

*3D-ПРИНТЕРЫ: ТЕХНОЛОГИИ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА
ОБЩЕСТВО И ЭКОНОМИКУ*

Н.В. КУШНИР, А.В. КУШНИР, А.М.ГЕРАЩЕНКО, В.А.ТЕРЬЯКИН

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: kushnir.06@mail.ru*

Данная статья посвящена анализу такого продукта развития инновационных технологий, как 3D-принтеры. В работе охарактеризованы базовые технологии трехмерной печати (3D-печати). Особое внимание уделено различным аспектам воздействия, которое данная технология способна оказать на общество и экономику. Перспективы использования представленного материала связаны с возможностями его применения, например, при изучении таких дисциплин, как «Информационные системы и технологии» и «Прикладные пакеты компьютерной графики» в рамках подготовки бакалавров.

Ключевые слова: 3D-принтеры, трехмерная печать (3D-печать), стереолитография (SLA), послойное наплавление (FDM).

Сегодня трудно представить человека без современной техники, применяемой во всех сферах жизни нашего общества. Постоянно возникают различные новейшие технологии, которые в кратчайшие сроки приобретают колоссальное значение. Ярким примером тому являются трехмерные технологии, часто именуемые «3D-технологиями» (от английского «3D» - «three-dimensional», т.е. «трехмерный»). Одним из вариантов их применения является трехмерная печать (3D-печать), представляющая собой современный перспективный способ создания объемных предметов. Устройства же, используемые для осуществления такого рода печати, именуются 3D-принтерами или фабберами.

Развитие указанных технологий было продиктовано стремлением к удешевлению и упрощению производства. Мелкосерийное производство требовало больших затрат на создание внешнего вида и основных компонентов каждого товара. Значительными были расходы на эскизы, чертежи, лекала, прототипы, макеты и др. В связи с этим стали появляться машинные аппараты, которые в короткие сроки и с большой точностью создавали необходимые

модели. Основным конструктором этих машин было интегрируемое программное управление. С тем же успехом они и сейчас используются на многих предприятиях. 3D-принтер является прямым наследником таких агрегатов. В качестве отправной точки современного этапа развития объемной печати можно рассматривать 1995 год, когда компания Solidscapе реализовала специальный многофункциональный струйный принтер для создания трехмерного изображения. С этим событием, собственно говоря, и связано появление таких понятий, как «3D-печать» и «3D-принтер».

Существует большое количество технологий 3D-печати, базовыми из которых являются методы стереолитографии и послойного наплавления. Рассмотрим историю возникновения и сущность обоих этих методов.

Появление стереолитографии связано с именем Чарльза Халла, в 1986 году запатентовавшего ее в качестве метода и устройства для создания твердых физических объектов (в частности, 3D-прототипов). Стереолитография (stereolithography, сокращенно SLA или SL) представляет собой технологию аддитивного (суммарного) производства моделей, прототипов и готовых изделий из жидких фотополимерных смол, доводимых до состояния отверждения посредством облучения ультрафиолетовым лазером или другими схожими источниками энергии. Основным преимуществом стереолитографии по сравнению с другими технологиями является большая точность печатаемых объектов. Существующая технология дает возможность нанесения слоев толщиной около 15 микрон, что в разы тоньше человеческого волоса. Такая точность представляется вполне удовлетворительной при изготовлении прототипов стоматологических протезов и даже ювелирных изделий. С учетом высокого разрешения подобных объектов, скорость печати может быть сочтена относительно высокой: построение одной модели может занять лишь несколько часов, хотя в конечном итоге зависит от размера модели и количества одновременно используемых устройством лазерных головок. Имеющие относительно малый размер настольные устройства могут обеспечить область построения от 50 до 150 мм в одном измерении. Существуют также и

промышленные установки, предоставляющие возможность печати объектов больших размеров, измеряющихся уже в метрах. Готовые изделия демонстрируют различные механические свойства, определяемые заложенными характеристиками фотополимера. Уже сейчас существует достаточное количество имитаторов твердых термопластиков, резины и ряда других материалов. Стереолитография дает возможность создания деталей высокой сложности, что, несомненно, является достоинством метода. Недостатком же этой технологии на данный момент является ее высокая стоимость, обусловленная достаточно высокой ценой расходных материалов. Например, стоимость одного литра фотополимерной смолы может варьироваться от \$80 до \$120, а цена самих устройств может составлять от \$10 000 до \$500 000 [1]. Очевидно, что такие затраты являются неподъемными для большей части предприятий – в частности, в нашей стране.

В этой связи приобретает все большую популярность сравнительно недорогой метод послойного направления, технология которого была разработана Скоттом Трампом в конце 1980-х годов. Моделирование методом послойного наплавления (fused deposition modeling, сокращенно FDM) является технологией аддитивного производства, активно применяемую для создания трехмерных моделей и прототипирования, равно как и в промышленном производстве. При технологии FDM трехмерные объекты создаются путем последовательного нанесения слоев материала с повторением контуров цифровой модели, а материалами для печати чаще всего выступают различные термопластики и композиты [1].

Рассмотрев основные технологии трехмерной печати, проанализируем ее влияние на общество и экономику.

Прежде всего, следует отметить тот факт, что 3D-технологии достаточно давно и успешно используются множеством разработчиков для создания объемных моделей. Известно, что, например, наличие моделей из прозрачного материала значительно упрощает изучение внутреннего функционирования сложных механизмов. В этой связи наиболее впечатляющими представляются

успехи в медицинской области. В ведущих странах мира хирурги пользуются 3D-моделями для более точного диагностирования состояния органов человека. Применение рассматриваемых технологий существенно повысило качество медицины. В частности, особо следует отметить важность трехмерной печати для зубного протезирования. А ученые из Великобритании недавно смогли создать с ее помощью образец глазной сетчатки, что в перспективе может уничтожить само понятие «плохое зрение», дав шанс бороться с более серьезными глазными заболеваниями. Искусственные донорские органы помогут бороться с неизлечимыми болезнями рака и глобально упростят операции по пересадке.

Однако присутствуют и определенные угрозы, вызванные применением 3D-печати. Например, существует возможность использования 3D-принтеров для производства вооружения. Так, в мае 2013 года стало известно, что американец Коди Уилсон создал и выложил в интернет цифровую модель пистолета, которую можно распечатать посредством 3D-принтера [2]. По сравнению с обычным, такое огнестрельное оружие относительно дешево и его легко воссоздать, причем металлодетекторы, как правило, на него реагируют – ведь базовая часть пистолета состоит из фотополимеров (из 16 деталей только боек является металлическим), а они вполне устойчивы к механическим напряжениям. Следует задуматься и над тем фактом, что уже за первые два дня чертежи модели Уилсона были скачаны более ста тысяч раз. Не случайно в США зашла речь о запрете использования трехмерной печати для изготовления вооружения. Первым городом США, властями которого было принято решение о запрете на «печать» огнестрельного оружия, стала Филадельфия. Как отмечает одноименное издание, такое решение было принято 21 ноября 2013 года филиладельфийским городским советом, причем был отмечен превентивный характер данного запрета (точными данными о количестве 3D-принтеров в городе, объемах печати оружия и его использовании власти Филадельфии не владели) [2]. А уже 27 ноября 2013 года компания Solid Concepts впервые в истории «распечатала» полностью металлическую функционирующую модель

армейского пистолета М-1911 калибра 45 АСР. Оружие было создано с помощью струйного прямого металлического лазерного спекания из нержавеющей стали марки 17-4РН и инконеля марки 625, а испытания получившегося пистолета выявили его весьма неплохие показатели, полностью соответствующие стандартам [3].

Фактором, сдерживающим активность применения 3D-технологий, является то, что они требуют больших финансовых средств. При этом основной целью для ученых, занимающихся разработками в данной предметной области, сейчас является удешевление 3D-принтеров и их внедрение во все дома людей с тем, чтобы каждый мог засыпать в такой принтер нужный набор порошковых материалов, получив в итоге телефон, ложку, еду и прочие желаемые блага. Такие кардинальные изменения в способах производства не могут не оказать влияние на экономику. Специалистам следует поразмыслить над возможными особенностями развития промышленности в условиях, когда вместо приобретения предметов, произведенных на фабриках, потенциальные покупатели предпочтут самостоятельно изготавливать нужные вещи дома путем распечатывания их на своих домашних 3D-принтерах. (Отдельного рассмотрения заслуживает вопрос о возможности такого способа кустарного изготовления применительно к самим этим аппаратам.)

Таким образом, использование технологий трехмерной печати является актуальным для всех аспектов деятельности человека XXI века, имея широкие перспективы в таких областях, как медицина, строительство, пищевая промышленность, легкая и тяжелая промышленность, военная промышленность, машиностроение (в том числе авиастроение и ракетостроение), освоение околоземного пространства, научная деятельность, искусство и т.д. Можно с достаточной долей уверенности полагать, что применение трехмерных технологий позволит дать положительные ответы, в частности, на вопросы о возможности распечатывания различных технических устройств (например, смартфонов), оружия, одежды и даже жизненно важных органов и продуктов питания. Стремительное развитие данного рода

технологий служит служить основанием для прогнозов о «невообразимо прекрасном будущем», в котором станут обычным явлением самовозводящиеся конструкции (в том числе дома, а может и целые города), сооружение различных объектов на околоземной орбите, создание частей тела человека (воспроизведение с помощью 3D-принтера костей скелета уже сейчас не является чем-то фантастическим, а воссоздание сердца, печени и других жизненно важных органов – задача будущего поколения ученых, которая, смеем полагать, должна рано или поздно осуществиться [8]). Однако, как бы ни была перспективна и хороша данная технология, не стоит забывать и о последствиях, которые могут внести нежелательные коррективы в общественный уклад – ведь никто не дает нам гарантии, что люди не будут распечатывать, к примеру, оружие массового поражения с последующим его использованием в агрессивных целях.

Учитывая возможность использования продуктов применения 3D-печати как в созидательных, так и в разрушительных целях, следует признать, что данного рода инновационные технологии требуют жестких мер регулирования сводом определенных законов, а также соблюдения регламента международных норм и правил. Это должно стать неотъемлемой частью контроля 3D-технологий и их дальнейшего развития с тем, чтобы оно пошло на благо обществу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Энциклопедия 3D-печати. – URL: <http://3dtoday.ru/wiki/> Дата обращения: 20.05.2015.
2. Сычев В. Подписано в печать. Американские власти испугались пистолета «из принтера». – URL: <http://lenta.ru/articles/2013/05/13/printed/> Дата обращения: 20.05.2015.
3. Американцы «напечатали» из металла армейский пистолет. – URL: <http://lenta.ru/news/2013/11/08/gun1911/> Дата обращения: 20.05.2015.

4. 3d принтеры в медицине, их настоящее и будущее – URL: <http://medicena.ru/blogpost/3d-printeryi-v-meditsine-ih-nastoyashhee-i-budushhee/>
Дата обращения: 20.05.2015.

5. Барановская Т.П., Лойко В.И., Семенов М.И., Трубилин А.И. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: электронный учебник. Краснодар: КубГАУ, 2011. 292с.

6. Залогова Л.А. Компьютерная графика. Элективный курс: учебное пособие. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. 216 с.

7. Залогова Л.А. Компьютерная графика. Элективный курс: практикум. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. 245 с.

8. E.V. Kotsuba, A.V.Evseev, S.V. Kamayev, M.A. Markov, M.M. Novikov, V.Ya. Panchenko, N.M. Semieshin, V.P. Yakunin. Operative fabrication of plastic copies of objects using x-ray tomography data // Proc. of 8th European Stereolithography User Group Meeting, 7 – 8 October 1996, Darmstadt, Germany.

REFERENCES

1. Entsiklopediya 3D-pechati (3D printing encyclopedia). – URL: <http://3dtoday.ru/wiki/> Retrieved 20 May 2015.

2. Sychev V. Podpisano v pechat. Amerikanskije vlasti ispugalis pistoleta “iz printera”. (Passed for printing. American authorities got scared of a pistol “from printer”) – URL: <http://lenta.ru/articles/2013/05/13/printed/> Retrieved: 20 May 2015.

3. Amerikantsy “napechatali” iz metalla armeyskiy pistol. (Americans “printed” an army pistol of metal.) – URL: <http://lenta.ru/news/2013/11/08/gun1911/> Retrieved 20 May 2015.

4. 3d printery v meditsine, ikh nastoyashcheye I budushcheye (3D printers in medicine, their present and future). – URL: <http://medicena.ru/blogpost/3d-printeryi-v-meditsine-ih-nastoyashhee-i-budushhee/> Retrieved 20 May 2015.

5. Baranovskaya T.P., Loyko V.I., Semenov M.I., Trubilin A.I. Vychislitelnye sistemy, seti i telekommunikatsii (Computing systems, networks and telecommunications): elektronnyy uchebnyy. Krasnodar: KubGAU, 2011. 292 p.

6. Zalogova L.A. Kompyuternaya grafika. Elektivnyy kurs (Computer graphics. Elective course): uchebnoe posobie. M.: Binom. Laboratoriya znaniy, 2009. 216 p.

7. Zalogova L.A. Kompyuternaya grafika. Elektivnyy kurs (Computer graphics. Elective course): praktikum. M.: Binom. Laboratoriya znaniy, 2009. 245 p.

8. E.V. Kotsuba, A.V. Evseev, S.V. Kamayev, M.A. Markov, M.M. Novikov, V.Ya. Panchenko, N.M. Semieshin, V.P. Yakunin. Operative fabrication of plastic copies of objects using x-ray tomography data. Proc. of 8th European Stereolithography User Group Meeting, 7 – 8 October 1996, Darmstadt, Germany

3D PRINTERS: THREE-DIMENSIONAL PRINTING TECHNOLOGIES AND THEIR INFLUENCE ON THE SOCIETY AND ECONOMY

N.V. KUSHNIR, A.V. KUSHNIR, A.M. GERASHCHENKO, V.A. TERYAKIN

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072;
e-mail: kushnir.06@mail.ru*

The article is devoted to the analysis of such a product of innovative technology development as 3D-printers. The basic technologies of three-dimensional printing (3D printing) are characterized in this work. Special attention is paid to various possible aspects of the impact the analyzed technology can make on the society and economy. The perspectives of using the presented material are connected with the opportunities of using it, for example, in studying such disciplines as “Information technologies” and “Applied computer graphics packs” by undergraduates training for their bachelor’s degrees.

Key words: 3D printers, three-dimensional printing (3D printing), stereolithography (SLA), fused deposition modeling (FDM).