

УДК 372.862

**Е.В. ТАТЬЯНИЧ**  
(Волгоград)

# **ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ В ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЯ ИНФОРМАТИКИ: ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И ПРОЕКТ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ**

*Рассматриваются технологии трехмерной печати, основные направления их применения, перспективы использования в школьном образовании. Обосновывается необходимость изучения технологий 3D-печати при обучении учителей информатики. Раскрывается содержание учебного модуля, нацеленного на такую подготовку.*

**Ключевые слова:** 3D-печать, технологии трехмерной печати, ФГОС, учитель информатики, проектная деятельность, модель, моделирование, учебный модуль.

**ELENA TATYANICH**  
(Volgograd)

# **TECHNOLOGIES OF 3D PRINTING IN TRAINING TEACHERS OF COMPUTER SKILLS: CHALLENGE PROBLEM AND PROJECT OF TRAINING MODEL**

*The article deals with the technologies of 3D printing, basic directions and perspectives of their usage in school education. There is proved the necessity of studying the technology of 3D printing while training teachers of computer skills. There is revealed the content of training model aimed at such education.*

**Key words:** 3D printing, 3D printing technologies, Federal Educational Standards, teacher of computer skills, project activities, model, model experiment, training model.

Среди аддитивных технологий создания трехмерных объектов в настоящее время значительное место занимают технологии трехмерной печати (3D-печати), позволяющие послойно создавать объемный объект на основе его трехмерной компьютерной модели. Основные направления применения технологий 3D-печати – это быстрое прототипирование объектов (создание уникальных объектов с целью визуализации и исследования их свойств или объектов для единичного использования), быстрое производство (ускорение создания объектов по сравнению с традиционными методами), производство деталей бесшовным способом (увеличение прочности деталей и уменьшение их стоимости) [1, 3]. В этих случаях технологии 3D-печати являются необходимым инструментом работы инженера-конструктора, человека творческой профессии, а также производственного работника.

В зависимости от способов соединения слоев и используемых материалов выделяют различные технологии, принципы реализации и возможные материалы 3D-печати (см. табл.).

## **Технологии, принципы реализации и возможные материалы 3D-печати**

№ п/п	Наименование технологии	Основной принцип реализации	Возможные материалы
1.	Stereolithography (SLA) – лазерная стереолитография	Полимеризация слоев жидкого фотополимера лазерным лучом	Жидкая олигомерная фотополимеризующаяся композиция
2.	Selective laser sintering (SLS) – выборочное лазерное спекание	Спекание лазером слоев подаваемого из специальной емкости порошка расходного материала	Нейлон, сталь, стекло, керамика

№ п/п	Наименование технологии	Основной принцип реализации	Возможные материалы
3.	Laser engineered net shaping (LENS) – лазерное спекание	Запекание лазерным лучом порошка, выдуваемого из сопла на поверхность печатаемой детали	Смеси порошков различных металлов
4.	3D Printing (3DP) – трехмерная печать	Склеивание специальными клеями слоев порошка	Стекло, резина, дерево, кость, шоколад, сахар
5.	Laminated object manufacturing (LOM) – изготовление объектов с использованием ламинирования	Луч лазера вырезает контуры детали из проламинированных листов. Полученные заготовки спекаются, склеиваются или спрессовываются в готовый трехмерный объект	Бумага, алюминий, пластик
6.	Fused deposition modeling (FDM) – моделирование методом наплавления	Через специальное сопло (экструдер) жидкий материал выдавливается слой за слоем на распечатываемую деталь	Пластик, биогель с живыми клетками, тесто, сырные массы, бетон, металл
7.	Multi-jet Modeling (MJM) – метод многоструйного моделирования.	Аналогичен FDM, но в данном случае одновременно используется много (до нескольких сотен) экструдеров.	Аналогичны FDM.

Этот список далеко не полон. Технологии трехмерной печати продолжают развиваться, находя как новые реализации (например, цветная печать окрашиваемым непосредственно во время процесса распечатки пластиком), так и неожиданные применения в различных областях человеческой деятельности – в металлургии, производстве микросхем, кулинарии и т. д. Активно осваивается строительная 3D-печать, печатаются малоуязвимые к взлому замки и ключи к ним. Престижную кинопремию за лучший костюм получает фильм, герои которого носят распечатанные одежды. Повышается биосовместимость 3D-печатных имплантатов, внедряются одноразовые 3D-печатные инструменты в хирургии [5].

3D-печать приходит на помощь к людям с ограниченными возможностями: покупателям предлагаются 3D-печатные специализированные детали фирменной мебели, слабовидящим и незрячим туристам – распечатанные тактильные карты. Проводятся испытания напечатанного на 3D-принтере ракетного двигателя. Ставятся эксперименты по строительству жилья в космосе, на МКС перерабатывают пластиковые отходы в материал для 3D-печати [Там же].

Таким образом, большой потенциал технологий трехмерной печати обуславливает их широчайшее распространение и позволяет прогнозировать глубокое внедрение в промышленность, сделав 3D-принтер, по мнению специалистов, символом третьей индустриальной революции [2].

Изменение основных принципов производства влечет необходимость обеспечения его кадрами, подготовленными для работы в новых условиях, что, в свою очередь, требует внедрения новых подходов в процесс подготовки специалистов технических специальностей на всех уровнях их подготовки, начиная со школы. При этом в образовательном плане наиболее востребованной является технология FDM. Простота в освоении и использовании, дешевизна и экологичность расходных материалов, достаточная безопасность для пользователя позволяет именно ее рекомендовать для использования в школьных условиях.

Далее в статье будет рассматриваться только FDM технология с использованием пластика в качестве расходного материала.

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования в области математики и информатики не выдвигает требований по формированию у учащихся компетентностей в области владения технологиями трехмерной печати. Однако анализ требований стандарта к уровню подготовки учащихся позволяет сделать вывод о более полном удовлетворении этих требований в случае расширения содержания образования путем изучения технологий 3D-печати. В частности, в стандарте указано, что требования к предметным результатам освоения базового курса информатики должны отражать: сформированность представлений о компьютерно-математических моделях и необходимости анализа соответствия модели и моделируемого объекта (процесса); сформированность базовых навыков и умений по соблюдению требований техники безопасности, гигиены и ресурсосбережения при работе со средствами информатизации; понимание основ правовых аспектов использования компьютерных программ и работы в Интернете [4].

Согласно стандарту, в случае реализации профильного курса присутствуют требования обеспечить сформированность представлений об устройстве современных компьютеров, о тенденциях развития компьютерных технологий; владение опытом построения и использования компьютерно-математических моделей [Там же].

Ознакомление с различными видами технологий трехмерной печати расширяет представления о тенденциях развития информационных технологий. Работа с трехмерными компьютерными моделями (создание и преобразование) лежит в основе технологий трехмерной печати. Эксплуатация 3D-принтера, являющегося станком с программным управлением, подразумевает необходимость соблюдения правил техники безопасности, гигиены и экономии ресурсов. Использование готовых моделей, предоставленных специализированными ресурсами Интернет, и программного обеспечения для создания и подготовки модели к печати обеспечивает удовлетворение требований стандарта.

Отдельным требованием стандарта является обязательное выполнение учащимися индивидуальных проектов, результаты которых должны быть представлены в виде исследования или конструкторского, творческого, прикладного, инженерного, инновационного проекта и т. д.. Технологии трехмерной печати предоставляют для их реализации богатейшие возможности – от создания объектов художественной или прикладной ценности до исследования зависимостей прочности распечатанной детали от материала или способа печати. Применение трехмерной печати позволит учащимся накопить индивидуальный опыт творческой деятельности, осознанно оценить свои склонности и предпочтения при дальнейшем выборе профессии, а учителю – регулировать сложность тем проектов.

В настоящее время использование трехмерной печати в школах практически не распространено. Причинами этого являются как недостаточное финансирование школ, так и практическое отсутствие подготовленных кадров, владеющих основами технологий 3D-печати.

Таким образом, активное использование технологий трехмерной печати в школах влечет за собой необходимость пересмотра содержания образования будущих учителей информатики и обеспечение формирования компетентностей в области практического использования трехмерной печати. Для уже работающих учителей необходимо организовывать курсы повышения квалификации.

Возможные варианты организации изучения технологий трехмерной печати будущими учителями информатики:

1. В форме отдельного модуля, включающего дисциплины и практики, нацеленные на формирование необходимых компетенций. Данный вариант наиболее удобен, т. к. позволяет компактно организовать как теоретическое обучение, так и практическое овладение навыками моделирования, подготовки модели к печати, настройки и обслуживания принтера, печати и постобработки готовой распечатки. К недостаткам этого варианта можно отнести сложность определения места модуля в учебном плане (предметный или методический раздел), а также потерю в дисциплине «3D-моделирование» традиционной части, не относящейся собственно к трехмерной печати: работы с материалами и текстурами, рендеринга, анимации, виртуальной реальности.

2. Путем внедрения отдельных фрагментов вышеописанного модуля в разные курсы. Плюсы этого варианта: возможность познакомить студентов с технологиями трехмерной печати; более явная демонстрация межпредметности технологий 3D-печати, чем в случае единого модуля, за счет того, что фрагменты курса уже располагаются в соответствующих дисциплинах. Минусы: сложность размещения необходимых разделов в дисциплинах учебного плана без нарушения логики изложения материала и с одновременным обеспечением доступа всех студентов к необходимым разделам (возможен вариант, когда одна из используемых дисциплин является курсом по выбору и может быть не выбрана студентами – в этом случае образуется лакуна в освоении курса трехмерной печати). Кроме того, изучаемый курс будет сильно растянут по времени, что повлияет на успешность формирования практических компетенций.

Перспективность первого варианта в настоящий момент представляется наиболее высокой. Данный модуль может включать две дисциплины, учебную практику и единую отчетность по модулю.

Дисциплины:

**1. «3D-моделирование».** Содержание: 3D-графика (создание трехмерных моделей), работа с художественными (Blender) и инженерными (FreeCad) редакторами. Понятие о слайсерах. Причины неготовности модели к печати и способы их устранения.

**2. «3D-печать».** Содержание: Обзор технологий 3D-печати, технология FDM, устройство FDM-принтеров, материалы для FDM-печати. Техника безопасности при FDM-печати. Настройка принтера. Адгезия и средства ее обеспечения. Знакомство со слайсерами. Средства обеспечения печати моделей сложной формы: подложки, поддержки. Основные ошибки печати и их ликвидация. Постобработка. Оптимизация печати. Отчетность – зачет.

**3. Учебная практика.** Содержание: выполнение индивидуальных проектов исследовательского плана. Возможные темы: повышение прочности деталей, виды соединения деталей, способы постобработки в зависимости от материала печати и/или дальнейшего использования распечатки. Данные темы могут быть связаны с созданием наглядных пособий по каким-либо школьным дисциплинам.

**4. Отчетность по модулю** – защита разработанного проекта.

Отмеченные недостатки обучения 3D-печати в форме реализации модуля могут быть обойдены путем смещения акцента со школьной направленности тем проектов – результатов модуля на темы вузовского курса. Компенсировать потери в изучении трехмерного моделирования возможно, поместив в план обучения дисциплину «Компьютерная графика» и расположив ее после дисциплины «3D-моделирование».

Для создания наиболее продуктивных условий для освоения модуля необходимо разместить его дисциплины в нечетном семестре после изучения курса аналитической геометрии, а учебную практику – в следующем четном семестре, чтобы летние каникулы не образовали большой разрыв между частями модуля.

Выполнение данных условий позволит нейтрализовать минусы и максимально реализовать потенциал плюсов модульной реализации изучения технологий трехмерной печати будущими учителями информатики.

### Литература

1. Голубничая Я.Р., Проскуряков Н.Е. Перспективные технологии 3D-печати // Изв. Тульс. гос. ун-та. Технические науки. 2017. № 9-1. С. 403–408.
2. Ложкина И. Трехмерный принтер – символ третьей индустриальной революции // Бит. Бизнес & информационные технологии. 2016. № 2(55). С. 42–43.
3. Лысыч М.Н., Шабанов М.Л., Романов В.В. Области применения технологий 3D печати // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 12-2. С. 165–169.
4. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования (утвержден приказом Минобрнауки России от 17 мая 2012 г. № 413). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70088902/> (дата обращения: 05.04.2019).
5. 3D today: [сайт]. URL: <https://3dtoday.ru/category/novosti/> (дата обращения: 05.04.2019).