УДК 338.012 DOI: 10.14451/1.252.159

Разработка и внедрение технологий искусственного интеллекта в строительный комплекс России

© 2025 **Гайнуллина Резеда Рустэмовна**
Доцент кафедры Экономики и предпринимательства в строительстве, кандидат экономических наук. Казанский государственный архитектурно-строительный университет.
E-mail: rezedahar85@mail.ru

© 2025 **Харисова Регина Рустэмовна**
Доцент кафедры Экономики и предпринимательства в строительстве, кандидат экономических наук. Казанский государственный архитектурно-строительный университет.
E-mail: reginarustemovna@mail.ru

© 2025 **Литвин Ирина Юрьевна**
Ведущий научный сотрудник, доцент кафедры стратегического и инновационного развития, кандидат экономических наук, доцент. Финансовый университет при Правительстве РФ.
E-mail: irina-mami@yandex.ru

Ключевые слова: строительный комплекс, искусственный интеллект, высокие технологии, цифровизация, строительный цикл, экологические стандарты в строительстве, информационное моделирования объекта строительства, цифровые компетенции.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью изучения преимуществ использования технологий искусственного интеллекта в строительном комплексе современной России. Объектом исследования выступают возможности искусственного интеллекта, применяемого в процессе строительства и эксплуатации объектов недвижимости. Предметом исследования являются бизнес-процессы, которые могут быть перепроектированы с использованием технологий искусственного интеллекта. Основные положения имеют практическое значение при разработке проектов цифровизации строительного комплекса. В ходе исследования использованы общенаучные методы исследования: контент-анализ, систематизация и др.

Результаты анализа процессов внедрения высоких технологий в России и за рубежом показывают, что вне зависимости от вида экономической деятельности они обеспечивают повышение рыночной стоимости компаний, их конкурентоспособность на отраслевом рынке, а также выступают необходимым условием устойчивого развития отдельных субъектов хозяйствования и отрасли в целом в долгосрочном периоде. В то же время существуют значительные межотраслевые различия по содержанию и темпам реализации проектов внедрения цифровых технологий. Строительство в современной экономике относится к числу динамично развивающихся

отраслей, потенциал которой используется государством для инициации мультипликативного эффекта прироста валового продукта, повышения уровня жизни населения и в рамках проведения антикризисных мероприятий. Общемировые тренды в настоящее время направлены на сквозную автоматизацию и цифровизацию строительного комплекса. Особенностью строительного комплекса в России выступает стремительное повышение уровня цифровизации в период с 2022 года по настоящее время, что нашло отражение в превращении данного сектора в одного из лидеров в российской экономике по данному показателю. Положительная оценка экспертами указанных процессов не исключает осторожных прогнозов динамики отраслевых показателей в будущем, что обусловлено высокой зависимостью показателей цифровизации от инвестиционных расходов, дефицит которых испытывают не только малые, но и крупные строительные компании и предприятия смежных секторов экономики. Высокие процентные ставки по кредитам, ведущие к повышению расходов на разработку и внедрение высоких технологий наряду с устойчивым спросом на объекты строительства ограничивают возможности внедрения цифровых инноваций. При этом имеют место различия в уровне цифровизации бизнес-процессов на различных этапах строительного цикла и стадии продаж. В настоящее время в процессе реализации объектов недвижимости широко используются электронные сервисы, обеспечивающие подбор объектов недвижимости для потенциального клиента, получение доступа к кредитным ресурсам, заключение договора купли-продажи объектов недвижимости в режиме онлайн, реализацию иных клиентских услуг. В то же время показателями проникновения цифровых технологий в бизнес-процессы строительных компаний в ряде случаев уступают аналогичным показателям функционирования предприятий вспомогательных форм деятельности.

Особенностью строительного комплекса выступает то, что используемые субъектами данного вида экономической деятельности программные продукты традиционно разрабатываются российскими компаниями. В этой связи внешние санкции и уход иностранных поставщиков электроники, программного обеспечения, не оказали существенного влияния на процессы цифровизации отрасли. Исключением выступает использование зарубежных BIM-технологий (Building Information Modeling), которые применяются в процессе моделирования объекта строительства и управления его жизненным циклом. Для преодоления импортозависимости в этой области на предприятиях российского строительного комплекса активно реализуются проекты импортозамещения, успех которых в значительной степени определяется эффективностью взаимодействий между отечественными производителями оборудования и программного обеспечения, девелоперами и проектными компаниями. Так, крупнейшая по состоянию на 2025 год российская девелоперская компания «Самолет» создала свою технологическую платформу с использованием программного обеспечения с открытым исходным кодом, разработала цифровую платформу управления персоналом и альтернативу инструменту планирования ресурсов ERP (Enterprise Resource Planning) с использованием отечественных ИТ-систем [4]. В настоящее время указанные технологии активно тиражируются, что создает дополнительный стимул процессам цифровизации строительного комплекса.

Признание цифровизации в качестве инструмента реализации национальных целей развития прежде всего цели создания комфортной и безопасной среды для жизни, определенных Указом Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» [9], предопределило включение задач цифровой трансформации отрасли в программные документы российского государства: Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года [8], Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до

2035 года [7]. Порядок внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства был определен Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации [6].

Изучение научных публикаций и аналитических материалов, посвященных процессам цифровизации строительной отрасли показывает, что они посвящены преимущественно технологиям информационного моделирования (BIM), использованию беспилотных летательных аппаратов для мониторинга процесса и качества строительных проектов, разработке и применению энергоэффективных материалов и др. (В. Н. Владыкин [2], В. С. Рашев, Н. С. Астафьева, Л. С. Рогожкин, В. Ю. Григорьев [1], М. В. Данилов, И. К. Шайхутдинов, Е. И. Шмыкова [3] и др.). В то же время возможности искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения, виртуальной реальности, интернета вещей и иных подобных технологий не анализируются в должной мере, что определяет выбор темы исследования.

Искусственный интеллект позволяет обрабатывать, анализировать и обмениваться в режиме реального времени большими данными. Применение ИИ инициировало реинжиниринг бизнес-процессов на всех стадиях строительного цикла, а также способствовало кардинальным изменениям инструментов управления. Для понимания характера воздействия на состояние строительного комплекса необходимо выделить две группы технологий в составе искусственного интеллекта: первая группа, или «слабый» ИИ, использует традиционные алгоритмы программирования и решает поставленные задачи с использованием заранее разработанных инструкций; вторая группа, или «сильный» ИИ, характеризуется определенной степенью автономности и склонностью к самообучению. В строительной отрасли искусственный интеллект используется для создания информационных систем с использованием исходных данных, которые объединяются для проведения многомерного анализа, оценки эффективности проектов, определения времени реализации строительных работ и др., что позволяет используемые технологии отнести к категории «слабого» ИИ. Подобные технологии применяются в процессе проведения диагностики (например, в ходе обследования технического состояния строительных конструкций), принятия управленческих решений (например, в ходе анализа и оценки рисков), на этапах проектирования и эксплуатации объектов строительства с использованием цифровых моделей, а также при проведении расчетов и оценки прочности, устойчивости, надежности и безопасности конструкций и др. Цифровые модели используются в процессе эксплуатации здания, которые в сочетании с другими инструментами измерения и контроля температуры, влажности, состояния электро-, тепло- и водоснабжения и других параметров, позволяют отслеживать и анализировать жизненный цикл и состояние строительных конструкций на наличие деформаций и повреждений зданий в режиме реального времени. В условиях растущего объема вводимых в эксплуатацию объектов жилой и коммерческой недвижимости внедрение цифровых технологий имеет положительные последствия для пользователей, а результаты перманентного мониторинга могут использоваться для планирования работ по ремонту и техническому обслуживанию. Строительное оборудование интегрируется в состав единых информационных систем, что обеспечивает постоянный обмен данными с другими проектными группами, работающими над созданием того же объекта или связанными с его эксплуатацией. Для управления персоналом и запасами широко используются интеллектуальные приложения, которые позволяют обнаруживать перебои в цепочках поставок, нарушение условий договора с заказчиком или поставщиком, а также своевременно выявлять проблемы, связанные с участием в государственных закупках.

Цифровизация строительной отрасли обусловливает необходимость качественных изменений содержания профессиональных компетенций персонала компаний вне зависимости от функциональных обязанностей. Это связано с тем, что искусственный интеллект позволяет

не только разрабатывать определенные алгоритмы, но и интегрировать последние в управленческие процессы. Реализации потенциала ИИ препятствуют отсутствие эффективных взаимодействий между участниками строительных проектов, а также недостаточный объем цифровых компетенций. Несмотря на то, что сохраняются трудности в применении ИИ для решения неструктурированных задач, а также организационные и социокультурные барьеры его внедрения, опыт показывает наличие значительного потенциала, которым обладает взаимодействия человека и машины для решения сложных задач, возникающих на различных стадиях строительного цикла и в процессе эксплуатации объекта недвижимости. Наличие данного потенциала связано с возможностями интеграции критического мышления индивида и аналитических возможностей высоких технологий. Анализ опыта использования высоких технологий показывают, что они позволяют провести в короткие сроки точную оценку стоимости строительства, ускоряют проектирование объектов строительства на основе использования больших данных. Другие заинтересованные стороны используют цифровые технологии для решения различных задач: отдел логистики применяет их в процессе планирования, организации и контроля движения строительных материалов, оборудования и трудовых ресурсов; менеджер объекта занимается поиском инструментов повышения эффективности использования строительной техники и организации работ на строительной площадке; службы безопасности — выявлением и предупреждением угроз информационной, техносферной, энергетической безопасности и др. Производители материалов приобретают право на использование технологий, обеспечивающих оптимизировать производственные процессы на основе применения комплексных конструкторских решений. Они предлагают не просто сырье, а сложные системы, сочетающие в себе несколько типов материалов с проверенными техническими и экологическими характеристиками. Накопление информации о данных характеристиках позволяет разработчикам в режиме реального времени тестировать эффективность продуктов с помощью цифровых макетов.

Внедрение искусственного интеллекта означает смену парадигмы развития строительной отрасли. Согласно данным Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и Глобального альянса за экологизацию строительной отрасли (GlobalABC), «около 40% мировых выбросов углекислого газа приходится на строительный сектор, причем почти 3/4 приходится на потребление энергии зданиями, а остальная часть — на их строительство (в основном из-за используемых материалов) [5]. Согласно прогнозам, к 2050 году общая площадь зданий удвоится, одновременно будет увеличиваться углеродный след эксплуатации этих сооружений. Фрагментированная структура цепочки создания стоимости в отрасли затрудняет решение задачи сокращения вредных выбросов в окружающую среду. В то же время внедрение новых технологий может создать условия для строительства и эксплуатации зданий в соответствии с требованиями «зеленых» стандартов. В соответствии с ними в ходе строительства и ремонта зданий предпочтение отдается новым экологически чистым строительным материалам. В свою очередь, в ходе эксплуатации используются технологии, которые контролируют отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха. Интеллектуальные сети электроснабжения (smart grids), выступают составной частью модели «умного дома», при этом они обеспечивают его интеграцию в систему «умного города» и городскую инфраструктуру. Благодаря технологиям ИИ, используемым в процессе строительства и эксплуатации зданий, повышается уровень энергоэффективности и используются возобновляемые источники энергии (например, локальное производство солнечной энергии и др.), внедряются ESG-стандарты, снижаются затраты на техническое обслуживание и др., что находит отражение в повышении качества жизни и формировании экономики замкнутого цикла. Подключенные объекты и Интернет вещей обеспечивают непрерывную оптимизацию эксплуатационных характеристик зданий с учетом

растущего числа внешних факторов. С увеличением количества подключенных объектов в зданиях растет объем доступных данных, использование которых позволяет прогнозировать изменения потребностей жителей, обеспечивая комфорт и благополучие жильцов.

Проведенное исследование показывает, что искусственный интеллект в строительстве получает широкое распространение. Несмотря на то, что в настоящее время доля новых и реконструируемых зданий, которые могут быть оснащены технологиями ИИ, остается незначительной, стремительное развитие высоких технологий и снижение в результате тиражирования затрат на их внедрение приведет в ближайшие годы к качественным изменениям в строительной отрасли в сфере эксплуатации зданий. Подобные изменения оказывают положительное влияние на динамику макроэкономических индикаторов и общественное благосостояние, а также инициируют инновационные процессы в смежных и вспомогательных секторах экономики.

Библиографический список

1. Анализ внедрения технологии информационного моделирования в Российских строительных компаниях по проектированию и строительству инженерных систем / В. С. Рашев [и др.] // Вестник Евразийской науки. — 2020. — № 3. — URL: https://esj.today/PDF/49SAVN320.pdf.
2. *Владыкин В. Н.* Применение технологии «Building Information Modelling» при развитии строительной индустрии в России // Инновационная наука. — 2016. — № 12—2. — С. 33—36.
3. *Данилов М. В.*, *Шайхутдинов И. К.*, *Шмыкова Е. И.* Расчет экономической эффективности внедрения BIM-технологии в работу проектной организации // Социально-экономическое управление: теория и практика. — 2018. — 1(32). — С. 91—94.
4. Девелоперская компания «Самолет». — URL: https://samolet.ru (дата обр. 31.10.2025).
5. ООН: уровень выбросов в строительном секторе продолжает расти / Организация Объединенных Наций. — URL: https://news.un.org/ru/story/2024/03/1450167 (дата обр. 29.10.2025).
6. Приказ Минстроя России от 29.12.2014 № 926/пр (ред. от 04.03.2015) «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства». — URL: https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=611510-0&req=doc&base=EXP&n=649782&rnd=clsfA#9LfgN1VYRBTNGDM1 (дата обр. 29.10.2025).
7. Распоряжение Правительства РФ от 31.10.2022 № 3268-р (ред. от 23.10.2025) «Об утверждении Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года». — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_430333/ (дата обр. 29.10.2025).
8. Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года (утв. Минпромторгом РФ). — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_390587 (дата обр. 29.10.2025).
9. Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». — URL: https://www.consultant.ru/law/hotdocs/84648.html (дата обр. 31.10.2025).