

УДК 72.012.3:004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИА-ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Шестакова Е.В.

Старший преподаватель,

Кубанский государственный технологический университет,

Краснодар, Россия

Соловьянов Н.А.

студент,

Кубанский государственный технологический университет,

Краснодар, Россия

Аннотация

В статье рассматриваются современные мультимедиа-технологии (виртуальная и дополненная реальность — VR/AR, визуализация BIM-моделей, цифровые двойники и интерактивные мультимедиа) и их применение в архитектурном проектировании, согласовании, строительстве и эксплуатации зданий. Приводится обзор преимуществ (повышение качества проектных решений, улучшение коммуникации с заказчиком, сокращение ошибок на стройплощадке), ограничений (интероперабельность, стоимость, человеческий фактор) и перспектив (интеграция с AI, массовое применение цифровых двойников). Ключевые положения иллюстрируются ссылками на недавние исследования и примеры внедрения.

Ключевые слова: мультимедиа-технологии, виртуальная реальность, дополненная реальность, визуализация архитектуры, информационное моделирование зданий (BIM), цифровой двойник, архитектурное проектирование, стройплощадка, коммуникация заказчик-архитектор.

THE USE OF MULTIMEDIA TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

Shestakova E.V.

*Senior Lecturer,
Kuban State University of Technology,
Krasnodar, Russia*

Solovyyanov N.A.

*student,
Kuban State University of Technology,
Krasnodar, Russia*

Abstract

The article discusses modern multimedia technologies (virtual and augmented reality - VR/AR, visualization of BIM models, digital twins and interactive multimedia) and their application in architectural design, coordination, construction and operation of buildings. The article provides an overview of advantages (improving the quality of design solutions, improving communication with the customer, reducing errors on the construction site), limitations (interoperability, cost, human factor) and prospects (integration with AI, mass use of digital twins). The key points are illustrated with references to recent research and implementation examples.

Keywords: multimedia technologies, virtual reality, augmented reality, architecture visualization, building information modeling (BIM), digital twin, architectural design, construction site, customer-architect communication.

В современных условиях глобальной трансформации строительной и архитектурной отрасли цифровыми технологиями, применение мультимедиа-технологий (в частности, виртуальной и дополненной реальности, интерактивной визуализации, цифровых двойников) становится критически важным. С одной стороны, архитектурное проектирование сталкивается с возрастающей

сложностью форм, материалов, требований по устойчивости и эксплуатации зданий, что требует новых инструментов визуализации, коммуникации и контроля качества. С другой стороны, в рамках цифровой трансформации строительной отрасли усиливается нормативное регулирование внедрения информационного моделирования зданий [1, 2].

Для архитекторов и проектировщиков внедрение мультимедиа-технологий позволяет: повысить уровень вовлечённости заказчика в процесс принятия решений, сократить ошибки на этапе строительства и монтажа, оптимизировать жизненный цикл здания. В этом смысле тема исследования является крайне актуальной как для академического сообщества, так и для практики архитектурно-строительных организаций.

Исследование отличается тем, что оно концентрируется именно на аспекте архитектуры - как мультимедиа-технологии влияют на проектирование, визуализацию архитектурных пространств и взаимодействие архитектора-заказчика, а не только на строительном производстве; объединяет обзор мультимедиа-технологий (VR/AR/интерактивная визуализация) с цифровыми двойниками и их ролью в архитектурной и эксплуатационной фазе, что на сегодняшний день менее полно охвачено в литературе; подчёркивает интеграцию стандартов информационного моделирования с мультимедиа-средствами (например, применение BIM-моделей в AR-среде на стройплощадке) и рассматривает её как фактор повышения качества архитектурной практики; предлагает рекомендации именно для архитектурных бюро и проектных организаций, ориентированных на внедрение мультимедиа-решений, а не технологических подрядчиков.

Мультимедиа-технологии меняют процесс создания и использования архитектурных объектов: от ранней концепции до эксплуатации. Они включают интерактивную визуализацию, 3D-модели, иммерсивные среды (VR),

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

дополненную реальность на мобильных и «умных» очках (AR), а также связанные с ними данные реального времени в рамках цифровых двойников. Эти инструменты адресуют традиционные проблемы архитектуры - недостаточную наглядность для заказчика, ошибки при переносе модели на объект и трудности коммуникации в междисциплинарных командах [3].

Ключевые технологии и их архитектурные применения

BIM-модели служат основой для генерации реалистичных визуализаций и интерактивных сцен, которые могут быть использованы дизайн-студиями для демонстрации материалов, освещения и потоков перемещения внутри проекта. Реал-тайм визуализация BIM повышает удобство принятия проектных решений и ускоряет согласование с заказчиком [5].

VR позволяет «пережить» пространство до его строительства: оценить масштабы, эргономику и впечатление от внутренних пространств. В архитектурном дизайне VR чаще применяется на ранних стадиях - для концепций, ревью и оценки эргономики. Исследования демонстрируют, что VR улучшает понимание объема и снижает риск ошибочных проектных решений.

AR используется для наложения проектных моделей на реальный объект (проверка размещения элементов, сверка исполнительной документации), а также в демонстрациях - заказчик может увидеть будущую стойку или фасад прямо на месте. AR особенно полезна при контроле качества, сверке монтажных работ и в обучении рабочих.

Цифровой двойник объединяет BIM, данные от датчиков и аналитику (включая AI), создавая постоянно актуальную виртуальную копию объекта, что позволяет выполнять мониторинг, прогнозную аналитику и оптимизацию эксплуатации. Для архитекторов цифровые двойники открывают возможности тестирования эксплуатационных сценариев (энергопотребление, поведенческие модели пользователей) ещё на этапе проектирования [4].

Преимущества для архитектуры

1. Повышение качества проектных решений. Наглядность и иммерсивность сокращают недопонимание между командой и заказчиком, уменьшая количество переделок.

2. Ускорение согласований и вовлечение стейкхолдеров. Интерактивные презентации облегчают коммуникацию с клиентами и муниципальными инстанциями.

3. Снижение ошибок на объекте. AR-инструменты для сверки «модель - реальность» позволяют выявлять отклонения на ранних стадиях монтажа.

4. Оптимизация эксплуатации. Цифровые двойники дают архитекторам и операторам инструменты для моделирования поведения здания в реальном времени [4].

Несмотря на очевидные преимущества мультимедиа-технологий в архитектурно-строительной практике, их широкое внедрение сопровождается рядом ограничений и вызовов. Одним из ключевых препятствий остаётся проблема интероперабельности и стандартизации: разнообразие форматов данных и используемых программных инструментов требует надёжных механизмов интеграции, таких как использование открытых стандартов OpenBIM и IFC.

Существенным фактором остаются и финансовые издержки — внедрение VR- и AR-оборудования, а также программных платформ для визуализации BIM-моделей связано с высокими начальными затратами и необходимостью модернизации инфраструктуры проектных бюро. Дополнительной сложностью выступает человеческий фактор: успешная работа с мультимедийными технологиями требует подготовки специалистов, изменения привычных рабочих процессов и развития цифровых компетенций у архитекторов, инженеров и строителей [6].

Помимо этого, остаются нерешёнными юридические и организационные вопросы, связанные с определением ответственности при использовании виртуальных моделей в реальных строительных процессах, а также с хранением, передачей и защитой больших массивов проектных данных.

Всё это подчёркивает необходимость комплексного подхода к цифровизации архитектурной отрасли и постепенного внедрения мультимедиа-технологий с учётом технических, кадровых и нормативных факторов.

Практическое применение мультимедиа-технологий в строительстве и архитектуре демонстрирует значительный потенциал для повышения эффективности проектных и строительных процессов. Одним из наиболее показательных направлений является интеграция BIM-моделей с технологиями дополненной реальности, что позволяет выполнять точную сверку проектных данных с фактическим состоянием объекта. Использование AR-устройств на стройплощадке делает возможным наложение цифровых моделей на реальные элементы конструкции, что значительно облегчает контроль качества, ускоряет процесс приёмки и снижает вероятность возникновения ошибок на этапе монтажа.

Другим примером является внедрение иммерсивных VR-платформ, предназначенных для коллективного взаимодействия участников проекта. Такие системы позволяют архитекторам, инженерам, заказчикам и другим заинтересованным сторонам погружаться в виртуальную модель здания, обсуждать изменения и корректировать проектные решения в реальном времени. Это способствует более глубокому пониманию пространственной структуры, эргономики и визуального восприятия архитектурных решений ещё до начала строительства.

Отдельное внимание заслуживает развитие концепции цифровых двойников, которые объединяют BIM-модели с потоками данных от датчиков и систем мониторинга. Практические исследования показывают, что использование

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

цифровых двойников в архитектурной и эксплуатационной фазах позволяет оптимизировать энергопотребление, повысить эффективность технического обслуживания и продлить срок службы зданий. Для архитекторов цифровой двойник становится инструментом анализа эксплуатационного поведения объекта, позволяя учитывать реальные сценарии использования пространства при разработке новых проектов.

Таким образом, практика внедрения мультимедиа-технологий подтверждает их высокую эффективность как на стадии проектирования, так и в процессе строительства и последующей эксплуатации зданий. Комплексное применение VR, AR и цифровых двойников способствует формированию нового уровня интеграции между архитектурной идеей, инженерным решением и реальной строительной реализацией.

На основе выше изложенного, предлагаем рекомендации для архитектурной практики:

1. Включать возможности VR/AR на ранних этапах проектирования для снижения рисков и повышения вовлечённости заказчика.
2. Инвестировать в обучение персонала: короткие курсы по работе с BIM и AR/VR — эффективнее, чем полная смена процессов.
3. Строить проекты с учётом interoperable стандартов (IFC/OpenBIM) для облегчения интеграции мультимедиа-решений.
4. Рассматривать цифровой двойник не как «дополнительный» продукт, а как часть долгосрочной стратегии эксплуатации [4].

Таким образом, мультимедиа-технологии (VR/AR, интерактивная визуализация BIM, цифровые двойники) уже трансформируют архитектурную практику, улучшая визуализацию, междисциплинарную коммуникацию и контроль качества на стройплощадке. Основные барьеры — интероперабельность, затраты и необходимость обучения — преодолимы при поэтапном внедрении и

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМН ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

ориентировании на стандарты. Перспективы включают более глубокую интеграцию с AI и IoT, что делает мультимедиа неотъемлемой частью проектирования и эксплуатации зданий.

Библиографический список:

1. ГОСТ Р 21.101-2020 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации».
2. ГОСТ Р 57563-2017 «Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений».
3. Nassereddine H., et al. *Augmented Reality in the Construction Industry: Use, Challenges and Future Directions*. Frontiers in Built Environment, 2022.
4. Liu W., et al. *A Systematic Review of the Digital Twin Technology in Buildings, Landscapes and Urban environments*. MDPI, 2024.
5. Управление цифровыми и мультимедийными технологиями в строительстве / Д. В. Гулякин, Н. А. Шипилова, Г. В. Михеев [и др.] // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 12(149). – С. 367-370. – DOI 10.34925/EIP.2022.149.12.071. – EDN BEVQNL.
6. Клименко, О. А. Интеграция новейших технологий в сфере строительства и архитектуры / О. А. Клименко, И. С. Труфляк // Виртуозы науки : Сборник тезисов Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных за 2023 г, Краснодар, 06–15 ноября 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 439-440. – EDN AAIBCT.

Оригинальность 75%