

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ОБУЧЕНИЯ

А.Д. Киселев, С.К. Анкушина, А.С. Двужилов

© Киселев А.Д., Анкушина С.К., Двужилов А.С., 2025

Аннотация. Рассмотрено влияние потенциального внедрения технологий дополненной реальности (AR) в сферу проектирования и обучения студентов-проектировщиков. Перечислены основные компоненты, обеспечивающие работу технологии AR. Указаны конкретные варианты применения этой технологии.

Ключевые слова: виртуальная реальность, дополненная реальность, обучение студентов, проектная деятельность, ускорение, срок, работа.

В современном проектировании значительное внимание уделяется рационализации и повышению скорости совместной работы отделов внутри проектной организации, а также между проектными фирмами-партнерами. Такой подход позволяет экономить время выполнения проектов, повысить производительность организации и расширить возможности обсуждения различных деталей проекта с заказчиком. На данный момент указанный подход использует малое количество предприятий, что затрудняет взаимодействие внутри проекта, замедляет формирование и развитие новой (интерактивной) рабочей среды проекта. Выпускники вузов, устраивающиеся в строительные организации, видят нерациональное применение самого ценного ресурса – времени. Устаревшие методы взаимодействия отделов мешают молодым специалистам понять специфику совместной работы, из-за чего новым сотрудниками приходится тратить много времени на адаптацию к рабочему процессу.

Важно отметить, что в большинстве организаций приветствуется выдвижение идей, касающихся оптимизации различных процессов, работниками любой квалификации и с каким угодно стажем работы, если реализация данной идеи сократит временные затраты и приведет к получению значительной прибыли. Студенты и выпускники вузов могут внедрить новую методологию взаимодействия при наличии соответствующих знаний. В связи с этим в статье будет рассматриваться влияние внедрения технологий дополненной реальности (AR) в обучение студентов, а далее в проектную деятельность организаций.

Технология AR функционирует благодаря сочетанию аппаратного и программного обеспечения, позволяющему накладывать цифровую информацию на реальный мир [1]. Основными компонентами, обеспечивающими работу вышеназванной технологии, являются:

1. Датчики и камеры. Они (камера смартфона, планшета или специализированного устройства, например AR-очков) используются для захвата изображения окружающей среды.

2. Обработка данных. Применяют программное обеспечение устройств, с помощью которого анализируют данные с камер и датчиков, чтобы определить положение и ориентацию этих устройств в пространстве.

3. Модели и контент. Для создания AR-опыта используют 3D-модели, текстуры и анимации, которые накладывают на реальный мир.

Технология AR поддерживается компьютерами, смартфонами, планшетами и т. п. Во многих современных моделях мобильных гаджетов есть встроенные программы, использующие указанную технологию. Существуют также специальные портативные AR-очки, такие как Microsoft HoloLens, Magic Leap и другие, позволяющие пользователю видеть цифровые объекты в реальном мире без необходимости держать устройство в руках.

При обучении студентов технология AR может быть применена для более детального исследования конкретных элементов зданий, узлов примыкания различных конструкций, описания особенностей проектирования и спецификации элементов, выводимых пользователю. Основные формы внедрения технологии AR – лабораторные, практические занятия и семинары. Осуществляя внедрение такой технологии, образовательная организация получает возможность сэкономить на лабораторных установках, так как появляется программное обеспечение, которое можно запустить на смартфоне, планшете или ноутбуке. В рамках практических занятий и семинаров на основе технологии дополненной реальности можно воссоздавать трехмерные модели конструкций, о которых идет речь на занятии. Другим вариантом может быть создание каких-либо наглядных изображений дефектов строительных конструкций/элементов здания, которые должны быть вовремя замечены специалистами строительного контроля и технического надзора. Такой вариант является достаточным для формирования нужных навыков у будущих специалистов и в то же время безопасным.

В рамках работы внутри строительной организации технологии дополненной реальности могут использоваться следующим образом: на строительной площадке главным инструментом выступают AR-очки, которые освобождают руки и помогают защитить глаза от мелкой пыли и

строительного мусора [2]. Сокращение потребности в бумажных или мобильных устройствах повысит уровень продуктивности. Примером применения технологии AR является внесение в программную модель опасной зоны при отрыве котлована техникой с указанием всех нормативных расстояний от края призмы обрушения грунта, расстояний от отвала грунта до котлована, расположения предполагаемых ограждений. Таким образом, рабочие и лица, осуществляющие строительный надзор, будут видеть один и тот же соответствующий требованиям нормативных актов вариант производства работ, созданный заранее. В этом случае любое отклонение будет свидетельствовать о нарушении техники безопасности или технологии строительства. Это позволит оперативно устранять ошибки.

Архитектурная модель отдельных сложных элементов здания для большей наглядности может быть представлена в виде AR-объекта. Габариты такого объекта будут соответствовать реальным габаритам, его можно будет осмотреть со всех сторон, что даст возможность быстро принять конструктивные решения.

Использование технологии AR при общении с заказчиком является крайне желательным [3]. В случае проектирования объекта индивидуального жилищного строительства заказчик сможет «прогуляться» по еще не построенному объекту, отображенному в масштабе 1 : 1, прикинуть размеры и, возможно, изменить какой-то параметр в этом объекте. Ярким примером применения данной технологии выступает визуализация ландшафтного дизайна участка, экстерьера и интерьера здания для создания наиболее выигрышных и интересных планировок.

Одна из главных проблем при непосредственной работе с заказчиком – смена технического задания. Использование технологии AR позволит сэкономить значительное количество времени за счет того, что заказчик сможет, ориентируясь на свои ощущения и восприятие проекта в целом, трансформировать указанное задание минимальное количество раз.

Описанные преимущества применения рассматриваемой технологии также характерны для объектов массового жилищного строительства, промышленных зданий и сооружений. Отпадает необходимость в создании физической визуализации моделей городской застройки (в виде макетов).

Можно заключить, что технология AR представляет собой мощный инструмент, способный значительно трансформировать процессы, происходящие в строительной отрасли. Несмотря на существующие вызовы, такие как необходимость в высококачественном оборудовании и программном обеспечении, а также сложность интеграции вышеназванной технологии в существующие рабочие процедуры,

потенциал технологии AR в деле повышения эффективности и безопасности в сфере строительства очевиден. В будущем можно ожидать интенсивного развития AR-приложений, которые будут интегрированы с другими инновационными технологиями, такими как искусственный интеллект. Таким образом, внедрение дополненной реальности в строительство открывает новые горизонты, связанные с улучшением качества и результативностью строительных проектов. Оно в конечном счете приведет к созданию более устойчивой и адаптивной городской инфраструктуры.

Библиографический список

1. Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности: учебное пособие / А.А. Смолин, Д.Д. Жданов, И.С. Потемин, А.В. Меженин, В.А. Богатырев. СПб.: Университет ИТМО, 2018. 59 с.
2. Bedretdinova A., Piletskaya M., Dankova N. Augmented Reality Technologies as an Innovative Tool // Youth Innovative Entrepreneurship: материалы VII Международной научно-практической конференции, Иркутск, 16 ноября 2023 г. Иркутск: ИГУ, 2023. С. 16–19.
3. Сайбель Н.Ю., Кошкина Е.С. Виртуальная реальность как бизнес // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. № 1. С. 54–60. URL: <https://e-koncept.ru/2017/170007.htm> (дата обращения: 05.03.2025).

THE USE OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY IN THE FIELD OF CONSTRUCTION AND DESIGN STUDENT EDUCATION

A.D. Kiselev, S.K. Ankushina, A.S. Dvuzhilov

Abstract. *The impact of the potential introduction of augmented reality (AR) technologies in the field of design and training of design students is considered. The main components that ensure AR operation are listed. Specific applications of this technology are indicated.*

Keywords: *virtual reality, augmented reality, Student education, project activity, acceleration, deadlines, work.*

Об авторах:

КИСЕЛЕВ Алексей Дмитриевич – студент, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: alexbasketball31@gmail.com

АНКУШИНА Светлана Константиновна – студентка, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: sveta.ankushina@yandex.ru

ДВУЖИЛОВ Антон Сергеевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры сопротивления материалов, теории упругости и пластичности, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: anton_in_tver@mail.ru

About the authors:

KISELEV Alexey Dmitrievich – Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: alexbasketball31@gmail.com

ANKUSHINA Svetlana Konstantinovna – Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: sveta.ankushina@yandex.ru

DVUZHILOV Anton Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Material Strength, Theory of Elasticity and Plasticity, Tver State Technical University, Tver. E-mail: anton_in_tver@mail.ru

УДК 614.841.332

ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**А.А. Мельников, Т.Р. Баркая, А.В. Каляскин,
С.А. Соколов, А.В. Гавриленко**

© Мельников А.А., Баркая Т.Р., Каляскин А.В.,
Соколов С.А., Гавриленко А.В., 2025

***Аннотация.** Описаны общие положения и предпосылки огнестойкости железобетонных конструкций, определяющие вектор развития исследований. Указаны факторы, влияющие на предел огнестойкости. Перечислены виды пожаров.*

***Ключевые слова:** огнестойкость, пожар, стандартный пожар, предел огнестойкости, бетон, арматура, железобетон, конструкции, сохранность, моделирование, разрушение, противопожарная оборона, предотвращение, тепловое расширение.*

В процессе создания продукции капитального строительства значительное внимание уделяется задачам улучшения их качества и безопасности, которые в немалой степени зависят от надежности работы строительных конструкций в условиях воздействий аварийного характера.

Одной из важнейших задач проектирования указанных конструкций является обеспечение безопасной эксплуатации на протяжении всего срока службы сооружения. Ведущими критериями обеспечения