

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2025. Т. 27. № 5. С. 160–173.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2025; 27 (5): 160–173.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 69.04

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-5-160-173

EDN: QKAQJM

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Мохаммад Махди Каширипур, Владимир Александрович Николук
*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. В работе анализируется интеграция искусственного интеллекта с современными технологиями. На основе изученных мировых научных источников рассматриваются методы и возможности такого внедрения. Демонстрируется результат интеграции и возможности последующего развития. Предоставляется подробное описание недостатков и преимуществ применения инновационных технологий с интегрированным искусственным интеллектом в строительной индустрии. Исследование направлено на анализ возможностей и перспектив интеграции технологий искусственного интеллекта в строительную отрасль для научного и общественного ознакомления.

Актуальность. Несмотря на обилие новых технологий, ключевой задачей остается отбор тех из них, которые уже доказали свою практическую пользу. Поэтому систематический анализ успешных кейсов внедрения таких технологий в современных реалиях является крайне востребованным для определения обоснованных векторов дальнейшей технологизации строительства.

Цель исследования: изучить востребованные на данный момент технологии в мировой строительной практике с влиянием на них искусственного интеллекта, подробно рассмотреть эффективность их использования с точки зрения экономики, сохранения экологии и природных ресурсов, обеспечения безопасного ведения трудовой деятельности, возможности последующего развития с выявлением как недостатков, так и преимуществ.

Материалы и методы. Анализ научной литературы, научно-исследовательских трудов, интернет-источников, частных каналов и мнений активных энтузиастов, интересующихся и работающих над процессом разработки и внедрения инновационных технологий.

Результаты и выводы. Разработана методология внедрения современных технологий в строительство и проанализированы их преимущества с ограничениями. Определены ключевые понятия, сущность и мировая востребованность данных решений, а также обоснована необходимость их практического применения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, строительная индустрия, инновационные технологии, строительство, жизнедеятельность, конструкции

Для цитирования: Каширипур М.М., Николук В.А. К вопросу использования искусственного интеллекта в строительной индустрии // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 5. С. 160–173. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-5-160-173. EDN: QKAQJM

ORIGINAL ARTICLE

TOWARDS ARTIFICIAL INTELLIGENCE
IN CONSTRUCTION INDUSTRY

Mohammad M. Kashiripoor, Vladimir A. Nikolyuk
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Abstract. This paper analyzes the integration of artificial intelligence with current technologies. Possibilities and methods of integration with modern innovations are revealed in the paper according to the studied and analyzed information from scientific sources around the world. The result of integration and possibilities of further development are demonstrated. A detailed description is provided for disadvantages and advantages of applying innovative technologies with integrated artificial intelligence in the construction industry. This paper familiarizes both the scientific community and the civilian population with opportunities and development prospects of construction industry through the introduction of artificial intelligence technology.

Relevance: the study of current and effective technologies that have proven themselves with a positive side in the construction industry. Analysis of their implementation and use in modern realities.

Purpose: The aim of the paper is to study the currently demanded technologies in the world construction utilizing artificial intelligence, consider in detail the efficiency of its use in economy, preservation of ecology and natural resources, ensuring safe labor activity, the possibility of further modernization and development with the provision of both disadvantages and advantages.

Methodology: A study of scientific literature, research papers, Internet sources, private channels and opinions of active enthusiasts interested in and working on the implementation and development of innovative technologies.

Research findings: The introduction and use of modern technologies in the construction industry is outlined, advantages and disadvantages of innovations are described. Basic concepts of modern technologies, their essence and demand in the world are studied, the necessity of their application and exploitation is described.

Keywords: artificial intelligence, construction industry, innovative technologies, construction, life, structures.

For citation: Kashiripoor M.M., Nikolyuk V.A. Towards Artificial Intelligence in Construction Industry. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (5): 160–173. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-5-160-173. EDN: QKAQJM

Введение

Благодаря прогрессу инновационных технологий строительная индустрия стремительными темпами переходит на новый этап развития, внедряя искусственный интеллект. Улучшая качество выполняемых задач с соблюдением поставленных сроков, повышая экономическую составляющую строительной отрасли и соблюдая требования техники безопасности, технология искусственного интеллекта продвинулась в своем развитии на годы вперед. Активное внедрение инновационных технологий в строительный бизнес демонстрирует положительную динамику в вопросах решения сложных и энергоемких задач.

Цель исследования заключается в изучении эффективности интеграции искусственного интеллекта в строительную индустрию и определении влияния применения рассматриваемой технологии на жизнедеятельность человека в целом.

Задачи, способствующие достижению цели:

- изучение имеющихся в открытом доступе результатов применения искусственного интеллекта;
- рассмотрение актуальных инноваций в строительной индустрии;
- анализ трудов научного сообщества по рассматриваемой теме;
- оценивание эффективности интеграции искусственного интеллекта с актуальными технологиями;
- анализ отклика населения на использование инновационных технологий.

Методами проведения исследования являются изучение и сбор информации из научно-исследовательских источников, анализ примеров применения технологий в реальной практике, изложение личного мнения и составление вывода.

Результаты и обсуждение

Ежедневное развитие технологий предоставляет возможность интегрировать нововведения почти в любую сферу жизнедеятельности человека. Строительная индустрия не остается без внимания инновационных технологий, предлагая расширенные возможности их применения почти на каждой стадии ведения строительного бизнеса. Внедрение инновационных технологий в строительную индустрию позволяет исключить риски травматизма рабочих при выполнении поставленных задач, уменьшить количество трудовых затрат на выполнение работ, повысить экономические показатели как крупных предприятий, так и малого бизнеса, неся за собой эффективный прирост прибыли в государственную казну, позволяя улучшить качество жизни населения [1]. Кроме того, инновационные технологии способны поддерживать сохранность окружающей среды, минимизируя вредные выбросы и экономя природные ресурсы. Далее будут рассмотрены наиболее востребованные и имеющие положительную динамику эксплуатации инновации [2].

BIM (Building Information Modeling) – технология, использование которой позволяет объединить работу нескольких специалистов разных направленностей в одно целое, создавая при этом 3D-модель объекта, наполненную исходной информацией. Работа с рассматриваемой технологией происходит с помощью использования данных, сохраненных на одном сервере. Доступ к серверу открыт всем участникам проекта.

3D-печать – технология, использование которой предоставляет возможность печатать как конструкции, детали, элементы, необходимые для проведения строительных работ, так и малые сооружения, такие как мосты, коттеджи. Применение данной технологии востребовано среди малого бизнеса, предоставляющего услуги по изготовлению материалов и возведению усадебных комплексов [3].

Переработанные и экологически чистые материалы – технология переработки отходов жизнедеятельности человека в материалы, использование которых актуально как в строительной сфере, так и во многих других отраслях, имеет лидирующие показатели востребованности среди населения за счет возможности сохранения окружающей среды и природных ресурсов.

Энергосберегающие методы – актуальность данного метода заключается в освоении переработки и эффективном применении как солнечной, так и вет-

ровой энергии, позволяя при этом уменьшить количество выбросов в окружающую среду.

Роботизация – технология, использование которой позволяет уменьшить риск получения людьми травм на своем рабочем месте за счет эксплуатации роботов, запрограммированных на выполнение поставленных задач.

Датчики – использование данной технологии позволяет удаленно и оперативно отслеживать состояние различных конструкций, эксплуатация которых играет важную роль в жизни человека.

Лазерное сканирование – технология, позволяющая в кратчайшие сроки создать 3D-модель объекта с помощью полученных точек, имеющих точность в 0,5–5 мм, посредством проведения предварительного сканирования [4]. Эффективное применение данной технологии можно выделить в местах объекта, доступ к которым затруднен или же находится в опасной для человеческой жизни зоне.

Big Data – большой поток информации и данных, обработка и структуризация которых доступна только на промышленных компьютерах, поскольку бытовые персональные компьютеры не способны уместить и обработать такой объем данных. Эффективное применение данной технологии позволяет добиться высоких результатов во многих сферах жизнедеятельности за счет предоставления проанализированной информации.

На данный момент при изучении научной литературы и трудов экспертов выделяется своей эффективностью технология искусственного интеллекта [5]. Поскольку данная инновация находится на стадии зарождения, научное сообщество только начинает углубляться в ее изучение, предоставляя в открытом доступе свои результаты применения и эксплуатации искусственного интеллекта как в лабораторных, так и в реальных условиях. Данная технология уже имеет положительную динамику развития, предоставляя эффективные результаты своего применения. Сегодня наибольшую потребность в использовании искусственного интеллекта имеют такие страны и государства, как США, Россия, Польша, Германия [6].

Искусственный интеллект (Artificial intelligence, ИИ, AI)

Прогресс не стоит на месте, ученые и энтузиасты по всему миру выдвигают свои инновации во благо жизнедеятельности человека, добиваясь высоких оценок со стороны населения и организаций, использующих научные разработки. Человечество стремится создать технологию, которая объединит и заменит существующие решения, усовершенствовав ключевые сферы жизни. Именно искусственный интеллект при должном развитии может стать такой универсальной основой.

Повседневное использование даже базовых возможностей ИИ стимулирует его изучение и ускоряет прогресс в этой области [7, 8].

За счет продолжительного и упорного развития современных технологий, способных произвести положительное влияние на строительную индустрию и жизнедеятельность человека в целом, появляется возможность интеграции искусственного интеллекта в технологии, получившие колоссальное признание со стороны мировых экспертов в сфере развития технологий, а также

специалистов, применивших данные инновации в рабочем процессе. Для наиболее удачной интеграции искусственного интеллекта с современными технологиями следует досконально изучить каждую из инноваций, учесть экономическую часть данного вопроса, предусмотреть возможные непредвиденные затраты, убедиться в высоких показателях человеческой безопасности, а также актуальности использования с возможностью последующего развития.

На данный момент наиболее эффективными и зарекомендовавшими себя на мировой арене инновациями выделяют:

1. BIM.
2. 3D-печать.
3. Лазерное сканирование.
4. Робототехника.
5. Big Data.

При детальном рассмотрении данных инноваций не возникает ни малейшего сомнения в актуальности и эффективности их использования как с экономической точки зрения, так и с точки зрения безопасности жизнедеятельности рабочих. Кроме того, данные инновации отлично поддаются параллельной интеграции с технологией искусственного интеллекта, позволяя открыть новые возможности в сфере строительства, сформировать новый рынок труда, увеличить экономические показатели, повысить работоспособность и улучшить качество жизни человека. Таким образом, следует досконально изучить и описать варианты возможной интеграции искусственного интеллекта с вышеуказанными технологиями.

BIM. Интеграция искусственного интеллекта с технологией BIM (Building Information Modeling) подразумевает как расширение возможностей применения данной технологии, так и увеличение ее коэффициента полезного действия при производстве работ. Рассматривая технологию BIM с интегрированным в нее ИИ на примере первоначального создания информационной модели, возможно посредством проведения анализа климатического района будущей застройки заранее определить эффективность использования тех или иных материалов для возведения здания, его отделки и утепления, установить остаточный срок службы, а также рассчитать финансовые затраты, предлагая вариации как дизайна, так и конструктивного решения [9].

Осуществление анализа климатического района происходит посредством предоставления климатических данных на интересующем нас земельном участке за последние несколько лет искусственному интеллекту, который, в свою очередь, проводит анализ, рассчитывает возможное изменение климата, предусматривает возникновение катаклизмов и неблагоприятных условий. Следующий шаг после проведения анализа – предоставление результатов проведенной работы. За счет проведенного анализа выдвигаются варианты использования материалов для проведения строительных работ, которые, по мнению искусственного интеллекта, обеспечат наибольший срок службы возводимого здания на данном участке климатического района. Кроме того, будет выявлена расчетная стоимость закупки данных материалов внутри рассматриваемого государства, а также будут даны рекомендации по производству строительных работ в зависимости от времени года.

Таким образом, строительные компании могут сэкономить время на проведение организационных работ, параллельно ускоряя последующие процессы. Для потенциальных заказчиков данный метод интеграции искусственного интеллекта позволяет заранее определить экономическую выгоду проведения строительных работ и выявить возможные риски возведения и эксплуатации будущего объекта. При согласовании проведенных аналитических работ на первоначальных этапах следует разработать и моделирование информационной модели здания [10, 11]. Включая в себя исходные данные, полученные на первоначальном этапе посредством анализа климатического района, модель наполняется сведениями, позволяющими производить искусственному интеллекту анализ отклонений от проекта и тем самым рассчитывать риски. В будущем, при передаче заказчику информационной модели, работы над которой велись с использованием ИИ, появится возможность продолжить эксплуатацию данной технологии без дополнительного обучения. Необходимо будет только добавлять исходные данные и информацию, связанную с принятием новых норм и правил в строительной сфере.

3D-печать. На данный момент 3D-печать занимает одну из лидирующих строчек среди используемых технологий по всему миру. Она приобрела популярность как среди строительных гигантов, так и среди малых коммерческих фирм благодаря своим положительным качествам: она предлагает и заказчику, и исполнителю экономически выгодные условия возведения и последующей эксплуатации объектов, созданных на основе 3D-печати. За счет интеграции искусственного интеллекта в технологию 3D-печати появляется возможность избежать как системных, так и связанных с человеческим фактором ошибок в реализации строительных работ.

Искусственный интеллект способен взять на себя ответственность за выбор оптимального материала и исключить возможные ошибки оператора, провести постобработку печати, тем самым исключая ее недочеты и экономя время и материалы на ручную доработку объекта. ИИ также способен определить оптимальную высоту и плотность слоя печати, траекторию. Основопологающим действием в разработке объекта посредством 3D-принтера является создание его модели [3]. Нередко она берется из каталога или разрабатывается специалистами долгое время, однако всегда остается риск наличия ошибок, допущенных при построении, которые определяются после производства печатных работ. Данные ошибки часто связаны с человеческим фактором, упущением каких-то аспектов при построении, но также могут быть системно допущенными.

Искусственный интеллект, в свою очередь, способен сгенерировать и проработать модель объекта, тем самым исключая вероятность возникновения ошибок специалистов, связанных с человеческим фактором, и системных ошибок, связанных с неисправностью программного обеспечения. Возможность интеграции ИИ позволяет разнообразить и расширить библиотеку моделей, увеличивая тем самым финансовый поток, исходящий от заказчиков, уменьшить вероятность допущения ошибок, экономя время и деньги как заказчика, так и исполнителя.

Данный метод за счет своей дешевизны способен на государственном уровне выступить экологичным и экономически выгодным решением по массовому возведению жилищных объектов, позволяя сократить число бездомных

граждан, увеличить экономические показатели государства, а также выступить инновационным решением по вопросу жилищных проблем после катаклизмов [12]. В январе 2025 г. в штате Калифорния произошли катастрофические разрушения жилищных объектов из-за массовых пожаров. Стоимость реконструкции городской черты оценивается в миллиарды долларов, сроки проведения строительных работ – в несколько десятилетий, что несет за собой рост цен на оказываемые строительные услуги и количества людей без постоянного места жительства. Данный метод интеграции искусственного интеллекта с технологией 3D-печати способен выступить своеобразной подушкой безопасности для штата Калифорния: он ускорит процесс возведения жилищных объектов, заменив привычный в США метод постройки с использованием легковоспламеняющегося деревянного каркаса, уменьшив рост количества нуждающихся в жилищных объектах [13].

Лазерное сканирование. Лазерное сканирование имеет большую востребованность среди специалистов различных сфер жизнедеятельности человека. В строительной индустрии данная технология является неотъемлемой частью проведения предпроектных работ благодаря своему функционалу и возможностям. К ним относятся: точность сканирования объектов с частотой вплоть до 0,5–5 мм, возможность эксплуатации и проведения работ в любое время суток, не привязываясь к световому дню, полная интеграция с информационной моделью объекта (с дополнением ее необходимыми значениями), возможность удаленного проведения работ (достаточно актуально в ситуациях, когда необходимый объект находится в труднодоступном участке или же в опасной для человека зоне) [14].

Также следует выделить тот факт, что лазерное сканирование имеет минимальные затраты по времени проведения работ, что способствует ускорению всех последующих процессов и экономит трудозатраты рабочих. Интеграция искусственного интеллекта с данной технологией может обеспечить более эффективный результат проведения работ по сканированию за счет автоматической доработки модели, создаваемой по результатам проведенного сканирования. Поскольку работы с помощью лазерного сканирования могут проходить в любое время суток, в финальном результате часто могут возникать коллизии модели (в темное время суток может получаться некорректное сканирование), обработкой и доработкой которых занимаются специалисты, затрачивая на это большое количество времени. Искусственный интеллект способен заранее определять возникновение коллизий за счет нехватки или недостоверности поступающих на сервер данных, информируя при этом инженера, управляющего ходом проведения сканирования, который, в свою очередь, предпримет меры по повторному проведению работ на участке с выявленными недочетами. Помимо оповещения специалистов об обнаружении коллизий при сканировании, технология искусственного интеллекта способна провести редакционные работы модели, распознавая такие участки и правя их за счет анализа проблемного места. Анализ основан на изучении проблемного участка со всех сторон, распознавании верхних и нижних точек, ширины и высоты, глубины и выпуклости данной части модели [15].

Данный анализ позволяет увеличить и доработать точность отсканированной модели, что влечет за собой уменьшение времени на повторное скани-

рование и ручную доработку модели. Описываемая технология также используется при сканировании памятников архитектуры, достопримечательных мест и объектов старой и ветхой застройки, чертежная документация на которые чаще всего утеряна или же находится в непригодном состоянии, при этом подступы к таким объектам имеют высокую травмоопасность для рабочих [16]. Лазерное сканирование позволяет восстановить эти данные посредством своего функционала, обеспечивая удаленное проведение работ, минимизируя риски получения травм, экономя количество задействованных специалистов, предоставляя минимальные затраты как по времени, так и по финансированию.

Робототехника. Робототехника имеет отличные показатели эффективности внедрения во все сферы деятельности человека. Строительная отрасль также не осталась без внимания данной технологии, заменяя элементарный человеческий труд менее прихотливыми и более экономически выгодными электронными единицами – роботами. Эксплуатируя и внедряя повсеместно данную технологию, человечество стало задумываться о полной замене человеческой рабочей силы на обученных роботов, что позволит уберечь свои предприятия от ошибок, связанных с человеческим фактором. Кроме того, производство работ, связанных с использованием данной технологии, не требует наличия ежедневного отдыха и ежемесячной оплаты труда.

Заменив живую рабочую силу, предприятия и различные организации по всему миру увеличили свои экономические показатели в несколько раз, позволив производству работать 24 ч в сутки [17]. Помимо полученных показателей роста прибыли и уменьшения ежемесячных затрат, организациям также важно иметь качественное производство, что достаточно трудно отследить, не имея уровня интеллекта для распознавания брака. Достаточно допустить малейший машинный сбой роботизированного производства, чтобы получить брак продукции и понести производственные убытки впоследствии.

Решением данной проблемы может выступить интеграция искусственного интеллекта с робототехникой. Поскольку робототехника связана с действиями, четко заложенными программой, появляются проблемы, решение которых возможно за счет отклонения от работы, прописанной программным обеспечением, решения возникшей проблемы и последующего возвращения к выполнению поставленной задачи. Искусственный интеллект, интегрированный в робота, способен исключить проблемы в процессе работы посредством проведения анализа ситуации на производстве. При распознавании брака или нетипичности производимого изделия искусственный интеллект проводит анализ системы всего производства, находя катализатор проблемы. ИИ разбирается с ним самостоятельно либо при невозможности самостоятельного устранения подает сигнал о возникновении проблемы специалисту. Данная интеграция способствует уменьшению количества финансовых потерь производства из-за выпуска бракованной продукции, еще большему уменьшению задействованного рабочего персонала, поддержанию и повышению качества выпускаемой продукции, увеличению прироста прибыли.

Big Data. Технология Big Data в агрессивной манере завоевывает все возможные направления жизнедеятельности человека, строительная индустрия также не осталась без внимания. Применение данной технологии в строительстве

расширило спектр возможностей специалистов посредством своего функционала для анализа большого объема данных. Специалистам удалось принять участие в разработках и выполнении тех работ, рациональность и выгода которых повсеместно ставились под сомнение [18]. Экспериментируя с реализацией смелых проектов, воплощение которых произошло благодаря сложному, но в то же время быстрому анализу, крупные компании повысили свои экономические показатели, обеспечили рабочими местами большое количество специалистов, предоставили миру инновационный взгляд на принятие сложных решений [19].

Интеграция искусственного интеллекта с технологией Big Data позволит анализировать большое количество информации и предлагать обоснованные решения, связанные с рисками для компаний. Кроме того, эта мера даст возможность увеличить скорость обработки еще большего потока информации и данных, что влечет за собой скачок финансового прироста для предприятий, уменьшение роста возникающих в последующем рисков, обеспечение безопасности [11]. Существуют разные виды рисков, влияние которых отражается на принятии решения в отношении того или иного проекта. Восприятие рисков человеческим разумом способно затенить корректную пошаговость принятия решений, что влечет за собой допущение ошибочных действий. Поскольку технология Big Data больше направлена на четко прописанный системный анализ, возникновение отрицательно действующих на поэтапность хода работ факторов сводится к нулю, что позволяет исключить допущение ошибочных решений [16]. Искусственный интеллект, в свою очередь, способен имитировать человеческий подход к решению этой задачи, но при этом анализировать значительно больший объем данных.

Преимущества и недостатки

Изучив каждую из наиболее востребованных на данный момент инноваций, способных продемонстрировать высокие показатели эффективности как в строительной сфере, так и в повседневной жизни человека, за счет интеграции с технологией искусственного интеллекта, следует выделить их преимущества и недостатки, с учетом которых можно оценить влияние рассматриваемых технологий на последующее их развитие и мировую гонку инноваций.

Преимущества:

- уменьшение финансовых затрат на реализацию проектов;
- достижение высоких результатов в сохранении и улучшении качества труда рабочих;
- сокращение задействованных работников в реализации проектов;
- уменьшение возникновения рисков на всех этапах проведения работ;
- удаленный контроль проведения работ;
- высокая скорость выполнения рабочих мероприятий;
- подход к решению рабочих вопросов с имитацией человеческого подхода;
- предоставление возможности последующего развития технологий;
- экологически безопасная деятельность с сокращением использования и выброса вредных материалов.

Недостатки:

- уменьшение количества рабочих, что порождает рост безработицы;

- недостаток инженеров по внедрению и эксплуатации;
- дефицит финансирования за счет недостаточного принятия обществом;
- начальная стадия развития технологии с непроработанными проблемами в системе;
- необходимость регулярного анализа выполненных действий и внесения корректировок для выявления ошибок.

Выводы

Рассмотрев и проанализировав возможности искусственного интеллекта в интеграции с различными инновационными технологиями, занимающими лидирующее положение по востребованности и эффективности выполнения поставленных задач, следует сделать вывод, что искусственный интеллект находится на ранней стадии развития, имея при этом недостатки в разработке, связанные с нехваткой квалифицированных кадров, способных наладить рабочий процесс данной технологии. В то же время, несмотря на изученные изъяны системы, ИИ демонстрирует высокие показатели исполнительности и качества имеющегося труда. Развитие и изучение данной технологии способны привести к реализации полностью нового и всеми востребованного механизма ведения бизнеса. Повышая экономическую составляющую и развивая технику безопасного ведения рабочего процесса как для человека, так и для окружающей среды, искусственный интеллект остается в центре внимания специалистов и ученых, что позволяет на ранних этапах осуществлять частное развитие данной направленности, не требуя крупных вложений. Количество имеющихся на данный момент преимуществ уже способно перекрыть количество недостатков данной технологии, что знаменует возможность искоренения отрицательных факторов благодаря углубленному изучению и доработкам проблематики искусственного интеллекта. Таким образом, благодаря проведенному исследованию влияния искусственного интеллекта на строительную индустрию появляется возможность сделать следующие выводы:

- влияние, оказываемое искусственным интеллектом на строительную индустрию, подводит человечество к прогрессу в замене привычного мышления для решения конкретных задач на искусственно созданный разум, не уступающий ни по каким параметрам человеческому;
- количество заинтересованных в изучении и внедрении искусственного интеллекта людей растет с большой скоростью, способствуя развитию человеческого мышления;
- инновации, применяемые на данный момент, способны демонстрировать еще больший по качеству выполнения работ результат благодаря интеграции с искусственным интеллектом;
- повышение количества финансовых вложений в развитие инновационных технологий способно улучшить и повысить качество жизнедеятельности человека;
- технология искусственного интеллекта не имеет границ в развитии, предоставляя человечеству возможность бесконечной модернизации и развития себя как важнейшего инструмента жизнедеятельности.

Заключение

Настоящая исследовательская работа способна предоставить ученым и частным энтузиастам базу знаний и возможностей технологии искусственного интеллекта для последующего его изучения и развития. Внедрение и эксплуатация искусственного интеллекта в повседневной и профессиональной жизнедеятельности человека имеет большую востребованность, предоставляя возможность как малому, так и крупному бизнесу разрабатывать и применять продукцию, не имеющую аналогов на рынке, способствуя повышению качества жизни населения, увеличивая экономические показатели стран, экономя затраты задействованной энергии и восполняя экологические запасы посредством уменьшения выброса в атмосферу вредных веществ.

Имеющиеся в общем доступе показатели эксплуатации и внедрения искусственного интеллекта во все сферы жизнедеятельности человека демонстрируют положительные результаты, имеющие большой потенциал для улучшения.

Помимо положительного опыта использования технологии искусственного интеллекта, следует учитывать необходимость его контроля. Учеными до сих пор не до конца изучено восприятие рассматриваемой технологией определенных потоков информации, данных, знаний, что в последующем может отрицательно повлиять на человечество в целом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Каширинур М.М., Николюк В.А. Возможности искусственного интеллекта в строительной индустрии // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2024. № 26 (1). С. 163–178. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-1-163-178. EDN: KRQYWZ
2. Искусственный интеллект в строительстве // Айбим : [сайт]. URL: <https://bim-info.ru/articles/iskusstvennyy-intellekt-v-stroitelstve/?ysclid=m6iy8lgea3788520490> (дата обращения: 10.01.2025).
3. Каширинур М.М., Гарагозов С.Б. Новые тенденции и инновации в строительстве: строительство с помощью 3D-принтера // Инжиниринг и экономика: современное состояние и перспективы развития : сборник материалов студенческой научно-технической конференции в рамках 20-й Международной научно-технической конференции БНТУ «Наука – образованию, производству и экономике» и 78-й студенческой научно-технической конференции БНТУ, 4–5 мая 2022 г. Минск : БНТУ, 2022. С. 94–99. EDN: LSVARP
4. Инновации в строительной отрасли // PERI : [сайт]. URL: <https://academy.peri.ru/blog/innovacii-v-stroitelnoj-otrasli-v-2023-godu?ysclid=m5zt1sohmt212267675> (дата обращения: 10.01.2025).
5. Kyivska K., Tsiutsiura S. Implementation of artificial intelligence in the construction industry and analysis of existing technologies // Technology audit and production reserves. 2021. № 2. P. 12–15. DOI:10.15587/2706-5448.2021.229532
6. Adeyoye A., Diekola O., Delvin K., Gbenga C. Applications of Artificial Intelligence (AI) in the construction industry: A review of Observational Studies // Applied Sciences Research Periodicals. 2023. V. 1. № 4. P. 42–52. DOI: 10.13140/RG.2.2.15025.97124
7. Каширинур М.М., Борејко В.М. Автоматический мониторинг для сложных сооружений и инфраструктуры города // Дорожное строительство и его инженерное обеспечение : материалы III Международной научно-технической конференции. Минск : БНТУ, 2022. С. 90–94.
8. Искусственный интеллект и аддитивные технологии: перспективы взаимодействия. Блог 3D-экспертов // IQB : [сайт]. URL: <https://blog.iqb.ru/ai-3d-printing-intersection/?ysclid=m6ixhtensc502604765> (дата обращения: 08.01.2025).
9. Каширинур М.М., Альмалеги А.М. Разработка подходящей методологии управления строительными проектами // Инжиниринг и экономика: современное состояние и перспек-

- тивы развития : сборник материалов студенческой научно-технической конференции в рамках 20-й Международной научно-технической конференции БНТУ «Наука – образованию, производству и экономике» и 78-й студенческой научно-технической конференции БНТУ, 4–5 мая 2022 г. Минск : БНТУ, 2022. С. 78–83.
10. *Каширипур М.М.* Технологии четвертой волны в строительстве и архитектуре: от идеи до реализации (часть 2) // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14. № 3. С. 178–193. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.22
 11. *Каширипур М.М.* Технологии четвертой волны в строительстве и архитектуре: от идеи до реализации (часть 3): примеры применения технологий четвертой волны в строительстве и архитектуре // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14. № 4. С. 171–179. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.24
 12. *Каширипур М.М.* Город метавселенной: определение и направление развития для градостроительства и архитектуры // Вестник Брестского государственного технического университета (Вестник БрГТУ). 2023. № 3 (132). С. 2–10. DOI: 10.36773/1818-1112-2023-132-3-2-10
 13. *Каширипур М.М., Кухарева И.В.* Инновации в строительстве: строительство домов из отходов // Инжиниринг и экономика: современное состояние и перспективы развития : сборник материалов студенческой научно-технической конференции в рамках 20-й Международной научно-технической конференции БНТУ «Наука – образованию, производству и экономике» и 78-й студенческой научно-технической конференции БНТУ, 4–5 мая 2022 г. Минск : БНТУ, 2022. С. 100–103.
 14. *Как с помощью лазерного 3D-сканирования сократить риски при строительстве и реконструкции зданий и объектов* // Цифровое Строительство : [сайт]. URL: <https://digital-build.ru/kak-s-pomoshhyu-lazernogo-3d-skanirovaniya-sokratit-riski-pri-stroitelstve-i-rekonstrukcii/?ysclid=m6iy1xrd6h211821245> (дата обращения: 07.01.2025).
 15. *Каширипур М.М., Аль-Сайяб А.А.* Надлежащая методология автоматизированного мониторинга в процессе строительства // Инжиниринг и экономика: современное состояние и перспективы развития : сборник материалов студенческой научно-технической конференции в рамках 20-й Международной научно-технической конференции БНТУ «Наука – образованию, производству и экономике» и 78-й студенческой научно-технической конференции БНТУ, 4–5 мая 2022 г. Минск : БНТУ, 2022. С. 84–88.
 16. *Eber V.* Potentials of artificial intelligence in construction management // *Organization, Technology and Management in Construction: an International Journal*. 2020. I. 1. P. 2053–2063.
 17. *Каширипур М.М., Борейко В.М.* Автоматический мониторинг для сложных сооружений и инфраструктуры города // Дорожное строительство и его инженерное обеспечение : материалы III Международной научно-технической конференции. Минск : БНТУ, 2022. С. 90–94.
 18. *Использование ИИ в строительстве: примеры и будущее* // Gectaro : [сайт]. URL: <https://gectaro.com/blog/tpost/r71jb8y1x1-ispolzovanie-ii-v-stroitelstve-primeri-i?ysclid=m6i7mulcwq9216836> (дата обращения: 08.01.2025).
 19. *Artificial Intelligence for Big Data & How They Work Together* // Trending New. URL: <https://stargazerowl.com/artificial-intelligence-for-big-data-how-they-work-together/> (дата обращения: 03.01.2025).

REFERENCES

1. *Kashiripoor M.M.* Artificial Intelligence as a New Trend in Construction Industry. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2024; 26 (1): 163–178. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-1-163-178 (In Russian)
2. Artificial intelligence in construction. Available: <https://bim-info.ru/articles/iskusstvennyy-intellekt-v-stroitelstve/?ysclid=m6iy8lgea3788520490> (accessed January 10, 2025). (In Russian)
3. *Kashiripur M.M., Garagozov S.B.* New Trends and Innovations in Construction: Building with a 3D Printer. In: *Proc. 20th Int. Sci. Conf. 'Science to Education Production and Economics'* and *Proc. 78th Sci. Conf. of Students*. O.S. Golubova Ed., May 4–5, Minsk. 2022. Pp. 94–99. EDN: LSVARP (In Russian)
4. Innovations in the construction industry. Available: <https://academy.peri.ru/blog/innovacii-v-stroitelnoj-otrasli-v-2023-godu?ysclid=m5zt1sohmt212267675> (accessed January 10, 2025). (In Russian)

5. Kyivska K., Tsiutsiura S. Implementation of Artificial Intelligence in the Construction Industry and Analysis of Existing Technologies. *Technology Audit and Production Reserves*. 2021; (2): 12–15. Available: www.researchgate.net/publication/351792203_Implementation_of_artificial_intelligence_in_the_construction_industry_and_analysis_of_existing_technologies
6. Adeloye A., et al. Applications of Artificial Intelligence (AI) in the Construction Industry: A Review of Observational Studies. *Trends in Applied Sciences Research*. 2023; 1 (4): 42–52. DOI: 10.13140/RG.2.2.15025.97124
7. Kashiripour M.M., Boreiko V.M. Automatic Monitoring for Complex Structures and City Infrastructure. In: *Proc. 3rd Int. Sci. Conf. 'Road Construction and its Engineering Support'*. Minsk, 2022. Pp. 90–94. (In Russian)
8. Artificial intelligence and additive technologies: prospects of interaction. Blog of 3D-experts. Available: <https://blog.iqb.ru/ai-3d-printing-intersection/?ysclid=m6ixhtensc502604765> (accessed January 8, 2025). (In Russian)
9. Kashiripour M.M., Almalegi A.M. Development of Suitable Construction Project Management Methodology. In: *Proc. 20th Int. Sci. Conf. 'Science to Education Production and Economics' and Proc. 78th Sci. Conf. of Students*. O.S. Golubova Ed., May 4–5, Minsk. 2022. Pp. 78–83. (In Russian)
10. Kashiripour M.M. Fourth Wave Technologies in Construction and Architecture: From Idea to Implementation (Part 2). *Gradostroitel'stvo i arkhitektura*. 2024; 14 (3): 178–193. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.22. (In Russian)
11. Kashiripour M.M. Fourth Wave Technologies in Construction and Architecture: From Idea to Implementation (Part 3: Applications of the Fourth Wave Technology in constRuction and Architecture). *Gradostroitel'stvo i arkhitektura*. 2024; 14 (3): 171–179. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.24 (In Russian)
12. Kashiripour M.M. Metaverse City: Definition and Direction Development for Urban Planning and Architecture. *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2022; 3 (129): 2–10. DOI: 10.36773/1818-1112-2023-132-3-2-10 (In Russian)
13. Kashiripour M.M., Kukhareva I.V. Innovations in Construction: Building Houses from Waste Materials. In: *Proc. 20th Int. Sci. Conf. 'Science to Education Production and Economics' and Proc. 78th Sci. Conf. of Students*. O.S. Golubova Ed., May 4–5, Minsk. 2022. Pp. 100–103 (In Russian)
14. How to reduce risks in construction and reconstruction of buildings and objects with the help of 3D laser scanning. Available: <https://digital-build.ru/kak-s-pomoshhyu-lazernogo-3d-skanirovaniya-sokratit-riski-pri-stroitelstve-i-rekonstrukcii/?ysclid=m6iy1xrd6h211821245> (accessed January 7, 2025). (In Russian)
15. Kashiripour M.M., Al-Sayyab A.A. Proper Automated Monitoring Methodology in Progress of Construction. In: *Proc. 20th Int. Sci. Conf. 'Science to Education Production and Economics' and Proc. 78th Sci. Conf. of Students*. O.S. Golubova Ed., May 4–5, Minsk. 2022. Pp. 84–88. (In Russian)
16. Eber W. Potentials of Artificial Intelligence in Construction Management. *Organizaciya, tekhnologiya i upravlenie v stroitel'stve: mezhdunarodnyj zhurnal*. 2020; 12: 2053–2063. (In Russian)
17. Kashiripour M.M., Boreyko V.M. Automatic Monitoring for Complex Structures and Infrastructure of the City. In: *Proc. 3rd Int. Sci. Conf.* Minsk, 2022. Pp. 90–94. (In Russian)
18. Use of AI in construction: examples and future. Available: <https://gectaro.com/blog/tpost/r71jb8yxx1-ispolzovanie-ii-v-stroitelstve-primeri-i?ysclid=m6i7mulcwq9216836> (accessed January 8, 2025).
19. Artificial intelligence for big data & how they work together. Available: <https://medium.com/@jonraihan/artificial-intelligence-for-big-data-how-they-work-together-6e489f28a831> (accessed January 3, 2025).

Сведения об авторах

Каширипур Мохаммад Махди, канд. архитектуры, доцент, Белорусский национальный технический университет, 220013, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Независимости, 150, mkashiripour@gmail.com

Николюк Владимир Александрович, магистрант, Белорусский национальный технический университет, 220013, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Независимости, 150, vladimir.nik2001@yandex.by

Authors Details

Mohammad M. Kashiripoor, PhD, A/Professor, Belarusian National Technical University, 65, Prospekt Nezavisimosti, Minsk, Belarus, mkashiripoor@gmail.com

Vladimir A. Nikolyuk, Graduate Student, Belarusian National Technical University, 65, Prospekt Nezavisimosti, Minsk, Belarus, vladimir.nik2001@yandex.by

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 26.03.2025
Одобрена после рецензирования 16.04.2025
Принята к публикации 27.05.2025

Submitted for publication 26.03.2025
Approved after review 16.04.2025
Accepted for publication 27.05.2025