

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2024, Том 16, № 3 / 2024, Vol. 16, Iss. 3 <https://esj.today/issue-3-2024.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/19SAVN324.pdf>

2.1.7. Технология и организация строительства (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Федорова, Д. В. Использование технологий искусственного интеллекта в строительстве: современные тенденции и перспективы развития / Д. В. Федорова // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/19SAVN324.pdf>

For citation:

Fedorova D.V. Usage of artificial intelligence technologies in construction: current trends and future prospects. *The Eurasian Scientific Journal*. 2024;16(3): 19SAVN324. Available at: <https://esj.today/PDF/19SAVN324.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 69.05

Федорова Дарья Витальевна

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
E-mail: darya.fedorova.2013@list.ru

Использование технологий искусственного интеллекта в строительстве: современные тенденции и перспективы развития

Аннотация. Настоящая статья посвящена перспективам развития искусственного интеллекта (ИИ) в строительстве. Автор освещает проблемы в сфере строительства, связанные с превышением бюджета и сроков выполнения работ, что негативно сказывается на финансовых показателях проекта. Внедрение ИИ позволит существенно повысить эффективность и качество строительных работ, снизить затраты времени и ресурсов. Применение искусственного интеллекта в строительстве способствует прогрессу отрасли и созданию более благоприятных условий труда для сотрудников. Рассматриваются современные тенденции использования ИИ в проектировании, управлении строительными процессами и контроле качества работ, такие как машинное обучение, компьютерное зрение, робототехника и интеграция цифровых двойников с ИИ. Актуальность данной статьи заключается в том, что искусственный интеллект становится одним из наиболее важных инструментов в современном строительстве. Для проведения исследования была применена методология, включающая тщательный анализ научных источников с использованием нескольких баз данных и определенных ключевых слов, и критериев поиска. Результаты исследования показывают, что технологии ИИ являются перспективной тенденцией для повышения эффективности и качества строительных проектов, а также помогают определить важные пути развития этой области в будущем. Практическая значимость заключается в повышении заинтересованности использования методов ИИ в строительстве. Более того, использование цифровых технологий позволяет автоматизировать рутинные задачи, оптимизировать планирование работ и распределение ресурсов.

Данная статья предназначена для специалистов в области строительства, исследователей и всех заинтересованных лиц, желающих узнать о современных тенденциях и перспективах использования искусственного интеллекта в строительстве.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ); строительство; цифровизация; машинное обучение; автоматизация; робототехника; цифровая трансформация

Введение

Развитие строительной отрасли сильно ограничено множеством сложных проблем, с которыми она сталкивается, такими как перерасход средств и времени, безопасность труда и нехватка рабочей силы [1]. Не менее важными также являются вопросы здоровья и безопасности работников, поскольку строительные работы часто связаны с повышенным риском травматизма. Более того, строительная индустрия относится к числу наименее оцифрованных отраслей в мире, что усложняет решение стоящих перед ней задач.

Анализируя данные проблемы, с которыми сталкивается строительная отрасль, возникает необходимость в инновационных решениях, способных преодолеть эти препятствия.

Автор считает, что одним из решений данных проблем может стать применение технологий искусственного интеллекта (ИИ), демонстрирующей огромный потенциал в строительстве.

Целью данного исследования является изучение современных тенденций применения искусственного интеллекта (ИИ) в строительной отрасли, а также анализ перспектив его дальнейшего использования.

Для достижения цели исследования необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ текущего состояния применения искусственного интеллекта в строительной отрасли.
2. Провести комплексное исследование существующих тенденций использования искусственного интеллекта в проектировании зданий, управлении строительными процессами и контроле качества работ.
3. Выявить преимущества и недостатки использования ИИ в строительстве.
4. Определить перспективные направления развития искусственного интеллекта в строительной сфере.

Методы

Для данного исследования был проведен обширный обзор литературы с целью выявления текущих областей применения искусственного интеллекта (ИИ) в строительной сфере. Обзор охватывает период с 2020 по 2024 год и отображает тенденции внедрения ИИ в строительном секторе. В качестве основного источника данных была задействована научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

После тщательного отбора статей, был проведен детальный анализ, в результате которого были получены необходимые данные. Изучение искусственного интеллекта и его областей способствовало формированию фундаментального понимания темы для последующих исследований.

Основная часть

Революция в области промышленности, которую также называют Индустрией 4.0, значительно влияет на различные сферы деятельности, включая строительство. Эта революция отличается внедрением новых методик и технологий, базирующихся на цифровых технологиях, концепции Интернета вещей (IoT), работе с большими данными (Big Data), использовании искусственного интеллекта (AI) и прочих инновационных идеях.

Теоретический анализ литературы позволяет выделить такое перспективное направление как технологии искусственного интеллекта (ИИ), способствующие повышению производительности в строительстве. Они позволяют автоматизировать и оптимизировать многие процессы, такие как планирование работ, управление ресурсами и контроль качества.

В результате изучения был получен материал, анализ которого позволил заключить, что ИИ может использоваться для прогнозирования будущих потребностей в строительстве, оптимизации процессов строительства и улучшения безопасности на стройплощадке. Все эти факторы в совокупности могут привести к повышению производительности в строительстве.

Анализируя научные источники, можно выделить три направления применения искусственного интеллекта в строительной отрасли: проектирование, строительство, обслуживание. В каждом из этих направлений есть свои нюансы. Для достижения высоких результатов в работе часто привлекаются высококвалифицированные специалисты, но даже они могут допускать ошибки из-за усталости или перенапряжения (так называемый человеческий фактор), что может привести к серьезным последствиям.

Исследуя эти ошибки, научное сообщество активно внедряет инновационные технологии, научное сообщество активно применяет новаторские методы, такие как технологии искусственного интеллекта, для решения критических проблем, включая излишние расходы и просрочки в строительстве, а также вопросы обеспечения безопасности.

Благодаря поддержке интеллектуальных машин, которые становятся все умнее по мере того, как они получают доступ к большему количеству данных, производство становится более эффективными, производительным и менее расточительным [2].

Впервые понятие «искусственный интеллект» было предложено Джоном Маккарти в 1956 году [3]. По его определению, искусственный интеллект — это способность машин и компьютерных программ выполнять задачи, делать выводы, принимать решения, аналогично человеческому творчеству и интеллекту.

Сейчас абсолютным лидером в применении искусственного интеллекта является Южная Корея, а лидером в разработке технологий искусственного интеллекта — США [4].

Необходимо отметить, что в стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы, утвержденной Указом Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203, в подп. «в» п. 36 в качестве одного из основных направлений развития российских информационных и коммуникационных технологий указан искусственный интеллект [5].

Так, машинное обучение, нейросети и т. п., которые иногда отождествляют с искусственным интеллектом [6], в Стратегии относятся к технологиям и перспективным методам искусственного интеллекта.

На основании вышеизложенного, приходим к выводу о том, что развитие искусственного интеллекта актуально, и исходя из успешного опыта применения искусственного интеллекта (ИИ) в различных отраслях, можно утверждать о значительном потенциале его использования в строительстве.

Применение ИИ в строительной индустрии активно набирает обороты ещё с 1980-х гг. [7]. В настоящее время можно обозначить несколько ключевых направлений внедрения ИИ в строительстве (рис. 1).

По информации от консалтинговой фирмы Deloitte, применение технологий ИИ в строительной отрасли способно снизить расходы и срывы графиков на 10–20 %, а также уменьшить количество часов, затрачиваемых инженерами, на 10–30 %.

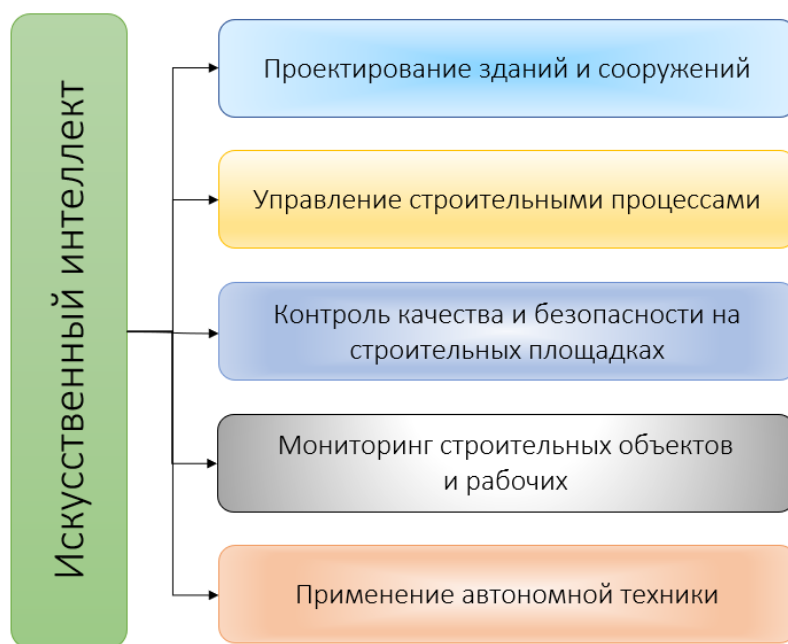


Рисунок 1. Направления внедрения ИИ в строительстве (разработано автором)

На данный момент выделяет следующие наиболее распространенные направления ИИ, которые используются в строительной индустрии:

1. Машинное обучение представляет собой методологию, позволяющую разрабатывать алгоритмы, способствующие обучению компьютеров на основе данных без применения прямого программирования. Машинное обучение может использоваться для анализа исторических данных о затратах на строительство проектов и прогнозирования будущих затрат. Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение имеет большой потенциал для использования в строительстве [8]. Следует отметить, что машинное обучение оказывает значительное влияние на строительство, предоставляя множество возможностей для улучшения процессов и результатов [9]. Ниже приведены некоторые алгоритмы машинного обучения, активно используемые в современном строительстве:

1. *Регрессия*: алгоритмы регрессии используются для предсказания числовых значений, таких как стоимость строительства или сроки выполнения проекта [10]. Например, алгоритм регрессии может быть использован для анализа данных об энергопотреблении зданий и предсказания энергоэффективности новых зданий на основе различных факторов, таких как дизайн, материалы, расположение и т. д.

2. *Кластеризация*: алгоритмы кластеризации в машинном обучении используются для группировки объектов на основе их сходства. Например, алгоритмы кластеризации могут быть использованы для группировки строительных материалов на основе их свойств, таких как прочность, теплопроводность, долговечность и т. д. Это может помочь компаниям выбрать наиболее подходящие материалы для конкретных проектов.

3. *Анализ текста*: алгоритмы анализа текста могут использоваться для обработки больших объемов текстовых данных, таких как документация проектов, электронная почта и отчеты с площадки строительства [10]. Например, алгоритмы анализа текста могут быть использованы для анализа технической документации, такой как чертежи, спецификации и руководства. Это может помочь строителям быстро находить нужную информацию и избегать ошибок.

4. *Алгоритмы обнаружения аномалий:* эти алгоритмы являются важной частью машинного обучения и используются для выявления необычных или неожиданных событий в данных. Они часто применяются в системах мониторинга и безопасности для обнаружения потенциальных угроз или проблем. Одним из примеров применения алгоритма обнаружения аномалий в строительстве может быть мониторинг состояния здания или сооружения. С помощью датчиков и сенсоров можно собирать данные о различных параметрах, таких как температура, влажность, вибрация и другие. Эти данные затем анализируются с помощью алгоритма обнаружения аномалий, который может выявить необычные или неожиданные изменения в этих параметрах. Это может помочь своевременно обнаруживать возможные проблемы в конструкции здания или его элементах, что позволит принять необходимые меры для предотвращения аварий или повреждений.

Одним из направлений прогрессивного развития в области искусственного интеллекта в строительном секторе является создание программного модуля RhinoCircular, которое было осуществлено Корнельским университетом в сотрудничестве с Университетской лабораторией безотходного строительства. Данный модуль предоставляет возможность оценки экологической безопасности строительных материалов непосредственно в процессе проектирования.

Отличительная черта решения заключается в анализе жизненного цикла строительных материалов, рассчитывая индекс от 0 до 1, где 1 соответствует 100 % возможности переработки. Индекс учитывает срок службы материала, его потенциал к переработке и долю сырья из вторичных источников. Интерфейс плагина RhinoCircular изображен на рисунке 2.

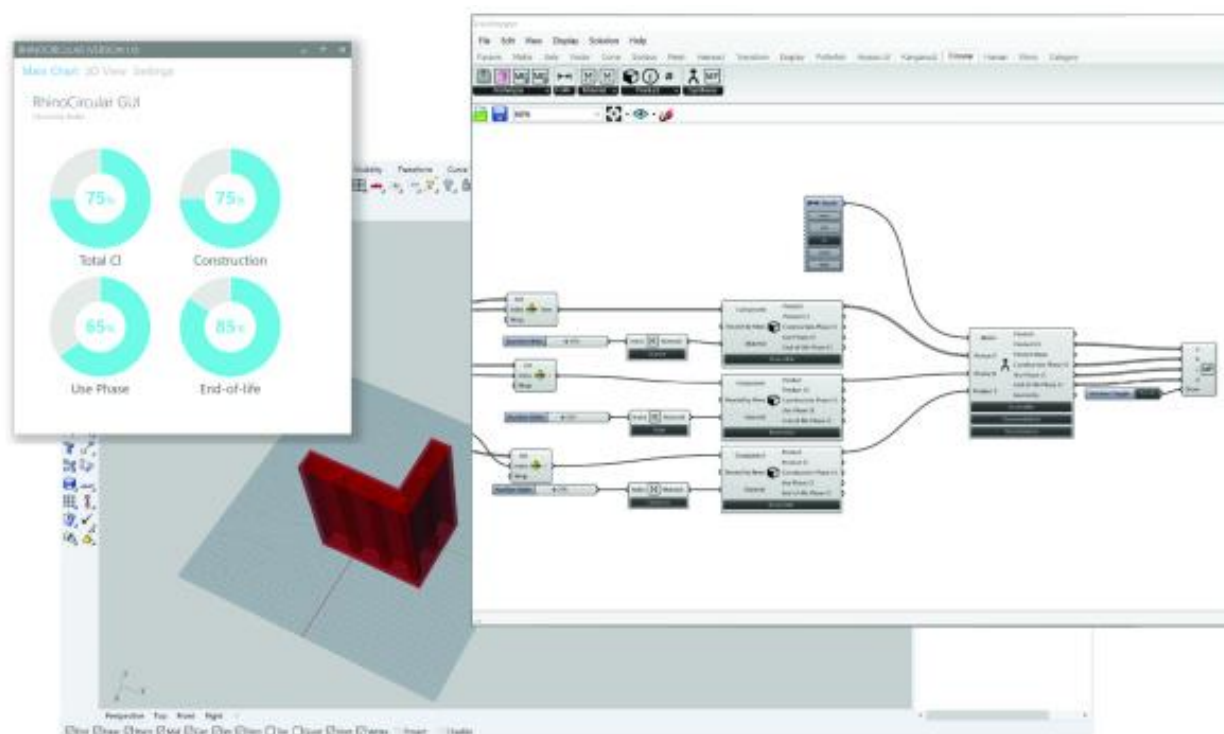


Рисунок 2. Интерфейс RhinoCircular¹

2. Компьютерное зрение. Целью компьютерного зрения является моделирование зрительной системы человека, позволяя машинам понимать и интерпретировать цифровые изображения или видео. Искусственный интеллект способен анализировать различные источники информации, включая фото, видео и другие данные, и использовать

¹ Circular Construction Lab [Электронный ресурс]. — URL: <https://labs.aap.cornell.edu/ccl> (дата обращения: 09.05.2024).

прогнозирование для выявления возможных угроз. Это позволяет руководителям строительных площадок оперативно принимать меры по предотвращению потенциальных опасностей.

Согласно данным Федеральной службы по труду и занятости (Роструд) за 2022 год, 991 из происшествий закончились смертельным исходом, а 298 из них имели групповой характер. Лидирующие позиции по количеству несчастных случаев в России традиционно занимают три отрасли — строительство, обрабатывающие производства и логистика. Одной из причин производственного травматизма, по выводам ЦК профсоюза работников строительства и промышленности стройматериалов России, является грубое нарушение правил техники безопасности — до 16 % [11].

Агентство по охране труда OSHA провело анализ всех потенциальных угроз и выявило «фатальную четверку», которая является причиной 60 % смертельных случаев в строительстве:

1. Падение с высоты.
2. Жазатие или удар предметами, движущимися под действием силы тяжести.
3. Поражение электрическим током.
4. Струи крови или других жидкостей организма.

Алгоритмы искусственного интеллекта (ИИ) могут помочь предотвратить четыре главные угрозы безопасности в строительстве, используя элементы компьютерного зрения. ИИ может использоваться для мониторинга безопасности на стройплощадке в режиме реального времени.

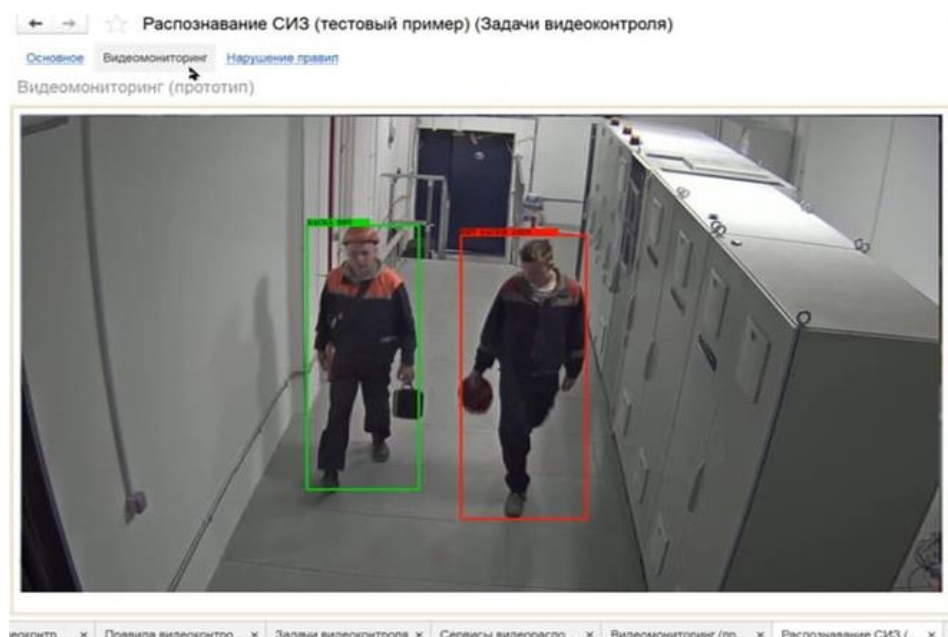


Рисунок 3. Система видеомониторинга с элементами ИИ²

Одним из решений, связанным с обеспечением безопасности рабочих на строительной площадке, является использование отслеживающих средств персональной защиты. Каждый работник, находящийся на объекте повышенной опасности, должен носить строительную каску, чтобы избежать травм от падающих предметов. Однако не все работники соблюдают эти правила, иногда забывают надеть каску или игнорируют требования руководства. В этой

² Самые передовые информационные системы и технологии в строительстве в 2024 году [Электронный ресурс]. — URL: <https://academy.tsus.ru/samye-peredovye-informacionnye-sistemy-i-tehnologii-v-stroitelstve-v-2023-godu/> (дата обращения: 09.05.2024).

ситуации эффективно справляется со своими задачами видеоаналитический метод под управлением искусственного интеллекта: при выявлении нарушения техники безопасности работником, находящимся на рабочем месте, незамедлительно информируется руководитель объекта, который в последующем принимает решение по исполнению профилактических/ штрафных мер по отношению к рабочему [7]. Кроме того, видеоаналитика позволяет точно определить работника, нарушившего правила, и автоматически сформировать акт о нарушении требований безопасности. Пример системы видеомониторинга с элементами ИИ показан на рисунке 3.

Помимо этого, системы искусственного интеллекта способны различать разные виды строительной техники, что дает возможность камерам самостоятельно определять и отслеживать эти машины. В результате этого процесса формируется значительный объем информации, который может быть применен для решения разнообразных задач, включая обнаружение неисправностей, предотвращение угроз безопасности и повышение эффективности работы.

3. Робототехника.

Робот представляет собой автоматическое устройство, созданное для выполнения различных механических задач согласно предварительно установленной программе. Он получает информацию через специальные датчики, аналогичные органам чувств живых существ. Особенность робота заключается в его способности самостоятельно выполнять операции, замещая тем самым труд человека, полностью или частично.

Использование роботов на стройплощадке позволит увеличить рабочую силу на объектах, снизить издержки на оплату труда рабочих, обеспечить сдачу объекта в срок [8].



Рисунок 4. Роевой полет бионической пчелы³

Инженеры из немецкой компании Festo разработали уникального робота BionicBee, который внешне напоминает пчелу, но значительно превосходит ее по размерам (рис. 4). Дрон с двумя крыльями длиной 22 см и размахом 24 см весит всего 23 грамма и способен летать в рое, как настоящие пчелы.

³ Festo SE & Co. KG [Электронный ресурс]. — URL: <https://press.festo.com/de/bionics-1/autonomes-fliegen-im-schwarm> (дата обращения: 10.05.2024).

Компьютер в режиме реального времени анализирует данные и задает траекторию полета для каждого робота, обеспечивая слаженную работу роя. Данная разработка открывает новые перспективы для развития робототехники и применения роевого интеллекта в строительстве: обследование труднодоступных мест, мониторинг, картографирование.

Основной характеристикой BionicBee является его способность к автономному совместному полету в группе, включающей до десяти роботов. Этот процесс возможен благодаря системе позиционирования на основе сверхширокополосных сигналов, которая включает восемь UWB-анкеров, расположенных на разных уровнях помещения. Это позволяет точно измерять координаты робо-пчел в реальном времени. Робо-пчелы следуют траекториям, задаваемым центральным компьютером, который обеспечивает безопасный и синхронизированный полет в плотной формации. При планировании маршрута также учитывается взаимное влияние, вызванное потоками воздуха от крыльев.

Примером внедрения машинного обучения служит строительная компания «Самолёт», которая проводит испытания роботов-собак для сканирования объектов. Их задача заключается в обеспечении соответствия возводимого сооружения проектной документации, контроле безопасности на стройплощадке и выполнении различных измерений. Достоинством машинного обучения является то, что робот способен самостоятельно ориентироваться на местности и перемещаться по различным поверхностям.

С практической точки зрения важно, что робот-собака значительно ускоряет выполнение многих задач в строительстве. К примеру, на создание 3D-модели объекта площадью 2 000 квадратных метров у него уходит всего 12 минут, в то время как у геодезиста на это может уйти до 72 часов. Более того, отклонение в 3D-модели составляет не более 2 сантиметров.

Анализируя данные примеры, можно сделать вывод о том, что роботы повышают производительность труда и решают проблему нехватки квалифицированных кадров в строительстве [12].

4. Интеграция цифровых двойников и ИИ может быть достигнута путем разработки специализированного программного обеспечения, которое будет моделировать физические и функциональные характеристики реальных объектов. Алгоритмы ИИ могут анализировать данные с датчиков для выявления закономерностей, делать прогнозы о том, как будет вести себя конструкция, контролировать оборудование и даже оптимизировать строительные процессы [13]. Это позволит использовать данные для анализа и прогнозирования поведения зданий и сооружений в различных условиях эксплуатации.

Использование искусственного интеллекта с цифровыми двойниками — быстро развивающаяся область, в которой постоянно появляются новые возможности [14]. Поскольку эта технология продолжает развиваться, ожидается, что она окажет огромное влияние на строительство, позволяя использовать более эффективные и экологически безопасные методы [15].

Проблемы, которые могут быть решены благодаря такой интеграции, включают оптимизацию процессов проектирования и строительства, повышение эффективности использования ресурсов, снижение затрат на эксплуатацию и ремонт зданий и сооружений, а также улучшение качества жизни людей. Кроме того, использование цифровых двойников и ИИ может помочь предотвратить аварии и катастрофы на объектах инфраструктуры.

Применение искусственного интеллекта в строительной отрасли имеет свои преимущества и недостатки (табл. 1).

Таблица 1

Преимущества и недостатки использования ИИ в строительстве

Преимущества	Недостатки
Улучшение эффективности процессов	Высокая стоимость внедрения и разработки
Повышение точности прогнозирования	Ограниченная доступность данных
Анализ больших объемов данных	Сложности с интерпретацией результатов
Уменьшение задействованного рабочего персонала на выполнение работ	Риск ошибок и неточностей
Возможность дистанционного отслеживания и мониторинг	Проблемы с конфиденциальностью и безопасностью данных

Собственная разработка автора статьи

На основе изученной информации, можно сделать вывод, что перспективными направлениями внедрения искусственного интеллекта в строительство являются следующие:

1. **Предиктивная аналитика больших данных.** Прогнозирование на основе больших объемов данных становится все более актуальным с развитием цифровых технологий. Постоянное увеличение количества информации требует ее анализа. Для руководителей, у которых нет времени на изучение подробных отчетов, особенно важна предварительная фильтрация и анализ данных. Искусственный интеллект способен быстро обрабатывать данные, выделять ключевые моменты и делать прогнозы.
2. **Интеграция с роботами в строительстве и предоставление рекомендаций по их управлению.** Искусственный интеллект способен разрабатывать графики работы, планировать время и организовывать поставки материалов. Интеграция этих систем обеспечивает многоуровневый подход к безопасности, снижая вероятность человеческих ошибок и повышая эффективность реагирования на чрезвычайные ситуации [16].
3. **Контроль затрат на строительство.** Исследования консалтинговой компании Deloitte показывают, что использование искусственного интеллекта в строительстве помогает сократить бюджеты и временные отклонения на 10–20 %, а также уменьшить рабочее время инженеров на 10–30 %.
4. **Применение нейросетей в процессе проектирования и научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР).** Нейронная сеть представляет собой специфический вариант искусственного интеллекта, который на текущий момент способен автоматизировать выполнение рутинных операций и специализированных расчетов. Однако развитие данного направления сталкивается с проблемами качества формулировки задач и неспособностью нейросетей адекватно интерпретировать русский язык.

Выводы

1. Использование искусственного интеллекта в строительстве является перспективным направлением развития отрасли.
2. Методы машинного обучения и искусственный интеллект имеют огромный потенциал для использования в строительной отрасли.
3. Внедрение роботов на строительной площадке может помочь решить проблемы, связанные с безопасностью. Например, Роботы могут работать в опасных условиях, где человек не может, что снижает риск несчастных случаев на рабочем

месте. Также Роботы могут выполнять задачи, которые требуют высокой квалификации, что снижает зависимость от наличия квалифицированных рабочих.

4. Искусственный интеллект решает основные задачи, такие как: автоматизация проектирования, оптимизация процессов строительства, контроль качества работ, обеспечение безопасности на объекте и другие.

Заключение

В заключении хотелось бы отметить, что использование технологий ИИ в строительной сфере является одним из наиболее перспективных направлений развития отрасли. Внедрение инновационных технологий позволяет повысить эффективность работы, сократить затраты на проектирование и строительство объектов, а также улучшить качество конечного продукта. Искусственный интеллект позволяет предупредить ситуации, связанные с травмами, возникновение несчастных случаев на производстве [17].

В рамках данного исследования рассматривались методы применения искусственного интеллекта в строительной отрасли, включая такие технологии, как машинное обучение, компьютерное зрение, роботизированные системы и интеграцию цифровых двойников с ИИ. Каждый из данных методов обладает своими уникальными характеристиками и потенциалом, а их комбинирование позволяет формировать более сложные и интеллектуально насыщенные системы.

Современные тенденции показывают, что все больше компаний начинают использовать ИИ для решения различных задач в области строительства. Это подтверждает актуальность данной темы и необходимость дальнейшего изучения возможностей применения искусственного интеллекта в этой сфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Язгельдыев, Шадурды. Искусственный интеллект в строительной сфере: современное положение и перспективы будущего / Шадурды Язгельдыев, Г.Д. Гурбанов, А.М. Агаев, Д.М. Амандурдыев. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2024. — № 11(510). — С. 20–22. — URL: <https://moluch.ru/archive/510/111982/> (дата обращения: 30.04.2024).
2. Куневич С.Н. Четвёртая промышленная революция или bim — технологии Индустрии 4.0 в строительстве // Colloquium-journal. 2023. № 4(163). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chetvyortaya-promyshlennaya-revolyuetsiya-ili-bim-tehnologii-industrii-4-0-v-stroitelstve> (дата обращения: 10.05.2024).
3. Воронцова И.В., Луконина Ю.А. Дефиниция «искусственный интеллект» и ее семантико-процессуальное значение в судебной системе России и зарубежных стран // Российский судья. 2020. № 10. С. 41–45.
4. Нагородская В.Б. Новые технологии (блокчейн / искусственный интеллект) на службе права: науч.-метод. пособие / под ред. Л.А. Новоселовой. М.: Проспект, 2019. 128 с.
5. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы: указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 // Собр. законодательства Рос. Федерации. — 2017. — № 41, ст. 5700.

6. Баранова А.Б., Бобылева А.З., Вайпан В.А. и др. Институт несостоятельности (банкротства) в правовой системе России и зарубежных стран: теория и практика правоприменения: моногр. / отв. ред. С.А. Карелина, И.В. Фролов. М.: Юстицинформ, 2020. 360 с.
7. Каширипур М.М., Николук В.А. Возможности искусственного интеллекта в строительной индустрии // Вестник ТГАСУ. 2024. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-iskusstvennogo-intellekta-v-stroitelnoy-industrii> (дата обращения: 10.05.2024).
8. Султанова, А.Д. Использование технологии искусственного интеллекта в строительстве / А.Д. Султанова // Перспективы науки в условиях инновационного развития: сборник статей международной научной конференции, Лодейное поле, 03 марта 2023 года. — СПб: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2023. — С. 22–24. — DOI 10.37539/230303.2023.63.35.004. — EDN BLUDYG.
9. Yahaya B. et al. Economic Sustainability of Building and Construction Projects Based on Artificial Intelligence Techniques // The Asian Review of Civil Engineering. 2023. 12. P. 34–40.
10. Секисов А.Н., Коженко Н.В., Папоян А.А., Кристя Н.Г., Прозорова А.С. Основные тенденции и направления применения искусственного интеллекта в строительном секторе национальноного хозяйства: организационные и экономические аспекты // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Том 13. № 10А. С. 357–366. DOI: 10.34670/AR.2023.20.36.039.
11. Кофанов А.В. Безопасность труда в строительном комплексе России // Строительство: наука и образование. 2011. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost-truda-v-stroitelnom-komplekse-rossii> (дата обращения: 10.05.2024).
12. Кравцова, О.А. Внедрение робототехники в строительстве / О.А. Кравцова, И.Ю. Левкович // Традиции, современные проблемы и перспективы развития строительства: Сборник научных статей, Гродно, 13–14 мая 2021 года. — Гродно: Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, 2021. — С. 216–219. — EDN YWFZYS.
13. Шананин В.А., Лосев К.Ю. Создание цифровых двойников в строительстве при помощи искусственного интеллекта // Инновации и инвестиции. 2023. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-tsifrovyyh-dvoynikov-v-stroitelstve-pri-pomoschi-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 05.05.2024).
14. Soderberg R., Wärmefjord K., Carlson J.S., Lindkvist L. Toward a Digital Twin for real-time geometry assurance in individualized production / CIRP Annals URL: doi.org/10.1016/j.cirp.2017.04.038.
15. Кудрявцев Н.Г., Типикин Д.К., Разработка системы персональной идентификации на базе платформы. материалы конференции. Информация и образование: границы коммуникаций. г. Горно-Алтайск. 2017. С. 102–103.
16. Гаряев, А. Интеграция искусственного интеллекта и технологии видеонаблюдения для мониторинга строительной техники / А. Гаряев // Информационные ресурсы России. — 2023. — № 3(192). — С. 34–47. — DOI 10.5815/0204-3653_2023_3192_34. — EDN MYWZKN.

17. Громовская Е.А. Повышение безопасности персонала на производстве за счет внедрения искусственного интеллекта // Вестник магистратуры. 2022. № 12-5(135). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-bezopasnosti-personala-na-proizvodstve-za-schetvnedreniya-iskusstvennogo-intellekta/viewer> (дата обращения: 10.05.2024).

Fedorova Darya Vitalievna

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia
E-mail: darya.fedorova.2013@list.ru

Usage of artificial intelligence technologies in construction: current trends and future prospects

Abstract. The present article is dedicated to the prospects of artificial intelligence (AI) development in the construction industry. The author discusses issues in the construction field related to exceeding budgets and project deadlines, negatively impacting the project's financial performance. The implementation of AI will significantly enhance the efficiency and quality of construction work, reducing time and resource costs. The application of artificial intelligence in construction contributes to industry progress and creates more favorable working conditions for employees. Modern trends in AI usage in design, construction process management, and quality control, such as machine learning, computer vision, robotics, and AI-integrated digital twins, are considered. The relevance of this article lies in artificial intelligence becoming one of the most important tools in modern construction. The research methodology involved a thorough analysis of scientific sources using multiple databases, specific keywords, and search criteria. Research results demonstrate that AI technologies are a promising trend for improving the efficiency and quality of construction projects and help identify important future development paths in this field. The practical significance lies in increasing interest in using AI methods in construction. Furthermore, the use of digital technologies allows for automating routine tasks, optimizing work planning, and resource allocation. This article is intended for construction industry professionals, researchers, and all interested parties seeking to learn about modern trends and prospects for using artificial intelligence in construction.

Keywords: artificial intelligence (AI); construction; digitalization; machine learning; automation; robotics; digital transformation