

**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 INVENTOR PROFESSIONAL**

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 Inventor Professional.....	11
6. Список источников информации.....	42

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.	базовый	<i>Создание твердых тел и определение их свойств</i>	Создать трехмерную модель по предоставленным эскизам.	10

			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 должно	25
				20

			осуществлять движение всех компонентов (кроме закрепленных) и не должно 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. П 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. П Создать трехмерную модель согласно рисунку 3. Назначить трехмерной модели материал (представлен в таблице 1) и определить ее массу. -15 баллов.

3 Уровень сложности. В 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

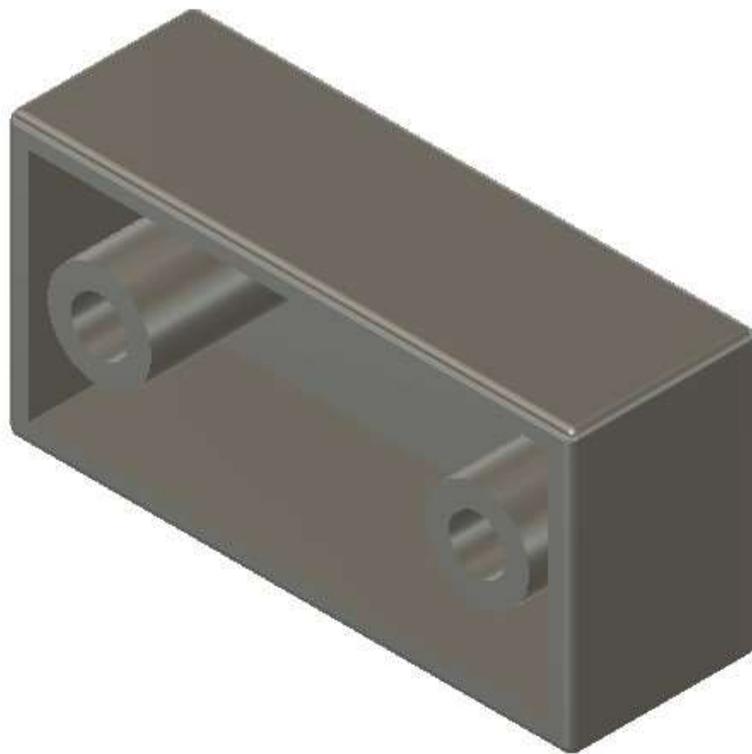


Рисунок 2

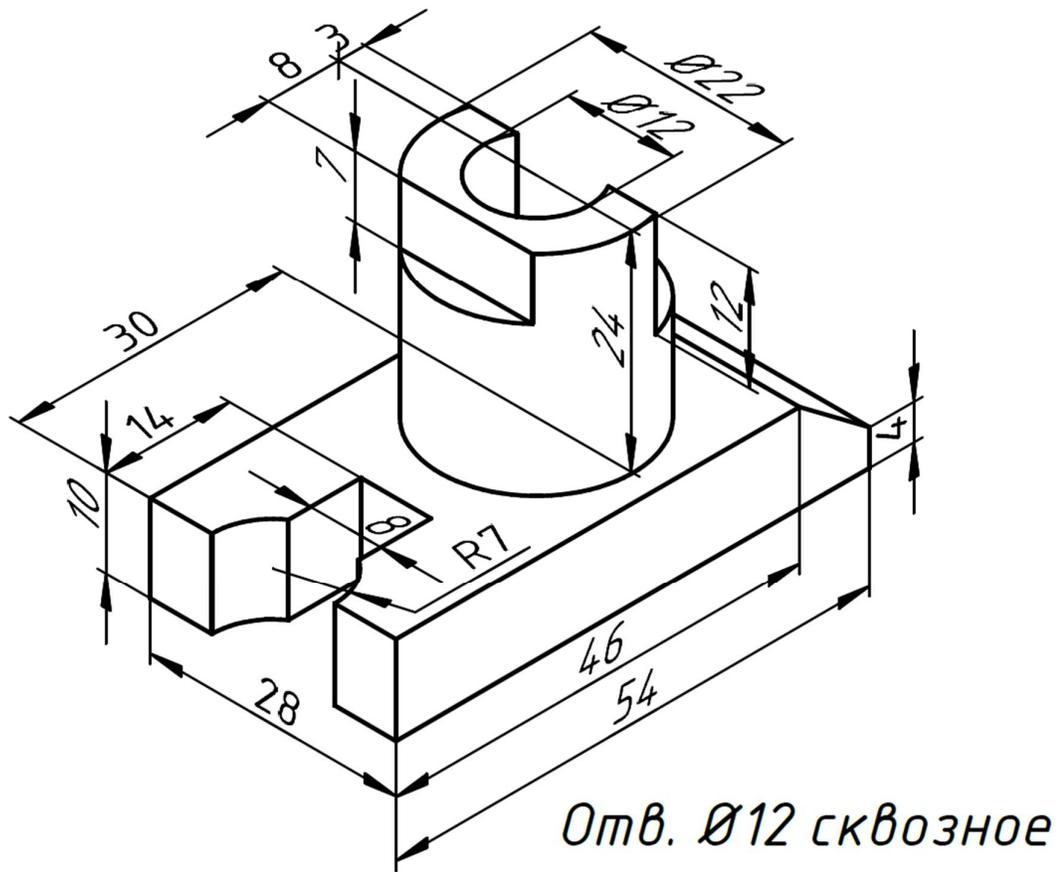


Рисунок 3

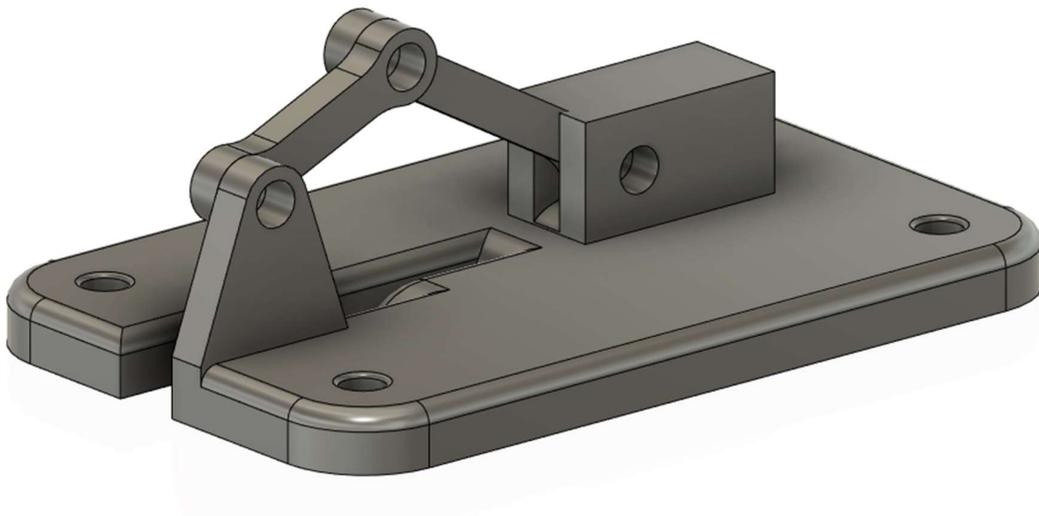


Рисунок 4

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 Inventor Professional

Для начала выполнения заданий необходимо скачать и загрузить в *Autodesk Inventor Professional* исходные файлы. В левом верхнем углу экрана на панели инструментов быстрого доступа щелкаем левой клавишей мыши по кнопке **Открыть**, так же можно на панели запуск нажать кнопку **Открыть** (рисунок 5).

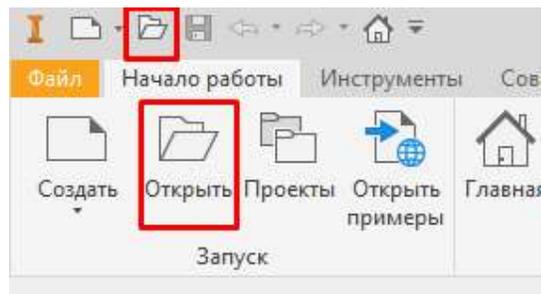


Рисунок 5

После нажатия на кнопку необходимо в открывшемся окне перейти к папке, в которой расположены файлы и выбрать файл, который необходимо открыть для задания (рисунок 6).

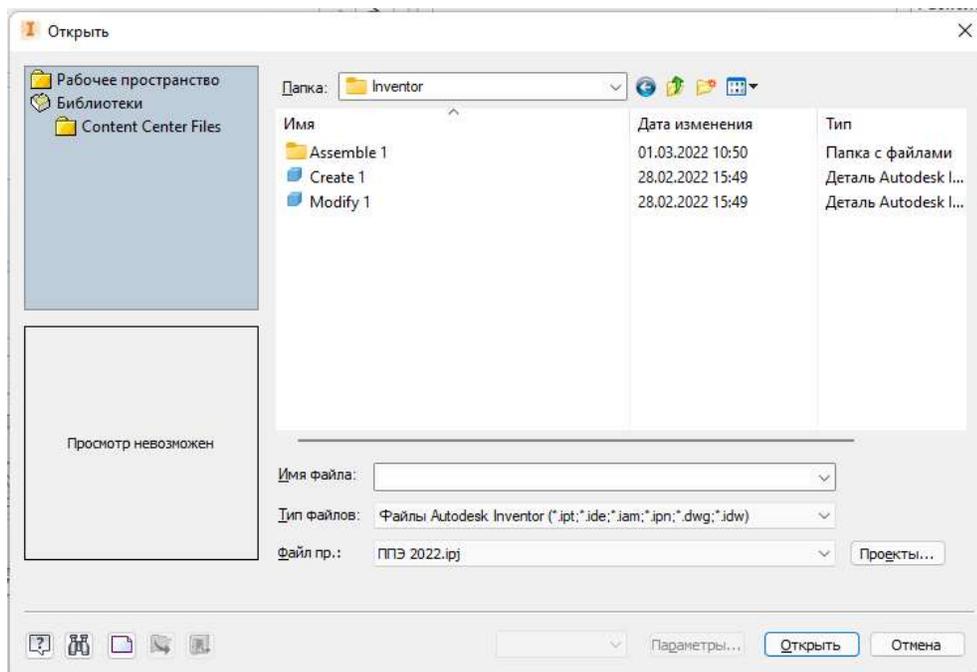


Рисунок 6

После открытия файла включаем видимость у *Эскиз 1* и *Эскиз 2* (рисунок 7).

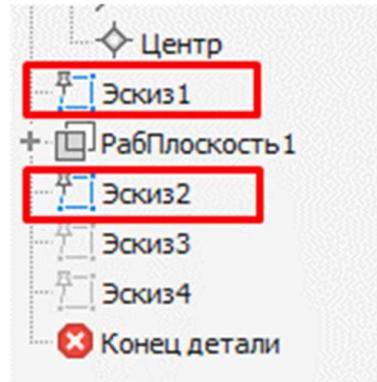


Рисунок 7

Выбираем инструмент *Лофт* (рисунок 8).

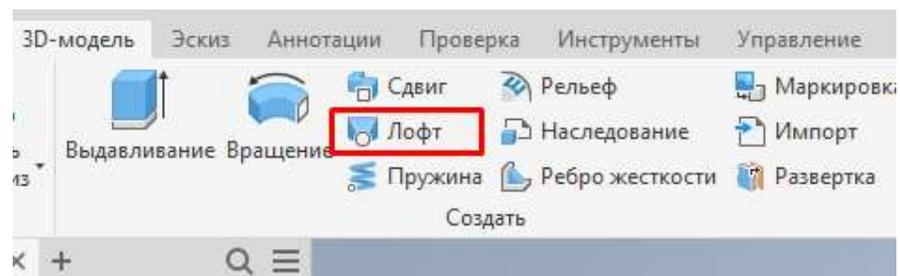


Рисунок 8

После этого выбираем два эскиза, у которых включили видимость и нажимаем *OK* (рисунок 9).

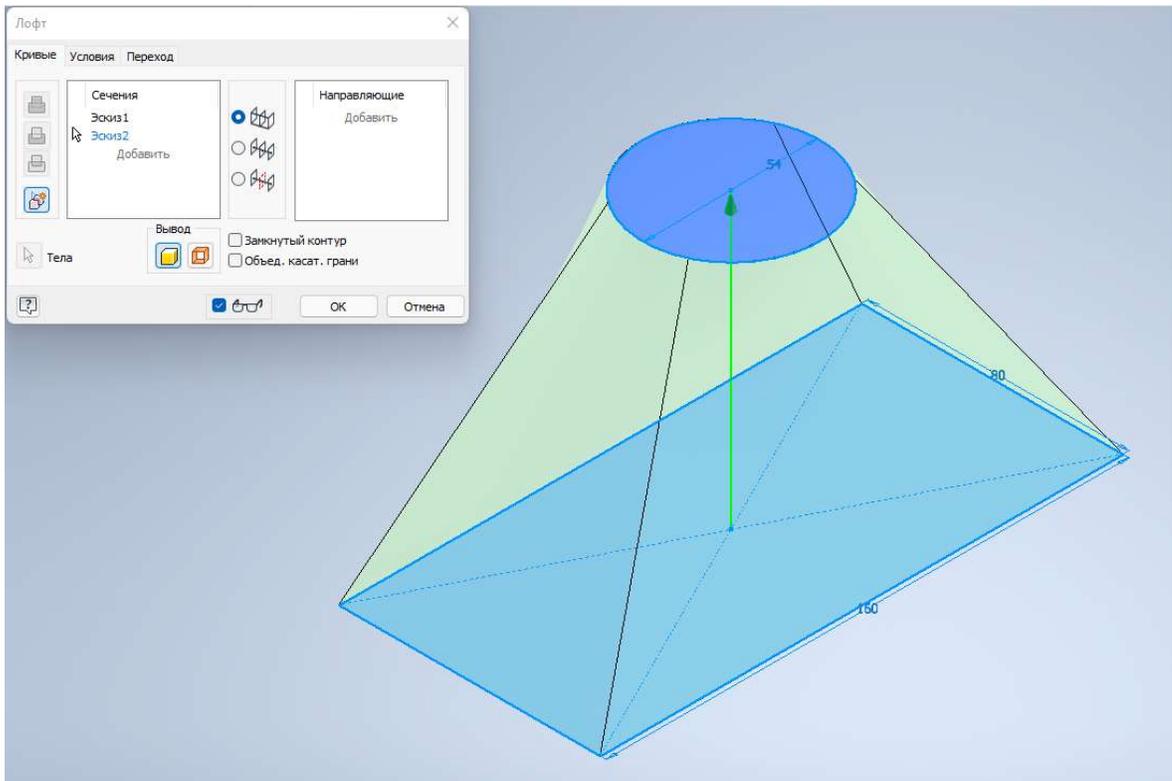


Рисунок 9

Включаем видимость *Эскиза 3* и *Эскиза 4* (рисунок 10).

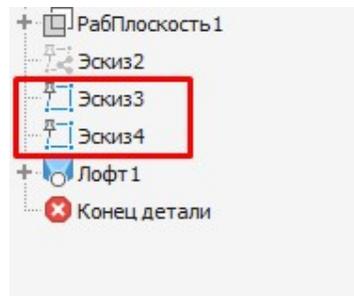


Рисунок 10

Выбираем инструмент *Сдвиг* (рисунок 11).

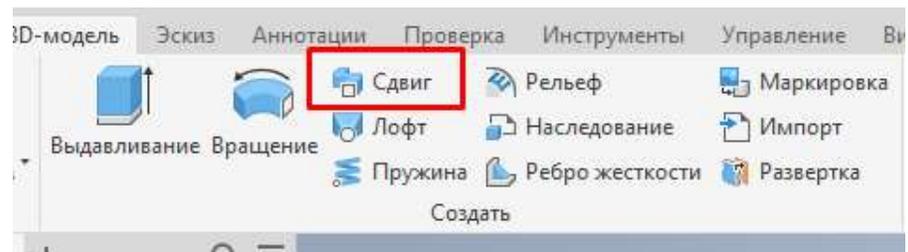


Рисунок 11

Программа автоматически выбирает профиль сдвига, нам остаётся выбрать путь, по которому он пройдёт. Выбираем логический вывод **Вычитание** и нажимаем **ОК** (рисунок 12).

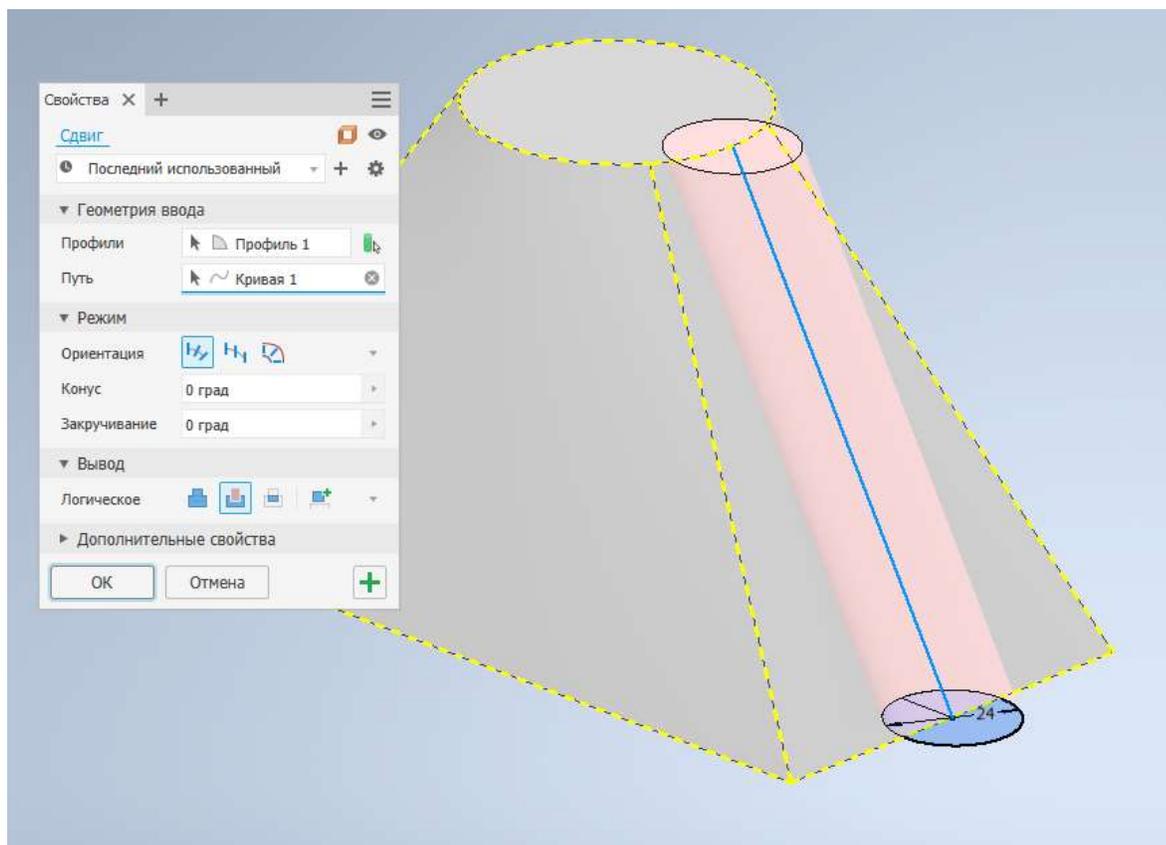


Рисунок 12

Выбираем инструмент **Зеркальное отражение** (рисунок 13).

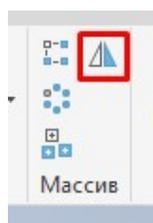


Рисунок 13

Созданный ранее вырез, выбираем как элемент отзеркаливания и как плоскость симметрии выбираем **Плоскость XY**, нажимаем **ОК** (рисунок 14).

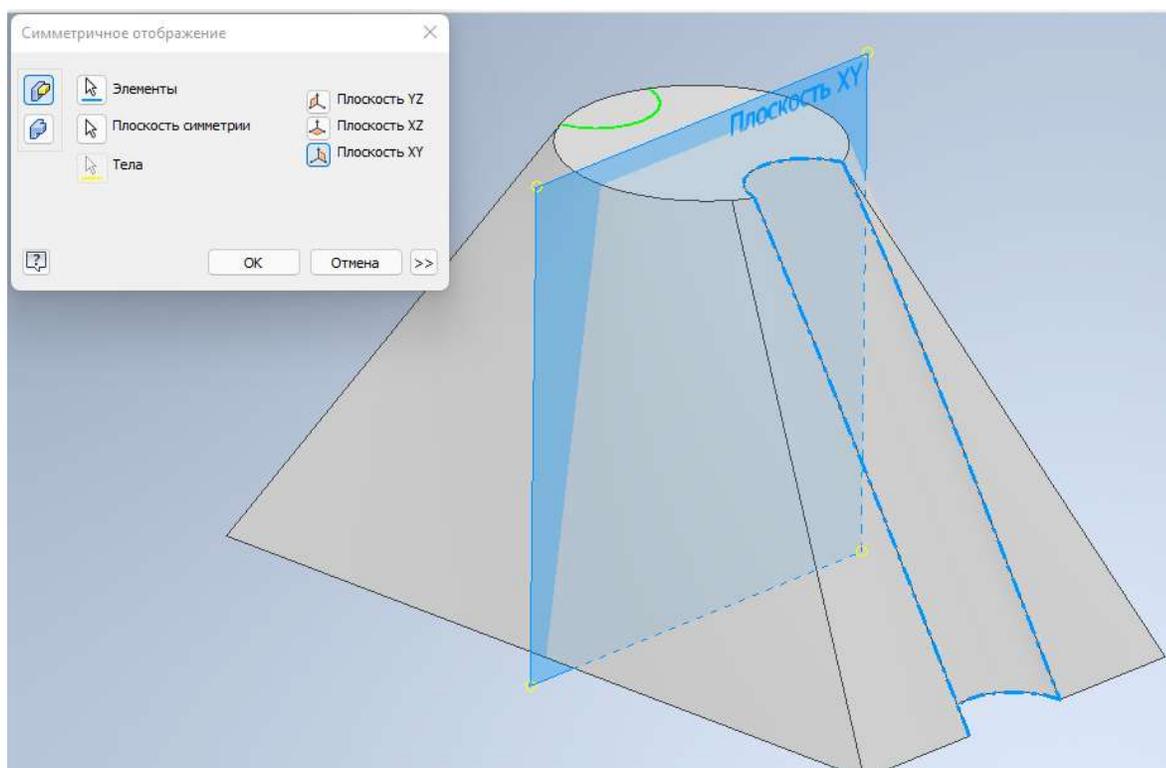


Рисунок 14

Закончив создание модели, необходимо назначить материал, указанный в задании *Алюминий 5052-О*. Материалы используются из *библиотеки Autodesk* (рисунок 15).

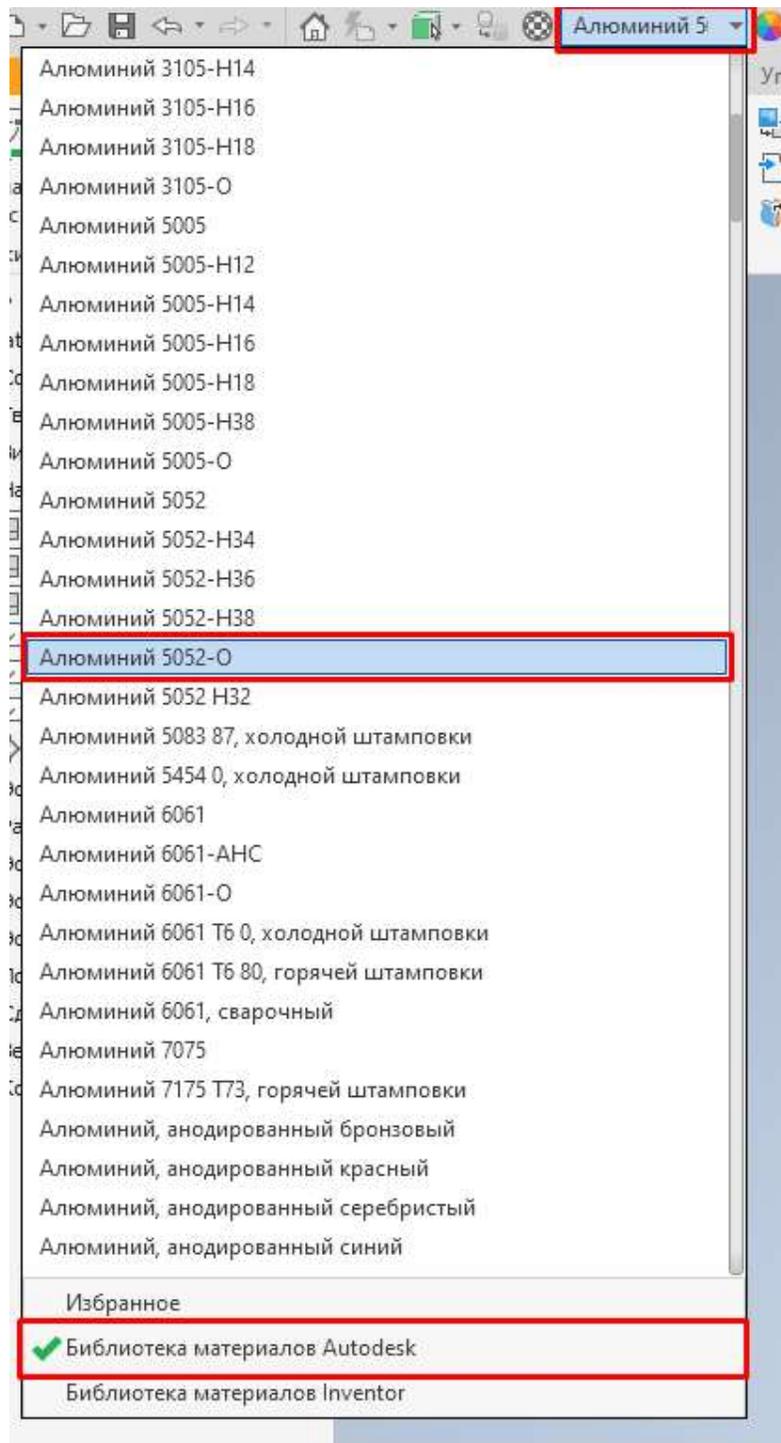


Рисунок 15

После назначения материала необходимо открыть *свойства Inventor*, для этого нажимаем правой кнопкой мыши по телу в дереве модели и выбираем строку свойств (рисунок 16).

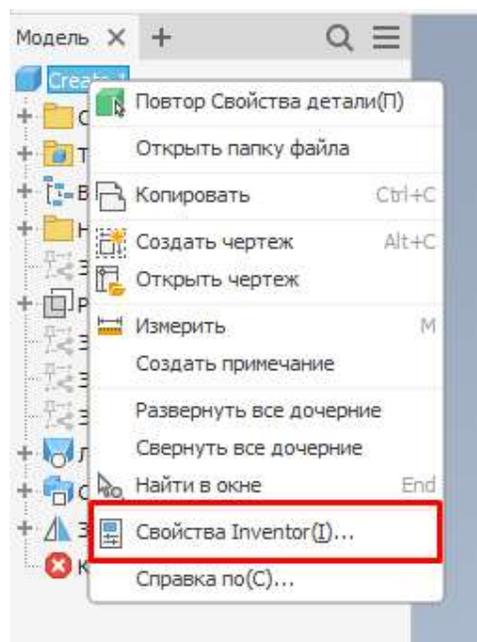


Рисунок 16

Открываем вкладку **Физические**, нажимаем кнопку обновить и записываем массу нашей детали (рисунок 17).

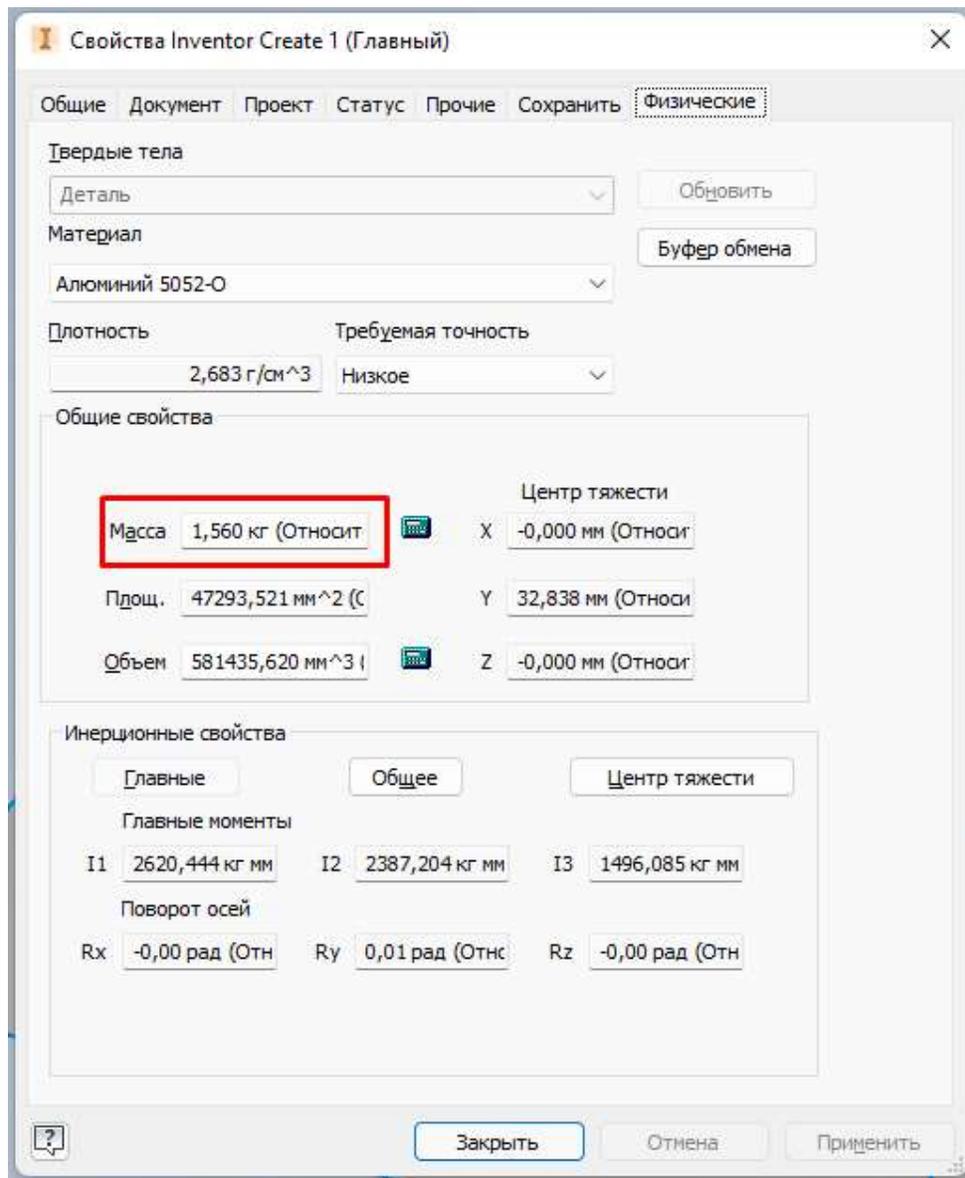


Рисунок 17

Переходим к выполнению второго задания. Открываем файл, указанный в задании. Выбираем инструмент **Преобразование** (рисунок 18).

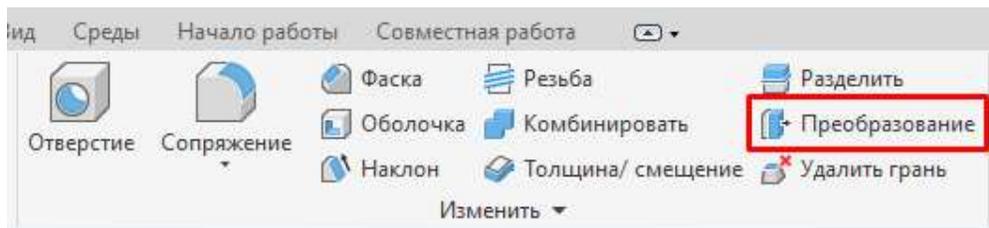
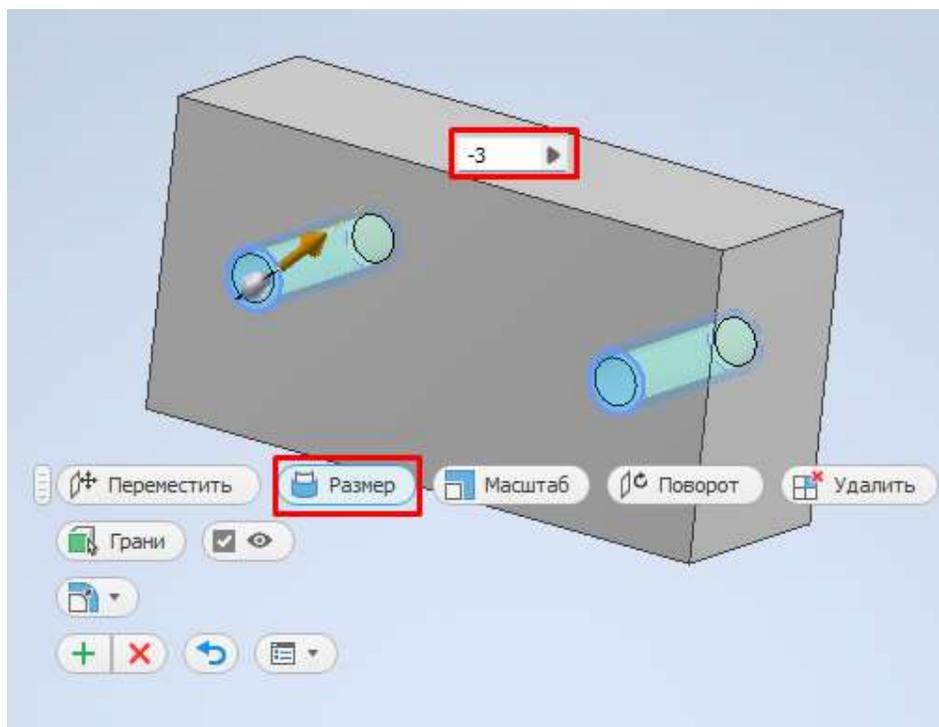


Рисунок 18

Выбираем оба отверстия, переключаемся на изменение размера геометрии, смещаем стрелку для появления окна поля ввода размера.

Обратите внимание на то, что нужно увеличить диаметр на **6 мм**, поэтому в поле ввода размера необходимо указывать радиус (рисунок 19). Для подтверждения изменений нажимаем клавишу **Enter**.



Размер 19

Выбираем инструмент **Оболочка** (рисунок 20).

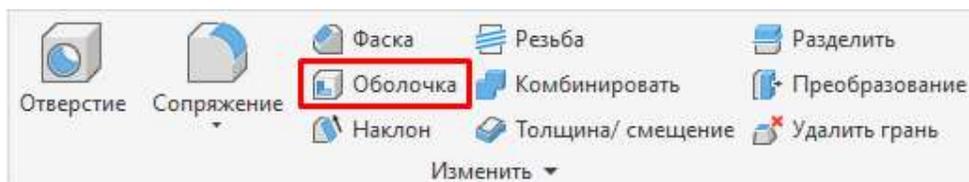


Рисунок 20

Выбираем боковую грань и вводим значение толщины оболочки **10 мм** (рисунок 21), для подтверждения операции нажимаем кнопку **ОК**.

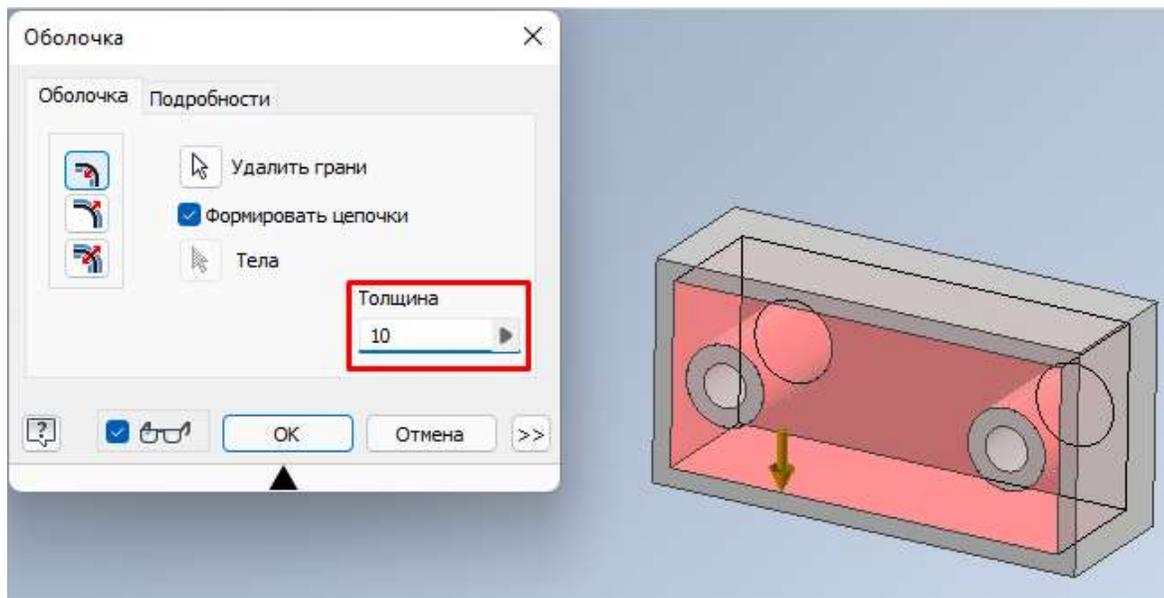


Рисунок 21

Выбираем инструмент *Сопряжение*, для создания скруглений с заданным радиусом (рисунок 22).

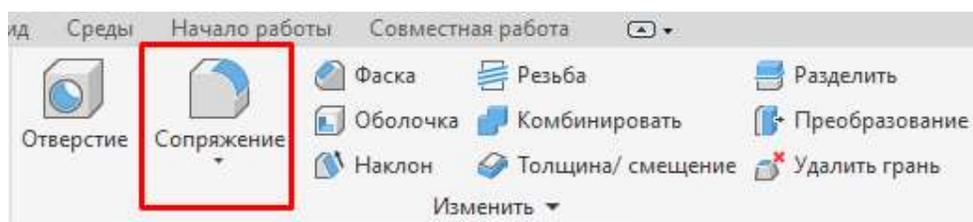


Рисунок 22

Выбираем все внешние грани нашей модели и указываем заданный радиус скругления в *4 мм* (рисунок 23).

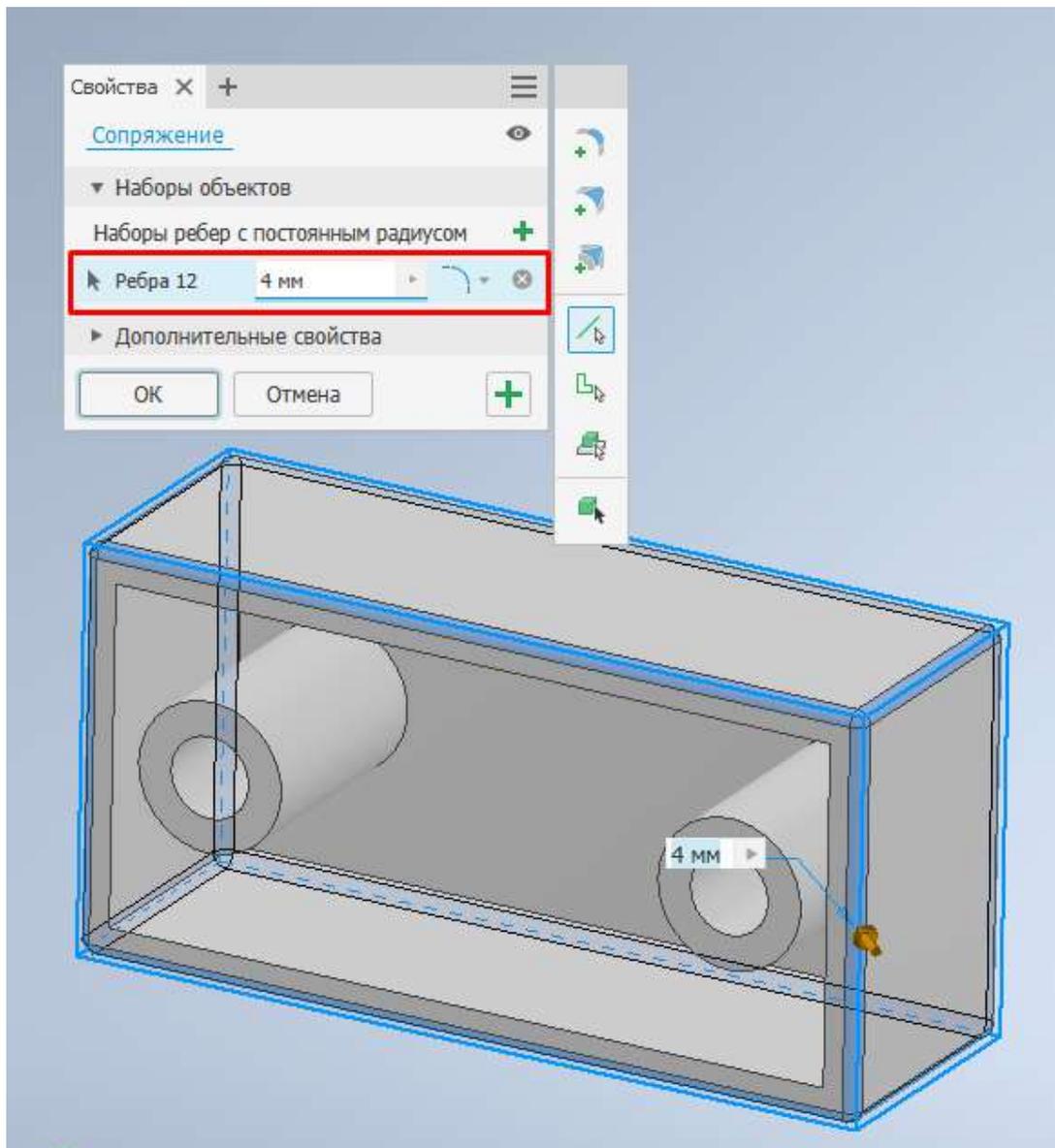


Рисунок 23

Назначаем материал *Чугун, литейный* и записываем массу модели (рисунок 24).

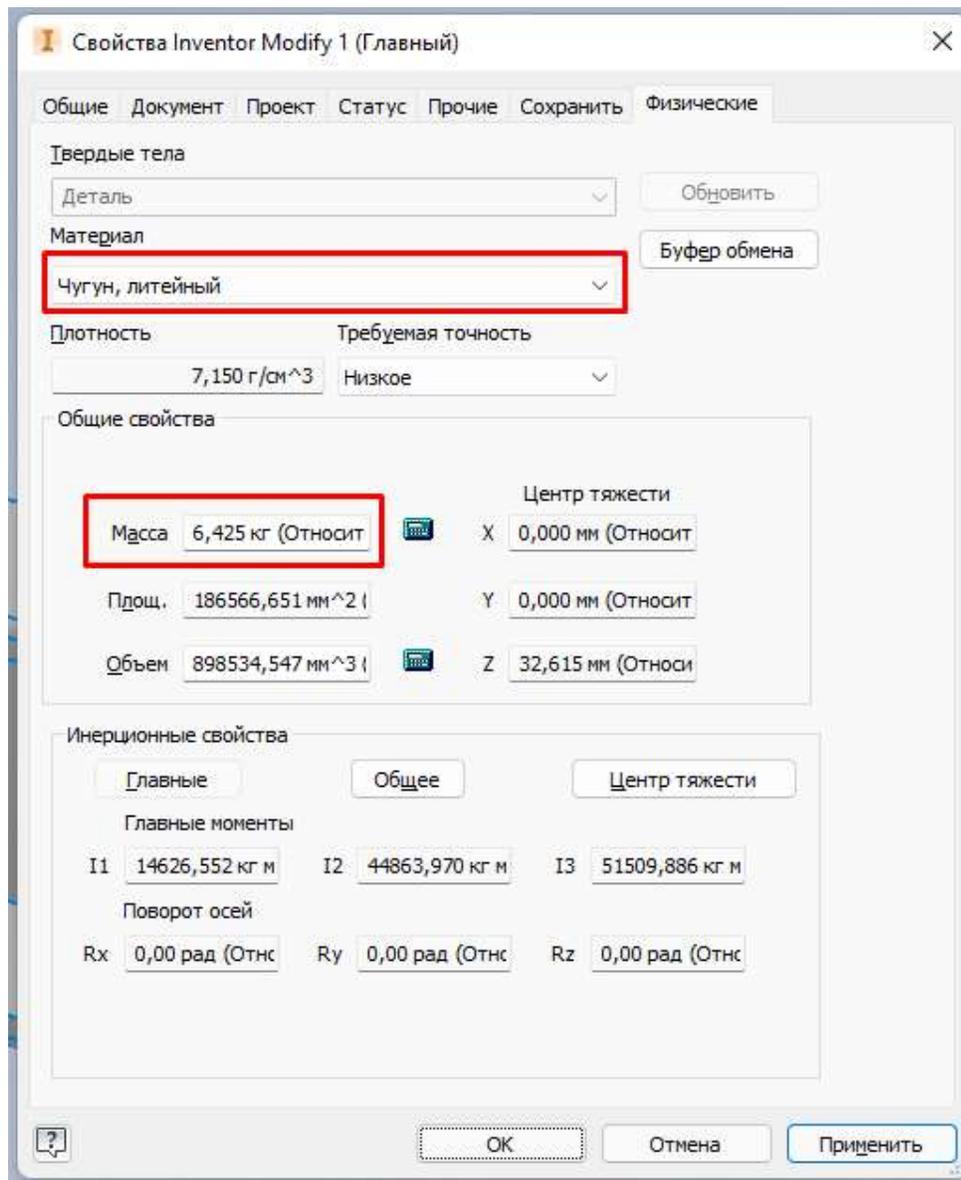


Рисунок 24

Переходим к выполнению третьего задания. В задании нам необходимо создать трёхмерную модель по представленному изображению (рисунок 25). Открываем новый файл и в нём создаём модель.

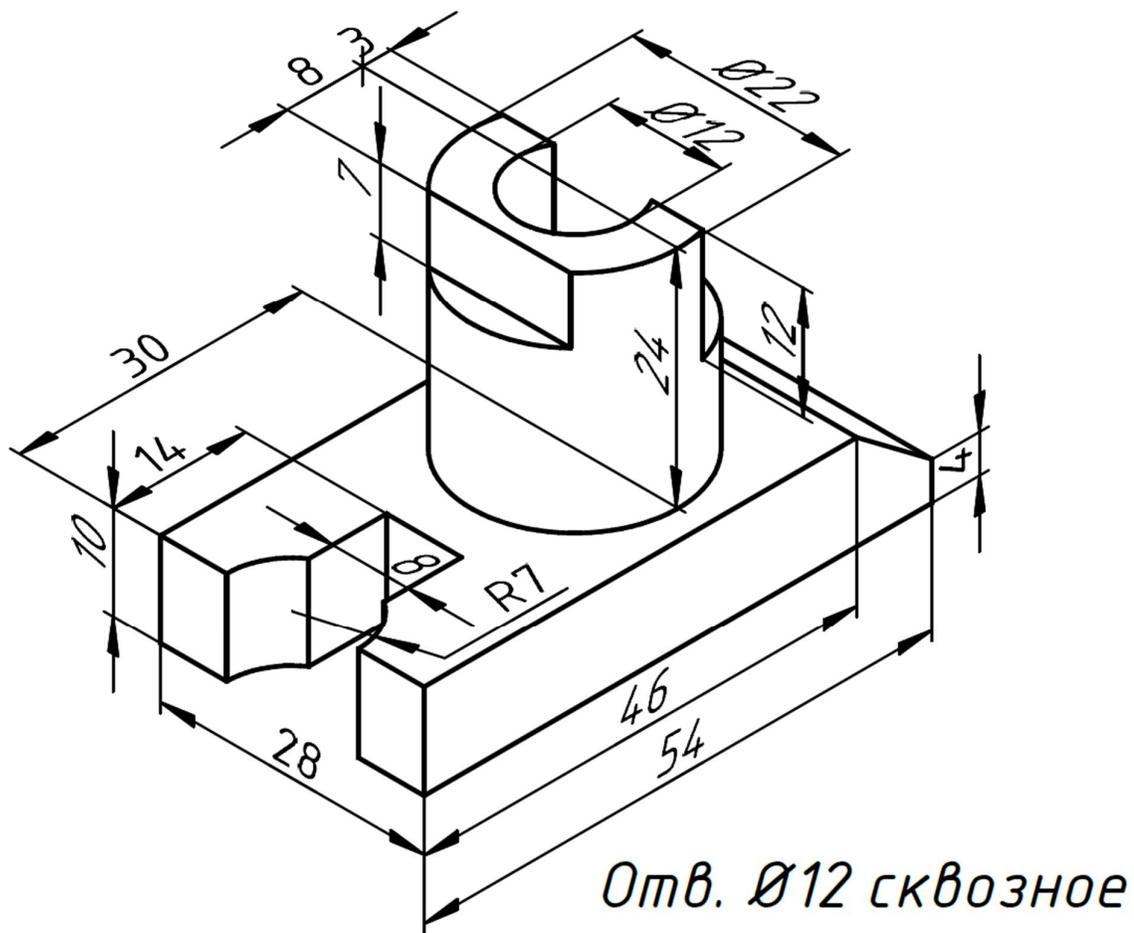


Рисунок 25

Создаём эскиз на плоскости YZ (рисунок 26).

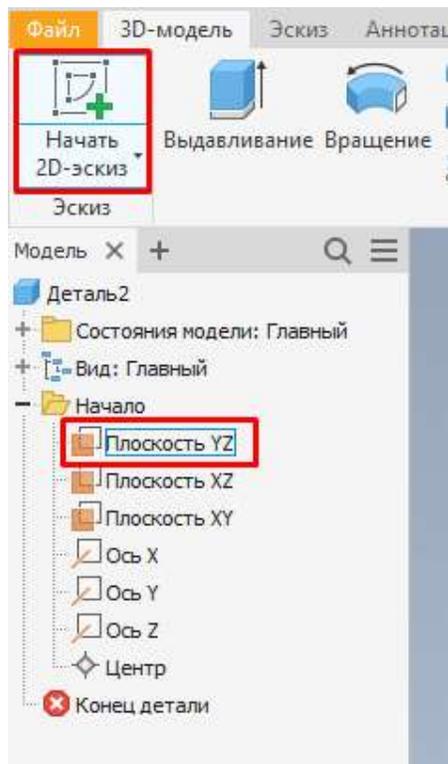


Рисунок 26

Создаём эскиз боковой стороны основания модели (рисунок 27).

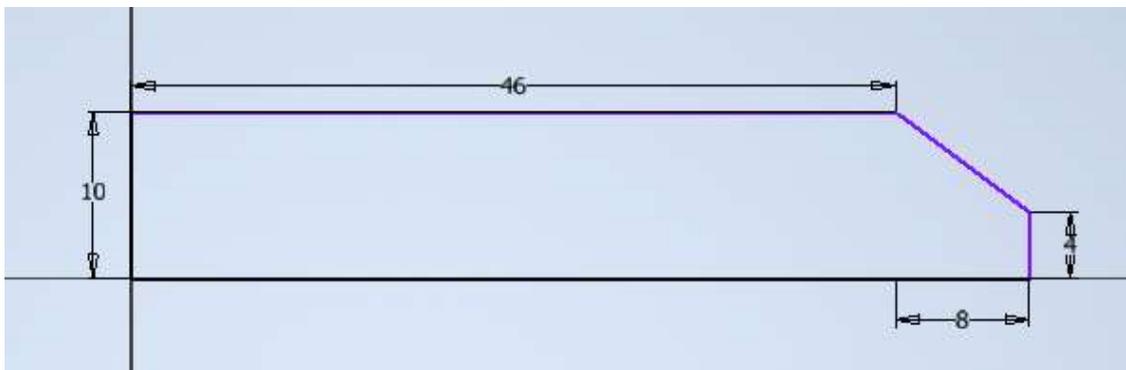


Рисунок 27

Выдавливаем созданный эскиз на толщину **28 мм** (рисунок 28).

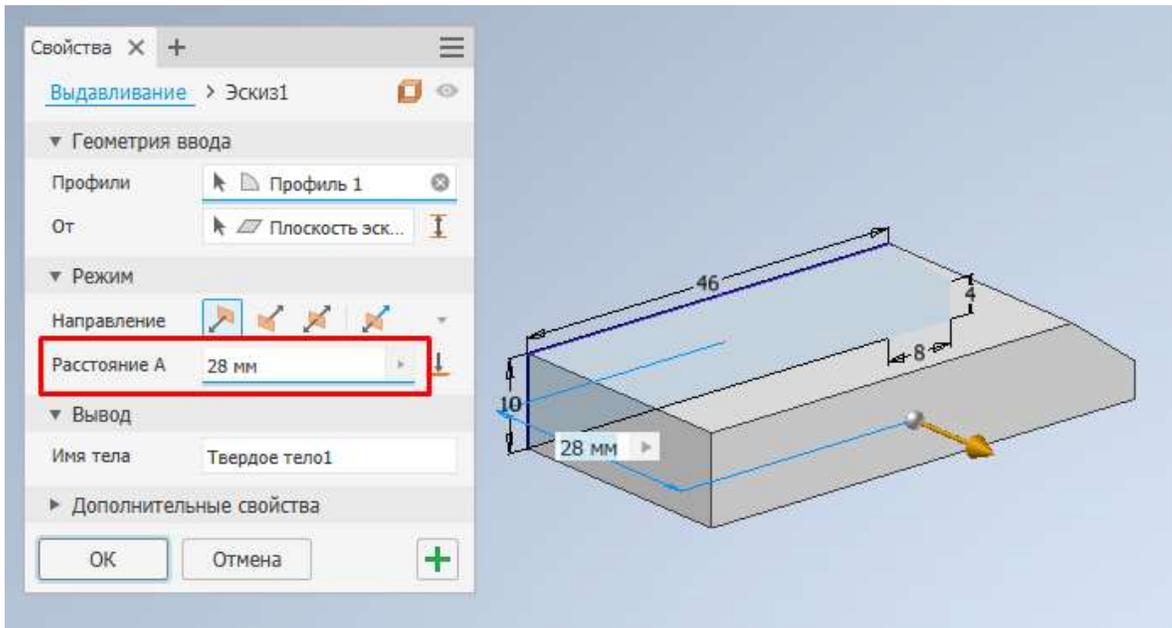


Рисунок 28

Создаём эскиз на верхней плоскости модели (рисунок 29).

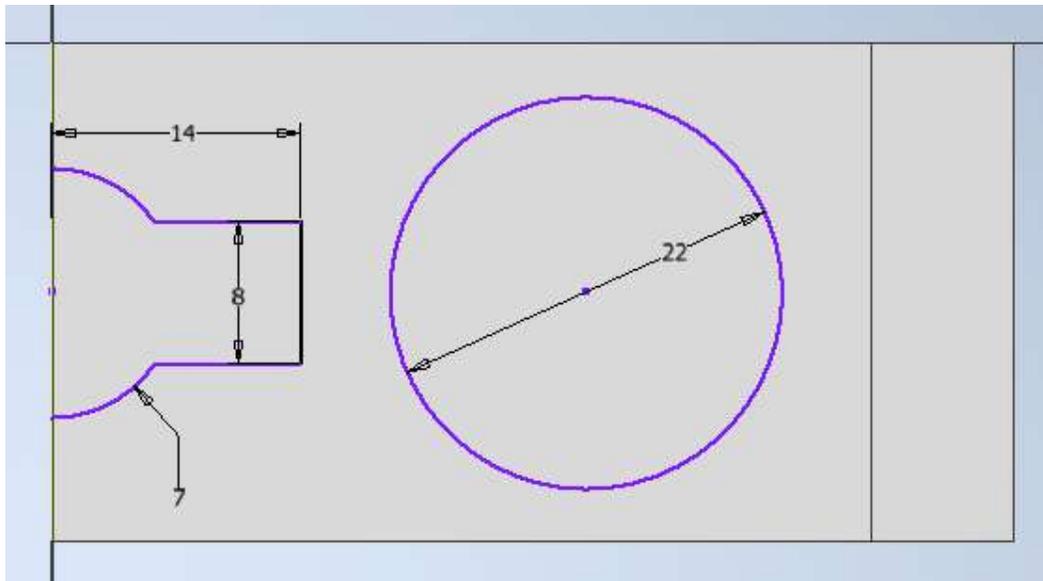


Рисунок 29

Принимаем эскиз и выбираем инструмент **Выдавливание** (рисунок 30).

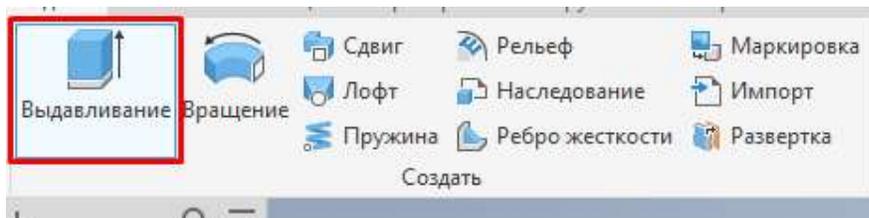


Рисунок 30

Выдавливает окружность на **24 мм** (рисунок 31).

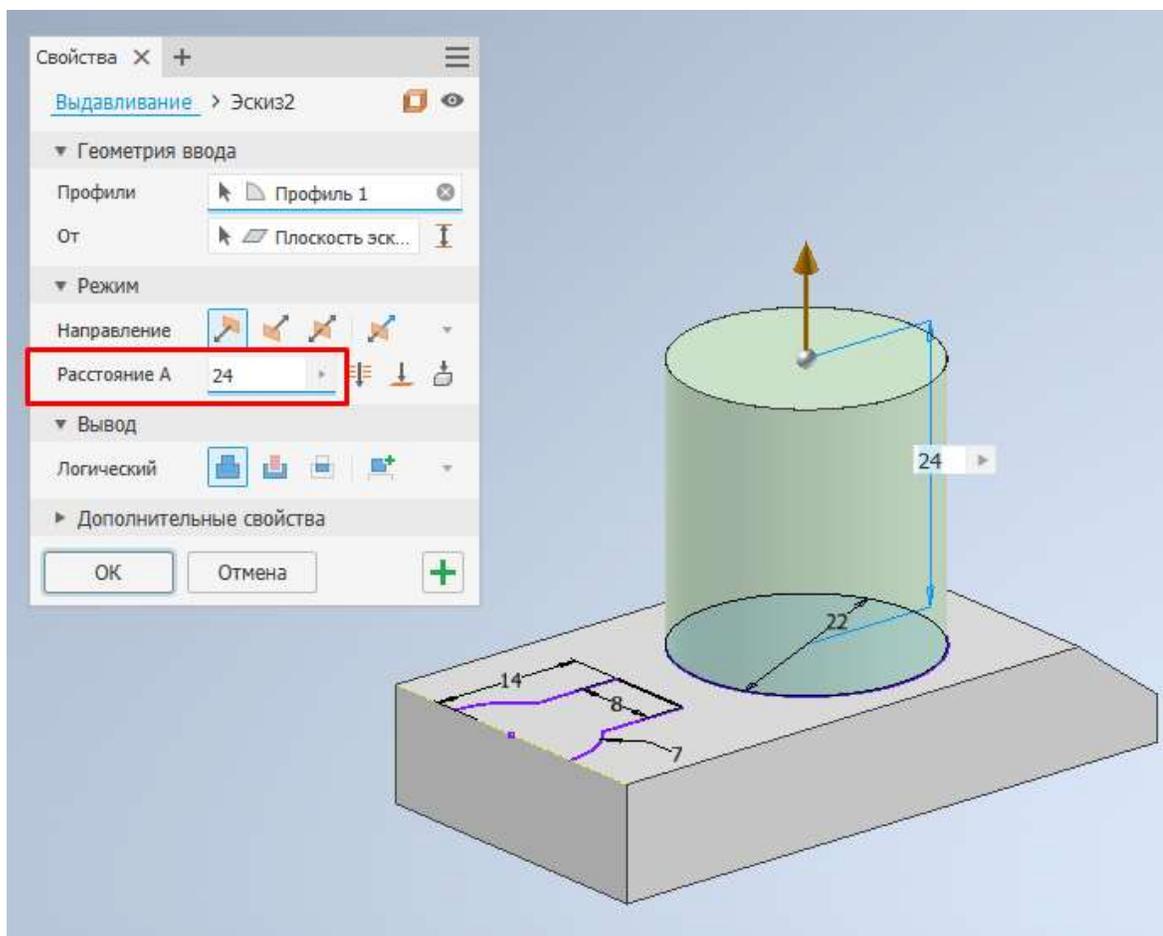


Рисунок 31

После использования инструмента выдавливания необходимо включить видимость эскиза, который мы использовали для выдавливания (рисунок 32).

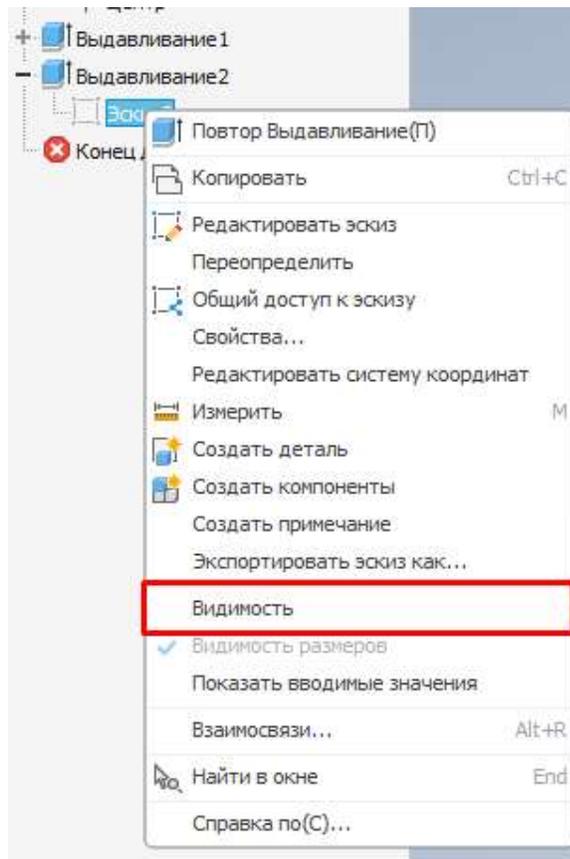


Рисунок 31

Используя инструмент выдавливание, выдавливаем эскиз насквозь (рисунок 32).

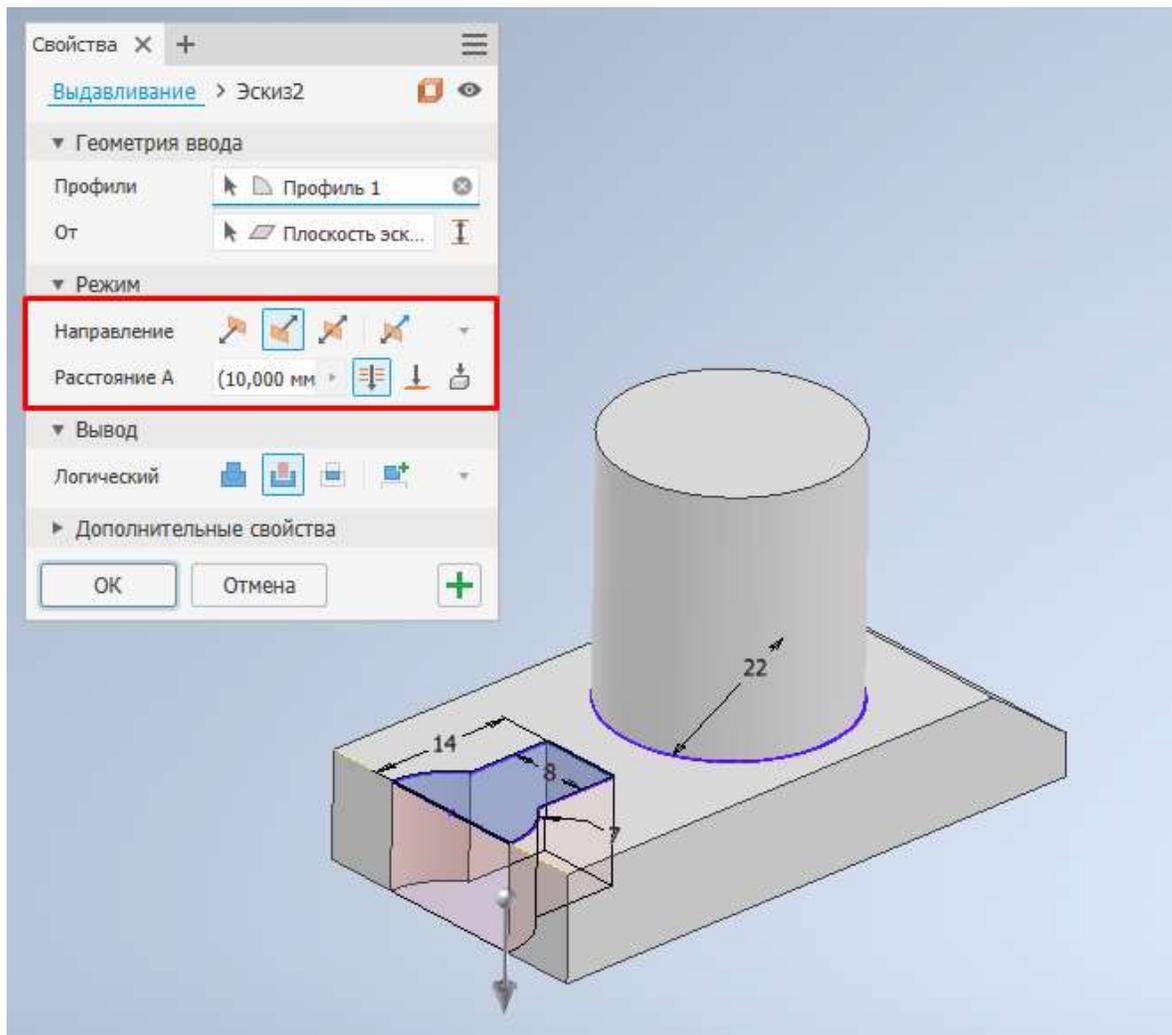


Рисунок 32

Создаём эскиз на верхней плоскости цилиндра (рисунок 33).

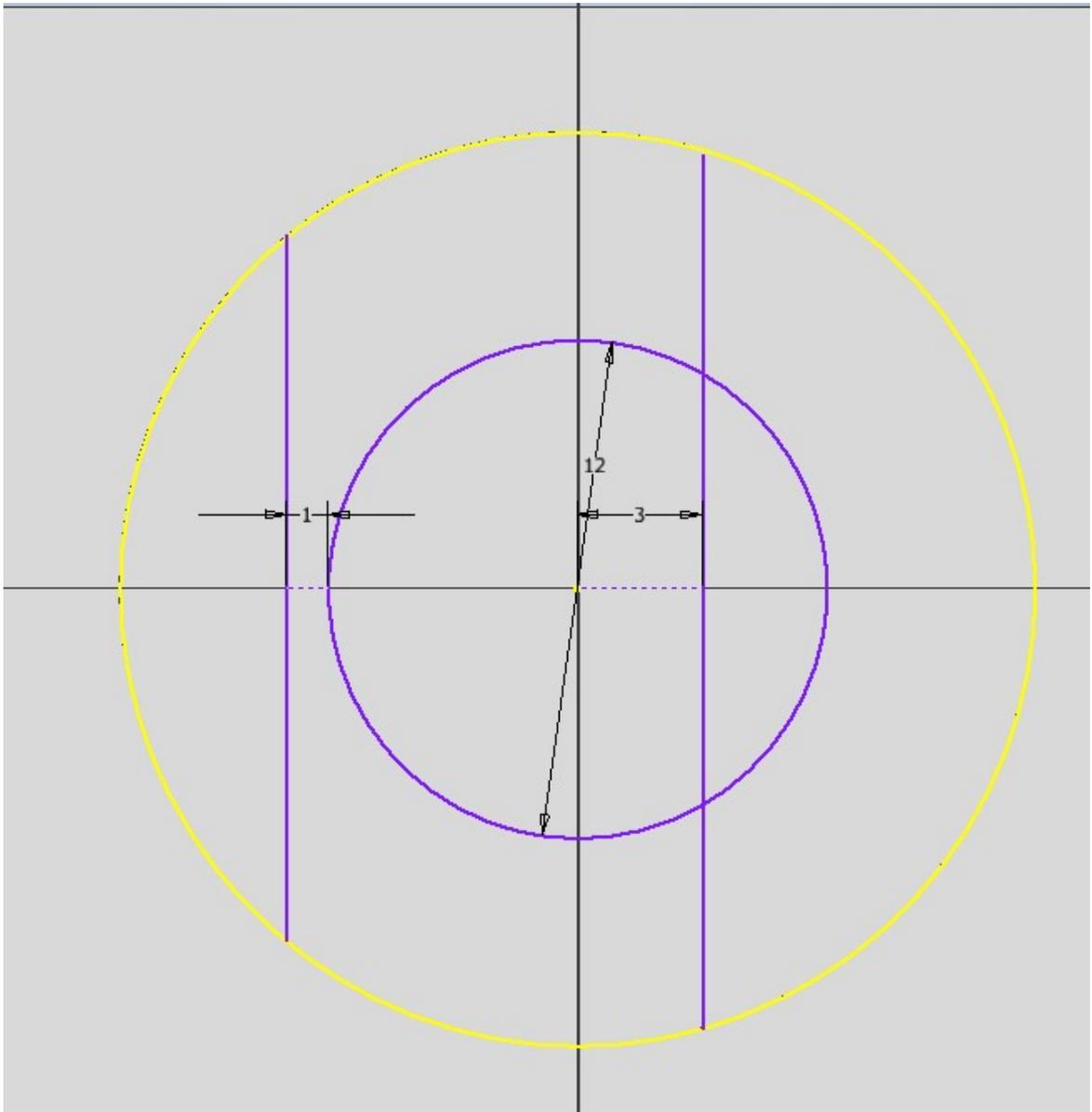


Рисунок 33

Принимаем эскиз и выдавливанием срезаем лишние элементы.
Начинаем с выреза слева (рисунок 34). Выбираем нужную часть и вводим
параметры для выдавливания.

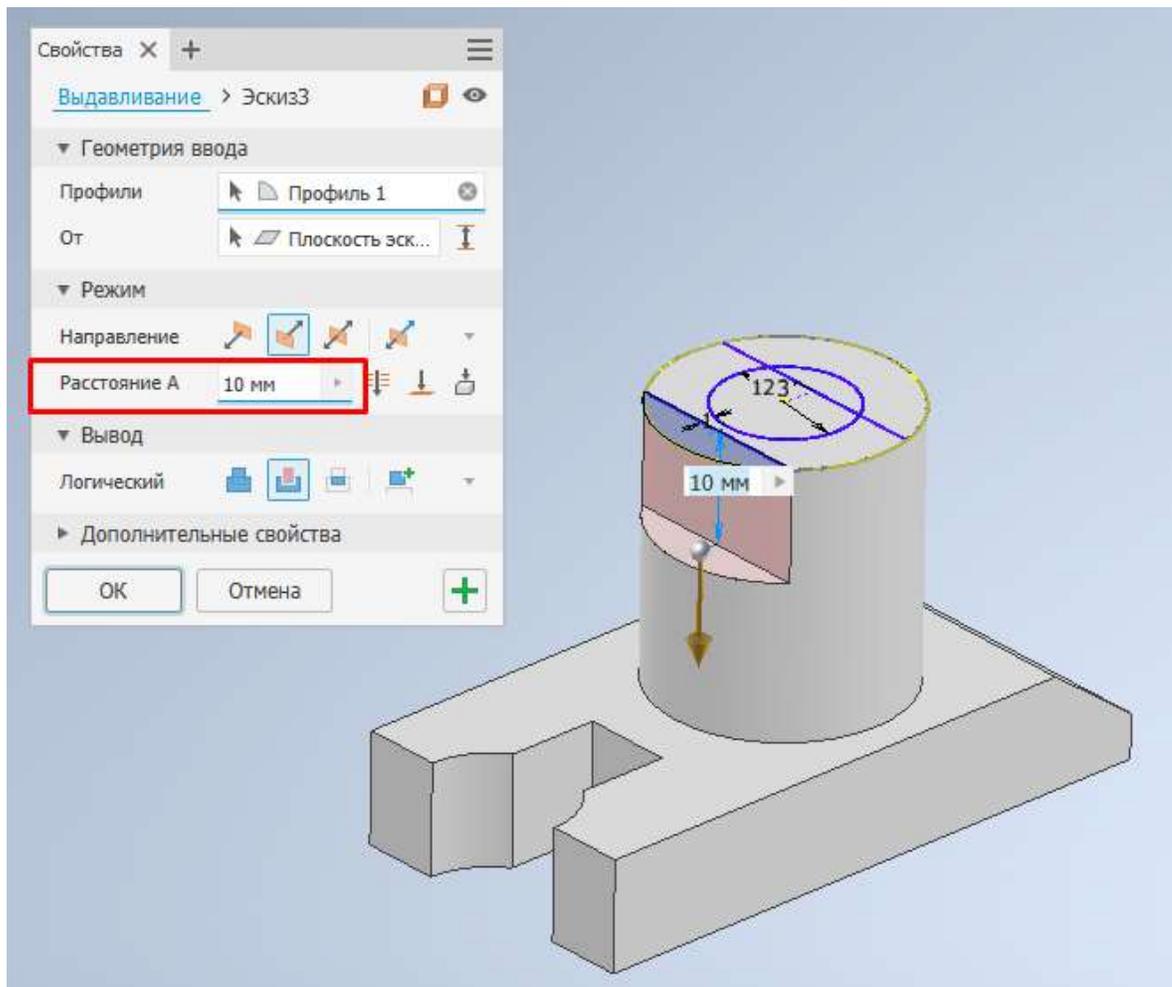


Рисунок 34

Принимаем выдавливание и не забываем включить видимость эскиза. Выбираем центральное отверстие и выдавливаем его насквозь (рисунок 35).

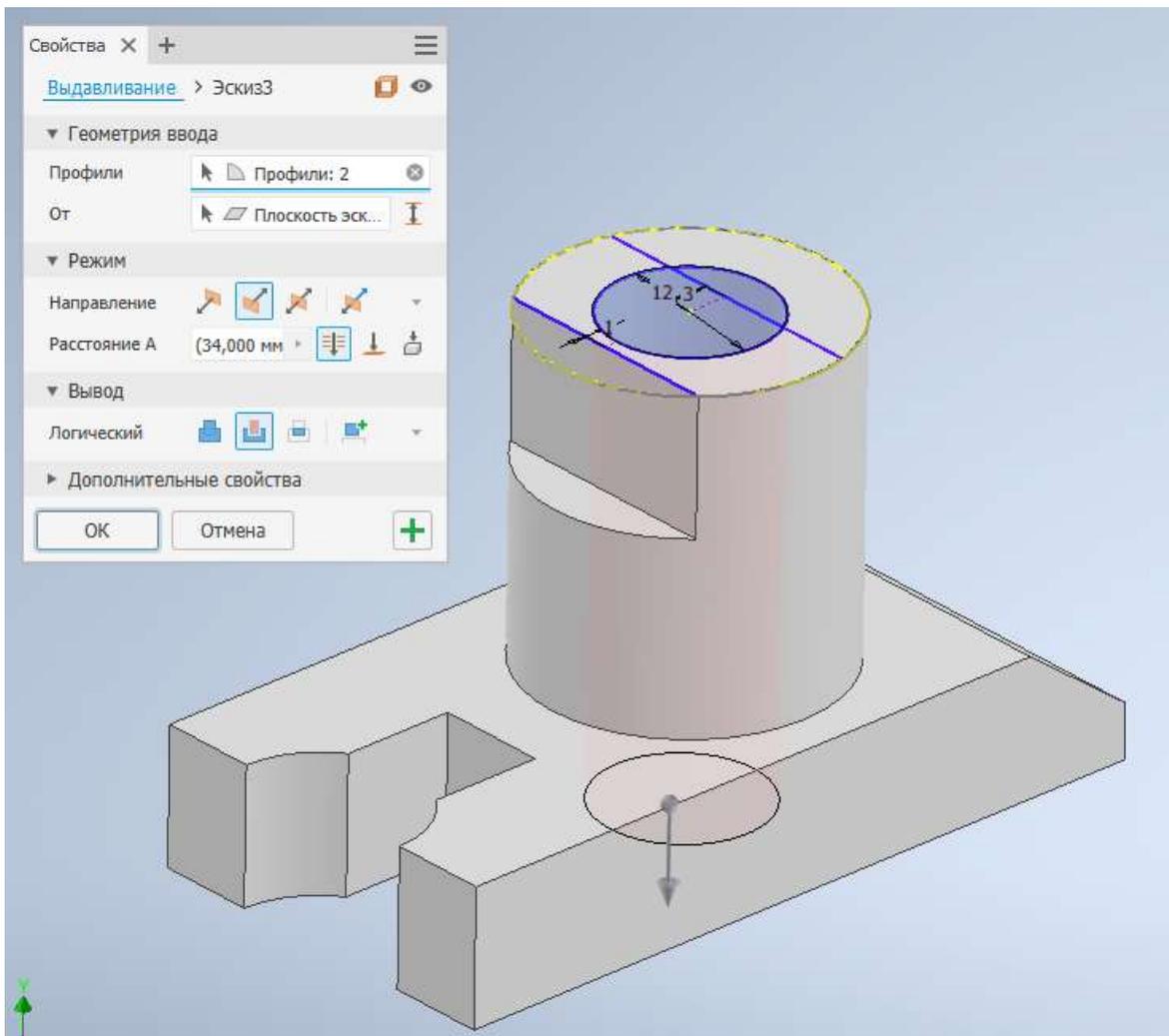


Рисунок 35

Выбираем последний элемент созданного эскиза и выдавливаем его на *12 мм*, срезая часть модели (рисунок 36).

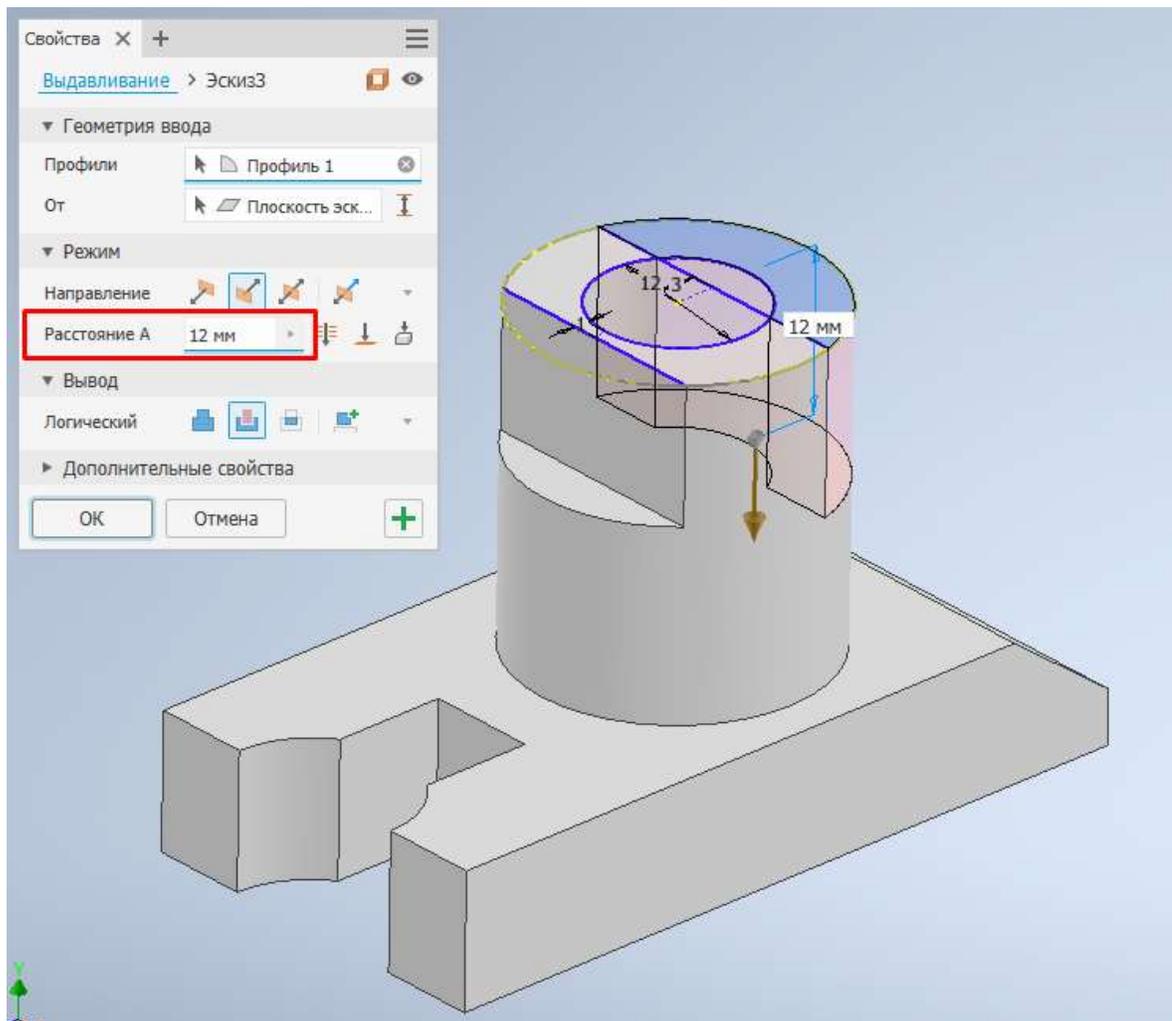


Рисунок 36

После завершения моделирования назначаем материал согласно заданию, Steel AISI 1006 85, горячекатаная и записываем массу созданной модели (рисунок 37).

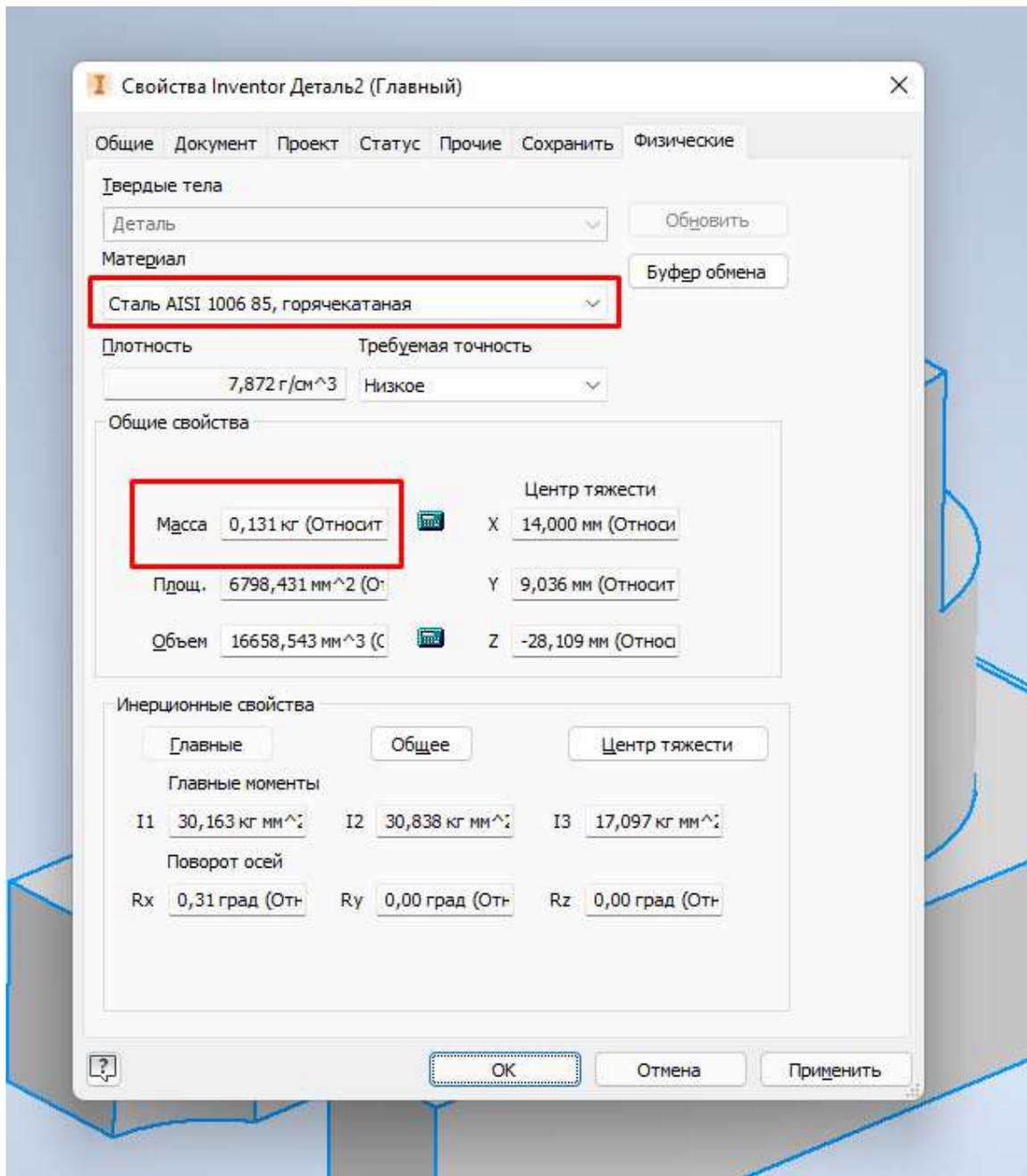


Рисунок 37

Переходим к 4 заданию. По заданию нам необходимо выполнить сборку представленных компонентов так, чтобы сборка выполняла правильные движения и не было пересечений компонентов.

Открываем файл сборки *Assemble 1.iam* (рисунок 38).

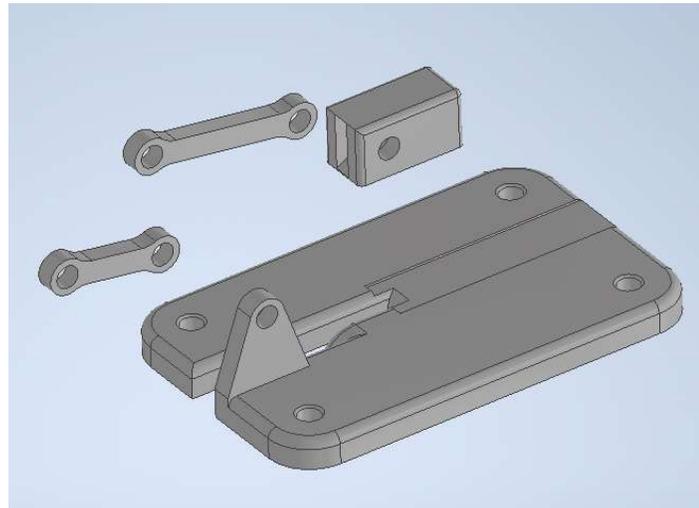


Рисунок 38

Для создания сборки будем использовать инструмент **Соединение** (рисунок 39).

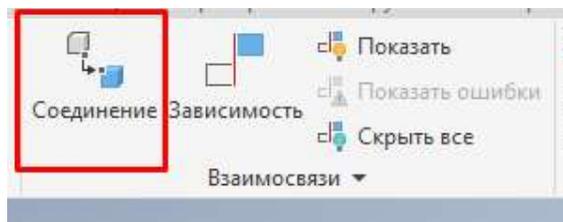


Рисунок 39

Выбираем **lever1**, как показано на рисунке 40.

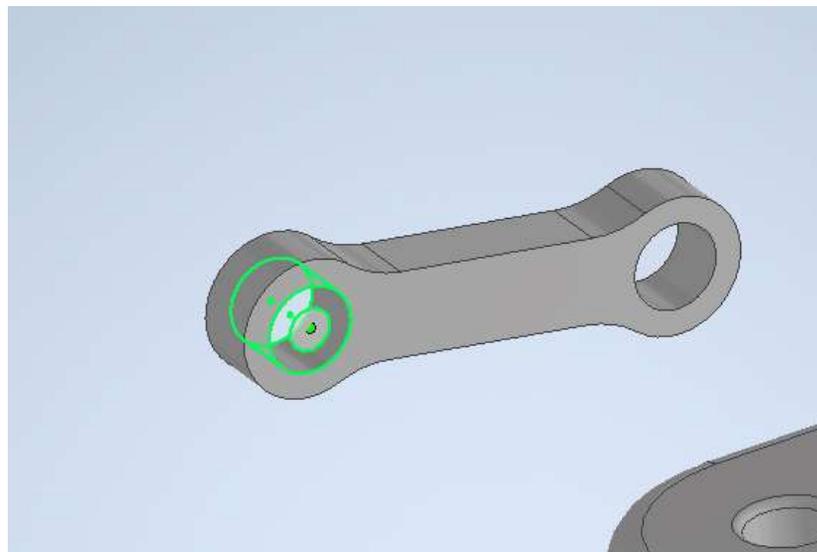


Рисунок 40

Выбираем **Plat**, как показано на рисунке 41.

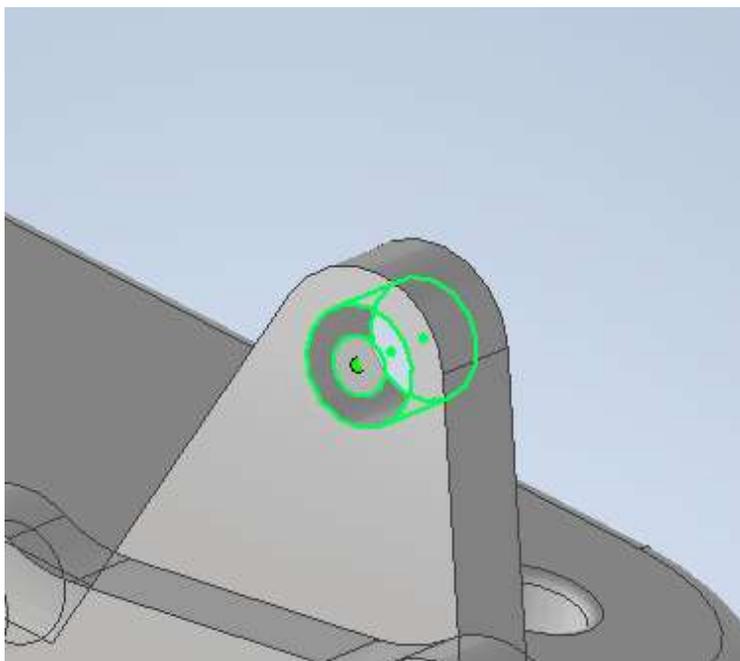


Рисунок 41

Проверяем что тип движения указан *С поворотом* (рисунок 42).

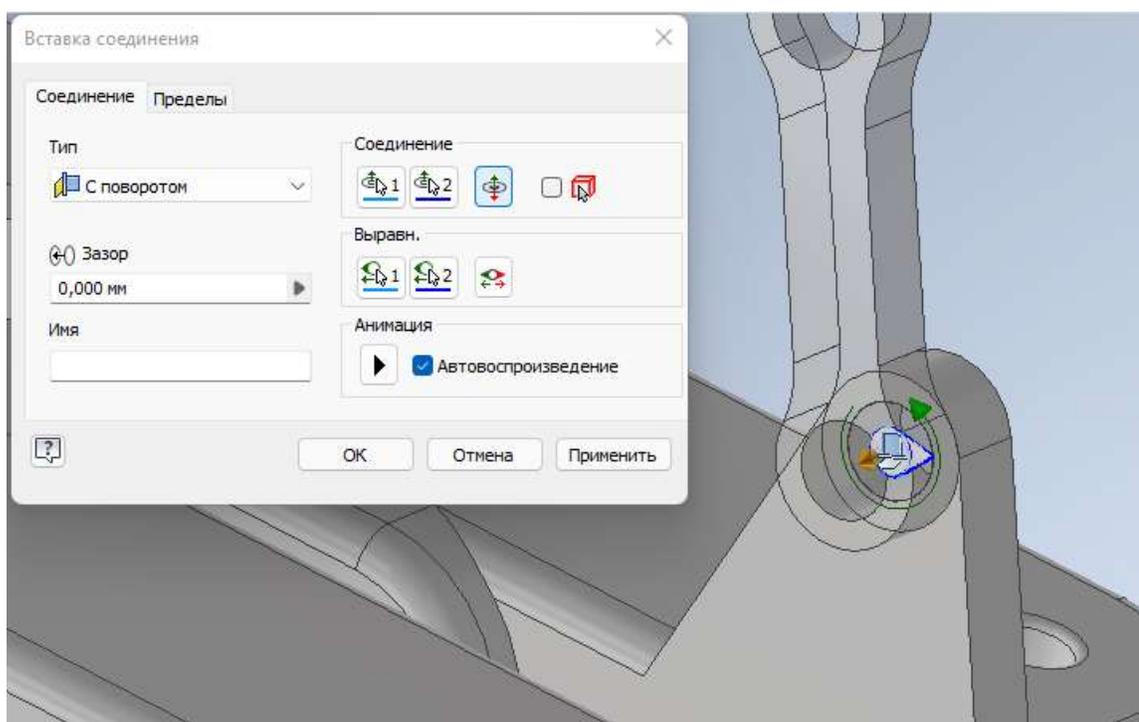


Рисунок 42

Следующим шагом выбираем место соединения *lever2* (рисунок 43).

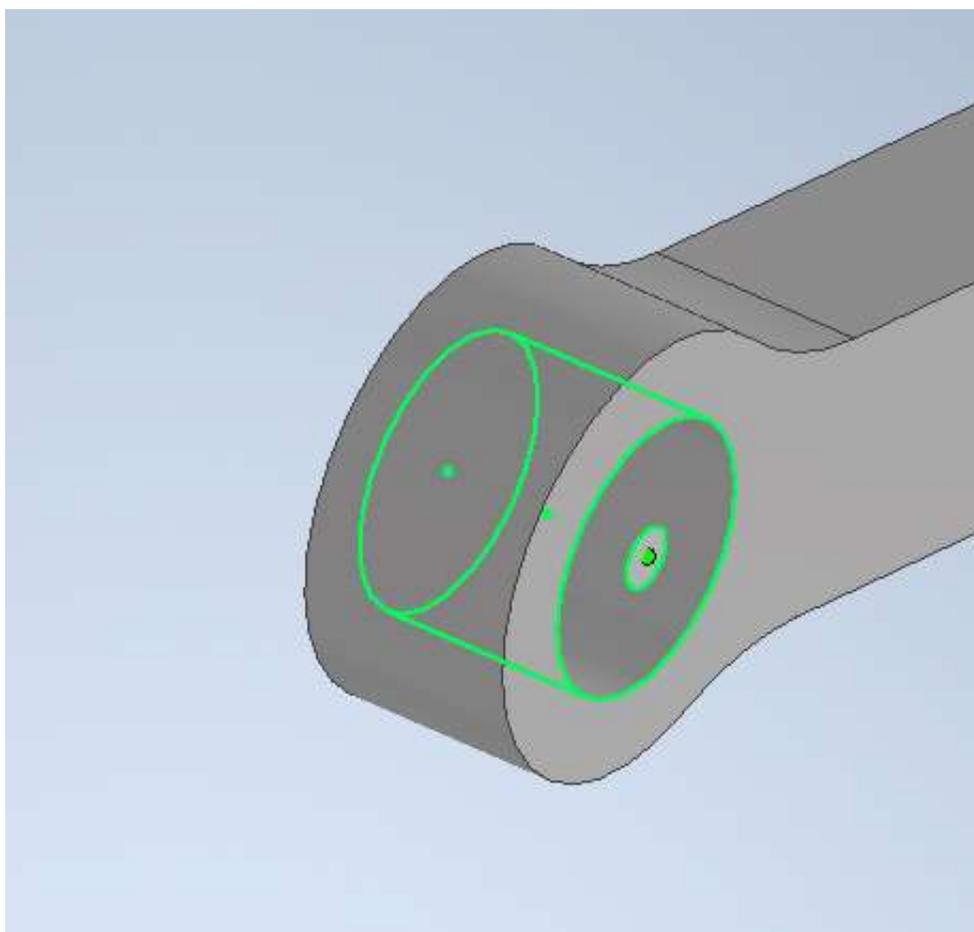


Рисунок 43

Выбираем место крепление *lever1* (рисунок 44).

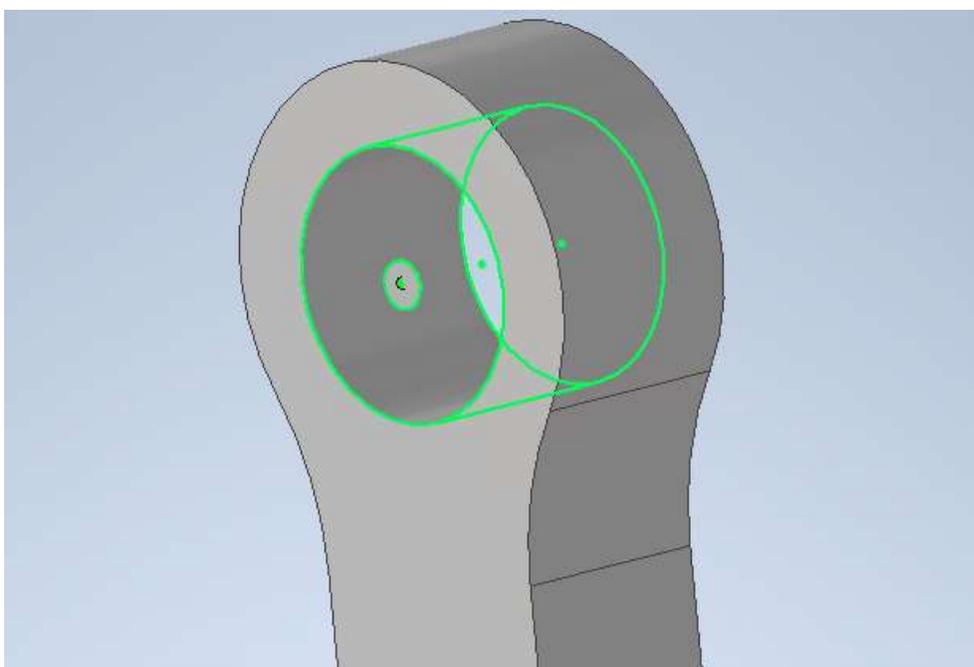


Рисунок 44

После соединения *lever2* и *lever1* указываем тип соединения *С поворотом* (рисунок 45).

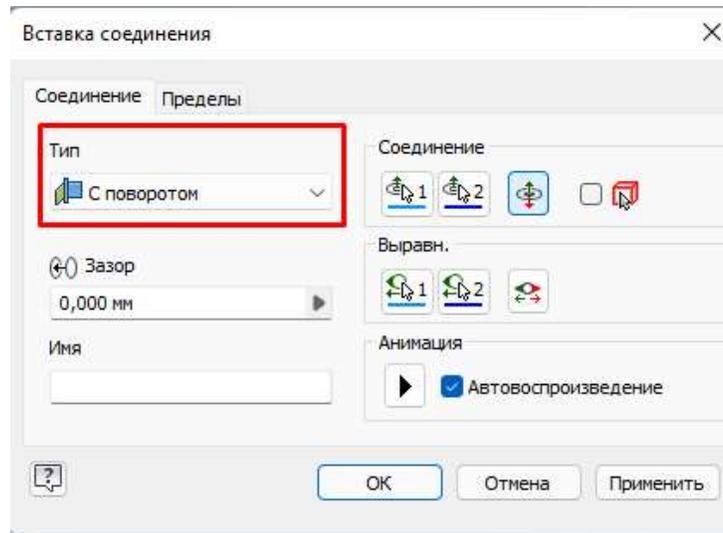


Рисунок 45

Следующим шагом соединяем *piston* и *lever2*, места соединения указаны на рисунках 46 и 47.

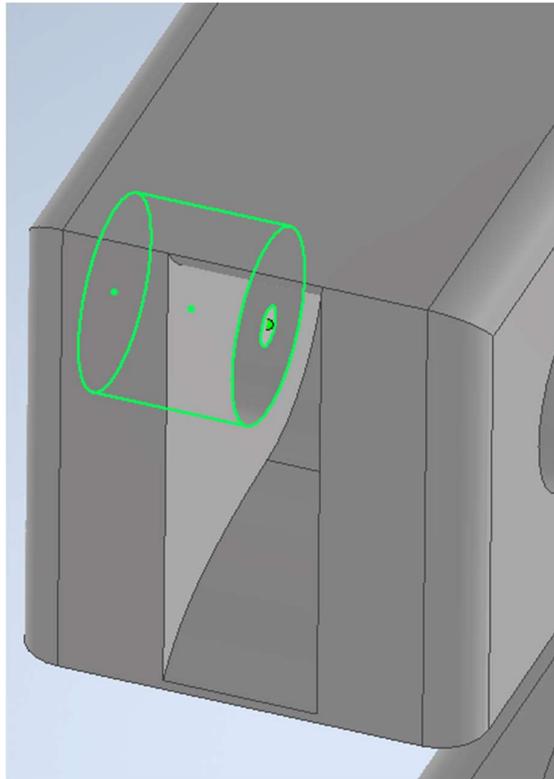


Рисунок 46

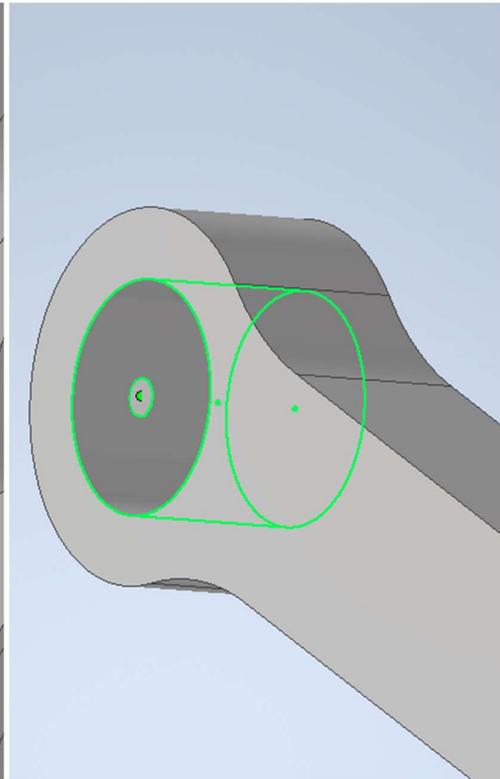


Рисунок 47

Тип соединения указываем *С поворотом* (рисунок 48).

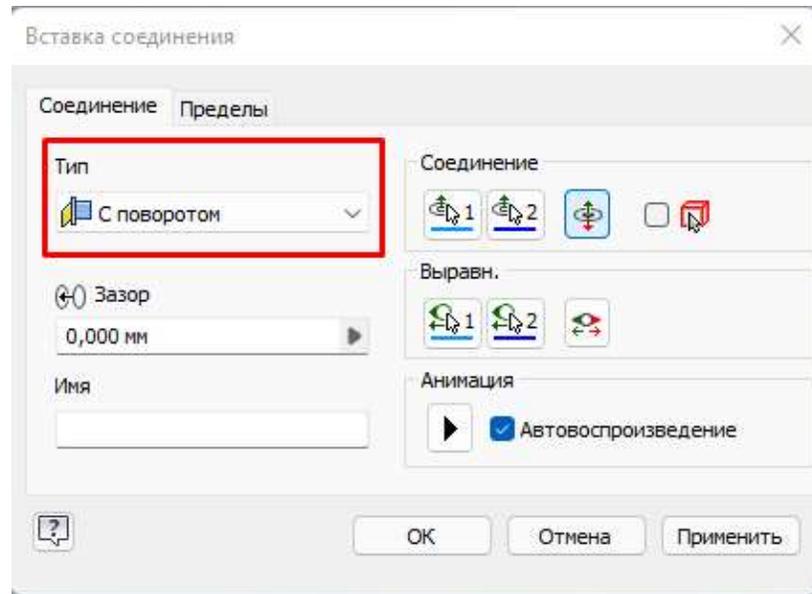


Рисунок 48

Следующим шагом соединяем *Piston* и *Plat*. На рисунках 49 и 50 указаны места соединения компонентов.

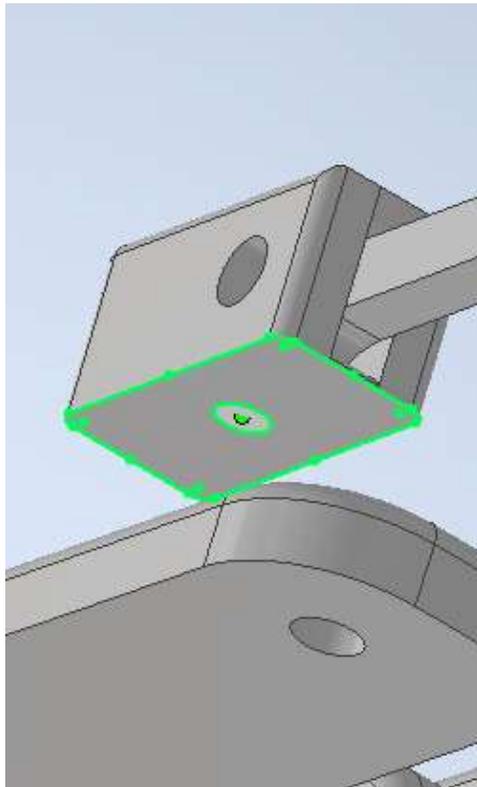


Рисунок 49

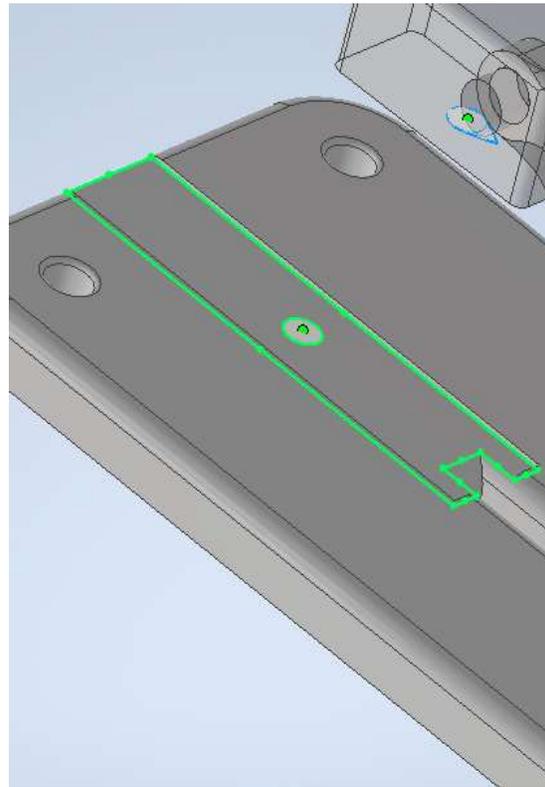


Рисунок 50

Тип соединения указываем *Ползун* (рисунок 51).

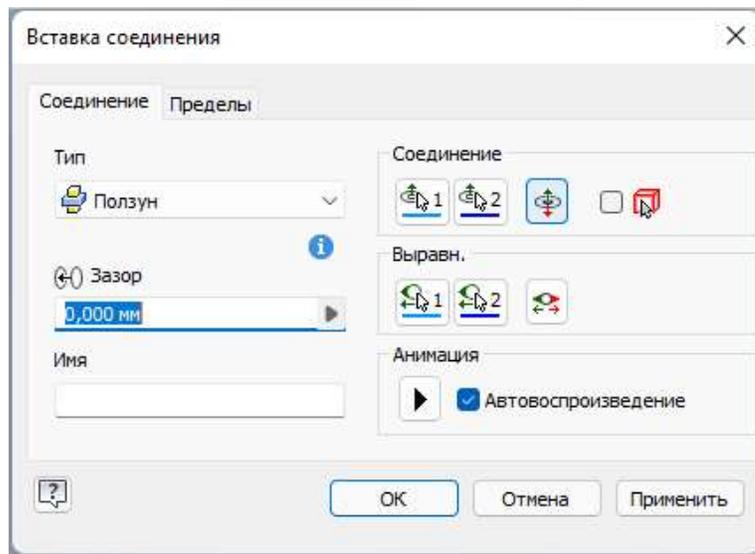


Рисунок 51

После соединения необходимо произвести выравнивание.

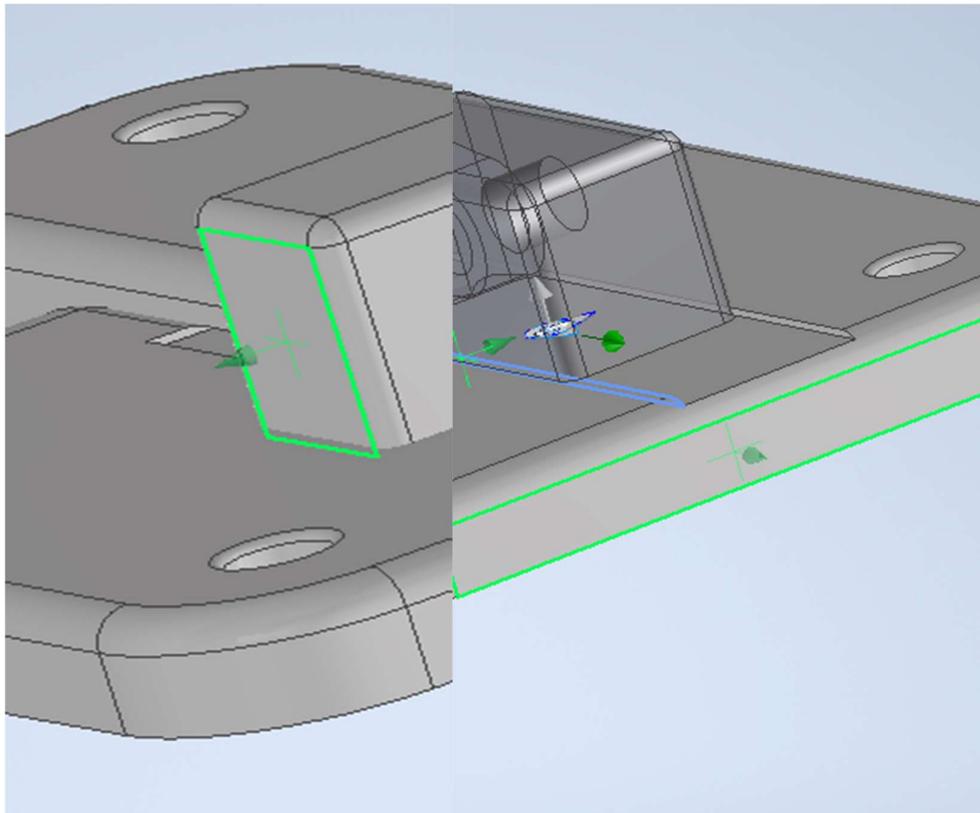


Рисунок 52

Рисунок 53

После сборки необходимо создать набор контактов для следующих компонентов: *lever2*, *piston*. Для этого зажав клавишу **Ctrl** выделяем эти компоненты в браузере модели. Следующим шагом нажимаем правую

кнопку мыши на одном из компонентов и в выпадающем списке выбираем **Набор контактов** (рисунок 54).

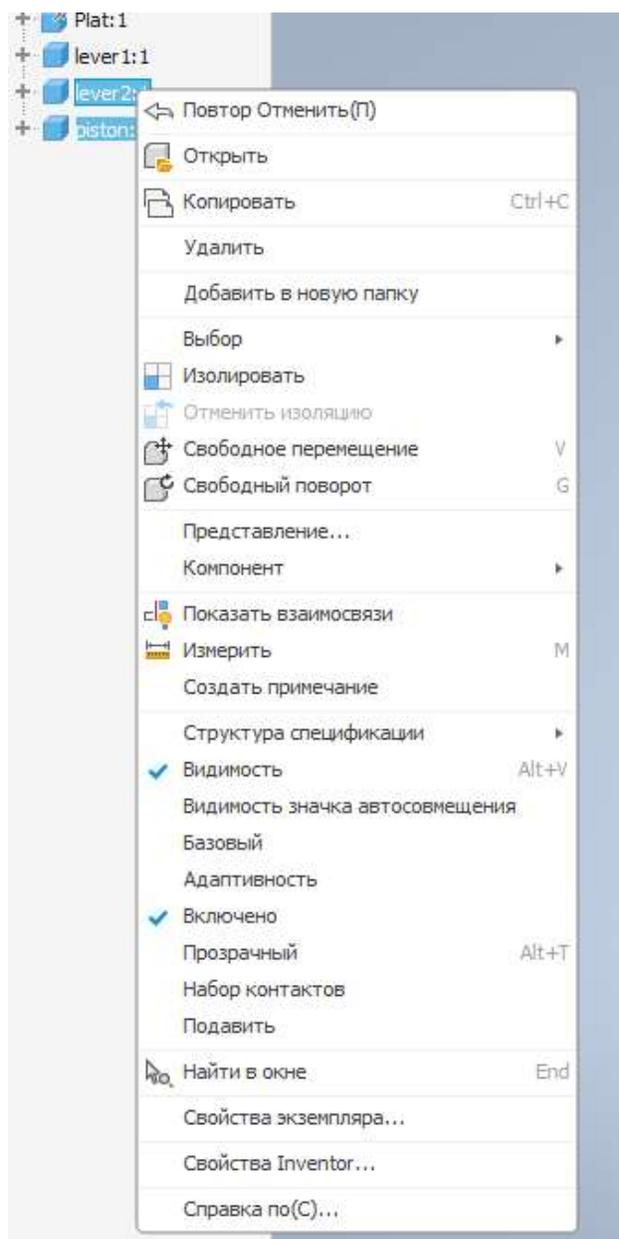


Рисунок 54

Мы создали набор контактов. Для включения контактов переходим на вкладку **Проверка**. И активируем **Анализ контактов** (рисунок 55).

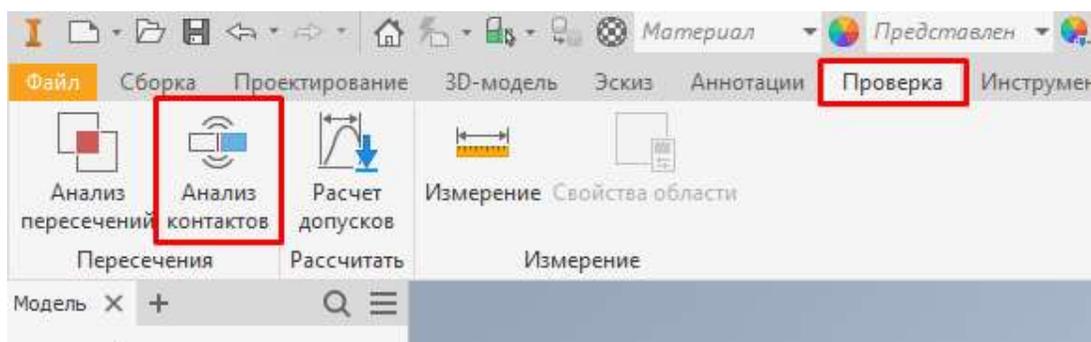


Рисунок 55

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. 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.
2. Твёрдотельное моделирование в Autodesk Inventor /О.С. Киселевский – Изд. Дом «БГУИР», 2017–67 с.
3. Образовательный портал Knowledge Network.