

# ИСТОРИЯ 3D ПЕЧАТИ

The image features a solid blue background with a gradient from light to dark. In the bottom right corner, there are several white, parallel diagonal lines that create a sense of motion and modernity.

- ▶ Трёхмерная или 3D печать представляет собой послойное создание физического объекта на базе виртуальной трёхмерной модели.
- ▶ Технология трёхмерной печати зародилась в середине XX века, тогда же были выпущены первые **3D принтеры**, больше напоминавшие производственные станки, нежели печатающие устройства. Цена таких устройств составляла от нескольких десятков до нескольких сотен тысяч долларов. С развитием технологии трёхмерной печати 3D принтеры становились более компактными и дешёвыми. Появились первые устройства, доступные не только для промышленных предприятий и крупных коммерческих организаций, но и для мелких предпринимателей и домашних хозяйств. Материалы для 3D печати могут быть самыми разными от так называемого ABS-пластика до шоколада.

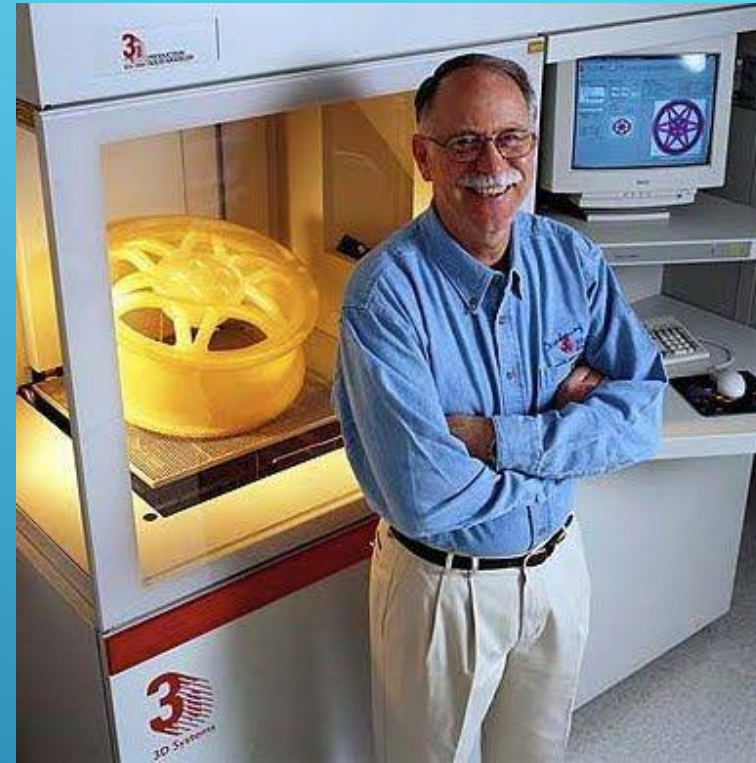


▶ Современный компактный 3D принтер

▶ **Стереолитография (STL)**

▶ 3D печать ведёт свою историю с 1948 года, когда американец Чарльз Халл разработал технологию послойного выращивания физических трёхмерных объектов из фотополимеризующейся композиции (ФПК). Технология получила название «стереолитографии» (STL).

▶ Патент на своё изобретение автор получил только в 1986 году, тогда же он основал компанию 3D System и приступил к разработке первого промышленного устройства для трёхмерной печати, которое было представлено общественности год спустя, в 1987 году. Так как термин «3D принтер» ещё не был введён в оборот, аппарат Чарльза Хала получил название «установка для стереолитографии». Устройство выращивало смоделированный на компьютере трёхмерный объект из жидкой фотополимеризующейся композиции, нанося её слой за слоем на подвижную платформу, погружаемую в ванну с ФПК. Толщина каждого слоя составляла примерно 0,1-0,2 мм.



*Чарльз Халл и один из разработанных им трёхмерных принтеров*

- ▶ Пробные экземпляры STL-принтеров сразу же после изготовления были переданы для тестирования нескольким избранным заказчикам. Отзывы и рекомендации заказчиков были учтены при производстве следующей модели стереолитографического устройства – SLA-250. В 1988 году было запущено серийное производство данной модели.



*Аппарат SLA-250*

- ▶ Первые потребительские принтеры от компании 3D Systems появились в начале 2012 года. Они были в несколько десятков раз меньше и легче своих «прародителей». Чарльз Халл был не единственным изобретателем, который экспериментировал с технологиями 3D печати. Наряду со стереолитографией развивались и другие технологии трёхмерной печати.



*Первый компактный принтер 3D Cube от компании 3D Systems*

*Модель, изготовленная методом послойного формирования из листового материала*

- ▶ Данная технология появилась в 1985 году, за год до получения Чарльзом Халлом патента на стереолитографию. Её автором считается Михаило Фейген, который предложил послойно формировать объёмные модели из листового материала: плёнок, полиэстера, композитива, пластика, бумаги и т.д., скрепляя между собой слои при помощи разогретого валика.



## ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЁМНЫХ МОДЕЛЕЙ ИЗ ПОСЛОЙНОГО ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА (ЛОМ)

- ▶ Изготовление модели, ручным способом потребовало бы нескольких дней или даже недель работы, а при помощи LOM-принтера такая модель может быть воссоздана за несколько часов.
- ▶ Модели, изготовленные по технологии М. Фейгена, получаются шероховатыми, удалить лишний материал с их поверхности сложно из-за риска расслоения.





- ▶ В 1986 году Карл Декарт изобрёл метод селективного лазерного спекания. Суть метода заключается в послойном спекании порошкового материала лазерным лучом.
- ▶ В рабочей камере порошок разогревается до температуры, граничащей с температурой плавления. После этого материал разравнивается и на его поверхности лазерный луч прорисовывает необходимый контур. Когда луч касается порошка, тот разогревается до температуры плавления и спекается. После этого в камеру насыпается новый слой порошка, и процесс спекания повторяется. Циклы добавления материала, его разравнивания и спекания повторяются по заранее заданной схеме до тех пор, пока на рабочем столе камеры не образуется готовая модель с шероховатой пористой структурой. Готовое изделие извлекается из принтера, а излишки порошка удаляются.
- ▶ Устройство способно работать с порошковыми полимерами, литейным воском, нейлоном, керамикой, металлическими порошками, при этом при переходе с одного материала на другой камеру следует тщательно очистить от остатков прежнего материала. В одной камере можно выращивать сразу несколько моделей.

## СЕЛЕКТИВНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СПЕКАНИЕ (SLS)





*Изделия, напечатанные методом селективного лазерного спекания*

- ▶ Технология послойного уплотнения была разработана израильской компанией Cubital в 1987 году. По своей сути она напоминает фотокопирование. На избирательно заряженной пластине, изготовленной из стекла, формируется шаблон основания модели. Этот шаблон помещается над тонким слоем фотополимера, равномерно распределённым по рабочей поверхности, после чего экспонируется ультрафиолетовым лучом. Слой фотополимера, соответствующий данному слою шаблона, становится твёрдым, жидкие остатки удаляются, а пустоты заполняются жидким воском, который быстро застывает. Описанная последовательность действий многократно повторяется до тех пор, пока не сформируется готовая модель. Работу машины можно приостановить для удаления дефектных слоёв, а позже возобновить её.
- ▶ Аппарат, основанный на SGC технологии печати, использует дорогие, токсичные и достаточно редкие полимеры. Он работает достаточно шумно и требует постоянного контроля со стороны оператора. Ориентировочная стоимость трёхмерного принтера составляет 470 тыс. долларов США.

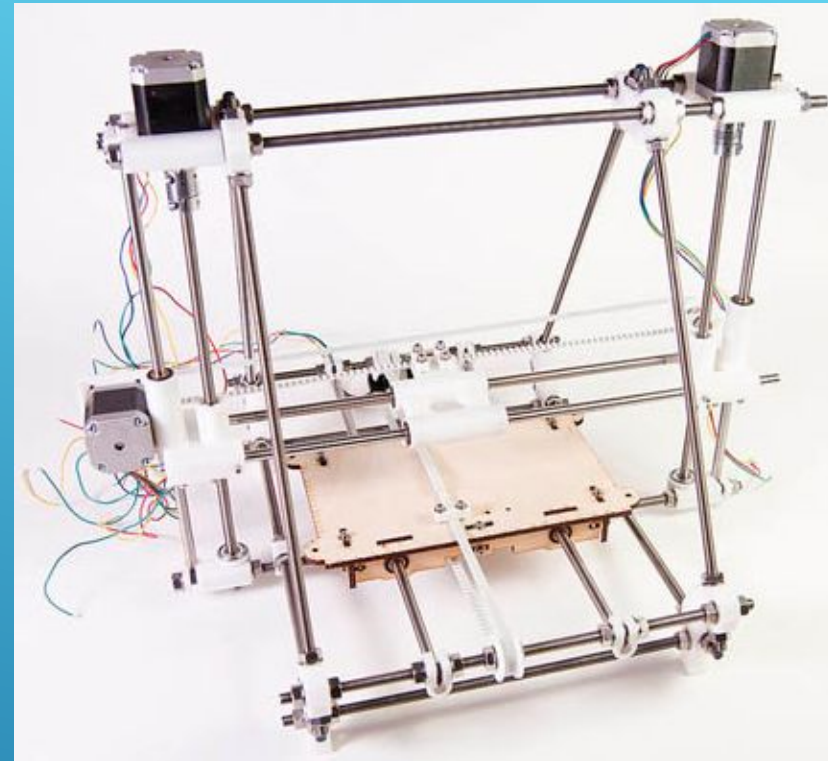
- ▶ Идея послойной заливки экструдруемым расплавом принадлежит Скотту Крампу, который запатентовал своё изобретение в 1988 году.
- ▶ Суть технологии заключается в следующем. В печатающей головке материал (расплав из пластика, металла, литейного воска) предварительно разогревается до температуры плавления и поступает в рабочую камеру. Головка выпускает расплавленный материал в виде нити, которая укладывается на рабочий стол. После этого платформа опускается ниже на толщину одного слоя, чтобы можно было сформировать следующий слой.
- ▶ После получения патента на изобретение, Скотт Крамп основал компанию Stratasys по производству 3D печатающих устройств. Первый принтер 3D Dimension с экструдрующей печатающей головкой появился в 1991 году, его ориентировочная стоимость составляла от 50 до 220 тыс. долларов США.

## ПОСЛОЙНАЯ ЗАЛИВКА ЭКСТРУДИРУЕМЫМ РАСПЛАВОМ (FDM)



*3D принтер Mojo от Stratasys*

- ▶ В 2006 году был запущен проект «RepRap», нацеленный на производство принтеров, которые способны реплицировать себя, то есть воспроизводить детали собственной конструкции. Тестовый экземпляр такого устройства был изготовлен в 2008 году английскими конструкторами университета Бата. Он в состоянии «распечатать» около 50 % своих собственных конструктивных частей и деталей.
- ▶ В настоящее время к серийному производству готовится вторая модель линейки «RepRap».



# РЕПЛИЦИРУЮЩИЕСЯ 3D УСТРОЙСТВА


## *Принтер «Cornucopia» для печати продуктов питания*

- ▶ В 2010 году группа учёных Fluid Interfaces Group из Массачусетского Технологического Института представила на суд общественности первый 3D принтер для воссоздания продуктов питания. Устройство было названо «Cornucopia», что в переводе с английского языка означает «рог изобилия».



# ПИЩЕВЫЕ ПРИНТЕРЫ



- ▶ В пищевой принтер вместо обычной бумаги загружаются продукты питания, которые аппарат охлаждает, смешивает и использует для создания готового продукта.
  - ▶ Главными изобретателями печатающего устройства «Cornucopia» считаются учёные Амит Зоран и Марчелло Козльо. Их инновационное устройство способно перевести кулинарию на новый виток развития. Концепт сможет «печатать» ранее неизвестные блюда с заранее заданной пищевой ценностью, качеством и вкусом.
- 

## *3D печать искусственной почки*

- ▶ В конце первого десятилетия XXI века группа учёных Института регенеративной медицины при Университете Уик Форест пришла к выводу, что человеческие ткани можно напечатать при помощи струйных принтеров, заправив их живыми клетками. С этого момента началась кропотливая работа над созданием биопринтера для выращивания человеческих органов. Такое устройство было продемонстрировано в сентябре 2011 года на конференции по новым технологиям и дизайну «TED-2011». Устройство функционирует так же, как и обычный струйный принтер, но вместо чернил оно использует стволовые клетки людей и животных.



# 3D ПЕЧАТЬ В МЕДИЦИНЕ

- ▶ 3D принтер способен печатать кусочки ткани, кожи, позвоночные диски, коленные хрящи и полноценные органы. Перед началом печати орган больного сканируют с разных ракурсов и загружают полученную информацию в трёхмерный принтер, вместе с образцом ткани органа. За несколько часов работы устройство воссоздаёт точную копию органа, включая сосуды.
- ▶ При помощи трёхмерной печати американские учёные вырастили человеческий мочевой пузырь и половые органы кроликов, которые после их вживления ампутированным кроликам позволили животным снова спариваться. Также учёные воссоздали сердце крысы, которое успешно работало после имплантации подопытному животному.
- ▶ Этот уникальный аппарат может заживлять раны прямо на пациенте, а также устранять механические повреждения органов, полученные в результате огнестрельных и ножевых ранений, несчастных случаев и т.д. Для этого он сканирует рану (орган) и заполняет её соответствующим типом свежесвыращенных тканей.
- ▶ Эксперты пророчат трёхмерным принтерам звёздное будущее. Грядут времена, когда каждый человек сможет, не выходя из дома, напечатать себе новую пару обуви, кофейный сервиз, игрушки для ребёнка, изысканное блюдо или залечить рану. И такие времена уже не за горами.