

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ МИСИС  
ЦЕНТР ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ И ПРИЕМА  
Проект «ИТ-класс в московской школе»

С.Г. Губанов

А.А. Пецык

# **ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ДЕМОВАРИАНТА КОНКУРСНЫХ ЗАДАНИЙ ПРАКТИЧЕСКОГО ЭТАПА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОТОТИПИРОВАНИЕ»**

Методические рекомендации

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом университета



Москва 2023

УДК 004.92

Г93

Рецензент

канд. техн. наук, доц. *А.В. Томилин*

**Губанов Сергей Геннадьевич,**

**Г93 Пецык Александр Александрович**

Примеры решения демоварианта конкурсных заданий практического этапа по направлению «моделирование и прототипирование» / С.Г. Губанов, А.А. Пецык – М. : Издательский дом НИТУ «МИСиС», 2023. – 36 с.

Содержат рекомендации по выполнению конкурсных заданий демоварианта практического этапа конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» в номинации «IT-класс» по направлению «моделирование и прототипирование». Рассматриваются примеры выполнения заданий в программах Autodesk Fusion 360 и Autodesk Inventor.

**УДК 004.92**

© С.Г. Губанов, 2023  
© А.А. Пецык, 2023  
© НИТУ МИСИС, 2023

## Содержание

Введение.....	4
1. Формы и методы, используемые для достижения эффективного участия старшекласников в практическом этапе конкурса по выбранному направлению. ....	5
2. Система оценивания и обобщённый план конкурсных материалов для проведения <i>практического</i> этапа Конкурса.....	6
3. Демонстрационный вариант конкурсных заданий <i>практического</i> этапа Конкурса. Критерии оценки.....	8
4 Пример решения заданий демоварианта в программном комплексе Fusion 360.....	14
5 Пример решения заданий демоварианта в программном комплексе Inventor Professional. ....	25
Библиографический список .....	35

## Введение

Предпрофессиональный конкурс для учащихся школ – это форма независимой итоговой оценки с участием представителей вузов, которая проводится по результатам освоения учащимися элективных курсов. Конкурс межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» в номинации «IT-класс» по направлению – моделирование и прототипирование.

Задачами предпрофессионального конкурса являются:

- развитие способности обучающихся к саморазвитию, личностному и профессиональному самоопределению, укрепление их мотивации к продолжению образования на университетском уровне, стимулирование технического мышления, готовности к креативному решению задач и продуктивному участию в ситуации предпрофессионального общения;

- развитие инженерных компетенций, связанных с развитием пространственного мышления, умением сопоставления компонентов будущей сборки, анализом движения компонентов.

## **1 Формы и методы, используемые для достижения эффективного участия старшеклассников в практическом этапе конкурса по выбранному направлению**

Материалы практического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» (далее – Конкурс) предназначены для оценки уровня практической подготовки участников Конкурса в номинации «IT-класс» по направлению – моделирование и прототипирование.

Задания практического этапа Конкурса разработаны преподавателями и сотрудниками Университета науки и технологий МИСИС.

Индивидуальный вариант участника включает 3 задания, базирующихся на содержании элективного курса Моделирование и прототипирование.

Первое задание направлено на проверку знаний по CAD – системе и умение вносить изменение в готовую модель.

Второе задание направлено на моделирование недостающего компонента и создания сборки, позволяет проверить пространственное мышление и понимание принципа работы сборных систем.

Третье задание позволяет проверить навыки в 3D печати, а именно понимание правильного расположения деталей при печати.

## 2 Система оценивания и обобщённый план конкурсных материалов для проведения *практического* этапа Конкурса

Задание считается выполненным, если модели участника совпали с эталоном. Каждое задание оценивается от 15 до 35 баллов. Максимальный балл за выполнение всех заданий – 60 баллов. Для получения максимального балла за практический этап Конкурса необходимо выполнить все модели согласно заданиям.

*Таблица 1*

№ задания	Уровень сложности	Уникальные кодификаторы Конкурса	Контролируемые требования к проверяемым умениям	Балл
1.	базовый	<p>2.1.1 Понятие модели и виды моделей</p> <p>2.1.2 Понятие трехмерного моделирования</p> <p>2.2.1 Создание эскизов</p> <p>2.2.2 Настройка эскизов</p> <p>2.2.3 Создание базовых элементов и профилей</p> <p>2.2.4 Создание эскизов сложной формы</p> <p>2.3.1 Способы формирования тел на основе эскизов</p> <p>2.3.2 Использование операций выдавливания</p>	<p>Создание, редактирование и проецирование эскизов.</p> <p>Работа со вспомогательной геометрией.</p> <p>Применение операции выдавливания.</p> <p>Применение инструментов редактирования модели.</p>	15
2.	повышенный	<p>2.6.1 Создание трехмерных сборок</p> <p>2.6.2 Основные функции и задачи</p> <p>2.6.3 Взаимное позиционирование</p>	<p>Моделирование недостающей детали.</p> <p>Определение базового компонента.</p> <p>Создание сборок.</p>	35

		<i>компонентов в трехмерной сборке</i>	<i>Задание видов движения.  Наложение контактов и ограничений движения сборки.</i>	
3.	базовый	<p><i>2.5.1 Анализ конструкции изделия</i></p> <p><i>2.5.3 Выбор технологии трехмерной печати</i></p> <p><i>2.6.1 Определение настроек для печати расплавленной нитью</i></p> <p><i>2.6.2 Импорт трехмерной модели в программное обеспечение для печати расплавленной нитью и ее настройка</i></p> <p><i>2.6.3 Подготовка управляющей программы для печати расплавленной нитью</i></p>	<p><i>Экспорт моделей в формат STL.</i></p> <p><i>Подготовка стола в слайсере.</i></p> <p><i>Размещение детали в слайсере.</i></p>	10
<b>Сумма баллов:</b>				<b>60</b>

### 3 Демонстрационный вариант конкурсных заданий практического этапа Конкурса. Критерии оценки

Вам необходимо произвести сборку механизма. Для выполнения кейса необходимо будет использовать готовую деталь, доработать (изменить) существующую и создать одну новую деталь. Созданная сборка должна выполнять заданные движения при этом пересечение компонентов сборки недопустимы.

#### Задание 1

Откройте файл *Modify\_1.step*. Создайте сквозные отверстия согласно рисунку 1. Центральное отверстие концентрично дуге обозначенной буквой **A**.

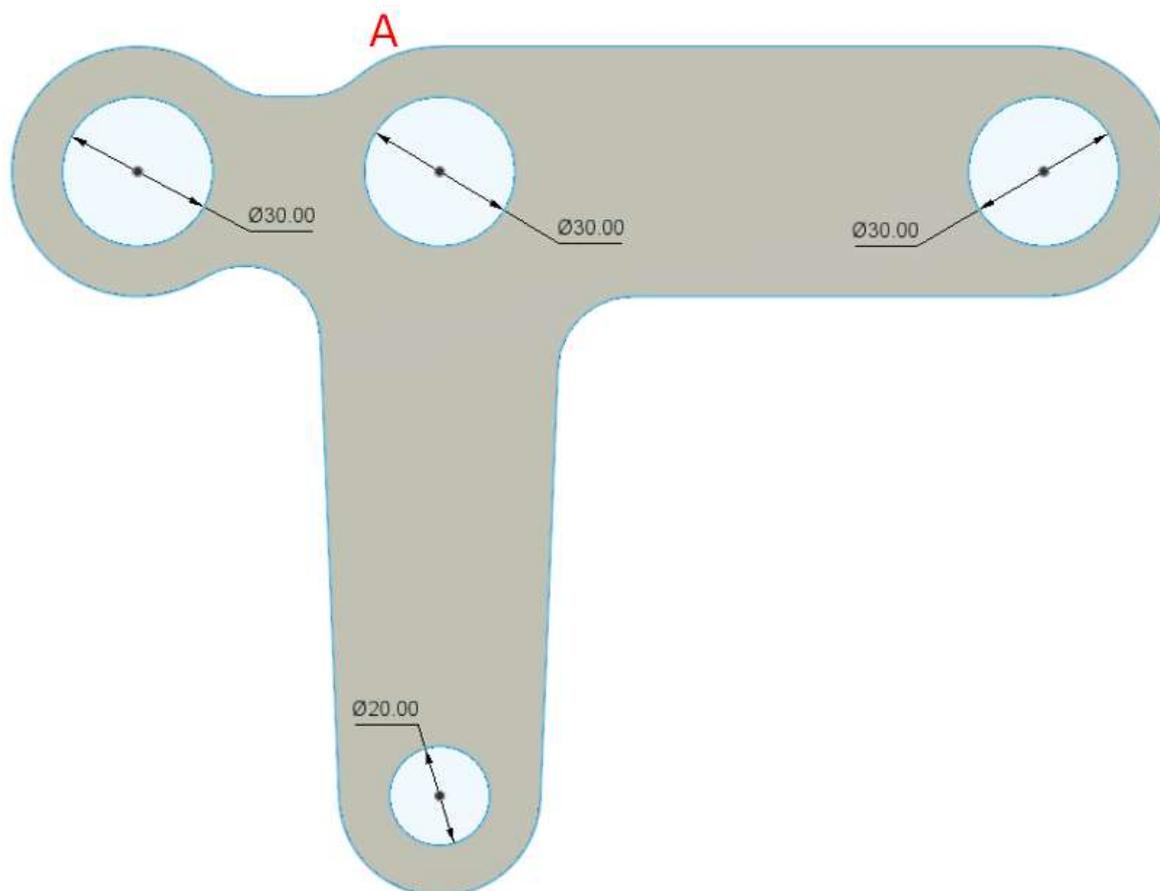
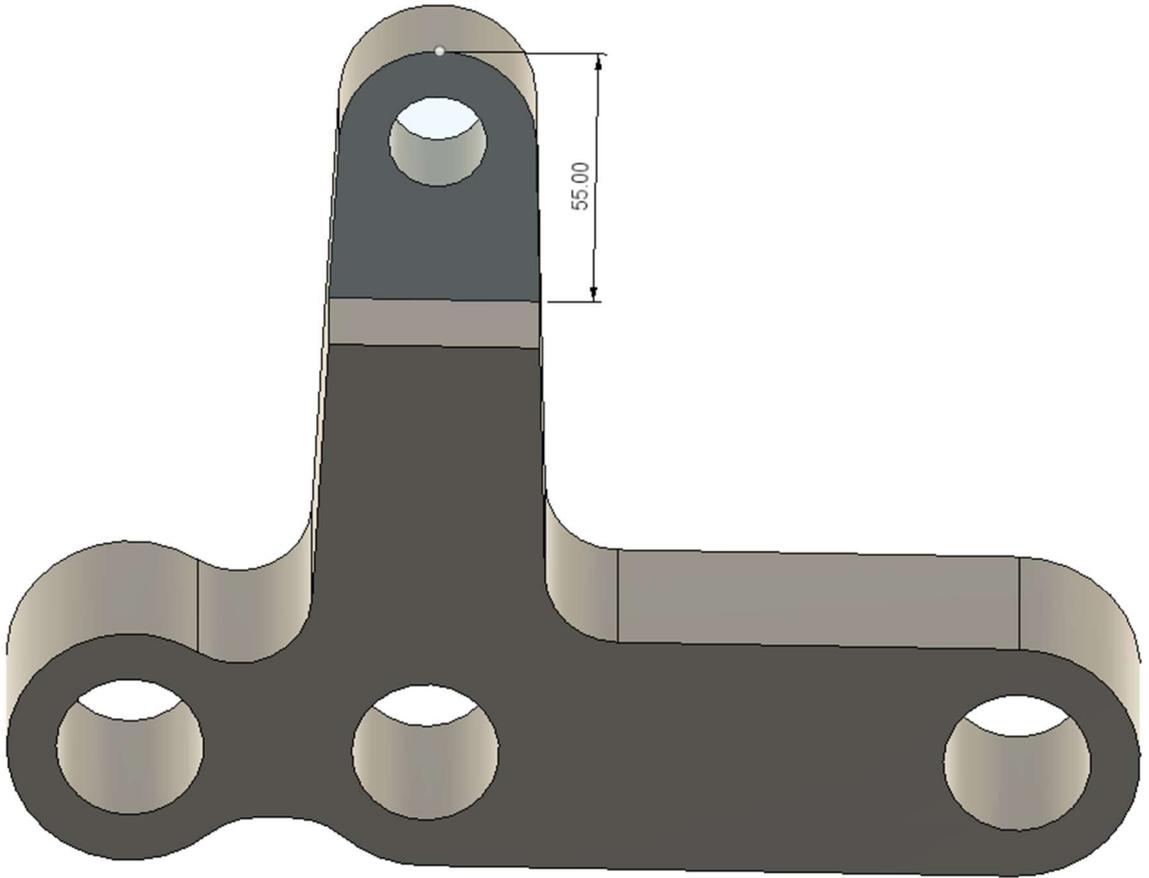


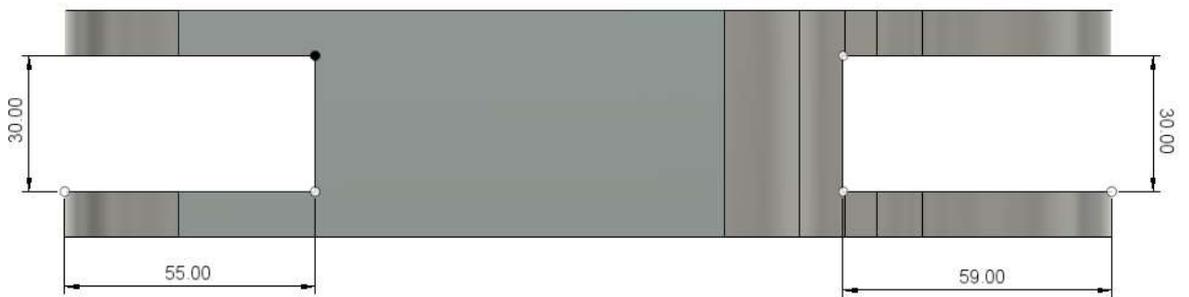
Рисунок 1

Вам необходимо сделать вырез длиной **55 мм** на половину толщины детали (рисунок 2).



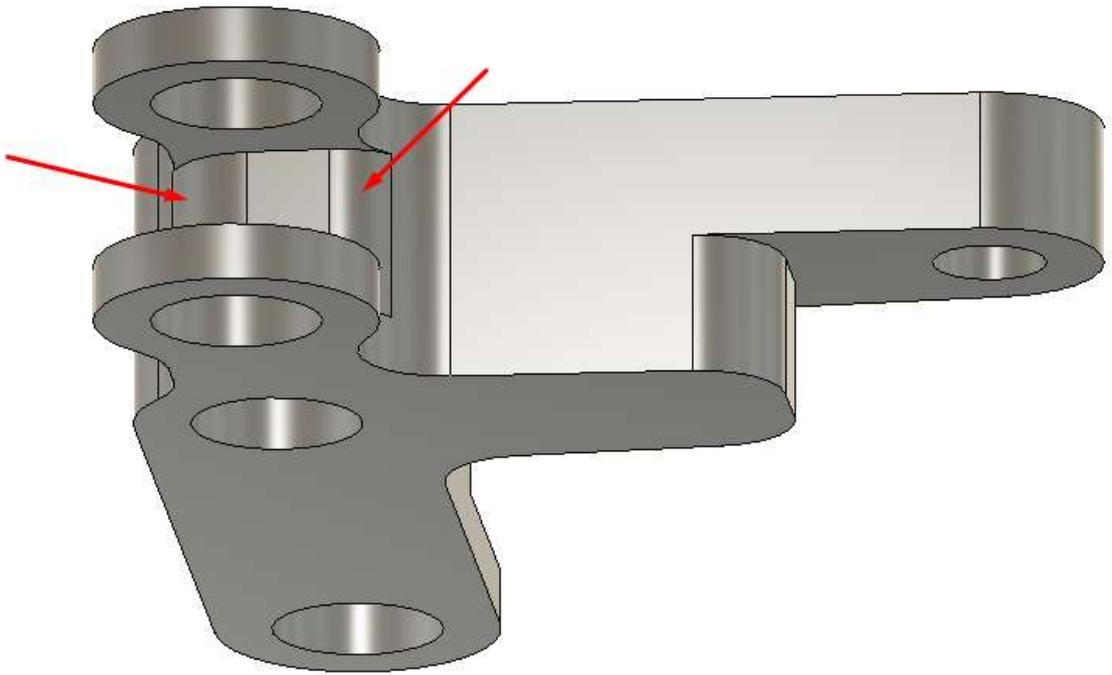
*Рисунок 2*

Создайте два сквозных выреза по заданным размерам (рисунок 3).

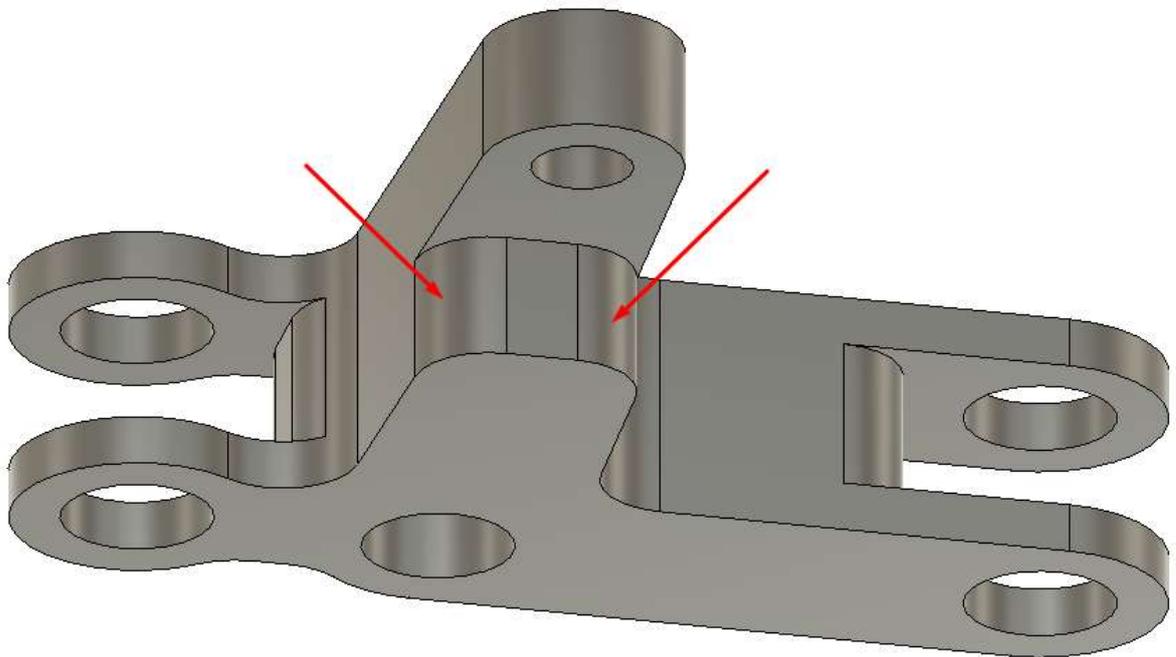


*Рисунок 3*

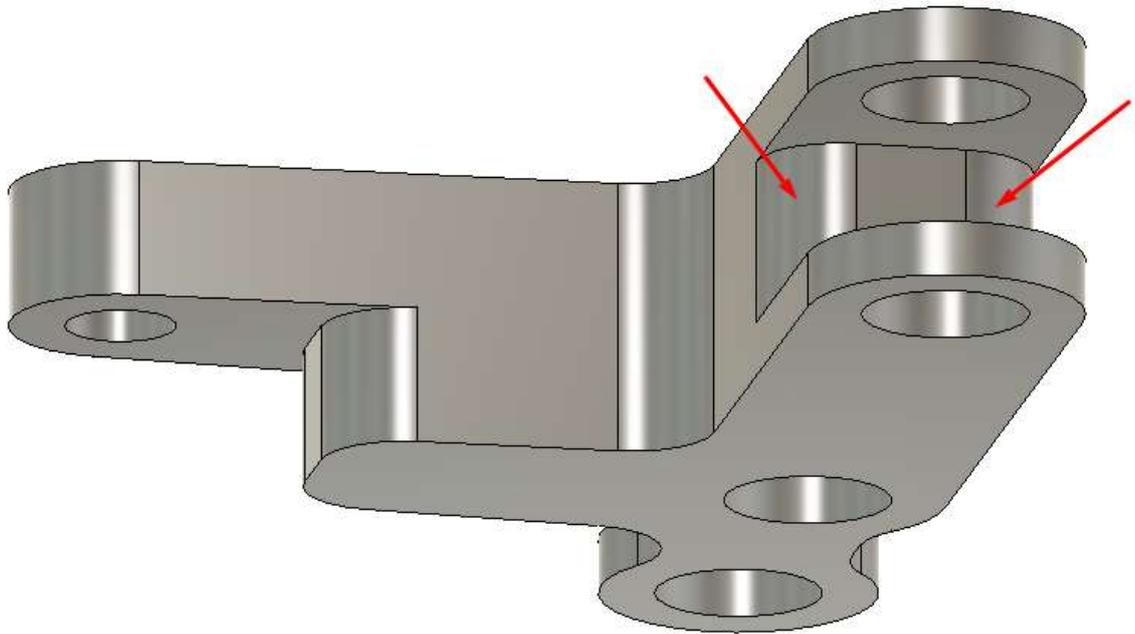
Создайте скругления радиусом **15 мм** согласно рисункам 4,5,6.



*Рисунок 4*



*Рисунок 5*

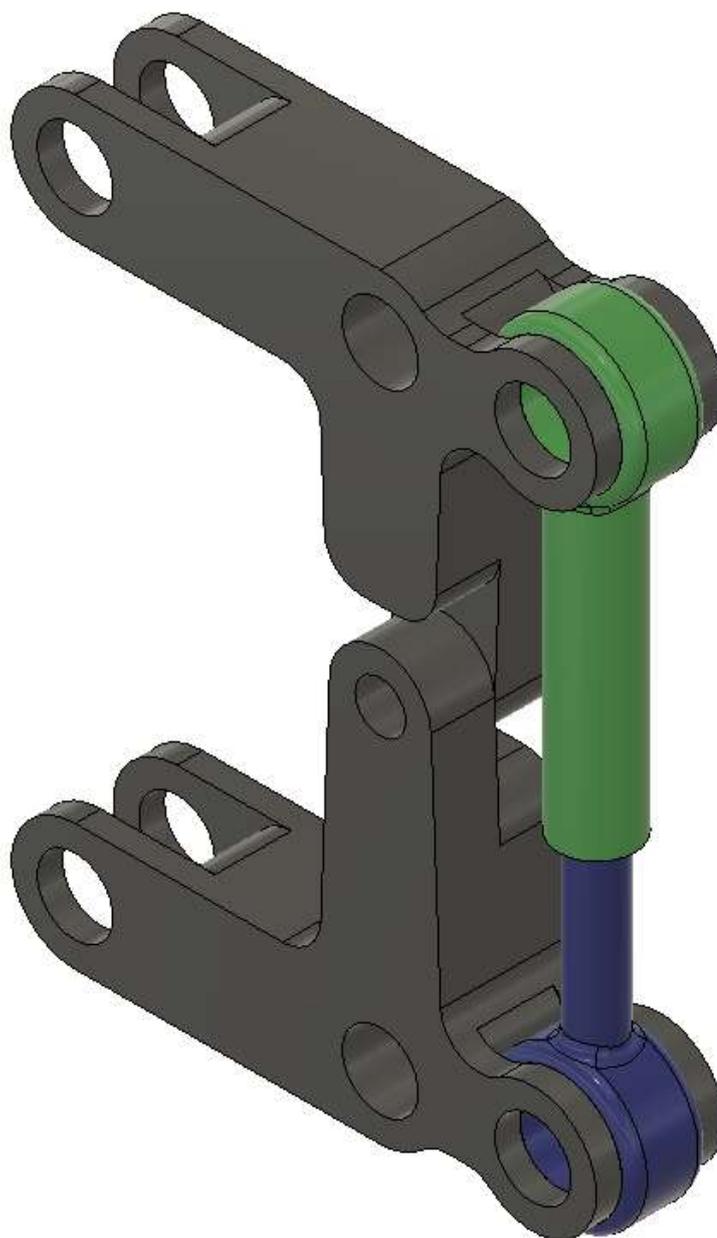


*Рисунок 6*

## **Задание 2**

Создайте сборку механизма (рисунок 7), используя при этом деталь ***Modify\_1*** и файл ***Component\_1.step*** (обозначенный на рисунке зелёным цветом). Для этого вам необходимо самостоятельно создать деталь, обозначенную синим цветом. Обратите внимание, что выполненная сборка должна соответствовать критериям, указанным в спецификации к заданию.

Примечание. Форма детали должна соответствовать рисунку 7. Габариты детали не должны нарушать работоспособность механизма.



*Рисунок 7*

### **Задание 3**

Экспортируйте все 4 детали в формат STL по отдельности. Каждая деталь должна быть размещена на отдельном столе программы-слайсера, так чтобы она не выступала за границы области печати. Расположение детали должно быть таким, чтобы для её корректного изготовления на 3D-принтере методом послойного наплавления (FDM-технология) требовалось наименьшее количество поддержек. Сделайте скриншот итогового размещения каждой детали на отдельном столе программы-слайсера.

<b>Критерий</b>	<b>Количество снижаемых баллов</b>
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
Модель не помещается в области печати	5
Модель имеет излишнее количество поддержек	2
На одном столе расположены несколько деталей	2

#### 4 Пример решения заданий демоварианта в программном комплексе Fusion 360

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).

Для выполнения Задания 1 необходимо открыть файл *Modify\_1.step*. Создаём Эскиз на выделенной плоскости (рисунок 8).

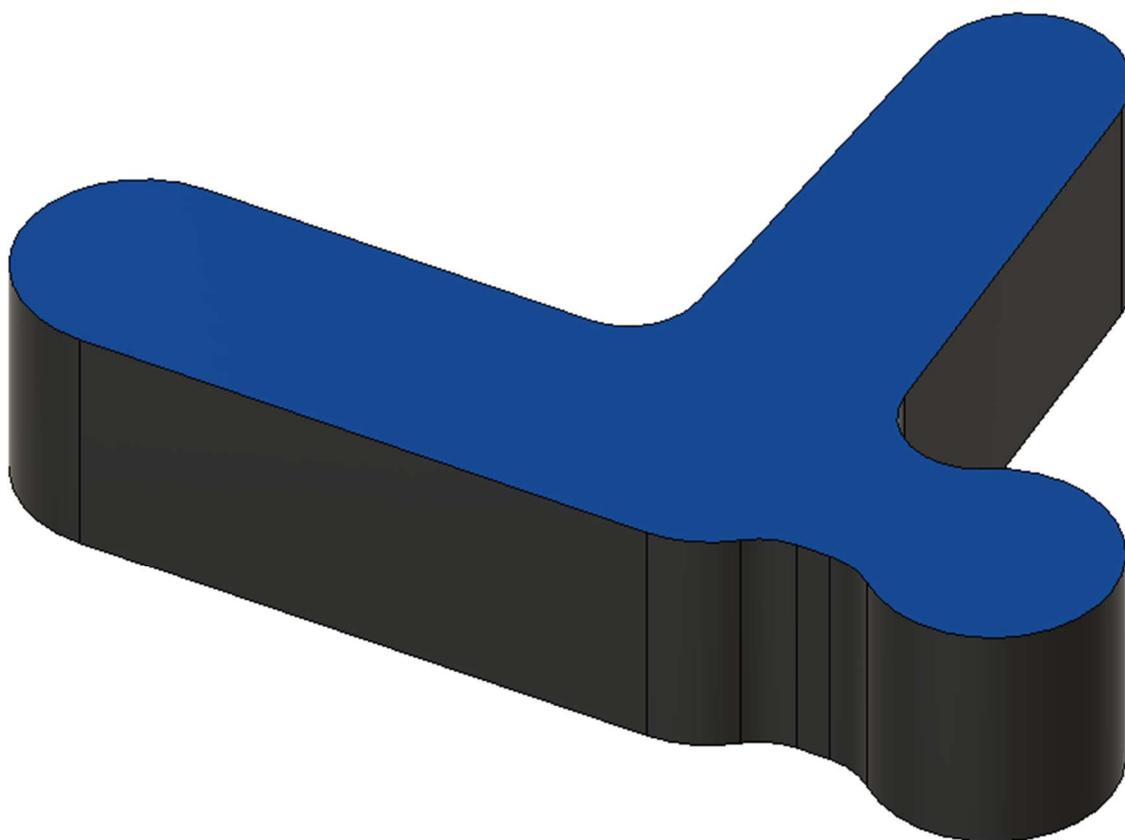
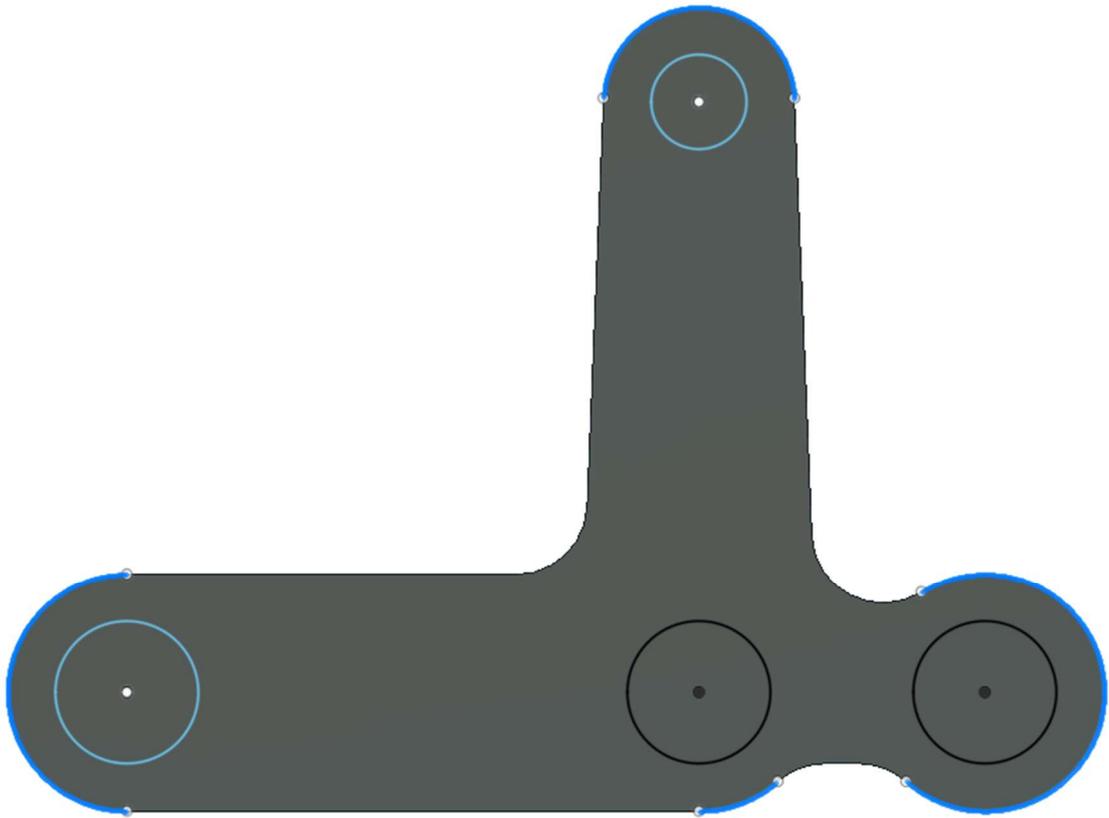


Рисунок 8

Все отверстия должны быть концентричны выделенным дугам контура модели (рисунок 9). После создания эскиза выдавливаем созданные окружности насквозь.



*Рисунок 9*

На нижней плоскости модели создаём эскиз согласно заданию и выдавливаем его, используя инструмент *Extrude*, на заданное расстояние (рисунок 10).

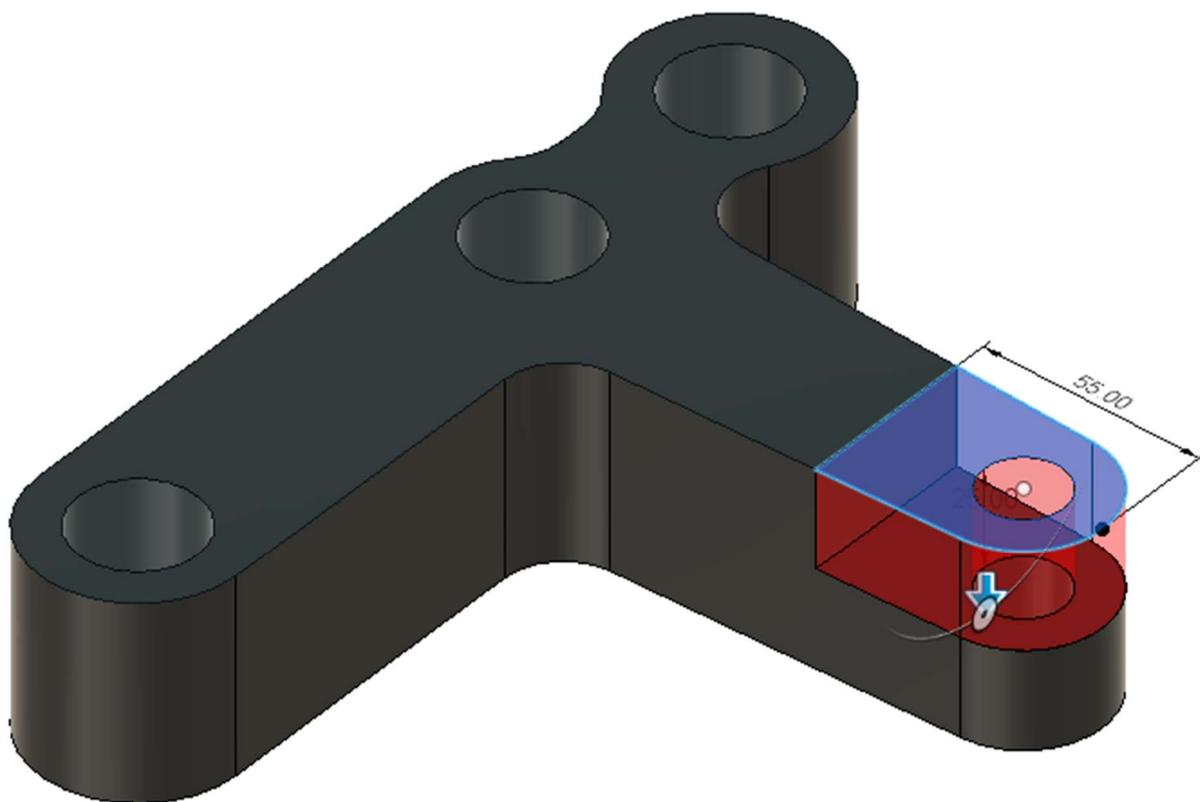


Рисунок 10

На плоскости модели создаём эскиз для прорезей и выдавливаем его, используя инструмент *Extrude*, насквозь (рисунок 11).

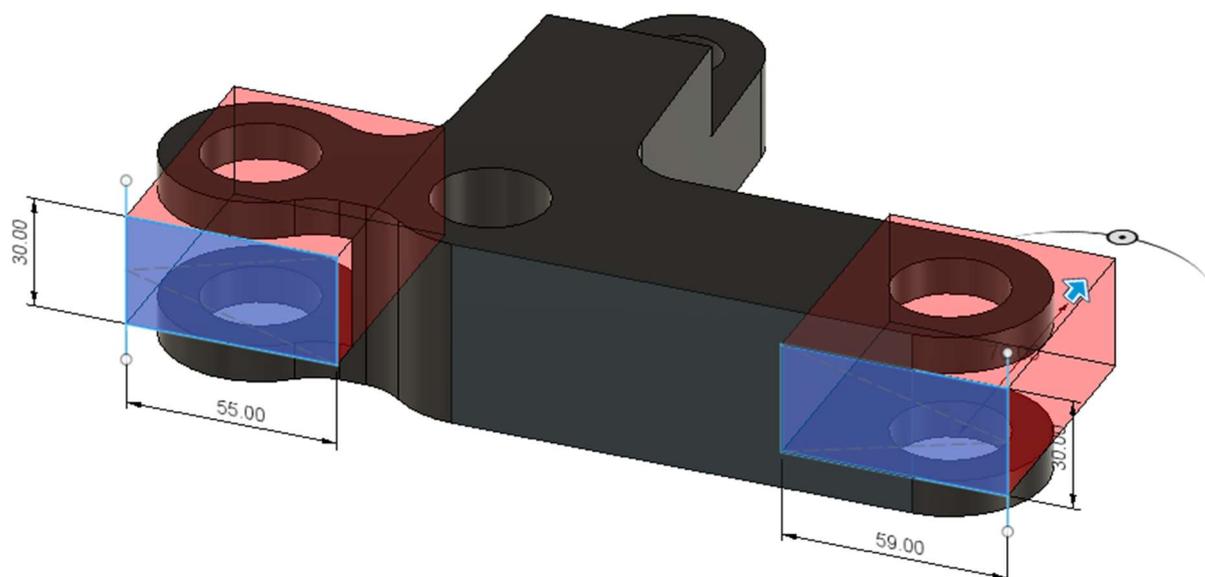


Рисунок 11

На выделенных рёбрах модели создаём сопряжение, используя инструмент *Fillet*, с заданным радиусом (рисунок 12).



Рисунок 12

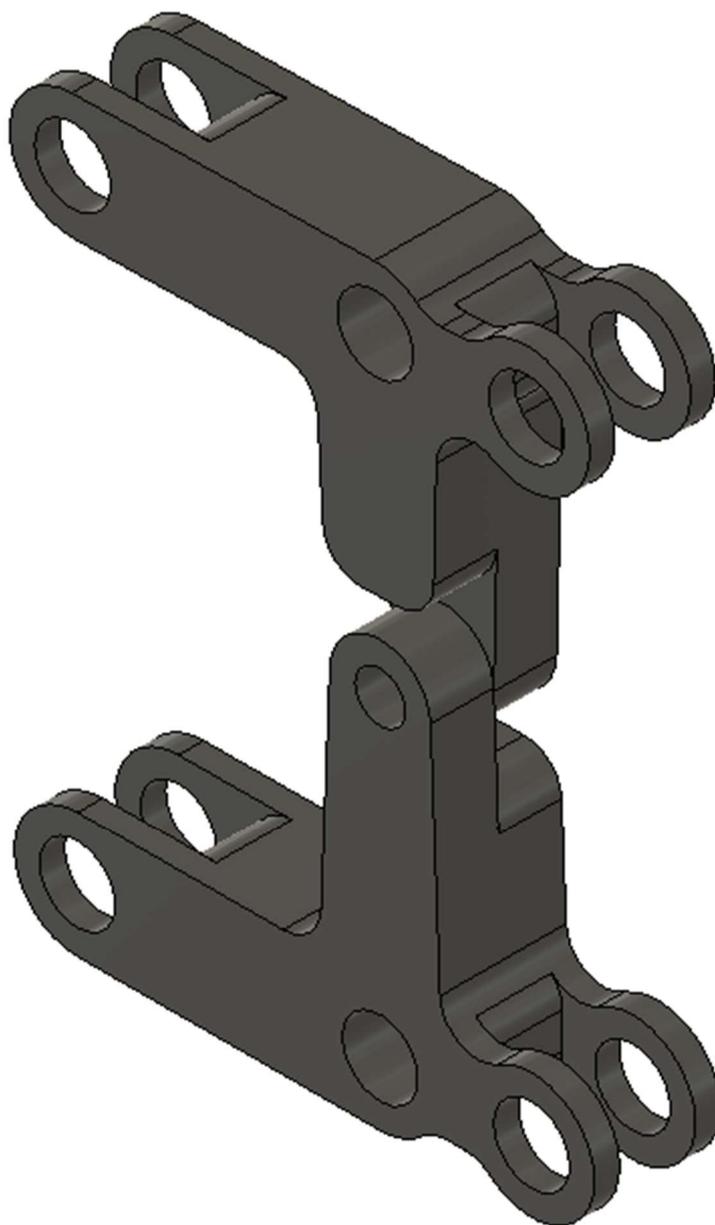
Перед созданием сборки необходимо создать недостающий компонент.

Для этого производим измерение расстояния между проушинами, диаметр отверстия зелёного компонента (в которое входит синий компонент) и необходимую длину цилиндра. По итогу моделирования должен примерно получиться компонент следующего вида (рисунок 13). При моделировании необходимо будет создать эскиз между проушин, на который нанесём окружность для отверстия и концентричную к ней окружность большего диаметра. Для создания эскиза между проушинами используем инструмент задания плоскостей *Midplane*. Следующим шагом создаём плоскость касательную к цилиндру (инструмент задания плоскостей *Tangent Plane*) для создания длинного цилиндра.



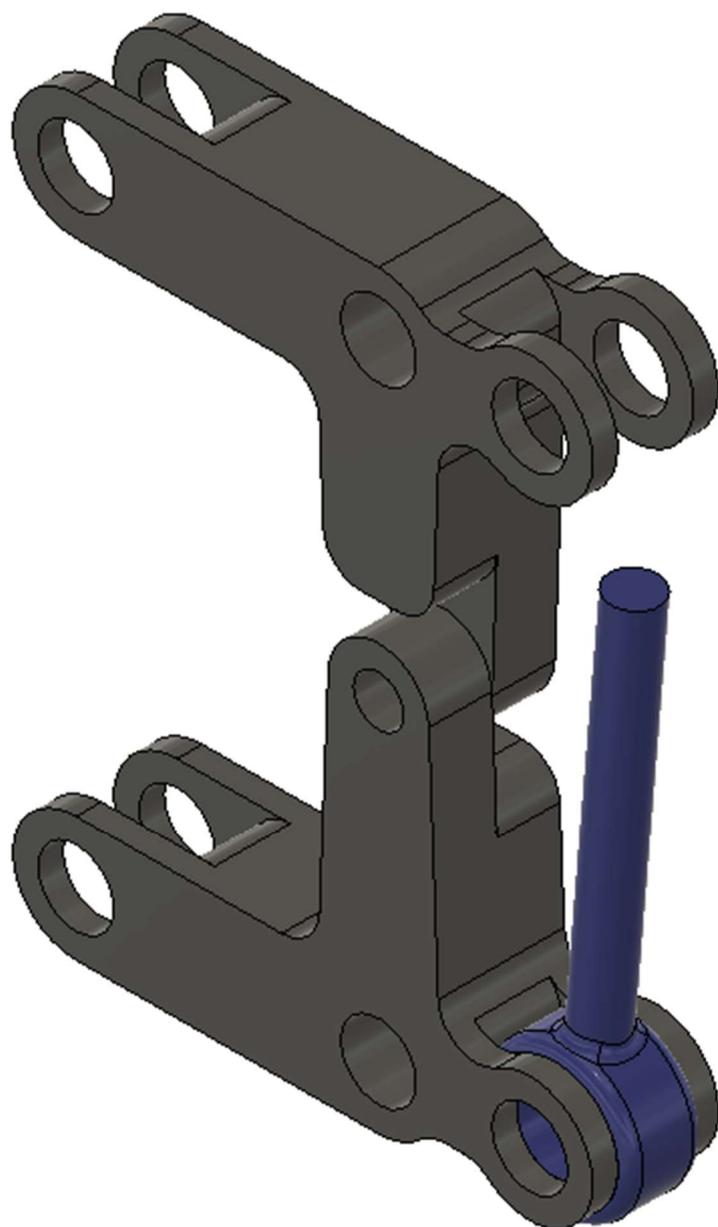
*Рисунок 13*

После моделирования выполняем сборку компонентов, так чтобы она не противоречила критериям задания. В сборке использовано два типа движения, вращение вокруг оси и перемещение по оси. Первым шагом соединяем серые компоненты с вращением по оси, проходящей через отверстия (рисунок 14). Для сборки используем функцию **Joint**, а для ограничения движения сборки используем либо контактные группы (**Contact Sets**) либо ограничение движения компонентов сборки через лимиты (**Edit Joint Limits**).



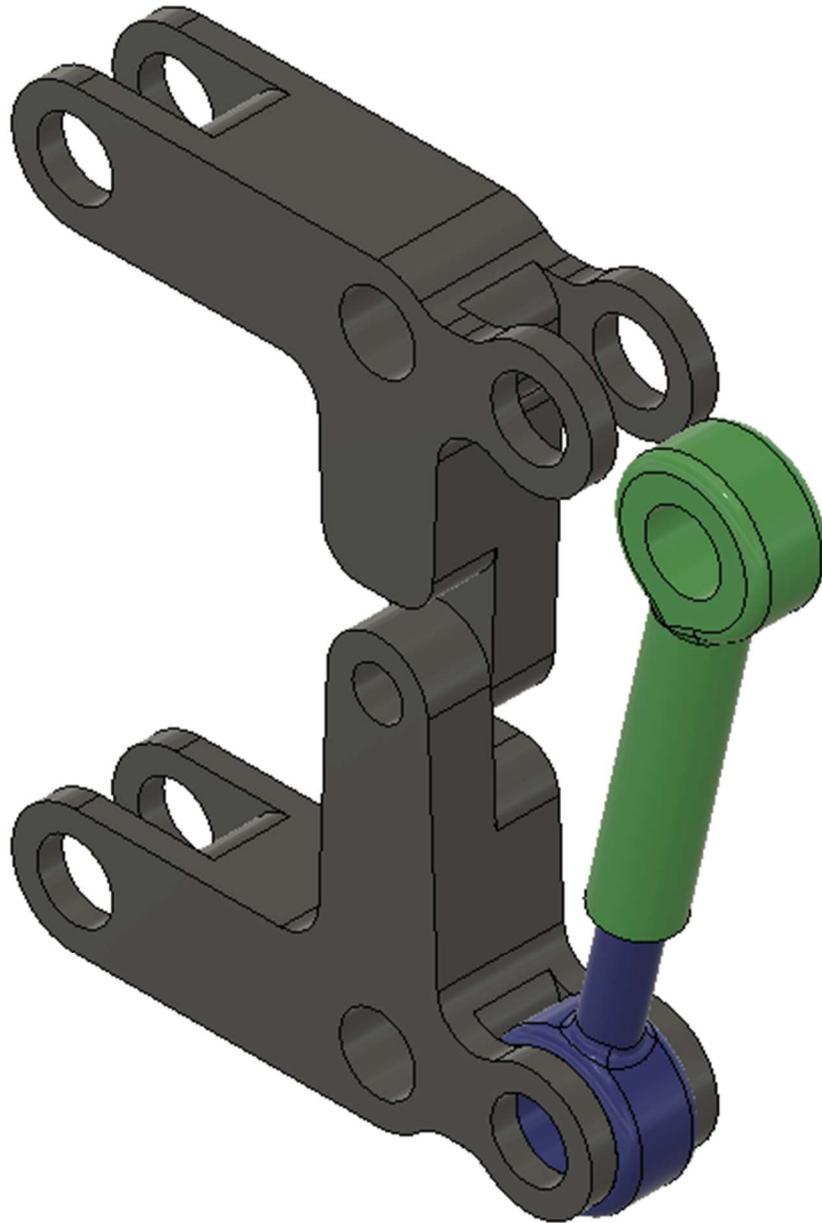
*Рисунок 14*

Присоединяем синий компонент к имеющейся сборке с вращением по оси, проходящей через отверстия (рисунок 15).



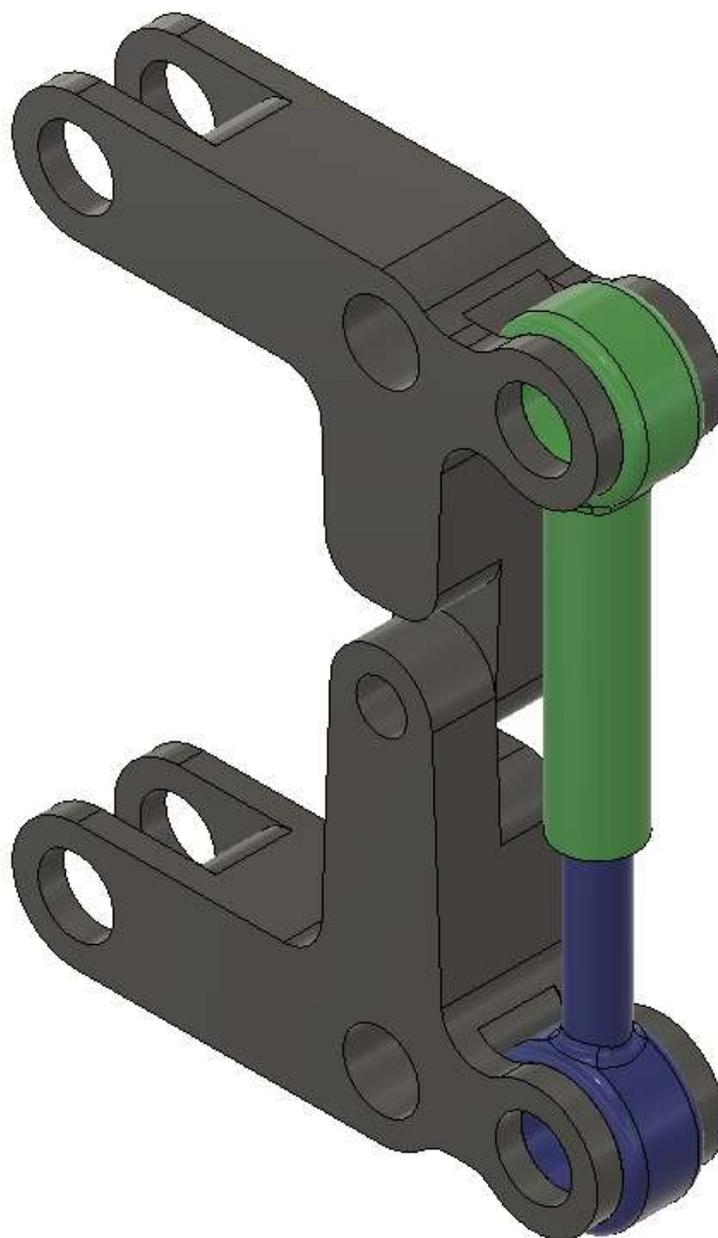
*Рисунок 15*

Следующим шагом соединяем зелёный компонент и синий, с поступательным движением (рисунок 16).



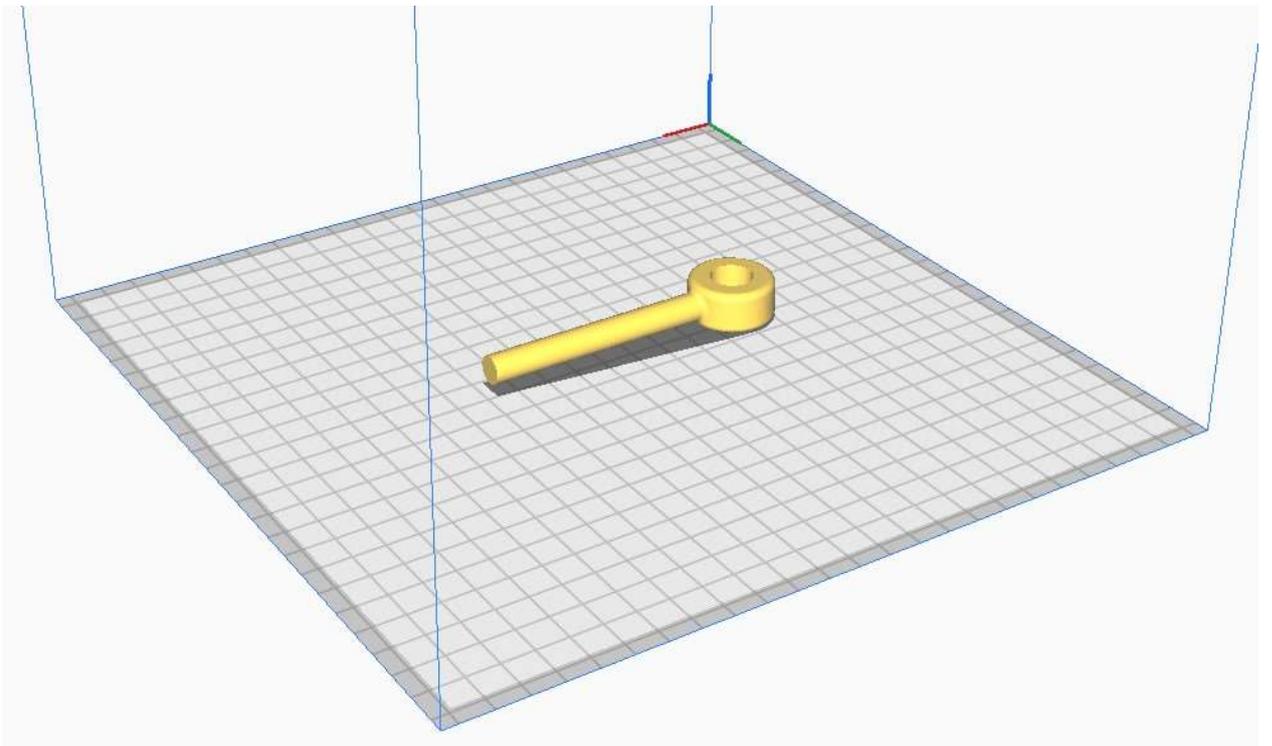
*Рисунок 16*

Соединяем зелёный компонент и основную сборку с вращением по оси отверстий и настраиваем сборку так, чтобы она соответствовала критериям (рисунок 17).

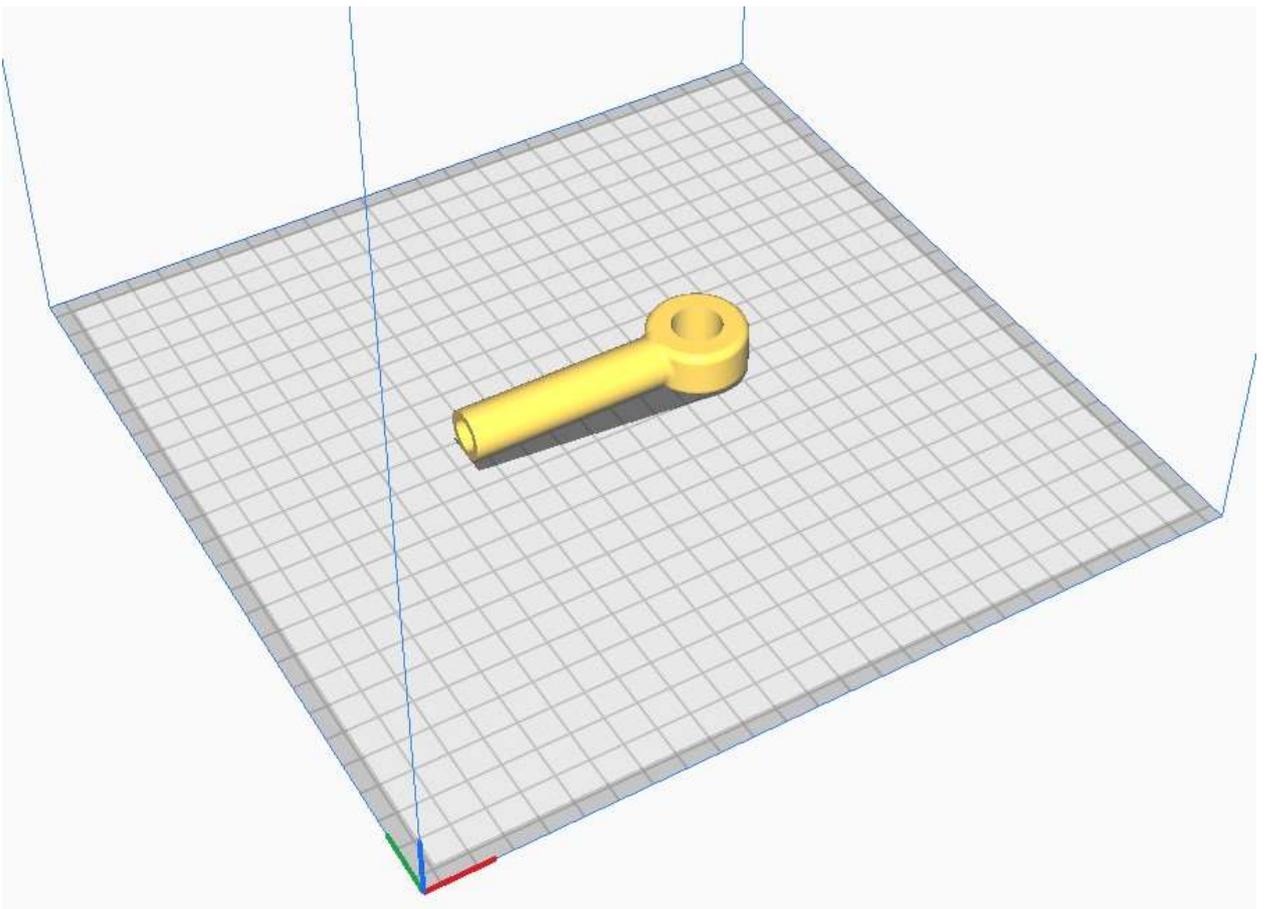


*Рисунок 17*

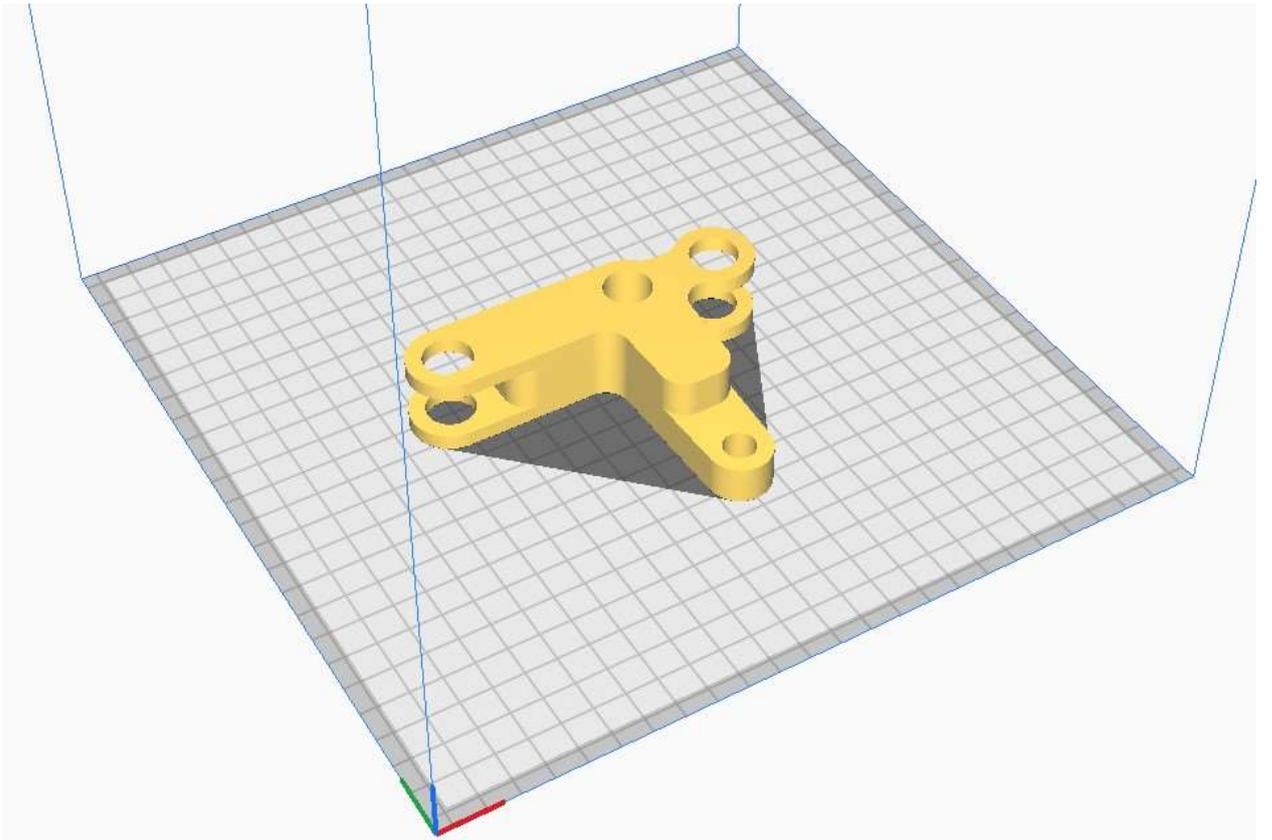
Экспортируем все 4 детали в формат STL по отдельности. Каждая деталь должна быть размещена на отдельном столе программы-слайсера, так чтобы она не выступала за границы области печати. Расположение детали должно быть таким, чтобы для её корректного изготовления на 3D-принтере методом послойного наплавления (FDM-технология) требовалось наименьшее количество поддержек. Сделайте скриншот итогового размещения каждой детали на отдельном столе программы-слайсера (рисунки 18–20).



*Рисунок 18*



*Рисунок 19*



*Рисунок 20*

## 5 Пример решения заданий демоварианта в программном комплексе Inventor Professional

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).

Для выполнения Задания 1 необходимо открыть файл *Modify\_1.step*. Создаём Эскиз на выделенной плоскости (рисунок 8).

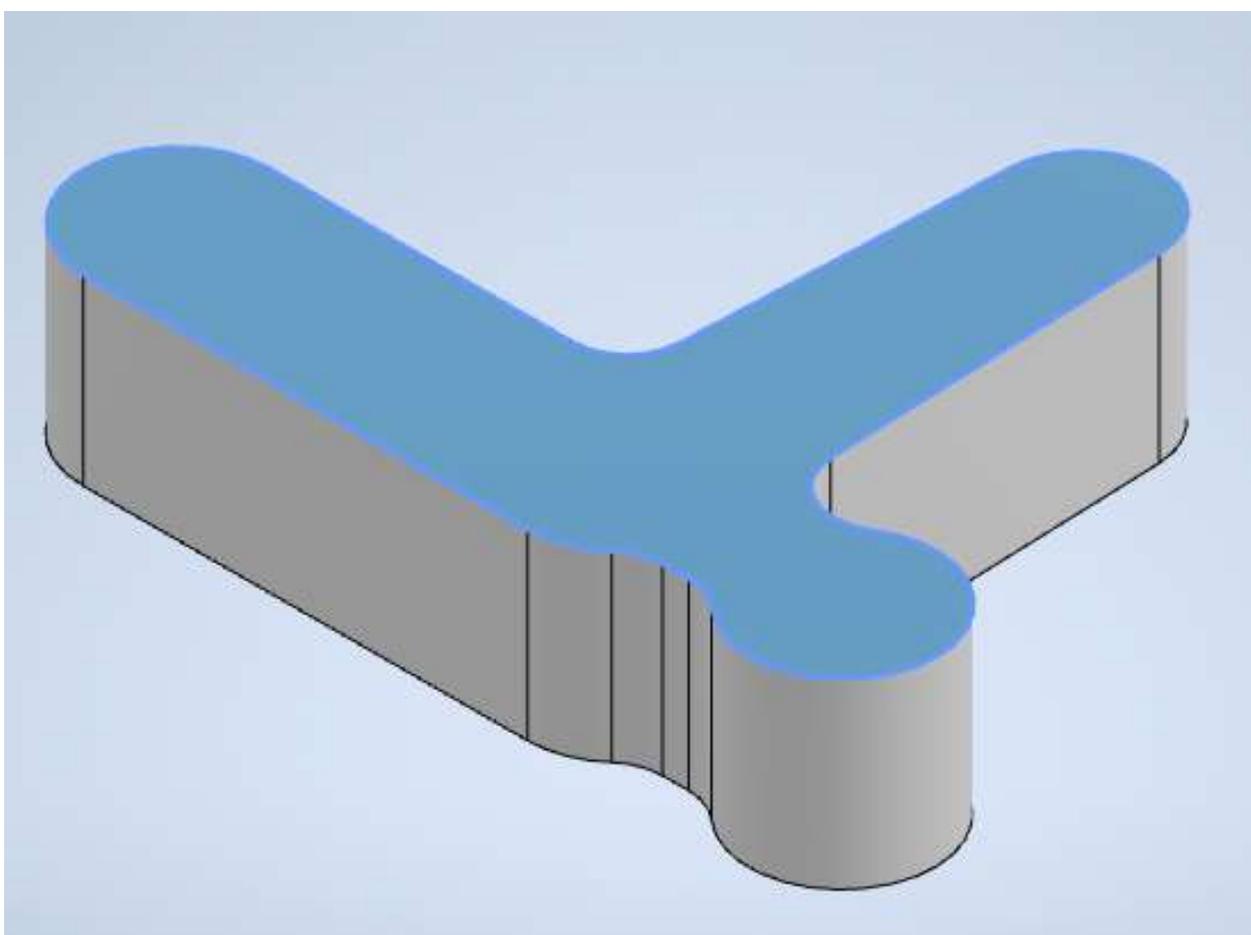
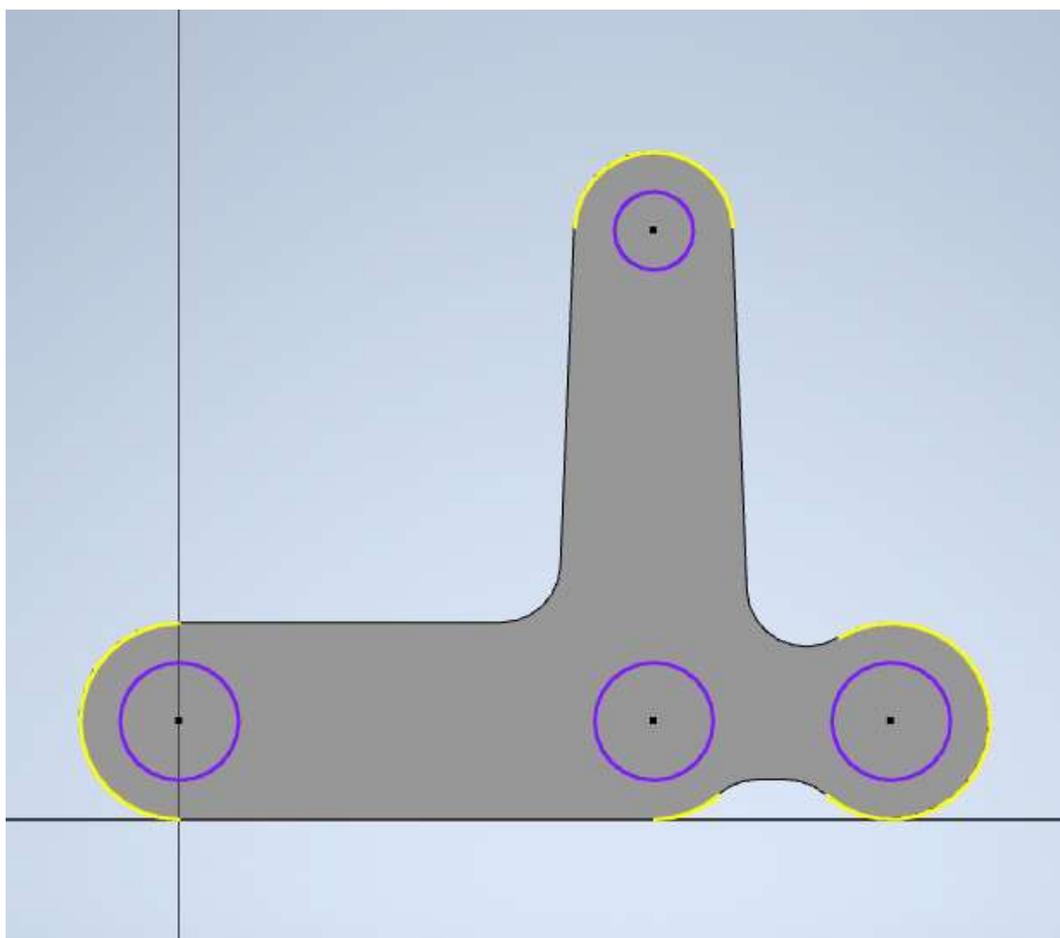


Рисунок 21

Все отверстия должны быть концентричны выделенным дугам контура модели (рисунок 9). После создания эскиза выдавливаем созданные окружности насквозь.



*Рисунок 22*

На нижней плоскости модели создаём эскиз согласно заданию и выдавливаем его, используя инструмент **Выдавливание**, на заданное расстояние (рисунок 10).

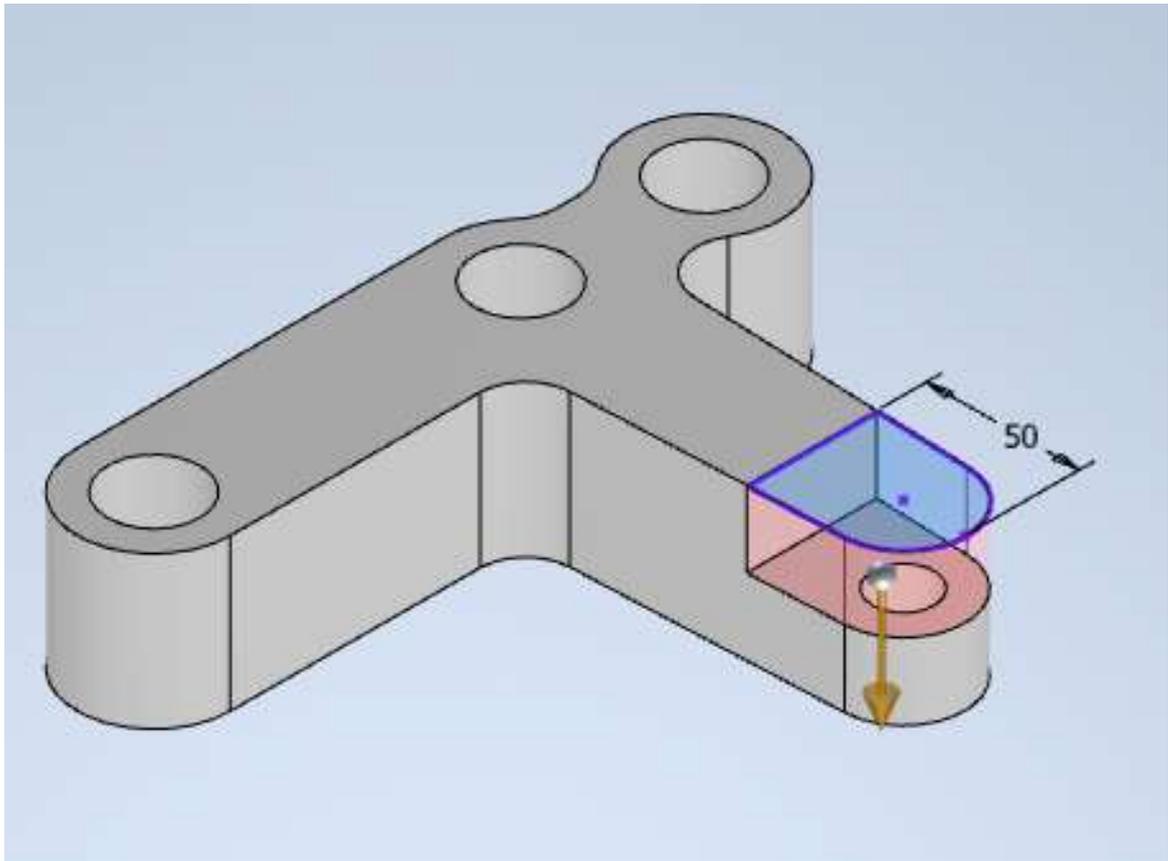


Рисунок 23

На плоскости модели создаём эскиз для прорезей и выдавливаем его, используя инструмент **Выдавливание**, насквозь (рисунок 11).

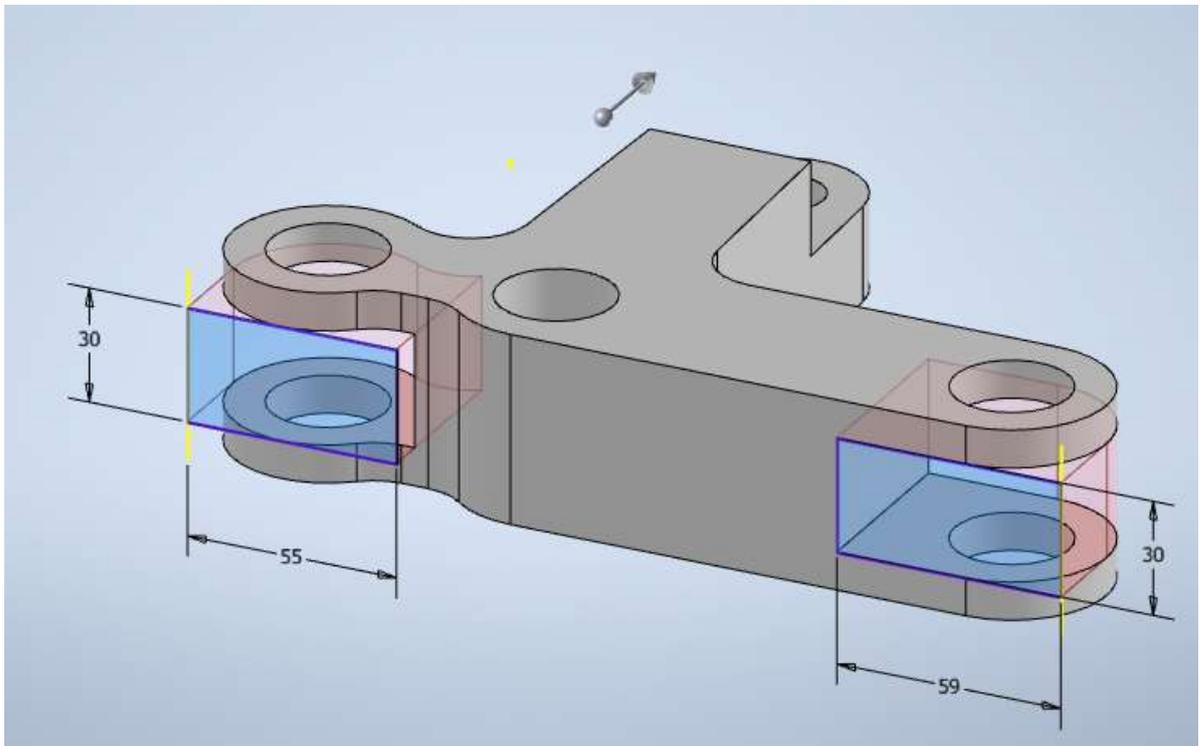


Рисунок 24

На выделенных рёбрах модели создаём сопряжение, используя инструмент *Сопряжение*, с заданным радиусом (рисунок 12).

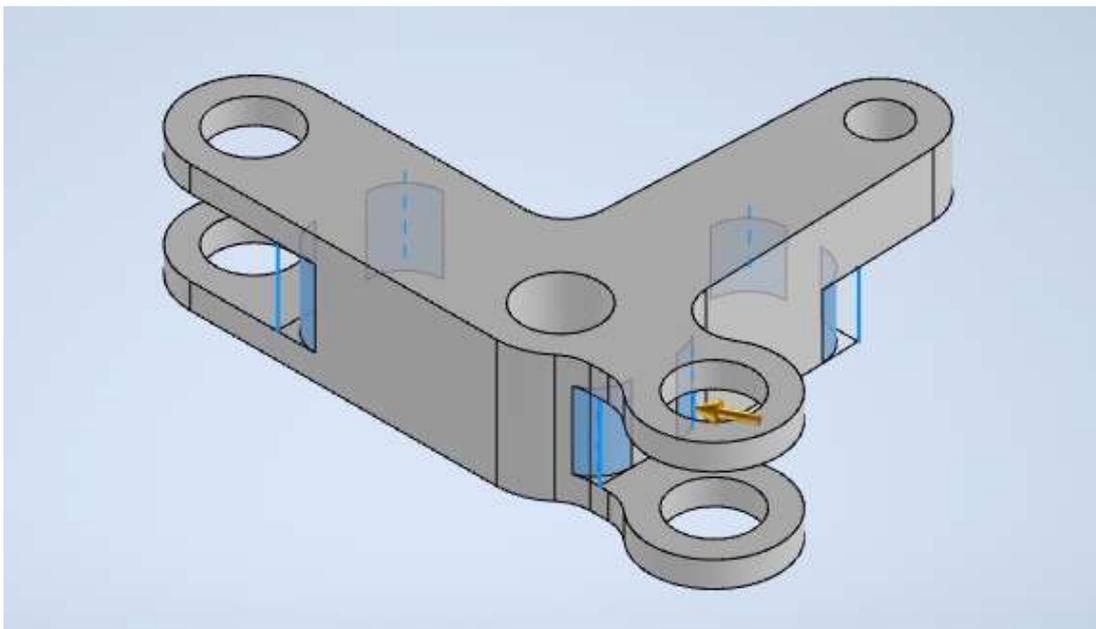


Рисунок 25

Перед созданием сборки необходимо создать недостающий компонент.

Для этого производим измерение расстояния между проушинами, диаметр отверстия зелёного компонента (в которое входит синий компонент) и необходимую длину цилиндра. По итогу моделирования должен примерно получиться компонент следующего вида (рисунок 13). При моделировании необходимо будет создать эскиз между проушин, на который нанесём окружность для отверстия и концентричную к ней окружность большего диаметра. Для создания эскиза между проушинами используем инструмент задания плоскостей *Средняя плоскость между двумя плоскостями*. Следующим шагом создаём плоскость касательную к цилиндру (инструмент задания плоскостей *Касательная к поверхности и параллельна плоскости*) для создания длинного цилиндра.



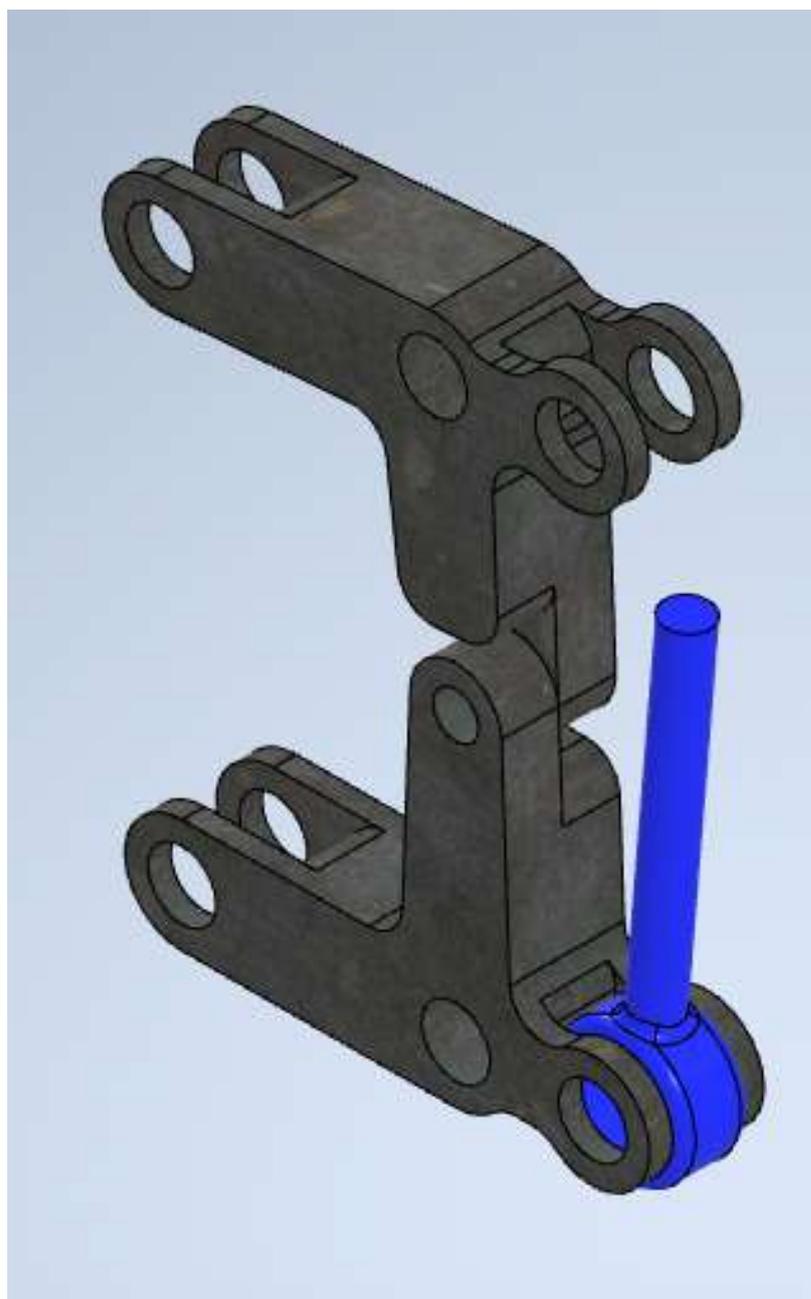
*Рисунок 26*

После моделирования выполняем сборку компонентов, так чтобы она не противоречила критериям задания. В сборке использовано два типа движения, вращение вокруг оси и перемещение по оси. Первым шагом соединяем серые компоненты с вращением по оси, проходящей через отверстия (рисунок 14). Для сборки используем функцию **Соединение**, а для ограничения движения сборки используем либо контактные группы (**Набор контактов – Анализ контактов**) либо ограничение движения компонентов сборки через лимиты (**Пределы**).



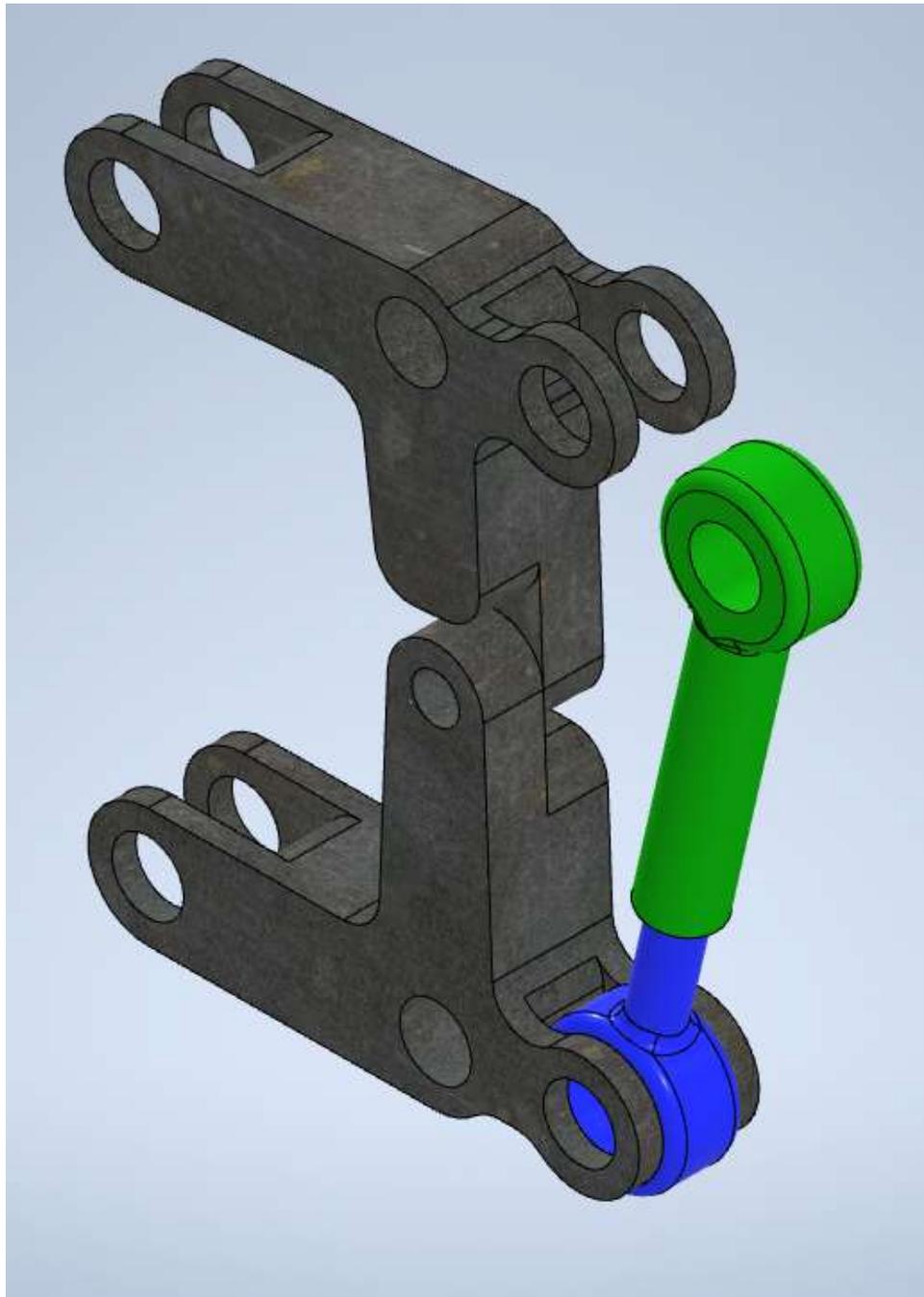
*Рисунок 27*

Присоединяем синий компонент к имеющейся сборке с вращением по оси, проходящей через отверстия (рисунок 15).



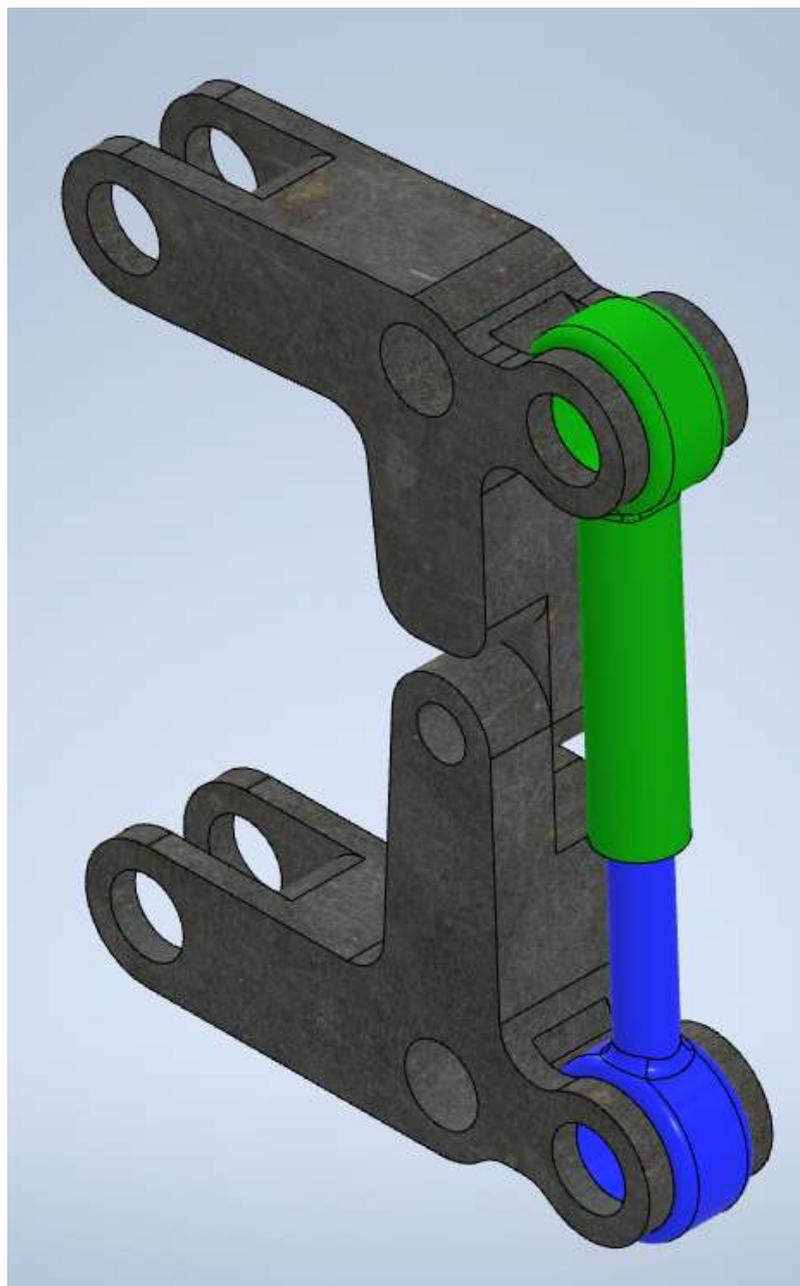
*Рисунок 28*

Следующим шагом соединяем зелёный компонент и синий, с поступательным движением (рисунок 16).



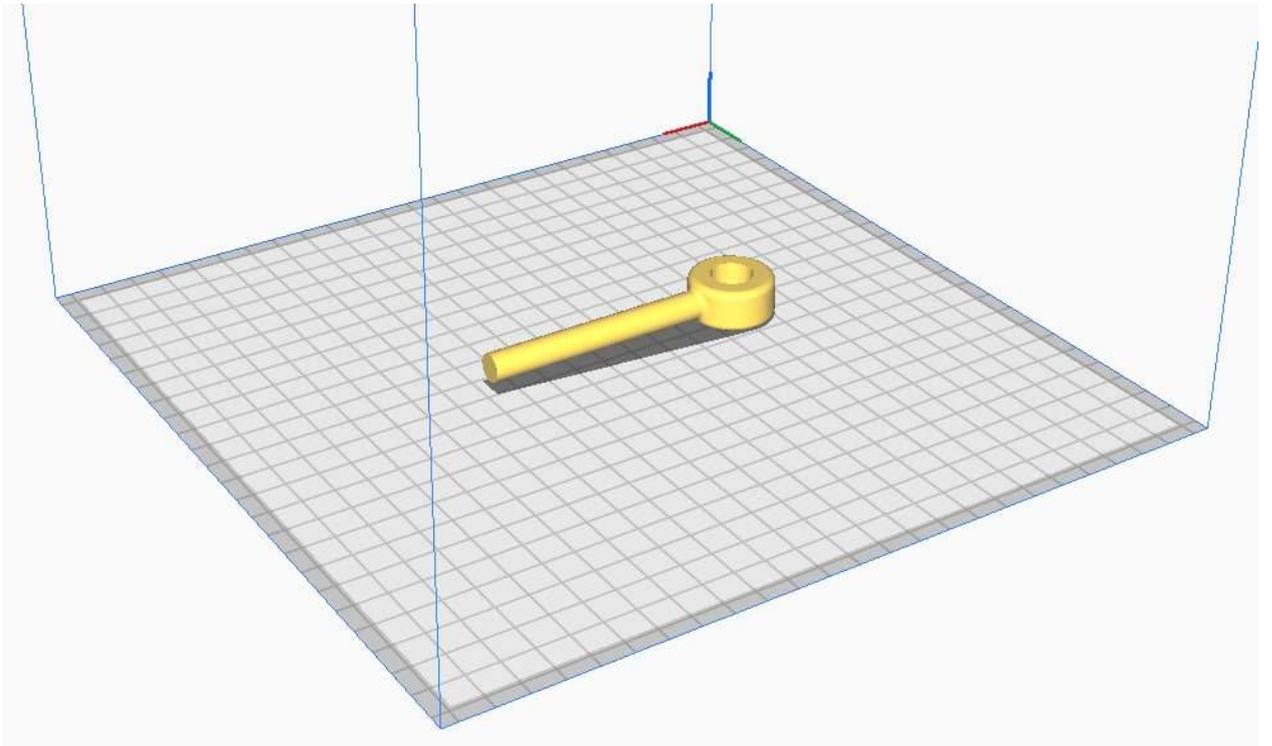
*Рисунок 29*

Соединяем зелёный компонент и основную сборку с вращением по оси отверстий и настраиваем сборку так, чтобы она соответствовала критериям (рисунок 17).

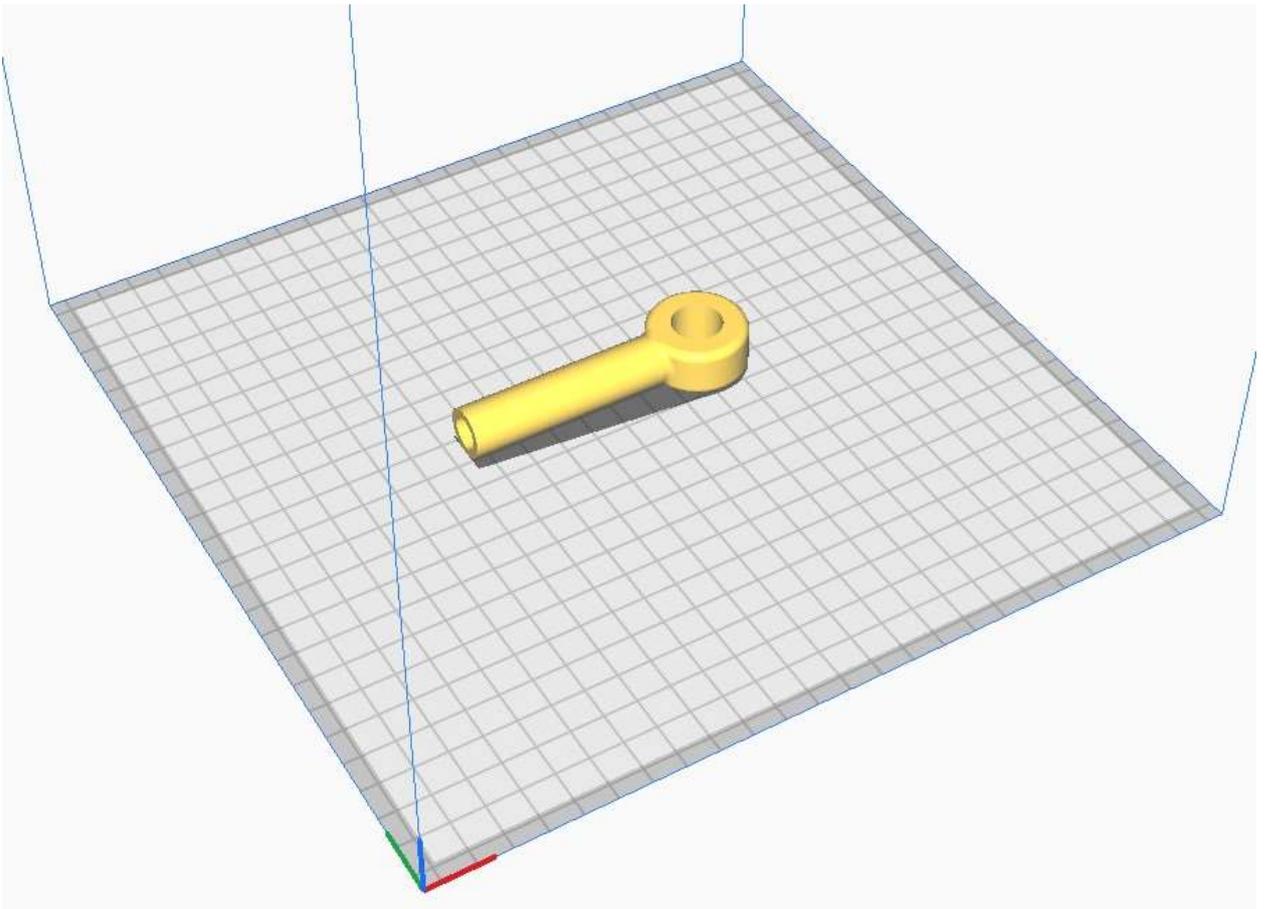


*Рисунок 30*

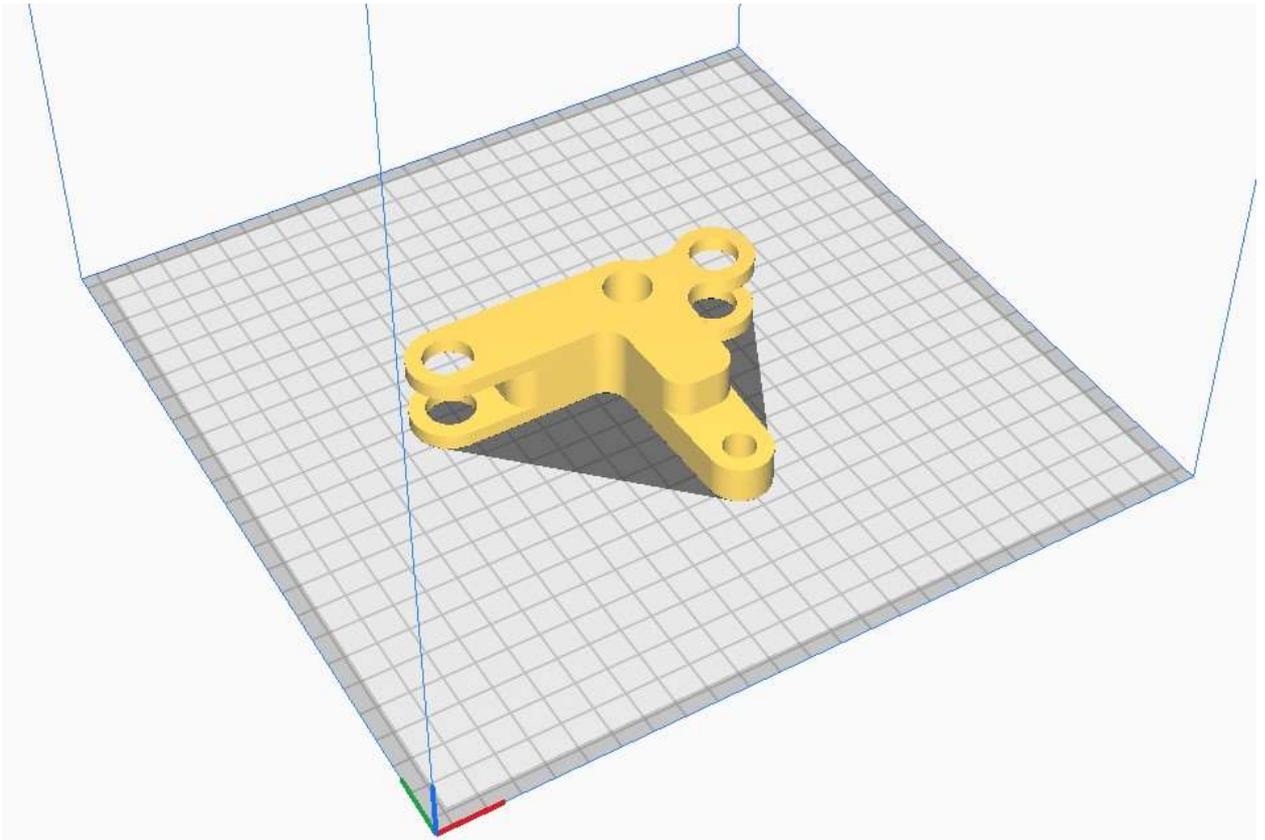
Экспортируем все 4 детали в формат STL по отдельности. Каждая деталь должна быть размещена на отдельном столе программы-слайсера, так чтобы она не выступала за границы области печати. Расположение детали должно быть таким, чтобы для её корректного изготовления на 3D-принтере методом послойного наплавления (FDM-технология) требовалось наименьшее количество поддержек. Сделайте скриншот итогового размещения каждой детали на отдельном столе программы-слайсера (рисунки 18–20).



*Рисунок 31*



*Рисунок 32*



*Рисунок 33*

### **Библиографический список**

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.

*Учебное издание*

**Пецык Александр Александрович**  
**Губанов Сергей Геннадьевич**

**Примеры решения демоварианта  
конкурсных заданий практического этапа  
по направлению «моделирование и  
прототипирование»**

**Методические указания**