



Краевое государственное бюджетное профессиональное образовательное  
учреждение  
«Красноярский техникум промышленного сервиса»

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Применение аддитивных технологий при изготовлении изделия в машиностроительном  
производстве на примере модели автомобиля Lamborghini Aventador

Выполнил:  
обучающийся гр. АТ-93/94  
Аношко Антон  
Владимирович

Красноярск  
2022

# Цели и задачи на дипломную работу

Цель:

- Продемонстрировать возможности аддитивных технологий на примере создания тонкостенной модели корпуса автомобиля Lamborghini Aventador.

Задачи:

1. Обработка 3D модели автомобиля и в среде САПР.
2. Создание нового корпуса для замены сломанного корпуса радиоуправляемой модели.
3. Изучение свойств и прочностных характеристик тонкостенных бескаркасных изделий.

# Актуальность идеи

- Создание прототипов, моделей, некоторых частей и элементов автомобилей.
- Широкое применение аддитивных технологий: от реальных прототипов, для испытаний аэродинамических, ходовых и других возможностей, до игровых моделей автомобилей.



Рисунок 1 – Печать сложных изделий в автомобильной



Рисунок 2 – Сборка автомоделей.



# Модель автомобиля для печати

- В качестве модели для корпуса используется кузов всемирно известного суперкара Lamborghini Aventador.

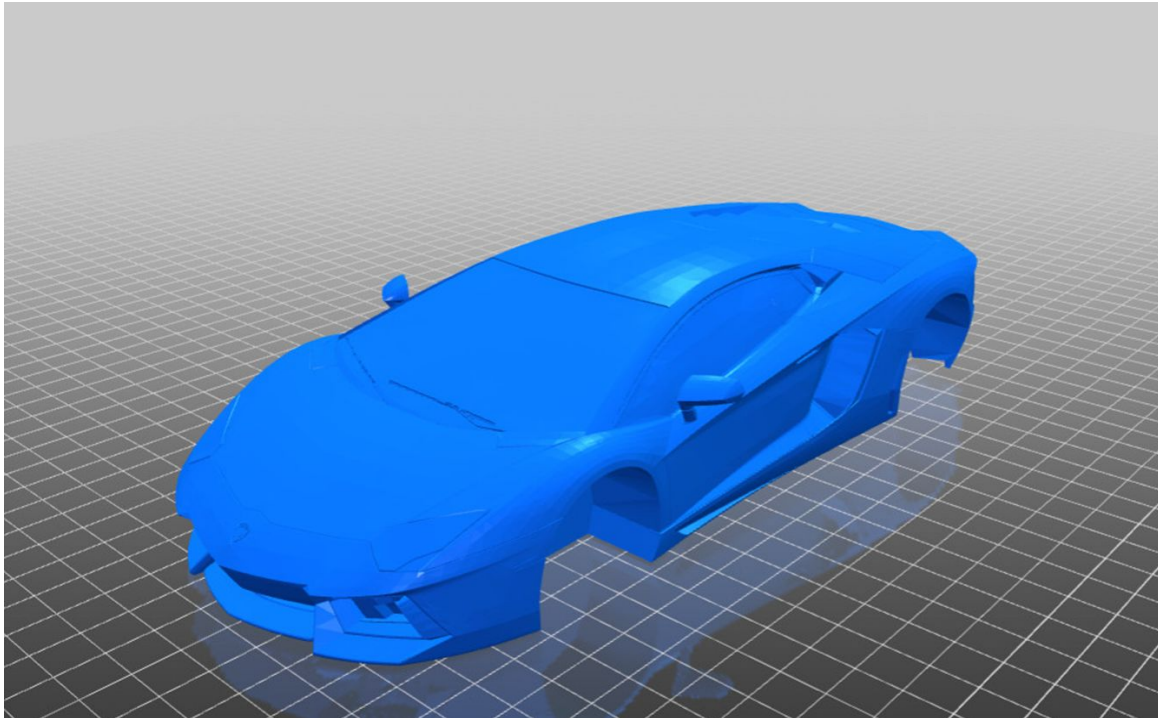


Рисунок 3 – 3д модель.



Рисунок 4 – Автомобиль Lamborghini Aventador.



# Автомодель в качестве основы

- Шасси от модели трекового автомобиля McLaren F1
- Корпус выполнен в соответствии с габаритами и пропорциями шасси



Рисунок 5 – Трековая модификация автомобиля McLaren F1.

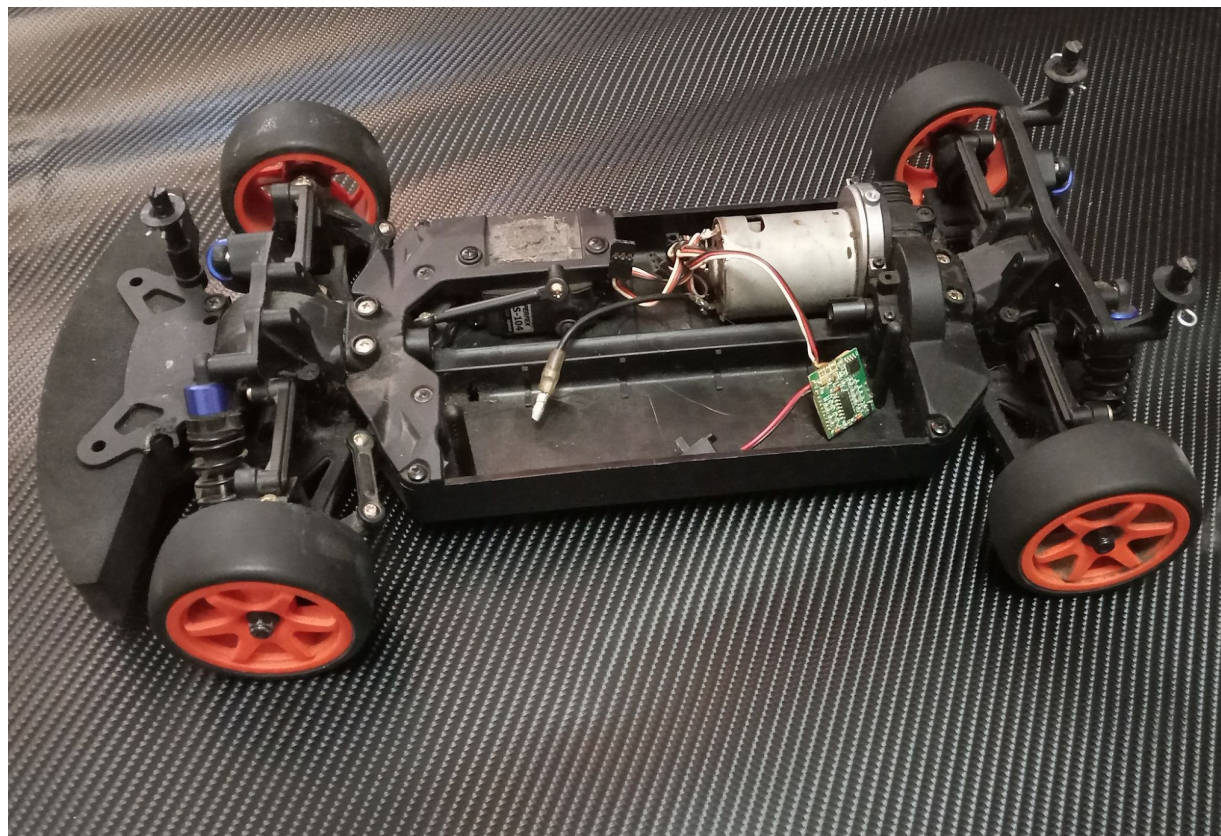


Рисунок 6 – Шасси радиоуправляемой модели McLaren F1.



# Проектирование в среде САПР

- Обработка модели корпуса производилась в программе Autodesk Fusion 360.
- На используемой модели сглаживались полигоны и создана толщина стенок модели.

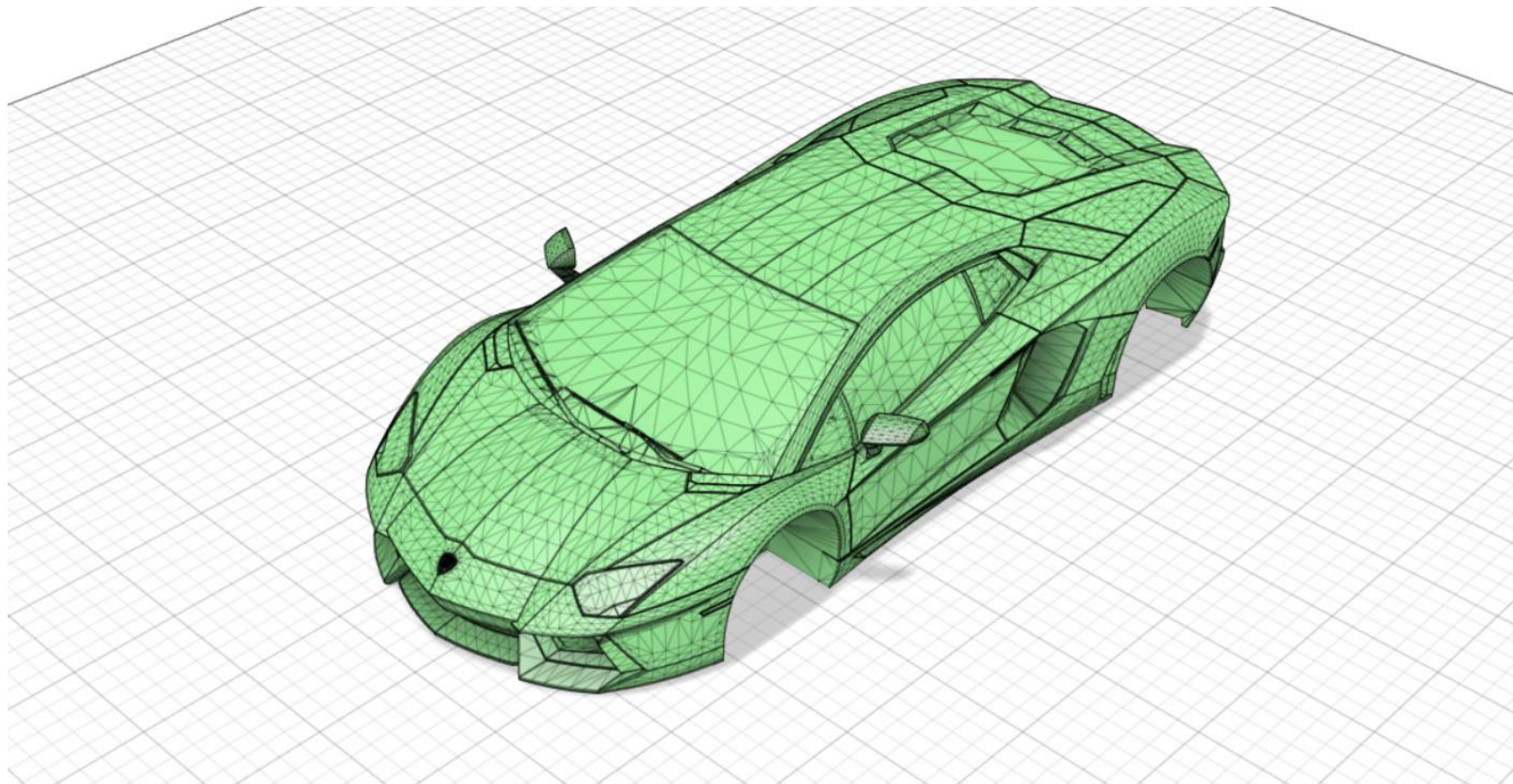


Рисунок 7 – изометрический вид необработанной модели

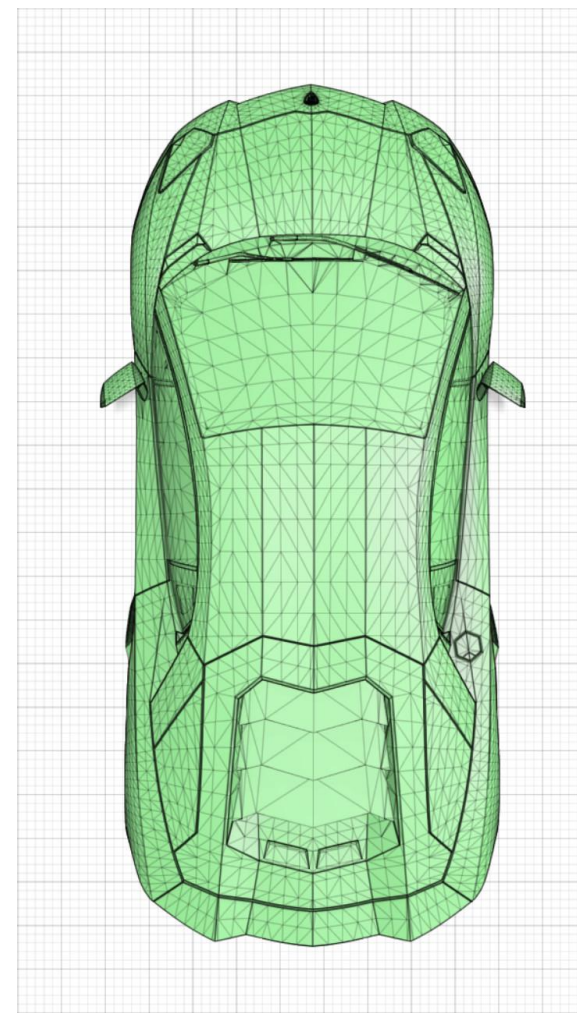


Рисунок 8 – вид сверху

# Проектирование в среде САПР

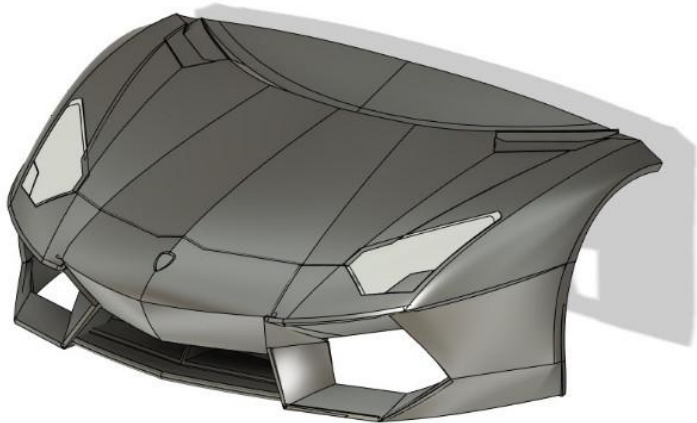


Рисунок 9 – передняя часть

- Модели после обработки в программе Fusion 3D
- Для упрощения процесса печати модель была поделена на 3 элемента.

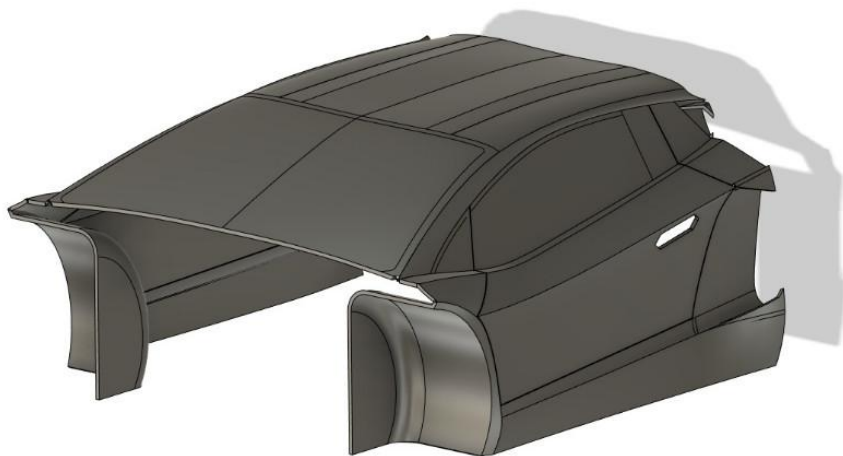


Рисунок 10 – средняя часть

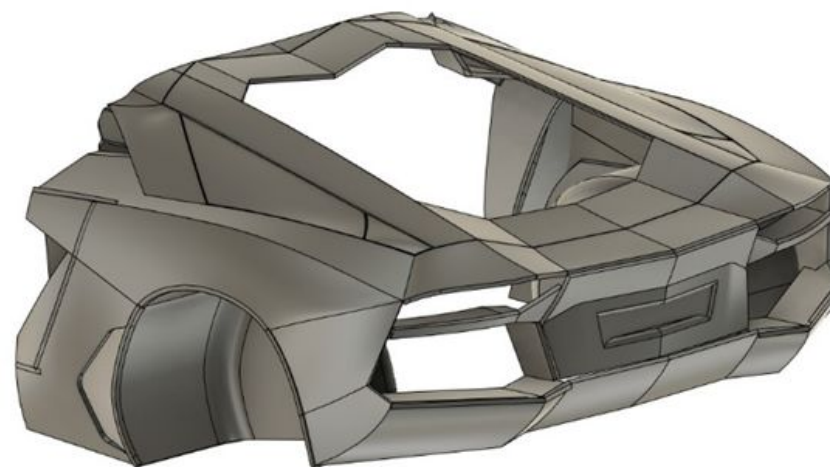


Рисунок 11 – задняя часть

# Преобразование в STL файлы

- Последовательность операций подготовки:

1. Экспорт 3D-модели в STL-формат;
2. Экспорт STL-файла в слайсер;
3. Редактирование настроек;
4. Генерация G-кода и перенос в 3D принтер.

- Слайсер (Slicer Prusa) - программа, подготавливающая цифровую модель объекта для печати на 3D-принтере.

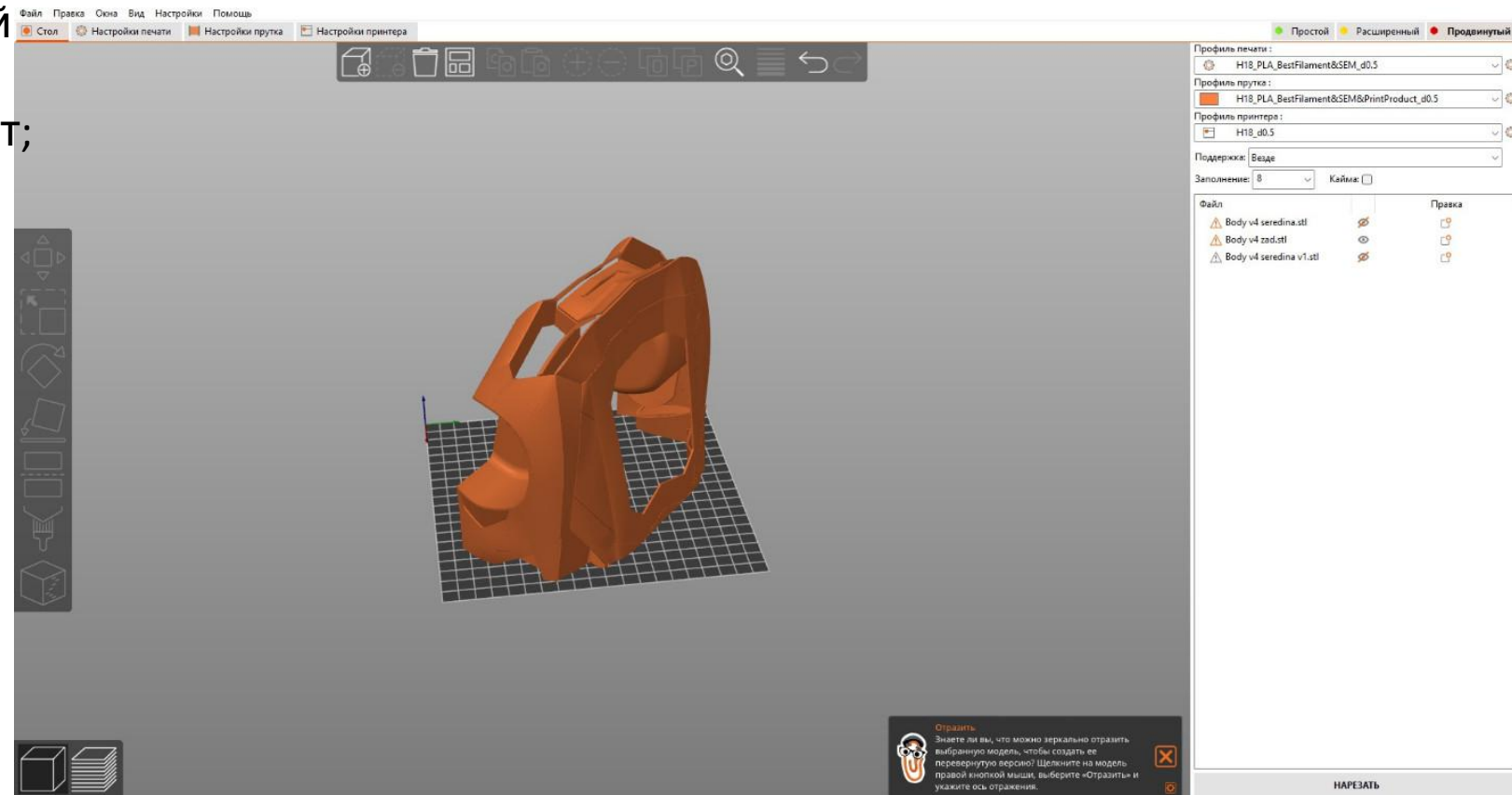


Рис. 12 – Модель загруженная в Slicer.



# Перенос STL-файла G-код

- Для печати деталей сложных форм необходимо создание поддерживающих структур.
- Для генерации G-кода необходимо произвести «нарезку» детали на слои.

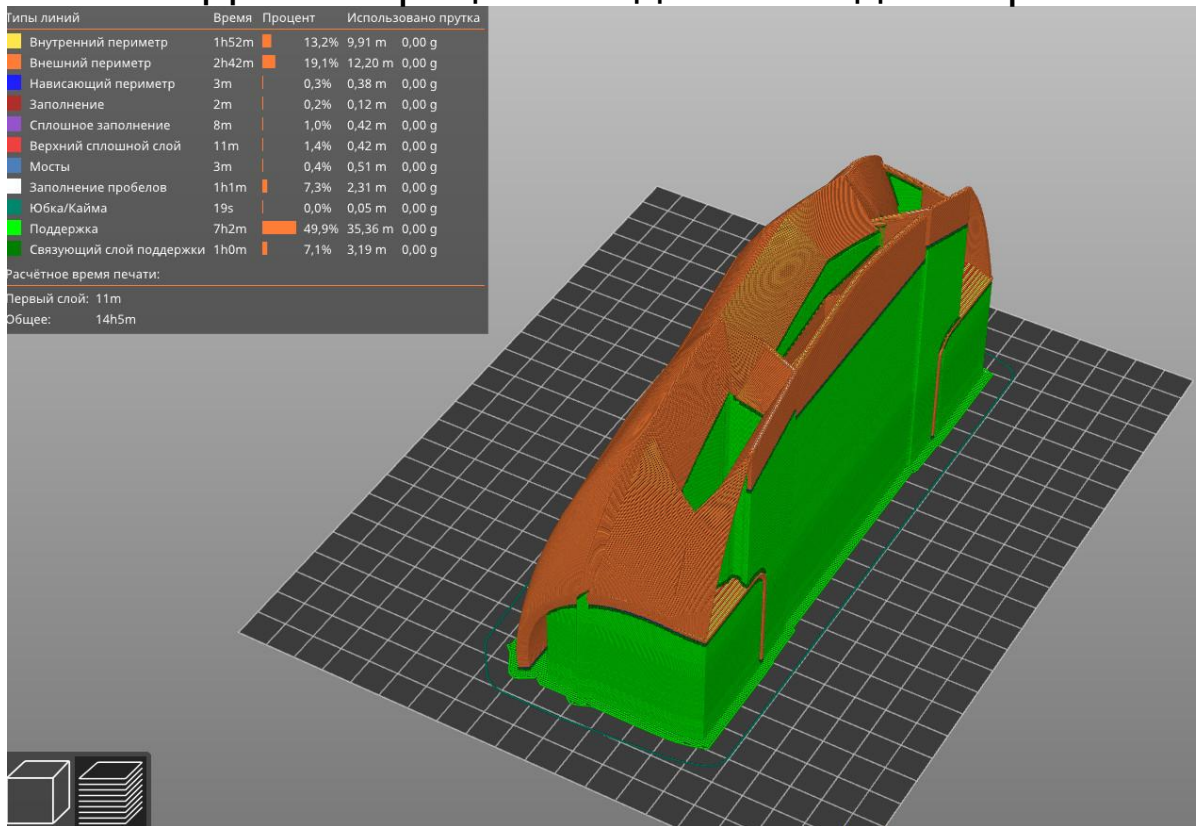


Рисунок 13 – деталь после нарезания слоев.

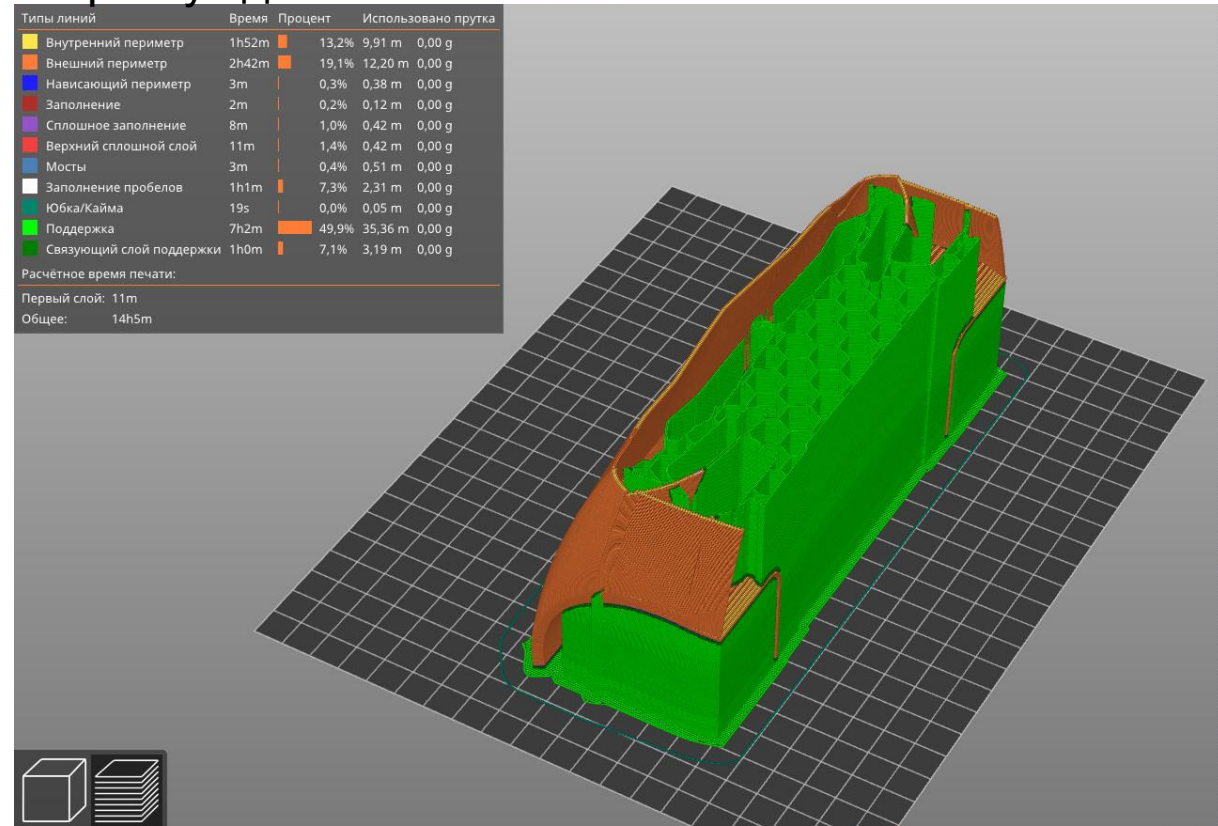


Рисунок 14 – деталь после нарезания слоёв в разрезе.

# Выбор материала

- В качестве материала для печати использовался пластик PLA. Исходя из Таблицы 1 можно сделать вывод о том, что данный материал наиболее хорошо подходит для печати тонких изделий, в виду того, что он легче поддается механической обработке, так же данным материалом удобно создавать сложные геометрически модели.

ABS-пластик	самый распространенный и недорогой материал, отличающийся хорошей ударопрочностью и термостойкостью, применяется для изготовления простых геометрических моделей
PLA-пластик	этот материал легко поддается механической обработке и покраске, благодаря чему из него можно изготавливать различные декоративные элементы

Таблица 1 – сравнения пластиков ABS и PLA.



Рисунок 15 – катушка пластика PLA



# Выбор принтера

Название	Hercules G3
Технология печати	fdm
Количество экструдеров и количество сопел	один
Область печати, мм	300x200x300 мм
Скорость печати	50 см <sup>3</sup> /час
Диаметр сопла(мм)	0,4 мм
Толщина слоя	15 микрон (0,015 мм)
Точность позиционирования	X,Y: 0,04 мм (40 микрон); Z: 0,01 мм (10 микрон)
Максимальная температура печати	275°C
Максимальная температура стола	до 120°C
Габариты(в мм)	528x450x720мм
Типы файлов	STL
Операционная система	Linux, Mac OS, Windows
Страна производства	Россия

Таблица 2 – характеристики 3д принтера Hercules G3.



Рисунок 16 - 3д принтер Hercules G3.

# Последующая обработка и сборка изделия

- 1. Удаление лишнего материала;
- 2. Обработка поверхностей;
- 3. Сборка (склеивание деталей).

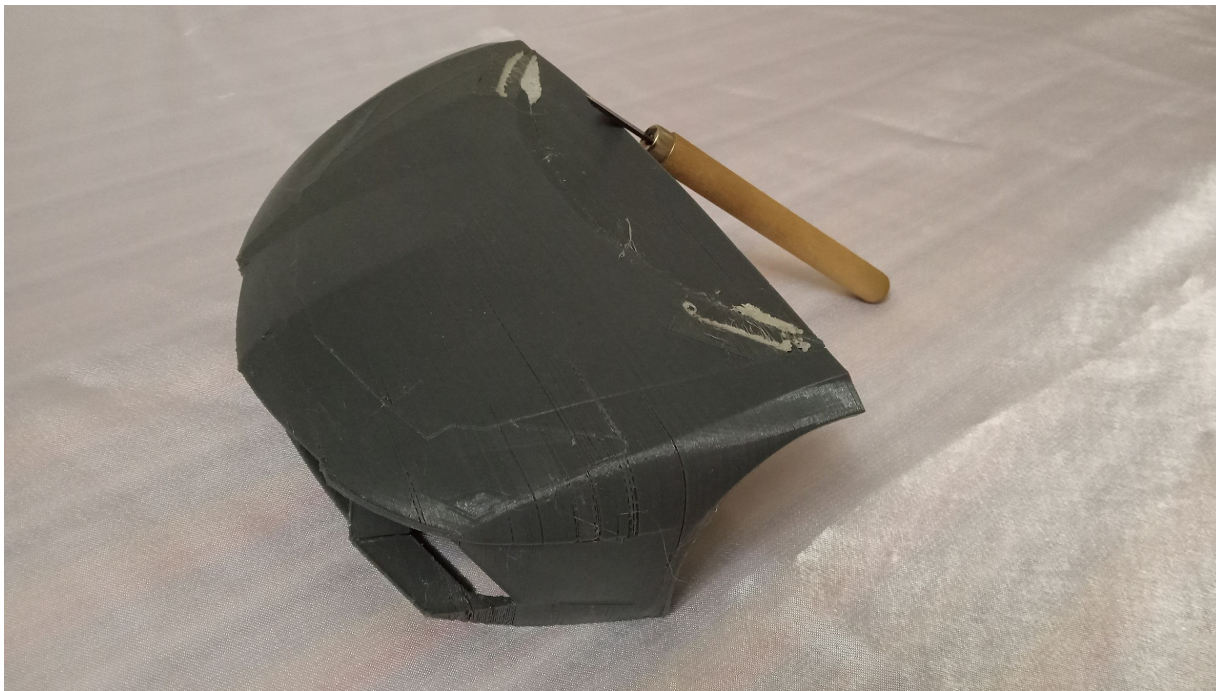


Рисунок 17 – Снятие  
поддержек.



Рисунок 18 – Удаление сложных  
поддержек.



# Организационно-экономическая часть

- Вес готового изделия – 430 грамм
- Стоимость пластика PLA затраченного на деталь – 332,6 рублей
- Полное время затраченное на корректировку модели и печать готового изделия – 22 часа
- Стоимость оплаты труда рабочего аддитивного производства - 19 819,8 рублей

Наименование детали	Корректирование 3D-модели Мин.	Подготовка модели к печати и печать Мин.	Постобработка Мин.
Передняя часть	110	450	15
Средняя часть		250	8
Задняя часть		440	17
Сумма		1140	40

Таблица 3 – время затраченное на изготовление детали

# Заключение

В процессе выполнения работы были использованы принципы работы в САД-программах среды САПР.

При создании корпуса были выполнены все этапы подготовки модели к печати, сгенерирован G-код и загружен в машину. Выполнена печать всех частей изделия.

Во время выполнения работы были рассмотрены принципы печати и последующей обработки тонкостенных деталей из пластика PLA. Тонкостенные детали выполненные из данного материала имеют невысокую прочность, но из за простоты обработки снижается риск их поломки во время обработки.

В результате проделанной работы был создан новый корпус для модели автомобиля Lamborghini Aventador.

Корпус выполнен в соответствии с 3D моделью, и имеет внешне идентичные черты с реальным автомобилем.

Данное изделие нельзя назвать полноценной заменой штампованного корпуса, но в сравнении со штамповкой, модель получается более детализированной.

При выполнении моделирования, печати и последующей обработки соблюдались все правила охраны труда и техника безопасности.