

СТРОИТЕЛЬСТВО ДОМОВ НА 3D ПРИНТЕРЕ: ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Каширипур М.М.¹, Русак В.С.²

¹ Канд. архитектуры, постдокторский исследователь, доцент.

² Студент Строительного Факультета

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

***Аннотация.** Статья рассматривает инновации в строительстве с использованием 3D-принтеров, подчеркивая их преимущества, такие как снижение затрат, ускорение процесса возведения зданий и экологичность. Описывается принцип работы 3D-принтеров, их роль в проектировании и строительстве домов, а также проблемы, с которыми сталкивается эта технология, включая трудности с масштабируемостью и регуляторные барьеры. В заключение, рассматриваются перспективы развития 3D-печати в строительной отрасли и ее потенциальное влияние на будущее жилищного строительства.*

***Ключевые слова:** 3D печать, строительная индустрия, современные технологии, строительство, строительная деятельность.*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CONSTRUCTION: MAIN DIRECTION AND DEVELOPMENT PROSPECTS

KashiripooR M.M.¹, Rusak V.S.²

¹ Postdoc. of Architecture, Associate Professor,

Department of "Building Materials and construction Technology"

² student of civil engineering faculty

Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

***Annotation.** The article examines innovations in construction using 3D printers, emphasizing their advantages, such as cost reduction, acceleration of the construction process, and environmental friendliness. It describes how 3D printers work, their role in the design and construction of homes, as well as the challenges this technology faces, including difficulties with scalability and regulatory barriers. In conclusion, the prospects for the development of 3D printing in the construction industry and its potential impact on the future of housing construction are considered.*

***Keywords:** 3D printing, construction industry, modern technologies, construction, construction activity.*

Введение. С развитием технологий и науки человечество становится свидетелем значительных преобразований в различных отраслях. Строительство не стало исключением: инновации в этой сфере позволяют создавать более безопасные, экономичные и экологичные здания. Одной из таких инноваций является использование 3D-принтеров для возведения домов. Эта технология обещает революционизировать строительный процесс, делая его быстрее, дешевле и более доступным. В этой статье рассмотрим, как

3D-принтинг применяется в строительстве, его преимущества и перспективы развития.

Принцип работы 3D-принтера в строительстве

Принцип работы 3D-принтера в строительстве основывается на аддитивном методе, который заключается в послойном нанесении материала для формирования объекта [1]. В отличие от традиционных методов строительства, при которых материалы вырезаются или удаляются из основного объекта, 3D-печать позволяет создавать конструкции с минимальными отходами. Это достигается за счет точного нанесения материала слой за слоем [2, 3].

Для печати зданий используются различные материалы, включая бетон, специальные смеси с добавками, а также другие инжиниринговые материалы, которые могут быть адаптированы к особенностям конкретных условий и задач. Важно, что принтеры могут использовать материал с высокой прочностью, что делает готовые здания долговечными и устойчивыми к внешним воздействиям.

Преимущества строительства с использованием 3D-принтеров:

1. **Снижение затрат:** одним из основных преимуществ использования 3D-принтеров является значительное снижение стоимости строительства. Традиционные строительные методы требуют большой рабочей силы, использования специализированной техники и множества материалов, что приводит к высокой стоимости строительства. 3D-принтинг, в свою очередь, требует минимальных затрат на рабочую силу, поскольку процесс автоматизирован. Это позволяет значительно сократить не только время, но и расходы на возведение зданий.

2. **Скорость строительства:** в традиционном строительстве возведение дома занимает несколько месяцев, а иногда и лет. В случае с 3D-принтерами процесс значительно ускоряется. Принтеры могут напечатать стены дома за несколько дней, что позволяет сократить время на строительство в несколько раз. Например, в 2017 году в Дубае был напечатан дом за 17 дней, что является рекордом в области строительных инноваций.

3. **Экологичность:** 3D-печать является экологически более чистым методом строительства по сравнению с традиционными методами. Процесс печати минимизирует отходы, а используемые материалы могут быть переработаны. Кроме того, благодаря точности нанесения слоев, можно использовать меньше ресурсов для достижения требуемой прочности и надежности конструкции.

4. **Персонализация и гибкость дизайна:** с помощью 3D-принтера можно легко создавать уникальные архитектурные решения, которые были бы труднодоступны с помощью традиционных методов строительства. Процесс позволяет проектировать здания с высоко детализированными и нестандартными формами, что дает архитекторам широкие возможности для реализации своих идей. Возможность легко вносить изменения в проект

и адаптировать его под нужды заказчика открывает новые горизонты в строительной отрасли.

5. **Минимизация человеческих ошибок:** поскольку процесс автоматизирован, человеческие ошибки, такие как неточности при расчете или при строительстве, становятся менее вероятными. Это повышает качество и надежность конечного продукта. Кроме того, принтеры могут работать в экстремальных условиях, таких как пустыни или в местах с ограниченным доступом к традиционным строительным ресурсам, что делает эту технологию особенно привлекательной для строительства в отдаленных регионах.

Проблемы и вызовы использования 3D-принтеров в строительстве

Несмотря на множество преимуществ, технология 3D-печати в строительстве сталкивается с рядом проблем и вызовов, которые необходимо преодолеть для ее широкого внедрения.

1. **Проблемы с масштабируемостью:** хотя технологии 3D-печати быстро развиваются, большинство принтеров на сегодняшний день могут создавать только небольшие или средние по размеру объекты. Печать больших многоквартирных домов или целых жилых комплексов требует разработки новых, более мощных и высокоскоростных устройств. Поэтому пока речь идет лишь о строительстве отдельных домов или малых объектов.

2. **Материалы и их доступность:** для печати зданий необходимы специальные строительные материалы, которые должны быть не только прочными, но и экологичными. В настоящее время разработка таких материалов находится на стадии активных исследований. Стоимость новых смесей и их доступность также является важным фактором, влияющим на коммерческую привлекательность технологии.

3. **Юридические и регуляторные вопросы:** технология 3D-принтинга в строительстве сталкивается с юридическими и регуляторными барьерами. В большинстве стран пока не существует четко разработанных стандартов для таких объектов. Законодательство часто отстает от технических новшеств, что делает процесс сертификации и получения разрешений на строительство с использованием 3D-принтеров сложным.

4. **Проблемы с трудовой занятостью:** хотя 3D-принтинг снижает стоимость строительства, он также может снизить потребность в рабочей силе, что, в свою очередь, может повлиять на традиционную строительную индустрию. Это вызовет необходимость переподготовки работников и создания новых рабочих мест в сфере разработки и эксплуатации 3D-принтеров.

Перспективы и будущее 3D-печати в строительстве

Будущее строительства с использованием 3D-принтеров выглядит многообещающе. Уже сегодня технологические гиганты и стартапы работают над улучшением и масштабированием принтеров, что позволяет с каждым годом увеличивать скорость и точность строительства [4]. В ближайшие десятилетия можно ожидать, что 3D-печать станет неотъемлемой частью

строительства, особенно в таких областях, как быстрое возведение жилья, строительство в труднодоступных регионах и создание экологически чистых и энергоэффективных зданий.

В частности, перспектива использования 3D-принтеров в строительстве для создания домов в развивающихся странах или на территориях, пострадавших от стихийных бедствий, кажется особенно актуальной [4]. В этих условиях быстрая постройка доступных и устойчивых домов может сыграть ключевую роль в улучшении жизни людей.

Заключение

Использование 3D-принтеров в строительстве домов представляет собой одно из самых захватывающих и перспективных направлений в современной строительной индустрии. Хотя технология еще не достигла стадии массового применения, она уже показывает значительные преимущества по сравнению с традиционными методами. С развитием технологий и материалов, а также с решением ряда текущих проблем, связанных с масштабируемостью, экологичностью и регуляцией, строительство с использованием 3D-принтеров, вероятно, станет основным методом возведения зданий в будущем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Kashiripoor M.M. Fourth wave technologies in construction and architecture: from idea to realization (part 2) // *Urban construction and architecture*. - 2024. - Vol. 14. - N. 3. - P. 178-193. doi: 10.17673/Vestnik.2024.03.22
2. 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
3. Каширипур М. М. город метавселенной: определение и направление развития для градостроительства и архитектуры. *Вестник Брестского государственного технического университета*, (3(132), 2–10. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2023-132-3-2-10>
4. Каширипур, М. М. Новые тенденции и инновации в строительстве: строительство с помощью 3D принтера = New trends and innovations in construction: building with a 3D printer / М. М. Каширипур, С. Б. Гарагозов // *Инжиниринг и экономика: современное состояние и перспективы развития* [Электронный ресурс] : 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. / редкол.: О. С. Голубова [и др.] ; сост. Н. А. Пашкевич. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 94-99.