УДК. 004.896

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ВОЗМОЖНОСТИ, РЕШЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

**З.З. Селимов, В.В. Соболева**

*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет*

*(г. Астрахань, Россия)*

В статье рассматриваются современные подходы к применению искусственного интеллекта (ИИ) в строительной отрасли. Описаны ключевые направления внедрения ИИ: повышение безопасности, оптимизация проектного менеджмента и финансового планирования. Отмечены примеры зарубежного и отечественного опыта. Подчёркиваются перспективы развития технологии в России.

**Ключевые слова**: искусственный интеллект, строительство, машинное обучение, безопасность, проектный менеджмент.

The article explores modern approaches to the application of artificial intelligence (AI) in the construction industry. It outlines key areas of AI implementation, including enhanced safety, optimization of project management, and financial planning. Examples from both international and domestic experiences are highlighted. The article emphasizes the prospects for technology development in Russia.

**Keywords:** artificial intelligence, construction, machine learning, safety, project management.

Современная строительная отрасль требует использования цифровых решений для повышения эффективности и безопасности строительных работ. Искусственный интеллект (ИИ) играет ключевую роль в процессе цифровой трансформации строительной отрасли. Его основные преимущества связаны с высокой скоростью обработки больших массивов информации, способностью к прогнозированию и принятию обоснованных решений, что позволяет значительно снизить зависимость от человеческого фактора. Настоящая статья посвящена анализу текущих возможностей и будущих направлений применения ИИ в строительной сфере.

Искусственный интеллект представляет собой набор алгоритмов, имитирующих человеческое мышление, таких как анализ, обучение, принятие решений. На практике ИИ может выступать как «мозг» строительных роботов, которые не требуют постоянного управления человеком. Например, роботизированные системы способны самостоятельно анализировать участок, выбирать оптимальные места для разработки грунта, а также контролировать параметры котлованов и траншей в соответствии с проектными требованиями. Технологии ИИ строятся на основе машинного обучения и предиктивной аналитики методов, позволяющих системе накапливать опыт и предсказывать возможные события.

Это может также включать:

• использование программного обеспечения для проектирования (например, CAD и BIM),

• автоматизацию сбора данных с помощью IoTустройств,

• применение программ для управления проектами [3].

ИИ используется для обработки проектной документации и 3D-моделей зданий, улучшая координацию между различными участниками строительного процесса. Благодаря машинному зрению алгоритмы способны распознавать дефекты на строительных элементах, предсказывать износ материалов и формировать отчёты о техническом состоянии конструкции.

Системы машинного зрения, основанные на технологиях искусственного интеллекта, находят всё более широкое применение в строительной сфере. Принцип их функционирования заключается в том, что камеры фиксируют происходящее на площадке, передавая видеопоток на вычислительные устройства, где данные моментально обрабатываются интеллектуальными алгоритмами. В режиме реального времени такие системы распознают различные объекты рабочих, строительную технику, а также потенциальные угрозы и опасные ситуации. Одним из важнейших преимуществ внедрения подобных решений является существенное повышение уровня безопасности на строительных объектах. Благодаря непрерывному мониторингу и анализу информации, поступающей с сенсоров и видеокамер, ИИ-системы способны своевременно выявлять отклонения от норм, тем самым предотвращая инциденты и обеспечивая оперативное принятие корректирующих мер.

Например, если в помещении работают сварщики и наблюдается рост температуры, система предупредит о риске возгорания и может автоматически вызвать пожарную службу. Обеспечение безопасности компьютерных сетей является важнейшей задачей в IT-секторе. Метод обнаружения аномалий сетевого трафика предполагает выявление нетипичной или сомнительной сетевой активности, которая потенциально может означать нарушение безопасности [4].

Предиктивная аналитика позволяет заранее выявлять зоны риска и информировать руководство о потенциально опасных ситуациях.

Дополнительно, ИИ может контролировать использование средств индивидуальной защиты рабочими и сообщать о нарушениях. Технологии видеонаблюдения на основе нейросетей фиксируют перемещения техники и персонала, анализируя маршруты и создавая тепловые карты активности на объекте. Такие данные позволяют организовывать безопасное движение на строительной площадке, предотвращая столкновения и травмы.

Искусственный интеллект также может работать в связке с дронами, которые осуществляют аэрофотосъёмку объекта. Алгоритмы анализируют полученные изображения в автоматическом режиме определяют потенциально опасные зоны, например, нестабильные конструкции, скопления мусора или открытые траншеи.

Применение ИИ в финансовом планировании и управлении строительными проектами значительно повышает эффективность в сфере экономики и администрирования. Искусственный интеллект способен обрабатывать большие объёмы сметной документации, проводить сравнительный анализ цен, отслеживать их изменения во времени, прогнозировать будущие затраты на материалы. Кроме того, он может выявлять отклонения от графика работ и фиксировать подозрительные коррективы в сметах, что позволяет своевременно обнаруживать возможные финансовые злоупотребления. По данным UK Connect, внедрение ИИ в эти процессы значительно повышает точность планирования и снижает расходы (табл.1) [3].

Таблица 1

Сравнение показателей до и после внедрения ИИ в проектный менеджмент

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Показатель** | **До внедрения ИИ** | **После внедрения ИИ** |
| Средняя точность смет | 82 % | 96 % |
| Среднее отклонение от бюджета | 17 % | 5 % |
| Количество задержек по срокам | 9 | 2 |
| Кол-во выявленных нарушений | 3 | 12 |
| Время на анализ документации | 5 дней | 1 день |

Кроме того, технологии искусственного интеллекта эффективно справляются с анализом логистических процессов в строительстве, оптимизировать маршруты доставки материалов и техники, а также формировать точные прогнозы графиков работы оборудования. Такой подход существенно снижает риски задержек, минимизирует простои и способствует более быстрому завершению проектов. В отдельных случаях применение ИИ позволяет сократить до 15% затрат за счёт повышения операционной эффективности, устранения избыточных расходов и уменьшения влияния человеческого фактора в планировании. Примером успешной реализации является совместный проект ConXtech и AutoDesk Research, в рамках которого разработан ИИ-модуль для анализа торгов. Он выбирает наиболее выгодные варианты поставок и предлагает оптимальные архитектурные решения [1]. В России внедрение ИИ пока ограничено, но Министерство строительства РФ уже рассматривает использование для диагностики состояния коммуникаций и планирования ремонта зданий.

На международном уровне технологии искусственного интеллекта находят широкое применение в рамках концепции «умного строительства» (Smart Construction). В этом подходе цифровые модели строительных объектов непрерывно обновляются на основе данных, поступающих непосредственно с площадки [1]. Такая интеграция обеспечивает точность планирования и позволяет оперативно реагировать на изменения в ходе реализации проекта. В Китае, например, ИИ используется на этапе проектирования и моделирования небоскрёбов, позволяя просчитывать сотни конструктивных вариантов за считанные минуты. Это значительно ускоряет согласование и даёт возможность находить наилучшие конфигурации по соотношению стоимости, надёжности и энергоэффективности.

В России, несмотря на очевидные преимущества использования искусственного интеллекта в строительстве, его внедрение по-прежнему развивается медленно. Среди ключевых барьеров высокая стоимость цифровых решений, дефицит квалифицированных IT-кадров, слабая готовность отраслевой инфраструктуры, а также отсутствие единых стандартов для сбора и обмена данными. Кроме того, значительная часть строительных организаций продолжает использовать традиционные, малоэффективные подходы к управлению проектами, что затрудняет интеграцию инновационных технологий. Отсутствие системной государственной поддержки цифровизации в строительстве также сдерживает развитие ИИ-инструментов. Тем не менее, интерес к интеллектуальным решениям постепенно растёт, особенно среди крупных девелоперов и компаний, работающих в рамках нацпроектов.

Однако перспективы развития ИИ в строительстве в России остаются положительными. Минстрой РФ активно продвигает цифровизацию отрасли, в том числе через развитие платформ «Цифровая стройка» и внедрение BIM-моделей. Предлагается создание централизованных дата-хранилищ и платформ обмена строительными данными, что обеспечит необходимую базу для масштабного внедрения [2]. Большое внимание уделяется обучению специалистов и включению искусственного интеллекта в образовательные программы технических вузов. В перспективе можно ожидать интеграцию ИИ с системами управления жизненным циклом зданий, использованием цифровых двойников и предиктивного ремонта, особенно в сегменте ЖКХ и капитального строительства.

Таким образом, интеграция искусственного интеллекта в строительную отрасль создаёт значительный потенциал для повышения производительности, улучшения контроля качества, усиления безопасности и устойчивости проектов на всех стадиях их реализации от проектирования до эксплуатации. В ближайшей перспективе можно ожидать нарастания интереса к искусственному интеллекту со стороны девелоперов, ведущих подрядчиков, а также органов государственного надзора. При условии активной государственной поддержки, создания благоприятной нормативной среды и продвижения стандартов цифрового взаимодействия, искусственный интеллект имеет все шансы стать ключевым элементом цифровой трансформации российского строительного сектора.

Список литературы

1. AutoDesk Research. AI in Modular Construction [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.autodesk.com/research> (дата обращения: 18.04.2025).
2. Министерство строительства РФ. Новости цифровизации [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru> (дата обращения: 18.04.2025).
3. UK Connect. The Role of AI in Construction [Электронный ресурс] URL: [https://www.ukconnect.com/news/the-role-of-ai-in-construction](https://www.ukconnect.com/news/the-role-of-ai-in-construction%20) (дата обращения: 18.04.2025).
4. Г. В. Рыбкина, И. А. Зайцева, С. А. Логинова, А. В. Симагин Промышленная цифровизация в строительстве: многоаспектный подход и ключевые технологии // «Инженерно-строительный вестник Прикаспия» (ISSN 2312-3702). - 2024. - №2. - С. 77-84.
5. А. Г. Дворецкий Оптимизация процессов управления IT-проектами с использованием методов машинного ОБУЧЕНИЯ // «Инженерно-строительный вестник Прикаспия» (ISSN 2312-3702). - 2024. - №2. - С. 109-115.