

Отдел образования администрации Завитинского района

Образовательное учреждение
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение –
средняя общеобразовательная школа с.Иннокентьевка

Тема исследовательской работы:
3D – моделирование и 3D – печать: с чего начать?

Подготовил(а):

Макаренко Евгений Николаевич,
обучающийся(ая)ся 10 класса,
МБОУ СОШ с.Иннокентьевка
Дата рождения: 30.06.2005

Руководитель:

Макаренко Виктория Владимировна,
учитель информатики, МБОУ СОШ
с.Иннокентьевка, 89143967032,
vivlma@mail.ru
Макаренко Николай Алексеевич,
учитель технологии, МБОУ СОШ
с.Иннокентьевка, 89143979539,
evnima@mail.ru

с.Иннокентьевка,
2021 г.

Содержание

Введение	3
I.Основная часть	5
1.1. Быстрое прототипирование	5
1.2. Характеристика технологий создания прототипа изделия	5
1.3. Виды 3D-принтеров	8
1.4. Устройство 3D-принтера	8
1.5.Принцип работы 3D-принтера	10
1.6. Применение 3D-принтеров	10
1.7. Характеристика программ 3D-моделирования	12
II. Практическая часть	14
2.1. Апробация программ 3D-моделирования	14
2.1.1. Программа Blender	14
2.1.2. Программа Meshmixer	15
2.1.3.Программа Autodesk 123D Tinkercad	15
2.2. 3D - печать	17
Заключение	19
Источники информации	20
Приложение	21
Глоссарий	28

Введение

Современные 3D-технологии дают реальный инструмент для материального воплощения идей и разработок не отходя от рабочего места. Они складываются из 3D-моделирования, 3D-печати и 3D-сканирования. Используются в различных сферах профессиональной деятельности, досуга и развлечений: в промышленности, архитектуре, ювелирном деле, медицине и пищевой индустрии; в домашних условиях (для изготовления фурнитуры для мелкого ремонта, для развлечения); в рекламе и т.д.

– Современные программы позволяют получить в памяти компьютера полную и точную трехмерную модель детали, фигуры, задуманного образа, а затем объединить все в единую модель.

– 3D-принтер дает возможность реализовать полученную виртуальную модель изделия в материале (пластмассе, металле и т.д.) прямо на рабочем столе конструктора.

– С помощью 3D-сканера можно, наоборот, оцифровать имеющуюся реальную деталь, преобразуя ее в виртуальную трехмерную модель, а затем использовать эту модель в компьютерном конструировании.

Упомянутые 3D-технологии (3D-моделирование, 3D-печать и 3D-сканирование) в современных условиях являются тремя китами, на которых держится современное промышленное производство.

В рамках Федерального проекта Центры образования цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста», наша школа получила оборудование, позволяющее вести работу по 3D-моделированию и 3D-печати.

Цель работы: определить и освоить программу для 3D-моделирования, позволившую новичку быстро построить модель и получить её прототип на 3D принтере.

Задачи:

- ознакомиться с программами 3D-моделирования, их особенностями и возможностями для быстрого прототипирования;

- проанализировать полученные результаты и определить самую простую программу 3D-моделирования;
- построить модель в выбранной программе;
- ознакомиться с технологиями 3D-печати;
- изучить строение и работу 3D-принтера;
- напечатать модель на 3D-принтере, построенную в выбранной программе
- разработать рекомендации по работе с программой.

Объекты исследования: программы 3D-моделирования и 3D-принтер.

Предметы исследования: процессы построения и печати 3D-модели.

Методы исследования:

- эксперимент;
- анализ;
- сравнения;
- моделирование;
- синтез;
- Изучение литературы и других источников информации.

Гипотеза: если подобрать простую программу для 3D-моделирования, то любой пользователь без особых навыков сможет построить 3D-модель и напечатать её на 3D-принтере.

Теоретическая значимость моего исследования заключается в том, что многие подростки и не только, возможно обратят внимание на моё исследование в области 3D-моделирования, проявят интерес к современным технологиям и сделают свои 3D-модели в предложенной программе.

Практическая значимость исследования заключается в составлении рекомендаций по работе в простейшей программе 3D-моделирования.

Для написания работы использовались ресурсы сети Интернет. Изучением данного вопроса, занимаюсь с августа месяца. Учитывая многообразие программ 3D-моделирования, планирую продолжить работу в этом направлении.

I. Основная часть

1.1. Быстрое прототипирование

Говоря о технологии быстрого прототипирования, можно сказать, что она практически не отличается от печати на бумаге, это и есть печать, только объемных моделей путем послойного создания будущего изделия.

Быстрое прототипирование - это технология быстрого «макетирования», быстрого создания образцов или работающей модели системы для демонстрации.

Прототип получается с помощью специальных аппаратов - 3D-принтеров, из специального материала - пластика.

Технологии создания прототипа изделия различны, и их можно разделить на основные типы: стереолитография, лазерное спекание порошковых материалов, послойная печать расплавленной полимерной нитью, технология струйного моделирования, технология склеивания порошков, ламинирование листовых материалов, облучение ультрафиолетом через фотомаску.

1.2. Характеристика технологий создания прототипа изделия

Стереолитография (Stereo Lithography Apparatus, или сокращённо SLA) благодаря низкой себестоимости готовых изделий получила наибольшее распространений среди технологий 3D-печати.

Технология SLA состоит в следующем: сканирующая система направляет на фотополимер лазерный луч, под действием которого материал твердеет. В качестве фотополимера используется хрупкий и твёрдый полупрозрачный материал, который коробится под действием атмосферной влаги. Материал легко склеивается, обрабатывается и окрашивается. Рабочий стол находится в ёмкости с фотополимерной композицией. После прохождения лазерного луча и отверждения очередного слоя его рабочая поверхность смещается вниз на 0,025-0,3 мм.

Лазерное спекание порошковых материалов (Selective Laser Sintering, или просто SLS) является единственной технологией 3D-печати, которая может

быть использована для изготовления металлических формообразующих для металлического и пластмассового литья.

Пластмассовые прототипы обладают хорошими механическими свойствами, благодаря которым они могут быть использованы для изготовления полнофункциональных изделий. В SLS-печати используются материалы, близкие по своим свойствам к конструкционным маркам: металл, керамика, порошковый пластик.

Порошковые материалы наносятся на поверхность рабочего стола и запекаются лазерным лучом в твёрдый слой, соответствующий сечению 3D-модели и определяющий её геометрию.

Послойная печать расплавленной полимерной нитью (Fused Deposition Modeling, или просто FDM) применяется для получения единичных изделий, приближенных по своим функциональным возможностям к серийным изделиям, а также для изготовления выплавляемых форм для литья металлов.

Технология FDM-печати заключается в следующем: выдавливающая головка с контролируемой температурой разогревает до полужидкого состояния нити из ABS-пластика, воска или поликарбоната, и с высокой точностью подаёт полученный термопластичный моделирующий материал тонкими слоями на рабочую поверхность 3D-принтера. Слои наносятся друг на друга, соединяются между собой и отвердевают, постепенно формируя готовое изделие.

Технология струйного моделирования. (Ink Jet Modelling) имеет следующие запатентованные подвиды: 3D-Systems (Multi-Jet Modeling или MJM), PolyJet (Objet Geometries или PolyJet) и Solidscape (Drop-On-Demand-Jet или DODJet).

Перечисленные технологии функционируют по одному принципу, но каждая из них имеет свои особенности.

Для печати используются поддерживающие и моделирующие материалы. К числу поддерживающих материалов чаще всего относят воск, а к числу моделирующих - широкий спектр материалов, близких по своим свойствам к конструкционным термопластам.

Печатающая головка 3D-принтера наносит поддерживающий и моделирующий материалы на рабочую поверхность, после чего производится их фотополимеризация и механическое выравнивание.

Технология струйного моделирования позволяет получить окрашенные и прозрачные модели с различными механическими свойствами, это могут быть как мягкие, резиноподобные изделия, так и твёрдые, похожие на пластики.

Технология склеивания порошков (Binding powder by adhesives) позволяет не просто создавать объёмные модели, но и раскрашивать их.

Принтеры с технологией binding powder by adhesives используют два вида материалов: крахмально-целлюлозный порошок, из которого формируется модель, и жидкий клей на водной основе, проклеивающий слои порошка. Клей поступает из печатающей головки 3D-принтера, связывая между собой частицы порошка и формируя контур модели. После завершения печати излишки порошка удаляются. Чтобы придать модели дополнительную прочность, её пустоты заливаются жидким воском.

Ламинирование листовых материалов (Laminated Object Manufacturing, или LOM) предполагает изготовление 3D-моделей из бумажных листов при помощи ламинирования. Контур очередного слоя будущей модели вырезается лазером, а ненужные обрезки режутся на небольшие квадратики, которые впоследствии удаляются из принтера. Структура готового изделия похожа на древесную, но боится влаги.

Облучение ультрафиолетом через фотомаску (Solid Ground Curing, или SGC) предполагает создание готовых моделей из слоёв распыляемого на рабочую поверхность фоточувствительного пластика.

После нанесения тонкого слоя пластика он через специальную фотомаску с изображением очередного сечения обрабатывается ультрафиолетовыми лучами. Неиспользованный материал удаляется при помощи вакуума, а оставшийся затвердевший материал повторно облучается жёстким ультрафиолетом. Полости готового изделия заполняются расплавленным воском, который служит для поддержки следующих слоёв. Перед нанесением

последующего слоя фоточувствительного пластика предыдущий слой механически выравнивается^[1].

1.3. Виды 3D-принтеров

Индустрия 3D-печати переживает в настоящий момент этап бурного роста и развития, что привело к тому, что на сегодняшний день на рынке присутствует крайне широкая и весьма пестрая гамма образцов оборудования (Приложение 1): от любительских принтеров, собранных своими руками в единичном экземпляре из подсобных деталей и элементов, до промышленных образцов, способных создавать высокоточные копии объектов с весьма сложной геометрией.

Классификация 3D-принтеров ведется по нескольким ключевым параметрам, основными из которых являются:

- применяемая технология 3D-печати;
- материал печати;
- уровень качества и стабильности размеров получаемых изделий.

В последнем случае различают домашний (настольный) 3D-принтер и 3D-принтер профессионального класса, демонстрирующий более стабильные размеры напечатанных объектов, повышенную скорость печати и качество прототипирования.

1.4. Устройство 3D-принтера

В целом, устройство 3D-принтеров на самом деле не очень сложное. Главные проблемы при изготовлении принтеров – обеспечить точность сборки и дальнейшей точности позиционирования по всем осям для экструдера, чтобы обеспечить качество печати.

Для того чтобы представить типовую конструкцию 3D-принтера рассмотрим самую распространенную (в настоящее время) технологию объемной печати – FDM (метод послойного наплавления) (Приложение 2).

Подробнее остановлюсь на наиболее важных элементах базовой конструкции 3D-принтера^[2].

Экструдер (печатающая головка) 3D-принтера

Наиболее важный элемент конструкции данного вида оборудования. Экструдер 3D-принтера – это узел, который обеспечивает подачу расплавленного пластика в рабочую зону аппарата. На сегодняшний день уже имеется огромное количество различных конструкторских решений.

В частности, имеются образцы оборудования оснащенные сменными соплами различного диаметра. Также есть варианты принтеров с двумя экструдерами в конструкции. Такие образцы способные печатать двумя цветами или осуществлять печать поддержек растворяемым пластиком PVA или HIPS.

Обслуживание экструдера 3D-принтера состоит в его очистке снаружи от налипших в процессе печати кусочков пластика. Иногда, обычно при работе с некачественными расходными материалами, сопло экструдера может довольно сильно засоряться – в этом случае приходится проводить его чистку.

Рабочий стол 3D-принтера

Стол может быть как нагреваемым, так и без такового. Для калибровки стола применяются либо автоматические приводы (автоматическая калибровка) или подпружиненные болты (ручная регулировка). Покрыт обычно стеклом, хотя есть варианты 3D-принтеров и с перфорированной платформой. Для нагреваемого стола еще добавляется и нагреваемый элемент.

Обслуживание данного элемента конструкции заключается в его калибровке и регулярной чистке поверхности.

Электроника и управление

Плата управления может находиться в корпусе. Большинство 3D-принтеров имеют плату на основе RAMPS. Но есть и варианты со своими решениями. Обычно достаточно проверять работает ли кулер охлаждения (если он необходим в данной конструкции).

Что касается экрана управления 3D-принтером, то он, следует отметить, присутствует отнюдь не на всех моделях данной категории оборудования. Обычно он есть там, где есть возможность печатать с SD карты.

1.5. Принцип работы 3D-принтера

В индустрии насчитывается уже несколько подвидов методов 3D-печати, а также весьма обширный набор соответствующего оборудования и конструкций.

Для того, чтобы рассмотреть принцип работы 3D-принтера обратимся к его ключевому элементу (головке экструдера) и методу объемной печати, использующей пластиковую нить (Приложение 3).

Экструзионные 3D-принтеры работают за счет «закрашивания» каждого слоя струей (или каплями) исходного материала – жидкого (либо расплавленного) и быстро застывающего. В качестве исходного материала для экструзионных 3D-принтеров используется пластиковая нить. Именно такой принтер используется у нас в школе.

Существуют модели подобных принтеров, способные печатать разноцветные изделия (в качестве исходного материала используются разноцветные пластиковые нити – поочередно, путем замены катушки на другую с требуемым цветом, либо одновременно, тогда на принтер устанавливается сразу несколько катушек с нитями разного цвета). Чаще всего при этом используется пластик ABS, пластик PLA (биоразлагаемый, его обычно используют при изготовлении одноразовой посуды) и растворимый пластик PVA (который используется в качестве «поддерживающего материала»).

Процесс 3D-печати: нить (филамент) поступает в печатающую головку (экструдер), после чего осуществляется разогрев нити до ее жидкого состояния. Далее полученная масса выдавливается через сопло экструдера. При этом шаговые двигатели с помощью зубчатых ремней приводят в движение экструдер, который перемещается по направляющим в заданном направлении и наносит пластик на платформу слой за слоем согласно заданной модели^[3].

1.6. Применение 3D-принтеров

Применение 3D-печати дает возможность пойти еще дальше - создать вещественную копию моделируемого объекта. Это даст возможность не только рассмотреть проектируемую деталь, но и оценить другие её характеристики.

3D-принтер позволяет получать форму внешней поверхности и/или полостей, которую крайне сложно (а зачастую и невозможно) получить традиционными методами, а во многих случаях дает возможность напечатать даже сразу целиком функционирующую сборку.

3D-принтер, позволяет печатать необходимые в быту мелочи или мелкие комплектующие для ремонта бытовой техники. Много готовых компьютерных моделей уже можно найти в Интернете – так же, как мы уже привыкли скачивать требуемые тексты или картинки. Сами изготовители бытовой техники стали выкладывать на своих фирменных сайтах модели отдельных комплектующих для ее ремонта.

И это – пока только первые робкие шаги 3D-технологий.

3D-принтеры способны произвести революционные изменения в строительстве – готовые стены, перекрытия и декоративные элементы нового дома почти любой желаемой формы и планировки можно напечатать цементной смесью прямо на месте строительства буквально за сутки, и дальше остается лишь провести отделку и мебель.

3D-принтеры позволяют печатать готовые органы для трансплантации, а в будущем, из размноженных в пробирке клеток самого пациента, и это позволит решить извечную проблему отторжения пересаженных тканей.

3D-печать способна коренным образом изменить пищевую промышленность. Уже сегодня в продаже есть 3D-принтеры (хотя и не дешевые), печатающие шоколадом, а на подходе – возможность воссоздания из исходного белкового сырья пищевых полуфабрикатов, практически неотличимых от традиционных ни по вкусу, ни по структуре, – например, эксперты так и не смогли различить обычную отбивную и «искусственную», в которой при помощи 3D-принтера была сформирована вся требуемая структура мышечных волокон (Приложение 4).

3D-принтеры уже изменяют ювелирную промышленность, позволяя буквально за несколько часов получить украшения по желанию клиента, в том числе индивидуализированные (скажем, с его инициалами). А возможность

сканирования людей и печати их 3D-портретов в виде бюстов и статуэток позволяет перейти на новый рубеж искусству фотографии.

А в будущем, возможно, домашние устройства 3D-печати, будут снабжать каждого из нас всем необходимым – из некоего «универсального» сырья и по скачиваемым через компьютерные сети «виртуальным трехмерным шаблонам», с возможностью возвращать более ненужное вновь в состояние исходного сырья и использовать его повторно. Такая возможность безотходного домашнего производства не только станет решением многих экологических проблем, но и позволит создавать замкнутые экосистемы на борту межпланетных космических кораблей.

1.7. Характеристика программ 3D-моделирования

3D-модель для трехмерной печати невозможно создать без специального программного обеспечения. Каждый продукт обладает своими особенностями. Одно ПО помогает просматривать и исправлять неточности в 3D-файлах, другое – создавать спецэффекты, третье – проектировать сложные детали и скульптуры.

Сегодня 3D-программы позволяют:

- создавать трехмерную графику;
- обрабатывать и корректировать изображения;
- заниматься рендерингом (визуализацией);
- подавать готовые изображения на принтер или дисплей.

Всего существует три варианта создания трехмерных моделей: твердотельный, скульптурный и процедурный.

Твердотельное моделирование подходит для разработки несложных геометрических фигур и создания на их основе 3D-объектов.

Скульптурное моделирование или 3D-скульптинг применяют для проектирования цифровых скульптур с высоким уровнем детализации.

Процедурное моделирование – это самый продвинутый способ создания 3D-моделей. Его применяют для проектирования сложных механизмов, машин, точных деталей. Такой подход к созданию 3D-моделей используют профессионалы.

Есть достаточное количество хороших программ, которые подойдут для создания трёхмерных объектов.

Самые известные среди них: AutoCAD, SolidWorks и российские программные продукты T-FLEX CAD и КОМПАС-3D. Но это профессиональные программы. А есть множество других программ, более простых и подходящих для любого возраста.

Программное обеспечение OpenSCAD — позволяет создавать трёхмерные твердотельные объекты. Она доступна для свободного скачивания, работает практически на любых платформах.

AutoCAD — двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения, разработанная компанией Autodesk.

II. Практическая часть

2.1. Апробация программ 3D-моделирования

2.1.1. Программа Blender

Blender имеет статус самого мощного и самого популярного программного обеспечения (Приложение 5).

- Свободное приложение CAD моделирования;
- Лучше всего подходит для продвинутых или профессиональных 3D-дизайнеров;
- Бесплатное использование на разных операционных системах - Windows, Mac или Linux;
- Инструменты цифрового 3D-скульптурирования;
- Открытый исходный код.

Программа является бесплатным графическим 3D-редактором с открытым исходным кодом. Её не сложно освоить, если вы уже имеете определенные навыки моделирования.

В отличие от геометрических 3D-редакторов, Blender представляет собой инструмент цифрового 3D-скульптурирования, что делает его идеальным для создания более органических 3D-фигур.

Программа имеет большой набор инструментов, предоставляя своим пользователям полную свободу дизайна: создание моделей для 3D-печати, создания фотореалистичных видео, игровой графики, анимационных фильмов, визуальные эффекты и многое другое.

Особенностью моделирования в данном приложении является поддержка всевозможных комбинаций горячих клавиш, ускоряющих процесс создания модели.

Blender позволяет сохранять результат моделирования в формат .stl для 3D-печати, а так же имеет массу подключаемых модулей для удобства моделирования. Программа имеет встроенную поддержку русского языка.

Сайт программы: <https://www.blender.org/>

Вывод: Blender бесплатный инструмент для 3D-моделирования и подготовки объектов для печати, с поддержкой русского языка, но данное приложение сложное для новичков.

2.1.2. Программа Meshmixer

Meshmixer (Приложение 5) отличается от других приложений тем, что оно разработано специально для создания моделей, которые впоследствии будут воспроизведены как физические объекты. Для этого приложение располагает мощными функциями, призванными облегчить создание моделей для 3D-печати.

- Бесплатное приложение CAD моделирования
- Подходит для 3D-дизайнеров с небольшим опытом моделирования
- Бесплатное использование на Windows, Mac или Linux
- Полигональное моделирование треугольниками
- Разработчик Autodesk

С помощью Meshmixer можно легко исправлять модели, созданные в других программах 3D-моделирования или импортированные из библиотеки моделей 123D Gallery компании Autodesk и оптимизировать их для печати. Он является мощным инструментом для создания органических 3D-моделей с нуля, используя сетку треугольников.

Для дальнейшего облегчения процесса 3D-печати, Meshmixer поддерживает множество моделей настольных 3D-принтеров, а также позволяет импортировать полученные проекты в онлайн сервисы для печати на промышленных 3D-принтерах.

Сайт программы: <http://www.meshmixer.com/>

Вывод: Meshmixer представляет собой мощный и бесплатный инструмент для 3D-моделирования и подготовки объектов для печати, подходящий для использования как начинающими, так и опытными дизайнерами, но совсем для новичков программа не подходит.

2.1.3. Программа Autodesk 123D Tinkercad

Tinkercad - это бесплатное ПО для разработки 3D-объектов и их подготовки к трехмерной печати. Пользователям программы доступны готовые элементы, что ускоряет создание моделей.

Сайт программы: <https://www.tinkercad.com/>

- Бесплатное приложение CAD моделирования
- Лучше всего подходит для начинающих
- Браузерное онлайн приложение
- Геометрическое 3D-моделирование
- Разработчик Autodesk

Для постижения азов 3D-моделирования, это браузерное приложение TinkerCAD является отличным выбором. Программное обеспечение TinkerCAD работает как онлайн сервис в браузере и позволяет создавать геометрические 3D-формы, сохранять и обмениваться ими в интернете, а также экспортировать их в формат .stl для последующей печати на 3D-принтере.

Но простота приложения накладывает на процесс моделирования некоторые ограничения, которые не позволяют раскрыть все художественные замыслы.

Процесс моделирования сводится к оперированию примитивами и формированию из них 3D-моделей. Примитивы являются строительными блоками, пользователи могут постепенно наращивать их друг за другом для формирования моделей от простых до более сложных и детализированных.

TinkerCAD предлагает уже готовые 3D-объекты, чтобы использовать их в процессе моделирования и вдохновляться на создание новых образов.

Приложение имеет встроенную галерею готовых оптимизированных для печати 3D-моделей.

По результатам работы с программой я подготовил рекомендации для новичков (Приложение 6).

Вывод: TinkerCAD онлайн сервис в браузере, позволяющий создавать геометрические 3D-формы, сохранять и обмениваться ими в интернете, а также

экспортировать их в формат .stl для последующей печати на 3D-принтере, подходит для создания первых моделей новичками.

2.2. 3D - печать

Но, если говорить про 3D-принтеры, то не каждую модель можно распечатать, и модель нужно подготавливать, а для этого необходимо представлять как проходит эта 3D-печать.

Модель режется (слайстится) по слоям. Каждый слой состоит из периметра и/или заливки. Модель может иметь разный процент заполнения заливкой, также заливки может и не быть (пустотелая модель).

На каждом слое происходят перемещения по осям XY с нанесением расплава пластика. После печати одного слоя происходит перемещение по оси Z на слой выше, печатается следующий слой и так далее. Существуют правила, которые необходимо выполнять, чтобы получить качественную печать.

1. Сетка. Пересекающиеся грани и ребра могут привести к забавным артефактам слайсинга. Поэтому если модель состоит из нескольких объектов, то их необходимо свести в один.

2. Плоское основание. Плоское основание поможет модели лучше держаться на столе принтера. Если модель отклеится (этот процесс называют деламацией), то нарушится геометрия основания модели, а это может привести к смещению координат XY, что ещё хуже.

Если модель не имеет плоское основание или площадь основания мала, то её печатают на рафте — напечатанной подложке. Рафт портит поверхность модели, с которой соприкасается. Поэтому при возможности лучше обойтись без него.

3. Толщина стенок. Стенки должны быть равными или толще, чем диаметр сопла. Иначе принтер просто не сможет их напечатать. Толщина стенки зависит от того, сколько периметров будет печататься.

4. Минимум нависающих элементов. Для каждого нависающего элемента необходима поддерживающая конструкция — поддержка. Чем меньше нависающих элементов, тем меньше поддержек нужно, тем меньше нужно

тратить материала и времени печати на них и тем дешевле будет печать. Кроме того, поддержка портит поверхность, соприкасающуюся с ней.

5. Точность. Точность по осям XY зависит от жёсткости конструкции, ремней, от механики принтера. И составляет примерно 0.3 мм. Точность по оси Z определяется высотой слоя (0.1-0.4 мм). Также необходимо учитывать, что после остывания материал усаживается, а вместе с этим изменяется геометрия объекта.

6. Мелкие детали. Мелкие детали достаточно сложно воспроизводятся на FDM принтере. Их вообще невозможно воспроизвести, если они меньше, чем диаметр сопла. Кроме того, при обработке поверхности мелкие детали станут менее заметны или исчезнут вовсе.

7. Узкие места. Узкие места очень сложно обрабатывать. По возможности необходимо избегать таких мест, требующих обработки, к которым невозможно подобраться со шкуркой или микродрелью. Конечно, можно обрабатывать поверхность в ванне с растворителем, но тогда оплавятся мелкие элементы.

8. Большие модели. При моделировании необходимо учитывать максимально возможные размеры печати. В случае если модель большая, то её необходимо разрезать, чтобы напечатать по частям. А так как эти части будут склеиваться, то неплохо бы сразу предусмотреть соединения, типа, «ласточкин хвост».

9. Расположение на рабочем столе. От того, как расположить модель на рабочем столе зависит её прочность. Нагрузка должна распределяться поперек слоев печати, а не вдоль (Приложение 7). Иначе слои могут разойтись, т.к. сцепление между слоями не 100%.

10. Формат файла

Слайсеры работают с форматом файла STL. Поэтому сохранять модель для печати нужно именно в этом формате. Практически любой 3D редактор умеет экспортировать в этот формат самостоятельно или с использованием плагинов.

Вывод: придерживаясь указанных правил при печати на 3D – принтере, можно напечатать созданную в простейшей программе 3D – модель.

Заключение

Ознакомившись с программами 3D-моделирования, их особенностями и возможностями для быстрого прототипирования, проанализировал полученные результаты. Создав несколько моделей в программе *Tinkercad*, изучив строение и работу 3D-принтера, я сформулировал рекомендации по работе с программой *Tinkercad* и печати на 3D – принтере и пришел к следующим выводам:

- моя гипотеза подтвердилась: если подобрать простую программу для 3D-моделирования, то любой пользователь без особых навыков сможет построить 3D-модель и напечатать её на 3D-принтере.

- самой простой программой 3D-моделирования является *Autodesk 123D Tinkercad*:

- даже новичок уже на первом занятии сможет построить несложную 3D – модель, сохранив её в формате .stl, сможет напечатать её на 3D – принтере.

Источники информации

1. [1] Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития (Э. Кэнесс, К. Фонда, М. Дзеннаро), 2013 год; <https://mplast.by/biblioteka/dostupnaya-3d-pechat-dlya-nauki-obrazovaniya-i-ustoychivogo-razvitiya-kniga-rus/>
2. [2] 3D-печать с нуля (Дмитрий Горьков), 2015 год; <https://mplast.by/biblioteka/kniga-3d-pechat-s-nulya-dmitriy-gorkov-2015-god/>
3. [3] 3D печать. Коротко и максимально ясно (LittleTinyH Books), 2016 год. <https://mplast.by/biblioteka/3d-pechat-korotko-i-maksimalno-yasno-littletinyh-books-2016-god/>
4. Как подготовить модель к 3D печати. <https://habrahabr.ru/post/196182/>
5. Виды 3d-принтеров. <https://mplast.by/encyklopedia/3d-printer/>
6. Бесплатный научно-популярный журнал «Мир 3D / 3D World». <http://mir-3d-world.w.pw>
7. Сообщество «3D Today» (<http://3dtoday.ru>)
8. Свободно доступное программное обеспечение для 3D-конструирования и 3D-печати. <https://3dpt.ru/page/soft>
9. Типичные проблемы 3D-печати и их решение. <https://3dpt.ru/page/faq>, <http://yes3d.ru/blogs/blog/3d-pechat-tipichnye-problemy-i-resheniya>
10. Стереолитографический 3D-принтер, рисунок с сайта <http://3dsystemtrade.com/index.php/2013-07-17-08-49-53/printsipy-raboty-3d-printerov>
11. 3D-принтер со спеканием порошка (рис. с сайта <http://3dsystemtrade.com/index.php/2013-07-17-08-49-53/printsipy-raboty-3d-printerov>)
12. Шоколадный 3D-принтер (фото с сайта <http://www.orgprint.com/ru/wiki/materialy-dlja-3d-pechaty>)
13. <http://albertfmlv.blogspot.ru/2013/07/3d.html>
14. <http://masanu.ru/post148590851/>
15. <http://www.fotokomok.ru/3d-printer-kak-eto-rabotaet/>
16. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

ПРИЛОЖЕНИЕ

Виды принтеров

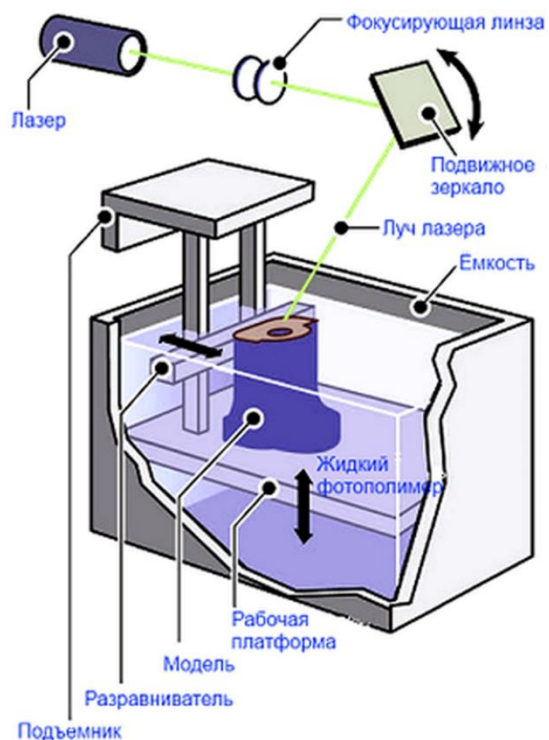


Рис.1 Стереолитографический 3D-принтер

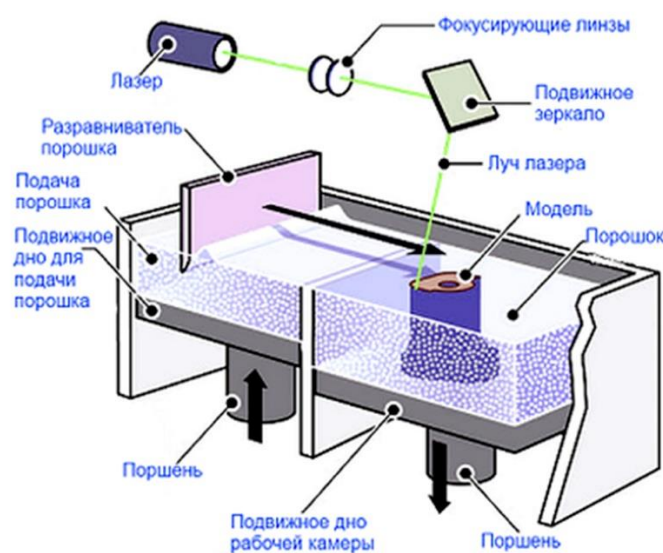


Рис.2 3D-принтер со спеканием порошка

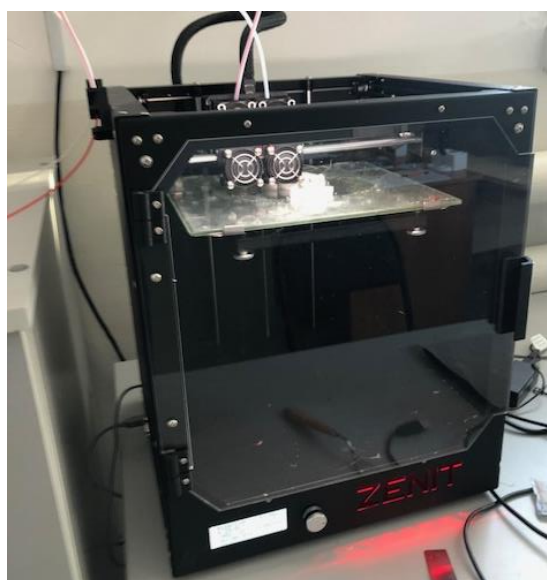


Рис.3 Экструзионный 3D-принтер

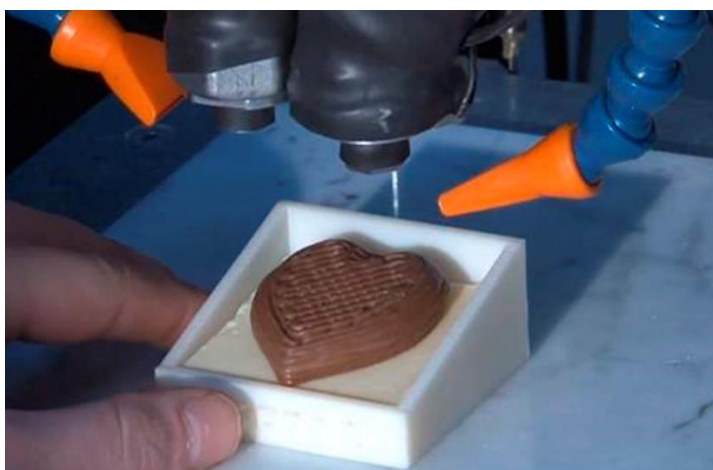
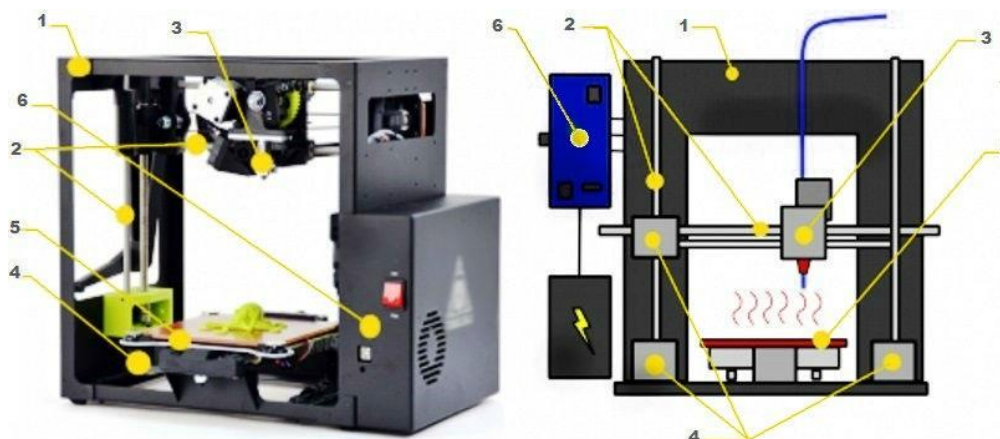


Рис.4 Шоколадный 3D-принтер

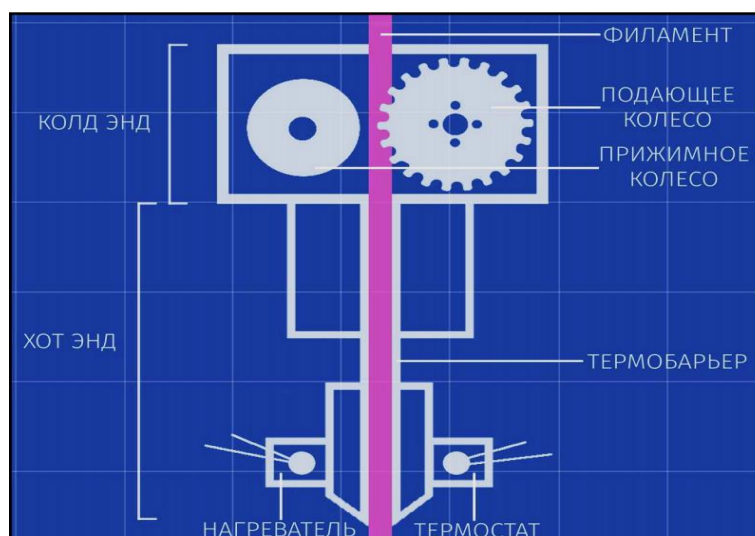
Типовая конструкция экструзионного 3D-принтера



3D-принтер состоит из:

1. Корпус, играющий роль скелета для монтажа конструктивных элементов;
2. Направляющие, осуществляющие сравнительно свободное перемещение печатающей головки в заданном пространстве;
3. Печатающая головка (экструдер) – группа частей, которая выполняет подачу, нагрев и вытеснение (экструзию) расходного материала через сопло на рабочую поверхность;
4. Шаговые двигатели – элементы конструкции 3д-принтера, отвечающие за равномерное перемещение печатающей головки в заданном пространстве;
5. Рабочий стол – строительная платформа 3D-принтера, на которой и осуществляется непосредственное создание трёхмерного объекта;
6. Электроника – набор элементов, отвечающий за управление и координацию действий принтера в процессе печати.

Принцип работы 3D-принтера



Применение 3D-принтеров



Строительство. Концепт дома, распечатанного на 3D принтере, представлен в прошлогоднем докладе Бирока Хошневиса (Behrokh Khoshnevis) на конференции университета Южной Калифорнии.



Пищевая промышленность. Пищевые 3D принтеры, сконструированные инженерами из NASA, печатают обеды для космонавтов.

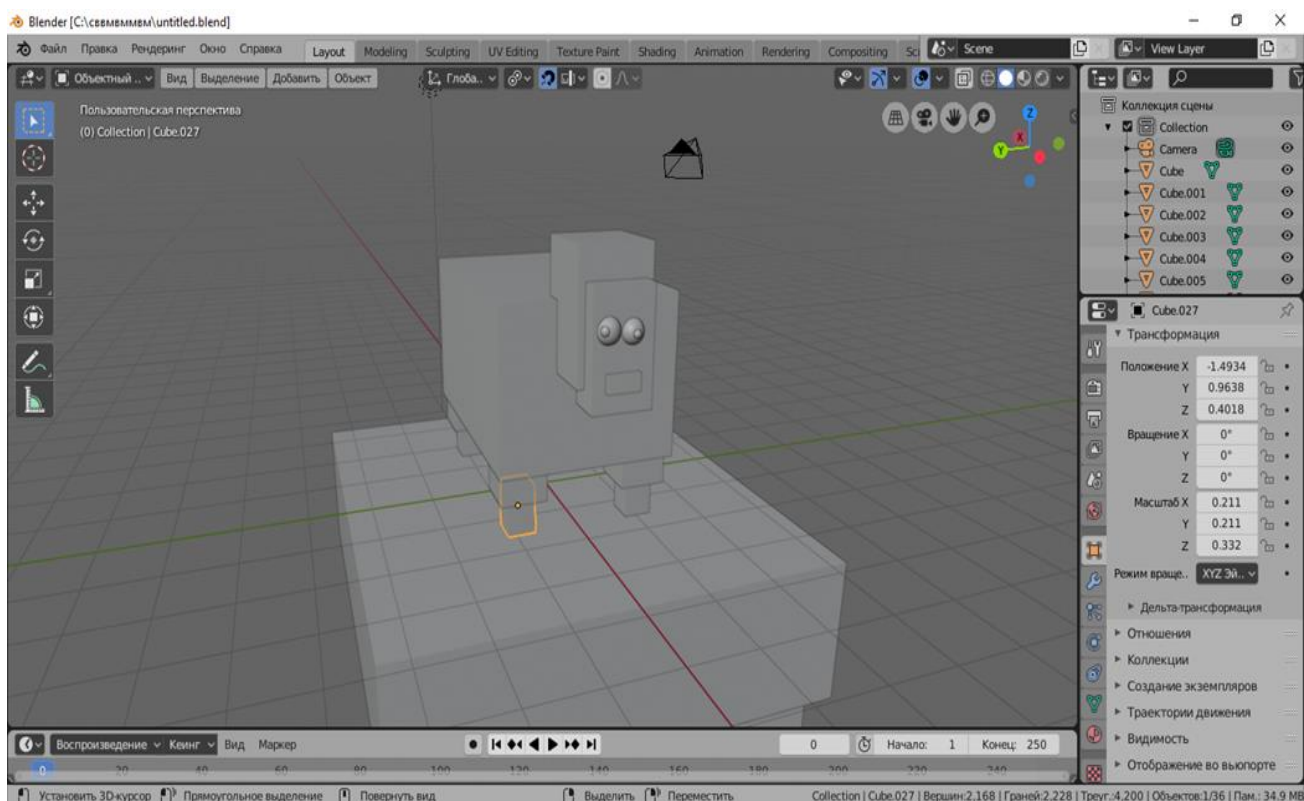


Медицина. Ученые из Корнельского университета распечатали хрящевой «корсет» человеческого уха. В качестве «3D чернил» использованы смешанные с гелем клетки ребра пациента.

Meshmixer



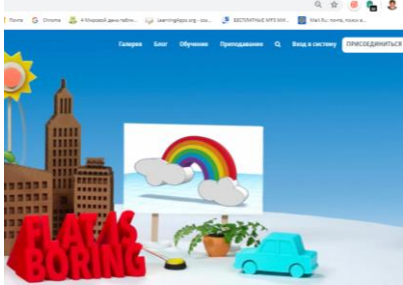
Blender



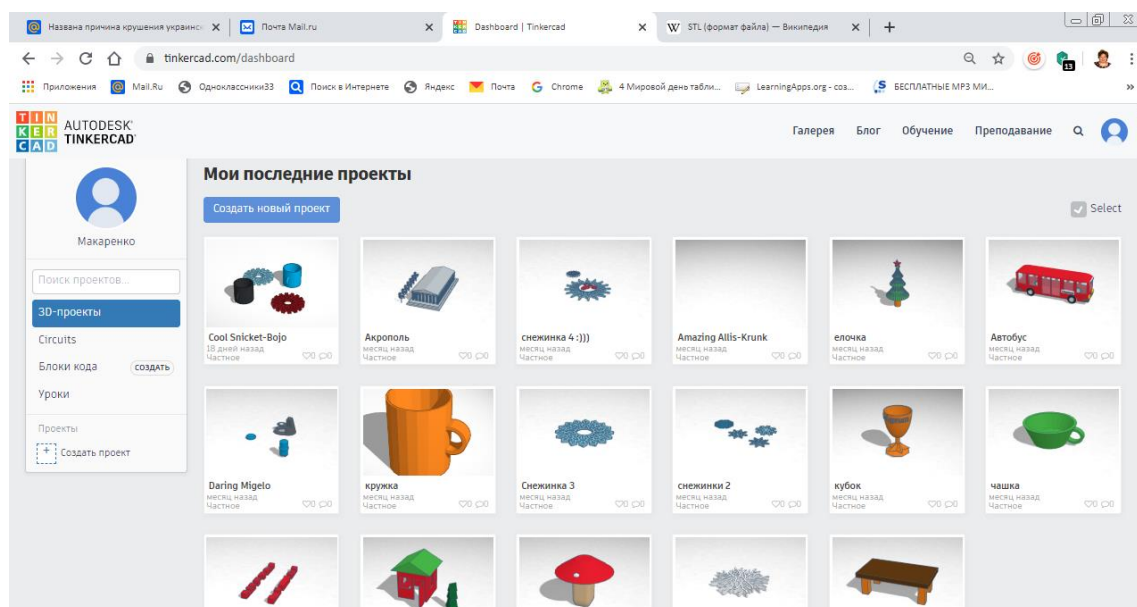
Tinkercad. С чего начать?

Пользоваться 3D-редактором tinkercad не сложно. Интерфейс программы прост, понятен и дает возможность новичку, не владеющему особыми знаниями в моделировании, освоить редактор и создавать прекрасные модели.

Заходим на сайт www.tinkercad.com

	<div><div><div>Начать редактирование</div><div>Как вы будете использовать Tinkercad?</div><div>В школе?</div><div>Преподавателям следует начать работу здесь</div><div>Учащимся следует присоединиться к классу</div><div>Самостоятельно</div><div>Создать персональную учетную запись</div><div>Уже есть учетная запись? Войти</div></div><div><div>Начать редактирование</div><div>Как создать учетную запись?</div><div>Зарегистрироваться с помощью адреса эл. почты</div><div>Вход с помощью учетной записи Google</div><div>Дополнительные параметры входа...</div><div>Уже есть учетная запись? Войти</div></div></div>	<div><div>Создать учетную запись</div><div>Адрес электронной почты</div><div>Пароль</div><div><input type="checkbox"/> Принимаю Условия обслуживания Tinkercad и Заявление о конфиденциальности Autodesk</div><div>СОЗДАТЬ УЧЕТНУЮ ЗАПИСЬ</div><div>УЖЕ ЕСТЬ УЧЕТНАЯ ЗАПИСЬ? ВОЙДИТЕ В СИСТЕМУ</div><div>Учетная запись для доступа ко всем ресурсам Autodesk</div><div>ПОДРОБНЕЕ</div></div>
<p>Присоединиться</p> <p>Указываем свою страну и дату рождения. Нажимаем далее.</p>	<p>Три варианта входа: как учитель, как ученик (пароль дает учитель) или создать персональную учетную запись.</p> <p>Зарегистрироваться с помощью адреса электронной почты</p>	<p>Указываем адрес своей электронной почты и пароль. Нажимаем «Создать учетную запись».</p>

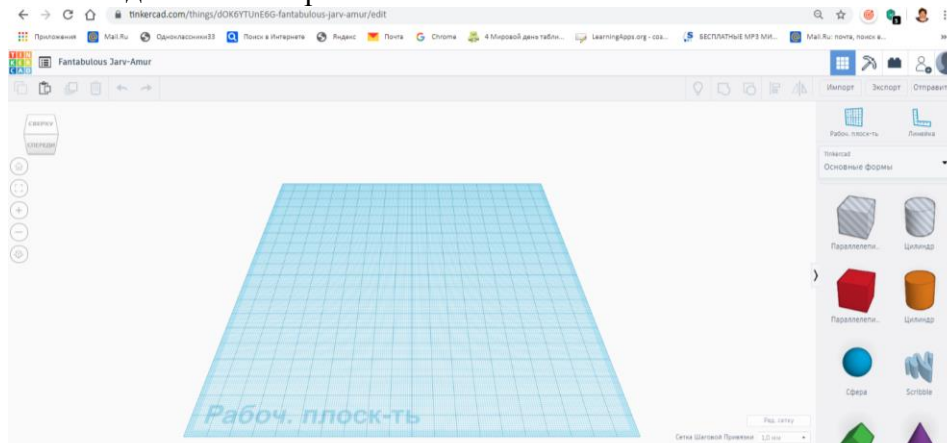
Открывается личный кабинет.



Панель управления:

- **Классы** – особенности сайта
- **Преподавание** – уроки по интерфейсу сайта
- **Галерея** – галерея с созданными работами других пользователей
- **Блог** – блог с новостями по сайту
- **Обучение** - здесь вы можете пройти основные уроки по использованию сайта.

Нажимаем на создать новый проект.



- **Избранный** – здесь находятся ваши любимые фигуры, которые отмечаются звездочкой в углу фигуры
- **Создать** – загружайте 2D и 3D-модели с ПК
- **Генераторы формы** – модели, созданные другими людьми, которыми вы можете пользоваться
- **Помощник** – ваш помощники в создании модели: линейка и рабочее поле



Также можно поменять цвет и оттенок геометрической фигуры.

Нажимая на **Цвета**, у нас появляется палитра цветов. Мы можем выбрать любой цвет из предложенных или же создать свой собственный нажав на **Пользовательские**.

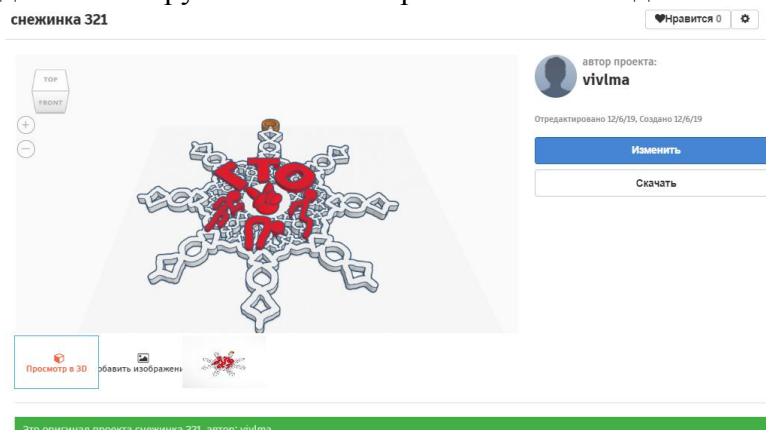
Вверху слева расположено меню **Копировать, Вставить, Дублировать, Удалить, Отменить, Повторить**.

В левой части рабочей области расположено вертикальное меню вида:

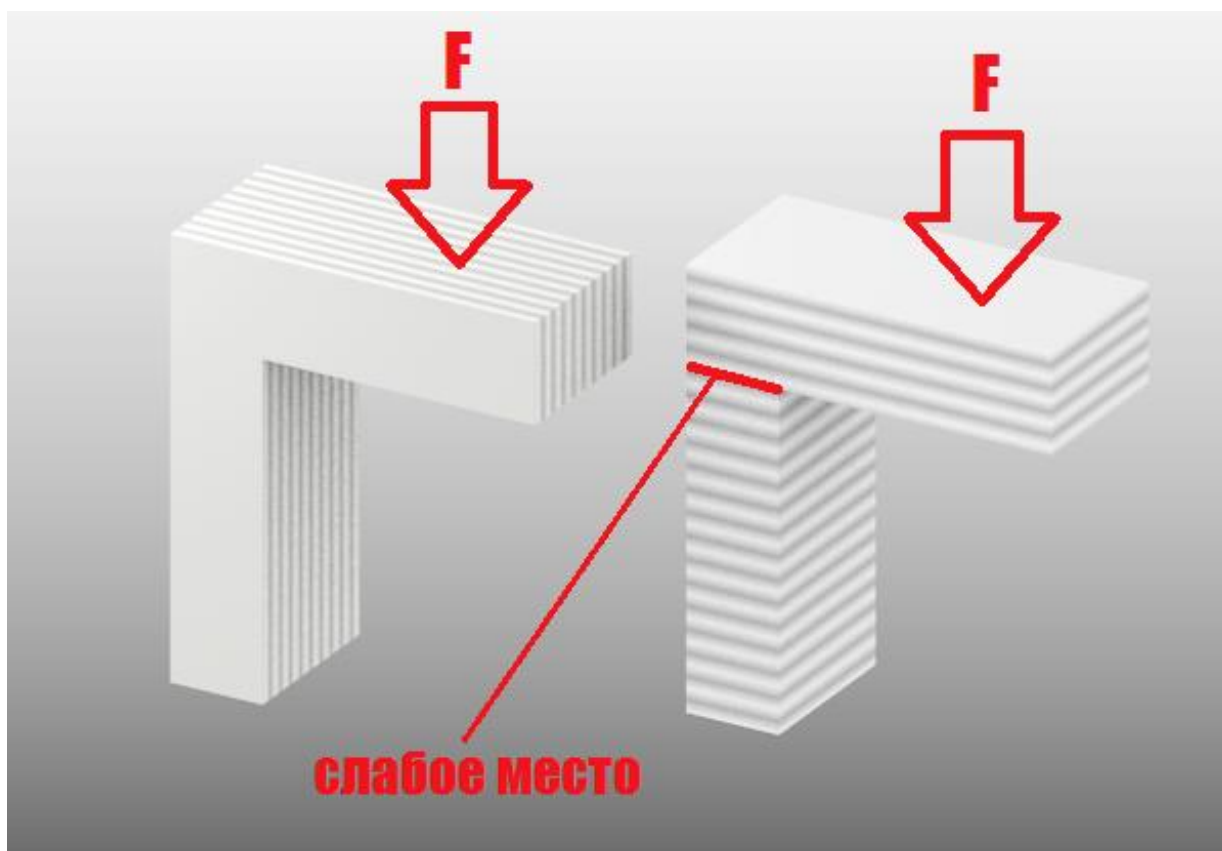
Исходный вид — возвращает камеру в первоначальное положение.

Вписать в вид — приблизить камеру к объекту. **Увеличить** — приблизить камеру.

Уменьшить — отдалить камеру. **Вкл/выкл** - ортогональный вид.



Прочность слоев печати.



От того как приложена сила относительно слоёв зависит прочность напечатанной детали. В данном случае для правой «Г» достаточно будет небольшой силы, чтобы сломать её.

ГЛОССАРИЙ

Аддитивное производство (АП, от англ. *Additive Manufacturing* — AM), **Аддитивные технологии** (АТ), **фаббер-технологии** англ. *fabber technology*), также распространено наименование **3D-печать** — группа технологических методов производства изделий и прототипов, основанная на поэтапном формировании изделия путём добавления материала на основу (платформу или заготовку).

Анализ - это мысленное расчленение предмета или явления на образующие их части, т. е. выделение в них отдельных частей, признаков и свойств.

Браузер, или **веб-обозреватель** (от англ. *web browser*, МФА) — прикладное программное обеспечение для просмотра страниц, содержания веб-документов, компьютерных файлов и их каталогов; управления веб-приложениями; а также для решения других задач.

Деламинация — расщепление на слои.

Калибровка измерительных приборов — установление зависимости между показаниями средства измерительной техники и размером измеряемой (входной) величины.

Кулер (англ. *cooler* — охладитель) или охладитель — в применении к компьютерной тематике — название системы воздушного **охлаждения** — совокупность вентилятора с радиатором

Ламинирование полиграфической продукции — это покрытие полиграфической продукции плёнкой. Основное назначение ламинирования — защита изображения от различных внешних воздействий.

Операцио́нная систе́ма, сокр. **ОС** (англ. *operating system*, OS) — комплекс взаимосвязанных программ, предназначенных для управления ресурсами компьютера и организации взаимодействия с пользователем.

Прототипирование (англ. *prototyping* от др.-греч. *πρῶτος* — первый и *τύπος* — отпечаток, оттиск; первообраз) — быстрая «черновая» реализация базовой функциональности для анализа работы системы в целом. На этапе

прототипирования малыми усилиями создается работающая система (возможно неэффективно, с ошибками, и не в полной мере). Вовремя прототипирования видна более детальная картина устройства системы.

Примитивы – простые объекты.

Приводной ремень — элемент ременной передачи, рабочая деталь машин и механизмов, которая служит для передачи крутящего момента. Передача крутящего момента происходит за счёт сил трения или сил зацепления (зубчатые ремни).

Прототип – реальный объект для создания образа литературного героя.

Система автоматизированного проектирования — автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности. Также для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура **САПР**.

Слайсер - электронож, гастрономическая машина. (**slicer**)– это устройство для нарезки гастрономических товаров (мясных и колбасных изделий, овощей, сыра, хлебобулочных товаров) с определенной толщиной (от 1 до 16 мм).

Слайсинг - это скользящий срез.

Трёхмерная графика — раздел компьютерной графики, посвящённый методам создания изображений или видео путём моделирования объемных объектов в трёхмерном пространстве.

Филамент (англ. **filament**) - нить

Шаблон — в технике, пластина (лекало, трафарет и т. п.) с вырезами, по контуру которых изготавливаются чертежи или изделия, либо инструмент для измерения размеров.

Шаговый двигатель - это бесколлекторный синхронный двигатель, ротор которого совершает дискретные перемещения (шаги) определенной величины с фиксацией положения ротора в конце каждого шага.

Autodesk, Inc. (NASDAQ: ADSK) — компания, крупнейший в мире поставщик программного обеспечения для промышленного и гражданского строительства, машиностроения, рынка средств информации и развлечений.

Linux ([ˈlɪnəks], *Линукс*) — семейство Unix-подобных операционных систем на базе ядра Linux, включающих тот или иной набор утилит и программ проекта GNU, и, возможно, другие компоненты.

Mac OS (Macintosh Operating System) — семейство проприетарных операционных систем производства корпорации Apple. Разработана для линейки персональных компьютеров Macintosh.

Secure Digital Memory Card (SD) — формат карт памяти (флеш-память), разработанный SD Association (SDA) для использования в портативных устройствах.

STL (от англ. stereolithography) — формат файла, широко используемый для хранения трёхмерных моделей объектов для использования в аддитивных технологиях.