

Ли Лулу

магистр

РУТ (Московский институт инженеров транспорта)

«СТРОИТЕЛЬНЫЕ 3D-ПРИНТЕРЫ И ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ»

Аннотация:

В этой статье исследуется сфера строительных 3D-принтеров и оцениваются их преимущества и недостатки. Потенциальные преимущества использования 3D-принтеров в строительной отрасли включают повышение эффективности, снижение затрат на рабочую силу, большую свободу проектирования и возможность создавать сложные конструкции. Однако существуют и проблемы, связанные со строительной 3D-печатью, такие как ограничения в масштабе, нехватка материалов, нормативные барьеры и потребность в специализированных знаниях. В этой статье представлен обзор текущего состояния технологии строительной 3D-печати, рассмотрены ее преимущества и недостатки, а также обсуждается ее потенциальное влияние на будущее строительной отрасли.

Ключевые слова: *строительные 3D-принтеры, преимущества, недостатки, эффективность, затраты на рабочую силу, свобода проектирования, сложные конструкции, ограничения масштаба, материальные ограничения, нормативные барьеры, специализированная экспертиза, влияние технологий, строительная отрасль.*

Annotation. *This article explores the field of construction 3D printers and evaluates their advantages and disadvantages. Potential benefits of using 3D printers in the construction industry include increased efficiency, reduced labor costs, greater design freedom, and the ability to create complex structures. However, there are also challenges associated with construction 3D printing, such as scale limitations, material shortages, regulatory barriers and the need for specialized knowledge. This article provides an overview of the current state of construction 3D printing technology, examines its advantages and disadvantages, and discusses its potential impact on the future of the construction industry.*

Key words. *construction 3D printers, advantages, disadvantages, efficiency, labor costs, design freedom, complex designs, scale limitations, material constraints, regulatory barriers, specialized expertise, technology impact, construction industry.*

Технология 3D-принтеров все чаще находит применение в сфере строительства, производя революцию в традиционных методах строительства, это позволяет создавать сложные конструкции с большей точностью, скоростью и экономичностью. Вот некоторые ключевые аспекты его использования в строительстве: 3D-принтеры могут производить различные строительные элементы, включая стены, полы, балки, колонны и фасады, эти компоненты могут быть изготовлены на месте или собраны за пределами площадки и доставлены на строительную площадку. Благодаря непосредственному изготовлению этих элементов время и затраты на строительство значительно сокращаются. 3D-печать позволяет создавать сложные конструкции и возможности индивидуальной настройки. Архитекторы и инженеры могут создавать сложные

геометрические формы, изогнутые поверхности и уникальные конструкции, которые в противном случае было бы сложно или дорого производить с использованием традиционных методов строительства, эта технология обеспечивает большую свободу дизайна и способствует архитектурным инновациям. Различные технологии 3D-печати могут работать с различными материалами, от бетона до полимеров. 3D-печать на основе бетона — наиболее распространенный метод в строительстве, в котором используются специальные смеси с добавками, обеспечивающие необходимую текучесть и прочность. Другие материалы, такие как пластмассы и металлы, можно использовать для изготовления несущих компонентов или временных конструкций. 3D-печать может значительно ускорить процесс строительства, это исключает трудоемкие задачи, такие как опалубка или ручная сборка, за счет непосредственного нанесения материала слой за слоем, эта автоматизация снижает требования к рабочей силе и потенциальные человеческие ошибки, что приводит к ускорению строительства и сокращению сроков реализации проекта. Автоматизируя строительные процессы, 3D-печать может снизить трудозатраты и отходы. Точность технологии печати сводит к минимуму потери материала, а отсутствие опалубки снижает расходы, связанные с временными формами, а также использование местных материалов и снижение требований к транспортировке могут еще больше снизить затраты. 3D-печать в строительстве хорошо сочетается с практикой устойчивого строительства, это позволяет использовать экологически чистые материалы и снижает воздействие на окружающую среду, связанное с традиционными методами строительства. Более того, точный производственный процесс оптимизирует использование материалов и сокращает строительные отходы. Технология 3D-печати может решить жилищные проблемы в пострадавших от стихийных бедствий районах или регионах с нехваткой доступного жилья. Его быстрое развертывание, низкая себестоимость производства и адаптируемость к различным климатическим и экологическим условиям делают его многообещающим решением для обеспечения безопасного и устойчивого убежища. Хотя технология 3D-печати в строительстве все еще развивается, она обладает огромным потенциалом для преобразования отрасли. Однако остаются проблемы, включая масштабируемость, нормативно-правовую базу, стандартизацию и признание в строительном секторе. Продолжение исследований, разработок и сотрудничества между профессионалами отрасли и технологическими экспертами будет способствовать внедрению и развитию 3D-печати в строительстве.

Использование 3D-принтеров для создания элементов здания, таких как стены, полы, балки и фасады, предлагает революционный подход к строительству, эта передовая технология позволяет изготавливать сложные и индивидуальные компоненты с высокой точностью, эффективностью и

экономичностью. Одним из ключевых преимуществ 3D-печати в строительстве является ее способность сокращать отходы материала. Традиционные методы строительства часто приводят к образованию значительного количества неиспользованных материалов, тогда как 3D-печать позволяет точно наносить материалы только там, где это необходимо, сводя к минимуму отходы, это приводит к более устойчивым практикам и экономии затрат. Более того, 3D-печать позволяет создавать сложные конструкции и формы, которые сложно создать традиционными методами. Архитекторы и инженеры могут использовать эту технологию для создания уникальных строительных элементов, улучшающих эстетику и функциональность. Сложную геометрию можно легко реализовать, что позволяет создавать конструкции, которые ранее было непрактично или невозможно построить. Еще одним заслуживающим внимания преимуществом является скорость 3D-печати, эта технология позволяет значительно ускорить процесс строительства за счет автоматизации изготовления строительных элементов, исключая необходимость ручного строительного труда. Становится возможным быстрое прототипирование и итеративное проектирование, что позволяет ускорить завершение проекта и сократить сроки строительства, а также 3D-печать позволяет осуществлять строительство на месте, сокращая транспортные расходы и логистические проблемы, связанные с транспортировкой сборных строительных элементов, эта портативность и гибкость делают 3D-печать привлекательным вариантом для отдаленных или пострадавших от стихийных бедствий районов, где традиционные методы строительства могут оказаться непрактичными. Однако существуют некоторые проблемы, связанные с 3D-печатью в строительстве. Используемые материалы должны соответствовать структурным требованиям и требованиям безопасности, что требует обширных исследований и разработок, а также ограничения по размеру существующих 3D-принтеров могут ограничивать масштаб изготавливаемых строительных элементов, это ограничение постепенно преодолевается по мере разработки более крупных принтеров.

Было реализовано множество завершенных строительных проектов, в которых использовались детали 3D-принтеров. Построенное в 2016 году, это было первое в мире полностью функциональное офисное здание, построенное с использованием 3D-принтера. Принтер создал структурные компоненты здания, включая стены и перегородки, используя смесь железобетона, гипса и армированного волокном пластика. В 2018 году французская жилищная компания Yhnova построила первый проект социального жилья, напечатанного на 3D-принтере. Дома были созданы роботом 3D-печати, который слой за слоем возводил стены с использованием специально разработанной цементной смеси. В 2016 году в Мадриде было завершено строительство пешеходного моста, известного как «Мост, напечатанный на 3D-принтере». Мост был создан путем печати

крупных блоков из микроармированного бетона, эти блоки были собраны на месте, в результате чего получилась функциональная и эстетичная конструкция. НАСА изучает возможность использования 3D-печати для строительства среды обитания на Марсе. Проект предполагает печать крупномасштабных конструкций с использованием реголита (марсианской почвы) в качестве основного материала, этот подход направлен на снижение потребности в транспортировке строительных материалов с Земли и обеспечение устойчивого освоения космоса, эти проекты демонстрируют потенциал 3D-печати в строительстве, демонстрируя ее способность эффективно создавать сложные конструкции с высокой степенью настройки. Хотя технология 3D-печати все еще развивается, она обещает произвести революцию в строительной отрасли за счет сокращения затрат, минимизации отходов и ускорения сроков реализации проектов.

3D-принтеры привлекли значительное внимание в сфере гражданского строительства благодаря своему потенциалу совершить революцию в строительных процессах. При обсуждении эффективности 3D-принтеров обычно учитывают несколько факторов: 3D-принтеры способны изготавливать сложные конструкции за относительно короткий период. Устраняя необходимость использования традиционных методов строительства, таких как опалубка или ручной труд, 3D-принтеры могут значительно сократить время строительства, что приведет к более быстрому завершению проекта. Несмотря на первоначальные инвестиции, необходимые для приобретения 3D-принтера, он потенциально может обеспечить долгосрочную экономию средств. Автоматизируя строительные процессы и снижая зависимость от ручного труда, 3D-принтеры могут минимизировать затраты на рабочую силу, а точечное использование материалов и сокращение отходов способствуют экономической эффективности. Традиционные методы строительства часто приводят к значительным потерям материалов. Напротив, 3D-печать позволяет точно наносить материал, сводя к минимуму образование отходов. Такая эффективность использования ресурсов может привести к снижению воздействия на окружающую среду и экономии затрат.

Существует несколько проблем, связанных с использованием 3D-принтеров в строительстве. Во-первых, технология все еще находится на ранней стадии развития, и отсутствует стандартизированная практика и правила, это затрудняет обеспечение единообразия, контроля качества и безопасности в конструкциях, напечатанных на 3D-принтере. Еще одним ограничением является масштаб строительства, которого можно достичь с помощью 3D-принтеров. Хотя эти принтеры могут эффективно создавать небольшие компоненты и прототипы, масштабирование до более крупных структур становится более сложной задачей. Необходимо тщательно учитывать скорость печати, используемые материалы и структурную целостность конечного продукта, также стоимость технологий и материалов

3D-печати остается высокой, что делает их менее доступными для широкого внедрения. Первоначальные инвестиции, необходимые для приобретения и обслуживания принтеров, а также специальное обучение, необходимое для их эксплуатации, могут стать серьезными препятствиями для внедрения.

Список литературы

1. Crosthwaite, D. The global construction market: A cross-sectional analysis. *Constr. Manag. Econ.* 2000, 18, 619–627.
2. Horta, I.M.; Camanho, A.S.; Jill, J.; Geraint, J. Performance trends in the construction industry worldwide: An overview of the turn of the century. *J. Product. Anal.* 2013, 39, 89–99.
3. Which Sector Will Create The Most Jobs? Available online: https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/multimedia/maps-and-charts/WCMS_337082/lang--en/index.htm (accessed on 1 July 2020).
4. Global Construction Expenditures 2014–2025. Available online: <https://www.statista.com/statistics/788128/construction-spending-worldwide/> (accessed on 1 July 2020).
5. Woetzel, J.; Sridhar, M.; Mischke, J. The Construction Industry Has a Productivity Problem—And Here’s How to Solve It. Available online: <https://www.marketwatch.com/story/the-construction-industry-has-a-productivity-problem-and-heres-how-to-solve-it-2017-03-04> (accessed on 1 July 2020).
6. Changali, S.; Mohammad, A.; Nieuwland, M.v. The Construction Productivity Imperative. Available online: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/the-construction-productivity-imperative#> (accessed on 1 July 2020).
7. Construction Productivity Versus Manufacturing Productivity. Available online: <https://ledgerwoodusa.com/construction-productivity-versus-manufacturing-productivity/> (accessed on 1 July 2020).
8. Cai, S.; Ma, Z.; Skibniewski, M.J.; Bao, S. Construction automation and robotics for high-rise buildings over the past decades: A comprehensive review. *Adv. Eng. Inform.* 2019, 42, 100989.
9. Hofmann, E.; Rüsч, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Comput. Ind.* 2017, 89, 23–34.

10. Davila Delgado, J.M.; Oyedele, L.; Ajayi, A.; Akanbi, L.; Akinade, O.; Bilal, M.; Owolabi, H. Robotics and automated systems in construction: Understanding industry-specific challenges for adoption. *J. Build. Eng.* 2019, 26, 100868.