

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МИСиС"**

**ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ДЕМОВАРИАНТА КОНКУРСНЫХ ЗАДАНИЙ
ПРАКТИЧЕСКОГО ЭТАЖА ПО НАПРАВЛЕНИЮ
«КОНСТРУИРОВАНИЕ» В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ
AUTODESK FUSION 360**

Авторы:

к.т.н. доц. каф. ГОТиМ

Губанов С.Г.

Москва, 2022

Содержание

| | |
|--|----|
| 1. Спецификация конкурсных материалов для проведения <i>практического</i> этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» в номинации « <i>Инженерный класс</i> » по направлению « <i>Конструкторское проектирование</i> » | 3 |
| 2. Обобщённый план конкурсных материалов для проведения <i>практического</i> этапа Конкурса..... | 4 |
| 3. Демонстрационный вариант конкурсных заданий <i>практического</i> этапа Конкурса..... | 6 |
| 4. Критерии снижения оценки выполненных заданий..... | 10 |
| 5. Решение заданий демоварианта в программном комплексе Autodesk Fusion 360 | 11 |
| 6. Список источников информации..... | 45 |

1. Спецификация конкурсных материалов для проведения практического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» в номинации «Инженерный класс» по направлению «Конструкторское проектирование»

1.1 Назначение конкурсных материалов

Материалы *практического* этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» (далее – Конкурс) предназначены для оценки уровня *практической* подготовки участников Конкурса.

1.2. Условия проведения

Практический этап Конкурса проводится в *очной и очной дистанционной форме*. При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения Конкурса. Задания экзаменационного билета практического этапа конкурса можно выполнять с использованием следующих **CAD-систем** и их версий:

- **Autodesk Fusion 360;**
- **Autodesk Inventor** (версии 2019-2022);
- **SolidWorks** (версии 2020–2022);
- **Компас 3D** (версии 2017, 2020).

1.3. Продолжительность выполнения

На выполнение заданий практического этапа Конкурса отводится **<90>** минут.

1.4. Содержание и структура

Задания *практического* этапа Конкурса разработаны преподавателями образовательных организаций высшего образования, участвующих в проекте «*Инженерный класс в московской школе*».

Индивидуальный вариант участника формируется автоматически во время проведения практического этапа Конкурса предпрофессиональных умений из базы конкурсных заданий.

Индивидуальный вариант участника включает 4 задания, базирующихся на содержании *элективных курсов элективных курсов 3D-моделирование; Технологии современного производства.*

1.5. Система оценивания

Задание считается выполненным, если ответ участника совпал с эталоном. Каждое задание оценивается от *10 до 20 баллов*. Максимальный балл за выполнение всех заданий – 60 баллов. Для получения максимального балла за *практический* этап Конкурса необходимо дать верные ответы на все задания.

1.6. Приложения

1. Обобщённый план конкурсных материалов для проведения *практического* этапа Конкурса.
2. Демонстрационный вариант конкурсных заданий *практического* этапа Конкурса.

2. Обобщённый план конкурсных материалов для проведения *практического* этапа Конкурса

| № задания | Уровень сложности | Темы элективного(ых) курса(ов) | Контролируемые требования к проверяемым умениям | Балл |
|------------------|--------------------------|--|--|-------------|
| 1. | <i>базовый</i> | <i>Создание твердых тел и определение их свойств</i> | Создать трехмерную модель по предоставленным | <i>10</i> |

| | | | | |
|----|-------------------|--|---|----|
| | | | эскизам. Назначить ей указанный материал и определить ее массу | |
| 2. | <i>повышенный</i> | Создание твердых тел и определение их свойств | Выполнить редактирование существующей трехмерной модели. Назначить ей указанный материал и определить ее массу | 15 |
| 3. | <i>повышенный</i> | Создание твердых тел и определение их свойств | Выполнить создание трехмерной модели по заданному рисунку с размерами. выполнить | 15 |
| 4. | высокий | Создание сборок деталей | Создать сборку по рисунку и предоставленным компонентам. В созданной сборке | 25 |
| | | | | 20 |

| | | | | |
|--|--|--|---|-----------|
| | | | должно осуществлять движение всех компонентов (кроме закрепленных) и недолжно быть их взаимного пересечения | |
| | | | Сумма баллов: | 60 |

3. Демонстрационный вариант конкурсных заданий *практического* этапа Конкурса

Пример состава задания практического этапа Конкурса «Построение и редактирование трехмерных моделей»)

Для формирования ответов вам необходимо сохранить все файлы программы, с которыми вы работали. Подписать их в виде: ВашаФамилия_1, (например Иванов_1), создать текстовый файл с числовыми ответами и сохранить его. После этого необходимо собрать все файлы в zip или rar архив, который подписываем в виде: ВашаФамилия_1, (например, Иванов_1).

1 Уровень сложности. Б Открыть файл **Create 1**. Методом «по сечениям» (лофт) создать трехмерную модель используя элементы **Эскиз 1** и **Эскиз 2**. Используя элементы **Эскиз 3** и **Эскиз 4**, создать вырез на трехмерной модели (Рекомендовано использовать метод «смещения по траектории» (сдвиг). Зеркально отразить вырез на трехмерной модели. Назначить трехмерной модели материал (представлен в таблице 1) и определить ее массу. Пример выполнения задания представлен на рисунке 1. -10 баллов

2 Уровень сложности. II Открыть файл *Modify 1*. Увеличить диаметр отверстий на **6мм**. Создать оболочку толщиной **10мм** из исходной модели. Создать скругления с радиусом **4мм** на всех внешних кромках корпуса модели. Назначить трехмерной модели материал (представлен в таблице 1) и определить ее массу. Пример выполнения задания представлен на рисунке 2. -15 баллов.

2 Уровень сложности. II Создать трехмерную модель согласно рисунку 3. Назначить трехмерной модели материал (представлен в таблице 1) и определить ее массу. -15 баллов.

3 Уровень сложности. B Открыть файл *Assemble 1* (или набор файлов). Создать сборку по рисунку и предоставленным компонентам. В созданной сборке неподвижно только базовое звено (стойка). Все остальные звенья подвижны и должны иметь хотя бы 1 степень свободы относительно ведущего звена, а наложенные на них ограничения должны обеспечивать возможность однозначного перемещения всех подвижных звеньев. Пересечений звеньев быть не должно. Пример выполнения задания представлен на рисунке 4. - 20 баллов

Таблица 1

| CAD-система\Материал | Задание 1 | Задание 2 | Задание 3 |
|----------------------|-----------------|-----------------------|----------------------------------|
| Autodesk Fusion 360 | Aluminum 5052-O | Iron, Cast | Steel AISI 1006 85 HR |
| Autodesk Inventor | Алюминий 5052-O | Чугун, литейный | Steel AISI 1006 85 горячекатаная |
| SolidWorks | Сталь AISI 1020 | Сталь ASTM A36 | Легированная сталь |
| Компас 3D | Сталь 40X | Алюминиевый сплав Д16 | Сталь 45 |



Рисунок 1

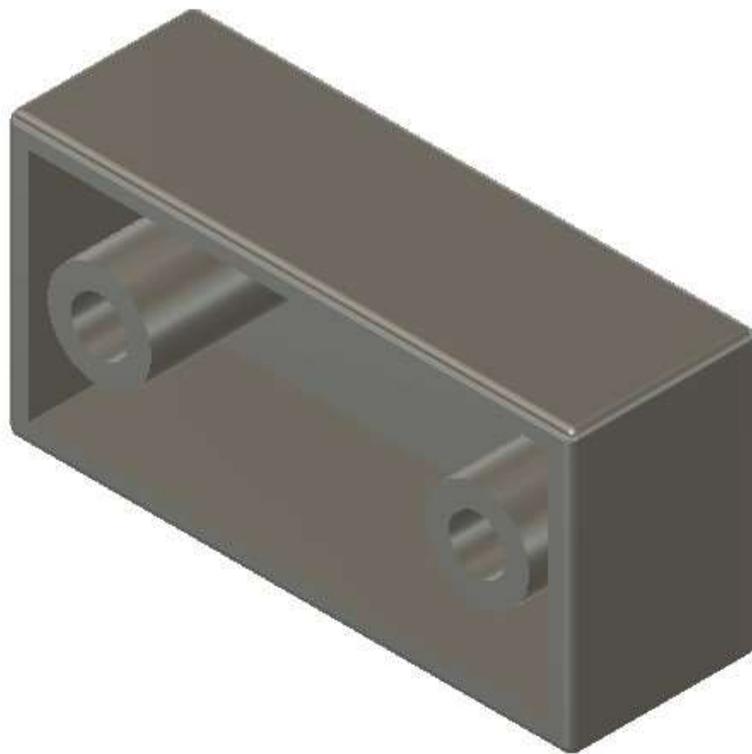


Рисунок 2

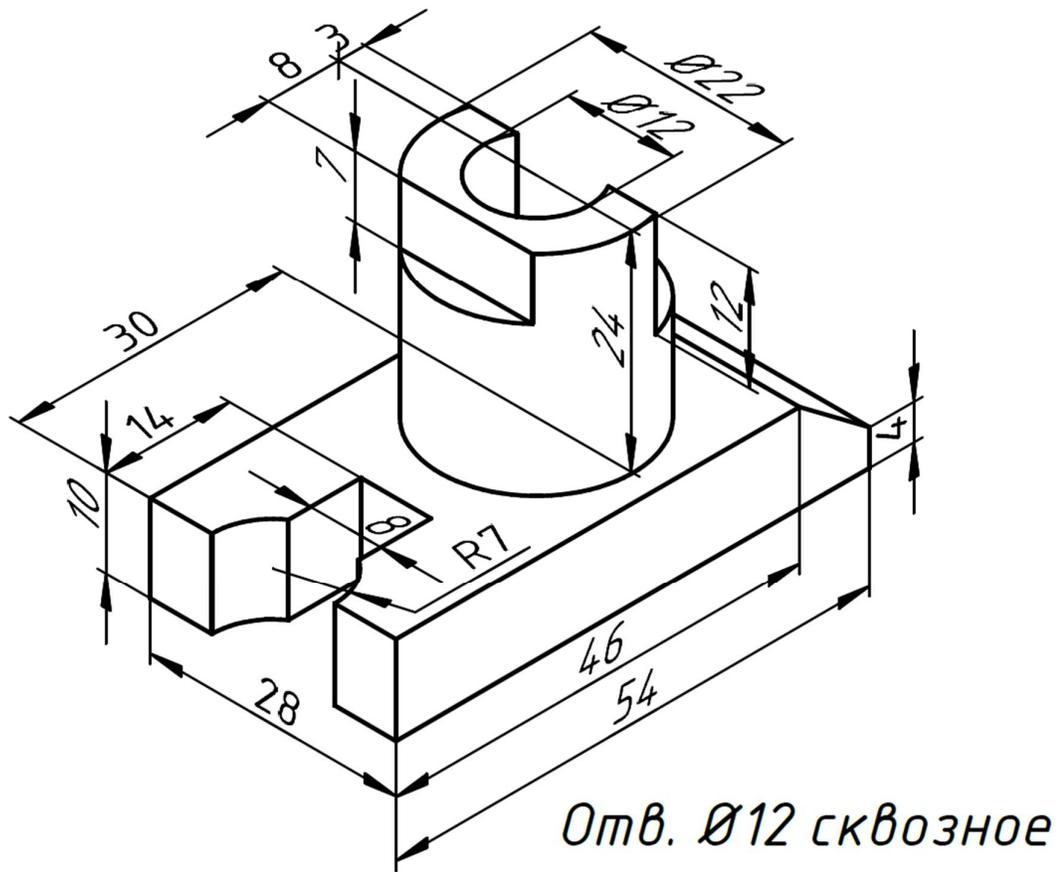


Рисунок 3

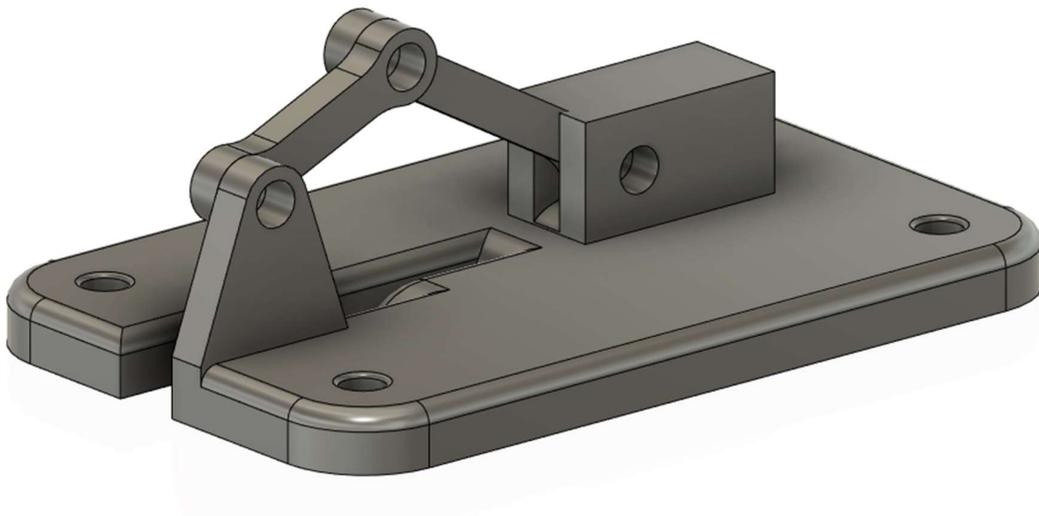


Рисунок 4

4. Критерии снижения оценки выполненных заданий

| Критерий | Количество снижаемых баллов |
|---|--|
| Неправильно задан материал трехмерной модели | 2 |
| Неправильно определена масса трехмерной модели | 2 |
| При создании трехмерной модели были использованы инструменты, применение которых не требовалось при создании этой модели (Применение инструмента перемещения, создание лишних эскизов и т.д.) | 2 |
| Неправильно применены эскизы для создания трехмерной модели | 5 |
| Неправильно применены инструменты создания трехмерной модели | 5 |
| Неправильно применены инструменты редактирования трехмерной модели | 5 |
| Созданная трехмерная модель не соответствует рисунку в задании | 5-10 |
| Неправильно созданы зависимости и заданы типы движений сборки | 10 |
| Компоненты сборки пересекают друг друга | 5 |

5. Решение заданий демоварианта в программном комплексе Autodesk Fusion 360

Для начала выполнения заданий необходимо скачать и загрузить в *Autodesk Fusion 360* исходные файлы. В левом верхнем углу экрана на панели инструментов быстрого доступа щелкаем левой клавишей мыши по кнопке *File* (рисунок 5).



Рисунок

Выбираем строку *Upload* (Загрузка, рисунок 6).

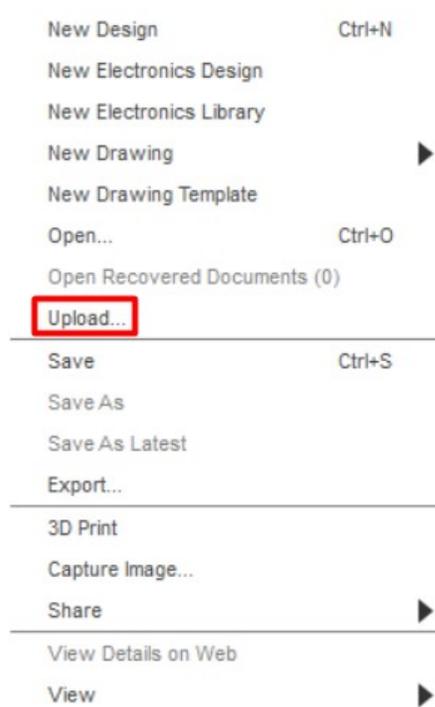


Рисунок 6

Если выбранное место хранения файлов вас не устраивает, то его можно сменить, нажав на кнопку *Change Location* (Изменение положения, рисунок 7). Для выбора загружаемых файлов нужно нажать на кнопку *Select Files* (Выбор файлов).

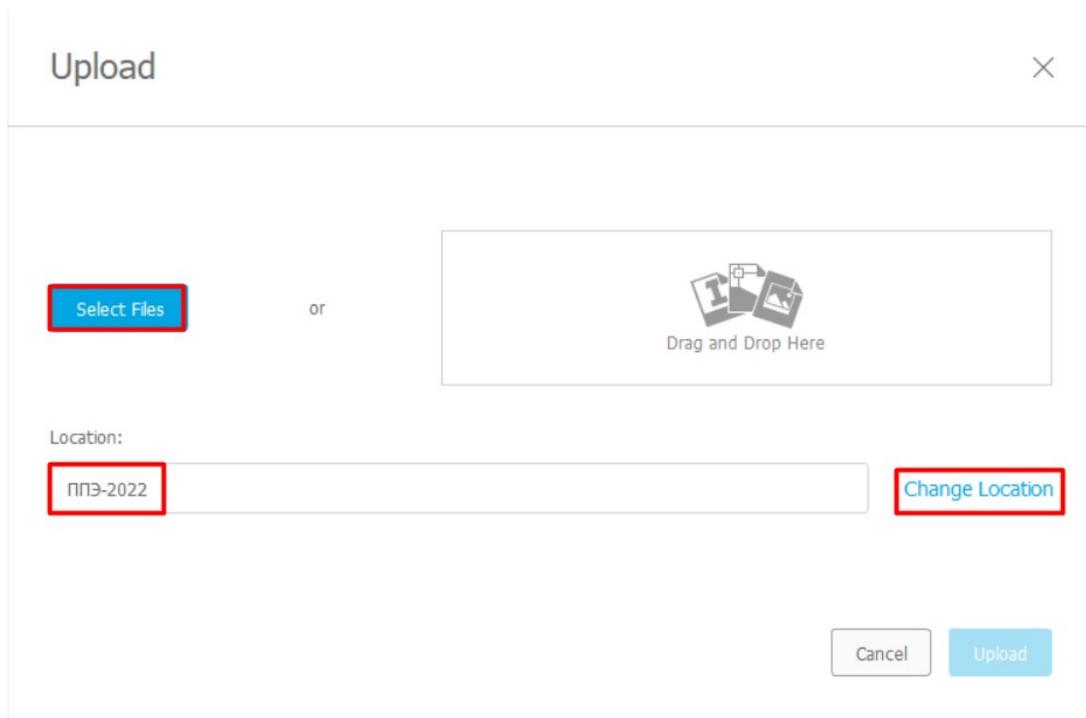


Рисунок 7

Выбираем файлы необходимые для решения вашего билета и загружаем их (рисунок 8).

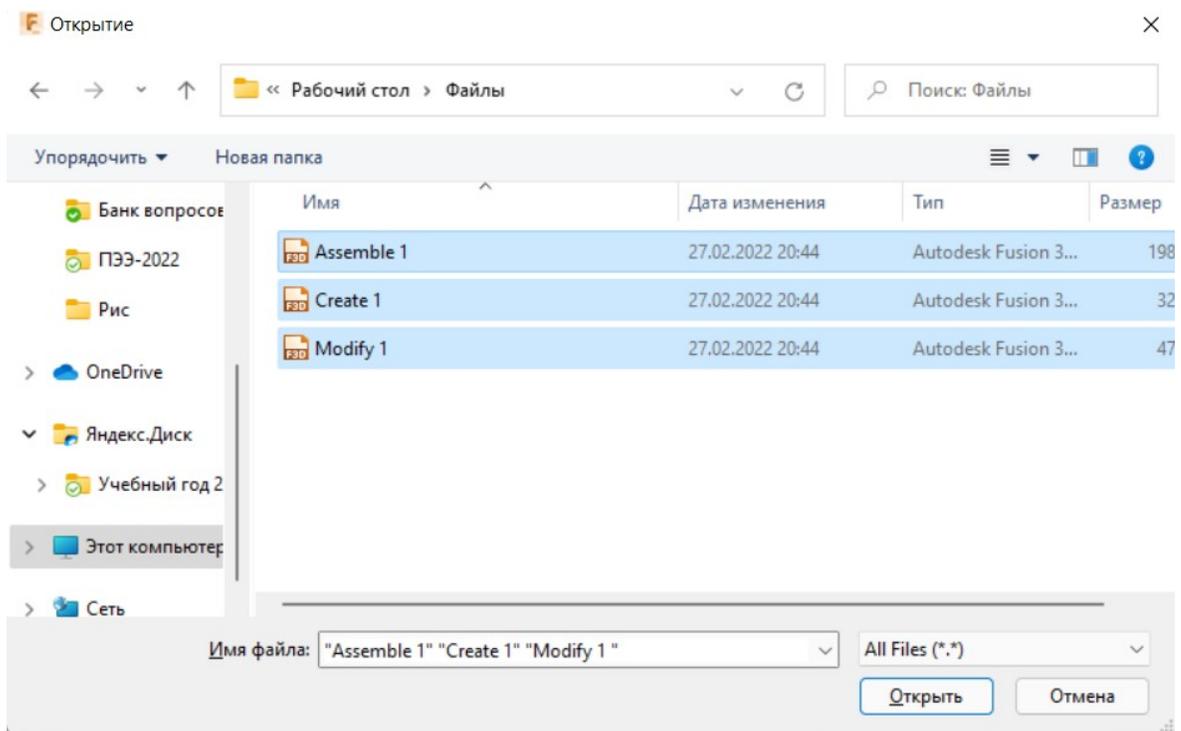


Рисунок 8

Откроем файл необходимый для выполнения первого задания (рисунок 9).

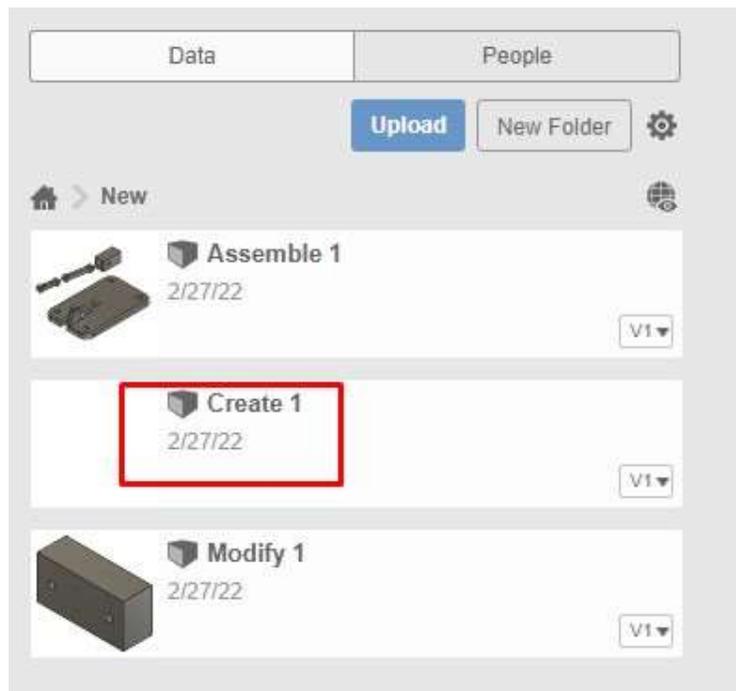


Рисунок 9

Включим Эскиз 1 и Эскиз 2 (рисунок 10).

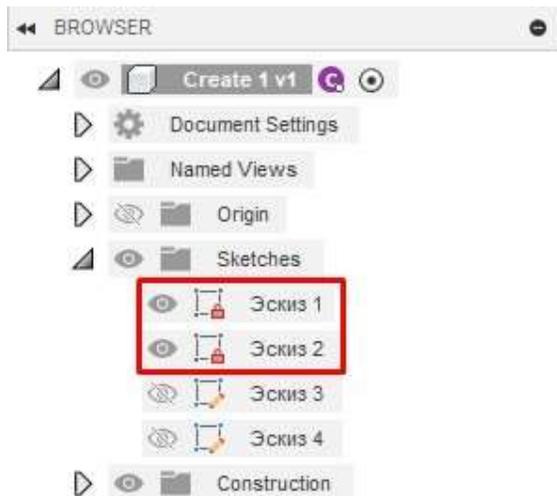


Рисунок 10

Теперь в области рисования отображаются два эскиза (рисунок 11).

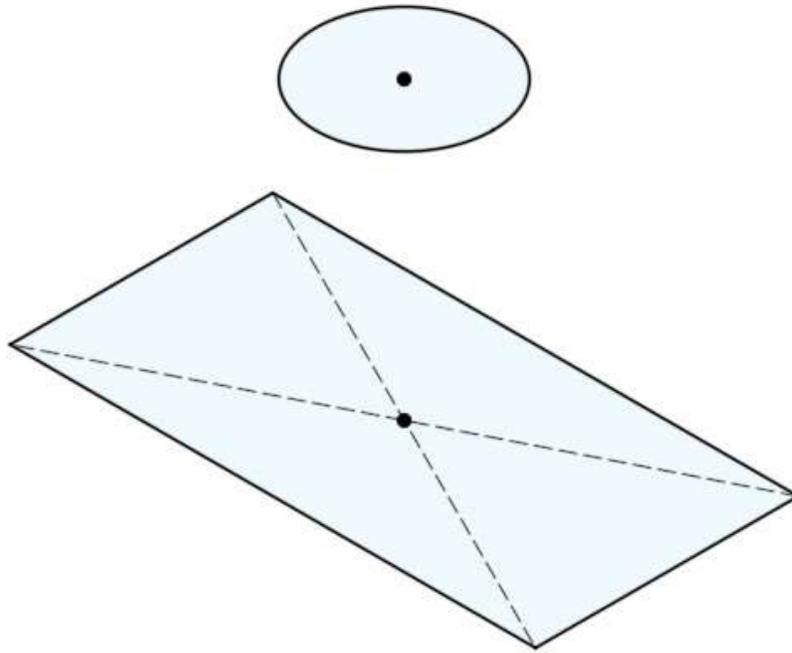


Рисунок 11

На ленте нажмем на слово **CREATE** (Создать, рисунок 12)



Рисунок 12

В раскрывшемся списке выбираем инструмент **Loft** (По сечениям, рисунок 13).

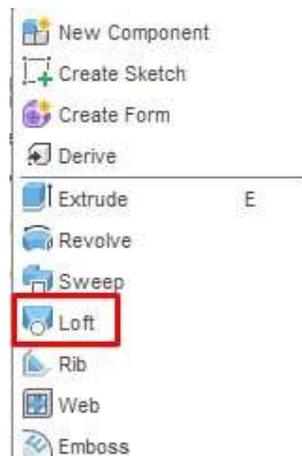


Рисунок 13

Последовательно выбираем **Эскиз 1** и **Эскиз 2** для создания трехмерной модели (рисунок 14).

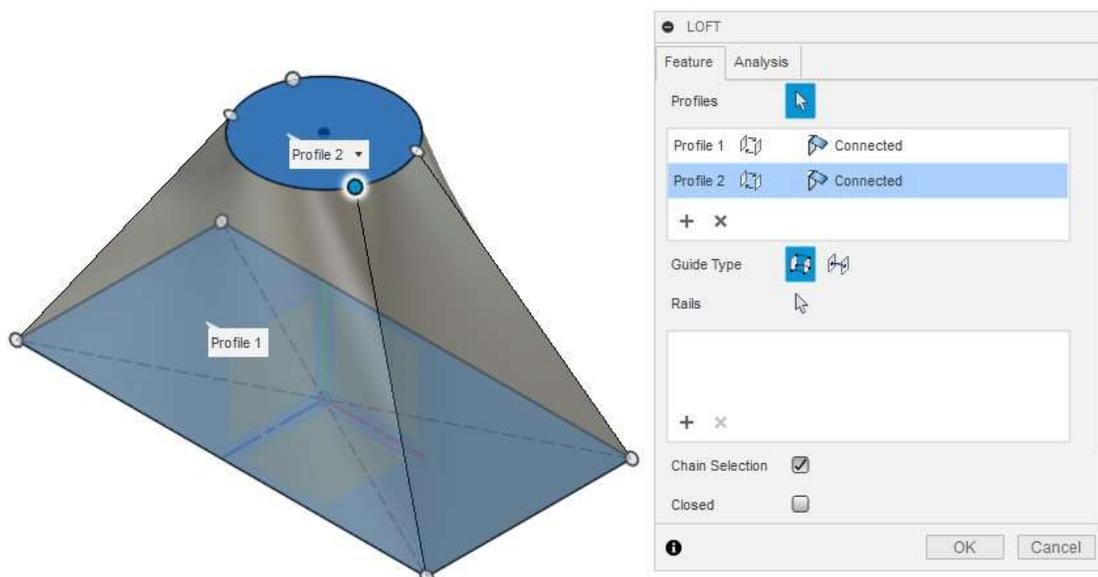


Рисунок 14

Включаем **Эскиз 3** и **Эскиз 4** (рисунок 15).

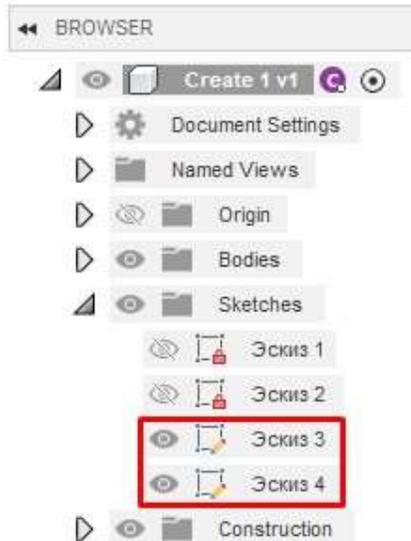


Рисунок 15

На ленте во вкладке **CREATE** выбираем инструмент **Sweep** (Сдвиг, рисунок 16).

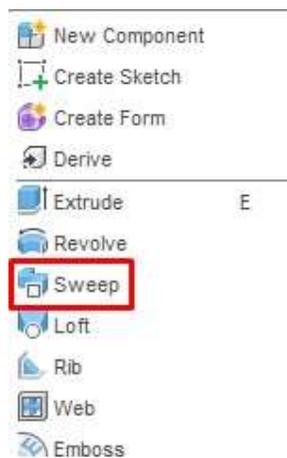


Рисунок 16

В поле **Profile** (Профиль) указываем **Эскиз 3** (рисунок 17). В поле **Path** (Путь) указываем **Эскиз 4**. Создание сдвига должно быть выполнено с функцией **Cut** (Вырез).

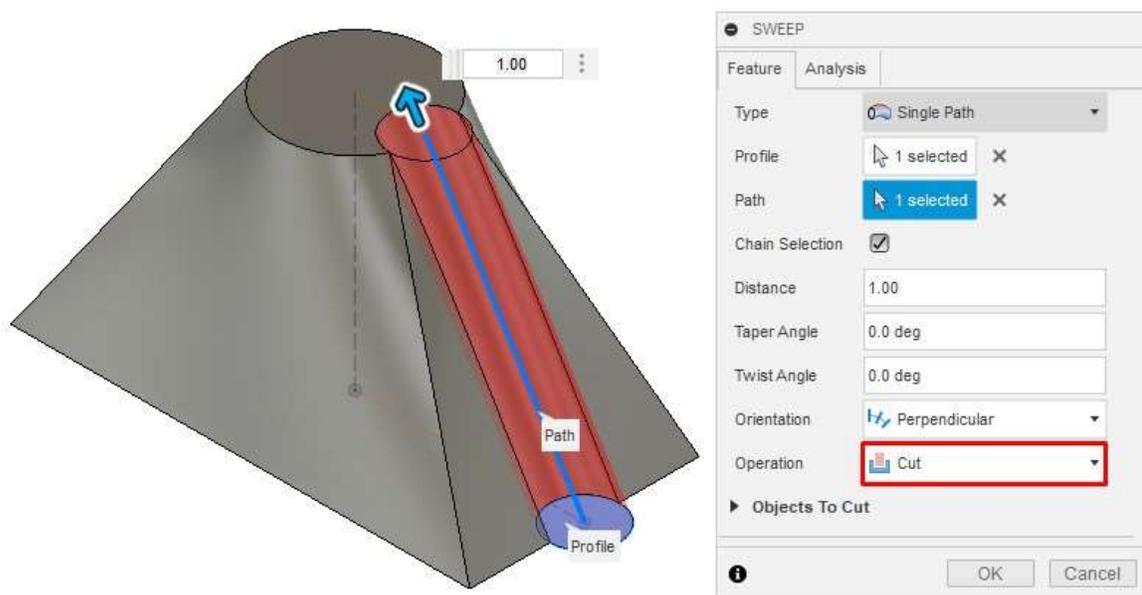


Рисунок 17

Для того чтобы зеркально отразить полученный вырез, на ленте во вкладке **CREATE** выберем инструмент **Mirror** (Зеркало, рисунок 18).



Рисунок 18

Для создания зеркального отражения необходимо указать **Objects** (Объекты) и **Mirror Plane** (Плоскость зеркала, рисунок 19).

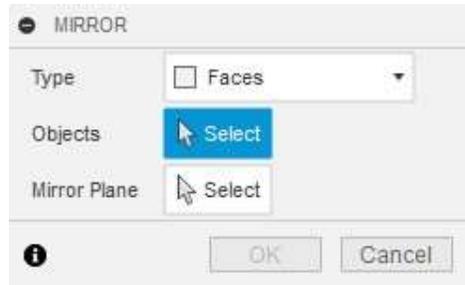


Рисунок 19

Для указания объектов воспользуемся **Time Line** (Линия времени) на которой выберем функцию **Sweep** (рисунок 20).



Рисунок 20

Для указания плоскости зеркала (симметрии) выберем соответствующую плоскость **Origin** (исходную плоскость, рисунок 21)

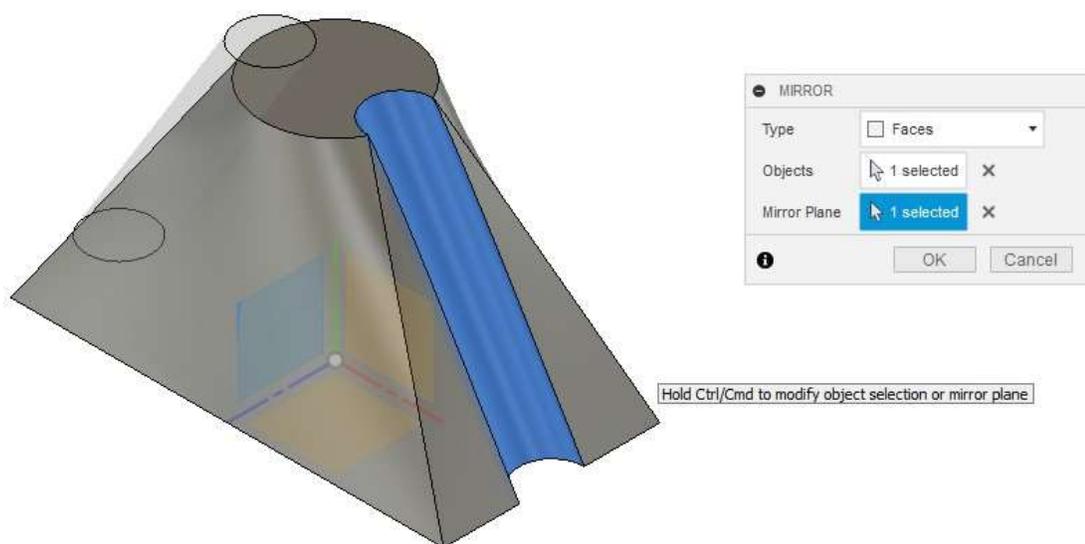


Рисунок 21

Создание трехмерной модели закончено. В браузере щелкаем правой клавишей мыши и выбираем строку **Physical Material** (Физический материал, рисунок 22).

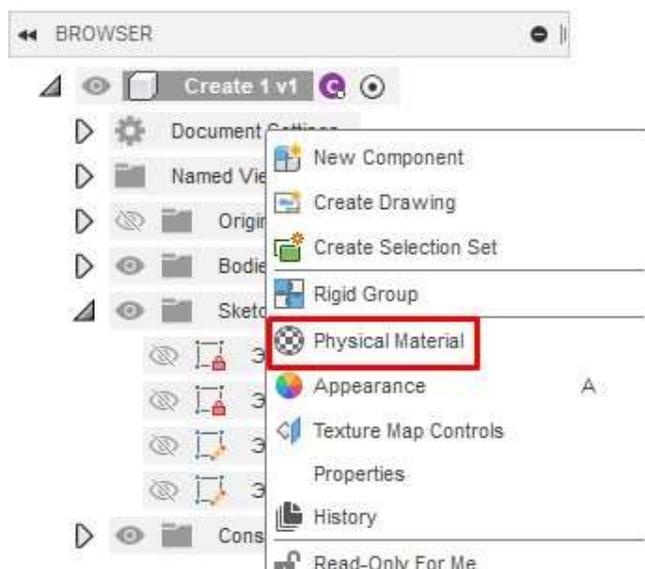


Рисунок 22

Находим материал **Aluminum 5052-O**, наводим на него курсор, зажимая левую клавишу мыши перетаскиваем его на модель и отпускаем клавишу мыши (Рисунок 23).

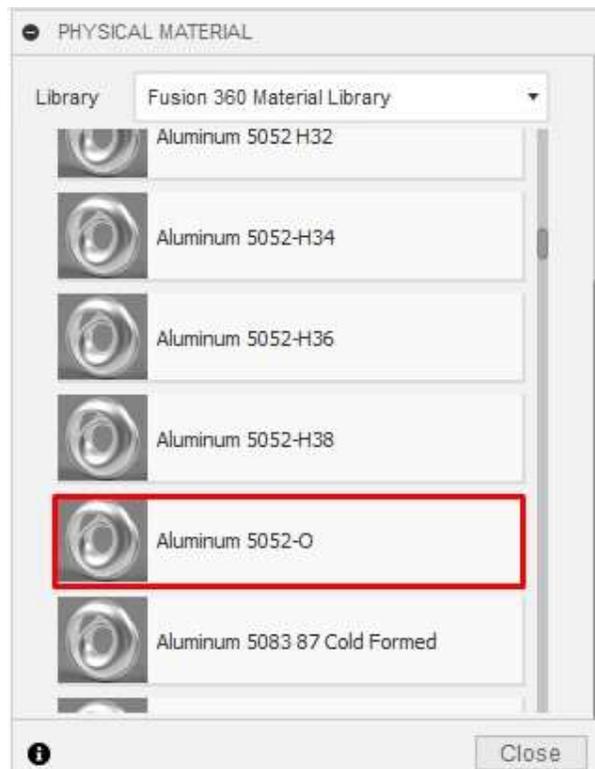


Рисунок 23

Модель изменила свой цвет (рисунок 24).



Рисунок 24

В браузере находим твердое тело, щелкаем по нему правой клавишей мыши и выбираем строку *Properties* (Свойства, рисунок 25).

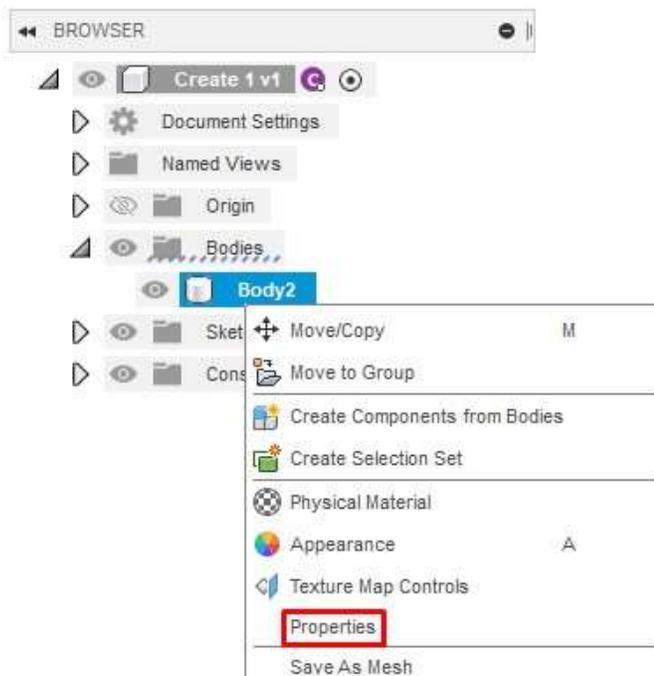


Рисунок 25

Масса созданной модели составляет **1539,581г** (рисунок 26).



Рисунок 26

На рабочем столе создаем папку, которую называем своими **ФИО** (рисунок 28).

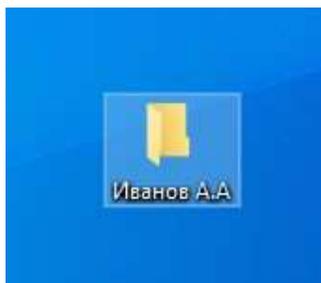


Рисунок 27

Внутри этой папки создаем текстовый файл, который называем аналогично (рисунок 28).

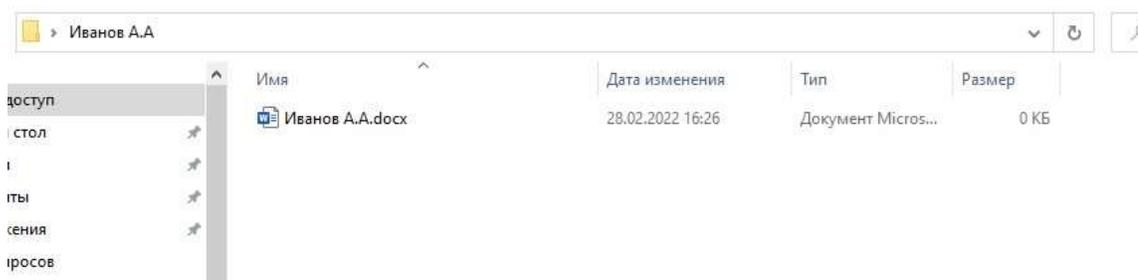


Рисунок 28

Открываем текстовый файл и прописываем в нем ответ на первое задание (рисунок 29).

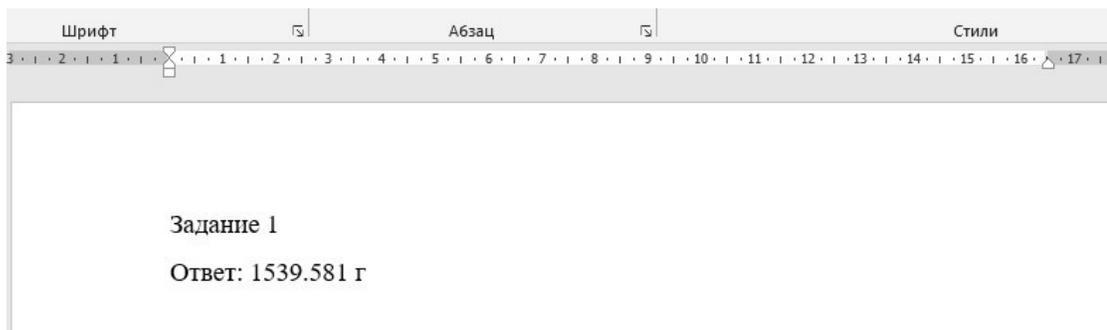


Рисунок 29

На панели быстрого доступа нажимаем на кнопку **File** и выбираем строку **Export** (рисунок 30).

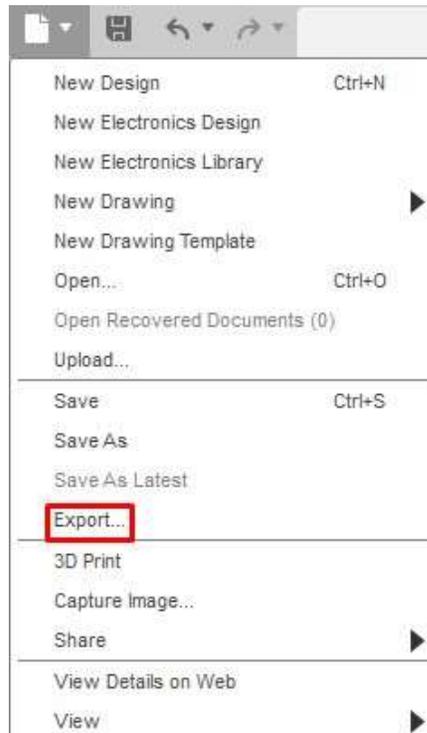


Рисунок 30

Присваиваем экспортируемому файлу имя **ФИО Задание 1** (рисунок 31). Проверяем, чтобы тип сохраняемого файла был **f3d*. Файл нужно сохранить в ранее созданную папку.



Рисунок 31

Откроем файл для выполнения второго задания (рисунок 32).

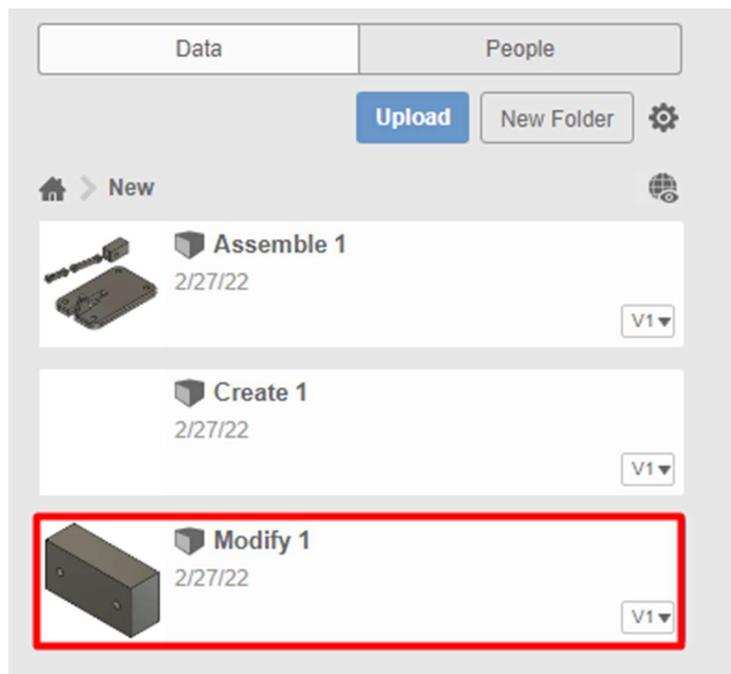


Рисунок 32

На ленте на панели *Modify* запустим инструмент *Press Pull* (Вытянуть, рисунок 33).



Рисунок 33

В нашей модели расположены два отверстия. Выделим их (рисунок 34). Нам необходимо увеличить диаметр этих отверстий на **6мм**. В строке *Offset Type* (Вид смещения) необходимо выбрать *New Offset* (Новое смещение). Так как при смещении окружностей и дуг указывается радиус, то в полу *Distance* (Расстояние) введем значение **-3**.

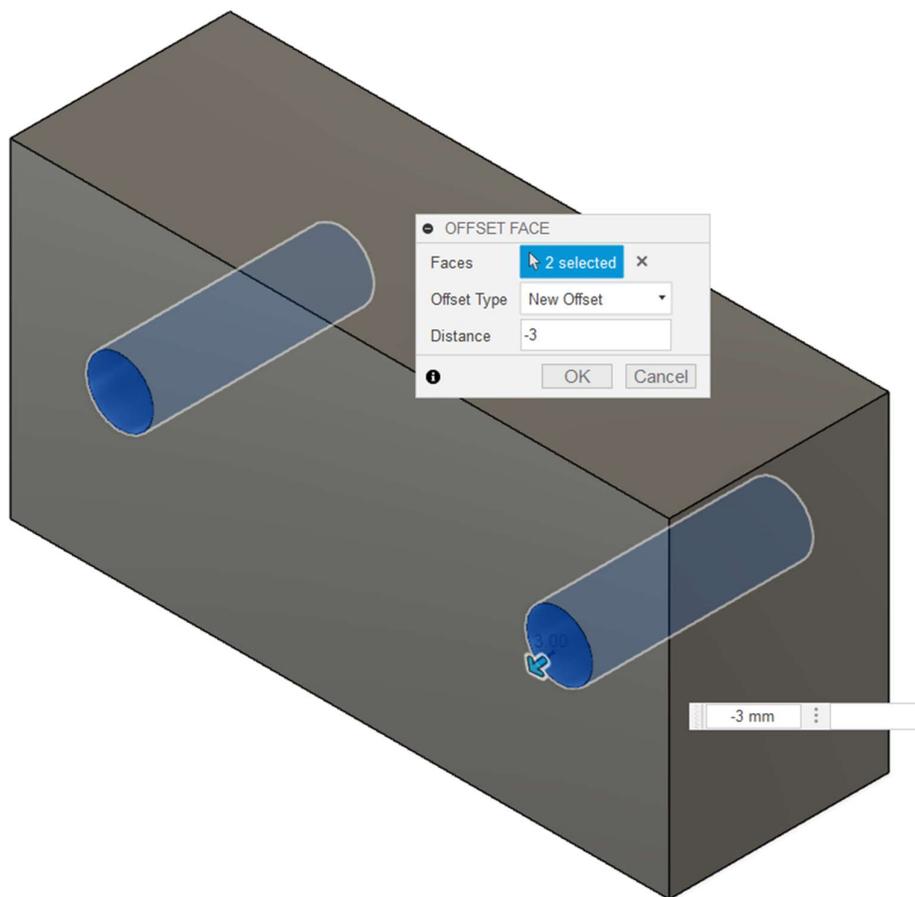


Рисунок 34

На ленте на панели *Modify* запускаем инструмент *Shell* (Оболочка, рисунок 35).

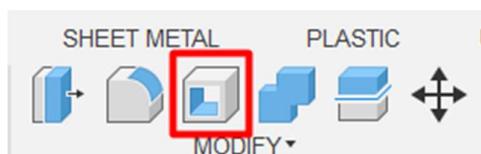


Рисунок 35

Создадим оболочку с внутренней толщиной **10мм** (рисунок 36).



Рисунок 36

На ленте на панели *Modify* щелкаем левой клавишей мыши по инструменту *Fillet* (Скругление, рисунок 37).

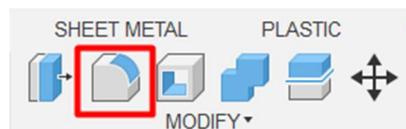


Рисунок 37

Выбираем **12** внешних кромок (ребер) и скругляем их с радиусом **4мм** (рисунок 38).

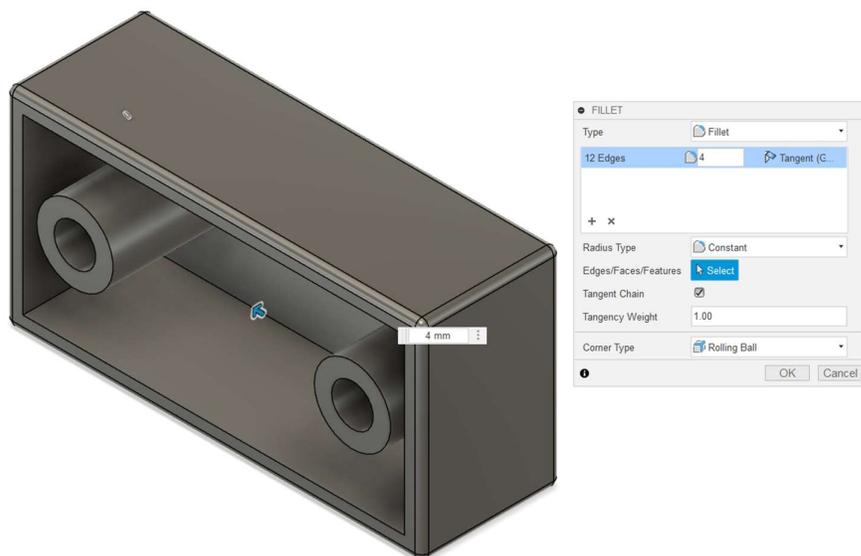


Рисунок 38

Назначим модели материал *Iron, Cast* (рисунок 39).

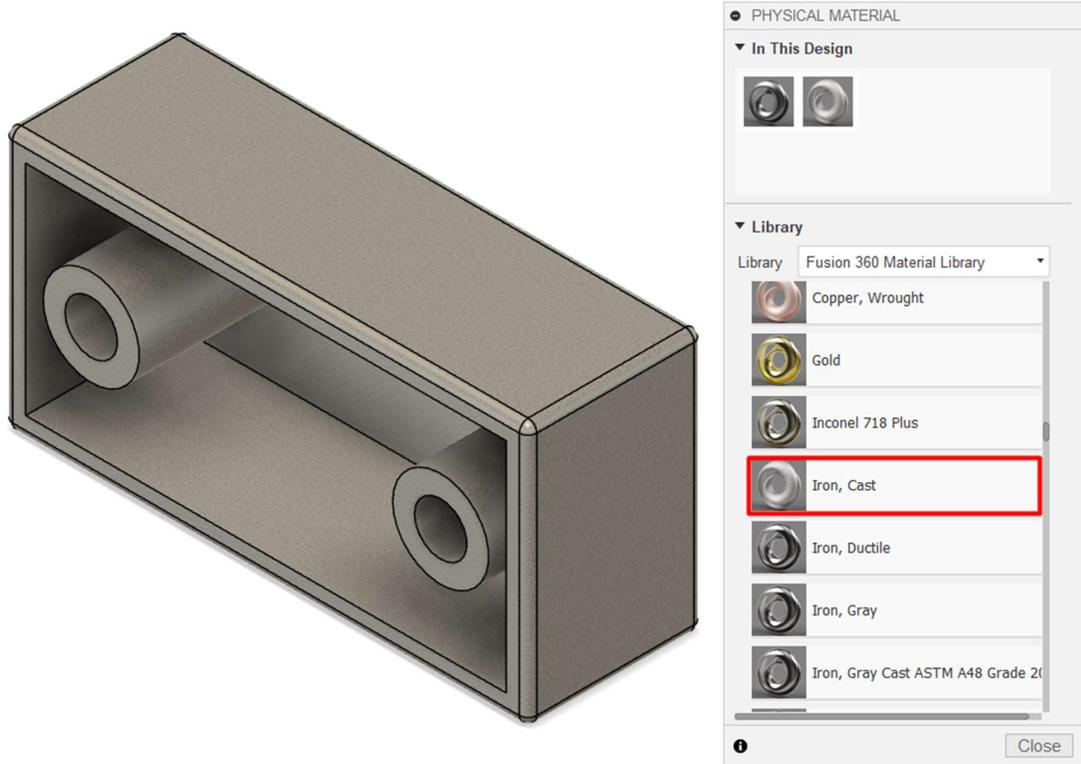


Рисунок 39

По аналогии с предыдущим заданием определяем массу модели (рисунок 40).

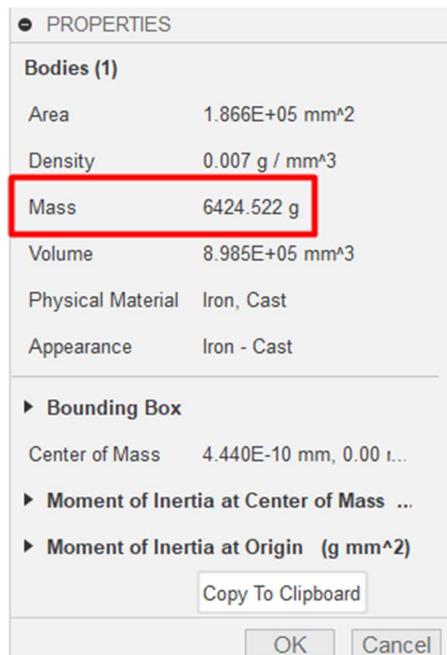


Рисунок 40

Не забываем перенести значение определенной нами массы в текстовый документ (рисунок 41).

Задание 1

Ответ: 1539.581 г

Задание 2

Ответ: 6424.522 г

Рисунок 41

Сохраняем (экспортируем) файл с выполненным заданием (рисунок 42).

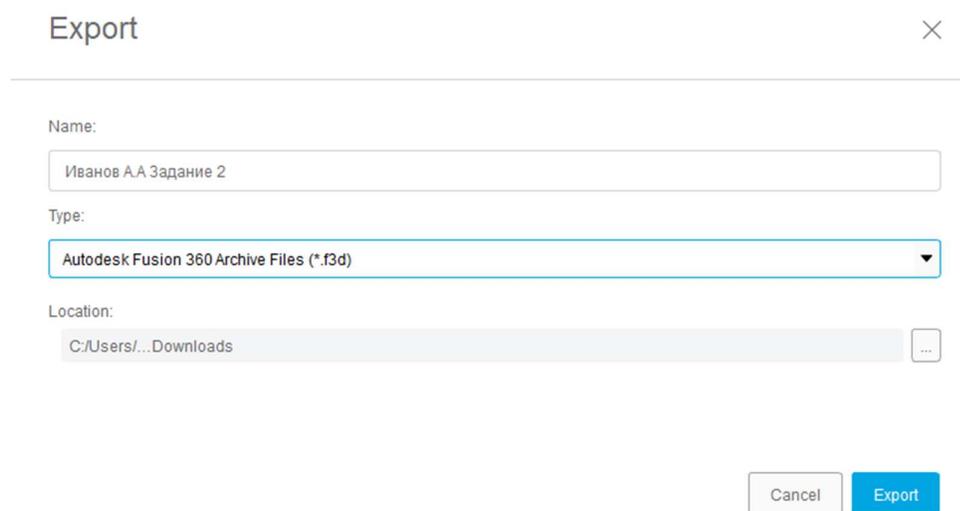


Рисунок 42

Третье задание в каждом билете выполняется на основе представленного изображения. Изображение для нашего примера расположено на рисунке 3.

Создадим эскиз в плоскости XZ (рисунок 43).

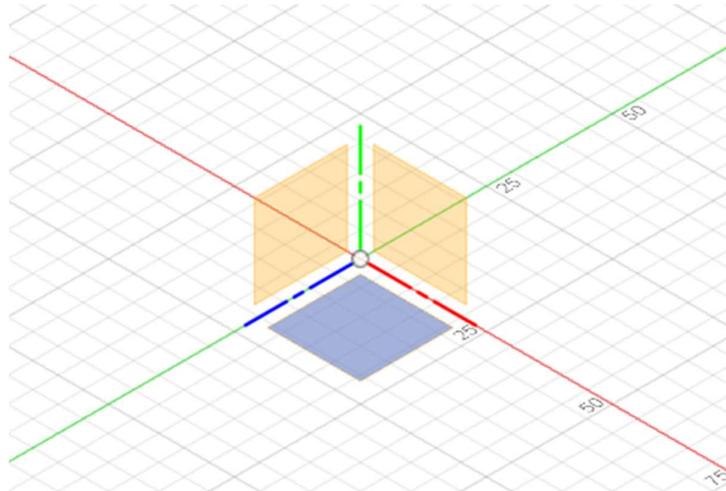


Рисунок 43

Создаем прямоугольник с размерами **54X28мм** (рисунок 44).

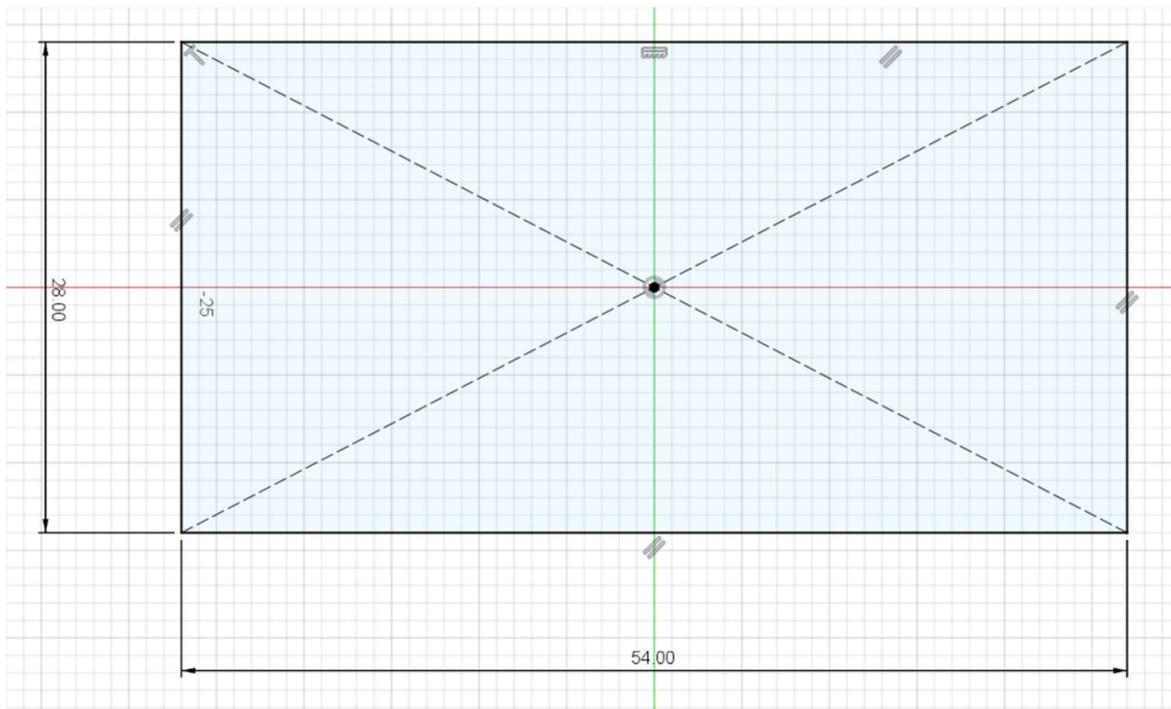


Рисунок 44

Далее выполняем более сложные построения (рисунок 45).

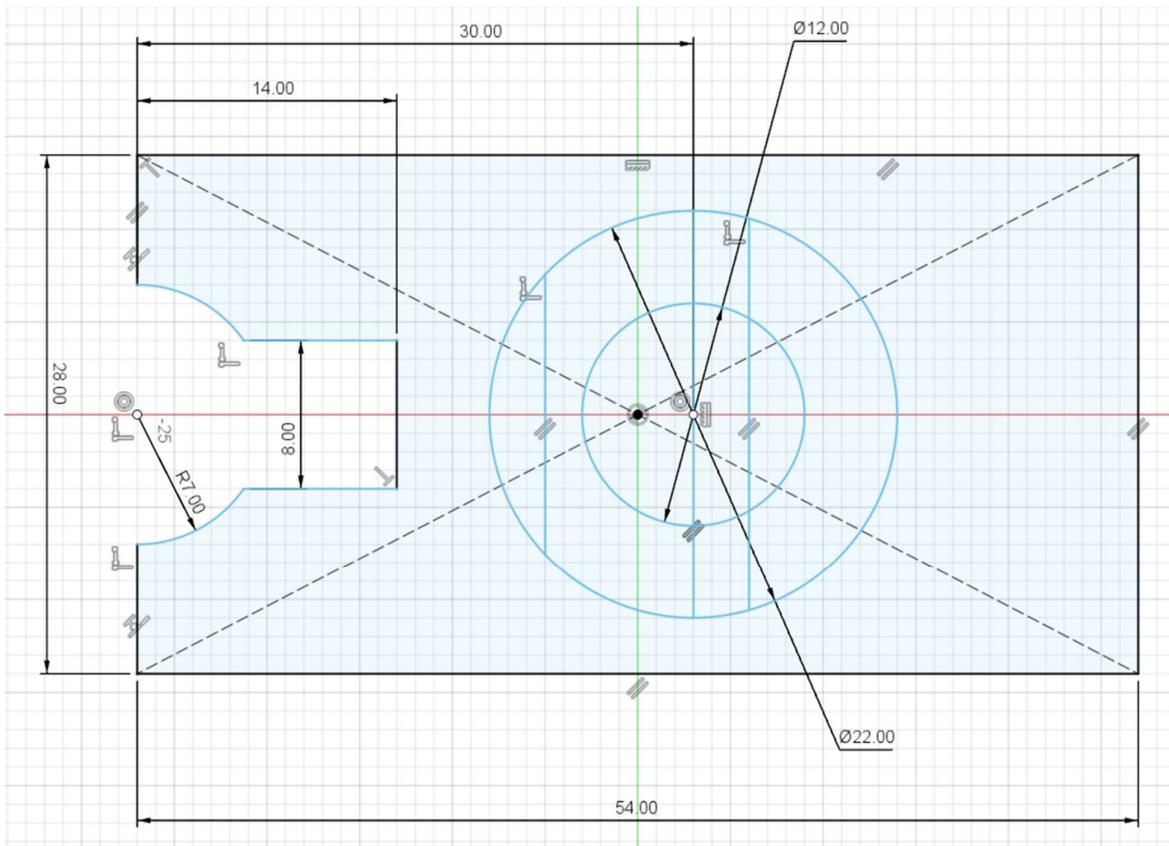


Рисунок 45

Выдавливаем наш эскиз на расстояние **10мм** (рисунок 46).

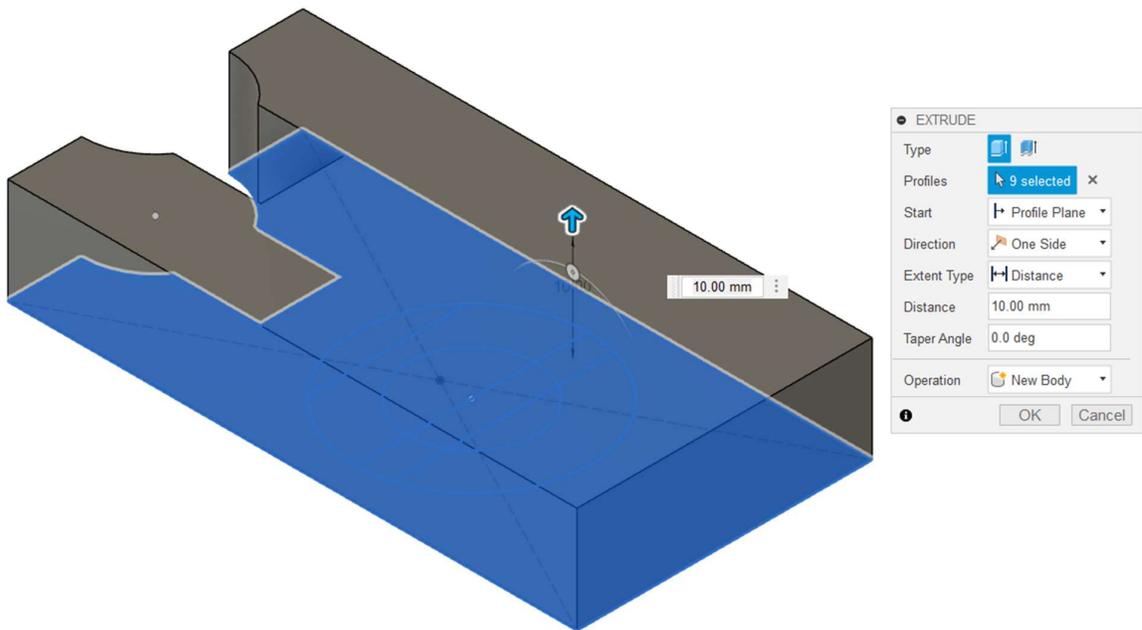


Рисунок 46

В браузере включим эскиз (рисунок 47).

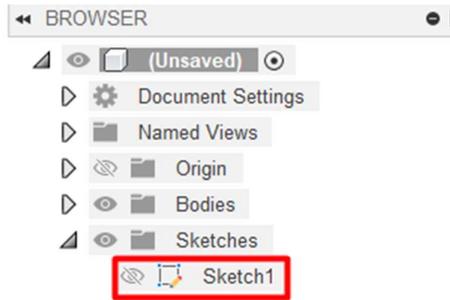


Рисунок 47

Выдавливает часть эскиза, используя в качестве исходной точки верхнюю плоскость модели (рисунок 48).

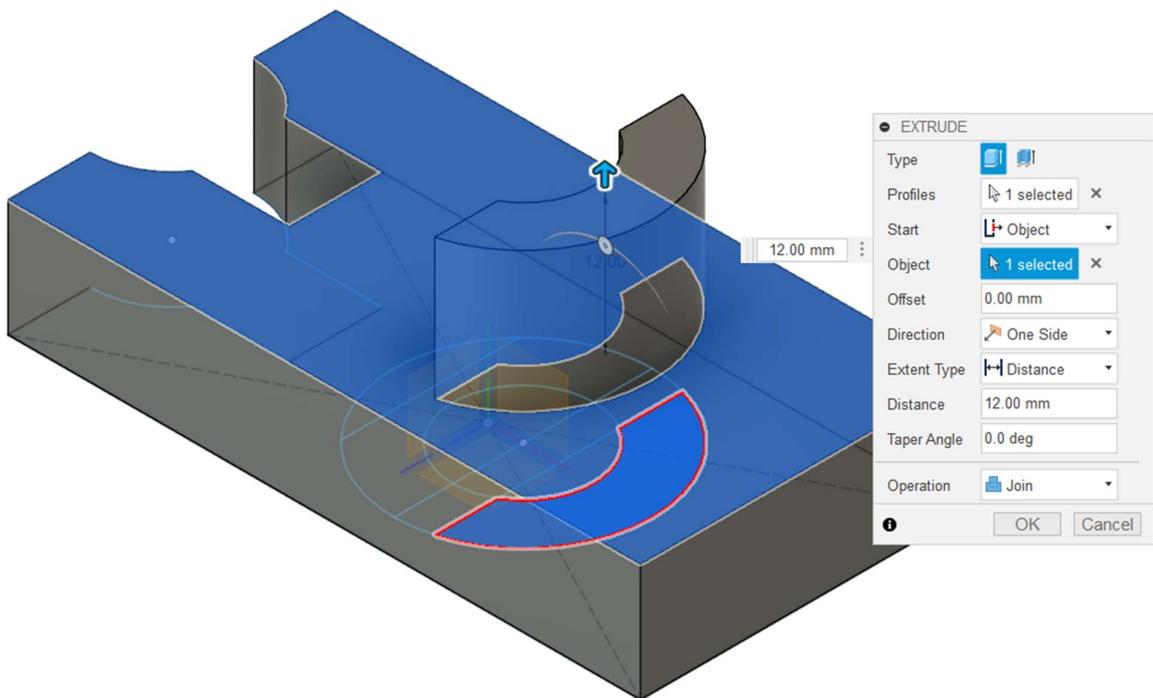


Рисунок 48

Выдавливает еще один элемент со смещением **10мм** (рисунок 49).

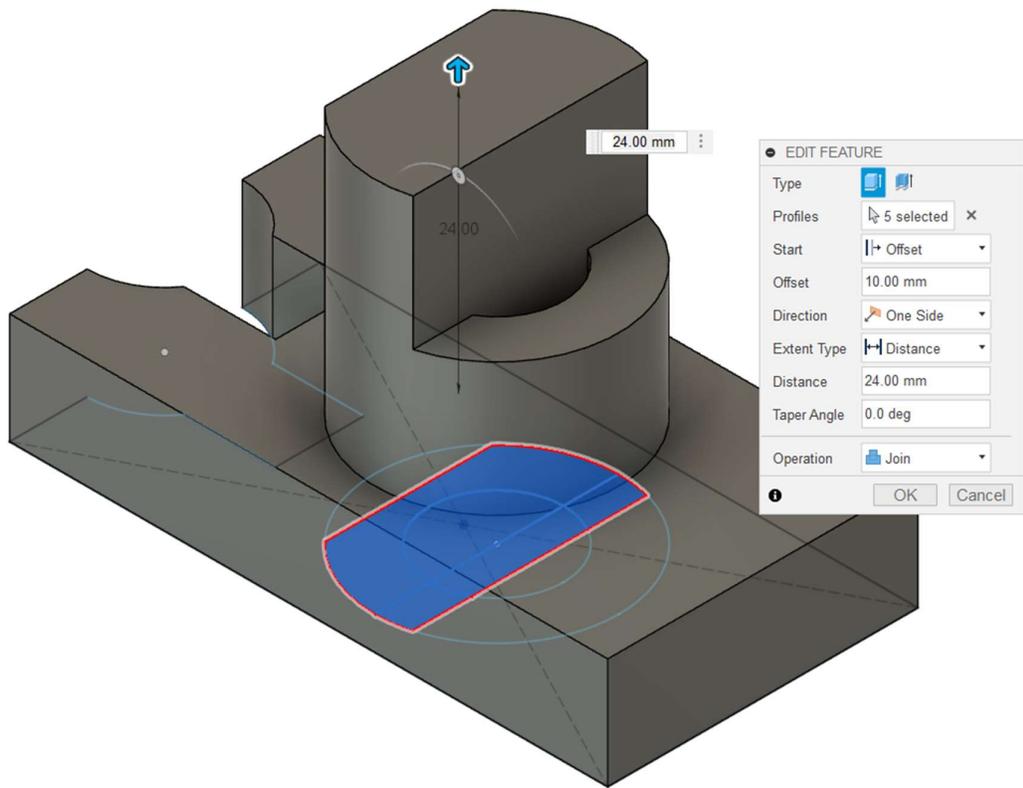


Рисунок 49

Выдавливаем третью часть центрального элемента (рисунок 50).

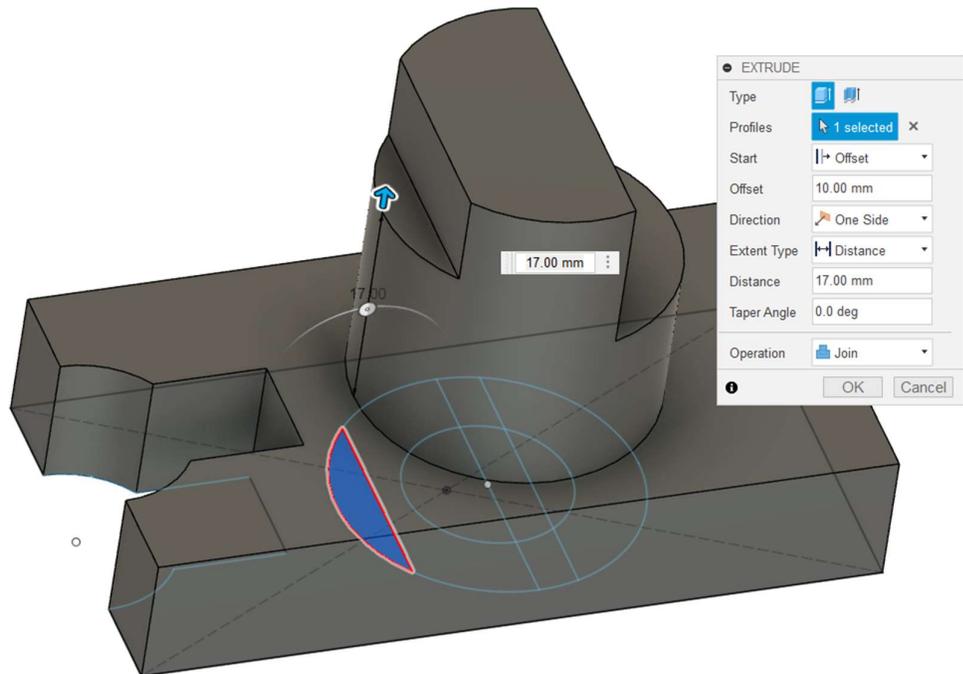


Рисунок 50

Насквозь выдавливаем внутреннее отверстие (рисунок 51).

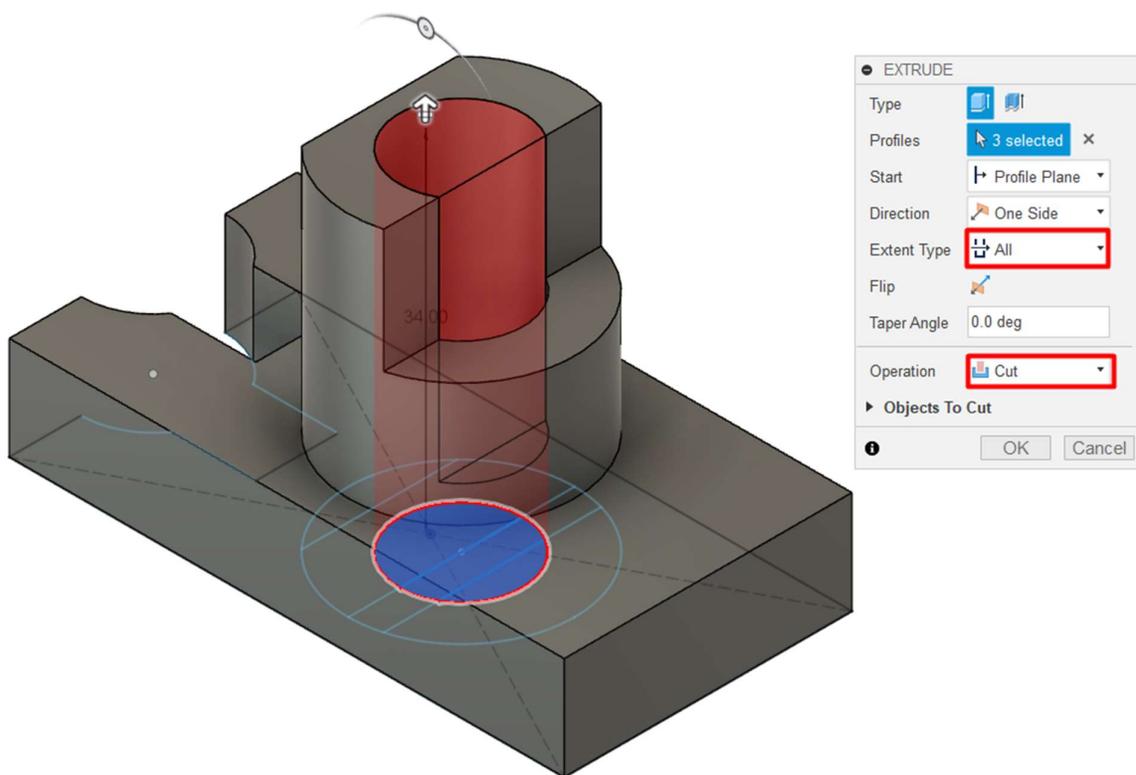


Рисунок 51

Отключаем эскиз (рисунок 52).

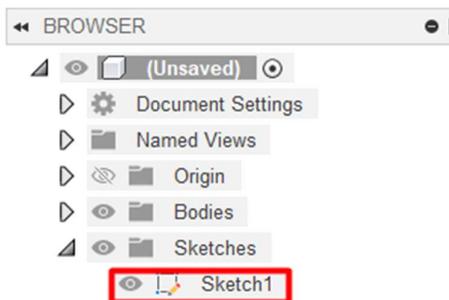


Рисунок 52

На ленте на панели *Modify* запускаем инструмент *Chamfer* (Фаска, рисунок 53).

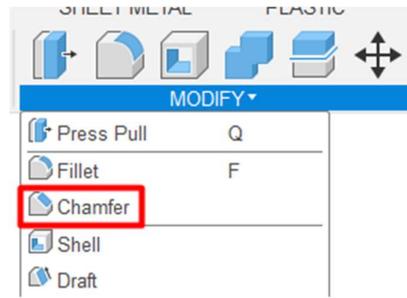


Рисунок 53

Создадим фаску с размерами **8X6мм** (рисунок 54).

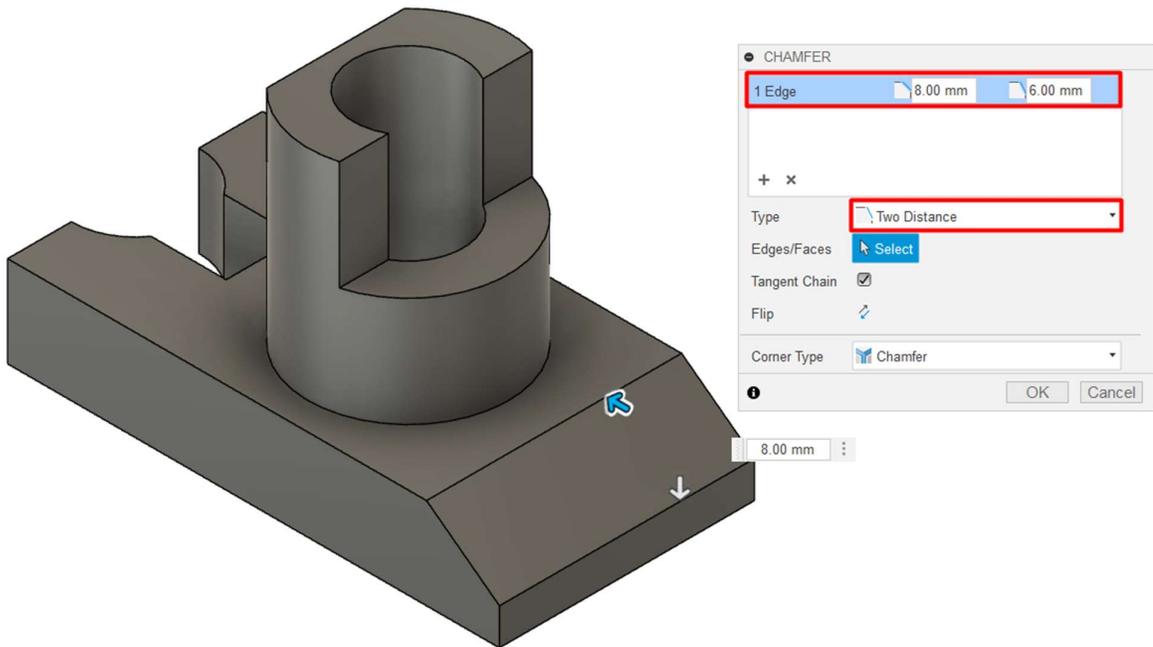


Рисунок 54

Назначим модели материал *Steel AISI 1006 85 HR* (рисунок 55).

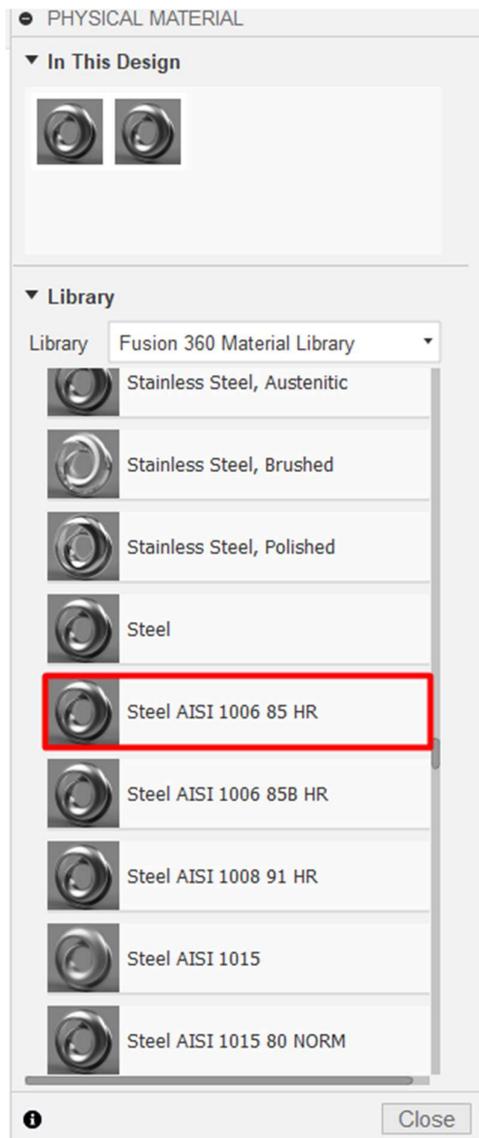


Рисунок 55

Определим массу модели (рисунок 56). Не забываем вносить ответ в текстовый документ и экспортировать на свой персональный компьютер или ноутбук файл с выполненным заданием.

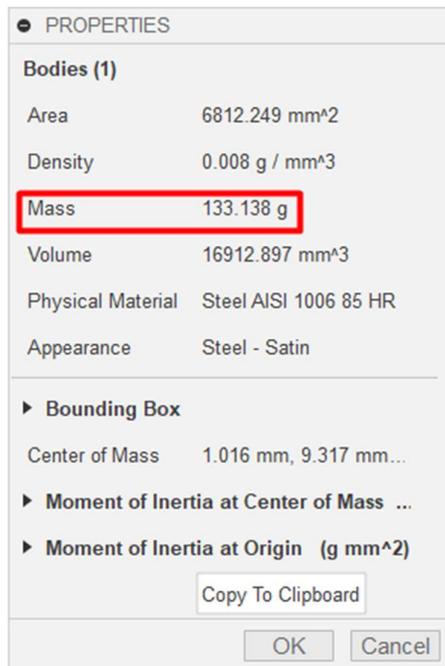


Рисунок 56

Перейдем к рассмотрению примера решения четвертого задания. Откроем файл *Assemble 1*. В открывшейся модели расположены 4 компонента из которых нужно выполнить сборку (рисунок 57).

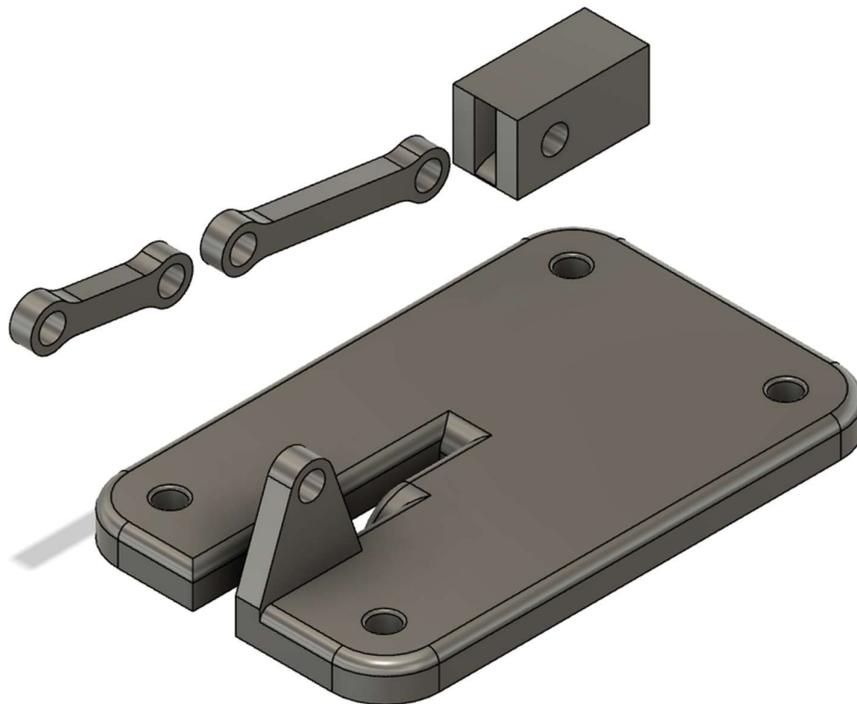


Рисунок 57

Обратите внимание в браузере на компонент **Plat** (рисунок 58). На нем отображается значок закрепления. Это единственный компонент, который не поменяет положения в пространстве.

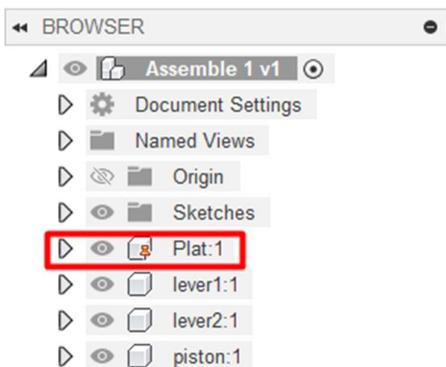


Рисунок 58

В *Autodesk Fusion 360* для создания сборок используется одноименное меню **Assemble** (рисунок 59). В этом меню мы будем применять инструмент **Joint** (Соединить).

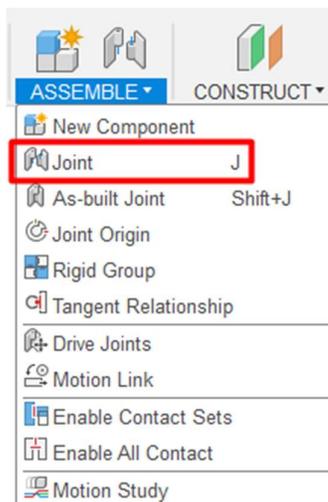


Рисунок 59

В меню **Joint** во вкладке **Position** (Положение) необходимо указать два компонента, которые образуют соединение между собой (рисунок 60). Здесь нужно обратить внимание, что в качестве **Component 1** необходимо выбирать

тот компонент, который меняет положение в пространстве. В тоже время *Component 2* не изменит своего исходного положения в пространстве.

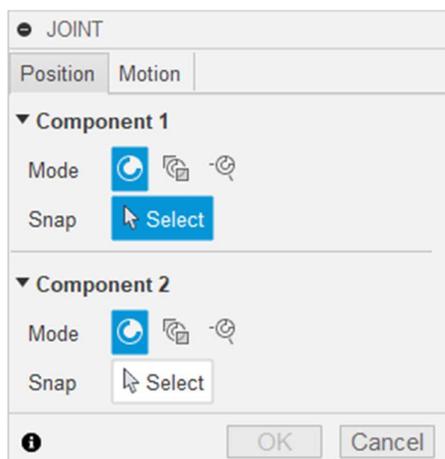


Рисунок 60

Укажем точку соединения на компоненте *Lever1* (рисунок 61).

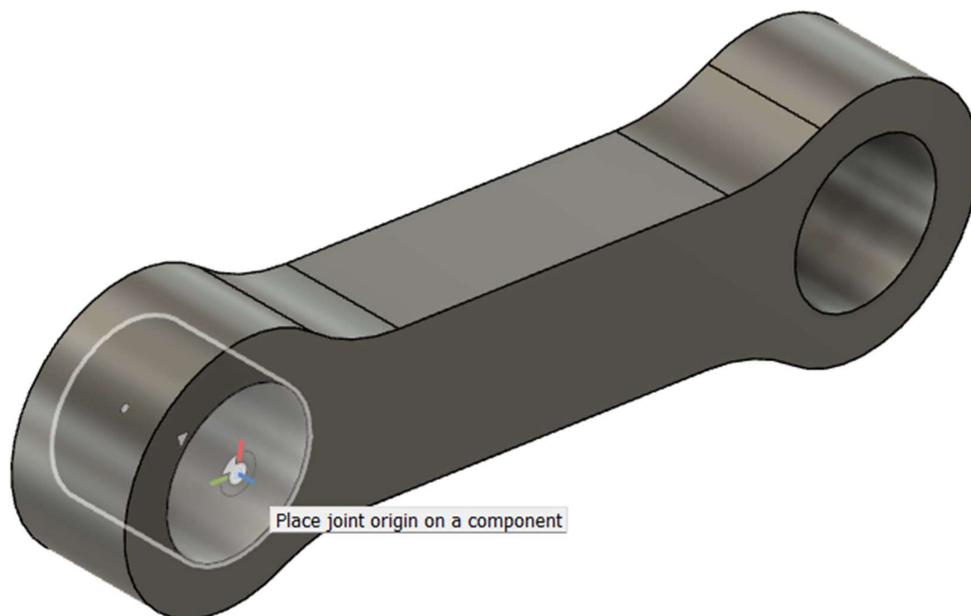


Рисунок 61

Далее указываем точку или область соединения (привязки) на базовом (закрепленном) компоненте (рисунок 62).

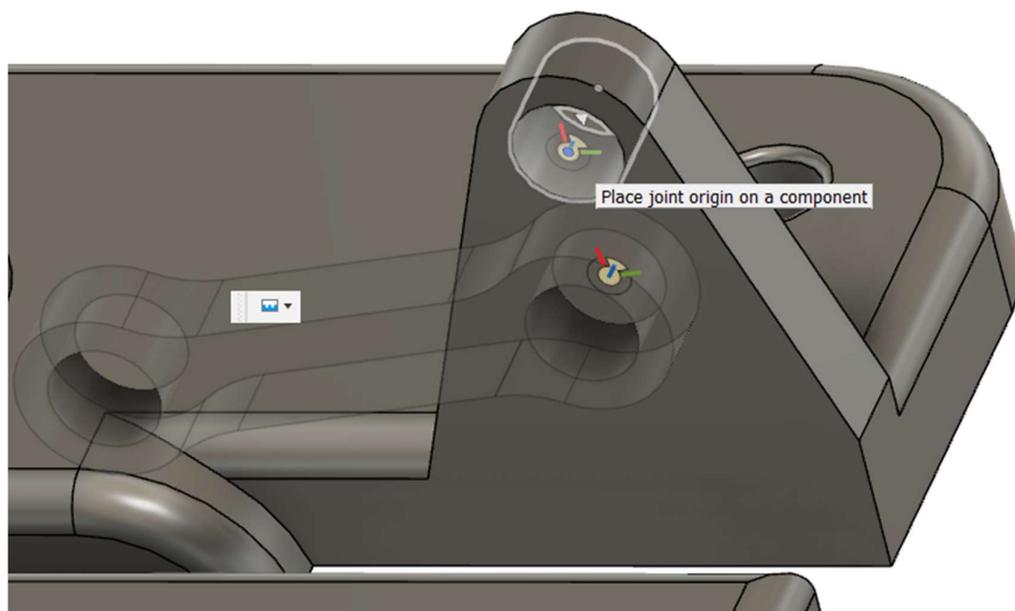


Рисунок 62

Два компонента образовали соединение между собой, но обратите внимание, что месте их контакта отображается значок **Rigid**, который означает что эти два компонента жестко соединены друг с другом, то есть движение между ними невозможно (рисунок 63).

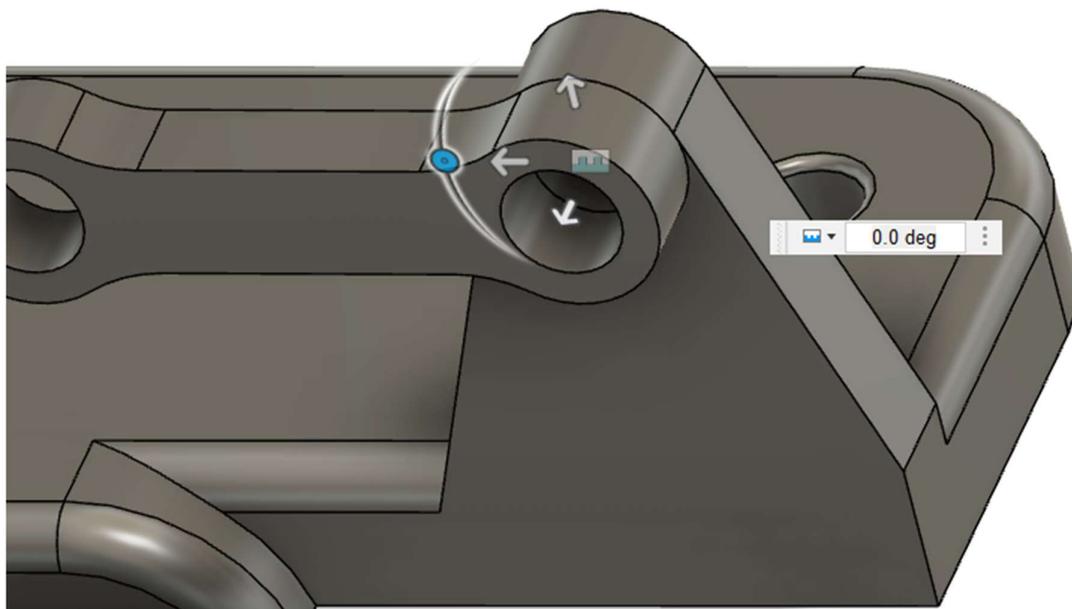


Рисунок 63

На вкладке Motion изменим вид движения на *Revolute* (Вращение, рисунок 64).

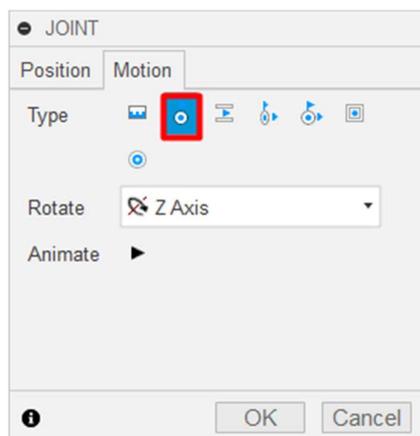


Рисунок 64

Аналогично соединяем компоненты *Lever1* и *Lever2* (рисунок 65).

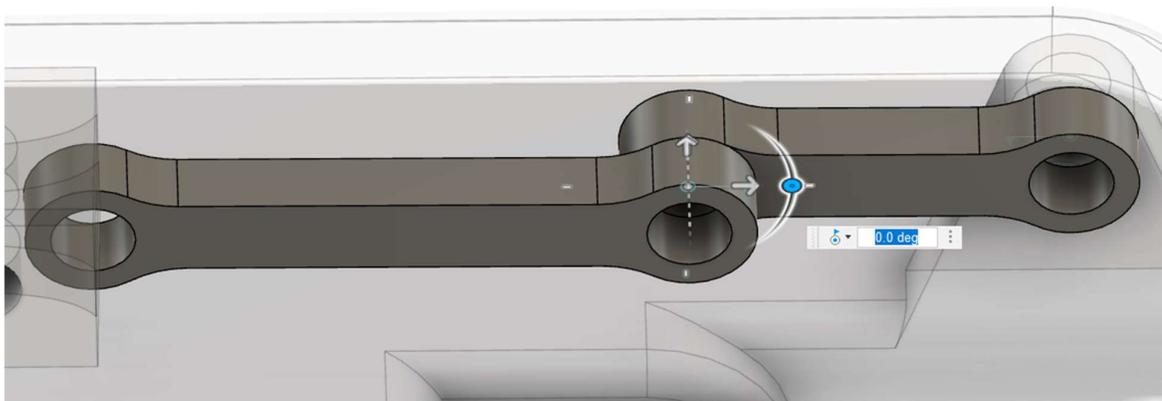


Рисунок 65

Далее соединим компоненты *Lever2* и *Piston* (рисунок 66).

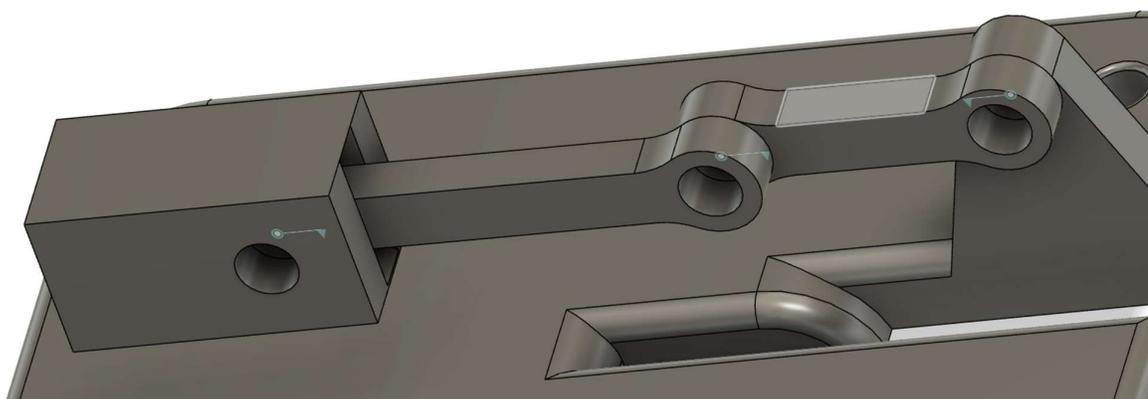


Рисунок 66

Указываем точку соединения на компоненте *Piston* (рисунок 67).

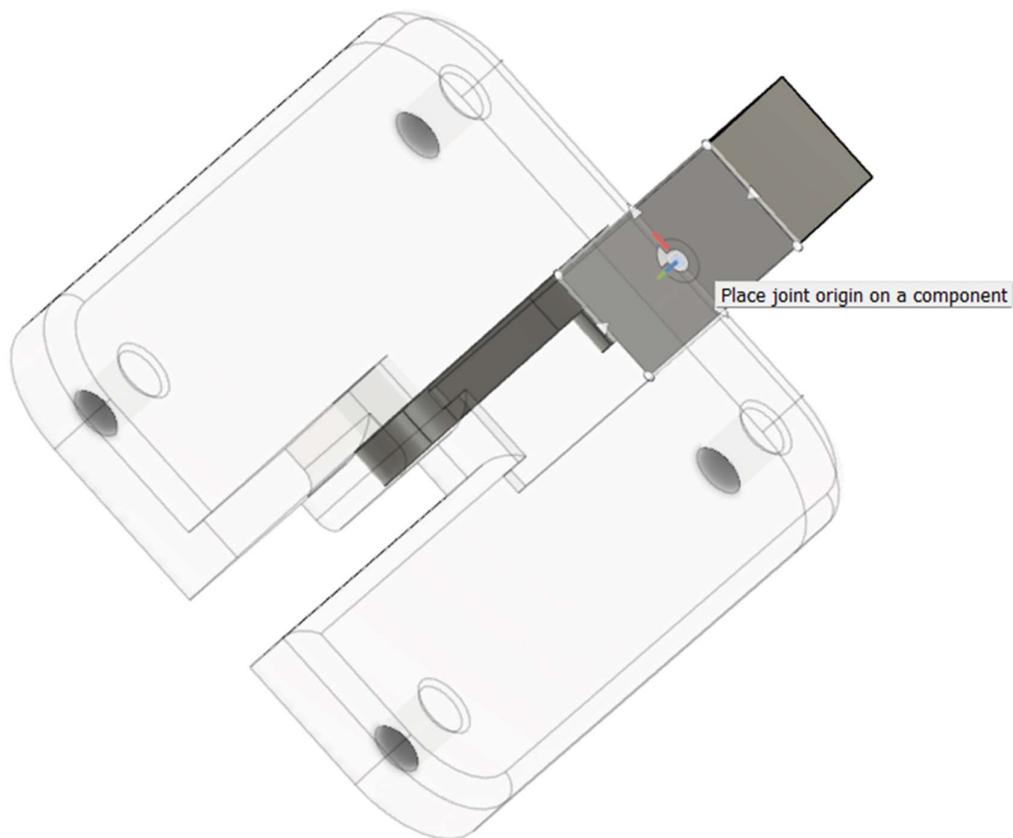


Рисунок 67

Указываем точку соединения на компоненте *Plat* (рисунок 68).

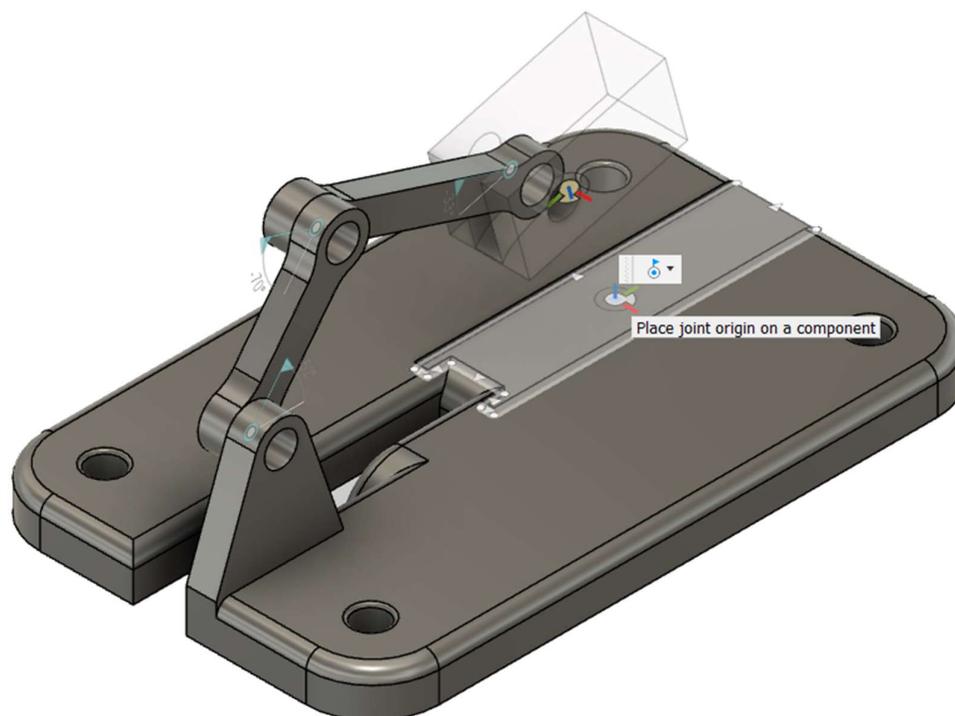


Рисунок 68

Изменим тип движения на *Slider*, а также поменяем ось движения на *Y* (рисунок 69).

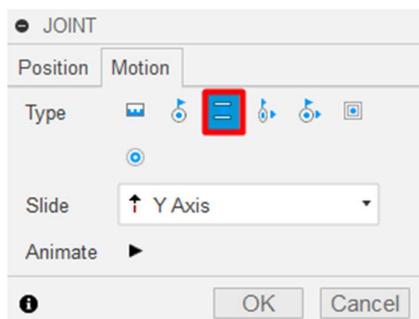


Рисунок 69

Собрание сборки завершено (рисунок 70). Настроим сборку для того, чтобы движение ее компонентов было корректным.

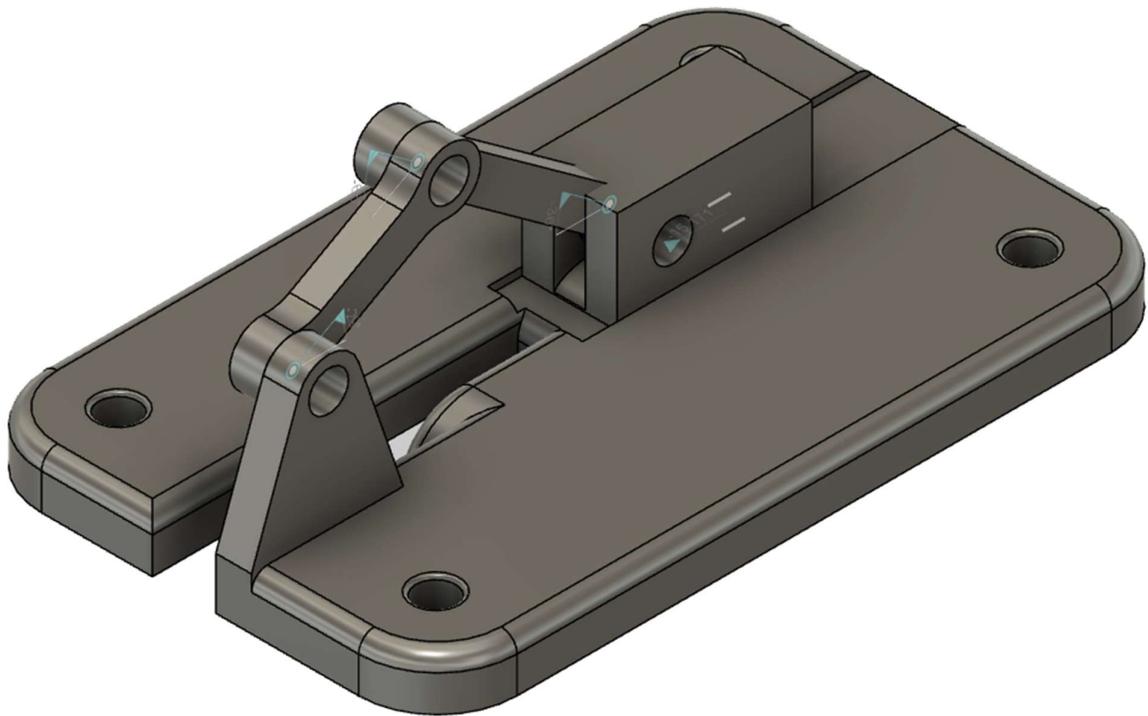


Рисунок 70

Для упрощения создания сборных моделей в большинстве САД-систем по умолчанию отключены все контакты между твердыми телами. Это приводит к тому, что одно твердое тело может пересекать другое. Для того, чтобы избежать такой ситуации, необходимо создавать наборы контактов.

На ленте во вкладке *Assemble* найдем строку *Enable Contact Sets* (Включить наборы контактов).

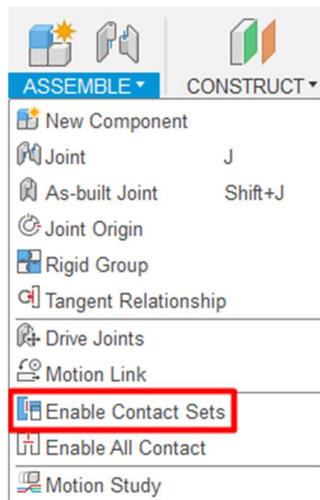


Рисунок 71

Еще раз зайдём в это меню и выберем строку *New Contact Set* (рисунок 72).

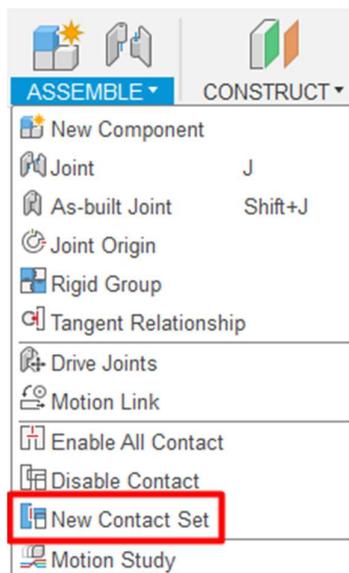


Рисунок 72

Выбираем компоненты, которые должны войти в создаваемый набор контактов (рисунок 73).

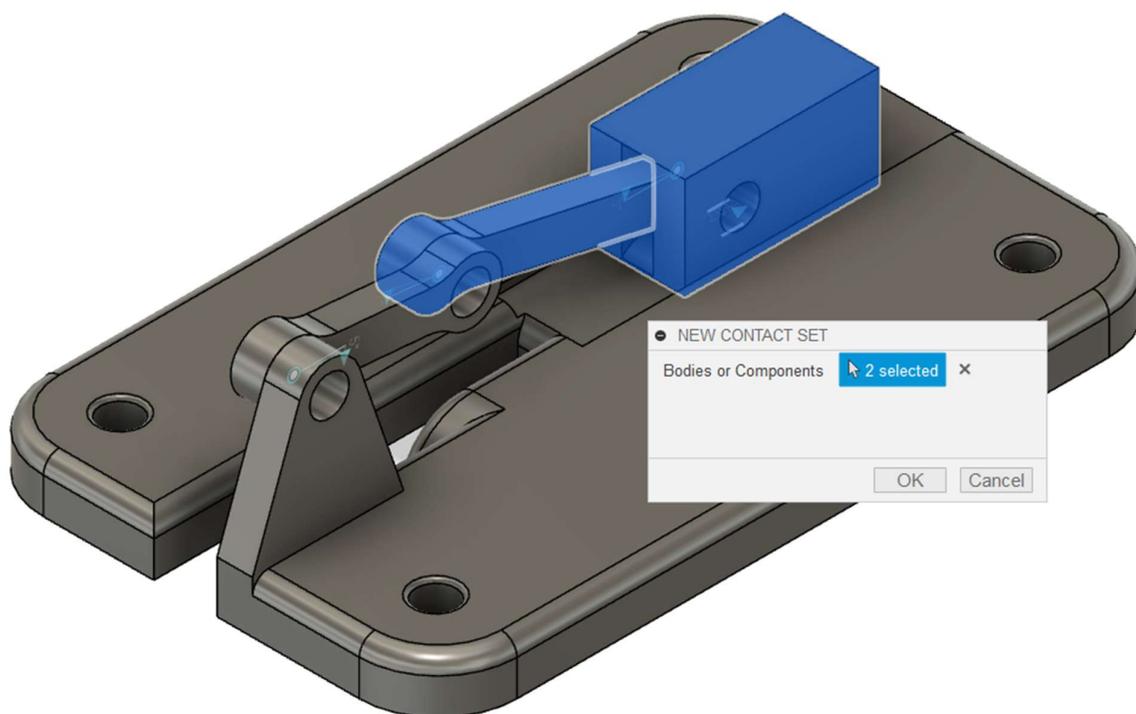


Рисунок 73

Выполнение задания завершено (рисунок 74). Не забудьте экспортировать созданную модель.

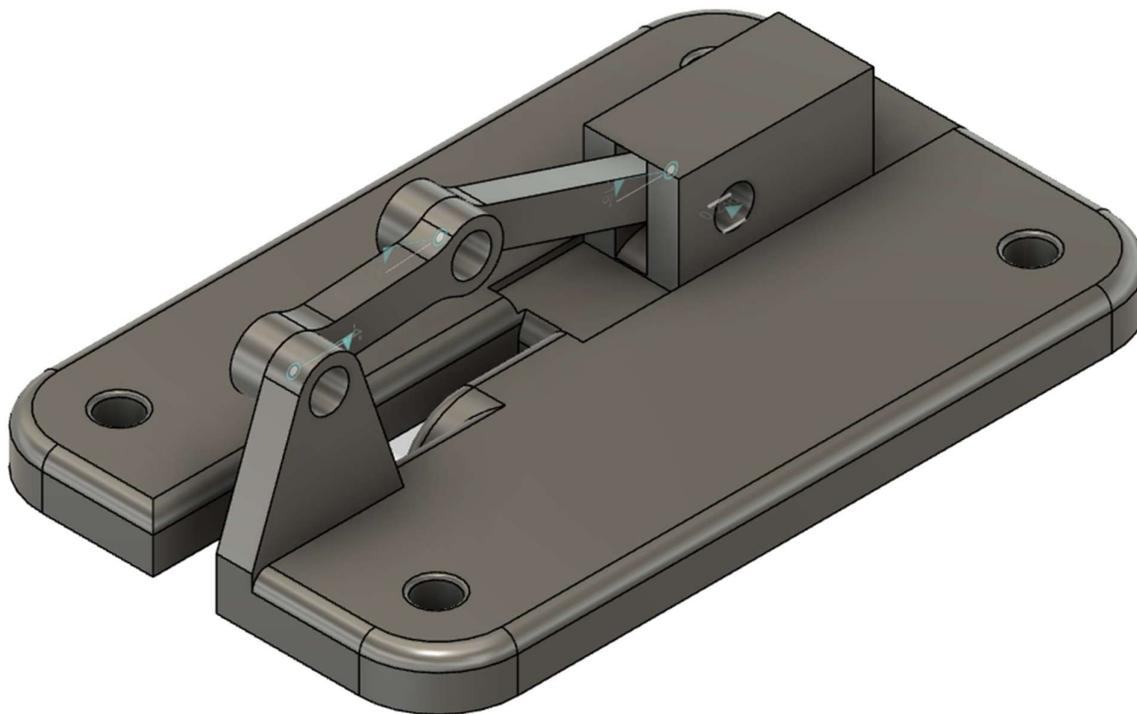


Рисунок 74

После выполнения всех заданий необходимо проверить, что в папке, которую вы создали ранее, есть текстовый файл с числовыми ответами и 4 модели с выполненными заданиями.

Если практическая часть конкурса проходит очно, то члены комиссии проверяют ответы и скачивают модели для проверки.

Если экзамен проводится дистанционно, то вам необходимо архивировать эту папку и загрузить в систему, в которой вам был предоставлен билет.

6. Список источников информации

1. Основы моделирования в среде Fusion 360 : метод. указания /С.Г. Губанов. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019 – 80 с.
2. Применение современных инженерных инструментов для конструирования : метод. указания / А.Е. Кривенко, С.Г. Губанов, О.Л. Дербенева, В.В. Зотов. – Москва : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2021. – 43 с.
3. Образовательный портал Knowledge Network.