

## Твердотельное моделирование в Fusion 360 для 3D печати

*Болтовский Гавриил Александрович*

*Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема*

*Студент*

### Аннотация

Целью данной статьи является создание 3D модели в среде автоматизированного проектирования с последующей её печатью на 3D принтере. Для моделирования используется Fusion 360. Результатом исследования станет готовая деталь с подробным описанием всех этапов её создания.

**Ключевые слова:** Fusion 360, 3D моделирование, 3D печать

## Solid Modeling in Fusion 360 for 3D Printing

*Gavriil A. Boltovskiy*

*Sholom-Aleichem Priamursky State University*

*Student*

### Abstract

The purpose of this article is to create a 3D model in a computer-aided design environment, with a print of its printing on a 3Dter. For modeling, Fusion 360 is used. The result of the study will be a finished part, with a detailed description of all stages of its creation.

**Keywords:** keyword, keyword, keyword

### 1. Введение

#### 1.1 Актуальность исследования

Сфера применения 3D печати огромна. С появлением большого количества потребительских 3D принтеров появилась необходимость в системах автоматизированного проектирования. Компания Autodesk [1] выпустила одно из решений - программное обеспечение Fusion 360, обладающее огромным функционалом, в том числе моделирование для 3D печати.

#### 1.2 Обзор исследований

В статье А.А. Холодилова, А.В. Яковлевой, М.В Пузыниной [2] рассматривается проблема деления 3D модели сложной формы на слои для последующей печати на 3D принтере. В своей статье они разрабатывают специальные алгоритмы для заполнения внутренней структуры 3D модели. Возможность внедрения 3D моделирования в образовательный процесс изучает в своей работе Н.Г.Павлов [3]. Он рассматривает создание

примитивов в программе «Компас-3D» и их последующую печать. В статье [4] И.Д. Задорожной, И.В. Ивановой показываются различия в разных подходах в 3D моделировании: полигональном и твердотельном. Кроме того, приводятся требования к детали, которая будет напечатана. Н.А. Евдокимова в своём исследовании [5] изучает особенности экспорта 3D моделей из разных сред автоматизированного проектирования. Особенности обучения 3D-технологиям в системе школьного образования рассматривают Д.М. Гребнева и А.Д. Тюшнякова [6], в частности, рассматривается процесс ведения проектной деятельности. Применение технологий 3D печати в строительстве рассматривается в статье О.В. Руденко и З.А. Есполовой [7], где приводится пример использования строительного принтера S-6045. С.Н. Матвеев в своей статье сравнивает разные типы пластика для 3D печати.

### 1.3 Цель исследования

Создать 3D модель, оптимизированной для печати.

### 1.4 Постановка задачи

Для достижения данной цели необходимо пройти все этапы твердотельного моделирования.

## 2. Моделирование и результаты

Печататься на 3D принтере будет корпус для устройства, имеющего три пары USB выходов. Корпус должен быть разборным. На рисунке изображены инструменты и USB порты, для которых нужно сделать корпус.

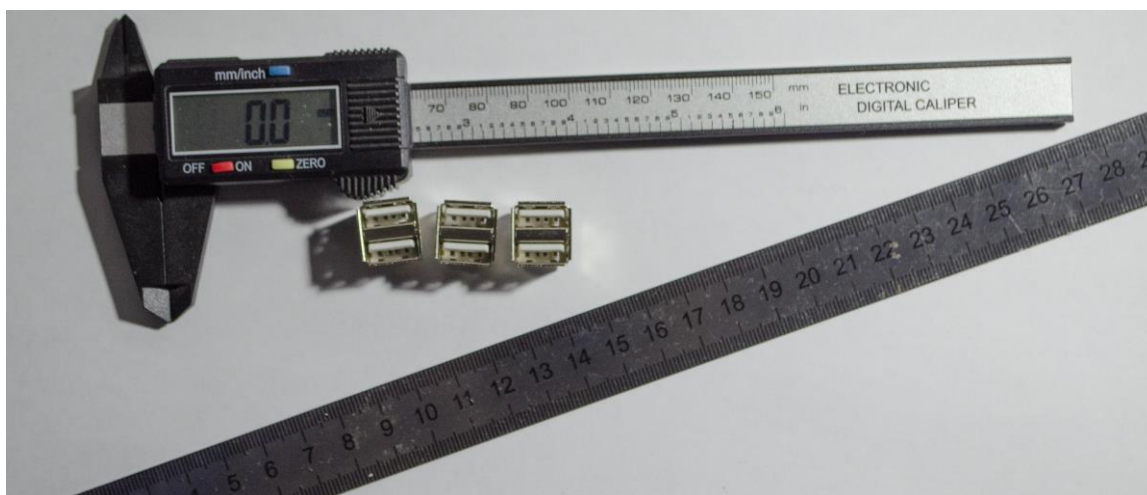


Рисунок 1 – USB порты, измерительный инструмент

Для произведения замеров, будет использоваться цифровой штангенциркуль, также для измерений будет использована линейка.

Autodesk Fusion 360 (AF360) является инструментом твердотельного моделирования. Это означает, что конечная деталь будет создана на базе простых тел (примитивов), линий, поверхностей. Это в корне отличается от полигонального моделирования, где посредством специальных

инструментов, происходит работа над точками (вершинами). Создание модели строится на создании примитива и последующего его усложнения. Можно выделить следующие этапы создания 3D модели:

1. Моделирование деталей, для которых следует создать модель (перенос существующих деталей в AF360);
2. Моделирование примитивов, вокруг существующих деталей;
3. Последовательное усложнение формы.

Рассмотрим более детально каждый из этапов.

### 2.1 Перенос существующих деталей в AF360

Корпус создаётся как бы вокруг трёх парных USB портов. Для достижения наибольшей точности их следует перенести в программу. Первоначальным примитивом для USB порта является параллелепипед. Для его создания создаётся скетч на какой-либо из плоскостей пространства, в скетче указывается длина и ширина порта. Затем он вытягивается по высоте, отдельно вытягиваются контакты порта (рис. 2)

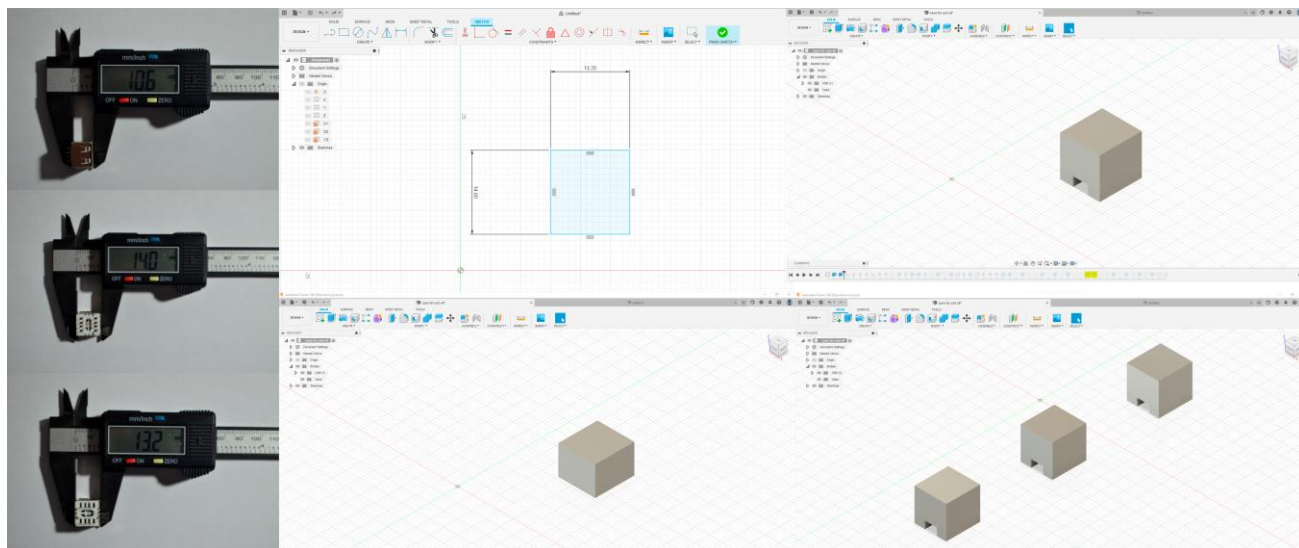


Рисунок 2 – USB порты в AF360

Особенностью этого этапа является простота переносимых деталей. Переносится только самая основная информация о детали: длина, ширина, высота, выпирающие части. Нет смысла переносить толщину стенок, каждый контакт порта, отверстия, потому что это неважно для последующего моделирования. Готовая модель одной детали копируется несколько раз, позиционируется как того требует проект.

В интерфейсе программы предусмотрена шкала-история. Она показывает какие инструменты были использованы, более того, по этой истории можно свободно перемещаться. Вернувшись назад, можно внести изменения, которые отразятся на конечном результате.

Для создания 3D модели портов USB сформировалась следующая шкала-история (рис. 3). На рисунке приведена расшифровка значков различных инструментов.

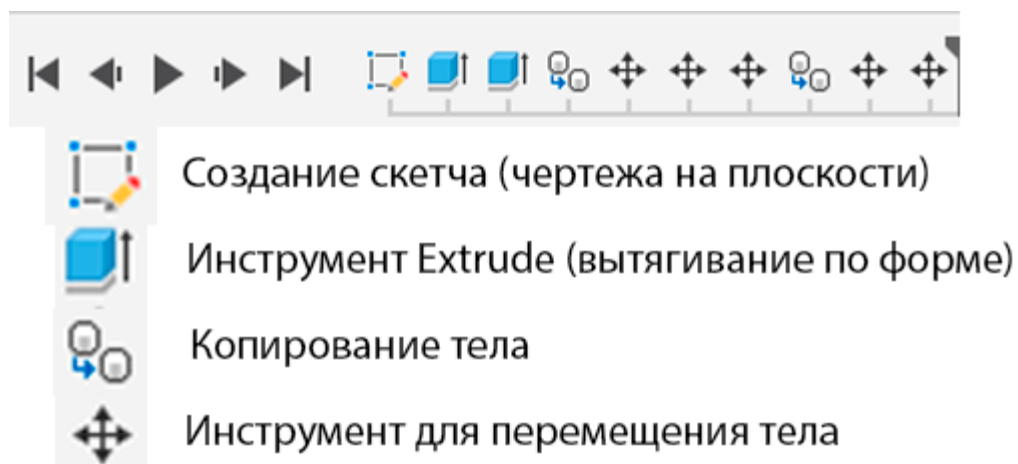


Рисунок 3 – Шкала-история USB портов

Для упрощения работы и последующей визуализации в рендер-модуле можно задать материал каждому телу. Для портов можно использовать любой металлический материал из предустановленных.

## 2.2 Моделирование примитивов, вокруг существующих деталей

На данном этапе снова создаётся скетч, но уже в поверхности, где находятся входы USB порта. В нем учитываются толщина стенок, поддержка по периметру порта. Полученные части поверхности вытягиваются, как того требует конструктивная задача. Так получается внешняя часть корпуса (рис. 4).

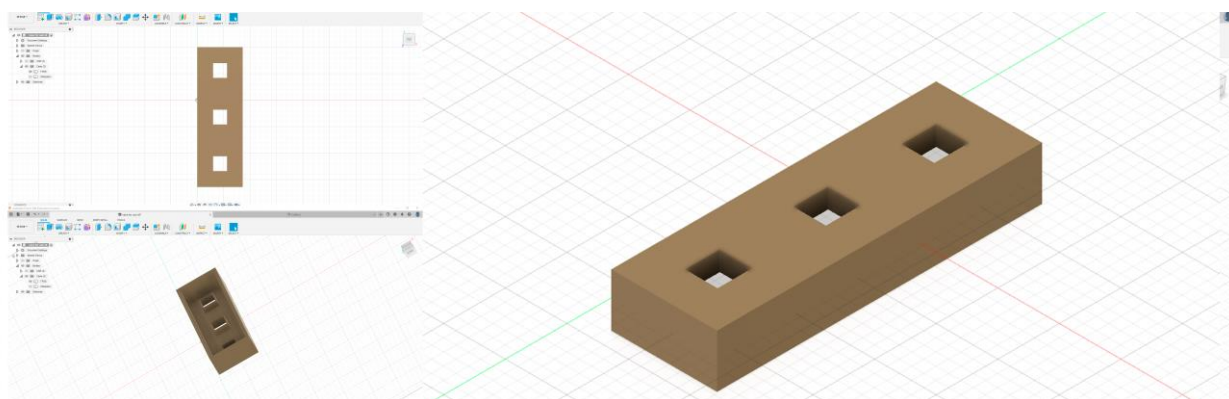


Рисунок 4 – Внешняя часть корпуса

Из того же скетча либо из нового вытягивается ещё одно тело – задняя часть корпуса. Она имеет Т-образную форму, чтобы фиксировать USB порты сзади. Она показана на рисунке (рис. 5)



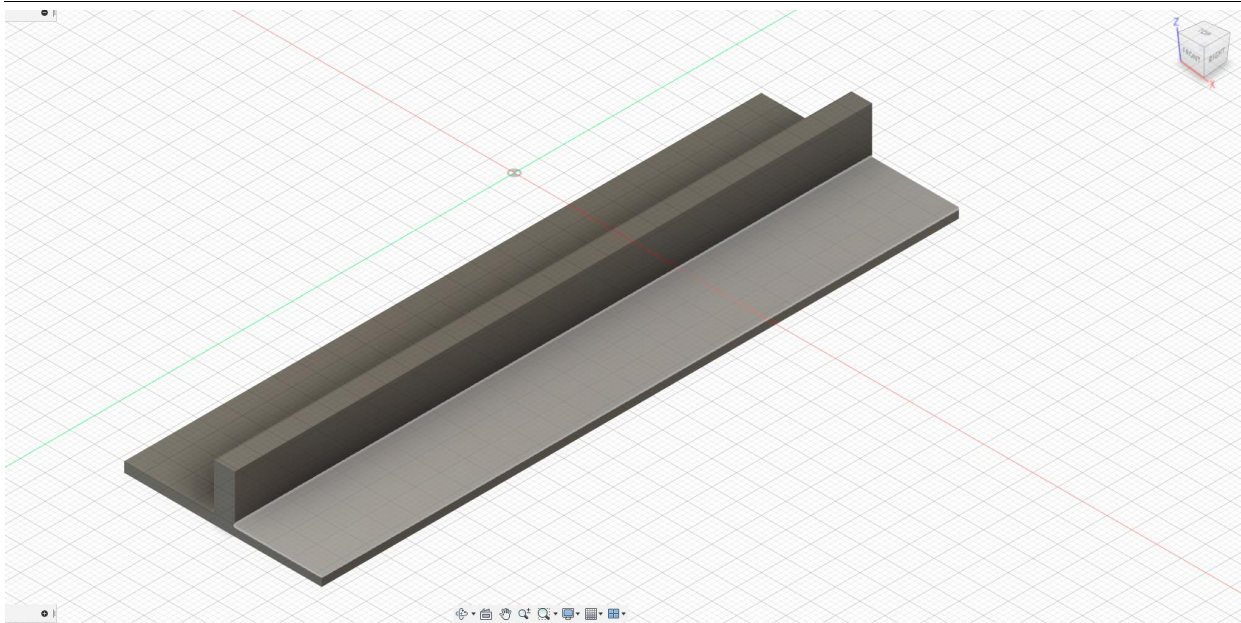


Рисунок 5 – Задняя часть корпуса

### 2.3 Усложнение формы

Важнейшим этапом является объединение всех деталей. На корпусе создаются специальные борты для крепления крышки, так же фронтальную часть корпуса можно скруглить для придания эстетичности конечному изделию. В задней части корпуса создаются отверстия, через которые будет проходить проводка. В стенках всего корпуса следует заложить закладные под проведение провода наружу. Под конкретную задачу следует так же создать крепления для всего корпуса. Конечный вид корпуса изображён на рисунке (рис 6)

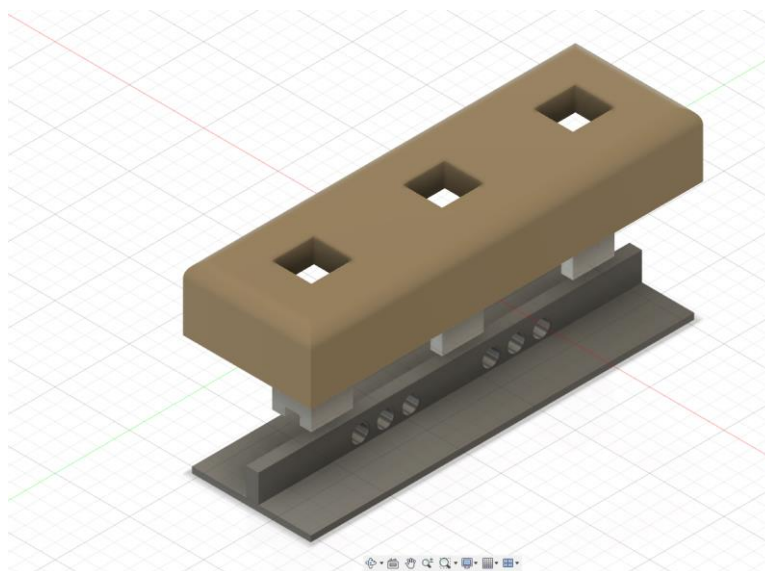


Рисунок 6 – Готовый корпус

AF360 поддерживает визуализацию детали. Можно запустить рендер, который покажет, как будет выглядеть конечное устройство. Изображения, полученные в результате рендера, можно увидеть на рисунке (рис. 7).

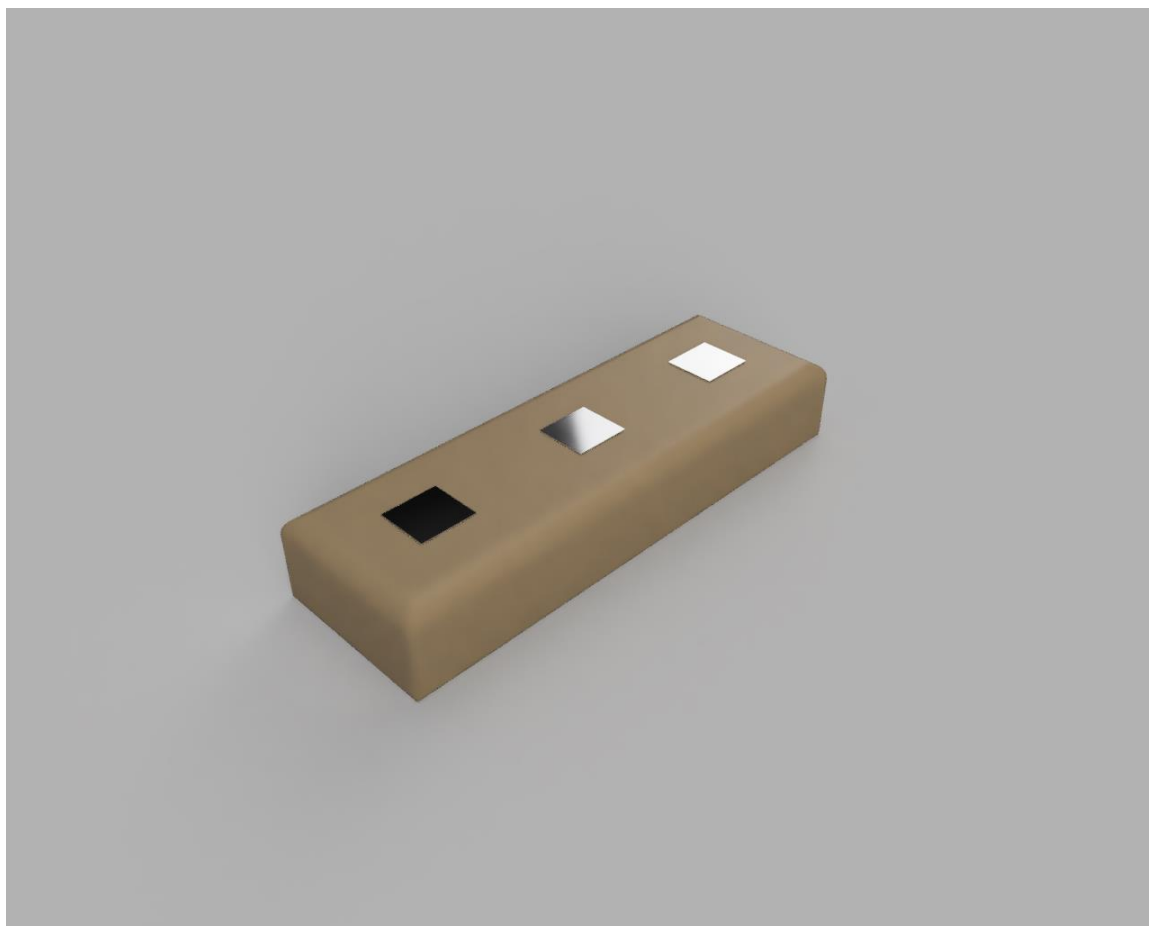


Рисунок 7 – Внешний вид корпуса

### **3 Оценка стоимости печати**

Стоимость печати данных деталей зависит от некоторых факторов: тип пластика, который будет использован при печати; процент заполнения внутреннего пространства детали; веса; стоимости доставки. Для оценки стоимости существуют различные онлайн сервисы [9]. Эти сайты часто принадлежат компаниям, занимающимся 3D печатью. Стоимость печати двух деталей обойдётся в 1518 рублей, без учёта доставки.

При работе с частными лицами вопрос стоимости сводится только к весу детали. Стоимость печати ABS пластиком составляет в среднем 5 – 7 рублей за грамм, то есть печать двух деталей обойдётся в 230-323 рубля.

Услуга 3D печати не является массовой, поэтому стоимость сильно отличается.

### **4 Выводы**

Таким образом, был создан корпус, который можно экспортировать из AF360 для последующей печати на 3D принтере. Была оценена его стоимость. Описанные принципы применимы к любому программному обеспечению для твердотельного моделирования.

**Библиографический список**

1. autodesk.ru. URL: <https://www.autodesk.ru/> (дата обращения: 6.01.2022).
2. Холодилов А.А., Яковлева А.В., Пузынина М.В. Моделирование технологии послойного деления трехмерной модели при 3D-печати изделий сложной формы // Вестник современных исследований. 2019. № 1.13 (28). С. 173-176. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36945074> (дата обращения: 6.01.2022).
3. Павлов Н.Г. Основы создания примитивов посредством 3D-моделирования и 3D-печати // Техническое творчество молодежи. 2019. № 3 (115). С. 28-34. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37750422> (дата обращения: 6.01.2022).
4. Задорожная И.Д., Иванова И.В. Виды моделирования и требования к моделям для 3D-печати // Вестник научных конференций. 2018. № 3-4 (31). С. 46-51. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35056025> (дата обращения: 6.01.2022).
5. Евдокимова Н.А. Исследование особенностей 3D моделирования и печати // Инженерный вестник Дона. 2019. № 5 (56). С. 24. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41163648> (дата обращения: 6.01.2022).
6. Гребнева Д.М., Тюшнякова А.Д. Использование технологий 3D-моделирования и печати в проектной деятельности обучающихся // Заметки ученого. 2019. № 7 (41). С. 54-57. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43170328> (дата обращения: 6.01.2022).
7. Руденко О.В., Есполова З.А. Моделирование конструкции для печати на строительном 3D принтере // Научный альманах ассоциации France-Kazakhstan, 2017. № 1. С. 41-47. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29767368> (дата обращения: 6.01.2022).
8. Матвеев С.Н. Моделирование изделий из полимерных материалов методом 3D-печати // Вестник технологического университета. 2015. № 1. С. 260-262. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23005165> (дата обращения: 6.01.2022).
9. Расчет стоимости 3д печати онлайн. URL: <https://printing-3d.online/3dcalculator> (дата обращения: 6.01.2022).