

**Метлицкая Дарья Владимировна,**  
Магистрант ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа

**Вильданов Ханиф Салимович,**  
профессор, доктор наук,  
Уфимский государственный нефтяной  
технический университет, г. Уфа

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ В ОТДАЛЕННЫХ РЕГИОНАХ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены конструктивные и технологические особенности использования аддитивных технологий при возведении инфраструктурных объектов в отдаленных регионах Сибири и Дальнего Востока, а также определены необходимые условия для использования 3D - принтера в таких климатических условиях, дан обзор строительных материалов, применяемых при 3D - печати зданий и сооружений.

**Ключевые слова:** строительство, малоэтажное строительство, инновационные аддитивные технологии, экструдирование, 3D-принтер.

В современное время динамично развиваются инновационные 3D-технологии. Строительство является одной из важнейших отраслей, которая обеспечивает развитие экономики, но она является наименее автоматизированной отраслью. Применение аддитивной технологии поможет поднять уровень строительства в регионах крайнего Севера.

К северным регионам относятся: Алтайский край, Бурятия республика, Кемеровская область, Красноярский край, Новосибирская область, Омская область, Томская область. Отдаленные регионы Сибири и Дальнего Востока включены в Перечень районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей. Трудностью строительства в вышеуказанных районах является суровый климат, ведь порой температура воздуха там достигает до минус 50 градусов по Цельсию, дуют сильные ветра, в результате чего почва сильно промерзает. Поэтому для строительства в этих регионах требуют применения аддитивные технологии и специальные материалы. Развитие регионов Сибири и Дальнего Востока очень важно для экономики нашей страны, так как они очень богаты природными ресурсами, что в настоящее время поднимает интерес у застройщиков. Сложные погодные условия сказываются и на строительстве зданий и сооружений в таких регионах, и по причине участия самих людей. Целесообразно применять аддитивные технологии, так как они позволяют сократить время возведения зданий, сократить количество людей, занятых в строительстве. Кроме того, при таких климатических условиях необходимо развить инфраструктуру рассматриваемого нами региона.

Применение 3D-печати позволяет разнообразить архитектурные решения, это связано с тем, что с помощью 3D- принтера можно создать как целые конструкции, так и отдельные мелкие элементы декора. Создание разнообразных архитектурных решений разнообразит холодные будни местных жителей. При строительстве оснований зданий и сооружений в северных районах необходимо также учитывать высокую теплоизоляцию.

Материалы в строительстве используют с особыми характеристиками. Бетонная смесь для строительного принтера должна обладать такими свойствами, как: удобоукладываемость, вязкость и другими реологическим свойствами

При строительстве сооружений с помощью принтера значительно уменьшается количество строительного мусора и отходов, потому что строительная смесь для возведения зданий экструдируется по слоям, в нужном количестве и с большой точностью [8-9].



Кроме того, при строительстве с использованием аддитивных технологий необходимо принимать во внимание свойства используемых материалов, так как в первую очередь они должны обладать морозостойкостью и теплоизоляционными свойствами. За основу применяемых материалов применяется обычно бетон марки 500. Для ландшафта и украшения зданий может применяться пескобетон М300. Существуют также малоизвестные бетоны марок 600-700, которые обладают быстрым набором прочности, но данные материалы дорогие. В строительную смесь для 3D-принтеров добавляют пластификаторы – обеспечивают более гладкую поверхность, диамитовые шарики применяют для придания шероховатости поверхностей, фиброволокно – для армирования бетона, гипс. Некоторые производители разработали готовые смеси для строительных 3D-принтеров.

К основным преимуществам 3D-принтеров относятся: быстрая окупаемость, возможность создания сложных форм и элементов, высокая скорость возведения объектов.

Основным барьером для распространения использования аддитивных технологий является отсутствие нормативной базы для аддитивного производства. В настоящее время недостаточно многообразия материалов, оборудования, контроля качества и физико-механических свойств применяемых материалов, а также малое количество квалифицированных специалистов. Еще одним недостатком является неэкономичное использование 3D-принтера при строительстве отдельного дома. Так как стоимость строительных принтеров высокая, экономичнее применять данную технологию при строительстве кварталов. Кроме того, в создаваемых 3D-принтерами домах некоторые работы необходимо сделать вручную, например, установить коммуникации.

3D-печать позволяет сократить количество отходов, которые образуются при строительстве сооружений, так как строительный принтер использует определенное точное количество материалов, не образуя остатков сырья. Применение 3D-принтеров позволяет сэкономить дополнительную рабочую силу и строительную технику, позволяет поразительно быстро возводить целые жилые кварталы даже на сложных рельефах.

Трехмерная печать использует в основном местные доступные материалы. Это позволяет сократить затраты на сами материалы и их транспортировку.

3D-принтеры делают идеально ровные рабочие поверхности, что позволяет воплотить даже самые смелые и необыкновенные архитектурные решения.

Строительные 3D-принтеры могут работать непрерывно, а значит скорость возведения объектов существенно выше, чем при традиционных методах строительства.

Еще одним преимуществом 3D-печати является способность создавать любые сложные, необычные, уникальные формы сооружений. Для этого достаточно создать необходимую 3D-модель. Благодаря данной технологии происходит переход к сборному селективному строительству на безопалубочной основе.

Делая заключение, можно сказать, что данная инновационная технология очень перспективна и имеет большой спектр для развития отдаленных регионов Сибири и Дальнего Востока. Применение 3D-принтеров актуально при строительстве инфраструктурных объектов, высотой до пятнадцати метров. Внедрение аддитивной технологии строительства в отдаленных регионах Сибири и Дальнего Востока решит множество задач развития данных регионов.

#### **Список литературы:**

1. Ватин Н.И., Чумадова Л.И., Гончаров И.С., Зыкова В.В., Карпеня А.Н., Ким А.А., Финашенков Е.А. 3D - печать в строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2017, №1(52). С. 27-46.
2. Громов В.Н., Каримова О.С. Методология системного подхода и анализа к проблеме проектирования быстровозводимых сооружений в районах крайнего севера // Инновационное развитие, 2019, No. 2, С. 10-14.
3. Михайлов А. С., Рябчиков И. А., Киреев А. Н. Строительство и эксплуатация объектов в условиях Крайнего Севера. Москва: Издательство «Стройиздат», 2018



4. Мухаметрахимов Р.Х. - кандидат технических наук, доцент Аддитивные технологии и аддитивное производство. Обзорная статья по 3D-строительным технологиям // URL: <http://geektimes.ru/post/224299> (дата обращения: 21.10.2017).
5. Родиков, Р. Ю. Тенденции строительства в условиях Крайнего Севера / Р. Ю. Родиков, И. А. Бляшкин. // Молодой ученый. — 2023. — № 22 (469). — С. 104-106.

