

Д. Н. Раков¹, А. С. Сидорова^{2}*

Особенности подготовки трехмерной модели для создания макета здания с использованием аддитивных технологий

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация
*e-mail: sidorasinka@gmail.com

Аннотация. В современном мире роль информационных технологий стремительно возрастает, благодаря чему они становятся все более востребованными в различных сферах жизни, включая архитектуру и строительство. Аддитивные технологии являются одним из перспективных направлений развития в области макетирования и прототипирования зданий и сооружений. В статье рассмотрены особенности подготовки трехмерной модели для изготовления макета здания с применением аддитивных технологий. Описаны основные шаги и этапы выполнения работы по созданию прототипа здания при помощи аддитивных технологий. Практическая часть работы включает в себя создание проекта объекта капитального строительства с помощью BIM-системы «Renga» для реновации геодезического полигона СГУГиТ, создание сборной модели здания в CAD-системе и ее печать на 3D-принтере.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, 3D-принтер, макет, модель

D. N. Rakov¹, A. S. Sidorova^{2}*

Features of preparing a three-dimensional model for creating a building layout using additive technologies

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
*e-mail: sidorasinka@gmail.com

Abstract. In the modern world, the role of information technologies is rapidly increasing, due to which they are becoming more and more in demand in various spheres of life, including architecture and construction. Additive technologies are one of the promising areas of development in the field of layout and prototyping of buildings and structures. The article discusses the features of preparing a three-dimensional model for the production of a building layout using additive technologies. The main steps and stages of work on creating a prototype of a building using additive technologies are described. The practical part of the work includes the creation of a capital construction project using the Renga BIM system for the renovation of the SGUGiT geodetic polygon, the creation of a composite building model in a CAD-system and its printing on a 3D printer.

Keywords: additive technologies, 3D printing, 3D printer, layout, model

Введение

Под аддитивными технологиями (АМ – Additive Manufacturing) понимаются такие технологии, которые позволяют производить физические объекты путем их послойного синтеза или выращивания по цифровой 3D-модели [1].

В основе технологии 3D-печати лежит принцип аддитивного производства, то есть создания изделия путем добавления материала слой за слоем. Методы печати при этом могут быть различными (рис. 1).

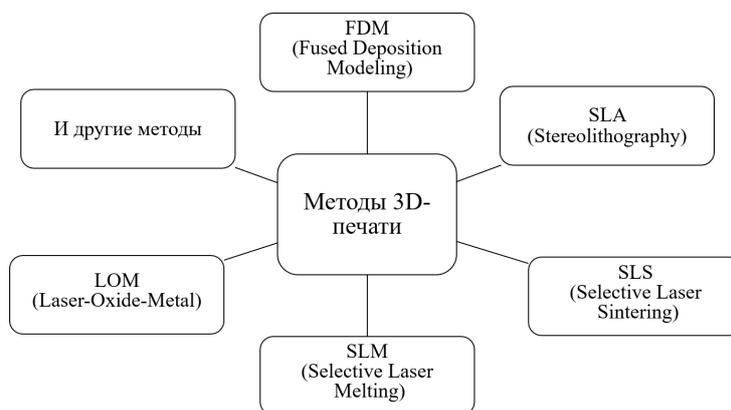


Рис. 1. Методы 3D-печати

Методы и материалы

Метод FDM (Fused Deposition Modeling) представляет собой моделирование с помощью послойного наплавления материала (обычно пластика) с помощью экструдера. Это наиболее распространенный метод 3D-печати [2-5].

SLA (Stereolithography) – стереолитография. Этот метод использует фотополимерную смолу, которая затвердевает под воздействием ультрафиолетового излучения.

SLS (Selective Laser Sintering) – селективное лазерное спекание. В этом методе используется порошкообразный материал, который спекается под воздействием лазерного луча [6].

SLM (Selective Laser Melting) – селективное лазерное плавление. В отличие от предыдущего метода, SLM полностью расплавляет порошок [7].

LOM (Laser-Oxide-Metal) – лазерная оксидация металла. Этот метод применяется для создания металлических изделий.

Одним из самых распространенных методов является FDM в силу своей простоты, доступности и дешевизны. Процесс создания модели с помощью метода FDM выглядит следующим образом [2-5]:

- материал (пластиковый пруток), проходя через печатающую головку нагревается до температуры плавления и подается в рабочую область;
- система регулирует подачу материала, управляет движением и нагревом печатающей головки;
- наплавление слоя происходит безотрывно;
- после нанесения пластик должен остыть до температуры затвердевания, для этого используется специальный вентилятор обдува рабочей области, закрепленный непосредственно на печатающей головке.

Результаты

Материалы пригодные для работы с FDM-технологией печати разнообразны и, более того, постоянно появляются новые виды. К основным материалам, используемым в FDM-печати, относят такие пластики как ABS, PLA, PETG, TPU, нейлон, поликарбонат.

В рамках конкурса «Лучший проект реновации геодезического полигона СГУГиТ» на базе Учебно-образовательной лаборатории «Информационное моделирование и прототипирование» был разработан проект объекта капитального строительства (рис. 2).

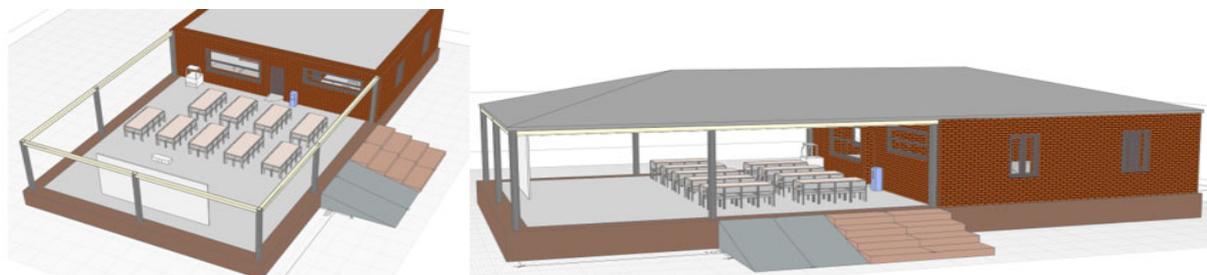


Рис. 2. Проект объекта капитального строительства

Объект представляет собой летний вариант столовой, которая в вечернее время трансформируется в актовый зал посредством перестановки мебели. В связи с тем, что на учебном полигоне необходимость в столовой возникает только в летний период, был предложен именно летний вариант. Это в свою очередь позволит сэкономить на строительных материалах и материалах для создания отопительной системы здания. От дождя и солнца позволят укрыться специальные мягкие окна, сделанные из высокопрочной ПВХ-пленки. Такие окна на период благоприятной погоды сворачиваются в рулон. Объект включает в себя три помещения: кухню, раздачу и комнату отдыха. Для участия в конкурсе проект был создан в BIM-системе Renga.

В программном продукте Renga представлен широкий функционал для экспорта созданных в нем проектов в различные форматы, в том числе 3D, что позволяет проводить дальнейшую обработку и в других трехмерных редакторах.

В качестве трехмерного редактора для создания сборной модели объекта капитального строительства был выбран NanoCAD. В нем разделили объект на три основные детали: фундамент, стены, крыша. Также были созданы дополнительные детали в виде поддерживающих колонн, которые тоже печатали отдельно. Для упрощения сборки распечатанной модели были сделаны технологические пазы для установки стен на фундамент, а также технологические отверстия для поддерживающих элементов кровли (рис. 3).

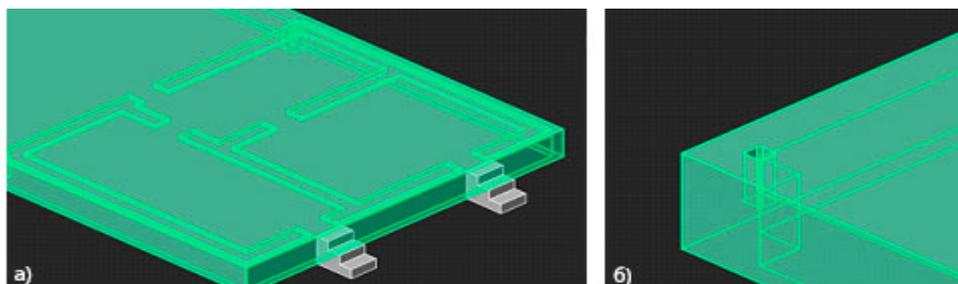


Рис. 3. Особенности сборной модели:

а) технологические пазы; б) технологические отверстия

Так как модель печаталась в масштабе 1:100, некоторые элементы, такие как мебель, оконные рамы и двери в указанном масштабе станут очень мелкими. Например, ножка стола размером 100x100 мм при печати будет размером 1x1 мм, такие элементы невозможно воссоздать, так как используемый принтер со стандартным соплом (0,4 мм) не позволяет добиться такой детализации. Поэтому было принято решение при создании сборной модели удалить указанные элементы.

Подготовка цифровой модели к печати производится с помощью программ-слайсеров, которые преобразуют модель объекта в код (G-код) для управления печатью. В проекте в качестве слайсера использовали программу UltiMaker Cura 3D (рис. 4).

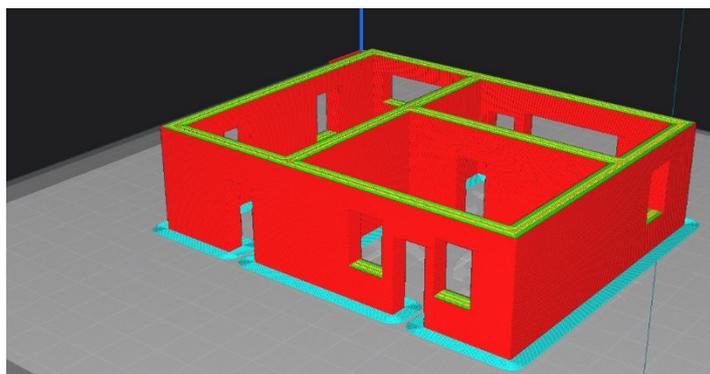


Рис. 4. Вид модели в программном продукте UltiMaker Cura 3D

В программе-слайсере есть множество настраиваемых параметров, например, такие как: высота слоя, толщина слоя, количество выдавливаемого материала (поток), плотность заполняющих слоев, интенсивность обдува рабочей области, температура нагрева материала и рабочего стола и многое другое. Помимо этого, UltiMaker Cura производит предварительный расчет времени печати и количество расходуемого пластика.

Печать проекта была произведена с помощью принтера Creality Ender 3. Он является одним из самых популярных и доступных среди FDM 3D принтеров. Его конструкция позволяет печатать PLA, ABS, PETG и другими видами пластика с точностью позиционирования 0,1 мм. Область печати 220x220x250 мм.

Для наиболее качественной печати необходимо соблюсти определенные условия. Например, температура помещения играет важную роль в 3D-печати, так как она влияет на текучесть используемого в печати материала. Неправильная температура может привести к деформации или недостаточной адгезии слоев.

Влажность воздуха тоже важный параметр, так как используемые пластики для FDM-печати сильно гигроскопичны. Если влажность пластика слишком высока, то при нагреве накопленная влажность начинает кипеть и вспенивать материал. Это влечет за собой неравномерность и прерывистость подачи материала, что в свою очередь ухудшает визуальные и прочностные характеристики печат-

таемой модели. Для того чтобы избежать такого увлажнения пластика при хранении используются специальные герметичные пакеты. А если пластик уже накопил влагу, то прежде, чем печатать им, необходимо просушить его в специальной сушилке.

Различные материалы имеют разные свойства и требуют разных параметров печати. Некоторые материалы могут требовать более высокой температуры или скорости печати, чем другие.

Для печати был выбран пластик PetG белого цвета, температурные режимы для нагрева сопла и стола 230°C и 65°C соответственно. В общей сложности на печать проекта было затрачено 1454 минуты и 196 грамм пластика. Более подробные данные приведены в сводной таблице 1.

Таблица 1

Сведения о печати

Элемент	Размеры (X, Y, Z), мм	Количество, шт	Время печати, мин	Масса пластика, грамм
Фундамент	214, 114, 9	1	352	46
Стены	90, 110, 30.1	1	406	61
Крыша	230.6, 120.9, 18.1	1	685	87
Колонны	2.5, 32.78, 2.5	7	11	2
		Итого:	1454	196

Подводя итоги проделанной работы можно сделать вывод что 3D-печать FDM-методом пригодна для прототипирования проектных решений с некоторыми ограничениями:

- максимальные размеры печатаемой модели не должны превышать размеров области печати 3D принтера;
- элементы печатаемой модели не должны быть меньше диаметра сопла;
- у модели не должно быть нависающих элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

11. Гончарова О.Н., Бережной Ю.М., Бессарабов Е.Н. [и др.] Аддитивные технологии – динамично развивающееся производство. – Инженерный вестник Дона, №4 (2016). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/additivnyye-tehnologii-dinamichno-razvivayusheesya-proizvodstvo>
12. Аббасов А.Э. Перспективы развития аддитивных технологий // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2015. № 5-1. С. 21-26.
13. Юрасов Н.И. О возможностях развития аддитивных технологий в России // Современная экономика: проблемы и решения. 2015. № 9 (69). С. 72-79.
14. Забелин Б.Ф., Иконников Е.А. Экономические аспекты развития аддитивных технологий // Вестник научных конференций. 2015. № 3-3 (3). С. 64-67.
15. Каблов Е.Н. Аддитивные технологии - доминанта национальной технологической инициативы // Интеллект и технологии. 2015. № 2 (11). С. 52-55.

16. Кузнецов П.А., Васильева О.В., Теленков А.И., Савин В.И., Бобырь В.В. Аддитивные технологии на базе металлических порошковых материалов для российской промышленности // Новости материаловедения. Наука и техника. 2015. № 2. С. 4-10.

17. Коротеев Д.Д., Коренева А.И. Применение аддитивных технологий производства в строительстве на примере разработки 3D-модели с последующей печатью. – Системные технологии. – 2021. – №39. – С. 20-29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-additivnyh-tehnologiy-proizvodstva-v-stroitelstve-na-primere-razrabotki-3d-modeli-s-posleduyuschey-pechatyu/viewer>

© Д. Н. Раков, А. С. Сидорова, 2024