

Аддитивные технологии в архитектуре: новые горизонты

Т.А. Амирханян, О.Т. Иевлева

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Аддитивные технологии, или 3D-печать, открывают новые возможности для архитектурного дизайна, позволяя создавать сложные и уникальные формы, ранее невозможные с помощью традиционных методов. Эти технологии расширяют границы архитектурного творчества, способствуя появлению новых органичных и нестандартных геометрических решений. В статье рассматриваются примеры успешного применения аддитивных технологий в архитектуре, такие, как полимерный павильон SOM и проект марсианского жилья MARSHA, подчеркивая их потенциал в создании эстетически привлекательных и функционально эффективных сооружений.

Ключевые слова: Аддитивные технологии, 3D-печать, архитектурный дизайн, сложные формы, органичные структуры, сложная геометрия, MARSHA, NASA, функциональная эффективность, ультралегкие конструкции, эстетика, инновации в архитектуре, архитектурное творчество, футуристический дизайн.

Введение

Появление аддитивных технологий, широко известных как 3D-печать, значительно преобразило различные отрасли, и архитектура не является исключением. Эти технологии предлагают архитекторам новые возможности для творчества и инноваций, особенно в области дизайна и эстетики. Однако интеграция аддитивного производства в архитектурное проектирование пока находится на начальной стадии, и исследований, посвященных его полному потенциалу, пока немного. Эта статья рассматривает, как аддитивные технологии меняют процесс архитектурного проектирования, подчеркивая эстетические возможности, которые они приносят, а также трудности и преимущества, которые они предлагают.

Новые возможности для архитекторов

Аддитивные технологии открыли новые горизонты для архитектурного дизайна, позволив создавать сложные, изысканные формы, которые ранее было трудно или невозможно достичь с помощью традиционных методов [1]. Эта возможность позволяет архитекторам расширять границы дизайна,

экспериментируя с органическими формами, сложными узорами и нестандартными геометрическими решениями. Например, «Polymer Pavilion SOM» (рис.1.), созданный компанией Skidmore, Owings & Merrill (USA, Chicago) [2] в 2019 году, демонстрирует потенциал аддитивных технологий для создания ультралегких конструкций со сложной геометрией. Павильон представлял собой структуру, похожую на паутину, полностью выполненную из полимеров, напечатанных на 3D-принтере, что подчеркивает, как эти технологии могут сочетать эстетическую красоту и функциональную эффективность.



Рис. 1. Polymer Pavilion SOM (источник: som.com) [3]

Еще один пример — «3D-Printed Habitat Challenge» (рис. 2,3), организованный NASA [4], в рамках которого архитекторов пригласили разработать проекты жилищ для Марса с использованием 3D-печати.



Рис. 2. 3D-Printed Habitat Challenge [5]



Рис. 3. NASA 3D-Printed Habitat Challenge [6]

Победивший проект, «MARSHA» от компании AI SpaceFactory, представлял собой элегантную, вертикально ориентированную структуру с плавными, органичными изгибами. Этот дизайн продемонстрировал, как

аддитивные технологии могут создавать футуристические, эстетически привлекательные среды даже в самых экстремальных условиях, расширяя границы архитектурного воображения. Кроме того, аддитивные технологии способствуют более устойчивому подходу к проектированию. Обеспечивая точный контроль над использованием материалов, архитекторы могут уменьшить отходы и исследовать новые, экологически чистые материалы. Например, проект "TECLA" (рис. 4) бюро Mario Cucinella Architects (Italy, Bologna) – прототип жилья, напечатанный на 3D-принтере, полностью выполнен из сырой земли [7]. Этот экологически устойчивый материал, в сочетании с точностью 3D-печати, привел к созданию структуры, которая гармонирует с окружающей средой и демонстрирует земную, органическую форму. Проект TECLA подчеркивает, как аддитивное производство может способствовать новой эре устойчивого дизайна, который также усиливает визуальную интеграцию зданий с их природным окружением.



Рис. 4. Проект "TECLA" бюро Mario Cucinella Architects [8]

Трудности в процессе проектирования

Несмотря на эти захватывающие возможности, интеграция аддитивных технологий в архитектурное проектирование не обходится без трудностей. Одна из основных проблем заключается в текущих ограничениях самой технологии. Хотя 3D-печать значительно продвинулась вперед, она все еще развивается, с ограничениями по размеру, скорости и диапазону материалов, из которых могут быть изготовлены объекты. Эти ограничения могут сдерживать творческое видение архитектора, заставляя идти на компромиссы, которые могут повлиять на эстетические свойства окончательного дизайна. Например, хотя крупномасштабные проекты, такие как "3D-printed office building" (рис. 5) в Дубае, демонстрируют потенциал для создания полноразмерных зданий [9], процесс остается медленным и дорогим по сравнению с традиционными методами строительства, что может ограничить применение таких дизайнов в более широком масштабе [10].



Рис. 5. 3D-printed office building [11]

Еще одной проблемой является кривая обучения, связанная с освоением этих новых инструментов. Традиционное архитектурное образование и практика глубоко укоренены в ручных техниках черчения и макетирования. Переход к цифровому процессу проектирования, включающему аддитивное производство, требует новых навыков и знаний, что может быть сложной задачей как для опытных профессионалов, так и для начинающих архитекторов. Архитектурное бюро MX3D (Netherlands, Amsterdam), создавшее первый в мире стальной мост с использованием аддитивных технологий (рис. 6) столкнулось с этой проблемой. Проект требовал междисциплинарного подхода, сочетая экспертизу в области цифрового дизайна, робототехники и инженерии конструкций, что подчеркивает необходимость расширения набора навыков архитекторов для полного использования потенциала аддитивных технологий [12, 13].



Рис. 6. Первый в мире напечатанный мост [14]

Еще одним значительным препятствием для широкого внедрения технологии аддитивного строительства является отсутствие комплексных исследований, посвященных эстетическим возможностям использования аддитивных технологий в архитектуре. Хотя существует растущее число работ, посвященных техническим аспектам 3D-печати, исследований, изучающих, как эти технологии могут улучшить или трансформировать

архитектурную эстетику, пока немного [15]. Этот пробел в знаниях затрудняет архитекторам полное понимание потенциала аддитивного производства в их проектах. В результате такие проекты, как "Casa Covida" [16] (рис. 7) от Emerging Objects (USA, San-Fransisco) – дом из глиносмеси в Колорадо, выделяются как экспериментальные, но изолированные случаи, а не как часть более широкого, хорошо задокументированного движения. Проект демонстрирует потенциал интеграции традиционных строительных материалов с передовыми технологиями, но его уникальность подчеркивает необходимость проведения дополнительных исследований и создания кейсов для ориентира архитектурного сообщества.



Рис. 7. Casa Covida от Emerging Objects [17]

Преимущества аддитивных технологий

Несмотря на эти вызовы, преимущества аддитивных технологий в архитектурном проектировании неоспоримы. Одним из самых убедительных

преимуществ является возможность быстрого прототипирования и итерации дизайнов. Архитекторы могут быстро создавать физические модели своих концепций, что позволяет им исследовать и совершенствовать эстетические качества дизайна в осязаемой, практической форме. Этот итерационный процесс не только ускоряет этап проектирования, но и приводит к более инновационным и отточенным конечным результатам [18, 19]. Примером может служить «LSE Student Centre» в Лондонской школе экономики, где напечатанные прототипы широко использовались в процессе проектирования, позволяя архитекторам тестировать и совершенствовать различные варианты фасада [20]. Этот подход привел к созданию здания, которое гармонично сочетает модернистские элементы с окружающей исторической архитектурой, демонстрируя потенциал 3D-печати для улучшения решений при проектировании.

Еще одним преимуществом является демократизация дизайна. Аддитивные технологии упрощают для небольших фирм и отдельных архитекторов эксперименты со сложными проектами, которые были бы слишком дорогими или трудоемкими с использованием традиционных методов. Эта доступность способствует созданию более разнообразной и живой архитектурной среды, где уникальные и инновационные проекты могут возникать от более широкого круга авторов. «The Curve Appeal» (рис. 8.) от чикагского офиса WATG (USA, Chicago) является примером такой демократизации. Проект, победивший на конкурсе, организованном Американским институтом архитекторов и компанией Branch Technology (USA, Chattanooga) [21], показывает, как даже небольшие фирмы могут использовать 3D-печать для предложения новаторских проектов. Гладкие, естественные формы здания и футуристический дизайн, которые трудно воплотить с использованием традиционных строительных методов,

показывают, как технология аддитивного строительства может помочь большому числу архитекторов воплотить свои творческие идеи в жизнь.



Рис. 8. The Curve Appeal [22]

Заключение

Внедрение аддитивных технологий в архитектурное проектирование представляет собой значительный прогресс в методах создания и реализации идей архитекторами. Несмотря на существующие трудности, такие как технологические ограничения и необходимость дополнительных исследований в области эстетики, возможности, которые предоставляют эти технологии, огромны. Аддитивное строительство – это не просто новый инструмент для архитектора, это преобразующая сила, открывающая новые горизонты для инноваций в архитектуре и дизайне. По мере развития технологии она будет играть все более важную роль в формировании архитектуры зданий, позволяя специалистам создавать более уникальные здания.

Для успешного внедрения технологии в архитектуру и строительство необходимо провести дополнительные исследования в следующих областях:

1. Изучение методов, позволяющих архитекторам эффективно применять различные техники аддитивного строительства в конкретных случаях.
2. Разработка принципов и рекомендаций для выбора оптимального типа 3D-принтера и технологии производства в зависимости от характеристик и особенностей строительного объекта.
3. Исследование конструктивных возможностей сооружений, построенных с помощью аддитивных технологий для строительства зданий различной типологии.
4. Разработка и тестирование новых строительных материалов, оптимизированных для аддитивного строительства, с целью обеспечения желаемых эксплуатационных характеристик и экономической целесообразности.
5. Изучение возможностей интеграции аддитивных технологий с традиционными методами строительства, включая гибридные подходы, объединяющие аддитивные, субтрактивные и формовочные процессы.

Литература

1. Уморица Ж.Н., Мохов И.Н. Создание архитектурных форм с применением аддитивных технологий. Архитектон: Известия вузов. 2019, №2. URL: archvuz.ru/2019_2/20.
2. Skidmore, Owings & Merrill (SOM) URL: som.com.
3. Фотография. Polymer Pavilion SOM. URL: som.com/wp-content/uploads/fly-images/7381/aime_680x510_orml_05-1366x1024-c.jpg.
4. 3D-Printed Habitat Challenge URL: nasa.gov/prizes-challenges-and-crowdsourcing/centennial-challenges/3d-printed-habitat-challenge.
5. Фотография. 3D-Printed Habitat Challenge URL: 3dtoday.ru/cache/870x/main/aec/aecb9cdd80958f0c0401ef0f759bfc41.jpg.

6. Фотография. 3D-Printed Habitat Challenge. URL: static.dezeen.com/uploads/2019/10/moving-to-mars-design-museum-b_dezeen_2364_col_13-852x568.jpg
7. TECLA. URL: 3dwasp.com/en/3d-printed-house-tecla/
8. Фотография. TECLA. URL: 3dwasp.com/wp-content/uploads/2019/10/Tecla-3D-printed-house-WASP-img1.jpg
9. Турышева Е.С., Марченко А.А., Горовая Г.К., Челночков Н.А., Шулюшенков Д.С., 3D-печать и армирование бетонной смеси // Инженерный вестник Дона, 2024, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2024/8951
10. Аддитивные технологии в строительстве: примеры и перспективы применения (часть 2). URL: 3dpulse.ru/news/zhurnal-additivnye-tehnologii/additivnye-tehnologii-v-stroitelstve-primery-i-perspektivy-primeneniya-chast-2/
11. Фотография. 3D-printed office building. URL: thearchitect.pro/uploads/news/_1535704695.jpg
12. Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing (2nd ed.). Springer. 2015. URL: link.springer.com/book/10.1007/978-1-4939-2113-3
13. Фиговский О. Штейнбок А., Технология 3D-печати в строительстве. // Инженерный вестник Дона, 2022, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2022/7656
14. Фотография. Первый в мире напечатанный мост. URL: globalinsights360.com/wp-content/uploads/2024/07/3d-printed-seel-bridge-1280x720-1-e1721355598563.jpg
15. Омеляненко В. Л., Архитектурное проектирование при внедрении аддитивных технологий в строительстве // Архитектура,

градостроительство и дизайн, 2022, № 34. URL: aud-journal.com/images/AGD34/AGD34_25-33.pdf

16. Emerging Objects. URL: emergingobjects.com/.

17. Фотография. Ross Elliot. Casa Covida от Emerging Objects. URL: images.adsttc.com/media/images/60ca/b31b/f91c/81e7/a000/004d/large_jpg/IMG_2007.jpg?1623896843

18. Gramazio, F., & Kohler, M. The Robotic Touch: How Robots Change Architecture. Park Books. 2014. URL: park-books.com/index.php?lang=en&page=books&view=bookdetail&book=774

19. Lipson, H., & Kurman, M. Fabricated: The New World of 3D Printing. John Wiley & Sons. 2013. URL: wiley.com/en-us/Fabricated%3A+The+New+World+of+3D+Printing-p-9781118416945

20. London School of Economics and Political Science. URL: lse.ac.uk/

21. Built-World Revolution - Freeform 3D-Printed Building URL: branchtechnology.com/

22. 3D Визуализация. The Curve Appeal. URL: watg.com/wp-content/uploads/2019/11/168003_N123_highres-1.jpg

References

1. Umorina Zh.N., Mohov I.N. Arhitekton: Izvestija vuzov 2019, №2. URL: archvuz.ru/2019_2/20.

2. Skidmore, Owings & Merrill (SOM). URL: som.com/

3. Fotografiya. [Photo]. Polymer Pavilion SOM. URL: som.com/wp-content/uploads/fly-images/7381/aime_680x510_ornl_05-1366x1024-c.jpg

4. 3D-Printed Habitat Challenge URL: nasa.gov/prizes-challenges-and-crowdsourcing/centennial-challenges/3d-printed-habitat-challenge/

5. Fotografiya. [Photo]. 3D-Printed Habitat Challenge. URL: 3dtoday.ru/cache/870x/main/aec/aecb9cdd80958f0c0401ef0f759bfc41.jpg

6. Fotografiya. [Photo] 3D-Printed Habitat Challenge. URL: static.dezeen.com/uploads/2019/10/moving-to-mars-design-museum-b_dezeen_2364_col_13-852x568.jpg
7. TECLA. URL: 3dwasp.com/en/3d-printed-house-tecla/
8. Fotografiya. [Photo]. TECLA. URL: 3dwasp.com/wp-content/uploads/2019/10/Tecla-3D-printed-house-WASP-img1.jpg
9. Turysheva E.S., Marchenko A.A., Gorovaja G.K., Chelnochkov N.A., Shuljushenkov D.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2024, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2024/8951
10. Additivnye tehnologii v stroitel'stve: primery i perspektivy primeneniya (chast' 2). [Additive technologies in construction: examples and application prospects (Part 2)]. URL: 3dpulse.ru/news/zhurnal-additivnye-tehnologii/additivnye-tehnologii-v-stroitel'stve-primery-i-perspektivy-primeneniya-chast-2/.
11. Fotografiya. [Photo]. 3D-printed office building. URL: thearchitect.pro/uploads/news/_1535704695.jpg
12. Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing (2nd ed.). Springer. 2015. URL: link.springer.com/book/10.1007/978-1-4939-2113-3
13. Figovskij O. Shtejnbok A. Inzhenernyj vestnik Dona 2022, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2022/7656
14. Fotografija. Pervyj v mire napechatannyj most. [Photo. The world's first printed bridge]. URL: globalinsights360.com/wp-content/uploads/2024/07/3d-printed-seel-bridge-1280x720-1-e1721355598563.jpg
15. Arhitekturnoe proektirovanie pri vnedrenii additivnyh tehnologij v stroitel'stve [Architectural design in the implementation of additive

- technologies in construction]. Arhitektura, gradostroitel'stvo i dizajn. 2022, № 34 URL: aud-journal.com/images/AGD34/AGD34_25-33.pdf
16. Emerging Objects. URL: emergingobjects.com/
17. Fotografiya. [Photo]. Ross Elliot. Casa Covida от Emerging Objects. URL: images.adsttc.com/media/images/60ca/b31b/f91c/81e7/a000/004d/large_jpg/IMG_2007.jpg?1623896843
18. Gramazio, F., & Kohler, M. The Robotic Touch: How Robots Change Architecture. Park Books. 2014. URL: park-books.com/index.php?lang=en&page=books&view=bookdetail&book=774.
19. Lipson, H., & Kurman, M. Fabricated: The New World of 3D Printing. John Wiley & Sons. 2013. URL: wiley.com/en-us/Fabricated%3A+The+New+World+of+3D+Printing-p-9781118416945.
20. London School of Economics and Political Science URL: lse.ac.uk/.
21. Built-World Revolution - Freeform 3D-Printed Building. URL: branchtechnology.com/
22. 3D Vizualizacija. The Curve Appeal. [3D-Visualization]. URL: watg.com/wp-content/uploads/2019/11/168003_N123_highres-1.jpg

Дата поступления: 2.08.2024

Дата публикации: 12.09.2024