

ЦИФРОВАЯ УРБАНИСТИКА

УДК 69.001.5

Научная статья

Николай Михайлович Рашевский✉

канд. техн. наук, доц. каф. цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1;
e-mail: rashevsky.n@gmail.com

Вячеслав Андреевич Джагаев

магистрант каф. цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1;
e-mail: vaclavyeager@yandex.ru

Данила Алексеевич Хорошун

магистрант каф. цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1;
e-mail: cs1.610vemike@gmail.com

Максим Дмитриевич Учеваткин

магистрант каф. цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1;
e-mail: mr.uchevatkin@mail.ru

Максим Александрович Акользин

студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1;
e-mail: maksmakolzin@gmail.com

К ПРОБЛЕМЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗАДАЧАХ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Искусственный интеллект активно проникает в градостроительную отрасль, предлагая новые возможности для оптимизации процессов и повышения эффективности. Технологии машинного обучения, компьютерного зрения и анализа больших данных позволяют автоматизировать проектирование, оптимизировать управление процессом градостроительства, повысить безопасность и

снизить затраты на всех этапах жизненного цикла объекта — от проектирования до эксплуатации. Однако широкое внедрение искусственного интеллекта сталкивается с вызовами, такими как необходимость стандартизации, значительных инвестиций, обеспечения кибербезопасности. В статье рассматривается достоинства и недостатки применения вероятностного и детерминированного подхода к искусственному интеллекту для задач строительства и формирования архитектурного облика объектов городской инфраструктуры. Приводится пример разработки базы знаний автоматизированной информационной системы для раскладки облицовочных материалов на фасадах городских зданий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, городская среда, ГРТ, архитектурный облик.

Для цитирования: *Рашиевский Н. М., Джагаев В. А., Хорошун Д. А., Учеваткин М. Д., Акользин М. А.* К проблеме применения технологий искусственного интеллекта в задачах развития городской инфраструктуры // Социология города. 2025. № 1. С. 83—93. DOI: 10.35211/19943520_2025_1_83

Введение

В последние годы набирает популярность применение искусственного интеллекта (ИИ) в различных областях жизнедеятельности: в медицине, транспорте, муниципальном управлении и т. д. Применение технологий ИИ позволяет автоматизировать рутинные задачи, искать зависимости в получаемой в ходе деятельности информации, снижать человеческий фактор при принятии решений. В последнее время ИИ активно внедряется в области градостроительства и реализации отдельных задач формирования архитектурного облика объектов городской инфраструктуры. Генеративные решения применяются при разработке проектов, при работе с нормативной документацией и оценке соответствия ей разрабатываемых проектов, при формировании городской среды от нанесения сгенерированных ИИ изображений на фасады зданий до планирования стилистики и оформления микрорайонов и городской застройки.

Однако широкое внедрение ИИ в градостроительную отрасль сталкивается с определенными вызовами: это необходимость стандартизации данных, обеспечения кибербезопасности систем, а также значительные инвестиции в инфраструктуру и подготовку кадров. Отсутствие унифицированных протоколов обмена данными и недостаточная нормативно-правовая база в сфере применения ИИ — существенные препятствия для масштабирования. Помимо этого существует проблема «доверия» к ИИ со стороны экспертного сообщества отрасли.

Прогресс в машинном обучении, компьютерном зрении и обработке больших данных открывает новые горизонты для повышения эффективности, безопасности, а также ориентации на потребности жителей при реализации градостроительных проектов (Меретджаева, Оразгелдиев, Какабаев, 2024; Шильдт, Бикеева, Байдуганова, 2023).

Рассмотрим применение технологий ИИ на различных этапах:

– Взаимодействие с населением при реализации градостроительных решений. ИИ может помогать создавать системы для опроса мнения и предпочтений граждан, обрабатывать данные, формировать гипотезы.

– Применение технологий генеративного дизайна может помочь при проектировании городов, микрорайонов, общественных пространств и отдельных зданий, учитывая современные тенденции и запросы общества (Гранова, Гулякин, 2023).

– При проектировании (от микрорайона до отдельного здания) алгоритмы машинного обучения и генеративного дизайна позволяют архитекторам и инженерам создавать оптимизированные модели городской застройки и зданий, учитывая существующую застройку, нагрузки, климат, энергоэффективность и многие другие параметры. Встроенные системы анализа данных помогают выбирать самые рациональные конструктивные и визуальные решения, минимизируя расход материалов и снижая затраты (Петрухин, Щербакова, 2024).

– В управлении строительными и градостроительными проектами с помощью ИИ анализируются сроки работ, оптимизируется логистика и прогнозируются возможные задержки (Сычев, Танкеев, Кондаков, Фомин, 2024). Программные решения на основе этих технологий, используя данные с датчиков, беспилотников и камер наблюдения, позволяют оперативно выявлять отклонения, предсказывать проблемы и предотвращать аварии.

– При помощи ИИ можно существенно улучшить контроль качества строительства. Компьютерное зрение автоматически обнаруживает дефекты в строительных конструкциях, снижая вероятность брака (Федорова, 2024; Римшин, Кучеренко, 2024). Анализ изображений, в том числе с дронов, позволяет своевременно выявлять трещины, деформации и другие дефекты, минимизируя расходы на ремонт и реконструкцию.

– Безопасность на стройплощадках – важная проблема, и ИИ играет ключевую роль в ее решении. Алгоритмы компьютерного зрения анализируют видео с камер наблюдения, выявляя потенциально опасные ситуации, например отсутствие СИЗ или нарушения техники безопасности. Предупреждающие системы на основе ИИ мгновенно информируют ответственных лиц о рисках, предотвращая несчастные случаи (Каширипур, Николук, 2024).

– На этапе эксплуатации зданий ИИ можно интегрировать в умные системы управления, которые при помощи данных алгоритмов оптимизируют энергопотребление, прогнозируют потребность в техническом обслуживании и улучшают комфорт пользователей. Анализ данных с сенсоров и IoT-устройств позволяет автоматически регулировать микроклимат помещений, повышая эффективность использования ресурсов.

Таким образом, внедрение ИИ в строительную отрасль повышает эффективность, безопасность, стоимость и качество работ (Петухов, 2021). Однако распространение этих технологий ставит и новые вызовы, связанные со стандартизацией, кибербезопасностью и значительными экономическими инвестициями (Шишкина, 2024). Необходимы дальнейшие исследования и разработка нормативных актов для обеспечения безопасной и эффективной интеграции ИИ. В связи с этим в данной статье рассматриваются ключевые направления применения ИИ в области архитектуры и городского строительства, анализируются преимущества и ограничения различных подходов, а также демонстрируется пример разработки интеллектуальных правил для системы оформления визуального облика фасадов зданий.

Технологические аспекты применения искусственного интеллекта для решения архитектурно-градостроительных задач

Развитие ИИ оказывает значительное влияние на создание объектов городской инфраструктуры, позволяя автоматизировать процессы проектирования, оптимизировать логистику и повышать их безопасность. Однако существующие методы ИИ значительно различаются по принципам работы, что определяет их достоинства, недостатки и применимость в сфере градостроительства. Рассмотрим подробнее два ключевых подхода: вероятностный и детерминированный.

Подход, основанный на вероятностных моделях, использует машинное обучение, в частности глубокие нейронные сети, для предсказания наиболее вероятных решений на основе анализа больших объемов данных (Мордачев, Свистунов, Ционенко, 2024). Одним из примеров является применение языковых моделей, таких как GPT, для автоматизированного проектирования и анализа документации (Кикот, 2022). Вероятностные модели могут применяться для генерации проектной документации, анализа существующих проектов и автоматического создания чертежей и спецификаций. Они также помогают в оптимизации строительных процессов, анализируя данные прошлых проектов, предсказывая возможные задержки и предлагая корректирующие действия. Контроль качества также может осуществляться с помощью моделей, анализирующих текстовые и графические отчеты и выявляющих потенциальные несоответствия в документации.

К достоинствам вероятностных моделей можно отнести возможность обработки неструктурированных данных, таких как тексты, изображения и видео, автоматическое обучение на основе больших данных без необходимости создания жестких правил, а также гибкость и способность к адаптации под различные задачи (Фомичева, Беззатеев, Скробат, 2023). Одной из главных сложностей является недостаточная интерпретируемость: такие модели формируют решения на основе статистических закономерностей, но не дают четкого объяснения, почему выбран именно этот вариант. Это затрудняет верификацию, усложняет проверку соответствия нормативам и снижает доверие со стороны инженеров и заказчиков.

Кроме того, возникает вопрос ответственности за проектные решения. Если итоговый вариант основывается на вероятностных оценках, а не на четких расчетах, становится сложно определить, кто должен нести ответственность за возможные ошибки или несоответствия. Еще одной проблемой является высокая вычислительная сложность — для обучения и работы таких моделей требуются значительные ресурсы, что увеличивает затраты и время на их применение.

Также вероятностные модели зависят от качества входных данных. Если информация неполная, устаревшая или содержит ошибки, это неизбежно приведет к некорректным выводам, что критично для градостроительства, где даже небольшие отклонения могут повлиять на безопасность. Дополнительно необходимо учитывать, что проверка решений, предложенных моделью, занимает больше времени, чем традиционные методы, так как требует дополнительного тестирования и анализа сценариев.

В отличие от вероятностных моделей, детерминированные системы функционируют на основе заранее заданных логических правил и экспертных

знаний (Панамарева, 2013). Такой подход часто используется в автоматизированных системах управления объектами городской инфраструктуры и инженерного анализа, например в автоматизированных системах управления зданием, где контролируют параметры микроклимата, освещения и энергопотребления. Также детерминированные системы используют для проверки соответствия проектной документации нормативным требованиям, автоматически выявляя ошибки на основе заданных стандартов (Грушо, Грушо, Забейло, 2024). В расчетах нагрузок и конструктивных решений такие системы помогают инженерам быстро проверять соответствие проектных решений требованиям безопасности.

Детерминированные системы обладают высокой точностью решений, основанных на четких правилах, простотой интерпретации результатов, а также надежностью и предсказуемостью работы. Однако у них есть и недостатки: ограниченная гибкость, так как они работают только в пределах заранее определенных правил и не обучаются на новых данных, высокая стоимость разработки и актуализации базы знаний, а также неэффективность в условиях высокой изменчивости и неопределенности.

Оба подхода имеют свои преимущества и ограничения. Вероятностные модели, такие как GPT, демонстрируют высокую гибкость и способность к адаптации, но страдают от недостатка интерпретируемости и требуют больших вычислительных ресурсов. В то же время детерминированные системы обеспечивают строгий контроль качества решений, но ограничены заранее заданными правилами и не способны к самообучению. Оптимальным вариантом представляется гибридный подход, сочетающий вероятностные модели для анализа данных и прогнозирования с правилами для строгого контроля и интерпретации решений. Такой симбиоз позволит повысить эффективность применения технологий ИИ при управлении проектами и минимизировать риски для пользователей объектов городской среды.

Пример разработки автоматизированной системы интеллектуального проектирования архитектурного облика здания

Системы, построенные на правилах, функционируют за счет заранее заданных логических условий. Каждое правило имеет структуру "ЕСЛИ <условие>, ТО <действие>". Например, в строительстве это может быть правило: "ЕСЛИ температура опускается ниже нуля, ТО приостановить работы с бетоном". Такие системы не требуют обучения на данных, их работа полностью определяется набором правил, которые формулируются экспертами. Это делает их прозрачными и предсказуемыми, что особенно важно в строительстве, где ошибки могут привести к серьезным последствиям.

Примером может послужить система формирования архитектурного облика здания с применением технологий ИИ, в основе которой заложены правила, используемые при раскладке облицовочных материалов на фасадах городских зданий. Процесс облицовывания сооружения всегда требует высокой точности, так как готовый проект должен удовлетворять не только визуальным требованиям, но и определенным нормам и правилам, таким как размерные допуски, технологические зазоры, экономичное использование материалов и др.

В отличие от вероятностных алгоритмов, с помощью которых можно получать различные результаты, данный метод гарантирует единственное точное соответствие не только техническому заданию, но и строительным нормам. Например, согласно СТО НОСТРОЙ 2.14.67—2012 (п. 5.7.4)¹ между облицовочными плитами должны учитываться температурные деформации и монтажные допуски, что критически важно для долговечности вентилируемой фасадной системы. На практике монтажный зазор регламентируется строительной компанией, которая указывает все необходимые допуски в альбоме решений. Алгоритм раскладки учитывает эти требования, что позволяет избежать проблем, связанных с деформацией облицовочных материалов при изменении температурных условий.

Альбом технических решений системы АЛБТ-ФАСАД-01 (Керамогранит)²: п. 5.3.12: Вертикальные и горизонтальные русты между плитами керамического гранита выполняются шириной 6—7 мм.

Практическая реализация данного подхода возможна в BIM-средах, таких как Autodesk Revit и Autodesk AutoCAD, где существует возможность интеграции дополнительных модулей, которые расширяют возможности проектировщиков за счет своего широкого функционала. Одним из ключевых преимуществ таких систем является параметрическое моделирование. Каждый объект имеет свои свойства (рис. 1), характеристики и зависимости, что позволяет эффективно управлять проектом, а также автоматизировать внесение изменений в модель. Использование таких дополнений и алгоритмов существенно снижает время проектировщиков на выполнение однотипных задач, при этом позволяет снизить количество ошибок из-за человеческого фактора, а визуализация конечного результата в BIM-модели позволяет наглядно ознакомиться с итоговым видом проекта (рис. 2) и внести необходимые корректировки.

Заключение

Таким образом, применение ИИ при проектировании городской инфраструктуры предлагает значительные возможности повышения эффективности, но сталкивается с вызовами, связанными с интерпретацией результатов, ресурсоемкостью и ответственностью. Гибридный подход, сочетающий вероятностные модели (машинное обучение) и детерминированные системы, представляется наиболее перспективным для достижения точности и гибкости. Для успешного внедрения ИИ необходима стандартизация, развитие нормативной базы, обучение кадров и адаптация под специфику отрасли. Только такой комплексный подход позволит безопасно и эффективно использовать технологии ИИ, стимулируя дальнейшее развитие архитектурно-планировочных решений в сфере градостроительства.

¹ СТО НОСТРОЙ 2.14.67—2012. Навесные фасадные системы с воздушным зазором. URL: https://no-stroy.ru/standards-snip/system_nostroy/standarty_nostroy/kk_СТО%20НОСТРОЙ%202.14.67-2012.pdf (дата обращения: 25.02.2025).

² Альбом технических решений. Навесная фасадная система с воздушным зазором «АЛБТ-ФАСАД-01». URL: <https://alt-volga.ru/upload/iblock/d77/Альбом%20технических%20решений.pdf> (дата обращения: 26.02.2025).

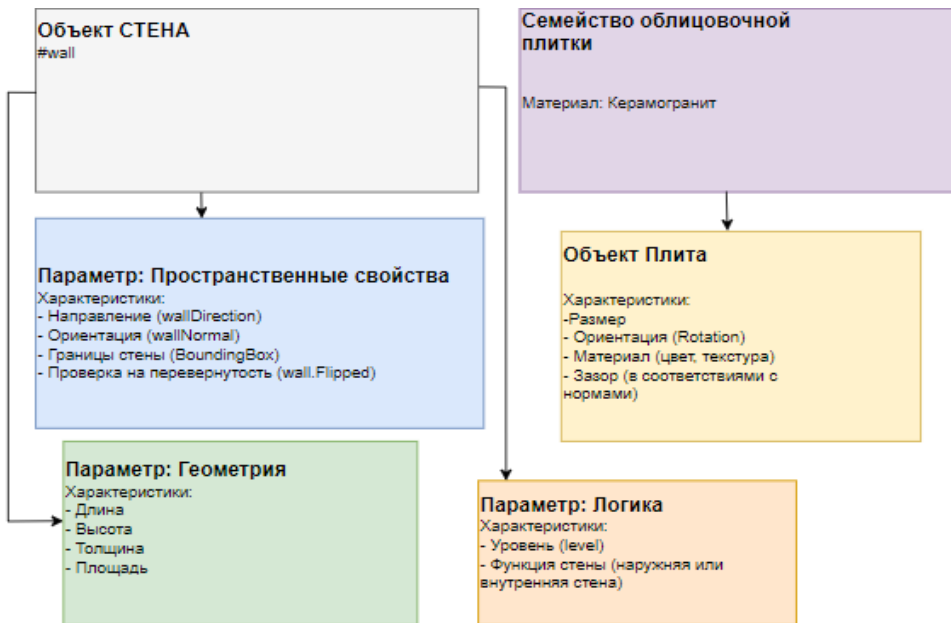


Рис. 1. Частичное семантическое представление параметров стены и облицовки в контексте параметрического моделирования фасадов городских зданий



Рис. 2. Демонстрация фасада из керамогранита с учетом монтажных зазоров

Благодарности

Тестирование представленных в исследовании экспериментальных разработок производилось на «Вычислительном комплексе высокой производительности», внедренном на кафедре цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве ВолгГТУ в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Гранова Б. Э., Гулякин Д. В.* Искусственный интеллект в строительной отрасли: настоящее состояние, перспективы развития // *Наукосфера*. 2023. № 4-1. С. 172—177.
- Грушо А. А., Грушо Н. А., Забейжайло М. И.* и др. Выявление причинно-следственных связей при покрытии причин // *Информатика и ее применения*. 2024. Т. 18. № 2. С. 54—59. DOI: 10.14357/19922264240208
- Каширищур М. М., Николюк В. А.* Возможности искусственного интеллекта в строительной индустрии // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2024. Т. 26. № 1. С. 163—178. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-1-163-178
- Кикот А. М.* Анализ настроения текста с помощью машинного обучения // *Вопросы устойчивого развития общества*. 2022. № 6. С. 1121—1125.
- Меретджаева Г., Оразгелдиев А., Какабаев С.* Применение искусственного интеллекта (ИИ) в строительстве // *Вестник науки*. 2024. Т. 1. № 7(76). С. 725—728.
- Мордачев В. И., Свистунов А. С., Ционенко Д. А.* Прогнозирование уровня электромагнитного фона, создаваемого группировками спутников у земной поверхности, с использованием регистрационных данных // *Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники*. 2024. Т. 22. № 5. С. 43—52. DOI: 10.35596/1729-7648-2024-22-5-43-52
- Панамарева О. Н.* Технологии искусственного интеллекта в географических информационных системах для автоматизированных систем управления территориально-экономическими процессами // *Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова*. 2013. № 3. С. 163—170.
- Петрухин А. Б., Щербакова Н. А.* Развитие технологий искусственного интеллекта в строительстве // *Вестник Поволжского государственного технологического университета*. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2024. № 2. С. 67—77. DOI: 10.25686/2542-114X.2024.2.67
- Петухов М. В.* Конкурентные преимущества применения искусственного интеллекта в строительстве: снижение затрат, сроков и обеспечение качества строительства // *Экономика и предпринимательство*. 2021. № 8(133). С. 1129—1135.
- Римшин В. И., Кучеренко В. А.* Применение искусственного интеллекта при обследовании арматуры зданий и сооружений // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2024. № 1(781). С. 39—46. DOI: 10.32683/0536-1052-2024-781-1-39-46
- Сычев И. С., Танкеев Н. А., Кондаков А. Г., Фомин И. И.* Применение искусственного интеллекта для оптимизации строительных процессов и управления объектами недвижимости // *Экономика и предпринимательство*. 2024. № 3(164). С. 1200—1205.
- Федорова Д. В.* Использование технологий искусственного интеллекта в строительстве: современные тенденции и перспективы развития // *Вестник евразийской науки*. 2024. Т. 16. № 3. С. 79.
- Фомичева С. Г., Беззатеев С. В., Скробат И. С.* Повышение качества спутниковых снимков при мониторинге углеродного следа // *T-Comm: Телекоммуникации и транспорт*. 2023. Т. 17. № 9. С. 4—18. DOI: 10.36724/2072-8735-2023-17-9-4-18

Н. М. Рашевский, В. А. Джагаев, Д. А. Хорошун, М. Д. Учеваткин, М. А. Акользин

Шильдт Л. А., Бикеева Н. Г., Байдуганова К. В. Применение цифровизации, искусственного интеллекта и их российские реалии // Евразийский юридический журнал. 2023. № 7(182). С. 482—484.

Шишкина Д. Н. Прогноз экономического эффекта применения ИИ в строительстве: анализ и актуальность // Экономический вектор. 2024. № 1(36). С. 163—168.

Research Article

Nikolay M. Rashevskiy✉

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Digital Technologies for Urban Studies, Architecture and Civil Engineering Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;
e-mail: rashevsky.n@gmail.com

Vjacheslav A. Dzhagaev

Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;
e-mail: vaclavyeager@yandex.ru

Danila A. Khoroshun

Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;
e-mail: cs1.6l0vemike@gmail.com

Maksim D. Uchevatkin

Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;
e-mail: mr.uchevatkin@mail.ru

Maksim A. Akolzin

Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;
e-mail: maksmakolzin@gmail.com

**ON THE PROBLEM OF APPLYING
ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES
IN URBAN INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT TASKS**

Abstract. Artificial intelligence is actively penetrating the urban development industry, offering new opportunities to optimize processes and improve efficiency. Machine learning, computer vision and big data analysis technologies allow for automated design, optimized urban development management, increased safety and reduced costs at all stages of the facility's life cycle — from design to operation. However, widespread implementation of artificial intelligence faces challenges such as the need for standardization, cybersecurity and significant investment. The article discusses the advantages and disadvantages of using a probabilistic and deterministic approach to artificial intelligence for construction tasks and the formation of the architectural appearance of urban infrastructure facilities. An example of developing a knowledge base for an automated information system for laying out facing materials on the facades of city buildings is given.

Key words: artificial intelligence, machine learning, urban environment, GPT, architectural appearance.

For citation: Rashevskiy N. M., Dzhagaev V. A., Khoroshun D. A., Uchevatkin M. D., Akolzin M. A. (2025) On the problem of applying artificial intelligence technologies in urban infrastructure development tasks. *Sotsiologiya Goroda* [Urban Sociology], no. 1, pp. 83—93 (in Russian). DOI: 10.35211/19943520_2025_1_83

Acknowledgement. The experimental developments presented in the study were tested on the “High-Performance Computing Complex” implemented at the Digital Technologies for Urban Studies, Architecture and Civil Engineering Department, VSTU, as part of the implementation of the Priority 2030 strategic academic leadership program.

REFERENCES

- Granova B. E., Guliakin D. V. (2023) Artificial intelligence in construction industry: present status, prospects for development. *Naukosfera*, no. 4-1, pp. 172—177 (in Russian).
- Grusho A. A., Grusho N. A., Zabezhailo M. I. (2024) Identification of cause-and-effect relationships when covering causes. *Informatika i ee Primeneniya* [Computer Science and its Applications], vol. 18, no. 2, pp. 54—59 (in Russian). DOI: 10.14357/19922264240208
- Kashiripoor M. M., Nikolyuk V. A. (2024) Artificial intelligence in construction industry. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta* [Journal of Construction and Architecture], vol. 26, no. 1, pp. 163—178 (in Russian). DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-1-163-178
- Kikot A. M. (2022) Text sentiment analysis using machine learning]. *Voprosy ustoychivogo razvitiya obshchestva* [Issues of sustainable development of society], vol. 6, pp. 1121—1125 (in Russian).
- Meretdzhaeva G., Orazgeldiev A., Kakabaev S. (2024) Use of artificial intelligence (AI) in construction. *Vestnik nauki* [Herald of Science], vol. 1, no. 7, pp. 725—728 (in Russian).
- Mordachev V. I., Svistunov A. S., Tsionenko D. A. (2024) Prediction the Level of the Electromagnetic Background Created by Constellations of Satellites Near the Earth's Surface Using Registration Data. *Doklady Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta informatiki i radioelektroniki* [Reports of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics], vol. 22, no. 5, pp. 43—52 (in Russian). DOI: 10.35596/1729-7648-2024-22-5-43-52
- Panamareva O. N. (2013) Artificial intelligence technology in GIS for the automated control systems of territorial-economic processes. *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S.O. Makarova* [Bulletin of the State University of Maritime and Inland Shipping named after Admiral S.O. Makarov], no. 3, pp. 163—170 (in Russian).
- Petrukhin A. B., Shcherbakova N. A. (2024) Artificial intelligence in the construction industry. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Materialy. Konstruktsii. Tekhnologii* [Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Materials. Constructions. Technologies], no. 2, pp. 67—77 (in Russian). DOI: 10.25686/2542-114X.2024.2.67
- Petuhov M. V. (2021) Competitive advantages of artificial intelligence in construction: reducing costs, reducing time and ensuring construction quality. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and Entrepreneurship], no. 8, pp. 1129—1135 (in Russian).
- Rimshin V. I., Kucherenko V. A. (2024) Application of artificial intelligence in inspection of firings of buildings and structures. *Izvestiya vysshibikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo* [News of higher educational institutions. Construction], no. 1, pp. 39—46 (in Russian). DOI: 10.32683/0536-1052-2024-781-1-39-46
- Sychev I. S., Tankeev N. A., Kondakov A. G., Fomin I. I. (2024) Application of artificial intelligence for optimisation of construction processes and real estate management. *Ekonomika*

Н. М. Рашевский, В. А. Джагаев, Д. А. Хорошун, М. Д. Учеваткин, М. А. Акользин

i predprinimatel'stvo [Economy and Entrepreneurship], no. 3, pp. 1200—1205. DOI: 10.32683/0536-1052-2024-781-1-39-46

Fedorova D. V. (2024) Use of Artificial Intelligence Technologies in Construction: Current Trends and Development Prospects. *Vestnik evrazijskoi nauki* [Вестник евразийской науки], vol. 16, no. 3. p. 79.

Fomicheva S. G., Bezzateev S. V., Skrobat I. S. (2023) Improving quality of satellite images for the carbon footprint monitoring. *T-Comm: Telekommunikatsii i transport* [Т-Comm: Telecommunications and transport.], vol. 17, no. 9, pp. 4—18 (in Russian).

Shil'dt L. A., Bikeeva N. G., Bajduganova K. V. (2023) Application of digitalisation, artificial intelligence and their Russian realities. *EvrAzijskii iuridicheskiĭ zhurnal* [Eurasian Law Journal], no. 7, pp. 482—484 (in Russian).

Shishkina D. N. (2024) Forecasting the economic effect of AI application in construction: analysis and relevance. *Ekonomicheskiĭ vector* [Economic vector], no. 1, pp. 163—168 (in Russian).

Поступила в редакцию 01.03.2025

Received 01.03.2025

Принята в печать 07.03.2025

Accepted for publication 07.03.2025