

## ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ. 3D ПРИНТЕРЫ И СФЕРЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

*Институт информационных технологий БГУИР,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Халецкий Д.М.*

*Бакунова О.М., ст. преподаватель каф. ИСиТ, м.т.н.*

Периферийные устройства объемной печати, приближенные к современным образцам, существуют несколько десятилетий. Создание обычных макетов и объемных моделей становятся все доступнее с совершенствованием периферийных устройств. В работе рассмотрены технологии 3D-печати, 3D-принтеры и сферы применения.

Скорость развития периферийных устройств печати растет с каждым годом. В данное время почти все отрасли современного производства и услуг содержат в себе технологии аддитивного производства. Инженером, который разработал и собрал первое периферийное устройство 3D-печати, был Чарльз Халл. Основанная им компания 3D System выпустила первый аппарат под названием FDM, позже в производство поступила усовершенствованная модель SLA-250. Технологии FDM и SLA применяются и в современных 3D-принтерах.

В основе любой 3D-печати лежит послойное создание объекта посредством спроектированной модели. За счет того, что создание идет слой за слоем, который не превышает толщины листа, все технологии объемной печати исключают полностью или подразумевают малое количество отходов. Со временем технологии печати объемных предметов будут увеличиваться в количестве. На данный момент существует более десятка технологий печати.

Первый тип, который был использован в первой версии 3D-принтера, является экструзия. Экструзия – процесс и метод изготовления изделий путем продавливания материала расплава. В данном типе объемной печати содержатся две технологии. Метод моделирования путем наплавления: выдавливание материала при застывании на заготовленную основу. Минусом данной технологии является скорость воссоздания модели. Основным материалом печати для данной технологии является пластик. Технология робокастинга: используется с керамическим шламом, образуя готовую форму из-за псевдопластичности.

Стереолитография или технология SLA использует в своей основе способ послойного отверждения жидкого полимера с помощью подсветки ультрафиолетом. В данном случае лазер не может напечатать всю модель по толщине, превышающую полимер, поэтому печать производится слой за слоем. Преимущество технологии в возможности печати больших моделей, минимальное количество отходного материала. Минусом данной технологии ограничения в выборе цветов и материала, а также недостаток в мобильности.

Следующей типологией объемной печати является послойное формирование на выровненном слое порошка. Данная типология содержит несколько технологий 3D-печати:

1. ZDP технология нанесения клея струйной печатью;
2. EBM или электронно-лучевая плавка в вакууме металлического порошка лучом;
3. SLM или селективное лазерное спекание чистых металлов лазерным лучом.

Так же в данной типологии присутствует DMSL (прямое лазерное спекание) и SHS (выборочное тепловое спекание тепловой головкой).

Подача проволочного материала EBF плавит материал под действием электронного излучения. Ламинирование LOM – создание объекта путем вырезки лазером в большом количестве слоев контуров сечений. Методы струйного моделирования и точечной подачи порошка сходные с аналогами в 2D печати изображений.

Существует отдельная ветка экспериментальных устройств объемной печати. Биопринтеры – устройством печати 3D-структуры путем нанесения капель живых клеток. Естественные процессы контролируемого роста, деления и модификации приводят объект печати в финальную форму.

В настоящее время широкое распространение в бытовые условия получили принтеры, использующие технологию HPМ(FDM) печати. Данная технология позволяет создавать детали и контракции конечных объектов из термопластика. Из-за почти полного отсутствия отходов вредных для здоровья человека, принтеры данной технологии позволительно использовать в офисах и быту. Для печати используется два вида материалов. Основной материал используется для создания самой детали, а вспомогательный для поддержки. После создания необходимого объекта вспомогательный материал удаляется механическим или химическим путем. Веткой в поколении данных принтеров являются принтеры ручной печати. Устройство рисования трехмерных объектов использует послойное наплавление нити пластика.

Список сфер, в которые невозможно внедрить 3D-печать, с каждым днем уменьшается. Прогресс стремительно осваивает новые рынки применения.

Самой большой сферой применения 3D-принтеров является промышленность.

В машиностроение технологии объемной печати позволяет разрабатывать новые, модернизировать, реставрировать или заменять детали. Использование 3D-печати обеспечивает доступность тестирования новых разработок. Преимуществами объемной печати в данной сфере является масштабируемость и скорость воссоздания. В данное время машиностроение использует 3D-принтеры для: создания прототипов и их тестирования, компонентов и оснастки моделей, литых моделей, создания готовых изделий. В данное время машиностроение использует 3D-принтеры для: создания прототипов и их тестирования, компонентов и оснастки моделей, литых моделей, создания готовых изделий.

Производители электроники используют технологии объемной печати для сокращения сроков изготовления опытных образцов и конечных изделий. С ускорением времени изготовления изделий, открывается возможность снизить затраты на изготовление и дорабатывать изделия путем тестирования, модернизировать

их, реставрировать или заменять детали. Использование 3D-печати обеспечивает доступность тестирования новых разработок. Преимуществами объемной печати в данной сфере является масштабируемость и скорость воссоздания.

Возможность создания масштабируемых детальных моделей в короткие сроки, открыла возможность использования технологии в сфере строительства, архитектуры и дизайна. Изготовления детализированных макетов – основная часть любого архитектурного и строительного процесса. Использование 3D-печати позволяет изменить исходный образец в кратчайшие сроки. В течении последних 10 лет активно развиваются и разрабатываются принтеры строительства зданий. Все прототипы примитивны по своей структуре, так как не позволяют полностью реализовать всю нужды первоначального проектирования. Однако уже сейчас имеется возможность создания объекта, путем послойного нанесения бетона, двухэтажного размера. Развитие данной технологии позволит заметно ускорить строительство объектов, откроет возможность проектирования и воспроизведения сложных архитектурных сооружений, существенно удешевит себестоимость конечного объекта, за счет минимального количества отходов материалов.

Сфера потребительского изготовления товаров включает в себя все основные преимущества технологии 3D-печати. Различные персональные товары уже сейчас, в большинстве случаев, изготавливаются с помощью объемной печати. 3D-принтер открывает возможность создания уникальных персональных предметов быта. Высокая скорость производства, дешевизна изготовления, точность и простота печати с течением времени вытеснит ручное производство.

Образование в сфере 3D-печати одно из перспективных направлений. 3D-принтеры стали появляться в учреждениях образования во всех государствах. Создание полномасштабных моделей существенно ускоряют понимание материала и предоставляет возможность обнаружить ошибку, в отличие от изображения на бумаге.

Пищевая промышленность – один из возможных путей развития 3D-печати. Сфера не получила широкого распространения (основа использования в дизайне и оформлении блюд), однако потенциал ее использования велик. Высказываются идеи, что благодаря уменьшению стоимости техники и возможности долговременного хранения материала для пищевого 3D-принтера (смеси, консервированные, с большим сроком хранения), откроется возможность удешевления и сохранности доставки продукции пищевой промышленности в разные точки планеты.

Само актуальной сферой развития 3D-печати является медицина.

Первой ступенью внедрения объемной печати в медицине выступила стоматология. Принтеры в этой сфере позволили добиться в невероятной точности изготовления изделий. Отпала необходимость в хранении шаблонов, слепков и данных каждого пациента. При сканировании ротовой полости достаточно сохранить построенную 3D-модель в базе данных и при необходимости распечатать нужный образец. С внедрением технологии 3D-печати устраняется необходимость в долгом изготовлении протезов и отдельных частей, как следствие скорость обслуживания клиентов в данной сфере возрастает.

Следующей ступень в развитии является создание протезов средствами 3D-печати.

Время изготовления индивидуального протеза может занимать значительно продолжительное время. Особо качественные изделия из титана имеют высокую цену производства. 3D-печать протезов существенно снижает их стоимость и скорость производства. Точность изготовления, дешевизна возможных материалов и скорость позволяют создавать протезы, которые в десятки раз дешевле титановых, изготовленных на заказ. Поставка на серийное производство различных протезов с более низкой ценой позволит менее обеспеченным людям приобрести устройство.

Последней ступень в развитии 3D-печати медицинской сферы стала биопечать.

Использование тканевой инженерии с 3D-печатью позволяют в настоящее время создавать точные модели различных препаратов, органов и частей тела. Пересадка напечатанных органов в настоящее время не доступна и исследования проводятся исключительно на животных. В 2014 году, с помощью напечатанной точной копии сердца, удалось спасти новорожденного ребенка, у которого был сложный порок сердца. Ученые использовали воспроизведенное сердце как объект исследования. Изготовление косных имплантов производится в настоящее время. Уже были изобретены глазные протезы с помощью 3D-печати. В 2015 году в Китае трехлетнему ребенку был имплантирован напечатанный на 3D-принтере череп. Были произведены операции по имплантированию части напечатанного позвоночника.

С течением времени методы 3D-печати станут наиболее практичными. С использованием данного метода любая отрасль сделает огромный рывок в производстве. С появлением устройств 3D-печати широкого диапазона расходуемых материалов, откроет возможность утилизации и переработки отходов материалов, которые являются одной из самых актуальных проблем.

## **ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО МОНИТОРИНГА РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ**

*Институт информационных технологий БГУИР,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Харлов А.А.*

*Пачинин В. И. – зав. кафедрой ИСиТ, к.т.н., доцент  
Коренская И. Н. – ст. преподаватель каф. ИСиТ*

Основой для реализации задачи по мониторингу рабочего времени служит необходимость со стороны работодателей и самих сотрудников контролировать количество отработанного рабочего времени. Контроль персонала необходим, так как организация производственного процесса во многом зависит от дисциплины и мотивации сотрудников. Особенно остро стоит вопрос четкого контроля, когда у работников гибкий график. Эти проблемы обсуждаются в докладе.