

ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

Столер Владимир Алексеевич

Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники, Минск

Кафедрой инженерной графики БГУИР предпринята попытка ввести в курс инженерной графики практические работы по ознакомлению студентов с технологией трехмерной печати изделий, разработанных по плановым графическим заданиям. Приводится пример создания логотипа факультета компьютерного проектирования БГУИР, а также плановых заданий студентов на принтере CubeX.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, САПР AutoCAD, трехмерная печать, 3D-принтер, учебный процесс.

INTRODUCTION OF MODERN TECHNOLOGY OF THREE- DIMENSIONAL PRINTING IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Stoler Vladimir Alekseyevich

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

The Department of Engineering Graphics of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics is attempted to introduce in the course of engineering graphics practical works on familiarizing students with the technology of three-dimensional printing of products developed according to scheduled graphic assignments. An example is given of creating a logo of the Faculty of Computer-aided Design of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, as well as planned assignments of students on the CubeX printer.

Keywords: computer modeling, CAD AutoCAD, three-dimensional printing, 3D printer, educational process.

В последнее время успешно развивается так называемая трехмерная печать для изготовления предметов с использованием 3D-принтера. Такой принтер способен распечатать любой физический предмет, который смоделирован на компьютере. Область применения трехмерной печати весьма обширная: от производства игрушек и различных сувениров до изделий, используемых в радиоэлектронике, например, матрицы с набором гранных поверхностей в виде тетраэдров, октаэдров, икосаэдров для последующего создания на их основе многослойных композиционных защитных экранов электромагнитного излучения [1, 2].

Существует несколько технологий трехмерной печати, которые отличаются друг от друга по типу используемого материала и способам его нанесения. Наибольшее распространение получили следующие тех-

нологии: 1) стереолитография (SLA), 2) технология струйного моделирования (3DP), 3) послойная печать расплавленной полимерной нитью (FDM), 4) изготовление объектов методом ламинирования (LOM), 5) УФ-облучение через фотомаску, 6) лазерное спекание порошковых материалов (SLS), являющейся единственной технологией 3D-печати, которая может быть использована для изготовления металлических формообразующих для металлического и пластмассового литья (рис. 1).

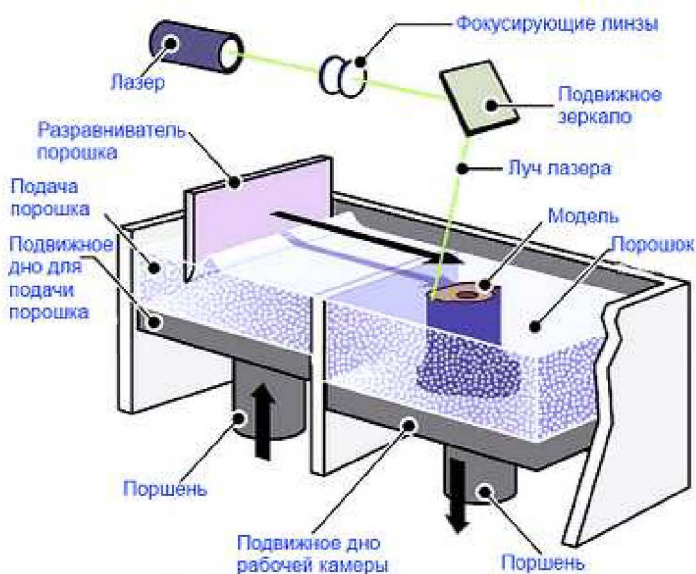


Рис. 1. Лазерное спекание порошковых материалов

В общем случае трехмерная печать – это выполнение ряда повторяющихся операций, связанных с созданием объемных предметов путем нанесения на рабочий стол принтера тонкого слоя расходного материала, смещением рабочего стола вниз на высоту сформированного слоя. Циклы печати непрерывно следуют друг за другом, когда на предыдущий слой наносится следующий слой, стол снова опускается, и так повторяется до тех пор, пока на рабочем столе не окажется готовое изделие.

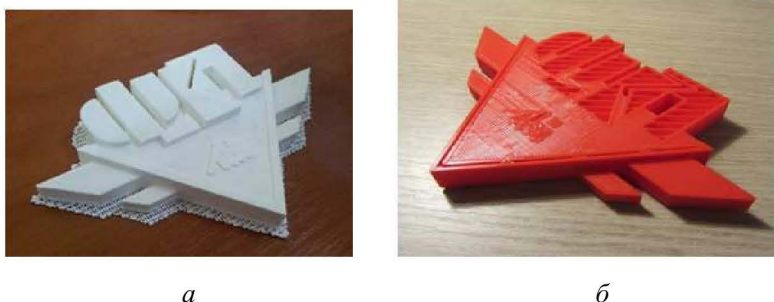
Для увеличения компетенций студентов БГУИР, в основном конструкторских специальностей, и ознакомления их с современными технологиями и техникой, реализующей эти технологии, кафедрой инженерной графики предпринята попытка ввести в преподаваемые ею дисциплины практические работы по применению 3D-принтера CubeX от 3D Systems (США) для создания физических моделей изделий, разработанных студентами по соответствующим темам инженерной графики (рис. 2).



Рис. 2. Внешний вид принтера CubeX

Принтер представляет собой куб, облицованный с ребер пластмассой. Картриджи с пластиком расположены внутри. Работает CubeX на двух видах пластика: PLA и ABS. Максимальная площадка для печатания имеет размеры $27 \times 27 \times 24$ см, вес принтера – около 36 кг.

Студентам предлагалось в начале изучить процесс 3D-печати на примере изготовления логотипа факультета компьютерного проектирования, созданного в 3D-формате в программе AutoCAD, и далее напечатанного с помощью принтера CubeX и технологии послойного изготовления (рис. 3) [3].



a

б

Рис. 3. Физическая 3D-модель логотипа ФКП:
a – с подложкой в виде сетки; *б* – без подложки

Необходимо обратить внимание на то, что внутренняя часть реалистичного логотипа будет отличаться от его компьютерной модели. Прототип имеет полую форму с поддерживающей конструкцией в виде перегородок. Это различие автоматически создается программой при преобразовании форматов и связано с тем, что расход материала будет значительный при печатании монолитного объекта.

Далее студентам необходимо было после освоения САПР AutoCAD и выполнения учебного задания в виде чертежа по теме «Проекционное

черчение» изготовить в соответствии со своим заданием изделие в натуральном виде.

Последовательность изготовления была следующая. На первом этапе была сгенерирована электронная 3D-модель изделия (рис. 4, *а*). На втором этапе в специальной программе электронная модель была сконвертирована в формат с расширением *.stl, который распознает применяемый принтер. На третьем этапе путем задания точностных и масштабных настроек в течение трех часов было отпечатано изделие (рис. 4, *б*).

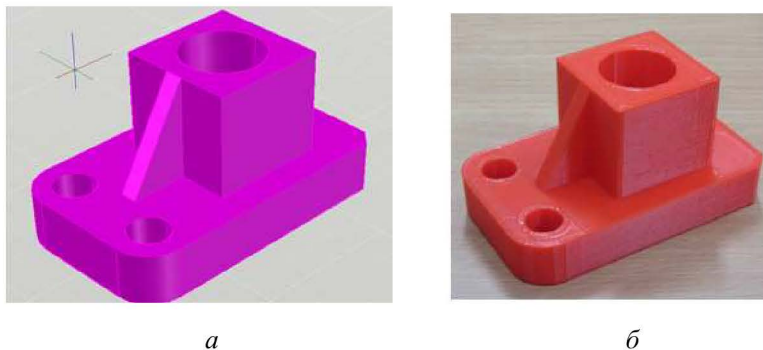


Рис. 4. Электронная 3D-модель изделия (*а*) и физическая 3D-модель изделия (*б*)

В заключение необходимо отметить, что трехмерная печать как процесс овеществления своих электронных замыслов вызывает горячий интерес у студентов и при определенных условиях может занять достойное место в учебном процессе.

Список литературы

1. Столер В.А., Столер Д.В. Использование трехмерных технологий для моделирования и создания защитных экранов ЭМИ // Технические средства защиты информации: тез. докл. XIII Белорусско-российской НТК; 4–5 июня 2015 г. – Минск: Изд-во БГУИР, 2015. – С. 79.
2. Столер В.А., Особенности использования трехмерной печати при решении инженерно-технических задач // Технические средства защиты информации: тез. докл. XIV Белорусско-российской НТК; 25–26 мая 2016 г. – Минск: Изд-во БГУИР, 2016. – С. 70.
3. Столер В.А., Шамшуров П.Ю. Изготовление физических моделей предметов с использованием 3D-принтера // Инновационные технологии в инженерной графике: Проблемы и перспективы: сб. тр. междунар. науч.-практ. конф.; 20 апреля 2016 г., Брест / БГТУ, Новосибирск НГАСУ (Сибстрин). – Брест, 2016. – С. 139–141.