Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»

С.А. Подкопаев, Э.Б. Демишкевич

# Аддитивные технологии и прототипирование

*Учебно-методическое пособие*

BAUMANPRESS
Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н. Э. Баумана
2021

УДК 621.7
ББК 30.6
П44

Издание доступно в электронном виде по адресу
https://bmstu.press/catalog/item/7211/

Факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
Кафедра «Компьютерные системы автоматизации производства»

*Рекомендовано Научно-методическим советом*
*МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебно-методического пособия*

**Подкопаев, С. А.**

П44 Аддитивные технологии и прототипирование : учебно-методическое пособие / С. А. Подкопаев, Э .Б. Демишкевич. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. — 48, [4] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5642-0

Рассмотрены системы аддитивных технологий и прототипирования, описаны основы практической работы по созданию 3D-моделей и их печати на 3D-принтере. Представлены четыре лабораторные работы по курсу «Аддитивные технологии и прототипирование».

Для студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана, обучающихся в магистратуре по направлениям подготовки 15.04.01_08 «Машиностроение — Проектирование механизмов машин и мехатронных устройств» и 15.04.01_09 «Машиностроение — Инжиниринг и интралогистика».

УДК 621.7
ББК 30.6

*Уважаемые читатели! Пожелания, предложения, а также сообщения о замеченных опечатках и неточностях Издательство просит направлять по электронной почте: info@baumanpress.ru*

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021

ISBN 978-5-7038-5642-0

# Предисловие

Учебно-методическое пособие соответствует основной профессиональной образовательной программе магистратуры по направлениям подготовки 15.04.01_08 «Машиностроение — Проектирование механизмов машин и мехатронных устройств» и 15.04.01_09 «Машиностроение — Инжиниринг и интралогистика», предназначено для самостоятельной подготовки и выполнения лабораторных работ по курсу «Аддитивные технологии и прототипирование».

В начале пособия рассмотрены ключевые моменты развития технологий аддитивного производства, основные принципы аддитивных технологий, их преимущества и недостатки в сравнении с традиционными технологиями производства. После этого представлены четыре лабораторные работы.

1. 3D-принтер, печатающий методом послойного наплавления. Обслуживание 3D-принтера, подготовка его к печати.

2. Параметрический 3D-редактор OpenSCAD. Создание модели колеса в программе OpenSCAD.

3. Изучение основных параметров печати. Подготовка G-code модели колеса с помощью слайсера.

4. Создание 3D-модели мостового сооружения в среде OpenSCAD и подготовка ее к печати.

В конце пособия представлены требования к оформлению отчета и контрольные вопросы для подготовки к защите.

Ответы на контрольные вопросы позволят обучающемуся самому оценить степень понимания и усвоения методов аддитивных технологий и последовательности действий при 3D-печати.

*Цель проведения лабораторных работ* — приобретение умений создавать модели и изготавливать изделия с помощью FDM 3D-принтера.

После выполнения лабораторных работ студенты овладеют:

• базовыми знаниями о принципах аддитивного производства, преимуществах и недостатках аддитивных технологий;

• способами 3D-печати с помощью FDM 3D-принтера;

• знаниями об устройстве FDM 3D-принтера, о его основных узлах и агрегатах, назначении управляющей электроники и ее особенностях;

• навыками обслуживания FDM 3D-принтера и подготовки его к печати и изготовлению изделий;

• навыками создания трехмерных моделей в параметрическом трехмерном редакторе OpenSCAD;

• навыками пользования программой-слайсером KISSlicer и подготовки трехмерных моделей к печати.

Учебно-методическое пособие написано при поддержке лаборатории «Промышленный интернет вещей в цифровом производстве» кафедры «Компьютерные системы автоматизации производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, на базе которой проводится цикл лабораторных работ по курсу «Аддитивные технологии и прототипирование».

# 1. ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аддитивное производство завоевывает все большую популярность среди современных способов производства изделий. По сравнению с традиционными способами изготовления деталей, основанными на удалении материала с заготовки или на литье материала в форму, аддитивные технологии имеют ряд преимуществ, оказывающих влияние на все этапы жизненного цикла изделий, в том числе на такие важные, как проектирование, транспортирование, сборка. Наиболее универсальным и иногда единственным способом, позволяющим создавать детали сложной формы и комбинировать различные материалы, является 3D-печать.

## Понятие аддитивного производства

Аддитивное производство — группа технологических способов производства изделий и прототипов, основанная на поэтапном добавлении материала на основу в виде плоской платформы или осевой заготовки.

Аддитивное производство — это официальный термин для обозначения процессов, которые ранее определялись как быстрое прототипирование или трехмерная печать.

Термин «быстрое прототипирование» (БП, RP — Rapid Prototyping) используется в различных отраслях промышленности для описания быстрого представления системы или ее части перед выпуском конечного продукта или коммерциализацией. После создания прототипа изделия — опытного образца — происходят дальнейшее уточняющее моделирование и разработка конечного продукта [1].

Быстрое прототипирование — технологии, которые создают физические прототипы непосредственно по цифровым данным моделирования.

Технический комитет ASTM (American Society for Testing and Materials — Американское общество специалистов по тестированию материалов) впервые принял решение ввести новый термин