

Применение системы смешанной реальности в современной Российской строительной компании

Б.П. Титаренко, М.А. Левиков, В.А. Романов, С.В. Глуховский

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва

Аннотация: Данная статья посвящена анализу применения программно-аппаратного комплекса (ПАК) смешанной реальности и дополненной реальности «BRIO MRS» для изучения возможности цифровизации процесса строительного контроля в рамках компании АО «СИТИ - XXI век». В статье также рассмотрено конкретное применение смешанной реальности, которое заключается в проверке хода работ по постройке реального здания и соответствия его спроектированной цифровой информационной модели (ЦИМ) при помощи программно-аппаратного комплекса для дополненной и смешанной реальности. Комплекс, описанный в данной статье, фактически использовался и используется на строительной площадке. В работе описывается процедура использования программно-аппаратного комплекса для проверки соответствия хода строительных работ и цифровой информационной модели. Принцип работы комплекса, а также перспективы, которые были обнаружены во время реализации опыта использования системы смешанной и дополненной реальности являются предметом дальнейшего исследования, также описаны в статье. В заключении, на основании проведенного исследования выясняется, какие задачи позволяет решать описанный в статье комплекс, какие у него преимущества перед аналогами и какие преимущества принесет его внедрение в деятельность современной девелоперской компании.

Ключевые слова: смешанная реальность, дополненная реальность, цифровизация, цифровая информационная модель, современные стандарты, программно-аппаратный комплекс, строительный контроль.

Введение

Строительная отрасль в мире стремительно развивается. Границы между реальными и виртуальными объектами постепенно стираются. Использование смешанной реальности в строительстве – это уже не что-то из области фантастики, а вполне применимая практика. Введение цифровых инноваций способствует ежегодной всемирной экономии денег до 20% на стадии проектирования и возведения здания и до 15% во время его эксплуатации [1]. За последние годы в России активно происходил переход с бумажных носителей информации на информационное моделирование путем

объединения ряда цифровых и физических носителей и более того, согласно постановлению «Правительства РФ от 20.12.2022 №2357» с 1 июля 2024 все новые проекты в жилищном строительстве обязаны реализовываться с использованием цифровых информационных моделей, а с 1 января 2025 года это требование распространяется на все девелоперские проекты в области долевого строительства. Также появился национальный стандарт ПНСТ 909-2024 «Требование к цифровым информационным моделям объектов непромышленного назначения. Часть 1. Жилые здания». Он вступил в силу с 1 февраля 2024 года и будет действовать в течение трех лет [2]. На основании этих предварительных норм в дальнейшем будут разработаны новые, уже обязательные к исполнению. И к ним стоит подготовиться уже сейчас.

Технологии информационного моделирования (ТИМ) стали существенным и закономерным шагом эволюции, улучшили и упростили процесс взаимодействия между участниками строительного процесса. И весь этот процесс – это этап на пути к событию, известному как «Индустрия 4.0», или четвертой промышленной революции [3]. Главной задачей государств в эту эпоху является достижение наилучшего для общества баланса между технологическим и социальным развитием. По итогам системного обновления те страны, которым удастся добиться наилучшего баланса, станут лидерами [4]. Этот процесс позволит создать более эффективную, устойчивую и инновационную строительную отрасль, позволяющую интегрировать передовые технологии. Таким образом, цифровизация играет существенную роль в строительной отрасли, помогает выявлять, оценивать и снижать риски, одновременно повышая эффективность строительных проектов.

Стоит заметить, что еще недавно работа с информационными моделями заканчивалась, как только мы отвлекались от компьютера,

телефона или планшета и попадали на строительную площадку. Технологии смешанной реальности позволяют создать голографические объекты в окружающем пространстве, что позволяет эффективнее взаимодействовать с цифровой информационной моделью здания, например, за счет дистанционного взаимодействия с участниками строительного процесса. ТИМ хорош для решения проблем формообразования, использования пространства и представления проекта. На это работают такие его особенности, как отличные инструменты визуализации и разрешение конфликтов взаимного расположения объектов [5]. Таким образом, участники могут оперативно обмениваться комментариями к голограммам и модели, оперативнее вносить правки и минимизировать ошибки на разных этапах.

Технологии цифровой реальности дают большие возможности для оптимизации процесса строительного производства, благодаря новому подходу к информационному моделированию. Эти технологии дают различным специалистам в области строительства возможность проводить планирование и проверку хода строительства непосредственно на строительной площадке “as is”.

Виртуальная реальность (virtual reality - VR) - это интерактивное, сгенерированное представление реального мира или деятельности. Для просмотра виртуальной реальности можно использовать планшет, компьютер, смартфон и другие специальные устройства.

Дополненная реальность (advanced reality - AR) “создает” цифровое окно, в котором цифровая часть накладывается на физическую среду, в которой пользователь находится.

Смешанная реальность (mixed reality - MR), по сути, сочетает в себе виртуальную и дополненную реальности. В этом случае пользователь погружен в цифровой контент, но все еще имеет возможность полноценно

взаимодействовать с окружающими его реальными объектами. С помощью MR пользователь может визуализировать проект в 3D и взаимодействовать с ним в режиме реального времени, что упрощает выявление потенциальных проблем и внесение изменений до начала строительства. MR также может помочь с проектированием и планированием, позволяя вам увидеть, как различные элементы проекта будут сочетаться друг с другом и как они будут взаимодействовать с окружающей средой. Технология MR предоставляет возможность нескольким пользователям устройств MR совместно проверять одну и ту же ТИМ модель в ходе совместной сессии, которая является важной частью принятия решений проектной командой между владельцами зданий, архитекторами, инженерами и подрядчиками [6].

Методология.

Современная строительная компания сталкивается с определенным перечнем недостатков в организации строительного процесса:

- не выдерживаются сроки работ.
- низкая скорость работы и перерасход бюджета.
- ТИМ используется не эффективно.
- усложненный процесс изучения документации.
- недостаток квалифицированного персонала
- трудоемкий и долгий процесс контроля со стороны надзорных служб.

Использование систем смешанной реальности в строительстве имеет большой потенциал и открывает разные возможности для улучшения отдельных процессов и строительного производства в целом. В рамках статьи для изучения аспектов этого процесса была выбрана платформа компании «BRIO MRS» в составе программно-аппаратного комплекса (ПАК) и сопутствующего программного обеспечения (ПО). Платформа предоставляет

инструменты работы с цифровыми данными непосредственно на строительной площадке в режиме реального времени [7].

Технология работает следующим образом: устройство имеет специализированную стереокамеру. С помощью нее создается трехмерная модель видимого пространства в реальном времени. Устройство имеет технологию комбинированного трекинга. Трекинг учитывает данные из нескольких источников: оптического трекинга (simultaneous, localization and mapping - SLAM), инерциального трекинга и радио-трекинга. Данные объединяются и с их помощью происходит позиционирование устройства в пространстве. На основании этих данных система размещает цифровые модели в реальный мир в заданных координатах и имея 3D-модель пространства, обрезает невидимые части цифровых моделей. Таким образом получается ТИМ модель, встроенная в реальный мир, где реальные и цифровые объекты имеют точки соприкосновения. Существуют разработки, которые можно охарактеризовать как конкурентов описываемого решения, такие как: “HoloLens”, “Daqri”, “Magic Leap”. Все эти решения строятся на основе очков с использованием виртуальной реальности. Эти решения имеют возможность только ручной привязки к месту, определяют свое положение в пространстве на основе оптического и инерционного трекинга и через некоторое время работы накапливают погрешность в оценке собственного местоположения и теряют точность. Также стоит заметить, что в отличие у описываемого ПАК у этих решений меньше угол обзора и отсутствует связь с системой управления информационной модели (ИМ). Кроме того, это зарубежные разработки, что в современных реалиях стоит отнести к недостаткам этих систем.

Описываемый комплекс может быть использован согласно нескольким сценариям:

1. проверка выполненных строительного-монтажных работ (СМР) на соответствие ИМ.
2. проверка качества исполнительной ИМ.
3. входной контроль ИМ.
4. постановка задачи на монтаж.
5. поддержка недельно-суточного планирования и контроля.
6. приемка объемов по ИМ.
7. удаленная инспекция.

Ниже приведен пример применения комплекса для проверки хода строительных работ в соответствии с информационной моделью строящегося здания с использованием программно-аппаратного комплекса в составе планшета и совместного ПО. Этот способ соответствует сценарию, описанному в ПНСТ 909-2024, С10.

Для знакомства с процессом применения комплекса был осуществлен выезд на строительную площадку строящегося ЖК «Сидней Сити» ГК «ФСК» в г. Москва для проведения процедуры проверки строительных работ на соответствие ИМ. По прибытии на стройплощадку, была размещена специальная графическая метка и внесена в ПО для позиционирования планшета в пространстве.

Затем выполнялась загрузка ТИМ моделей в формате IFC (Industry Foundation Classes – открытый формат обмена данными в строительной области и ТИМ, разработанный «buildingSMART») [8]. Такой формат может быть рассмотрен человеком и даже редактироваться [9]. После этого модель можно просмотреть на интерфейсе устройства. Визуализация модели происходит при помощи камеры устройства. При помощи ранее размещенной метки происходит позиционирование устройства и встраивание ТИМ модели в окружающую обстановку.

После выполнялось обследование площадки с помощью устройства и проверялось соответствие возведенных конструкций проекту, а также планирование предстоящих работ. Любой элемент ТИМ модели можно выделить для просмотра его данных, сравнения с фактическими характеристиками, расположением и привязки к нему обнаруженных нарушений. Описание нарушения содержит замечания, необходимые технические данные, а также фото и видеофиксацию в режиме различных реальностей (смешанной, дополненной, без наложения дополнительной реальности). На основании зафиксированных нарушений составляется отчет. Также нарушения могут быть выложены в облачную среду общих данных (СОД) для обработки проектировщиками.

Задачи, решаемые внедрением комплекса “BRIO MRS” для строительной компании в разрезе сценария “ТИМ-надзор”:

оперативное принятие технических решений во время строительства.

устранение коллизий и переделок.

качество объекта и исполнительной документации.

15-30% сокращение превышения сроков строительства.

В перспективе, внедрение платформы смешанной реальности системы и ее применение может облегчить переход к работе по нормам ПНСТ 909-2024.

Заключение

Компании, готовые внедрять цифровые технологии в свою работу, имеют много перспектив. Они могут повысить свою производительность и улучшить качество проектов, что может привести к увеличению доходов и росту бизнеса [10]. Рассмотрим преимущества внедрения для решения существующих проблем ПАК “BRIO MRS” для девелоперской компании

полного цикла для участников строительного процесса (результаты представлены в таблице №1).

Таблица №1.

Преимущества внедрения системы смешанной реальности для участников строительного процесса.

Застройщик	Технический заказчик	Генподрядчик	Генпроектировщик
Сокращение сроков строительства	Возможность снизить требования к квалификации сотрудников технадзора	Возможность снизить требования к квалификации сотрудников	Возможность проводить план-факт сверку на основе ИМ на строительной площадке
Создание архива с фотофиксацией отклонений и информации об их исправлении	Снижение нагрузки на специалистов технадзора	Повышение удобства контроля за процессом строительства.	Использование ТИМ модели на стадии разработки
Экономия на стоимости СМР	Контроль стройки в реальном времени	Минимизация трудозатрат	Оперативная выгрузка информации
Существенное сокращение переделок	Процесс контроля качества монтажа ускоряется	Возможность подтверждать приемку работ фотофиксацией, прикрепленной к отчету	Упрощается процесс фиксации отклонений и передачи задач проектировщикам

Преимущества платформы «BRIO MRS» заключаются в возможности интеграции в единую систему проектной документации и ведения процесса строительного производства, а также проведения приемки выполненных работ. Переход на цифровой формат данных позволит в режиме реального времени выявлять несоответствия и сократить сроки принятия

управленческих решений, сократить и автоматизировать процесс составления отчетных материалов.

Применение системы смешанной реальности может облегчить проблему с нехваткой высококвалифицированных кадров. Кроме того, одним из ключевых вопросов цифровизации строительной отрасли в России является импортозамещение. Описанный в статье опыт показывает, что в России есть готовые и постоянно обновляемые решения в области цифровизации строительной отрасли.

Литература

1. Царев А. И. Развитие BIM-технологий в европейской строительной отрасли // Инженерный вестник Дона. 2022. №11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/7999 (дата обращения: 11.02.2024).

2. BIM-технологии (рынок России). Информационное моделирование зданий и сооружений. URL: [tadviser.ru/index.php/Статья: Bim-технологии_\(рынок_России\)](http://tadviser.ru/index.php/Статья: Bim-технологии_(рынок_России)) (дата обращения: 11.02.2024).

3. Netchporchuk Y. Baskova R. Cabala J. The use of mixed reality in construction. MATEC Web of Conferences 385(22) October 2023. URL: researchgate.net/publication/375086576_The_use_of_mixed_reality_in_construction (дата обращения: 11.02.2024).

4. Юдина М.А. Индустрия 4.0 конкуренция за актуальность. Государственное управление. // Электронный вестник. 2020. №80. URL: cyberleninka.ru/article/n/industriya-4-0-konkurenciya-za-aktualnost (дата обращения: 11.02.2024).

5. Петров К.С. Кузьмина В.А. Федорова К.В. Проблемы внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологии) // Инженерный вестник Дона. 2017. №2.

URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4057 (дата обращения: 12.02.2024).

6. Huang Y. Evaluating mixed reality technology for architectural design and construction layout //Journal of Civil Engineering and Construction Technology. 2020. URL: researchgate.net/publication/341873089_Evaluating_mixed_reality_technology_for_architectural_design_and_construction_layout (дата обращения: 13.02.2024).

7. Кислухин А. Платформа смешанной реальности для строительства. URL: ict.moscow/presentation/platforma-smeshannoi-realnosti-dlia-stroitelstva/?amp& (дата обращения: 14.02.2024).

8. Зиганшин А.М., Зиганшин М.Г., Smart BIM в О и В. Информационное моделирование в отоплении и вентиляции, издание 2. 2019г. URL: kgasu.ru/customer/bim/SmartBIMinHVAC.pdf (дата обращения: 15.02.2024).

9. Каракозова И.В., Малыха Г.Г., Куликова Е.Н., Павлов А.С., Панин А.С. Организационное сопровождение BIM-технологий. URL: cyberleninka.ru/article/n/organizatsionnoe-soprovozhdenie-bim-tehnologiy (дата обращения: 15.02.2024).

10. Бутенко А. И. Развитие цифровых технологий в строительной отрасли России. // Международный научный журнал «Вестник науки». №11 (68). Том 4. Ноябрь 2023. URL: cyberleninka.ru/article/n/razvitie-tsifrovyyh-tehnologiy-v-stroitelnoy-otrasli-rossii (дата обращения: 02.03.2024).

References

1. Tsarev A. I. Inzhenernyj vestnik Dona. 2022. №11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/7999 (date assessed 11.02.2024).

2. Bim tehnologii (Rynok Rossii). Informatsionnoe modelirovanie zdaniy i sooruzheniy. [BIM technologies (Russian market). Information modeling of buildings and structures]. URL: [tadviser.ru/index.php/Stat'ya:Bim-tehnologii_\(rynok_Rossii\)](http://tadviser.ru/index.php/Stat'ya:Bim-tehnologii_(rynok_Rossii)). (date assessed: 11.02.2024).

3. Nechyporchuk Y. Baskova R. Cabala J. The use of mixed reality in construction. MATEC Web of Conferences 385(22) October 2023. URL: researchgate.net/publication/375086576_The_use_of_mixed_reality_in_construction (date assessed: 11.02.2024).

4. Yudina M.A. Industriya 4.0 konkurenciya za aktual'nost'. Gosudarstvennoe upravlenie Elektronnyy vestnik. 2020. №80. URL: cyberleninka.ru/article/n/industriya-4-0-konkurenciya-za-aktualnost (date assessed: 11.02.2024).

5. Petrov K.S. Kuz'mina V.A. Fedorova K.V. Inzhenernyy vestnik Dona. 2017. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4057 (date assessed 12.02.2024).

6. Huang Y. Evaluating mixed reality technology for architectural design and construction layout. Journal of Civil Engineering and Construction Technology. 2020. URL: researchgate.net/publication/341873089_Evaluating_mixed_reality_technology_for_architectural_design_and_construction_layout (date assessed 13.02.2024).

7. Kislukhin A. Platforma smeshannoy real'nosti dlya stroitel'stva [A mixed reality platform for construction]. URL: ict.moscow/presentation/platforma-smeshannoi-realnosti-dlia-stroitelstva/?amp&& (date assessed: 14.02.2024).

8. Ziganshin A.M., Ziganshin M.G. Smart BIM v O i V. Informatsionnoe modelirovanie v otoplenii i ventilyatsii. izdanie 2. [Smart BIM in H and V. Information modeling in heating and ventilation. Edition 2.] 2019. URL: kgasu.ru/customer/bim/SmartBIMinHVAC.pdf (date assessed 15.02.2024).

9. Karakozova I.V., Malykha G.G., Kulikova E.N., Pavlov A.S., Panin A.S. Organizatsionnoe soprovozhdenie BIM-tehnologiy. [Organizational support of BIM technologies]. URL: cyberleninka.ru/article/n/organizatsionnoe-soprovozhdenie-bim-tehnologiy (date assessed 15.02.2024).



10. Butenko A. I. Mejdunarodnyi jurnal "Vestnik nauki" №11 (68). Tom 4. November 2023. URL: cyberleninka.ru/article/n/razvitie-tsifrovyyh-tehnologiy-v-stroitelnoy-otrasli-rossii (date assessed 02.03.2024).

Дата поступления: 26.01.2024

Дата публикации: 7.03.2024