

УДК 691.555

ТРЕХМЕРНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО: БУДУЩЕЕ АРХИТЕКТУРЫ И ИНЖЕНЕРИИ

Томилов П.А., студент гр. СПб-213, IV курс

Криушов В.Е., студент гр. СПб-213, IV курс

Научный руководитель: Бушуев А.А., ассистент кафедры

Кузбасский государственный технический университет

имени Т. Ф. Горбачева, г. Кемерово

Технологии трехмерной печати (или аддитивного производства) уже давно вышли за пределы лабораторных стен и начали активно внедряться во многие отрасли промышленности. Одной из наиболее перспективных областей применения этой технологии является строительство [4]. В последние годы концепция 3D-строительства получила широкое признание благодаря своим многочисленным преимуществам перед традиционными методами возведения зданий [5].

Эта статья посвящена исследованию возможностей и ограничений трехмерного строительства, а также рассмотрению его влияния на архитектуру, экологию и экономику.

Идея использовать трехмерную печать для создания строительных конструкций возникла еще в конце XX века. Первые эксперименты проводились с использованием бетона и полимерных материалов. Однако технология оставалась дорогостоящей и малопродуктивной до начала XXI века, когда началось активное развитие индустрии аддитивного производства. С тех пор количество проектов, использующих 3D-печать в строительстве, значительно увеличилось [1-3].

Трехмерная печать в строительстве основана на послойном наложении материала, что позволяет создавать объекты любой сложности и формы. Этот процесс отличается от традиционных методов строительства, где используются готовые элементы (кирпичи, блоки и т. п.), которые собираются на месте. В случае 3D-строительства материал наносится слой за слоем, формируя готовую конструкцию непосредственно на строительной площадке.

Основными материалами для 3D-строительства являются бетон, гипсовые смеси, композитные материалы и даже металл. Выбор материала зависит от конкретных требований проекта и условий эксплуатации будущего здания.

Преимущества 3D-строительства

1. Сокращение сроков строительства: использование 3D-принтеров позволяет значительно ускорить процесс возведения зданий. Например, китайская компания WinSun смогла построить десять домов всего за один день, используя гигантский 3D-принтер.

2. Экономия ресурсов: технология трехмерной печати минимизирует отходы материалов, поскольку принтер наносит ровно столько материала, сколько нужно для создания конструкции. Это особенно важно в условиях дефицита природных ресурсов.

3. Гибкость дизайна: аддитивное производство открывает новые горизонты для архитектурного творчества. Архитекторы получают возможность реализовывать проекты сложных форм, которые невозможно создать традиционными методами.

4. Уменьшение затрат на рабочую силу: автоматизация процесса строительства снижает потребность в большом количестве рабочих рук, что ведет к снижению себестоимости строительства.

5. Экологическая устойчивость: благодаря меньшему количеству отходов и возможности использования переработанных материалов, 3D-строительство становится более экологически чистым процессом.

6. Повышенная прочность и долговечность: современные строительные материалы, используемые в 3D-печати, обладают высокой прочностью и устойчивостью к внешним воздействиям, что делает такие сооружения долговечнее.

7. Возможность индивидуального подхода: каждый проект может быть уникален, что особенно ценно для частных заказчиков, желающих получить дом своей мечты.

Несмотря на значительные преимущества, трехмерное строительство сталкивается с рядом проблем и вызовов такие как:

– *ограниченный выбор материалов*, хотя ассортимент материалов для 3D-печати постоянно расширяется, он все еще ограничен по сравнению с традиционным строительством. Некоторые типы конструкций требуют специальных свойств, которых пока сложно достичь с помощью существующих технологий;

– *высокая стоимость оборудования*: покупка и обслуживание крупных 3D-принтеров требует значительных финансовых вложений. Это ограничивает доступность технологии для небольших строительных компаний;

– *недостаточная стандартизация*, т. е. отсутствие единых стандартов и норм для 3D-строительства затрудняет массовое внедрение технологии. Разработка новых нормативов и сертификационных процедур – одна из ключевых задач на пути к широкому распространению трехмерной печати в строительстве;

– *проблемы масштабируемости*: пока что большинство успешных проектов 3D-строительства касаются относительно небольших объектов. Масштабирование технологии для возведения высотных зданий остается сложной задачей.

– вопросы безопасности, так как 3D-строительство представляет собой новую технологию, существуют опасения относительно надежности и долговечности таких сооружений. Необходимы дополнительные исследования и

испытания для подтверждения безопасности и соответствия строительным нормам.

Для наглядности приводим примеры успешных проектов:

1. Домик «Curve Appeal» (США) – построен компанией Branch Technology с использованием композитных материалов. Дом имеет сложную криволинейную форму, невозможную для традиционного строительства.
2. Мост в Амстердаме (Нидерланды) – первый в мире пешеходный мост, напечатанный на 3D-принтере. Проект разработан компанией MX3D совместно с Университетом Делфта.
3. Аптека в Дубае (ОАЭ) – здание фармацевтического склада, построенное методом 3D-печати. Это первый объект такого типа, получивший официальное разрешение на эксплуатацию.

Эти и другие проекты демонстрируют огромный потенциал трехмерного строительства и показывают, как эта технология может изменить облик современной архитектуры.

Прогнозируется, что в ближайшие десятилетия трехмерное строительство станет неотъемлемой частью строительного сектора. Уже сейчас ведутся разработки новых материалов и улучшенных моделей принтеров, способных работать быстрее и точнее. В будущем возможно создание «умных» зданий, способных адаптироваться к изменениям окружающей среды и потребностям жильцов.

Кроме того, ожидается интеграция 3D-строительства с технологиями виртуальной реальности и искусственного интеллекта. Это позволит архитекторам и инженерам лучше визуализировать проекты и оптимизировать процессы проектирования и строительства.

Заключение. Трехмерное строительство представляет собой революционную технологию, способную преобразовать строительный сектор. Несмотря на существующие ограничения, преимущества этой технологии очевидны: сокращение сроков и затрат, гибкость дизайна, экологическая устойчивость и многое другое. По мере решения текущих проблем и расширения применения трехмерной печати в различных отраслях, она будет играть все более значимую роль в создании комфортной и безопасной среды обитания человека.

Список литературы:

1. Лунева, Д. А. Применение 3D-печати в строительстве и перспективы ее развития [электронный ресурс] / Д. А. Лунева, Е. О. Кожевникова, С. В. Калошина // Construction and Geotechnics / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». – Пермь: ПНИПУ, 2017. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenie-3d-pechati-v-stroitelstve-i-perspektivyye-razvitiya/viewer>.
2. Иконостасова, Т. А. Современный уровень развития строительных 3D-принтеров / Т. А. Иконостасова, В. П. Стрижнев, В. А. Шувалова,

Е. Ф. Васильева, И. М. Еналеева-Бандура. – Текст: электронный // электронный сборник статей г. Всероссийской научно-практической конференции Красноярск. «Лесоэксплуатация и комплексное использование древесины», 10 марта 2020 г., – г. Красноярск, 2020. – С. 84 – 87.

3. Герасимова, В. О. Технология 3D-печати в строительстве и архитектуре / В.О. Герасимова, Н.С. Любин, В.С. Петрова; Тульский государственный университет. – Текст: электронный // Инженерный вестник Дона. – 2019. – С. 55–70.

4. Гилязидинова, Н. В. Технологические процессы в строительстве : учебное пособие для студентов вузов / Н. В. Гилязидинова, Т. Н. Санталова, Н. Ю. Рудковская ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева – Кемерово : КузГТУ, 2022. –328 с.

5. Коржикова Е. В. Инновации в строительстве / Е. В. Коржикова, Шабанов Е. А. // Сборник материалов XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая». Редколлегия: К.С. Костиков (отв. ред.) [и др.]. Кемерово, 2022. С. 63116.1-63116.7.