

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»**

«НОБЕЛЕВСКИЕ НАДЕЖДЫ КНИТУ - 2020»

Номинация « IT-технологии»

Творческая работа

«3d-принтер: от модели до станка»

Выполнил: Мухатдинов Ярослав Матвеевич

ученик 9 «Б» класса

МБОУ «Лицей»

г. Арзамаса

Руководитель:

Панкратов Александр Александрович

(учитель технологии МБОУ «Лицей г. Арзамаса)

Казань, 2019 (20)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Основная часть	4
Глава 1 Конструкция 3d-принтера	
1.1 История технологии трехмерной печати	4
1.2 Технология послойного направления	5
1.3 Конструкция 3d-принтера	7
1.4 Принцип работы принтера	8
1.5 Материалы изготовления	8
1.6. Анализ возможных идей. Выбор оптимальных идей.	9
1.7. Технические требования:	9
Глава 2 Практическая часть	
2.1 Разработка 3d-модели принтера	10
2.2 Разработка принципиальной электронной схемы	10
2.3 Выбор технологии изготовления 3d-принтера	11
2.4. Инструменты и приспособления	11
2.5. Точность выполнения операций	11
2.6 Сборка и отладка	12
Глава 3. Экономическая оценка проекта	12
Глава 4. Экологическая оценка проекта	12
Заключение	13
Интернет источники	13
Приложение 1. Чертежи	14
Приложение 2. Комплектующие	21
Приложение 3. Принципиальная схема	22

Введение

Современная промышленность требует малых сроков для проектирования и изготовления деталей машин и механизмов. Во время процесса разработки деталь изготавливается как опытный образец. Опытный образец проверяется, выявляются его недостатки. Затем исправляются чертежи детали, и она изготавливается снова. Во время этого процесса деталь может изготавливаться до 10 раз, а иногда и более. Изготовление деталей из металла достаточно дорогой и длительный процесс. Для сокращения сроков разработки можно изготавливать опытные образцы из пластика с использованием 3D-принтера. Кроме того изготовление нестандартных деталей, единичных образцов деталей также можно выполнить гораздо быстрее и дешевле с использованием 3D-принтера.

Актуальность темы заключается в том, что с применением технологии 3d-печати процесс разработки и прототипирования изделий занимает меньше времени и снижает затраты в производстве и освоении новой продукции. 3D-принтер может использоваться для изготовления опытных образцов деталей, нестандартных деталей и конструкций для промышленности и исследовательских лабораторий.

Цель работы: разработать и изготовить 3d-принтер.

Задачи:

1. изучить устройство всех необходимых деталей для изготовления 3d-принтера;
2. разработать конструкцию 3d-принтера;
3. Изготовить конструкционные детали;
4. собрать 3d-принтер;
5. произвести настройку прошивки платы управления;
6. провести тестирование и оценку эффективности работы 3d-принтера.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Глава 1. КОНСТРУКЦИЯ 3D-ПРИНТЕРА

1.1. История технологии трехмерной печати.

3D-принтер — станок с числовым программным управлением (ЧПУ), использующий метод послойного создания детали. 3D печать является разновидностью аддитивного производства и обычно относится к инструментам быстрого прототипирования. [3]

3D печать ведёт свою историю с 1948 года, когда американец Чарльз Халл разработал технологию, которая позволяет из фотополимеров в жидком состоянии под действием лазера выращивать трехмерные объекты. И только в 1986 г. он получил патент на свое изобретение. В том же году он основал компанию «3D System» и приступил к разработке первого промышленного устройства для трёхмерной печати, которое было представлено общественности год спустя, в 1987 году.

Создав свой первый принтер и основав компанию 3D Systems, оборот которой теперь измеряется сотнями миллионов долларов, Халл положил начало целой отрасли.

Первые потребительские принтеры от компании 3D Systems появились в начале 2012 года. Они были в несколько десятков раз меньше и легче своих «предков».

Чарльз Халл был не единственным изобретателем, который экспериментировал с технологиями 3D печати. Наряду со стереолитографией развивались и другие технологии трёхмерной печати.

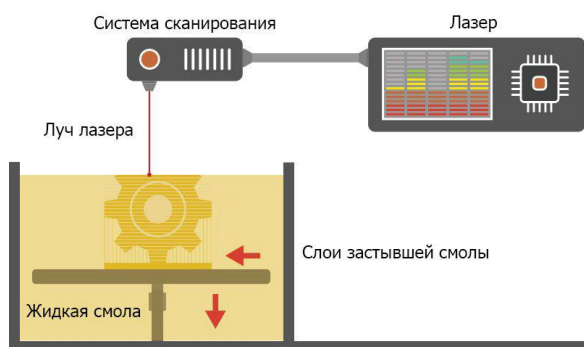
Сегодня 3D-принтеры больше не кажутся машинами из фантастических фильмов или романов. Они стали реальностью и приносят человечеству большую пользу. За 3D-принтерами будущее техники и науки. [1]

1.2. Технология послойного направления

3D-печать может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания («выращивания») твёрдого объекта. [3]

Стереолитография (StereoLithography Apparatus, SLA)

В качестве материала для печати используется жидкий фотополимер с добавлением специального реагента-отвердителя, который становится твердым под воздействием ультрафиолетового лазера.

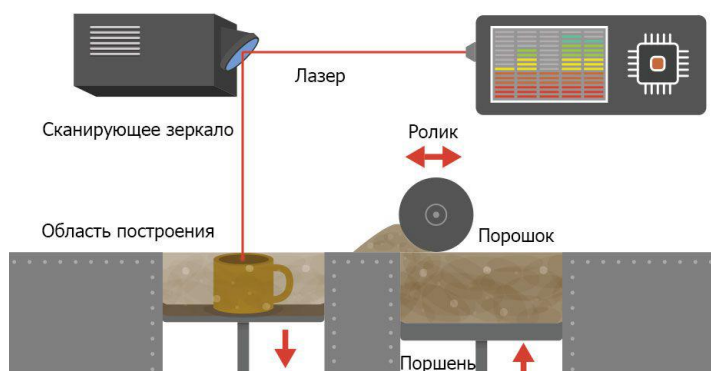


Лазер не может сразу создать всю модель в толще полимера, отвердевание смеси происходит последовательно тонкими слоями. Подвижная подложка с отверстиями с помощью

микролифта-элеватора погружается в фотополимер на толщину одного слоя, затем лазерный луч засвечивает области, подлежащие отверждению, подложка погружается еще на толщину одного слоя, вновь работает лазер.

Выборочное лазерное спекание (Selective Laser Sintering, SLS)

Технология печати похожа на Стереолитографию, только вместо жидкости используется порошок, тонкими равномерными слоями распределяемый в горизонтальной плоскости, а потом лазерный луч спекает участки, подлежащие отверждению на данном слое модели.



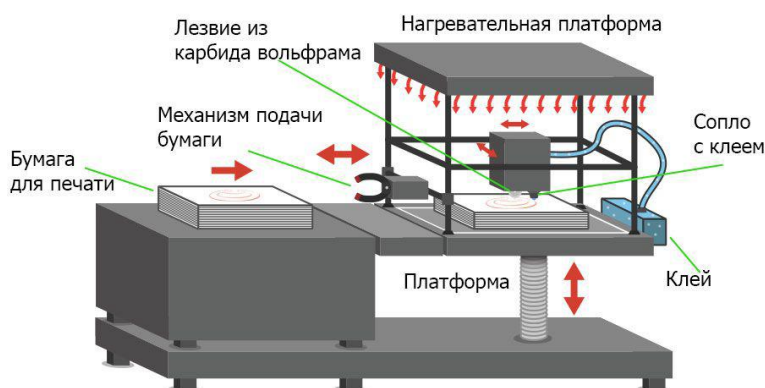
Исходные материалы могут быть самые разные: металл, пластик, керамика, стекло, литейный воск. Порошок наносится и разравнивается по поверхности рабочего стола

специальным валиком, который при обратном проходе удаляет излишки порошка. Затем работает мощный лазер, спекающий частицы друг с другом и с

предыдущим слоем, после чего стол опускается на величину, равную высоте одного слоя.

Послойное склеивание (Laminated Object Manufacturing, LOM)

Тонкие листы материала раскраиваются лазерным лучом или специальным лезвием, а потом соединяются между собой. Для создания 3D-моделей может использоваться не только пластик, но даже бумага, керамика или металл.

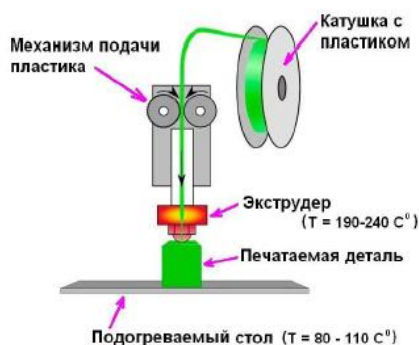


Каждый новый слой крепится к предыдущему при помощи клея. Большие слои клея наносятся в области, которая является частью модели, и меньше клея наносится в областях,

служащих поддержкой модели, что обеспечивает достаточно легкое их удаление впоследствии.

Послойное наплавление (Fusing Deposition Modeling, FDM)

Для изготовления очередного слоя термопластичный материал нагревается в печатающей головке до полужидкого состояния и выдавливается в виде нити через сопло с отверстием малого диаметра, оседая на поверхности рабочего стола (для первого слоя) или на предыдущем слое, соединяясь с ним.



Технология послойного наплавления

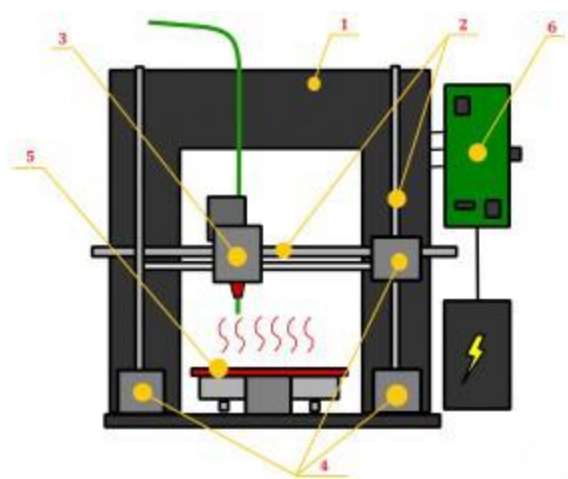
Головка перемещается в горизонтальной плоскости и постепенно «рисует» нужный слой — контуры и заполнение между ними, после чего происходит вертикальное перемещение (чаще всего опусканием стола, но есть модели, в которых приподнимается головка) на толщину слоя и процесс повторяется до тех пор,

пока модель не будет построена полностью.

FDM — самая распространенная технология 3D-печати в мире.[4] С ее помощью выращивают изделия, как дешевые домашние принтеры, так и промышленные системы высокоточной 3D-печати. Принцип построения по технологии FDM заключается в послойном выращивании изделия из предварительно расплавленной пластиковой нити.

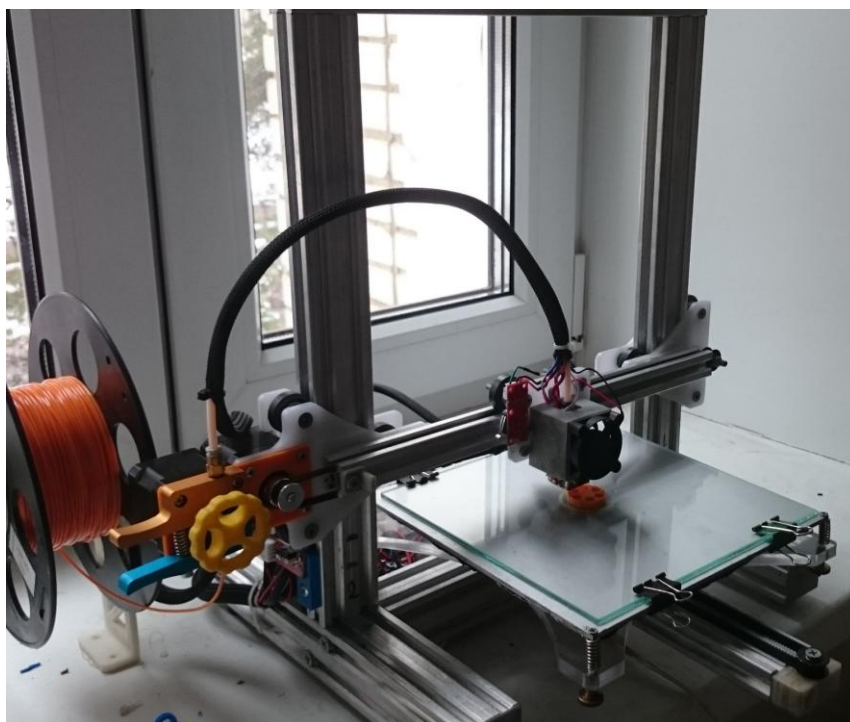
1.3 Конструкция 3d-принтера

Принтеры использующие, разные технологии, имеют различное устройство. Рассмотрим конструкцию 3D-принтера на примере принтера, печатающего методом послойного наплавления. Схематично конструкция принтера изображена на следующем рисунке.

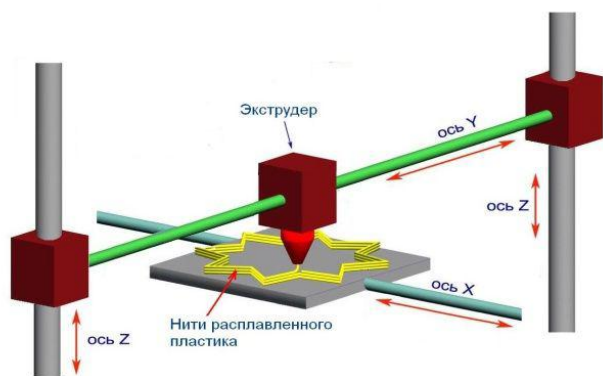


Принтер состоит из корпуса (1), закрепленных на нем направляющих (2), по которым перемещается печатающая головка (3) с помощью шаговых двигателей (4), рабочего стола (5), на котором выращивается изделие и всё это управляется электроникой (6).

А вот так выглядит принтер вживую:



1.4 Принцип работы принтера



Принцип работы принтера заключается в послойном нанесении расплавленного пластика на стол. При этом могут двигаться сам стол (перемещение по оси X) и каретка с экструдером (по оси Y). Таким образом, создается один слой

трехмерной модели. После того как слой полностью напечатан экструдер перемещается вверх (по оси Z) и принтер укладывает следующий слой. И так до тех пор, пока не будет создана вся деталь. Конструкция принтера очень проста. Все детали принтера закреплены на несущей раме. Перемещающиеся части приводятся в движение с помощью ремней и шаговых двигателей. Для облегчения перемещения частей принтера использованы направляющие и ролики. На раме также закреплено специальное устройство для подачи пластика в печатающую головку (экструдер). Вертикальные перемещения осуществляются с помощью вращающихся винтов.

1.5 Материалы изготовления

Рама принтера изготовлена из конструкционного профиля различного сечения. Данный профиль был выбран из-за высокой точности и простоты соединений деталей между собой. При использовании данного профиля можно легко осуществить подвижные роликовые соединения.

Для приведения в движение каретки экструдера и нагревательного стола были использованы моторы Nema17 и ременная передача.

Крепежные детали и каретка экструдера были разработаны и напечатаны на 3d-принтере. Основание стола разработано и вырезано на ЧПУ фрезере из оргстекла толщиной 5 мм. Данные способы изготовления деталей были выбраны из-за низких временных и материальных затрат, а также возможности оперативного внесения изменений в конструкцию.

Стол для печати был выбран размерами 214 мм * 214 мм с подогревом для возможности печати не только PLA-пластиком, но также и инженерными пластиками, для которых необходимо наличие подогрева стола.

При выборе экструдера выбор пал на модель MK8, так как это достаточно распространенный стабильно работающий экструдер и найти его не составило сложностей.

«Мозгами» для принтера является плата управления MKS 1.0. Это удобная плата с возможностью смены драйверов шаговых двигателей без больших трудо- и времязатрат.

1.6. Анализ возможных идей. Выбор оптимальных идей.

Мной было рассмотрено несколько вариантов изготовления принтера. Точнее несколько вариантов его кинематики: core ху и, так называемая, «дрыгостол». Мой выбор пал на последнюю, так для нее требуется существенно меньше материалов при изготовлении и имеет более простую конструкцию, чем core ху.

Первый полноценно работающий вариант 3d-принтера был достигнут в 2018-2019 учебном году. В ходе практического тестирования, получения новых знаний и возможности поработать на станке ЧПУ лазером мной были внесены некоторые конструктивные изменения:

- перенесен блок подачи пластика на подвижную направляющую ось X;
- изготовлено новое крепление стола для увеличения жесткости;
- полностью переработана каретка экструдера;
- улучшен кабель менеджмент

Это позволило улучшить качество печати, т.к. были устранены люфты осей.

1.7. Технические требования:

Технические требования к принтеру были поставлены следующие:

- зона печати 200 x 200 x 200 мм;
- высокая точность печати по всем осям (не более 0,1 мм);
- возможность печати различными видами пластика (нейлон и петд);
- низкий уровень шума при работе.

Глава 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Разработка 3d-модели принтера

За основу при разработке принтера была взята популярная модель 3d-принтера Ender 3. Но при поиске чертежей данного устройства возникла проблема, а именно их полнейшее отсутствие. Было принято решение о создании собственной разработки 3d-принтера. Для воплощения идеи в жизнь были применены способы по 3d-моделированию и прототипированию. Модели деталей 3D-принтера выполнены в программе SolidWorks2017.

Данный способ позволил сократить временные промежутки по созданию и разработке деталей, а также резко снизить стоимость этого процесса. Так после бесчисленного количества пробных деталей и солидного количества переведенного пластика была разработана и воплощена в «железе» моя разработка 3d-принтера.

Первоначально было два возможных варианта прижима роликов: это прижим при помощи смещения центрального ролика в прорези и прижим при помощи эксцентрикового зажима. Распечатав несколько пробных моделей было принято решение об использовании эксцентрикового зажима. Этот вариант был признан более легким в настройке.

2.2 Разработка принципиальной электронной схемы

Принципиальная схема подключения 3d-принтера была выполнена в программе EasyEDA (Приложение 2). Электронная начинка, как уже говорилось выше, выполнена на базе платы MKS 1.0. По итогам испытаний эта плата показала высокую работоспособность и удобство в использовании.

Материнская плата принтера выполнена на базе микроконтроллера ATMEGA 2268, средой разработки которого является Arduino IDE, в которой, при желании, может разобраться каждый и создавать различные крутые проекты.

Программой управления была взята открытая прошивка Marlin, которая имеет простую систему настроек и их корректировку.

2.3 Выбор технологии изготовления 3d-принтера

Технологией изготовления в основном являются технологии ЧПУ, что обеспечивает высокую точность изготовленных деталей и низкое время трудозатраты, что так же понижает их конечную стоимость и убыстряет создание конечного продукта. Большинство деталей были созданы на имеющемся 3d-принтере, так как я счел это более эффективным способом, чем изготавливать все эти детали вручную. Если принтера нет, то можно обратиться в сервисный центр по 3d-печати и лазерной резке, что облегчает создание нового и необычного.

2.4. Инструменты и приспособления

При изготовлении принтера применяются следующие инструменты и приспособления:

- станок с ЧПУ лазер;
- станок с ЧПУ фрезер;
- 3d-принтер;

ручной инструмент:

- плоскогубцы, ножовка, напильник, отвертка

а так же электроинструмент:

- паяльник набор для пайки (припой и флюс)
- дрель;
- шуруповёрт;
- кусачки.

2.5. Точность выполнения операций

Конструкционные детали были выполнены с высокой точностью, за счет использования станков с ЧПУ. Последующая сборка и настройка принтера, так же требовали высокого уровня точности и образного представления конечного изделия.

2.6 Сборка и отладка

После разработки общей концепции принтера и продолжительного процесса корректировки моделей была с начало собрана направляющая по оси Z, после чего была изготовлена каретка для движения по ней. В данной каретке совмещены направляющая оси Y, на которой расположилась каретка экструдера, а также шаговой мотор для её передвижения. После отладки и осознания допущенных ошибок была создан подвижный нагревательный стол, при исполнении которого было допущено гораздо меньше ошибок из-за уже накопленного опыта по созданию другой каретки.

Глава 3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТА

Стоимость изготовленного изделия в основном определяется затратами на материалы: профиль, электроника, подогреваемый стол, шаговые двигатели, а так же более мелкие расходы на крепеж, припой и электроэнергию.

При условии приобретения всех материалов, без учета оплаты затрат на электроэнергию, заработной платы, которую я себе не плачу себестоимость принтера составила **9 581,6** рублей

Глава 4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТА

В целом мой проект способствует сохранению экологии, так как при использовании технологий 3д-моделирования и прототипирования используется гораздо меньше материала, чем при традиционном производстве, а это сокращает расходы металла и других ценных ископаемых планеты Земля.

Многих волнует то, что при плавлении пластика выделяется вредные газы, я изучил этот вопрос и могу с уверенностью сказать, что при 3д-печати выбросы отсутствуют полностью, так как вредные газы образуется только при горении пластика, но не при его плавлении.

На основании вышеизложенного считаю, что изготовление и использование 3д-принтера не влечет за собой изменений в окружающей среде, нарушений в жизнедеятельности человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При создании принтера доказали свою жизнеспособность и высокую эффективность методы по 3d-моделированию и прототипированию, что значительно ускорило и упростило процесс создания моего принтера, а так же значительно сократило стоимость на его разработку. По результату проделанной работы могу сказать, что данные методы достаточно эффективны для применения не только для работы над школьными проектами, но и на промышленном профессиональном производстве, при использовании которых на данных предприятиях, сроки и стоимость этапа разработки будет значительно удешевлена и оптимизирована.

ИНТЕРНЕТ ИСТОЧНИКИ

1. История создания современных 3D-принтеров
<https://www.iscons.ru/%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F-%D1%81%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85-3d-%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5/>
2. 3d-принтер: история создания машин будущего
<http://yun.moluch.ru/archive/1/64/>
3. Википедия 3d-принтер <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/3D-%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80>
4. Что делать если ABS деталь отрывается при печати. –
<http://prn3d.ru/stati/pechatna-3d-printere/abs-otlipaet.html>