. Поддерживает мониторинг состояния систем (доступ, микроклимат, пожар) в режиме реального времени.

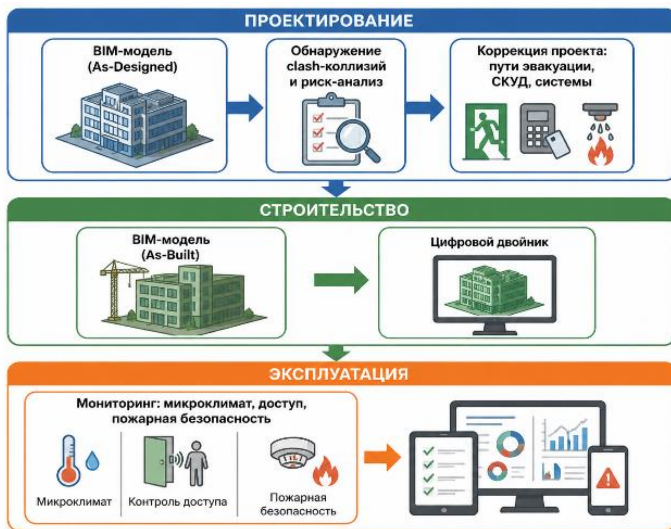
- Интеграция As-Designed / As-Built / As-Operated: процесс, при котором проектная модель (as-designed) после строительства дополняется информацией «как построено» (as-built) и далее сопровождается эксплуатационными данными (as-operated). Это обеспечивает актуальность данных о конфигурации объекта и его системах.

Моделирование BIM позволяет выявлять потенциальные опасности и управлять рисками на всех этапах. За счет виртуального анализа строительных процессов можно заранее находить узкие места (коллизии коммуникаций, неучтенные пути эвакуации, зоны доступа) и прорабатывать меры их устранения.

На этапе проектирования BIM-модель (As-Designed) применяется для выявления коллизий инженерных систем и проведения риск-анализа. Это позволяет на ранних стадиях скорректировать проектные решения, включая оптимизацию путей эвакуации, размещение систем контроля и управления доступом, а также элементов противопожарной защиты. На этапе строительства формируется актуализированная модель (As-Built), отражающая фактическое состояние объекта, которая служит основой для создания цифрового двойника здания. В процессе эксплуатации цифровой двойник используется для мониторинга параметров микроклимата, контроля доступа и обеспечения пожарной безопасности (рис. 1).

Представленная схема демонстрирует сквозную интеграцию информационной модели здания от стадии проектирования до эксплуатации, что обеспечивает повышение уровня безопасности, снижение вероятности ошибок и эффективное управление объектом.

На примере административно-бытового здания (офисы, лаборатории, учебные и бытовые помещения) с большим числом сотрудников рассмотренные кейсы представлены в табл. 1.



**Рис. 1. Схема применения BIM-технологии для обеспечения безопасности на этапах жизненного цикла строительного объекта**

### 1. Результаты сравнительного анализа рассмотренных кейсов

Показатель	Традиционный подход	BIM-подход
Анализ эвакуации	Расчеты по нормативам на 2D-планах	3D-моделирование маршрутов и динамические симуляции
Координация систем	Раздельные чертежи; частые коллизии на стройке	Единая BIM-модель; автоматическое clash-detection
Планирование доступа	По двумерным схемам; ручная настройка СКУД	Интегрированная модель СКУД с учетом сценариев
Проектирование пожарной защиты	Отдельные схемы; ручная проверка систем	BIM-модель включает ПБС (огнетушители, выходы); виртуальное тестирование
Количество ошибок	Высокий уровень (несогласованность документации)	Снижение примерно на 40%

Проведен анализ показал следующие эффекты внедрения BIM для безопасности:

- Снижение проектных ошибок: по оценкам, примерно на 40% снизилась вероятность ошибок в проектной документации, что исключает многие переделки в строительстве.
- Улучшение координации: все разделы проектной документации выполняются на единой модели, что устраняет расхождения (по опыту проекта – существенно улучшена междисциплинарная координация).
- Уменьшение рисков: возможность моделирования путей эвакуации и аварийных ситуаций повысила готовность к ЧС. Использование BIM для анализа пожарного риска повышает общую защищенность объекта. Точные численные оценки снижения аварийности не приведены.
- Экономия ресурсов: благодаря BIM-координации сокращены затраты на переделки (количественно не рассчитаны). По отраслевым данным, применение BIM в проектировании обычно позволяет экономить 5–30% бюджета. В конкретном случае дополнительные вычисления не проводились, но ожидается экономия за счет снижения ошибок и согласовательных процедур.

Рекомендации по внедрению и ограничения:

- Стандартизация: определить требования к BIM-модели для систем безопасности (задать LOD/LOI для эвакуации, СКУД, ПБС). Разрабатывать BIM-содержимое в соответствии со стандартами IFC и отраслевыми СП.
- Организация процессов: внедрять BIM через BIM Execution Plan, назначить координаторов, провести обучение сотрудников. Обеспечить совместимость ПО и использование IFC при обмене моделями.
- Технологические ограничения: результаты зависят от качества исходных данных и моделей; необходимо обеспечить актуальность атрибутов (характеристики сенсоров, параметров пожарных систем и пр.). Ограничение – частичное отсутствие готовых семейств оборудования безопасности, что требует их самостоятельной разработки.
- Экономические и организационные факторы: начальные затраты на лицензии ПО и обучение могут быть высоки. Затраты окупаются на крупных проектах с комплексной системой безопасности. Требуется поддержка руководства и наличие BIM-стратегии.
- Нормативная база: сегодня в России нет полноценных ГОСТ/СП по BIM-безопасности. Необходимо опираться на лучшие практики и международные стандарты, вырабатывать внутренние методики проверки.

BIM-технологии дают заметный вклад в повышение безопасности административного здания. Единая цифровая модель позволяет заранее

выявлять конфликты, обрабатывать сценарии эвакуации и оптимизировать инженерные решения. В результате применения BIM снизилось число ошибок в проекте, улучшилась координация, повысился уровень управления рисками. Эти улучшения ведут к уменьшению затрат и повышению надежности эксплуатации. При этом для полного эффекта необходимы стандарты, обучение персонала и скрупулезная организация BIM-процессов. В целом, интеграция BIM подтверждает свою эффективность в реализации безопасности объектов.

### **Список литературы**

1. ГОСТ Р 10.0.02–2019. Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Отраслевые базовые классы (IFC).
2. Интеллектуальная система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на основе BIM-моделирования / Г. А. Лазарев, А. С. Федоров и др. // Научный журнал. – 2022. – № 2(64).
3. Что такое BIM-технологии и как они облегчают строительство. Инжиниринговый центр «ТехноНИКОЛЬ» (15.01.2025).

*Кафедра «Техника и технологии производства нанопродуктов»  
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*