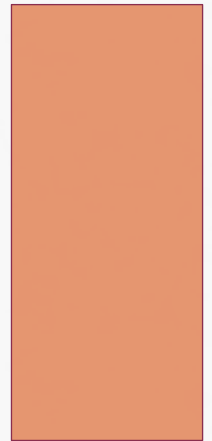


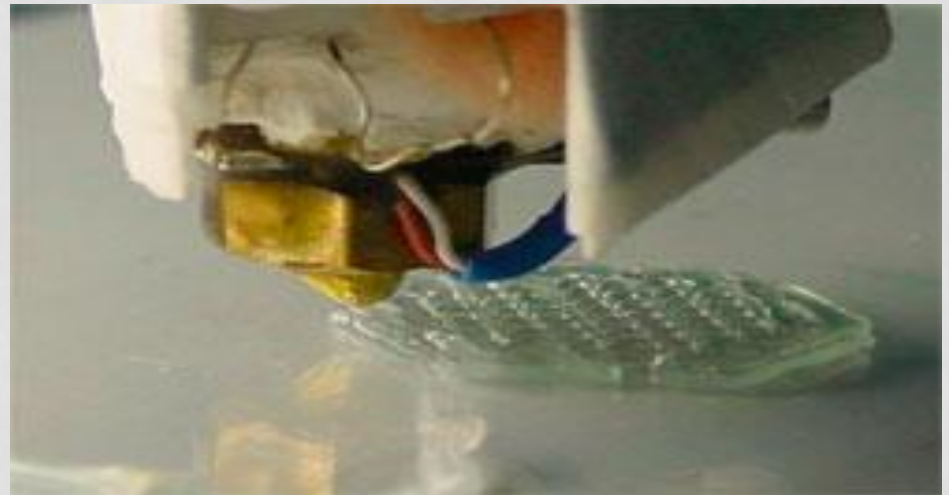
3D ПРИНТЕРНИНГ ИШЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

АЮПОВ РАВШАН ХАМДАМОВИЧ



3D-ПЕЧАТЬ.

- Как и у самых обычных принтеров, которые можно встретить в каждом офисе, технологии 3D-печати подразделяются на **лазерную** и **струйную**. Существуют так же технологии, которые проблематично отнести к одной из двух категорий.
- В целом **лазерными** считают 3D-принтеры использующие в процессе печати лазерный луч. Либо для засвечивания фотоматериалов, либо для вырезания контуров, либо для выжигания порошковых масс – все это лазерные принтеры. **Струйными** 3D-принтерами, по сути, считают всю оставшуюся массу устройств используемых для создания объемных моделей.



ЧТО ТАКОЕ 3D ПРИНТЕР?

- **3D-принтер** — это специальное устройство для вывода трёхмерных данных. В отличие от обычного принтера, который выводит двумерную информацию на лист бумаги, 3D-принтер позволяет выводить трехмерную информацию, т.е. создавать определенные физические объекты.
- В основе технологии 3D-печати лежит принцип послойного создания (выращивания) твердой модели.



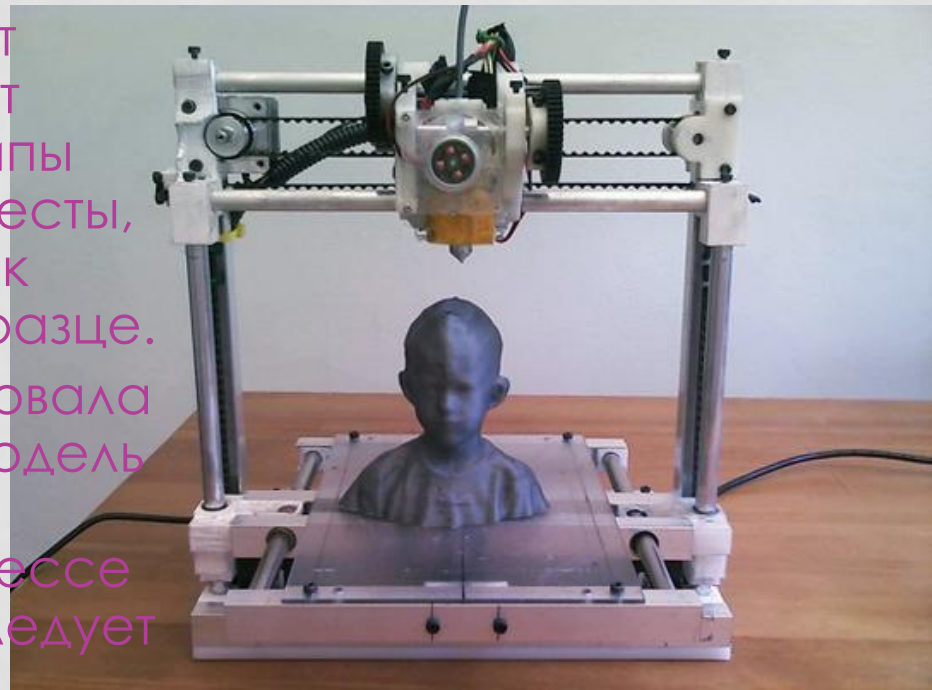
ЧЕМ ХОРОШ 3D ПРИНТЕР?

- Преимуществами подобных устройств перед обычными способами создания моделей являются **высокая скорость, простота и низкая стоимость.**
- Например, для того, чтобы создать модель вручную может понадобиться несколько недель или даже месяцев, в зависимости от сложности изделия. В результате значительно повышаются затраты на разработку, увеличиваются сроки выпуска готовой продукции.
- **3D-принтеры позволяют полностью избавиться от ручного труда и создать модель будущего изделия всего за несколько часов при этом исключая возможность ошибок, присущие «человеческому фактору».**

ГДЕ ПРИМЕНЯЮТСЯ 3D ПРИНТЕРЫ?

- Как правило, 3D-принтеры применяются для быстрого изготовления прототипов и используются в самых разных областях.
- Работа с реальными физическими моделями дает множество преимуществ тем, кто применяет технологию 3D-печати. В первую очередь, это возможность оценить эргономику будущего изделия, его функциональность и собираемость, а также исключить возможность скрытых ошибок перед запуском изделия в серию. Таким образом, можно сэкономить значительное количество финансовых средств и времени благодаря сокращению цикла производства.

- Кроме того, на готовой модели можно проводить различные тесты еще до того, как будет готов окончательный вариант изделия. Более того, прототипы позволяют проводить такие тесты, которые не рекомендуются к проведению на готовом образце.
- Например, **Porsche** использовала прозрачную пластиковую модель трансмиссии 911 GTI для изучения тока масла в процессе ее разработки. При этом следует отметить, что такую модель можно сделать очень быстро - а в наше время высоких скоростей это очень важно.



НАИБОЛЕЕ ТИПИЧНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ПРИНТЕРОВ

- **Архитектура.** При помощи 3D-принтера можно изготовить макет отдельного здания или различные его важные элементы, или сразу макет целого микрорайона или коттеджного поселка с дорогами и деревьями.



- **Геоинформационные системы.** Используя 3D-принтеры, можно создавать цветные объемные карты, точно повторяющие ландшафт местности или показывающие уровень залегания различных пород.



- **Промышленная продукция и машиностроение.**
- В данной области 3D-принтер можно использовать для создания прототипов и концепт-моделей будущих потребительских изделий или их отдельных деталей. Такие модели можно использовать как в экспериментальных целях, например, для выяснения аэродинамических характеристик кузова автомобиля или фюзеляжа летательного аппарата, так и для презентаций внешнего вида нового товара на совещаниях или перед заказчиками.



- **Медицина**, где подобное устройство может существенно облегчить изготовление и примерку протезов. Применение 3D-принтера даст возможность создавать муляжи и макеты органов пациента для подготовки врачей к ответственным операциям.
- **Образование.** 3D-принтеры позволяют создавать наглядные пособия для школьников и студентов. Устройства Z-Corporation отлично подходят для классной комнаты или офиса, поскольку обладают повышенной надежностью благодаря улучшенной технологии:
 - Нет коррозионно-активных химикатов или побочных продуктов;
 - Нет особых требований по утилизации;
 - Нет бритвенных или режущих материалов;
 - Нет лазеров.
- 3D-принтеры Z-Corporation достаточно надёжны для использования учениками:
- 15 лет истории изменения качества и усовершенствования;
- Более 6000 установленных аппаратов;
- Готовая к использованию технология чернильной головки принтера.



ЛАЗЕРНАЯ СТЕРЕОЛИТОГРАФИЯ (LASER STEREOLITHOGRAPHY, SLA)

- В качестве исходного материала для прототипирования используется **фотополимер** в жидком агрегатном состоянии.
- Лазерный луч формирует на поверхности жидкости образ слоя будущего объекта. Затем погружается внутрь фотополимера на один слой. Соприкасаясь с лазерным лучом исходный материал затвердевает. А лазер komponует следующий слой и продолжает свое погружение.

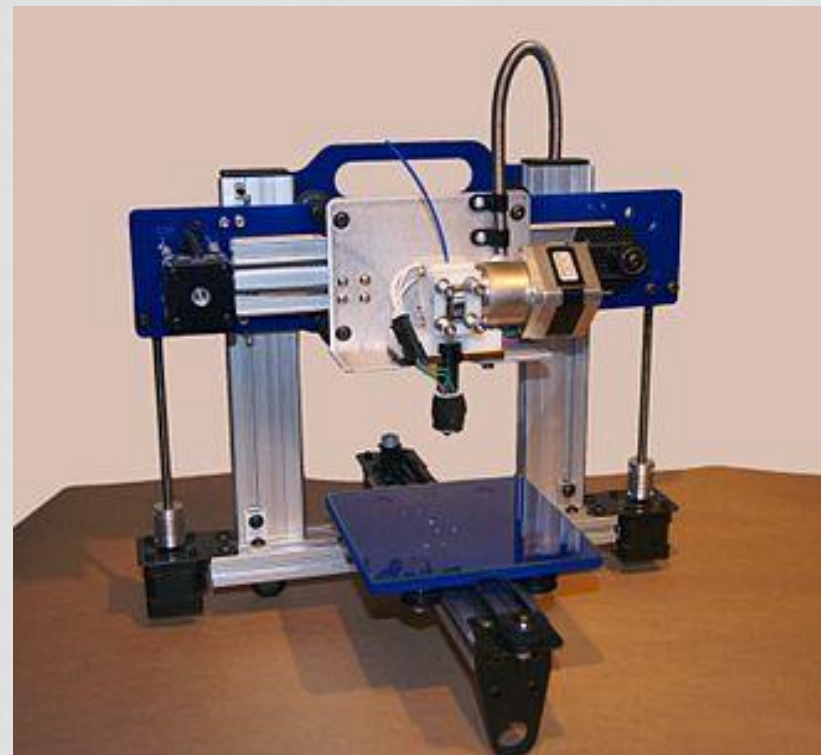


СЕЛЕКТИВНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СПЕКАНИЕ (SELECTIVE LASER SINTERING, SLS)

- Формирование новой модели происходит из любого **порошкообразного материала** подверженного плавлению под воздействием лазерного луча (металл, пластик и т.п.) На печатную платформу распыляется, равномерный слой исходного порошка, который превращается в спекшийся, твердый материал с помощью лазерного излучения.
- Далее подвижное основание уходит вниз на толщину одного слоя, и операция повторяется вновь – нанесение порошка, спекание, опускание основы. Сам процесс плавления протекает в среде без кислорода, что позволяет избежать окисления полученного изделия.

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ ПЛАВКА (ELECTRON BEAM MELTING, EBM)

- Технология, являющаяся модификацией SLS. Позволяет получать прототипы из **металлического порошка**, за счет его послойного плавления. Плавка расходного материала происходит в вакууме с помощью электронного луча. Модели «напечатанные» по такой технологии получаются более прочными и долговечными.



МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ НАПЛАВЛЕНИЯ (FUSED DEPOSITION MODELING, FDM)

- В данной технологии прототип создается так же из любого **плавкого материала** (воск, пластик, металл и т.п.) Расходник предварительно поступает в специальную экструзионную головку, в которой материал плавится и в виде тонкой проволоки выдавливается на холодную рабочую плоскость. Большая разница температур способствует быстрому застыванию слоя нового объекта. После полного затвердевания первого контура, головка наносит на платформу следующий слой.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАМИНИРОВАНИЯ (LAMINATED OBJECT MANUFACTURING, LOM)

- В этой технологии модель изготавливается из тонких слоев **полимерной пленки**. Предварительно каждый слой будущего изделия вырезается из рабочего материала лазером или механическим резаком. Готовые формы слоев размещаются в установленном порядке и склеиваются. Послойное соединение может происходить разными способами – при помощи местного нагрева, спрессовкой под давлением или обычным химическим склеиванием.

ПОЛИСТРУЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ (POLY JET, PJET)

- Принцип работы этих 3D-принтеров похож на стереолитографию (SLA), так как модель создается из **фоточувствительной смолы**. Полимерная смола предварительно расплавляется и поступает в струйную головку. Головка, перемещаясь вдоль горизонтальной оси, напыляет расплавленную смолу на рабочую плоскость. Толщина такого слоя составляет всего 16 микрон, что в пять раз меньше, чем толщина слоя при стереолитографии. Следующие за головкой УФ-лампы ускоряют затвердевание полимера. Особо сложные модели печатаются с добавлением материала поддержки в виде геля, который удаляется после окончания работы при помощи обычной воды.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ НАПЫЛЕНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ФРЕЗЕРОВАНИЕМ СЛОЯ (DROP ON DEMAND JET, DODJET)

- В этой технологии 3D-печати так же используется два вида материалов – **модельный и материал поддержки**. Печатающая головка одновременно распыляет оба типа «расходников». Затем специальная фрезеровочная головка производит охлаждение распыленного слоя и его механическую обработку. Технология DODJet позволяет строить высокоточные модели с абсолютно гладкой поверхностью. Так как распыление рабочего слоя происходит за счет механически движущейся головки, то скорость изготовления прототипа во многом зависит от сложности печатной модели.

3D ПЕЧАТЬ ОТ Z CORP (Z CORP THREE-DIMENSIONAL PRINTING, ZCORP)

- Базирующийся на струйной технологии метод, схожий с SLS технологией. Принтеры такой конструкции заправляются двумя ингредиентами – **порошкообразной массой и жидким вяжущим веществом** похожим на клей. Специальным валиком исходный порошок раскатывается по плоской поверхности. Далее на подготовленный слой из печатающей головки наносится клей, который связывает порошок и создает твердую основу запрограммированной формы. Платформа опускается вниз на уровень одного слоя и процесс повторяется.

ТЕХНОЛОГИЯ 3D-ПЕЧАТИ

- В эксплуатации 3D-принтеры достаточно простые: процесс печати для пользователя на компьютере мало отличается от печати на обычном принтере.
- Вначале пользователь должен открыть в специальной программе ZPrint, поставляющейся в комплекте с принтером, файл с моделью. Программа поддерживает множество популярных форматов для 3D-печати.
- Затем модель можно позиционировать в объеме камеры для печати, при необходимости изменить масштаб модели и запустить на печать. Программа покажет приблизительное время и расход всех расходных материалов, которые потребуются при печати модели. Эта функция может быть полезна для расчета себестоимости и стоимости печати, если модель изготавливается для стороннего клиента в качестве коммерческого заказа.

ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММЫ ZPRINT:

- Открытие файла Z-печати
- Ориентация детали
- Экспорт ZPR
- Установка трёхмерной печати
- Оценка времени печати
- Фиксирование
- Укрепление
- Изготовление контрольной детали
- Обнаружение коллизии
- Вращение, масштабирование и выравнивание
- Трёхмерная визуализация
- Двухмерный режим
- Инструменты для обслуживания
- Печать



- При необходимости перед печатью модель можно открыть в программе ZEdit, где назначить или изменить цвет поверхностей, добавить метки и комментарии, которые должны быть напечатаны на деталях модели.
- Профессиональная версия программы - ZEdit Pro обладает большим числом возможностей по "допечатной подготовке" трехмерной модели. Здесь можно проверить качество модели и пригодность для печати ее элементов, разрезать слишком большую модель на части, которые будут независимо отпечатаны, а затем соединены (для простоты стыковки частей программа автоматически добавит штырьки и ответные пазы на разных частях модели).
- **Большие сплошные элементы конструкции могут быть сделаны пустотелыми для снижения их веса и экономии материала и пр.**

ТЕХНОЛОГИЯ 3DP

- После подготовки модели печать в 3D-принтере происходит согласно технологии "3DP".
- Эта технология отличается простотой и эффективностью от других способов 3D-печати, в которых модели создаются путем УФ-отверждения жидкого фотополимера или из капель расплавленного термопластика.



СУТЬ ЭТОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕЧАТИ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В СЛЕДУЮЩЕМ:

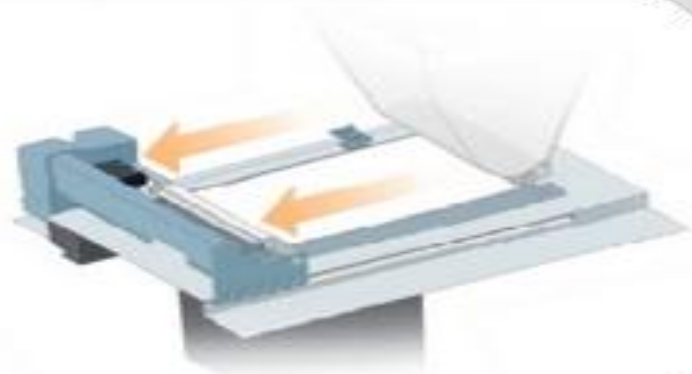
- **1.** В качестве строительного материала для создания или «выращивания» трехмерной модели используется композитный порошок, чем-то напоминающий гипс. Дозирующая камера наносит слоями порошок на дно специальной камеры.

Дозирующая камера
наносит слоями порошок



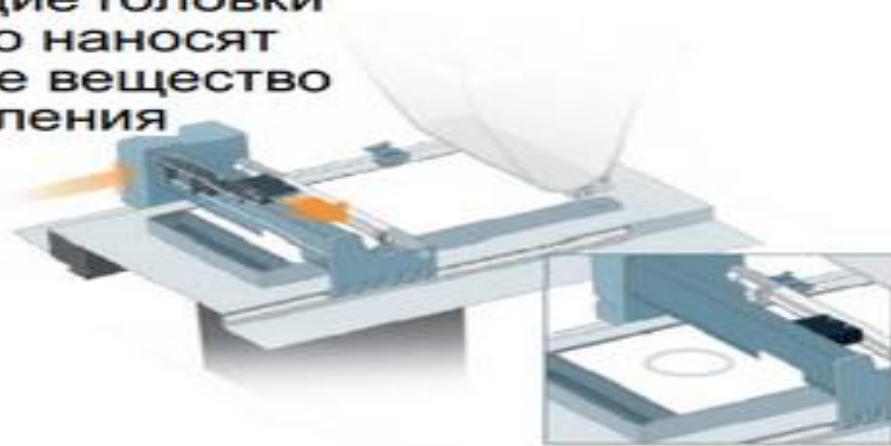
- **2.** Ось принтера распределяет порошок тонким слоем.

Ось принтера
распределяет
порошок тонким
слоем



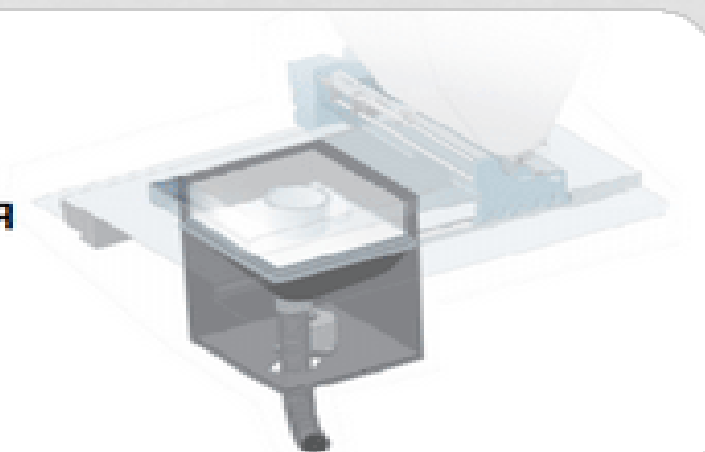
- **3.** Печатающие головки выборочно наносят связующее вещество для укрепления. В качестве основного инструмента используется струйная печатная головка серийного производства. Вместо чернил головка использует бесцветный клеевой состав в качестве связующего вещества. Клеевой состав изготовлен на водной основе, как и обычные чернила для термоструйной печати. Головка перемещается над слоем порошка и наносит на поверхность рисунок поперечного сечения будущей трехмерной модели. Процесс фактически идентичен обычной струйной печати, с тем отличием, что роль бумаги играет порошок, а вместо чернил используется клей.

**Печатающие головки
выборочно наносят
связующее вещество
для укрепления**



- **4.** После печати одного поперечного сечения дно камеры опускается на толщину слоя порошка для подготовки следующего слоя, после чего процесс повторяется: засыпается новый слой порошка, по которому клеем печатается рисунок следующего сечения модели.

Вертикальная камера опускается для подготовки следующего слоя



- **5.** Клей скрепляет частицы порошка, формируя в камере объемную фигуру, созданную из отпечатанных поперечных сечений исходной трехмерной модели. Когда последний слой-сечение отпечатан, принтер сначала нагревает камеру с порошком, чтобы высушить клей, затем незапечатанный клеем порошок откачивается обратно в емкость, из которой он подавался и вертикальная камера опорожняется. Результат печати в виде завершенной модели остается на дне камеры.

**Вертикальная камера
опорожняется,
откладывая готовые
детали**



ПОСЛЕ ЗАВЕРШЕНИЯ ПЕЧАТИ НЕОБХОДИМО ВЫПОЛНИТЬ ПОСЛЕПЕЧАТНУЮ ОБРАБОТКУ:

- удалить остатки незакрепленных частиц порошка струей воздуха, а из труднодоступных участков — кисточкой
- затем пропитать поверхность закрепляющим составом для заполнения пор между частицами порошка и придания модели большой твердости (или других свойств в зависимости от назначения модели).

ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ:

- **Высокая точность** печати, как при стандартном литьевом формовании. Электронная система чётко контролирует ход печати. Печатная головка тщательно и точно распределяет связующее вещество и цвет в областях, заданных программным обеспечением Z-принтера.
- Недорогие порошкообразные материалы приводят к снижению **себестоимости** производства модели (от 0,1\$ за 1 см³).
- **Надежность**, высокая скорость и большое разрешение для создания моделей с мелкими деталями, обусловленные хорошо отлаженной технологией термальной струйной печати.
- Во время печати модель со всех сторон окружена незапечатанным порошком, что позволяет создавать **фигуры сложной формы**, создание которых иным способом либо невозможно, либо требует установки специальных подпорок, удерживающих части модели на весу.

- **Возможность одновременной печати** нескольких деталей, расположив их в объеме камеры печати. Печатные головки могут перемещаться по всей поверхности слоя порошка, независимо от формы данной модели.
- При печати **не выделяются токсичные вещества**, что позволяет использовать такие устройства в обычном офисе, где нет систем дополнительной вентиляции. А автоматическая откачка излишков порошка из камеры для их повторного использования, делает процесс чистым и экономичным.
- **Возможность цветной печати**, основанная на технологии чернильной печати, позволяющая воспроизводить до 90% чернильного цветового спектра. Технология также позволяет печатать на моделях текст и изображения. В цветных принтерах в дополнение к клеевой головке используются дополнительно одна или несколько головок, красящие порошок в нужный цвет. Клей с цветным оттенком или цветные чернила с целью экономии наносятся только на небольшую площадь поперечного сечения, которая станет стенкой или внешней поверхностью будущей модели. Кроме того, прозрачный клей наносится на поперечное сечение экономно - для повышения прочности внешних стенок на них наносится более плотный слой клея, чем на внутреннюю часть, где можно сэкономить без ущерба для результата.

3D-ПЕЧАТЬ ОРУЖИЯ.

- 21 ноября 2013 года в Филадельфии (США) был принят закон, запрещающий изготовление огнестрельного оружия с помощью 3D-принтеров.
- В Великобритании нелегальны производство, продажа, приобретение и владение оружием, напечатанным на 3D-принтере.



БЛАГОДАРЮ ВАС ЗА ВНИМАНИЕ.

