

## Современные технологии визуализации для создания и управления строительной документацией

Л. А. Максименко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск, Россия

**Аннотация.** В работе рассмотрены роль и значимость технологий визуализации данных в современном информационном обществе в контексте разработки и ведения строительной документации, развития методик оценки эффективности визуализационных инструментов в рамках строительных процессов и образования. Также освещены регуляторные аспекты применения методов визуализации, включая вопросы классификации, безопасности, конфиденциальности и этики использования данных. В исследовании темы «Современные технологии визуализации в создании и управлении строительной документацией» сделаны акценты на классификацию технологий визуализации по назначению; рассмотрены вопросы интеграции технологий в процессы создания, хранения, обмена и использования документации, включая современные методы визуализации, такие как BIM/ТИМ-моделирование, виртуальная и дополненная реальность и другие, что позволяет выделить их роль в строительной отрасли. Рассмотрена концепция создания цифрового двойника строительного объекта, которая дополнена наблюдениями за техническим состоянием строительных объектов в период их эксплуатации, с акцентом на роль геодезического обеспечения и инструментального мониторинга. Показано, что визуализации для сбора, хранения и обработки данных становятся все более доступными и масштабируемыми с развитием облачных вычислений и цифровых потоков 3D-моделирования.

**Ключевые слова:** строительная документация, визуализация данных, классификация, методы визуализации, BIM-модель здания, цифровой двойник, инженерный BIM, информационные ресурсы, геоинформационные системы, документооборот, генеративный дизайн.

## Modern visualization technologies in the creation and management of construction documentation

L. A. Maksimenko

Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russia

**Abstract.** The article examines the role and importance of data visualization technologies in the modern information society in the context of the development and maintenance of construction documentation. Regulatory aspects of the application of visualization methods are also highlighted, including issues of classification, security, confidentiality and ethics of data use. The study of the topic "Modern visualization technologies in the creation and management of construction documentation" focuses on the classification of visualization technologies by purpose; The issues of technology integration into the processes of creating, storing, exchanging and using documentation, including modern visualization methods such as BIM modeling, virtual and augmented reality, and others, are considered, which makes it possible to highlight their role in the construction industry. The concept of creating a digital twin of a construction site is being considered, which is complemented by observations of the technical condition of construction sites during their operation, with an emphasis on the role of geodetic support and instrumental monitoring. It is shown that visualizations for data collection, storage and processing are becoming more accessible and scalable with the development of cloud computing and digital 3D modeling streams.

**Keywords:** construction documentation, data visualization, classification, visualization methods, BIM building model, digital twin, engineering BIM, information resources, geoinformation systems, document management, generative design.

### Введение

Актуальность темы «Современные технологии визуализации в создании и управлении строительной документацией» обусловлена быстрым развитием информационных технологий и их внедрением в строительную отрасль, что в условиях постоянного усиления требований к точности, эффективности и прозрачности процессов проектирования, строительства и эксплуатации объектов, становится необходимым для повышения качества работы и сокращения временных затрат. В условиях глобальной цифровизации и автоматизации работы в строительстве применение современных технологий визуализации становится ключевым фактором повышения конкурентоспособности и инновационности компаний, а также обеспечивает более эффективное взаимодействие между проектировщиками, строителями и заказчиками. Новизна и актуальность темы обусловлены значительным прогрессом в области информационных технологий и их внедрением в строительную

отрасль. В отличие от ручных методов, которые основываются на двумерных чертежах, бумажной документации и устаревших подходах, современные технологии позволяют создавать точные трёхмерные модели, использовать виртуальную и дополненную реальность, автоматизированные системы генерации документации и облачные платформы для совместной работы. В условиях перехода строительной отрасли на цифровые методы ведения проектов актуальность работы определена потребностью комплексной подготовки специалистов не только для работы с современным программным обеспечением, но и связана с разработкой и апробацией в образовательном процессе методик и инструментов, основанных на технологиях визуализации, для формирования у обучающихся навыков работы с цифровой строительной документацией. Дальнейшая разработка темы позволит не только повысить технологическую эффективность строительных процессов, но и значительно улучшить качество, прозрачность и управление проектами, что актуально в условиях современного строительства и цифровой трансформации отрасли.

### **Постановка задачи**

Цель исследования состояла в определении роли и эффективности современных технологий визуализации в процессе создания и управления строительной документацией различного назначения, а также оценке их влияния на эффективность, точность и качество строительных процессов. В задачи исследования входили вопросы анализа существующих классификаций технологий визуализации, объединения их в единую схему для разработки рекомендаций по выбору методов визуализации на различных этапах оформления строительной документации. Рассмотрены вопросы интеграции технологий в процессы создания, хранения, обмена и использования строительной документации, включая современные методы визуализации, такие как BIM/ТИМ-моделирование, виртуальная и дополненная реальность и другие, что позволяет выделить их роль в строительной отрасли.

Актуальность работы в условиях перехода строительной отрасли на цифровые методы ведения проектов связана с существующими запросами на подготовку специалистов не только для работы с программным обеспечением, но и для приобретения навыков оформления и документирования результатов работы в соответствии с требованиями отечественных стандартов. В связи с введением распоряжения Правительства РФ от 21 декабря 2021 г. № 3759-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации науки и высшего образования» [1] рассматриваются способы применения метода визуализации информации с использованием программных комплексов генеративного дизайна с элементами искусственного интеллекта, диаграмм и дашбордов в рамках обновления и расширения учебного процесса.

### **Теория**

Строительная документация, как исторически сложилось, представляет собой набор графических и текстовых документов, которые описывают все этапы строительства объекта. В последнее время появилась концепция строительства без бумажных технологий, основанная на компьютерных визуализациях, но, как показывает опыт, практическая реализация проекта невозможна без чертежей, расчетов, смет, планов по организации работ и других документов. Переход к безбумажным технологиям предъявляет высокие требования не только к материальной базе, но и требует переосмысления в мировоззрении и восприятии электронной документации. Строительная документация обеспечивает контроль над всеми этапами строительства, помогает согласовывать действия всех специалистов и служб и гарантирует, что на каждом этапе строительства соблюдаются стандарты качества. По проектной документации все участники проекта работают с одной и той же информацией. К основным видам строительной документации относят проектную документацию, генеральный план, архитектурные решения, конструктивную часть, разделы по инженерным системам, сметную документацию, проект организации строительства (ПОС), проект производства работ (ППР). В настоящее время большое внимание отводится разработке эксплуатационной документации, в качестве обязательного документа требуется разработка электронного паспорта.

Применявшаяся ранее традиционная подготовка всех видов проектной документации, разрабатываемая вручную или с минимальной помощью цифровых инструментов постепенно

вытесняется новыми инструментами и технологиями. Основными проблемами «ручного» подхода были большие временные затраты, отсутствие единого информационного пространства, трудности с актуализацией данных и другие. Следует отметить, что эскизирование, технический рисунок и некоторые другие формы «ручной» графики до сих пор актуальны и востребованы.

С развитием компьютерной графики и техники воспроизводства строительной документации все большее развитие получают методы, позволяющие преобразовывать данные, информацию или абстрактные концепции в визуальные формы, такие как графики, диаграммы, карты, трёхмерные модели и другие изображения. Совокупность таких методов можно определить как технологии визуализации, основная цель которых – упростить восприятие сложных данных, выявить закономерности, тенденции и связи, а также сделать информацию более доступной и понятной для пользователей. Общая классификация визуализации на современном этапе представлена на рисунке 1.

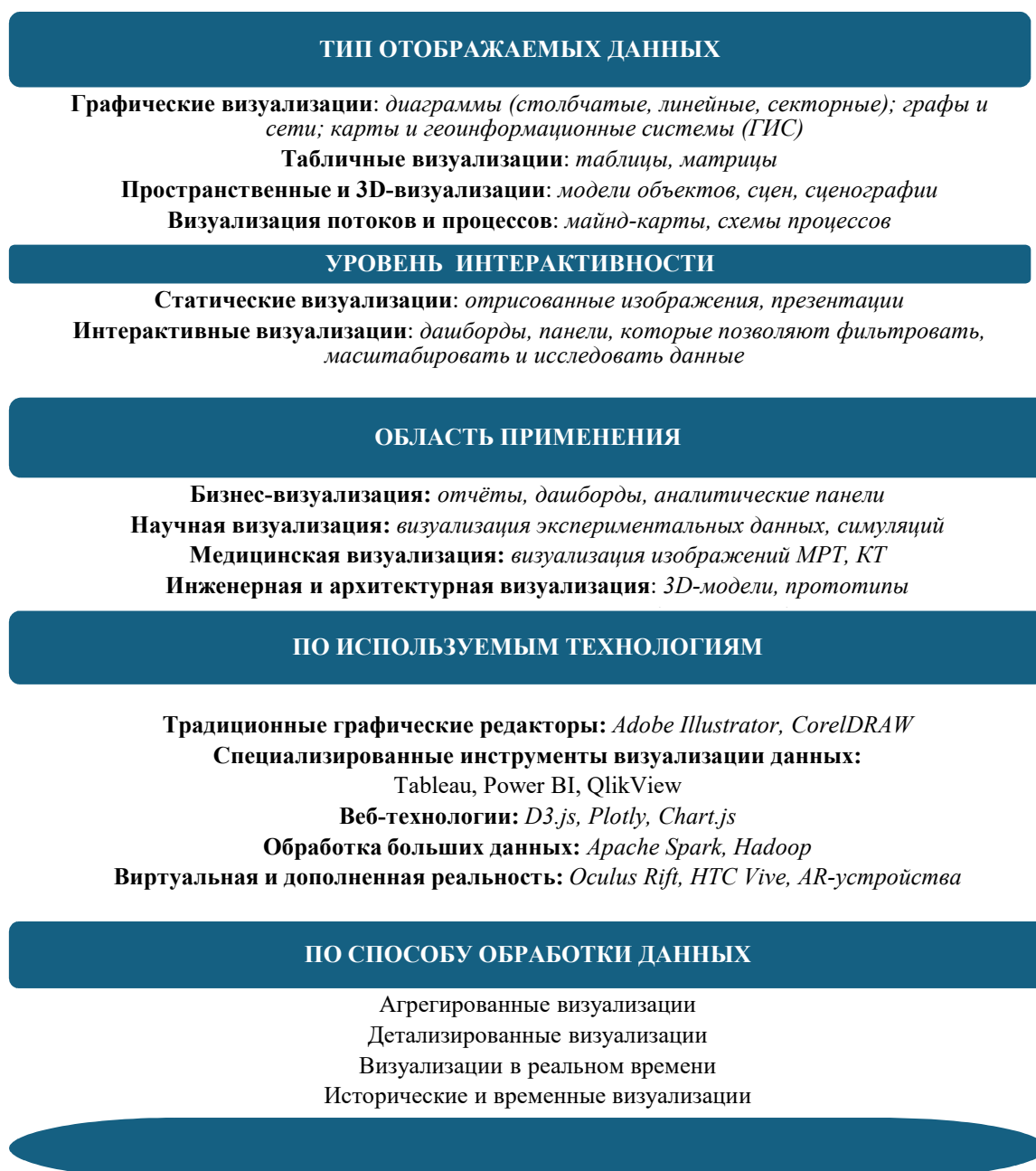


Рисунок 1. Классификация методов визуализации

Приведенная классификация методов визуализации помогает понять разнообразие методов и инструментов, выбрать наилучший вариант для решения задач в конкретной области.

### Результаты экспериментов

Отечественные инструменты цифровой визуализации для разработки и мониторинга строительной документации создаются в программных комплексах. BIM-модель здания содержит всю необходимую документацию о проекте в 3D-формате, что позволяет объединить все инженерные системы и конструктивные решения, управлять замечаниями и комментариями к проекту прямо в модели, согласовывать материалы и принимать работы прямо на стройплощадке. Вся строительная документация (проектная, рабочая, исполнительная, сметная, расход материалов и другие документы) оказывается собрана в едином информационном пространстве.

Выбор программного обеспечения для создания чертежей зависит от задач и опыта пользователя. Существуют как платные, так и бесплатные программы, а также онлайн-сервисы. Как уже отмечалось выше, при переходе строительной отрасли на цифровые методы ведения работы появляется необходимость разработки и апробации в образовательном процессе методик и инструментов, основанных на технологиях визуализации, для формирования у обучающихся навыков работы с цифровой строительной документацией.

Кадастровая деятельность представляет собой информационное пространство, наполненное в том числе архитектурно-строительными данными об объектах недвижимости. Продвигаемые идеи создания 3D-кадастра до сих пор не находят конкретных решений в законодательстве, поскольку проблемы регистрации прав и учета объектов недвижимости в большинстве случаев успешно решаются по 2D-строительной документации.

При подготовке специалистов по направлению «Землеустройство и кадастры» применяются пространственные и 3D-визуализации, реализованные в отечественном программном обеспечении. Наиболее востребованным из них является NanoCAD – российская проприетарная САПР-платформа для Windows, разработанная компанией «Нанософт разработка». Она позволяет создавать рабочую документацию и чертежи, поддерживает формат DWG благодаря интерфейсу, схожему с AutoCAD, и имеет открытый API для разработки специализированных решений. NanoCAD предлагает широкий спектр полезных и уникальных функций, делающих его привлекательным выбором для пользователей. Помимо основного функционала, платформа nanoCAD включает в себя несколько независимо лицензируемых встроенных модулей: СПДС, Механика, Растр, Организация, Топоплан, Строительство, 3D-инструменты и другие. Программный комплекс nanoCAD Инженерный BIM состоящий из шести профессиональных инструментов, предназначенный для инженеров-проектировщиков, активно внедряется и в учебный процесс. Структура комплекса nanoCAD Инженерный BIM представлена на рисунке 2, в состав комплекса входит платформа nanoCAD.

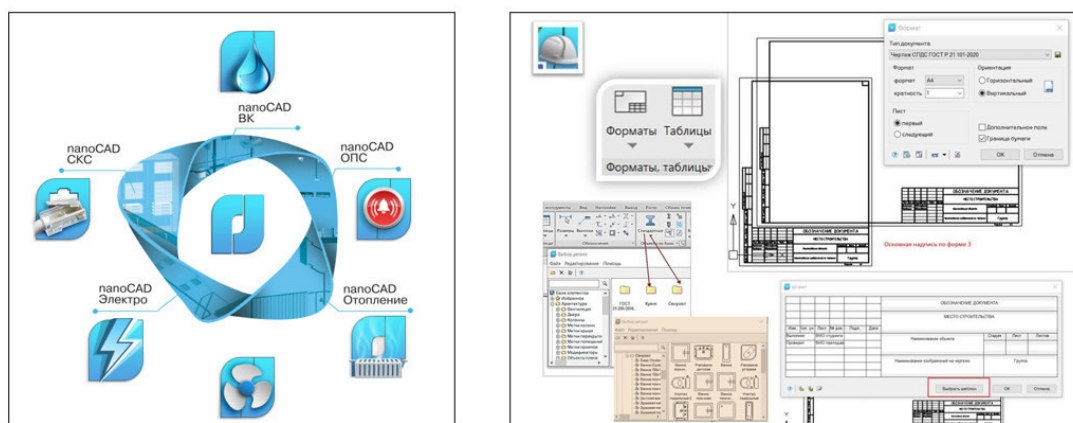


Рисунок 2. Структура комплекса nanoCAD Инженерный BIM и СПДС

Графическая визуализация поэтажных планов является частью цифровой модели здания, служит связующим элементом между концепцией проекта, его реализацией и последующим использованием здания в эксплуатационный период. Выполнение поэтажных планов в графических редакторах имеет свои особенности. В NanoCAD, для выполнения строительных чертежей разработан лицензируемый встроенный модуль СПДС. Следует отметить, что модуль СПДС представляет пользователям эффективные инструменты, позволяющие выполнять эту рутинную работу за очень небольшой промежуток времени. Работа в редакторе NanoCAD предполагает соблюдение определенной последовательности действий при выполнении строительной документации. Графический редактор позволяет создавать трехмерные модели, включая модели строительных объектов. В настоящее время чертежи часто выполняются с использованием различных рабочих пространств редактора. Наиболее распространенный и простой способ – черчение непосредственно в пространстве модели, где размеры элементов соответствуют их реальным размерам. В этом случае необходимо масштабировать элементы оформления, такие как линии, размерные стили и рамки с основной надписью.

Российская BIM-система Renga также востребована в образовательной среде для интегрированного проектирования. ПО Renga обладает необходимой функциональностью, интуитивно-понятным интерфейсом и доступной стоимостью. Документация, создаваемая в программе, соответствует используемой в России нормативно-технической документации. Информационная модель объекта строительства используется на всем его жизненном цикле. Благодаря Renga Collaboration Server, входящему в состав системы, все участники проектной группы могут совместно работать над единым проектом в режиме реального времени. Визуальная цифровая информационная модель, созданная в Renga, может быть использована на протяжении всего жизненного цикла объекта, включая этапы проектирования, прохождения экспертизы, строительства и эксплуатации.

В настоящее время в связи с появлением на рынке информационных услуг большого количества программного обеспечения становится актуальной задача обмена данными между различными программами. Наиболее распространенным становится формат данных IFC. IFC (Industry Foundation Classes) — открытый формат файлов, не зависящий от производителя и обеспечивающий совместимость отдельных приложений в строительной отрасли. Это схема или спецификация, которая предоставляет общую информацию для сбора всей BIM-информации на протяжении всего жизненного цикла здания. Основные характеристики формата IFC – совместимость с практически всеми известными САПР-программами; структуризация данных и стандартизация требований. Объекты принадлежат к различным классам и имеют четкую иерархию; формат IFC позволяет создавать индивидуальные копии BIM-моделей, отражающие её состояние на определённый момент времени. Эти копии (контрольные точки) могут быть привязаны к конкретным пользователям, что упрощает отслеживание изменений и ответственности, анализ данных. Формат IFC при выгрузке формирует файлы журнала, в которых скрыто много полезной информации; осуществляет контроль потоков информации. Формат позволяет контролировать информацию, время и сроки строительства, материальные средства. IFC – широко распространенный формат данных, совместимый с большинством популярных САПР-систем. Это позволяет обмениваться данными при работе в разных программах.

Интеграция данных в формат IFC позволяет производить обмен информацией между программами разных разработчиков, поддерживающими технологию информационного моделирования зданий. Процессы генерации 2D-чертежей из 3D-моделей широко используются в практике проектирования для подготовки документации к производству или реализации проектов. Современные САД-программы содержат встроенные инструменты, которые позволяют строить 3D-модели и автоматически генерировать плоские 2D-чертежи, связанные с 3D-моделью. Автоматизированные процессы снижают риски ошибок при создании изображений, а также 2D-чертежи, связанные с 3D-моделью, облегчают редактирование и изменение документации.

Бумажные оригиналы строительной документации с помощью цифровой фотографии и сканирования могут быть легко и быстро переведены в электронные форматы. Задача преобразования растровых планов зданий в векторные форматы на сегодняшний день остается актуальной и востребованной при подготовке графической части технических планов зданий, подготовке

технических паспортов для объектов недвижимости различного назначения. Этот процесс является также важным этапом в архитектурном проектировании, строительстве и управлении объектами недвижимости. Преобразование растровых планов зданий в векторные форматы является востребованным для повышения эффективности работы с инвентаризационной документацией, автоматизации процессов и обеспечения высокого качества проектных и эксплуатационных документов и изображений. Растровые планы обычно получают путём сканирования бумажных чертежей или фотографий, что ограничивает их дальнейшее использование и редактирование.

Процесс конвертации изображений, основанных на пикселях, в векторные графические форматы, использующие математические описания линий, кривых и фигур, требует, как правило, проведения дополнительных работ, таких как, обрезка, очистка и коррекция исходного растрового изображения (например, удаление шума, повышение контрастности) для лучшей точности распознавания. Очевидные преимущества векторных изображений – масштабируемость, редактируемость, совместимость и интеграция, упрощение обмена информацией. Векторные файлы занимают меньше места и лучше подходят для долгосрочного хранения и документации. При преобразовании растровых изображений в векторные форматы помимо автоматических настроек распознавания изображений, таких как запуск функции автоматического векторизатора, которая анализирует контуры, цвета и границы на изображении, возможна ручная корректировка для повышения точности и устранения ошибок.

Эксплуатационный период жизненного цикла объекта недвижимости, как правило, сопровождается изменениями. Изменения объекта недвижимости без документального отражения приводят к недостоверности и устареванию технической документации. Цифровая модель, дополненная актуальной информацией о текущем состоянии, выходит на новый качественный уровень визуализации путем создания цифрового двойника объекта. Актуальность исследования возможностей применения цифрового двойника (англ. digital twin) привлекает всё больше внимания, так как даёт возможность создавать интегрированную цифровую копию физического здания, которая собирает данные в реальном времени и моделирует его поведение для мониторинга, анализа и управления. Современные методы наблюдений позволяют дать объективную и точную оценку состояния здания на различных стадиях его эксплуатационного периода. Разработка и внедрение мониторинговых систем инженерных конструкций повышает эффективность использования информации. Общий вид системы мониторинга здания [5] представлен на рисунке 3.

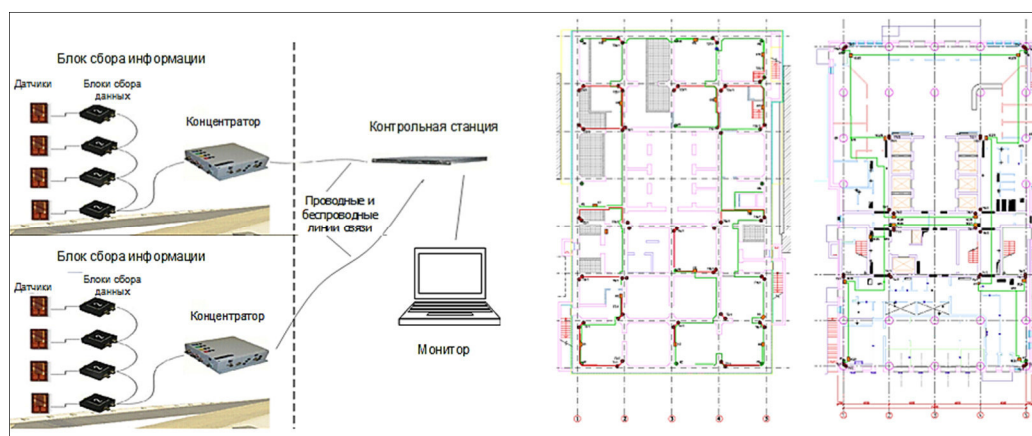


Рисунок 3. Система поэтажной расстановки датчиков

Геодезические наблюдения имеют критически важное значение для здания и состоят в периодическом измерении высотных положений нивелировочных марок относительно реперов и в сопоставлении результатов измерений, проводимых в различные периоды времени. Обоснованием для геодезического мониторинга являются нормативные документы [9]. Одним из эффективных и современных методов создания цифрового двойника объекта на определенный период времени является лазерное сканирование. При этом облако точек передает информацию о точной геометрии

здания (фасады, стены, перекрытия, колонны, лестницы, инженерные сети), происходит обнаружение деформаций, трещин, участков износа и неплотностей. В результате обработки данных реализуется возможность as-built BIM-модели и извлечения чертежей (планы, разрезы, фасады) и 3D-модели для анализа. Состояние здания на момент обследования сохраняется в цифровом архиве. На кафедре ГиИН СГУГиТ в настоящее время происходит активное внедрение технологий лазерного сканирования в учебный процесс. Разработана методика фасадной съемки на базе современных цифровых тахеометров Trimble, Nikon, Leica и других.

Одним из источников формирования технической документации для обновления цифрового двойника объекта выступают результаты проведения технической инвентаризации. К обновляемой информации в период эксплуатации здания относятся сведения о перепланировках и переоборудовании помещений, стоимость и перечень услуг по управлению имуществом в многоквартирных домах, информация о жилищном фонде и другие сведения. Предполагается перевод эксплуатационной документации в электронный вид на портал ГИС ЖКХ. Но в настоящее время наблюдается ограниченное применение современных российских геоинформационных технологий для обработки пространственных данных и, как следствие, существуют различия в подходах управления пространственными данными, а также несогласованность при их учете, использовании и управлении. В связи с этим предлагается добавить, помимо технической документации, и картографическую подложку для отображения данных на ней, чтобы портал ГИС ЖКХ стал полноценным геоинформационным сервисом.

В результате рассмотрения основных аспектов визуализации технической документации на объекты недвижимости и плюсов применения геоинформационных систем в цифровой документооборот можно сделать вывод о том, что такая интеграция с учетом программ генеративного искусственного интеллекта является перспективным направлением. Внедрение ГИС, карт и интерактивных панелей в управление технической документацией недвижимости служит для наглядного представления данных об объектах недвижимости, их состояния и связей, упрощает восприятие и анализ информации, может стать важным шагом в совершенствовании процессов управления недвижимостью, поможет повысить эффективность работы с данными, улучшит принятие решений и упростит доступ к необходимой информации для заинтересованных сторон.

### **Обсуждение результатов**

Современные технологии визуализации в формировании строительной документации предоставляют возможность создания единой информационной среды, где вся документация интегрируется и синхронизируется в реальном времени. Такие решения, как информационное моделирование зданий (ТИМ/BIM), облачные хранилища, автоматизированные системы расчетов и электронные платформы для согласования документов, помогают значительно сократить время на подготовку, облегчить выполнение документации по строительству, снизить вероятность ошибок. Технологии визуализации играют ключевую роль в создании и управлении строительной документацией, повышая точность, эффективность и качество проектных решений.

Наиболее актуальными и перспективными технологиями, используемыми в строительстве, являются:

- блокчейн и цифровые двойники;
- 3D – 6D-моделирование (BIM – Building Information Modeling);
- виртуальная и дополненная реальность (VR и AR);
- фотограмметрия и лазерное сканирование (LiDAR);
- облачные платформы и совместная работа;
- искусственный интеллект и генеративный дизайн в визуализации строительных проектов;
- интерактивные презентации и визуализации.

Эти технологии позволяют не только ускорить процесс формирования строительной документации, но и повысить ее качество, снизить риски ошибок и обеспечить более эффективное управление проектами на всех этапах строительства. Несмотря на существующие вызовы, такие как необходимость в специализированном программном обеспечении и обучение персонала, преимущества применения 3D-моделей значительно перевешивают недостатки. Стремительное



развитие технологий искусственного интеллекта откроет новые возможности для их применения в различных областях, в том числе и 3D-кадастре.

### Заключение

Настоящее исследование подтвердило актуальность применения современных технологий визуализации в процессе создания и управления строительной документацией различного назначения. Анализ существующих методик и инструментов позволил сформировать схему выбора способов визуализации на разных этапах оформления документации. Рассмотрение вопросов интеграции современных технологий в процессы создания, хранения, обмена и использования данных продемонстрировало потенциал BIM/ТИМ-моделирования, виртуальной и дополненной реальности и других методов для повышения эффективности, точности и качества строительных работ. Расширение применения BIM/ТИМ-моделирования, VR/AR и связанных визуализационных инструментов в образовательной деятельности и реальном секторе повышает уровень подготовки специалистов к цифровой трансформации, соответствует требованиям стандартов и распоряжению правительственных документов [13]. Также можно отметить, что необходимо развивать практики подготовки кадров, адаптировать учебные программы под современные методики визуализации и продолжать исследовательскую работу по взаимодействию BIM, GIS и визуализационных платформ, включая оценку пользовательского опыта и производительности систем. Целесообразно сосредоточиться на углубленном анализе совместимости стандартов данных и развитии методик оценки эффективности визуализационных инструментов в рамках строительных процессов и образования.

### Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 21 декабря 2021 г. № 3759-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации науки и высшего образования». Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
2. Об информации, информационных технологиях и о защите информации: Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ (ред. от 14.07.2022). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
3. Стандарты графических символов, используемые для технической документации на продукцию. <https://www.muayene.com/ru/standartlar/genellemeler-terminoloji-standardizasyon-dokumantasyon-standartlari/grafik-sembooller-standartlar/teknik-urun-dokumantasyonlari-icin-kullanilan-grafik-sembooller-standartlari>
4. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 56907-2016. Бережливое производство. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
5. Единая система конструкторской документации. Общие требования к ГОСТ 2.301-2.321. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
6. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. ГОСТ 2.105-2019. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
7. Интеграция геоинформационных систем в управление технической документацией недвижимости / Л. А. Максименко, Е. С. Агеев, А. С. Лаптева, И. М. Макарихина // Наука и социум : материалы научно-практических конференций АНО ДПО "СИППИИС", Новосибирск, 15 мая 2025 года. Новосибирск: Сибирский институт практической психологии, педагогики и социальной работы, 2025. С. 67-73. EDN IUKUJS.
8. Каталог визуализации данных. Режим доступа: <https://datavizcatalogue.com/RU/>.
9. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. ГОСТ Р 21.101-2020. Дата актуализации: 01.01.2021. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
10. Федотова В. С. Профессиональная подготовка будущих специалистов в области кадастрового учета и регистрации прав к графической визуализации объектов недвижимости // Педагогика. Вопросы теории и практики.
11. Максименко Л. А. Сбор и обработка кадастровой информации в сфере управления недвижимым имуществом. DOI: 10.33764/2411-1759-2024-29-1-118-126 // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2024. Т. 29, № 1. С. 118–126.
12. Приказ Минцифры России от 18.01.2023 № 21 «Об утверждении Методических рекомендаций по переходу на использование российского программного обеспечения, в том числе на значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, и о реализации мер, направленных на ускоренный переход органов государственной власти и организаций на использование российского программного обеспечения в Российской Федерации».