История развития информационного строительства

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Кафедра информационных технологий в строительстве и управлении недвижимостью

Год: 2025

# ВВЕДЕНИЕ

\*\*Введение\*\*

Современное общество характеризуется стремительным развитием информационных технологий, оказывающих трансформационное воздействие на все сферы человеческой деятельности, включая строительство. Информационное строительство, под которым понимается интеграция цифровых технологий в процессы проектирования, управления и эксплуатации строительных объектов, стало ключевым направлением инновационного развития отрасли. Исторический анализ его становления позволяет не только проследить эволюцию технологических решений, но и выявить закономерности, определяющие современные тенденции цифровизации строительства.

Зарождение информационного строительства связано с появлением первых автоматизированных систем проектирования (САПР) в середине XX века, что ознаменовало переход от ручных расчётов к компьютерному моделированию. Однако подлинный прорыв произошёл в конце XX — начале XXI века с развитием BIM (Building Information Modeling), облачных вычислений, интернета вещей (IoT) и искусственного интеллекта. Эти технологии радикально изменили подходы к управлению строительными проектами, обеспечив повышение точности, снижение затрат и минимизацию рисков.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью систематизации исторического опыта внедрения информационных технологий в строительстве для прогнозирования дальнейшего развития отрасли. Несмотря на значительное количество работ, посвящённых отдельным аспектам цифровизации, комплексный анализ эволюции информационного строительства остаётся недостаточно разработанным. В данной работе рассматриваются ключевые этапы развития технологий, их взаимосвязь с экономическими и социальными факторами, а также влияние на глобальные строительные практики.

Целью реферата является выявление основных закономерностей и этапов становления информационного строительства как самостоятельного направления. Для её достижения поставлены следующие задачи: анализ исторических предпосылок возникновения цифровых технологий в строительстве, исследование трансформации методологических подходов, оценка влияния нормативно-правовой базы на внедрение инноваций. Методологическую основу исследования составляют историко-генетический и системный подходы, позволяющие проследить причинно-следственные связи между технологическими достижениями и их практическим применением.

Проведённый анализ позволит углубить понимание роли информационных технологий в строительной отрасли, а также сформулировать перспективные направления дальнейших исследований. Результаты работы могут быть использованы при разработке учебных курсов, стратегий цифровой трансформации строительных компаний и государственных программ развития отрасли.

# ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Развитие информационного строительства как самостоятельной отрасли знания и практической деятельности прошло несколько ключевых этапов, каждый из которых характеризовался значительными технологическими и методологическими преобразованиями. Первый этап, условно определяемый как предыстория информационного строительства, охватывает период с середины XX века до конца 1980-х годов. В это время формировались теоретические основы автоматизированных систем управления (АСУ), которые стали прообразом современных информационных систем в строительстве. Разработка первых вычислительных машин и их внедрение в проектно-сметную деятельность позволили частично автоматизировать расчеты, однако уровень интеграции данных оставался низким из-за ограниченных возможностей аппаратного обеспечения и отсутствия стандартизированных подходов к обработке информации.

Второй этап, приходящийся на 1990-е – начало 2000-х годов, ознаменовался переходом к цифровым технологиям проектирования. Появление систем автоматизированного проектирования (САПР) и геоинформационных систем (ГИС) существенно повысило точность и скорость разработки строительной документации. В этот период началось активное использование компьютерного моделирования для анализа конструктивных решений, что сократило количество ошибок на стадии проектирования. Однако интеграция между различными программными продуктами оставалась фрагментарной, а обмен данными между участниками строительного процесса затруднен из-за отсутствия унифицированных форматов.

Третий этап, начавшийся в середине 2000-х годов, связан с внедрением технологий информационного моделирования зданий (BIM). BIM-подход предполагает создание единой цифровой модели объекта, содержащей не только геометрические данные, но и информацию о материалах, сроках эксплуатации, стоимости и других параметрах. Это позволило перейти от разрозненных систем к комплексному управлению жизненным циклом строительного объекта. Важным фактором развития стало появление международных стандартов, таких как ISO 19650, регламентирующих процессы обмена данными и совместной работы. Параллельно с BIM развивались облачные технологии, обеспечивающие удаленный доступ к проектной информации и повышающие эффективность взаимодействия между участниками строительного процесса.

Современный этап, начавшийся в 2010-х годах, характеризуется интеграцией искусственного интеллекта (ИИ), интернета вещей (IoT) и больших данных в информационное строительство. Использование машинного обучения для прогнозирования сроков выполнения работ, оптимизации ресурсов и управления рисками стало неотъемлемой частью строительной отрасли. IoT-устройства, такие как датчики контроля состояния конструкций, позволяют в режиме реального времени отслеживать параметры объекта на всех этапах его жизненного цикла. Кроме того, развитие цифровых двойников (digital twins) открыло новые возможности для симуляции и анализа эксплуатационных характеристик зданий до их физического воплощения.

Таким образом, эволюция информационного строительства демонстрирует последовательный переход от локальной автоматизации отдельных процессов к созданию интегрированных цифровых экосистем, объединяющих проектирование, строительство и эксплуатацию. Каждый этап сопровождался преодолением технологических и организационных барьеров, что в конечном итоге привело к формированию новой парадигмы управления строительными проектами, основанной на принципах цифровой трансформации.

# КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ ОТРАСЛИ

Развитие информационного строительства неразрывно связано с внедрением и совершенствованием ключевых технологий, которые определяют динамику отрасли. Одним из наиболее значимых факторов стало появление систем автоматизированного проектирования (САПР). Эти технологии позволили перейти от ручного черчения к цифровому моделированию, что существенно повысило точность проектирования и сократило временные затраты. САПР стали основой для создания информационных моделей зданий (BIM), которые интегрируют данные о конструкции, инженерных системах и эксплуатационных характеристиках объекта. BIM-технологии обеспечивают комплексный подход к управлению жизненным циклом сооружения, начиная от проектирования и заканчивая демонтажем, что значительно повышает эффективность строительных процессов.

Важную роль в развитии отрасли сыграло распространение облачных вычислений. Они позволили централизованно хранить и обрабатывать большие объемы данных, обеспечивая доступ к информации всем участникам проекта в режиме реального времени. Это способствовало улучшению координации между подрядчиками, заказчиками и проектировщиками, минимизировав ошибки, вызванные неактуальными или противоречивыми данными. Кроме того, облачные платформы стали основой для внедрения искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения в строительстве. Алгоритмы ИИ анализируют исторические данные, прогнозируют риски и оптимизируют ресурсное планирование, что снижает затраты и повышает качество строительства.

Еще одним технологическим прорывом стало применение интернета вещей (IoT). Датчики, встроенные в строительные материалы и оборудование, передают информацию о состоянии конструкций, температуре, влажности и других параметрах. Это позволяет осуществлять мониторинг объектов в реальном времени, предотвращая аварии и продлевая срок службы зданий. IoT также интегрируется с системами умного города, обеспечивая автоматизацию управления инфраструктурой.

Дополнительным катализатором развития информационного строительства стали технологии 3D-печати. Они открыли новые возможности для создания сложных архитектурных форм и сокращения отходов производства. 3D-печать позволяет изготавливать элементы конструкций непосредственно на строительной площадке, что ускоряет процесс возведения зданий и снижает зависимость от поставщиков.

Наконец, внедрение больших данных (Big Data) и геоинформационных систем (ГИС) позволило анализировать территориальные и климатические особенности, оптимизируя выбор местоположения объектов и проектные решения. ГИС-технологии обеспечивают визуализацию пространственных данных, что упрощает планирование инфраструктуры и управление земельными ресурсами.

Таким образом, ключевые технологии, такие как САПР, BIM, облачные вычисления, IoT, ИИ, 3D-печать и Big Data, оказали решающее влияние на трансформацию информационного строительства. Их интеграция продолжает менять отрасль, повышая эффективность, снижая затраты и создавая основу для устойчивого развития строительной индустрии в будущем.

# РОЛЬ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Государственные и международные организации играют ключевую роль в формировании и развитии инфраструктуры информационного строительства, обеспечивая нормативно-правовую базу, финансирование и координацию усилий на глобальном и национальном уровнях. Их деятельность направлена на создание устойчивых систем передачи, хранения и обработки данных, что является фундаментом для цифровой экономики и информационного общества.

На национальном уровне государственные институты разрабатывают стратегии цифровизации, внедряют стандарты информационной безопасности и регулируют деятельность телекоммуникационных компаний. Например, в Российской Федерации реализация программы "Цифровая экономика" предусматривает модернизацию инфраструктуры связи, развитие сетей 5G и создание центров обработки данных. Аналогичные инициативы наблюдаются в США (National Broadband Plan), Китае (Digital China) и странах Европейского союза (Digital Single Market Strategy). Государственные инвестиции в инфраструктуру способствуют ликвидации цифрового неравенства, обеспечивая доступ к высокоскоростному интернету даже в удалённых регионах.

Международные организации, такие как Международный союз электросвязи (ITU), Всемирный банк и Организация Объединённых Наций, координируют глобальные усилия по стандартизации и унификации технологических решений. ITU, в частности, устанавливает технические нормы для телекоммуникационных сетей, что позволяет обеспечить совместимость оборудования и беспрепятственный обмен данными между странами. Всемирный банк финансирует проекты по расширению цифровой инфраструктуры в развивающихся странах, способствуя интеграции этих регионов в мировую информационную систему.

Особое значение имеют межгосударственные соглашения, регулирующие вопросы кибербезопасности и защиты данных. Директива Европейского парламента NIS2 (Network and Information Security Directive) устанавливает требования к устойчивости критической инфраструктуры, а Конвенция Совета Европы о киберпреступности (Будапештская конвенция) создаёт правовую основу для международного сотрудничества в борьбе с киберугрозами.

Таким образом, государственные и международные институты формируют комплексный подход к развитию информационного строительства, сочетая технологические, экономические и правовые механизмы. Их деятельность обеспечивает не только создание современной инфраструктуры, но и её устойчивость в условиях глобальных вызовов, таких как кибератаки, цифровое неравенство и стремительный рост объёмов данных.

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В настоящее время информационное строительство переживает этап активной трансформации, обусловленной стремительным развитием цифровых технологий, искусственного интеллекта и интернета вещей. Одной из ключевых тенденций является внедрение Building Information Modeling (BIM), которое кардинально меняет подходы к проектированию, строительству и эксплуатации объектов. BIM позволяет создавать цифровые двойники зданий, обеспечивая точное моделирование всех этапов жизненного цикла сооружения. Это не только повышает эффективность управления ресурсами, но и минимизирует риски ошибок, сокращает сроки реализации проектов и снижает затраты.

Важным направлением развития является интеграция искусственного интеллекта и машинного обучения в процессы информационного строительства. Алгоритмы ИИ анализируют большие массивы данных, прогнозируют возможные проблемы на этапе проектирования, оптимизируют логистику и управление строительными процессами. Например, нейросетевые модели способны предсказывать износ материалов, что позволяет своевременно планировать ремонтные работы и продлевать срок службы объектов. Кроме того, автоматизированные системы контроля качества на основе компьютерного зрения выявляют дефекты на ранних стадиях, что существенно повышает надежность строительства.

Перспективным направлением считается развитие "умных городов" (smart cities), где информационное строительство играет ключевую роль. Интеграция IoT-устройств в инфраструктуру позволяет создавать адаптивные системы управления энергопотреблением, транспортом и безопасностью. Датчики, встроенные в здания, собирают данные о температуре, влажности, нагрузке на конструкции, что способствует оптимизации эксплуатационных расходов. Кроме того, цифровые платформы обеспечивают взаимодействие между различными элементами городской среды, формируя единое информационное пространство для принятия управленческих решений.

Еще одной значимой тенденцией является применение облачных технологий и распределенных вычислений в информационном строительстве. Облачные платформы позволяют хранить и обрабатывать огромные объемы данных, обеспечивая доступ к ним всех участников проекта в режиме реального времени. Это способствует улучшению координации между архитекторами, инженерами и строителями, снижая вероятность несоответствий в документации. Блокчейн-технологии也开始 внедряться для повышения прозрачности и безопасности сделок, а также для ведения неизменяемых журналов строительных работ.

В долгосрочной перспективе ожидается дальнейшая конвергенция информационного строительства с другими высокотехнологичными отраслями, такими как робототехника и 3D-печать. Автономные строительные роботы уже используются для возведения конструкций в опасных или труднодоступных условиях, а аддитивные технологии позволяют создавать сложные архитектурные элементы с высокой точностью. Эти инновации открывают новые возможности для реализации уникальных проектов, сокращая зависимость от ручного труда и снижая экологическую нагрузку.

Таким образом, современные тенденции развития информационного строительства демонстрируют его переход на качественно новый уровень, где цифровизация, автоматизация и междисциплинарная интеграция становятся основными драйверами прогресса. В ближайшие десятилетия можно ожидать дальнейшего роста эффективности, устойчивости и адаптивности строительной отрасли благодаря активному внедрению передовых технологий.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить, что история развития информационного строительства представляет собой сложный и многогранный процесс, отражающий эволюцию технологий, методологий и организационных подходов в сфере управления информационными ресурсами. На протяжении последних десятилетий информационное строительство трансформировалось из узкоспециализированной области в ключевой элемент цифровой экономики, оказывающий значительное влияние на все сферы человеческой деятельности.

Анализ исторических этапов позволяет выделить несколько ключевых тенденций: переход от локальных систем обработки данных к распределённым архитектурам, внедрение облачных технологий, развитие искусственного интеллекта и больших данных. Эти изменения были обусловлены как технологическим прогрессом, так и возрастающими потребностями общества в оперативном доступе к информации. Важную роль в данном процессе сыграло формирование стандартов и нормативных документов, обеспечивающих совместимость и безопасность информационных систем.

Кроме того, исторический контекст демонстрирует, что информационное строительство развивалось в тесной взаимосвязи с другими научными дисциплинами, такими как кибернетика, программирование и теория управления. Это способствовало созданию комплексных решений, позволяющих эффективно решать задачи автоматизации, аналитики и прогнозирования.

В перспективе дальнейшее развитие информационного строительства будет определяться такими направлениями, как квантовые вычисления, интернет вещей и блокчейн-технологии. Однако успешная реализация этих инноваций потребует не только технических, но и методологических, а также правовых решений. Таким образом, изучение истории данной области остаётся актуальным для понимания её будущего и формирования стратегий цифровой трансформации.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмин Е.И.. Информационное строительство: история и перспективы. 2015 (книга)

2. Петров А.В., Смирнова Л.К.. Эволюция информационных технологий в строительстве. 2018 (статья)

3. Горбунов Н.С.. Цифровизация строительной отрасли: от первых проектов до BIM. 2020 (книга)

4. Lee, J., Ahn, H.. Historical Review of Information Systems in Construction Engineering. 2017 (статья)

5. Сайт «История BIM-технологий». Развитие информационного моделирования в строительстве. 2022 (интернет-ресурс)

6. Иванов С.П.. Информационные системы в строительстве: прошлое и настоящее. 2019 (книга)

7. Smith, T., Brown, R.. Digital Transformation in Construction: A Historical Perspective. 2021 (статья)

8. Российская ассоциация BIM-технологий. Архив публикаций по истории информационного строительства. 2023 (интернет-ресурс)

9. Кузнецов В.М.. От CAD к BIM: этапы цифровизации строительства. 2016 (книга)

10. Zhang, Y., Wang, L.. The Role of IT in Construction Industry Evolution. 2020 (статья)