

навязчив и полностью соответствует классицизму. Под карнизом тянется декоративный фризový пояс. Окна на каждом ярусе имеют разную форму, их наличники простые и строгие. Собор завершается пятиглавием, причем центральный купол покоится на типичном круглом световом барабане, а боковые главы – на квадратных в сечении надстройках с полуциркульными окнами [2].

В процессе реставрации собора, с 1990 года, группой скульпторов из Одессы и бригадой скульптора А. И. Серпухова был разработан новый двухъярусный, трехчастный позолоченный иконостас, выглядящий очень торжественно. Иконы для него были написаны иконописцами из Троице-Сергиевой лавры и белгородскими художниками. В 1999 году был расписан купол собора под руководством А. С. Работного. В 2005 году были закончены росписи стен [2].

Преображенский собор г. Белгорода – это памятник историко-архитектурного наследия Белгородской области, ведь он уникален по своему художественному образу и архитектуре и является украшением города.

Список литературы

1 Губина, С. А. Белгород 100 лет назад: фотоальбом / сост. : С. А. Губина, В. М. Жигалов, П. Ю. Субботин. – Белгород : Константа, 2016. – 168 с.

2 Белгород. Кафедральный собор Спаса Преображения // РусКонтур. – URL: <https://ruskontur.com/belgorod-kafedralnyj-sobor-spasa-preobrazheniya/> (дата обращения: 12.12.2024).

3 История собора // Преображенский кафедральный собор г. Белгорода. – URL: <https://www.belfavor.ru/history/> (дата обращения: 13.12.2024).

УДК 69:004.896

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ

Е. В. НОВИЦКАЯ

Специалист Бюро ГИПов

ЗАО «Струнные технологии», г. Минск

М. В. КУБЫШКИН

Заместитель генерального директора по проектированию

ЗАО «Струнные технологии», г. Минск

В условиях стремительно меняющегося рынка всё больше компаний сталкивается со множеством вызовов, включая необходимость повышения эффективности и производительности, сокращения сроков выполнения проектов и снижения затрат. Не является исключением и строительная сфера.

Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой мощный инструмент, который способен трансформировать подходы к проектированию зданий и сооружений, планированию бюджета и исполнению строительных работ.

Стоит отметить, что, согласно [1], в 2024 году размер мирового рынка ИИ в строительстве оценивается в 3,99 миллиарда долларов США. При этом к началу 2030 года данная цифра увеличится в 3 раза и достигнет 11,85 миллиардов долларов США. В течение прогнозируемого периода среднегодовой темп роста составит почти 25 %, что указывает на динамическое развитие сектора (рисунок 1).

Ниже представлены отдельные мировые практики использования ИИ в строительной сфере.

1 Одним из востребованных вариантов использования ИИ в строительной деятельности является предиктивная аналитика. Данный способ основан на прогнозировании с использованием big data и ИИ. В режиме реального времени инструмент позволяет проектировщику увидеть «вид сверху» всего проекта, дать прогнозы и замечания, которые основаны на анализе разных факторов и данных.

Предиктивная аналитика повышает эффективность строительного процесса путём предсказания необходимого количества материалов и оборудования, тем самым помогает избежать лишних расходов на проект и минимизировать затраты в целом [2].

ИИ содействует в решении задач, касающихся строительства на протяжении всего жизненного цикла проекта, включая создание, проектирование, финансирование, а также операции и управление активами.

2 Обеспечение безопасности рабочих на строительном объекте является важнейшим приоритетом. В этой связи платформа Newmetrix дает возможность улучшить условия безопасности на объекте для строителей с помощью машинного обучения, тем самым позволяя выявить все риски до того, как произошла авария.

3 С помощью решения, разработанного компанией Doxel, можно отслеживать ход строительства объектов, обеспечивая мониторинг и измерение качества в режиме реального времени.



строительного рынка [1]

Благодаря Doxel подробно отслеживается ход строительства для проверки объемов выполненных работ, документирования объекта и соблюдения графика, что позволяет оставаться на связи и быть в курсе хода работ на объекте из любой точки мира.

Некоторые фрагменты отслеживания хода строительства с помощью технологий ИИ приведены на рисунках 2, 3.



Рисунок 2 – Пример отслеживания хода строительства [3]

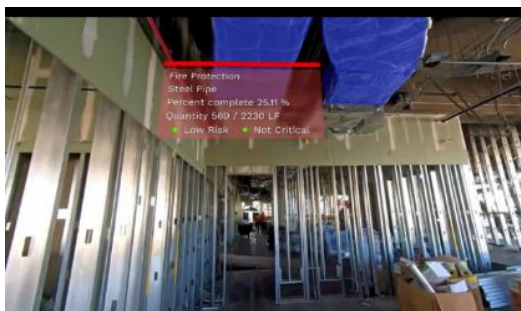


Рисунок 3 – Пример отслеживания хода строительства [3]

4 Робот Semi-Automated Mason является одним из успешных примеров использования ИИ. Он способен укладывать до 3000 кирпичей в день, превышая в 5–10 раз производительность человека и сокращая сроки строительства [4].

При бетонировании ИИ позволяет контролировать, соответствует ли состав бетона необходимым параметрам, температуру и влажность бетонной смеси на объекте. При кладке кирпича – отслеживает вертикальность конструкции, толщину швов, прочность раствора. Если в процессе обнаруживаются дефекты, ИИ сразу же предупреждает строителей, тем самым они могут оперативно устранить все проблемы и избежать серьезных последствий.

В работе архитекторов ИИ используется в создании генеративного дизайна, анализе значительного количества чертежей и формировании собственных концепций. Внедряя нестандартные концепции с элементами ин-

новаций, он способен расширять границы традиционного дизайна. Архитектор в таком случае может выбрать необходимый и оптимальный вариант, на основании эскизов создаётся трёхмерная модель.

В целом в настоящее время практически ни один проект не создаётся без применения BIM-технологий.

Интеграция ИИ в систему BIM-моделирования является одним из эффективных решений. Данное внедрение позволяет своевременно выявить ошибки в проектировании, уменьшить количество измерений и иных операций на стройплощадке. ИИ генерирует симуляцию графика реализации проекта, находит значительное количество инфраструктурных задач с учётом всех исходных данных и формирует различные варианты действий. Белорусские проектно-строительные и инжиниринговые компании, одной из которых является и разработчик инновационной технологии струнного транспорта – Unitisky String Technologies Inc. (UST Inc.) – также активно внедряют указанные системы моделирования в своей деятельности [5].

Основными решениями проблем с применением ИИ являются:

- использование дронов и камер, для того чтобы отслеживать ход строительства, время активности работников на строительной площадке, применение и поставку инструментов и материалов;
- использование автономных машин и механизмов, которые способны работать с минимальным участием оператора (беспилотный транспорт);
- внедрение систем автоматизации, которые обрабатывают поступающую информацию от ИИ для дальнейшего использования в создании отчётов, смет, прогнозировании и анализе.

На основе представленной информации, с учётом анализа тенденций и идей дальнейшего развития архитектуры и строительства [6], а также практической деятельности белорусских предприятий (в том числе на примере проектно-архитектурной и строительной деятельности UST Inc.) можно сделать следующие выводы, а также представить варианты оптимизации процессов с применением технологий ИИ.

1 С помощью использования предиктивной аналитики, прогнозируя сроки реализации и анализируя исходные данные по проектам, ресурсам, погодные условия, можно курировать объект ещё с начальных этапов планирования до его возведения. ИИ позволит рассчитать оптимальное время запуска проекта, его бюджет (с оптимизацией затрат) и некоторые иные параметры.

2 Создавая модели с помощью ИИ, можно предсказать поведение строений под воздействием различных факторов (ветровые и температурные нагрузки, геологические факторы и т. д.). Это позволит существенно повысить безопасность конструкций.

3 Технологии ИИ способны контролировать работу инженерных систем (отопление, вентиляция, кондиционирование), что позволяет повысить их эффективность и сократить энергозатраты.

4 Внедрение нейроассистента позволит автоматизировать рутинные задачи (анализ внутренних документов компании, ответы на запросы сотрудников, создание отчётов и т. д.). Например, внедрение нейроассистента в службы ИС позволит увеличить скорость и точность ответов с минимизацией вовлечения человека. Для маркетинговых и коммерческих служб данный ассистент сможет выдавать релевантную информацию (контент) при анализе данных, распознавать целевые запросы и передавать в отдел продаж.

5 Применение в практической деятельности платформ на основе технологий ИИ (на примере разработанной компанией Katerga) позволяет снизить затраты на материалы на 10–15 %. Подобный результат может быть достигнут путём отслеживания создания проектной документации, оптимизации создания ежедневных отчёты, автоматизации закупок, контроля за безопасностью.

6 При использовании нейросети для мониторинга энергопотребления (например, в системах умного дома для управления освещением и приборами) на объектах и в зданиях сокращение расходов энергии достигает 25 %.

Таким образом, ИИ помогает значительно усовершенствовать работу и сопутствующие процессы (на примере рассмотренной строительной сферы), минимизировать вероятность возникновения ошибок, повысить безопасность, в то же время он не заменяет работу сотрудников целиком. Как результат, применение передовых технологий (на примере рассмотренных технологий ИИ) оптимизирует строительные процессы на различных этапах жизненного цикла проекта, повышает производительность труда и эффективность работы отрасли в целом.

Список литературы

1 Искусственный интеллект (ИИ) в размере строительного рынка // Mordor Intelligence. – URL: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/artificial-intelligence-in-construction-market> (дата обращения: 26.11.2024).

2 ИИ-строитель: как нейросети используются в строительстве // Известия. URL: <https://iz.ru/1599576/alena-svetunkova/iiskusnyi-stroitel-kak-neiroseti-ispolzuiutsia-v-stroitelstve> (дата обращения: 26.11.2024).

3 Automated construction progress tracking // Doxel. – URL: <https://doxel.ai/> (дата обращения: 26.11.2024).

4 ИИ в строительстве // СберБанк. – URL: <https://developers.sber.ru/help/gigachat-api/ai-construction> (дата обращения: 26.11.2024).

5 Юницкий, А. Э. Особенности использования информационного моделирования в проектировании и строительстве инновационных транспортно-инфраструктурных комплексов UST / А. Э. Юницкий, А. Ю. Кабаков, А. Г. Кошелев, В. Н. Гаранин // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2023. – № 2. – С. 97–102.

6 Архитектура и строительство: традиции и инновации : материалы II Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов (Гомель, 21 декабря 2023 г.) / Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. А. А. Ерофеева. – Гомель : БелГУТ, 2024. – 188 с.