

УДК 338.31     DOI: 10.14451/1.230.68

# Возможности и риски применения искусственного интеллекта в строительном комплексе России

© 2024 **Гайнуллина Резеда Рустэмовна**

Кандидат экономических наук, доцент кафедры Экономики и предпринимательства в строительстве. Казанский государственный архитектурно-строительный университет.  
E-mail: rezedahar85@mail.ru

© 2024 **Харисова Регина Рустэмовна**

Кандидат экономических наук, доцент кафедры Экономики и предпринимательства в строительстве. Казанский государственный архитектурно-строительный университет.  
E-mail: reginarustemovna@mail.ru

© 2024 **Литвин Ирина Юрьевна**

кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, доцент Департамента стратегического и инновационного развития. Финансовый университет при Правительстве РФ.  
E-mail: irina-mami@yandex.ru

**Ключевые слова:** строительный комплекс; искусственный интеллект; технологии информационного моделирования; Интернет вещей; большие данные; профессиональные компетенции.

В статье проанализированы возможности и риски применения искусственного интеллекта в строительном комплексе современной России. Обоснован тезис об ускоренном росте глобального и российского рынка искусственного интеллекта (ИИ). Определено, что интеграция разработчиков программного обеспечения выступает ключевым направлением развития сектора IT-решений для сферы строительства. Представлены ключевые сферы применения ИИ в строительной сфере, включающие информационное моделирование зданий; управление транспортными потоками с использованием Интернета вещей; контроль над процессами на строительной площадке в режиме реального времени; обеспечение безопасности строительных работ; повышение производительности труда. Выявлены риски применения решений ИИ, связанные с состоянием информационной безопасности и ограниченностью инвестиций в данную сферу деятельности. Обоснована необходимость повышения уровня компетенций специалистов в строительном комплексе на основе непрерывного обучения и интенсификации взаимодействий между строительными компаниями, стартапами, предприятиями смежных и вспомогательных отраслей.

Цифровая трансформация экономики и задачи четвертого энергетического перехода обуславливают необходимость разработки и внедрения инноваций в строительный комплекс. Если до начала процессов цифровизации субъекты инновационных процессов в строительстве были представлены исключительно крупными компаниями, то в настоящее время в разработке и внедрении инноваций принимает участие широкий круг участников, среди которых особую роль играют стартапы, ориентированные на потребности рынка. Это инициирует их формировать предложения инновационных технологий и разрабатывать прорывные бизнес-модели. Так, например, использование технологий информационного моделирования (Building Information Model, BIM) позволяет создавать трехмерные строительные модели объектов строительства, генерировать информацию на протяжении всего жизненного цикла объекта и повышать эффективность их эксплуатации. Тем самым создаются предпосылки для снижения затрат и принятия эффективных управленческих решений на всех стадиях строительства и эксплуатации здания. Согласно оценкам специалистов, использование ИИ ведет к сокращению расходов в строительном комплексе на 20%.

Особенностью строительства как вида экономической деятельности выступает то, что носитель профессиональных компетенций сохраняет свою позицию как ключевой фактор, обеспечивающий эффективность функционирования предприятий и повышение уровня их конкурентоспособности. В этой связи внедрение инноваций в исследуемом секторе одновременно означает переосмысление подходов к обеспечению безопасности, что, в свою очередь, предполагает необходимость пересмотра образовательных программ, направленных на подготовку специалистов. Тем самым, реализация проектов цифровизации в отрасли сопровождается появлением не только новых материалов, технологий и подходов к организации бизнес-процессов, но и новых профессий, а также прорывных решений, направленных на улучшение условий труда и техники безопасности [4]. Многообразие

технологических и организационных инноваций, используемых в настоящее время в строительном комплексе обуславливает необходимость изучения особенностей процессов их внедрения и использования, что определяет выбор темы исследования.

Одним из достижений человеческого сообщества, которое позволило сделать вывод о Четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0) и переходе к качественно новому уровню развития техники и технологий, выступает искусственный интеллект (ИИ), который позволяет работать в режиме реального времени и обмениваться всеми данными. Согласно экспертным оценкам, «объем глобального рынка искусственного интеллекта в строительной отрасли в 2021 году оценивался в 496 млн долл., при этом прогнозируется рост данного показателя к 2031 году до 8,6 млрд долл.» [5]. Использование искусственного интеллекта в строительном комплексе вызывает революционные изменения в содержании оборудования, инструментов и бизнес-процессов. Для понимания преимуществ применения искусственного интеллекта в исследуемой области необходимо определить содержание данной терминологической конструкции. В соответствии с задачами исследования целесообразно различать два основных семейства ИИ. «Слабый» ИИ позволяет решать узкоспециализированные задачи, и его внедрение определяется прагматичным подходом, который позволяет создавать автономные интеллектуальные системы, представленные многочисленными приложениями. «Сильный» ИИ, или второй этап в его развитии, предполагает принятие решений в условиях растущей неопределенности и способность осознавать последствия своих действия.

В настоящее время в России существует более 3000 российских IT-решений для сферы строительства. Основной тенденцией, наблюдаемой в данном сегменте, выступает интеграция разработчиков программного обеспечения. Так, в 2023 году «платформа Pragmacore <...> объединилась с сервисами Vampodryad (мар-

кетплейс техники для стройки), Synteka (сервис автоматизации закупок и снабжения), Tangl (платформа для автоматизированной работы с данными BIM-модели) и Transbaza (сервис найма строительной техники)» [1]. Особенностью российской практики выступает широкое использование технологии BIM для управления качеством в строительстве.

В строительной отрасли искусственный интеллект может анализировать исходные данные и объединять их в процессе проведения анализа множественных соответствий, оценки затрат и времени на выполнение бизнес-процессов, определения эффективности принимаемых решений. Тем самым, на современном этапе развития в строительной отрасли используется слабый искусственный интеллект, который воплощается в приложениях, используемых при проведении диагностики (диагностика тепловой защиты зданий и др.), при принятии решений (анализ рисков и возможностей и др.), при проектировании и эксплуатации зданий (информационное моделирование, BIM и др.), при решении сложных задач (расчет конструкций), для автоматизация задач (с помощью станков с числовым программным управлением) и др. Эти приложения оказывают влияние на всех операторов строительной отрасли. Решения искусственного интеллекта позволяют постоянный контроль над реализацией строительных проектов на всех их стадиях, а также позволяют управлять качеством работ в режиме реального времени. Важную роль в строительной отрасли занимает Интернет вещей (IoT), использование которого позволяет усовершенствовать инструментарий управления оборудованием и транспортными средствами. Последнее обусловлено тем, что решения IoT обеспечивают «определение местоположения, возможности профилактического обслуживания, расход топлива и аккумулятора и др.» [2]. Немаловажным выступают возможности ИИ для повышения производительности труда, что имеет особое значение для строительной отрасли, характеризующейся дефицитом кадров и повышенным уровнем их текучести.

Искусственный интеллект применяется для электронного выставления счетов с использованием цифровых платформ, позволяющих не допускать ошибок при планировании хода работ и управленческих решений в отношении контрагентов, субподрядчиков, сотрудников строительной компании и с учетом изменения цен в режиме реального времени. Это приводит к сокращению времени обработки информации и к сведению до нуля вероятности ошибки расчетов. В свою очередь, использование в процессе эксплуатации зданий цифровой модели является эффективным инструментом, который позволяет повысить эффективность мониторинга состояния воздуха, отопительных систем, состояния конструкции и др., то есть отслеживать и анализировать в режиме реального времени жизненный цикл и результаты технического обслуживания зданий. Это влечет за собой положительные последствия не только для пользователей объектов недвижимости, но и повышает эффективность планирования работ по ремонту и техническому обслуживанию и, следовательно, процедур закупок.

Предприятия, производящие строительные материалы, в настоящее время являются участниками производственных систем, что означает отказ от ручного производства готовой продукции или полуфабрикатов. В секторе строительных работ цифровые инструменты появились более двадцати лет назад и получили значительное развитие несмотря на определенные различия в масштабах применения между крупными и малыми строительными компаниями. Так, например, по данным Межотраслевой Ассоциации саморегулируемых организаций «Синергия», объединяющей компании в области строительства, архитектурно-строительного проектирования, пожарной безопасности и энергоаудита, в современной России только 7% застройщиков, осуществляющих свою деятельность в крупных городах, в полной мере используют BIM [3]. Современное оборудование, используемое на строительной площадке, оснащается программным обеспечением, которое позволяет проводить обмен данными с проектными группами,

работающими над созданием того же объекта. Для управления запасами, персоналом, оборудованием используются приложения, которые позволяют выявить сбои в заказах или поставках и отправлять автоматические запросы, позволяющие предупредить риски потерь.

Проектные группы, представленные архитекторами, инженерно-техническими работниками, экономистами и др., широко используют цифровые модели, которые позволяют повысить качество моделирования и проектирования строительных объектов, а также обеспечивают наглядность архитектурных проектов с применением инновационных материалов. Благодаря новым технологиям, которые позволяют аккумулировать и обрабатывать в кратчайшие промежутки времени значительные объемы данных, повышается объективность оценки стоимости строительства. Однако этому может препятствовать отсутствие отношений сотрудничества между различными участниками строительного проекта, что требует обязательно учета при разработке программ по подготовке высококвалифицированных кадров для отрасли. Использование ИИ позволяет выявить возможные риски и опасности, которые учитываются при выборе строительной площадки. Результатом становится сокращение времени выполнения работ, а также определение направлений совместной деятельности, направленной на обеспечение безопасности на строительной площадке. В свою очередь, производители строительных материалов используют ИИ для разработки комплексных дизайнерских решений, предполагающих сочетание нескольких типов материалов с проверенными техническими и экологическими характеристиками. Получаемые с использованием интеллектуальных систем данные позволяют разработчикам тестировать эффективность продуктов в режиме реального времени. При этом расширяется состав используемых в ходе анализа данных, в который включают показатели качества воздуха и факторов, влияющих на него.

Опыт применения ИИ в строительстве обуславливает необходимость изменения объема про-

фессиональных компетенций тех, кто участвует в разработке и реализации строительных проектов. Помимо информационного моделирования (BIM) источником добавленной стоимости выступают процессы мониторинга технического обслуживания зданий, что обусловлено потребностями в росте энергоэффективности строительства и эксплуатации объекта недвижимости. Комплексный мониторинг здания включает не только перманентный анализ динамики потребления энергии, но и выявление патологий и устаревания используемых материалов, анализ потоков пользователей, изменения их нужд и привычки. Анализ полученной информации предполагает использование инструментов больших данных (big data). Эксперты считают, что «предиктивная аналитика, или способ прогнозирования, основанный на использовании big data, является одним из наиболее распространенных вариантов использования ИИ в строительстве» [1].

При наличии множества преимуществ, с которыми сопряжено использование искусственного интеллекта, имеют место риски его инкорпорации в сферу строительства. К их числу относятся угрозы информационной безопасности; недостаточный уровень развития нейросетей, обусловленный отсутствием необходимого объема репрезентативных данных; ошибки в разработанных с использованием ИИ проектах, для идентификации которых требуется высокий уровень квалификации специалистов [4]; недостаточный объем инвестиций в данный сегмент. Однако в последнее время в России предпринимаются активные шаги, направленные на предупреждение выявленных рисков. В частности, внедрение ИИ в расширяющийся круг процессов в строительной сфере, включающих проектирование, планирование, мониторинг и управление ресурсами, повышает инвестиционную привлекательность данного сегмента.

Использование искусственного интеллекта позволяет управлять активами и оценивать результаты принятия управленческих решений в режиме реального времени. Первоначальный тезис

о том, что использование ИИ приводит к получению дополнительной выгоды субъектом, создающим добавленную стоимость, в настоящее время ставится под сомнение. Это связано с тем, что использование решений ИИ приводит к росту производительности факторов производства, снижению затрат и к превращению традиционных функций владельцев бизнес-процессов в экспертные задачи. Внедрение искусственного интеллекта означает смену парадигмы разработки и реализации строительных проектов, что предполагает изменения аналитического инструментария, организации и мониторинга процессов на строительной площадке, методов управления сотрудниками и др.

В качестве ключевого условия успешности применения возможностей нейросетей выступает непрерывное образование, которое становится сквозным и масштабируемым. При этом ИИ изменяет подходы к формированию договорных

и страховых отношений со всеми заинтересованными лицами, к решению задачи использования экологически чистых и энергосберегающих материалов, а также создает предпосылки для широкого применения информационных технологий и автоматизированного оборудования для благоустройства объектов жилой и коммерческой недвижимости, для создания «умных домов» и «умных кварталов».

Проведенное исследование показывает, что использование искусственного интеллекта сопряжено с широкими возможностями, открывающимися непосредственно в строительстве, в смежных и вспомогательных отраслях. Одновременно имеют место риски, эффективность управления которыми определяется уровнем профессиональных компетенций работников строительного комплекса и связанных с ним компаний, занимающихся разработкой решений ИИ.

#### Библиографический список

1. Искусный строитель: как нейросети используются в строительстве // Известия. 6 ноября 2023 года. – URL: <https://iz.ru/1599576/alena-svetunkova/iiskusnyi-stroitel-kak-neiroseti-ispolzuiutsia-v-stroitelstve> (дата обр. 29.01.2024).
2. Искусственный интеллект в строительстве. Примеры ИИ для строительной отрасли. – URL: [https://elport.ru/articles/iskusstvennyy-intellekt\\_v\\_stroitelstve\\_primeryi\\_ii\\_dlya\\_stroitelnoy\\_otrasli](https://elport.ru/articles/iskusstvennyy-intellekt_v_stroitelstve_primeryi_ii_dlya_stroitelnoy_otrasli) (дата обр. 29.01.2024).
3. Официальный сайт Межотраслевой Ассоциации саморегулируемых организаций «Синергия». – URL: <https://s-nrg.ru> (дата обр. 29.01.2024).
4. Туфетулов А. М., Бакулина Л. Т., Хамидуллина Ф. И. Трансформация инструментария управления национальной экономической безопасностью с учетом «новых социальных рисков» // Горизонты экономики. – 2023. – 4(77). – С. 22–27.
5. Artificial Intelligence in Construction Market Size, Competitive Landscape and Trend Analysis Report by Offerings (Solutions, Services), by Deployment Type (Cloud, On-premises), by Organization Size (Small and Medium-sized Enterprises (SMEs), Large enterprises), by Industry Type (Residential, Institutional commercials, Others): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021–2031. – 2022. – 280 p. – URL: <https://www.alliedmarketresearch.com/artificial-intelligence-in-construction-market-A12996> (visited on 01/29/2024).