

Список использованных источников

1. Ковырев, С. И. Развитие функционального каркаса центральной части г. Гомеля / С. И. Ковырев, А. В. Евстратенко // Архитектура : сборник научных трудов / редкол.: А. С. Сардаров (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2024. – Вып. 16. – С. 126–132.
2. Евстратенко, А. В. Депрессивные территории в структуре г. Гомеля / А. В. Евстратенко // Вестник Брестского государственного технического университета. Строительство и архитектура. – 2024. – № 134/2. – С. 12–18.
3. Евстратенко, А. В. Развитие функционально-пространственной структуры и каркаса центральной зоны Гомеля / А. В. Евстратенко, С. И. Ковырев // Архитектура и строительство. – 2024. – № 4. – С. 6–11.

УДК 69.04

ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРОИТЕЛЬНУЮ ИНДУСТРИЮ

М. М. Каширипур¹, В. А. Николук²

¹ Канд. архитектуры, постдоктор, доцент, Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь, e-mail: mkashiripour@gmail.com

² Магистрант строительного факультета, Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь, e-mail: vladimir.nik2001@yandex.by

Реферат

В данной статье рассматриваются методы интеграции искусственного интеллекта в различные виды направленностей строительной сферы. Описываются преимущества и недостатки рассматриваемых интеграций, анализируется их новизна. Изучается мнение экспертов и частных энтузиастов в сфере современных технологий, робототехники и строительства. Приводятся преимущества и недостатки использования искусственного интеллекта в рассматриваемых направленностях строительной индустрии с изложением вывода о проделанной работе.

Ключевые слова: искусственный интеллект, строительная индустрия, инновационные технологии, интеграция, строительство.

Введение

Трудоёмкость и сложность выполнения работ являются одними из основных факторов, заставляющих человечество прибегнуть к созданию универсальной технологии, способствующей упрощению выполнения поставленных задач. Благодаря ежедневному прогрессу в развитии научной сферы, компьютерной инженерии и инновационных технологий, человечество оказывается на пороге создания универсального продукта, способного уже на первоначальных этапах предоставить решение возложенных на него задач [1]. Одним из таких продуктов является технология искусственного интеллекта.

Помимо решения рядовых и упрощённых задач, данная технология под гнётом развития инженерии уже готова скакнуть на новый этап собственной эволюции, предоставляя возможность выполнения ещё более сложных задач, при этом имея потенциал на собственное автономное развитие без какого-либо стороннего вмешательства, тем самым упрощая ход выполнения работ и экономя человеческие ресурсы с последующим предоставлением более продвинутых и экономически выгодных результатов труда.

Как и любой инновационный продукт, технология искусственного интеллекта имеет собственные преимущества и недостатки, подробный разбор и изучение которых поспособствует положительной корректировке рассматриваемой технологии. Для достижения решения данного вопроса следует выделить основные задачи, такие как:

- досканальное изучение имеющихся на данный момент результатов применения технологии искусственного интеллекта в строительной сфере;
- мнение экспертов и частных энтузиастов в сферах компьютерных технологий, строительства и инженерии;
- актуальность применения рассматриваемой технологии;
- отклик на применение искусственного интеллекта со стороны населения;
- анализ эффективности выполнения поставленных задач.

Результаты и обсуждения

Имея большое количество технологий, способных упрощать человеческую жизнь как повседневную, так и трудовую, научное сообщество продолжило развивать имеющиеся труды для достижения более совершенного результата от применения данных инноваций. В основу развития легла потребность населения во взаимозаменяемости человеческих ресурсов, эффективность и дешевизна которых не будет уступать ныне имеющимся. Также учитывается способность принятия сложных решений, не уступающих человеческим.

Одной из таких технологий является искусственный интеллект, способности которого отчасти превосходят человеческие [2]. Данная инновация способна выполнять задачи, сложность исполнения которых затруднительна как для обычного человека, так и для эксперта в той или иной области.

Благодаря своей многофункциональности и широкому спектру возможностей, научное сообщество начало предпринимать попытки интеграции искусственного интеллекта в различные сферы жизнедеятельности человека [3, 4]. Одной из таких сфер является строительство.

Первоначальные этапы интеграции данной технологии возложили на виды работ, которые не требуют большого количества трудовых затрат и информации. Получив данные о проделанной работе и проведя анализ, экспертам удалось сделать вывод, что при должном развитии и вложении необходимых ресурсов, технология искусственного интеллекта способна семимильными шагами обогнать имеющиеся на данный момент инновации. Одними из положительных качеств интегрированного искусственного интеллекта в строительную индустрию выделяют:

- скорость и качество выполнения поставленных задач;
- повышенная эффективность в контроле за соблюдением техники безопасности на строительных площадках и предприятиях;
- экономическая выгода за счёт сокращения человеческой рабочей силы.

Проведённый анализ полученных данных показал, что технология искусственного интеллекта отлично подходит для интеграции в различные сферы жизнедеятельности человека, одна из таких сфер – строительство.

На данный момент наиболее востребованными и зарекомендовавшими себя как в научной, так и в профессиональной сфере инновациями являются [5]:

- BIM;
- лазерное сканирование;
- 3D-печать;
- Big Data;
- робототехника.

Пошаговый процесс взаимодействия искусственного интеллекта с BIM

При интеграции искусственного интеллекта в технологию BIM появляется возможность разрабатывать, корректировать и в последующем эксплуатировать проекты зданий и сооружений с заложенными как геологическими, так и экономическими данными [6] (рисунок 1).

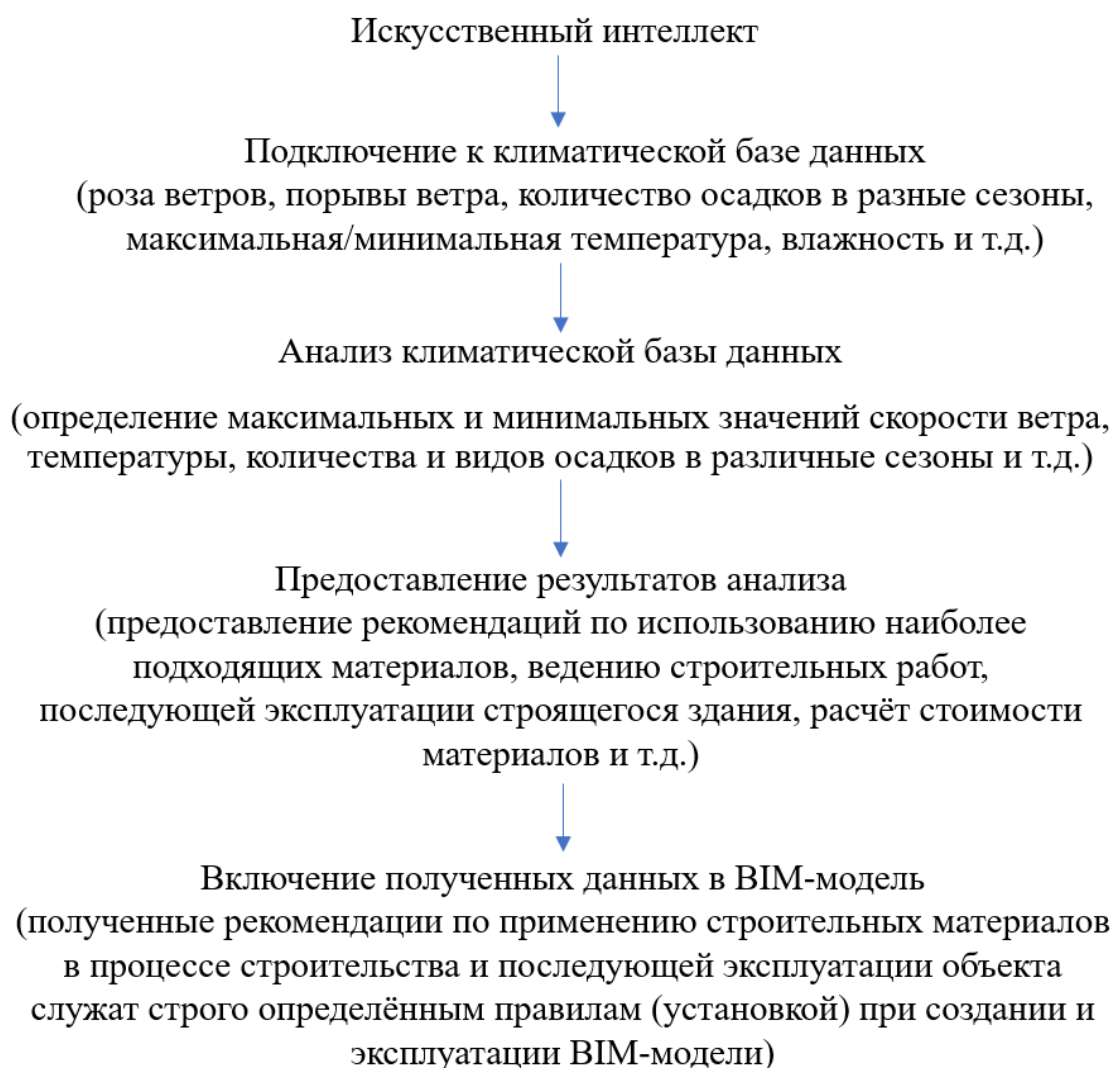


Рисунок 1 – Пошаговая схема процесса работы технологии BIM с интегрированным искусственным интеллектом

Пошаговый процесс взаимодействия искусственного интеллекта с лазерным сканированием

Интеграция искусственного интеллекта в технологию лазерного сканирования позволяет повысить точность сканирования объектов, уменьшается количество коллизий сканирования благодаря параллельному внедрению в информационную модель. Посредством независимости от светового дня искусственный интеллект, интегрированный в технологию лазерного сканирования, способен проводить выполнение работ в любое время суток, в отличие от обычного человека [7] (рисунок 2).

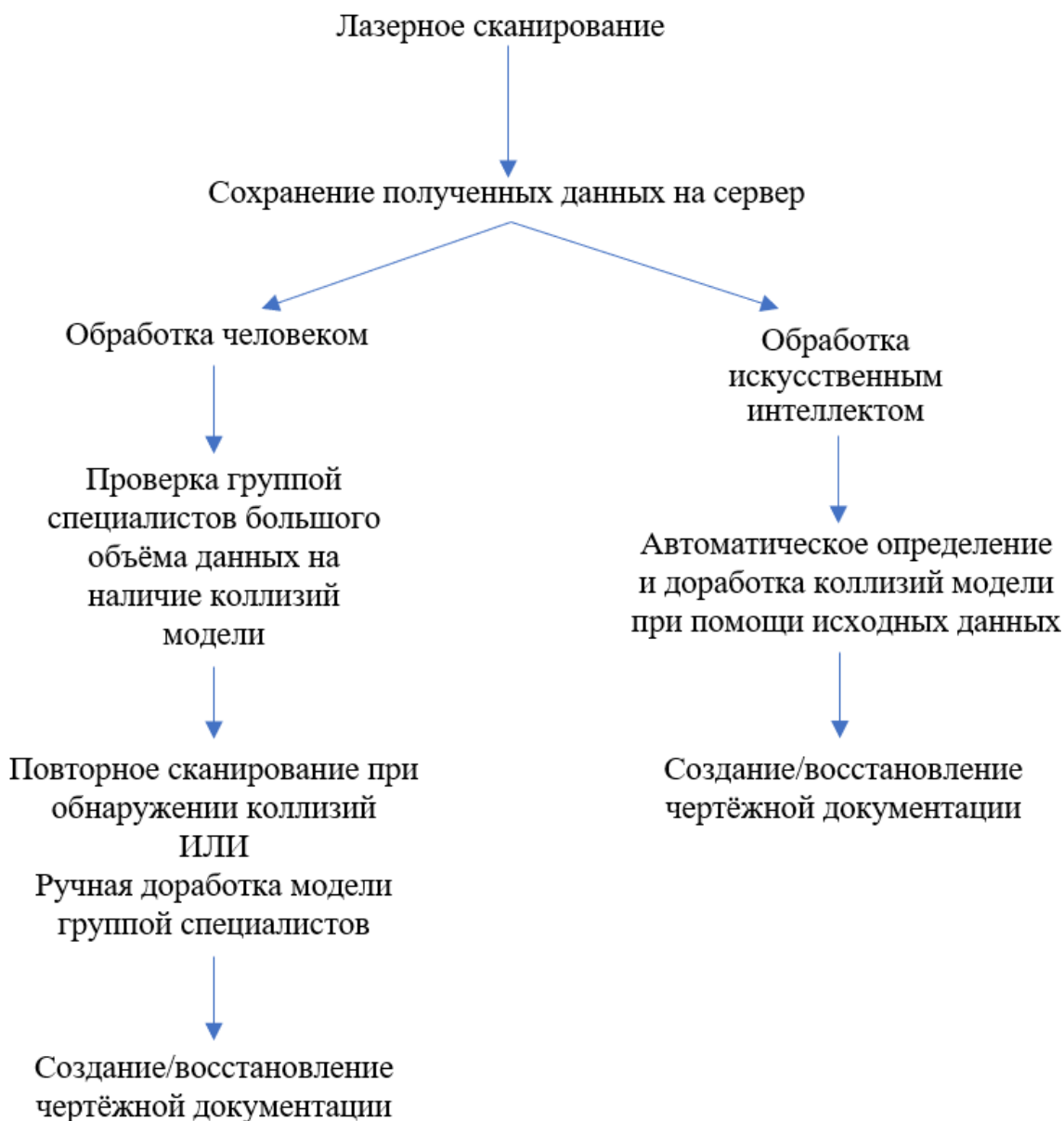


Рисунок 2 – Демонстрация различия ведения рабочих процессов технологии лазерного сканирования с/без интегрированного искусственного интеллекта

При изучении интеграции искусственного интеллекта в технологию 3D-печати выделяются качества, способные раз и навсегда искоренить возникновение ошибок, связанных с человеческим фактором в данном направлении:

- полная автоматизация процесса создания модели объекта;
- построение 3D-объекта по имеющейся модели с контролем используемых материалов;
- корректировка возникающих коллизий по средством анализа данных, без стороннего программного вмешательства.

Внедрение искусственного интеллекта в технологию 3D-печати способно исключить данные проблемы посредством самостоятельного выявления неполадок и последующей их корректировке. Также данная интеграция способна в значительной мере повлиять на ход проведения печатных работ, параллельно контролируя толщину слоя печати, геометрические пропорции объекта и подбор печатного материала, что в свою очередь заменяет контроль и проверку рабочего процесса со стороны инженера, исключая допущение возникновения ошибок, связанных с человеческим фактором [8].

За счёт быстрой обработки большого количества данных технология искусственного интеллекта, интегрированного в Big Data, способна находить решения поставленных задач значительно быстрее, чем человеческий мозг. Одним из главных преимуществ данной интеграции является искоренение принятия ошибочных решений, связанных с человеческим фактором [9].

При интеграции искусственного интеллекта в робототехнику появляется возможность исключить появление ошибок. Данная интеграция положительно скажется как на первичной обработке данных, так и на последующей их проработке и корректировке в случае необходимости. Сокращается количество финансовых затрат на оплату человеческого труда, исключается возникновение ошибок, связанных с человеческим фактором, увеличивается продуктивность ведения работ, повышается качество выпускаемой продукции в случае интеграции на предприятиях [10].

Преимущества и недостатки

Первопричинами использования современных технологий в разных отраслях жизнедеятельности человека являются упрощённость ведения работ, повышение внутригосударственных экономических показателей, безопасность людей, сохранение окружающей среды и эволюция. Рассматривая каждую из инноваций, следует учитывать преимущества и недостатки, имеющие большое влияние в среде, в которую они внедрены.

Искусственный интеллект в BIM

Преимущества:

- сокращение временных затрат на изучение и анализ исходных данных;
- скорость разработки проектов;
- автоматический расчёт нагрузок;
- изначальное заложение в проект материалов, соответствующих полученным данным (выдерживание нагрузок, соответствие климатическому району и требуемому сроку службы);
- подбор материалов согласно заложенной финансовой составляющей;
- учёт отрицательного влияния на окружающую среду при проведении работ;
- демонстрация опасных участков строительства, требующих контроль по соблюдению техник безопасности;

- повышение скорости проведения предпроектных и проектных работ;
- сокращение рисков возникновения ошибок, связанных с человеческим фактором;
- возможность развития внедрённых инноваций.

Недостатки:

- требуется дополнительная проверка полученных данных инженерами;
- сложность внедрения;
- нехватка квалифицированных специалистов в сфере искусственного интеллекта;
- финансовая дороговизна интеграции на первоначальных этапах;
- уменьшение количества рабочих мест.

Искусственный интеллект в лазерном сканировании

Преимущества:

- увеличение точности сканирования;
- сокращение количества задействованных специалистов;
- уменьшение количества финансовых затрат с повышением прибыли;
- сокращение времени на проверку полученных данных;
- дополнение недостающих данных по средством анализа;
- обработка большого количества данных;
- независимость от светового дня, способность выполнять поставленные задачи круглые сутки;
- возможность последующего развития интегрированных инноваций.

Недостатки:

- требуется дополнительная проверка специалистами полученных данных;
- нехватка специалистов в сфере искусственного интеллекта;
- отсутствие доверия к эффективности выполнения поставленных задач со стороны специалистов;
- финансово затратное внедрение на первоначальных этапах;
- сокращение рабочих мест.

Искусственный интеллект в 3D-печати

Преимущества:

- защита окружающей среды (возможность использования переработанных материалов без выброса вредных веществ);
- контроль печати объекта;
- создание модели объекта;
- корректировка возникающих в процессе выполнения работ ошибок и коллизий;
- скорость выполнения поставленных задач;
- сокращение количества отходов материалов;
- повышение качества производимой продукции;
- увеличение объёмов производства;
- повышение прибыли;
- возможность последующей эволюции интегрированных инноваций.

Недостатки:

- задействование большого количества специалистов на первоначальных этапах наладки интеграции;
- нехватка специалистов в сфере искусственного интеллекта;
- сокращение рабочих мест;
- требуется проверка получаемых данных.

Искусственный интеллект в BigData**Преимущества:**

- обработка большого количества данных;
- скорость обработки и анализа данных;
- собственное принятие решений;
- исключение возникновения ошибок, связанных с человеческим фактором;
- подстраивание под необходимые требования;
- предоставление наиболее оптимальных решений;
- уменьшение количества задействованных специалистов;
- повышение экономической составляющей;
- результативность выполнения поставленных задач.

Недостатки:

- финансовые затраты на первоначальных этапах;
- недоверие со стороны специалистов;
- проверка специалистами полученного результата;
- нехватка квалифицированных инженеров в сфере искусственного интеллекта;
- сокращение количества рабочих мест.

Искусственный интеллект в робототехнике**Преимущества:**

- исключение рисков возникновения ошибок, связанных с человеческим фактором;
- сокращение количества затрат на выполнение работ;
- скорость выполнения поставленных задач;
- автономность;
- повышения качества выполнения работ;
- уменьшение количества вредных выбросов в атмосферу.

Недостатки:

- сокращение рабочих мест;
- нехватка специалистов;
- требуется контроль рабочего процесса.

Проведя анализ изученных инновационных технологий с интегрированным в них искусственным интеллектом, значение и важность которого играет важную роль в последующем развитии различных сфер деятельности человека, удалось выделить основные преимущества и недостатки данных интеграций.

Преимущества:

- исключение влияния человеческого фактора на процесс выполнения работ;
- экономия финансовых затрат и ресурсов;
- скорость и качество выполнения работ;
- потенциал развития технологий;
- улучшение качества жизни человека;
- сохранение окружающей среды.

Недостатки:

- уменьшение количества рабочих мест;
- дороговизна проведения работ по разработке и последующем внедрении на первоначальных этапах;
- нехватка специалистов;
- недоверие и настороженность со стороны населения.

Выводы

Учитывая изученные данные по использованию инновационных технологий в интеграции с искусственным интеллектом, проведя анализ опубликованных трудов учёных и специалистов в различных сферах, следует сделать вывод. Каждая из инноваций, изученная в ходе проведения исследовательской работы, имеет большое количество преимуществ, способных в корне изменить ход развития технологий по всему миру. Ежедневное внедрение современных технологий в различные сферы жизнедеятельности человека способствуют ускоренному процессу эволюции науки и инженерии. Интеграция искусственного интеллекта с данными технологиями позволяет исключить возникновение фатальных ошибок как на строительных площадках, так и на крупных производствах. Экономия финансовых затрат как следствие применения интеграции позволяет увеличить прибыль компаний с сохранением и даже улучшением качества выполняемых работ. Сокращается количество случаев травмированности рабочих в процессе выполнения поставленных задач посредством контроля соблюдения техники безопасности. Появляется возможность не зависеть от времени суток, что позволяет увеличить объёмы работ с сохранением и даже сокращением поставленных сроков на выполнение. Помимо положительных качеств интеграция искусственного интеллекта в различные технологии строительной индустрии несёт за собой ответственность, возложение которой приходится на плечи учёных и инженеров. Имея как положительные, так и отрицательные отклики со стороны населения на внедрение и использование искусственного интеллекта в различных сферах жизнедеятельности человека, мировым государствам следует увеличить объёмы финансирования исследований, связанных с изучением и приспособлением искусственного интеллекта в жизнедеятельность человека.

Список использованных источников

1. Каширипур, М. М. Возможности искусственного интеллекта в строительной индустрии / М. М. Каширипур, В. А. Николук // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2024. – № 26 (1). – С. 163–178. – DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-1-163-178.

2. Киевска, К. Внедрение искусственного интеллекта в строительной отрасли и анализ существующих технологий / К. Киевска, С. Цюцюра // Технологический аудит и резервы производства. – 2021. – № 2. – С. 12–15.
3. Каширипур, М. М. Автоматический мониторинг для сложных сооружений и инфраструктуры города / М. М. Каширипур, В. М. Бореико // Дорожное строительство и его инженерное обеспечение: материалы III Междунар. науч.-техн. конф. / сост. С. Н. Соболевская, Е. М. Жуковский. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 90–94. – URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/125165>.
4. Искусственный интеллект и аддитивные технологии: перспективы взаимодействия // IQB technologies. – URL: <https://blog.iqb.ru/ai-3d-printing-intersection/?ysclid=m6ixhtensc502604765> (дата обращения: 15.05.2025).
5. Искусственный интеллект в строительстве. – URL: <https://bim-info.ru/articles/iskusstvennyy-intellekt-v-stroitelstve/?ysclid=m6iy8lgea3788520490> (дата обращения: 15.05.2025).
6. Каширипур, М. М. Разработка подходящей методологии управления строительными проектами / М. М. Каширипур, А. М. Альмалеги // Инжиниринг и экономика: современное состояние и перспективы развития : сборник материалов студенческой науч.-техн. конф. в рамках XX Междунар. науч.-техн. конф. БНТУ «Наука – образованию, производству и экономике» и 78-й студенческой науч.-техн. конф. БНТУ, 4–5 мая 2022 г. / редкол.: О. С. Голубова [и др.] ; сост. Н. А. Пашкевич. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 78–83. – URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/114410>.
7. Как с помощью лазерного 3D-сканирования сократить риски при строительстве и реконструкции зданий и объектов. – URL: <https://digital-build.ru/kak-s-pomoshhyu-lazernogo-3d-skanirovaniya-sokratit-riski-pri-stroitelstve-i-rekonstrukcii/?ysclid=m6iy1xrd6h211821245> (дата обращения: 15.05.2025).
8. Каширипур, М. М. Новые тенденции и инновации в строительстве: строительство с помощью 3D принтера / М. М. Каширипур, С. Б. Гарагозов // Инжиниринг и экономика: современное состояние и перспективы развития : сборник материалов студенческой науч.-техн. конф. в рамках XX Междунар. науч.-техн. конф. БНТУ «Наука – образованию, производству и экономике» и 78-й студенческой научно-технической конференции БНТУ, 4–5 мая 2022 г. / редкол.: О. С. Голубова [и др.] ; сост. Н. А. Пашкевич. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 94–99. – URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/114413>.
9. 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 / М. М. Каширипур // Градостроительство и архитектура. – 2024. – Т. 14. – № 4. – С. 171–179. – DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.24.
10. Каширипур, М. М. Автоматический мониторинг для сложных сооружений и инфраструктуры города / М. М. Каширипур, В. М. Бореико // Дорожное строительство и его инженерное обеспечение : материалы III Междунар. науч.-техн. конф. / сост. С. Н. Соболевская, Е. М. Жуковский. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 90–94. – URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/125165>.