

Соколовский Артем Константинович

Студент 2 курса

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

г. Санкт-Петербург

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ И ВИРТУАЛЬНОЙ
РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ
В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

Аннотация: В статье рассматриваются инновационные подходы к оптимизации строительных процессов в нефтегазовой отрасли с использованием технологий дополненной (AR) и виртуальной (VR) реальности. Исследуются ключевые направления применения AR/VR, обучение персонала на VR-тренажерах, удаленный мониторинг строительства с помощью AR-инспекций, а также визуализацию и согласование проектов. Особое внимание уделяется практическим кейсам ведущих компаний отрасли («Газпром нефть», «ЛУКОЙЛ»), демонстрирующим эффективность внедрения данных технологий для сокращения сроков строительства, снижения затрат и повышения безопасности.

Ключевые слова: VR технологии, виртуальная реальность, дополненная реальность, смешанная реальность, нефтегазовый комплекс, BIM (Building Information Modeling), нефтегазовая отрасль, оптимизация процессов.

Abstract: The article discusses innovative approaches to optimizing construction processes in the oil and gas industry using augmented (AR) and virtual (VR) reality technologies. The key areas of AR/VR application, personnel training on VR simulators, remote monitoring of construction using AR inspections, as well as visualization and project approval are explored. Particular attention is paid to practical cases of leading companies in the industry (Gazprom Neft, LUKOIL), demonstrating the effectiveness of implementing these technologies to reduce construction time, reduce costs and improve safety.

Keywords: VR technologies, virtual reality, augmented reality, mixed reality, oil and gas complex, BIM (Building Information Modeling), oil and gas industry, process optimization.

Цель работы: рассмотреть примеры применения технологий дополненной и виртуальной реальности в нефтегазовой отрасли с целью оптимизации строительных процессов.

В нефтегазовой отрасли интеграция технологий дополненной и виртуальной реальности (AR/VR) позволяет достичь повышения эффективности производственных процессов, оптимизировать этапы исследования и проектирования, снизить риски и вероятность возникновения ошибок в сложных задачах. Именно поэтому AR/VR-разработки в промышленности требуют особого внимания и являются важным этапом в развитии современной компании [1, 2, 4, 5].

Интеграция технологий AR/VR оказывает мультипликативный эффект, усиливая технологическое преимущество компаний: не только выводят отрасль на новый уровень эффективности, но и позволяют ускорить переход к цифровым стандартам Индустрии 4.0, обеспечивая долгосрочное лидерство на глобальном рынке [4].

Среди основных направлений применения технологий AR/VR для оптимизации строительных процессов в нефтегазовой отрасли России можно выделить проектирование объектов капитального строительства, техническое обслуживание и ремонт, внутренние и внешние аудиты [2, 6].

Внедрение технологий AR/VR в промышленной практике, особенно в таких капиталоемких отраслях как нефтегазовая требует значительных инвестиций, включающих покупку современного оборудования (например, VR-гарнитур), лицензионного программного обеспечения, настройку систем интеграции с

производственными процессами, а также обучение персонала. Тем не менее, экономическая эффективность этих технологий в долгосрочной перспективе оправдывает вложенные средства, что делает их привлекательными для стратегического внедрения.

Основные технологии AR/VR в строительстве

Существует несколько основных технологий виртуальной реальности, к которым относятся:

Виртуальная реальность – VR (virtual reality) – это технология, которая даёт возможность создать искусственный мир, с помощью которого можно моделировать различные объекты, и помогает увидеть созданный объект в масштабе 1:1 до завершения строительства.

Дополненная реальность – AR (augmented reality) – это технология, принцип работы которой заключается в наложении цифровых изображений и объектов на конкретную местность в реальном физическом мире. Она является отличным решением для наглядной демонстрации будущих построек, поскольку добавляет контекст, накладывает проектные данные и другую информацию на изображение реального мира.

Augmented Reality (дополненная реальность) отличается от Virtual Reality (виртуальной реальности) тем, что при работе с AR мы видим привычный для человека реальный мир и дополняем его, например, 3Dмоделями проектов. VR технологии в свою очередь полностью изолируют нас от реального мира и погружают в виртуальное пространство, в котором мы видим создаваемые нами объекты [10].

Технология смешанной реальности (Mixed Reality, MR) представляет собой гибридную технологию, объединяющую преимущества виртуальной (VR) и

дополненной (AR) реальности. В строительной отрасли технология MR находит применение в ключевых направлениях, таких как

Принцип работы VR/AR-технологии довольно сложен. При любом взаимодействии с средой виртуальной реальности есть три главных детали: глаза, движения, голова. Если движения могут отслеживаться только в более дорогом оборудовании, то глаза и голова распространяются повсеместно в любых приборах для взаимодействия с виртуальным пространством. Благодаря положению головы человек может отслеживать ту картинку, в которую повернута его голова – такая система называется шестью степенями свободы. Глаза позволяют погрузиться более глубоко в другую реальность.

Для повышения эффективности в управлении VR/AR-технологией, были разработаны ряд приложений для строителей, архитекторов, проектировщиков, которые сделают работу с технологией виртуальной и дополненной реальности проще. К таким разработкам следует отнести Morpholio Trace, MagicPlan, BIMCAVE и другие программы [7-9].

Morpholio Trace – это приложение, разработанное для использования на таких устройствах, как iPad Pro вместе с Apple Pencil. Данная программа поможет полностью перейти от бумаги и карандаша в цифровое пространство. Позволяет создавать и редактировать эскизы, добавлять комментарии к ним. MagicPlan – это программа, которая позволяет создавать детальные планы посредством сканирования через видеокамеру и экспортировать их в форматы PDF, DXF или JPG.

BIMCAVE – это набор инструментов, включающий в себя стереопроекторы и 3D-очки, который позволяет нескольким пользователям одновременно увидеть, как будет выглядеть будущее помещение, бесплатно внести исправления до процесса строительства [7].

Применение AR/VR для оптимизации строительных процессов

Использование технологий дополненной и виртуальной реальности в строительстве возможно по следующим направлениям [11–15]:

1. Виртуальное проектирование и планирование. Архитекторы и инженеры могут использовать VR для создания и визуализации 3D моделей зданий и инфраструктуры, что помогает лучше понять пространство, выявить ошибки в проектировании и оптимизировать дизайн до начала строительства.

2. Обучение и тренировки. С помощью VR можно создавать симуляции для обучения персонала на строительных объектах. Рабочие могут проводить тренировки безопасности, обучаться новым навыкам и процедурам, а также практиковать работу на высоте или в опасных условиях.

3. Виртуальные туры по объектам. Заказчики и инвесторы могут пройти виртуальный тур по будущему объекту еще до начала строительства. Это помогает им лучше понять концепцию проекта, оценить дизайн, расположение помещений и выбрать оптимальные решения.

4. Проверка безопасности и управление рисками. С помощью VR можно создавать симуляции аварийных ситуаций на стройплощадке и обучать персонал реагировать на них. Также VR позволяет моделировать различные сценарии и оценивать риски до начала строительства.

5. Сотрудничество и коммуникация. VR обеспечивает возможность удаленного сотрудничества и коммуникации между участниками проекта. Различные стороны могут работать над проектом в одном виртуальном пространстве, обсуждать детали и принимать решения в реальном времени.

Технология дополненной реальности (Augmented Reality, AR) позволяет строителям и архитекторам визуализировать проекты на месте строительства, добавляя цифровые элементы поверх реального окружения, что помогает

улучшить процесс проектирования, снизить ошибки и улучшить взаимодействие с заказчиками. Дополненная реальность позволяет добавлять виртуальные объекты и информацию в реальное окружение с помощью устройств, таких как смартфоны, планшеты или специальные AR очки.

Использование AR-технологий в строительных процессах предоставляет значительные операционные преимущества, выражающиеся в следующих ключевых аспектах:

1. Просмотр чертежей и 3D моделей. С помощью AR приложений можно просматривать чертежи, 3D модели и проектные решения непосредственно на строительной площадке. Рабочие могут легко ориентироваться в проекте, видеть расположение коммуникаций и других элементов.

2. Расположение инфраструктуры и коммуникаций. С помощью AR можно «накладывать» планы инженерных систем на реальное окружение и видеть, где располагаются трубы, кабели и другие коммуникации под землей, что помогает избежать повреждений при проведении работ.

3. Обучение и инструктаж. AR-приложения позволяют создавать интерактивные обучающие программы для персонала. Рабочие могут получать инструкции по выполнению задач, обучаться новым навыкам и процедурам прямо на месте работы.

4. Визуализация проектов. Заказчики и инвесторы могут использовать AR для просмотра виртуальных моделей объектов прямо на строительной площадке или в офисе. Это помогает лучше представить себе будущий объект и принять более обоснованные решения.

5. Маркировка и контроль качества. С помощью AR можно создавать маркеры или точки контроля на объекте для следования определенным инструкциям или проверки качества выполненных работ. Рабочие могут быстро определить местоположение и характеристики элементов конструкции [11-15].

Технология MR в строительной отрасли находит применение в ключевых направлениях, таких как:

1. Планирование и прогнозирование сроков и стоимости проектов. Машинное обучение может быть использовано для анализа и прогнозирования сроков выполнения строительных проектов, а также для оценки стоимости работ. Алгоритмы машинного обучения могут учитывать множество факторов, таких как погодные условия, доступность ресурсов, прошлый опыт и т. д., чтобы предсказать возможные задержки или перерасходы. Технологии и организация строительного производства Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. 2024 1075

2. Управление ресурсами и инвентаризация. С помощью машинного обучения можно оптимизировать управление ресурсами на строительной площадке, например прогнозировать потребность в материалах и оборудовании, оптимизировать логистику поставок и контролировать инвентарь.

3. Обнаружение дефектов и контроль качества. Машинное обучение может быть использовано для автоматического обнаружения дефектов на строительных объектах, таких как трещины, недостатки в отделке, неправильное выравнивание и т. д. Это позволяет оперативно выявлять проблемы и предотвращать дальнейшие ошибки.

4. Безопасность на стройплощадке. Системы машинного обучения могут быть применены для мониторинга безопасности на строительной площадке, например для распознавания опасных ситуаций, контроля за соблюдением правил безопасности рабочими или для предсказания возможных аварий [11-15].

Применение MR-технологий в сочетании с методами машинного обучения позволяет существенно повысить эффективность строительных процессов, снизить финансовые риски и улучшить показатели безопасности на производственных объектах.

Примеры успешного внедрения и применения технологий дополненной и виртуальной реальности

Среди активных пользователей технологий AR/VR выступает компания ПАО «Газпром нефть». Компания подтверждает свою приверженность инновациям и цифровизации, внедряя технологии AR/VR в свои производственные, образовательные и управленческие процессы [6].

Так, при осуществлении строительного контроля ПАО «Газпром нефть» применяет AR-технологии. Для реализации этого сценария не обойтись без кросс-функционального взаимодействия: проектная BIM-модель оптимизируется и загружается в AR-гарнитуру, далее посредством наведения на объект контроля модель накладывается на физический объект и в реальном времени становится возможным нахождение коллизий. VR-технологии также нашли применение в части организации виртуальных экскурсий на месторождения. Это позволяет демонстрировать инвесторам и потенциальным клиентам проекты, не покидая офис.

Следующим успешным примером применения ПАО «Газпромнефть» технологий AR/VR является сервис «Удаленный помощник», позволяющий проводить мероприятия по обслуживанию оборудования, шефмонтажные и пусконаладочные работы в дистанционном формате: интерактивные инструменты дополненной реальности создают эффект реального присутствия эксперта на месте проведения работ. Важно отметить, что данный сервис также используется для проведения ремонтных работ.

Еще одним успешным примером реализации технологий AR/VR является инструмент «Цифровые инструкции», который позволяет проводить приемку строительных работ с фото- и видеофиксацией. Переход на следующий шаг

возможен после успешного прохождения предыдущего. Благодаря связке «компьютер – человек» происходит взаимная проверка качества проведенных работ. Эффекты применения сервиса в процессе входного контроля – сокращение временных и трудовых затрат, а также снижение вероятности ошибки. Помимо этого, решение позволяет сформировать единую информационную базу, что впоследствии упрощает процесс устранения замечаний с поставщиками при наличии несоответствий.

Цифровые инструкции также активно применяются для автоматизации постоянных процессов и оптимизации управления. Для старта выполнения работ сотруднику достаточно загрузить чек-лист с процессом, разделенным на этапы, на гарнитуру. По результатам работ автоматически формируется протокол.

В Лукойле используют 3D-моделирование с VR для проектирования скважин и подземных хранилищ, а также для оценки состояния оборудования и планирования технического обслуживания. С их помощью специалисты могут более точно определять геометрию объектов, исследовать их функциональные возможности и проводить виртуальные тесты.

Всё это сильно помогает ускорить процесс принятия решений и уменьшить количество ошибок в проектировании и производстве. В результате, компания может значительно сэкономить ресурсы и повысить качество своей продукции. 3D-моделирование с применением VR технологий также позволяет быстро и эффективно обучать персонал, что способствует повышению квалификации и сокращению времени, затрачиваемого на обучение. Кроме того, это также может сократить расходы на обучение и повысить производительность труда сотрудников.

Еще одним из интересных примеров применения VR технологий в нефтегазовой отрасли России является обучение через VR-симуляции с помощью искусственного интеллекта. VR-симуляции позволяют создавать условия для обучения, которые в реальной жизни могут быть слишком

опасными, дорогостоящими или просто невозможными. Например, специалисты Газпрома могут обучаться виртуальной практике ремонта оборудования, безопасному проведению сложных операций и т.д. Одним из ключевых элементов таких VR-симуляций является искусственный интеллект, который позволяет создавать более реалистичные сценарии и моделировать различные условия. Например, виртуальные модели могут изменяться в зависимости от разных параметров, таких как погода, температура, давление и т.д. Это позволяет специалистам улучшить свои навыки и более точно прогнозировать возможные риски в работе.

В совокупности VR-симуляции с искусственным интеллектом позволяют сократить время на обучение и снизить затраты на его проведение. Вместо того чтобы тратить время и ресурсы на традиционное обучение, специалисты могут проводить виртуальные уроки в любое удобное для них время и место. Интересно что, в 2020 году компания «Газпром» запустила проект "VR-профессия». Проект представляет собой набор обучающих VR-симуляций, разработанных специально для определенных профессий в газовой и нефтяной отрасли. С помощью VR-шлемов и контроллеров, участники могут воссоздать реалистичную среду производства и тренироваться в выполнении задач, которые могут возникнуть на производстве.

Например, для буровых работников доступна VR-симуляция бурения скважины, где они могут тренироваться в манипулировании буровой установкой и принимать решения в реальном времени. Для операторов компрессорных станций доступны VR-симуляции работы на компрессорной станции и управления оборудованием. Такой подход позволяет значительно повысить качество обучения, сократить время на подготовку кадров и уменьшить риски на производстве. Кроме того, проект "VR-профессия" от Газпрома может использоваться для переквалификации и обучения новых сотрудников, что помогает ускорить процесс интеграции новых специалистов в команду. VR-симуляции не ограничиваются только обучением персонала и созданием

цифровых двойников оборудования. В некоторых случаях VR-технологии используются для создания интерактивных симуляций бурения скважин.

Этот проект позволяет создавать полностью интерактивные 3D-модели месторождений, которые можно исследовать в VR-режиме. Пользователи могут перейти в режим "бурения скважины", где они могут управлять оборудованием и процессом бурения в реальном времени.

Такие симуляции позволяют не только обучать персонал и улучшать качество работы, но и сокращать время на бурение скважин и уменьшать вероятность возникновения аварийных ситуаций. Кроме того, VR-симуляции бурения позволяют экономить на затратах на физические модели месторождений и оборудования.

Таким образом, вышеперечисленные примеры успешного использования технологий AR/VR свидетельствуют о том, что в отечественном нефтегазовом секторе данные технологии играют все более значимую роль, повышая безопасность, эффективность работы, снижая издержки и риски. Происходит цифровая трансформация: внедряются практические цифровые решения в производственные процессы, происходит интеграция инновационных платформ в существующие инфраструктуры компаний. Более того, активное внедрение и систематизация AR/VR-решений «Газпром нефтью» станут ключевым элементом цифровой трансформации большинства крупных промышленных предприятий [3].

Можно предположить, что следующим этапом в развитии технологий станет создание единого цифрового пространства. Это пространство будет выступать как комплексная экосистема для хранения, обработки и синхронизации всех данных, связанных с работой AR/VR-решений.

Литература:

1. Гаврилов С.В. AR/VR технологии в нефтегазовом бизнесе / С.В. Гаврилов, И.Р. Фахуртдинов // Передовые технологии и современные тенденции: Материалы Международной научно-методической конференции, Салават, 21–22 апреля 2022 года. – Салават: УНПЦ «Издательство УГНТУ», 2022. – С. 544-546.
2. Дмитриевский А.Н., Ерёмин Н.А. Цифровая модернизация нефтегазовой системы / А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин // Актуальные проблемы нефти и газа. 2018. Вып. 2 (21).
3. Козлова М.А. Экономический эффект от внедрения цифровых технологий в нефтегазовой промышленности / М.А. Козлова, П.В. Федосов, И.Ю. Измайлов // Российский экономический вестник 2019, Том 2, №5. – С. 226-230.
4. Полный контроль при сокращении затрат: AR/VR-технологии в нефтяной отрасли России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/tsifrovizatsiya/792744-polnyy-kontrol-pri-sokrashchenii-zatrat-ar-vr-tekhnologii-v-neftyanoy-otrasli-rossii/> (дата обращения: 18.01.2025г.)
5. Родионов А.С. Программный комплекс обучения на основе технологий дополненной реальности / А.С. Родионов, Ю.А. А.С. Жаринов, Е.В. Старцева, Н.С. Суслов, О.Ю. Шишкина // Электротехнические и информационные комплексы и системы, 2021, № 2.
6. Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли: популярный миф или объективная реальность. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.neftegazexpo.ru/common/img/uploaded/exhibitions/neftegaz/doc_2017/Neftegaz_Digest_2017.02.pdf (дата обращения: 18.01.2025г.)
7. Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения / А.В. Иванова // Стратегические решения и рискменеджмент. 2018. – №3. – С. 96–102.

8. Дополненная реальность (AR) – инновационная технология наложения виртуальной информации на реальный мир. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arpoint.ru/augmentedreality.php>
9. Дополненная реальность в строительстве. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://semark.ru/dopolnennaya-realnost-v-stroitelstve/>
10. Мухтасимов А.Д. Перспективы применения технологии дополненной реальности в индустрии архитектуры и строительства / А.Д. Мухтасимов, Д.М. Коростелева // Инновации в науке и практике. 2019.– С. 82–87
11. Разница между VR, AR и MR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dzen.ru/a/W3Xq4vg_BACo3JUI (дата обращения: 08.02.2024).
12. VR, AR и смешанная реальность: что удалось внедрить в строительстве [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://t-magazine.ru/pages/mixed-reality-2020ready//> (дата обращения: 08.02.2024).
13. Козленко Т.А., Придвижкин С.В. BIM и VR: разработка программного модуля для интеграции информационного моделирования зданий и виртуальной реальности // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2021. Т. 18, № 4(80). С. 440–449.
14. Вигер И.Н. Роль и значение технологий VR в BIM-подходе [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.remmag.ru/upload_data/files/2018-01/VR%20Concept.pdf (дата обращения: 08.02.2024).
15. Гольдин А.А. Перспективы развития технологий дополненной и виртуальной реальности в строительстве // Форум молодых ученых. 2018. № 7(23). С. 262–268.