

Применение искусственного интеллекта в архитектурно-строительном проектировании: перспективы и вызовы

Ю.С. Димитрюк¹, В.И. Прокопенко², П.В. Рожков²

¹Невинномысский Государственный гуманитарно-технический институт

²Филиал российского технологического университета МИРЕА в городе Ставрополе

Аннотация: В статье рассматриваются аспекты использования искусственного интеллекта в архитектурно-строительном проектировании. Проектирование зданий представляет собой комплексный и многофакторный процесс, требующий тщательного анализа множества параметров, включая прочность, функциональность, экологическую устойчивость, энергоэффективность, а также соблюдение нормативных требований. В условиях глобализации и стремительного технологического прогресса возникает необходимость в инновационных подходах, способных повысить качество проектных решений и сократить сроки их реализации. Одним из перспективных направлений в этой области является интеграция искусственного интеллекта при проектировании зданий и сооружений. Искусственный интеллект трансформирует сферу строительного проектирования, предоставляя следующие значительные преимущества, такие, как оптимизация проектного процесса, анализ большого объема данных и повышение качества проектных решений, разработка инновационных концепций. Проектирование зданий - сложный процесс, включающий прочность, функциональность, экологичность, энергоэффективность и соблюдение норм. В условиях глобализации и технологического прогресса необходимы инновационные подходы. Одним из перспективных решений является интеграция искусственного интеллекта, который оптимизирует проектный процесс, анализирует большие объемы данных и повышает качество решений. Искусственный интеллект автоматизирует рутинные задачи, такие как генерация чертежей и расчеты нагрузок, что позволяет архитекторам сосредоточиться на творчестве. Он также проверяет соответствие проектов нормам, прогнозирует поведение конструкций в экстремальных условиях и предлагает оптимальные материалы, снижая затраты и повышая качество. Искусственный интеллект открывает возможности для создания инновационных архитектурных решений, включая генеративный дизайн и виртуальную визуализацию. Он адаптирует проекты под индивидуальные потребности, улучшая комфорт. В статье приведен пример использования искусственного разума - система мониторинга трещин в зданиях Северо-Кавказского федерального университета (город Ставрополь). Она анализирует изображения дефектов с помощью глубокого обучения и компьютерного зрения, определяя их параметры и причины возникновения. В перспективе система сможет работать с видеоматериалами в реальном времени. Взаимопроникновение искусственного разума и процессов проектирования представляет собой динамично развивающееся и перспективное направление, обладающее большим потенциалом для повышения качества проектных решений. Однако для успешного внедрения искусственного разума необходимо учитывать не только технические аспекты, но и этические и социальные вопросы, связанные с его применением. В будущем можно ожидать дальнейшего развития технологий искусственного интеллекта в архитектуре и строительстве, что приведёт к созданию более устойчивых, энергоэффективных и инновационных зданий, соответствующих современным требованиям и ожиданиям общества.

Ключевые слова: строительство, искусственный интеллект, современные тенденции, современные технологии проектирования, строительная отрасль, нейросети, строительные процессы, Северный Кавказ.

Проектирование зданий и сооружений представляет собой сложный процесс, требующий тщательного анализа различных параметров, таких как прочность, функциональность, экологическую устойчивость, красоту, энергоэффективность, при этом необходимо соблюдение современных нормативных требований. В настоящее время, время глобализации и стремительного технологического прогресса, возникает необходимость в инновационных подходах, способных повлиять на качество проектных решений и сокращение сроков проектирования и строительства [1]. Одним из перспективных направлений в этой области является интеграция искусственного интеллекта и проектирования зданий и сооружений, в том числе создание информационной модели здания [2]. Искусственный интеллект трансформирует сферу строительного проектирования, предоставляя следующие значительные преимущества, такие как оптимизация проектного процесса, анализ большого объема данных и повышение качества проектных решений, разработка инновационных концепций.

В современном строительстве оптимизация проектного процесса является ключевым фактором, позволяющим сократить сроки выполнения работ, снизить затраты и повысить качественные показатели объектов строительства. Эффективное управление проектами в строительстве требует комплексного подхода, включающего в себя использование современных технологий, методов управления и организационных решений. Использование искусственного интеллекта позволяет значительно сократить временные и ресурсные затраты на разработку проектной документации. Алгоритмы машинного обучения способны автоматизировать рутинные

задачи, такие как генерация чертежей, расчёт нагрузок и оптимизация конструкций, что позволяет архитекторам и инженерам сосредоточиться на более творческих аспектах проектирования [3]. Оптимизация проектного процесса в строительстве - это непрерывный процесс, требующий постоянного анализа, мониторинга и корректировки. Использование искусственного интеллекта в проектировании зданий и сооружений требует тщательного подхода и контроля со стороны специалистов, однако потенциал этой технологии очевиден. Можно учитывать несколько критериев одновременно, таких как прочность, жёсткость, стоимость, энергоэффективность и других, для разработки оптимальных конструктивных решений [4]. Внедрение современных технологий, методов управления и организационных решений позволяет повысить эффективность проектного процесса, сократить сроки и затраты, а также повысить качество строительства, обеспечить более эффективную безопасность строительного производства [5].

Искусственный интеллект позволяет анализировать большие объёмы данных, которые могут быть недоступны или труднообрабатываемы для человека. Искусственный разум также может помочь в проверке соответствия проектов строительным нормам и правилам. Системы на основе нейросетей могут автоматически проверять соответствие проектов всем необходимым стандартам, что позволяет сократить время и ресурсы, затрачиваемые на этот процесс. Кроме того, искусственный интеллект может использоваться для прогнозирования поведения конструкций в различных условиях. Например, он может предсказать, как здание будет вести себя при землетрясениях, оползневых процессах, ветровых нагрузках или других экстремальных условиях. Это позволяет инженерам и архитекторам принимать более обоснованные решения при проектировании. Системы на основе искусственного интеллекта могут анализировать данные о

материалах, используемых в строительстве, и предлагать оптимальные варианты с учётом их свойств и стоимости, что сокращает расходы и повышает качество проектов. В некоторых случаях цифровой ум может помочь в выявлении потенциальных проблем на ранних стадиях проектирования. Например, он может обнаружить несоответствия в расчётах или предложить изменения в конструкции для улучшения её характеристик. Модели прогнозирования и анализа рисков позволяют предвидеть возможные конструктивные дефекты, оптимизировать параметры и повысить устойчивость зданий к внешним воздействиям [6].

Наконец, искусственный интеллект открывает новые возможности для создания инновационных архитектурных решений. Цифровой разум может использоваться для создания концептуальных моделей зданий, основанных на заданных параметрах и ограничениях [7]. Нейронные сети могут быть обучены на больших объёмах данных, включая архитектурные проекты, фотографии зданий, чертежи и планы. Это позволяет им выявлять закономерности и тенденции, которые могут быть использованы для создания новых концепций. Кроме того, искусственный интеллект может интегрироваться с CAD-системами для автоматизации рутинных задач, таких как создание чертежей, расчёты нагрузок и оптимизация конструкций. Это позволяет архитекторам сосредоточиться на более творческих аспектах проектирования. Искусственный разум может использоваться для создания виртуальных моделей зданий и их компонентов, что позволит архитекторам визуализировать и тестировать различные концепции в виртуальной среде. Возможно и создание инструментов, которые позволяют пользователям взаимодействовать с архитектурными концепциями в реальном времени, например, путём изменения параметров и просмотра результатов в виртуальной реальности. Алгоритмы генеративного дизайна позволяют создавать уникальные формы и конструкции, а также предлагать

нестандартные решения в области использования строительных материалов и конструктивных систем.

Использование нейросетей в проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха позволяет оптимизировать их работу. Это обеспечивает высокий уровень комфорта и энергоэффективности, способствует снижению эксплуатационных затрат и улучшению качества жизни в зданиях.

Искусственный интеллект способен учитывать индивидуальные потребности клиентов, адаптируя проектные решения под конкретные требования и предпочтения при проектировании индивидуальных жилых домов. Это позволяет создавать здания, максимально соответствующие ожиданиям пользователей и обеспечивающие высокий уровень комфорта [8].

Приведем пример использования систем искусственного интеллекта при мониторинге деформаций зданий. В рамках научно-исследовательской деятельности Северо-Кавказского федерального университета в (город Ставрополь) осуществляется разработка интеллектуальной системы, основанной на принципах искусственного интеллекта, предназначенной для автоматизированного выявления и анализа трещин в строительных конструкциях. Данная система представляет собой инновационное решение, направленное на повышение уровня безопасности и долговечности зданий, а также на своевременное предотвращение аварийных ситуаций, связанных с разрушением строительных объектов.

Любые деформации строительных конструкций представляют собой критическую проблему, требующую комплексного подхода к выявлению, диагностике и устранению [9]. Возникновение критических прогибов и трещин может быть обусловлено различными факторами, включая естественное старение материалов, ошибки в проектировании, нарушение технологических процессов или превышение эксплуатационных нагрузок.

Без своевременной диагностики и мониторинга деформаций существует вероятность развития более серьезных дефектов, которые могут привести к разрушению здания.

Исследования проводятся в Научно-исследовательской лаборатории «Центр испытаний материалов, изделий и конструкций», где специалисты разрабатывают алгоритмы на основе глубокого обучения, компьютерного зрения и методов сегментации изображений. В частности, приоритет отдается моделям, способным выделять трещины на изображениях строительных объектов с высокой точностью. Процесс функционирования системы включает загрузку оператором изображений дефектов, после чего нейронная сеть обучается распознавать трещины, определять их параметры (длину, ширину, направление) и выявлять возможные причины их возникновения. В перспективе планируется расширение функциональности системы до анализа видеоматериалов, что позволит осуществлять мониторинг состояния зданий в реальном времени. На текущий момент специалисты лаборатории занимаются созданием бинарной карты трещин, предназначенной для количественной оценки их геометрических характеристик, таких как длина, направление и плотность. Целевой показатель точности системы составляет не менее 85%, а окончательный уровень допустимой погрешности будет определен по результатам пилотных испытаний. Таким образом, разработка интеллектуальной системы на базе искусственного интеллекта для автоматического выявления и анализа трещин в зданиях представляет собой перспективное направление научных исследований, направленное на повышение уровня безопасности и надежности строительных объектов [10].

Интеграция искусственного интеллекта в проектирование и строительство представляет собой перспективное направление, способное значительно повысить качество и эффективность проектных решений.

Однако для успешного внедрения искусственного разума необходимо учитывать не только технические аспекты, но и этические и социальные вопросы, связанные с его применением. В перспективе можно ожидать дальнейшего развития в области искусственного интеллекта, который найдёт своё применение в архитектуре и строительстве. Это будет способствовать разработке инновационных зданий, которые отвечают современным стандартам и взглядам общества на современное строительство.

Литература

1. Тимохин, М.Ю., Шаранин, В. Ю. Искусственный интеллект и теория принятия решений: современные тенденции// Инженерный вестник Дона, 2023, № 10. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8746.
2. Присс, О. Г. Димитрюк, Ю. С. Информационная модель как результат инженерных изысканий // Успехи современного естествознания. 2022. № 4. С. 98-103.
3. Шеина, С. Г., Аль-Фатла, Н. М., Зильберов, Р. Д. Организационно-технологические решения использования перспективных инструментов для эффективной системы контроля строительных проектов // Инженерный вестник Дона. 2023. № 12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8884.
4. Шеина С. Г., Шуйков С. Л. Преимущества BIM-технологий в рамках национального проекта «Умный город» // Инженерный вестник Дона, 2023, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8233.
5. Шнейдер, Е. М., Сильченко, Н. А. Строительный контроль. Безопасность строительства // Научный вестник Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт". 2024. № 4. С. 5-8.

6. Ovchinnikova S., Borovkov A., Schneider E., Kalinichenko A. Optimal ways to improve the greening of the production sector // E3S Web of Conferences: 22, Voronezh, 08–10 декабря 2020 года. Voronezh, 2021. DOI: 10.1051/e3sconf/202124401013.
7. Rozhkov P. V., Prokopenko V. I., Purikova I. A., Tertitsa S.V., Dimitryuk Yu. S. General analysis of the application of the architectural bionics in the renovation and reconstruction of building objects // Journal of Environmental Treatment Techniques, 2020, Vol. 8, No 2. pp. 839-842.
8. Шеина, С. Г., Гиря, М. М. Роботизация, автоматизация и искусственный интеллект в строительстве // Строительство и архитектура – 2024: Материалы международной научно-практической конференции факультета промышленного и гражданского строительства, Ростов-на-Дону, 17–19 апреля 2024 года. Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2024. С. 34-36.
9. Присс, О. Г., Димитрюк, Ю. С., Опыт применения искусственного интеллекта в строительной экспертизе рабочей документации «Конструкции металлические» и «Конструкции металлические детализовочные» // Инженерный вестник Дона. 2025. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2025/9873.
10. Попова, О. Н., Заостровская А. С. Разработка каталогов дефектов единичных строительных конструкций для эксплуатационных цифровых информационных моделей зданий // Инженерный вестник Дона. 2025. № 7. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2025/10213

References

1. Timohin, M.YU., SHaranin, V. YU. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, № 10. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8746.
-

2. Priss, O. G. Dimitryuk, YU. S. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya, 2022, № 4. pp. 98-103.
3. SHeina, S. G., Al'-Fatla, N. M., Zil'berov, R. D. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, № 12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8884.
4. SHeina S. G., SHujkov S. L. Preimushchestva Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8233.
5. Shnejder, E. M., Sil'chenko, N. A. Nauchny`j vestnik Gosudarstvennogo avtonomnogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vy'sshego obrazovaniya Nevinnomy'sskij gosudarstvenny`j gumanitarno-texnicheskij institut. 2024. № 4. pp. 5-8.
6. Ovchinnikova S., Borovkov A., Schneider E., Kalinichenko A. Optimal ways to improve the greening of the production sector. E3S Web of Conferences: 22, Voronezh, 08–10 dekabrya 2020 goda. Voronezh, 2021. DOI: 10.1051/e3sconf/202124401013.
7. Rozhkov P. V., Prokopenko V. I., Purikova I. A., Tertitsa S.V., Dimitryuk Yu. S. Journal of Environmental Treatment Techniques, 2020, Vol. 8, No 2. P. 839-842.
8. SHeina, S. G., Giryа, M. M. Stroitel'stvo i arhitektura – 2024: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii fakul'teta promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva, Rostov-na-Donu, 17–19 aprelya 2024 goda. Rostov-na-Donu: Donskoj gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2024. P. 34-36
9. Priss, O. G., Dimitryuk, YU. S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2025. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2025/9873.
10. Popova, O. N., Zaostrovskaya A. S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2025. № 7. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2025/10213.

Дата поступления: 9.09.2025

Дата публикации: 28.10.2025
