

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ
Краевое государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Губернаторский авиастроительный колледж
г. Комсомольска – на - Амуре (Межрегиональный центр компетенций)»

СОГЛАСОВАНО

« ____ » _____ 201__ г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
КГА ПОУ ГАСКК МЦК

_____ В.А. Аристова

« ____ » _____ 2019 г.

**ОП.17 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
(САПР)**

По специальности 18.02.13 Технология производства изделий из полимерных
композитов

г. Комсомольск – на - Амуре

2019 г.

Методическая разработка предназначена для выполнения лабораторных работ по обще дисциплинарному курсу ОП.17 Системы автоматизированного проектирования (САПР) студентами специальности 18.02.13 Технология производства изделий из полимерных композитов

Организация-разработчик:

КГА ПОУ «Губернаторский авиастроительный колледж г. Комсомольска-на-Амуре (Межрегиональный центр компетенций)»

Разработчики:

Хрипкова В.А., преподаватель КГА ПОУ ГАСКК МЦК

СОДЕРЖАНИЕ

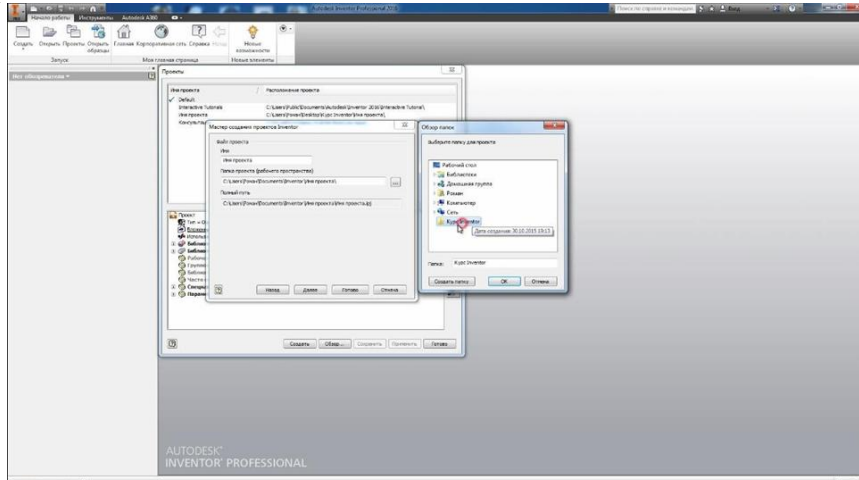
Лабораторная работа 1 Новый проект. Интерфейс программы. Создание 2D эскиза	4
Лабораторная работа 2 Базовые инструменты и размеры	13
Лабораторная работа 3 Операции редактирования эскизов	21
Лабораторная работа 4 Работа с зависимостями эскиза	28
Лабораторная работа 5 Форматирование эскизов	38
Лабораторная работа 6 Операция Выдавливание	43
Лабораторная работа 7 Операция Вращение	51
Лабораторная работа 8 Операция Сдвиг и Пружина	59
Лабораторная работа 9 Операция Лофт	68
Лабораторная работа 10 Работа с деталями	80
Лабораторная работа 11 Настройка шаблонов	92
Лабораторная работа 12 Создание параметрической детали	100
Лабораторная работа 13 Создание сборки	114
Лабораторная работа 14 Зависимости в сборке	126
Лабораторная работа 15 Создание чертежа	143

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

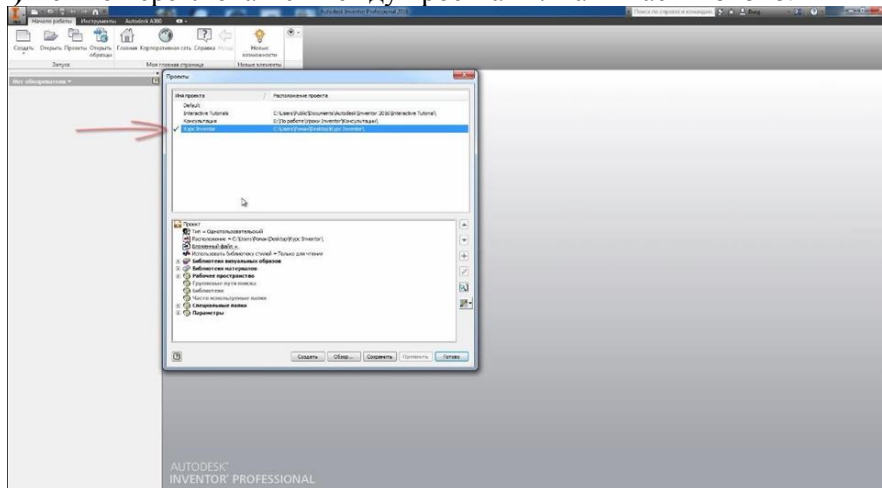
Новый проект. Интерфейс программы. Создание 2D эскиза

Начнем создание проекта, в котором будут храниться трехмерные объекты и чертежи. Откроем команду **Проекты** и выберем **Создать**.

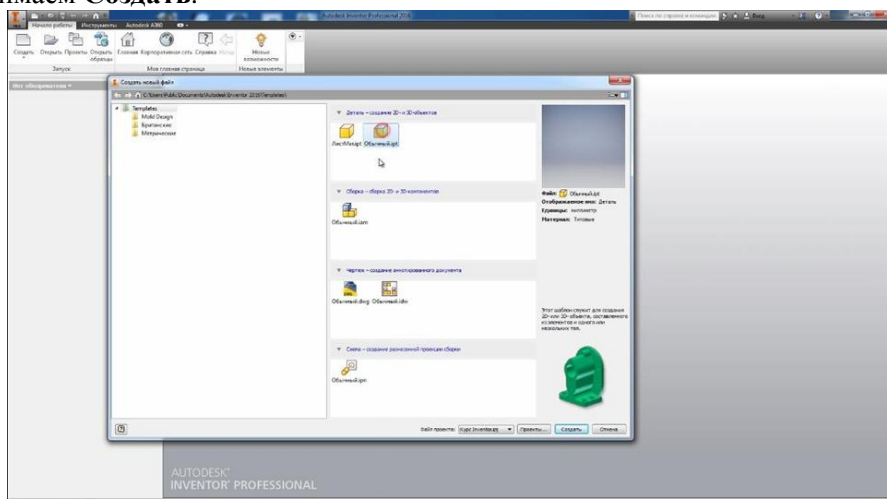
Создадим новый однопользовательский проект, нажимаем **Далее**, указываем папку проекта, в которой будут храниться все файлы.



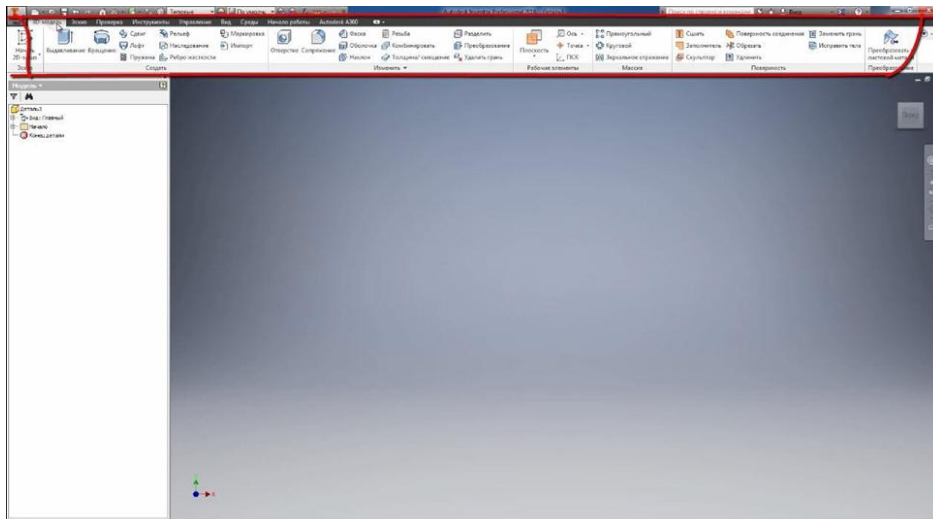
Создан проект, галочка напротив него обозначает, что это активный проект. **Двойным нажатием левой кнопки мыши (ЛКМ)** можно переключаться между проектами. Нажимаем **Готово**.



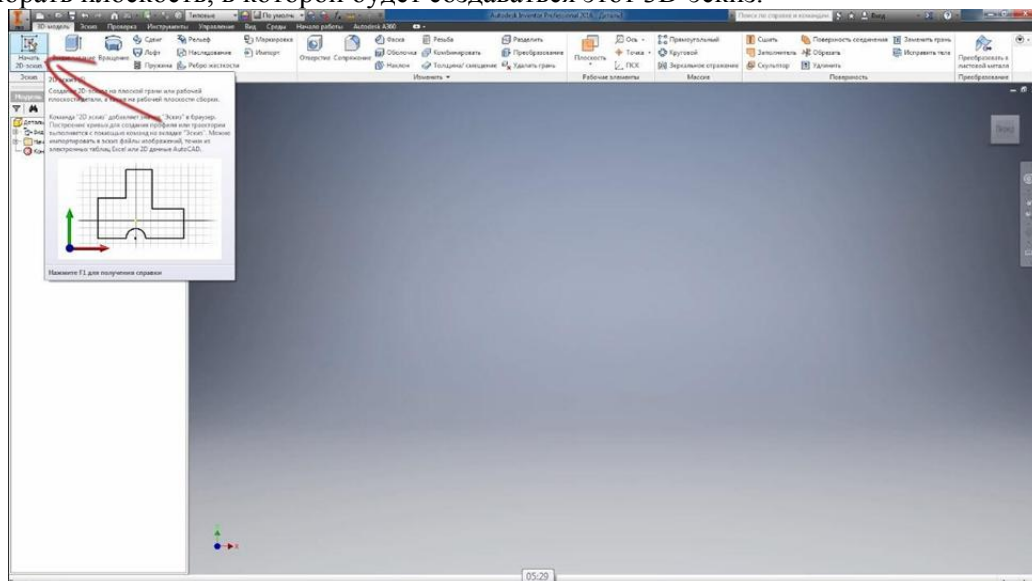
Приступим к созданию детали. Нажимаем **Создать**, выбираем шаблон для создания детали, выберем **Обычный.ipt** и нажимаем **Создать**.



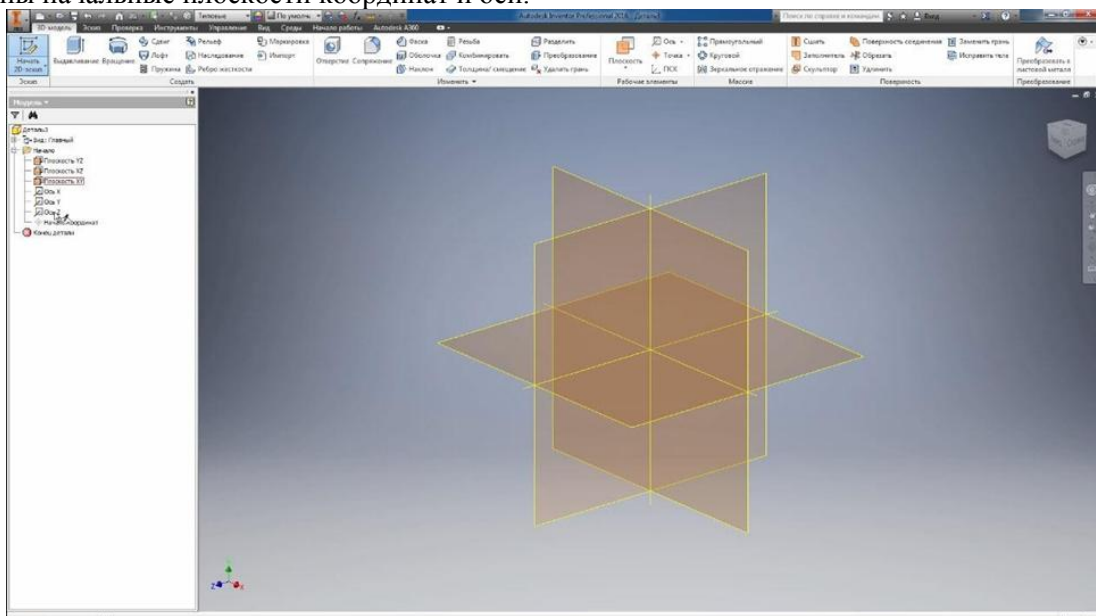
Теперь разберемся с интерфейсом создания детали. В верхней части интерфейса программы есть различные вкладки, на панелях сгруппированы команды.



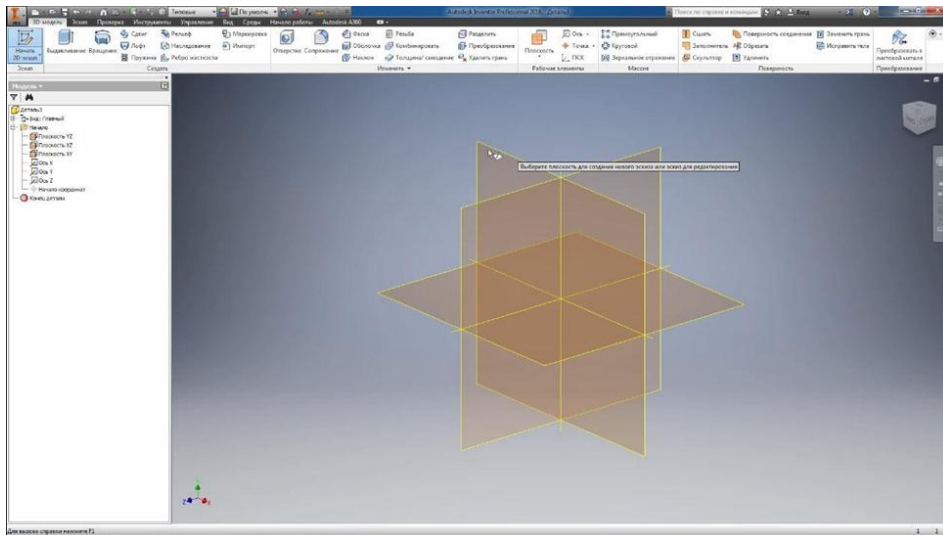
Создадим двухмерный эскиз. На вкладке 3D-модель, выберем команду **Начать 2D эскиз**, далее необходимо выбрать плоскость, в которой будет создаваться этот 3D-эскиз.



В левой части программы есть панель, которая называется **Браузер**, в ней есть папка **Начало**, в которой сгруппированы начальные плоскости координат и оси.

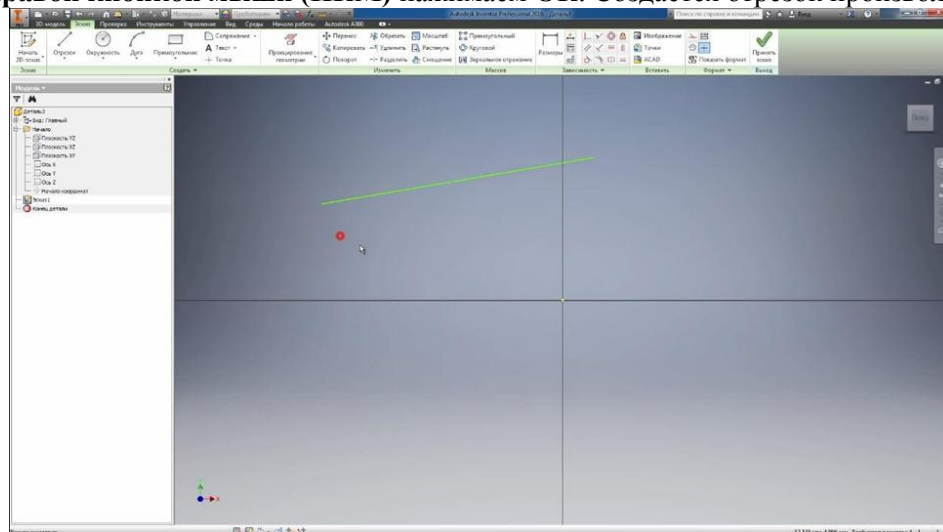


Выберем одну из плоскостей для создания эскиза. Выбираем плоскость **XY**, нажимаем на нее. Теперь эскиз будет создаваться в этой плоскости.



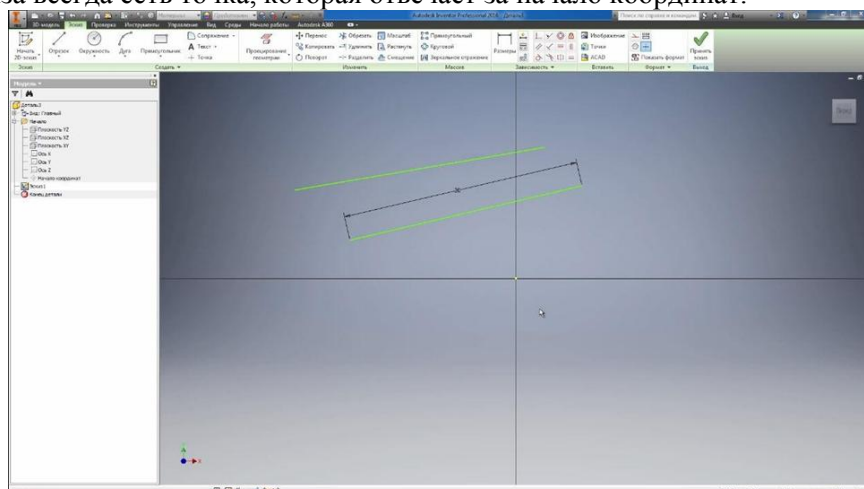
Для создания эскиза можно использовать различные команды. Рассмотрим поочередно, эти команды.

Начнем с команды **Отрезок**. Для создания отрезка, нам необходимо выбрать начальную точку и указать конечную, затем **правой кнопкой мыши (ПКМ)** нажимаем **ОК**. Создается отрезок произвольной длины.

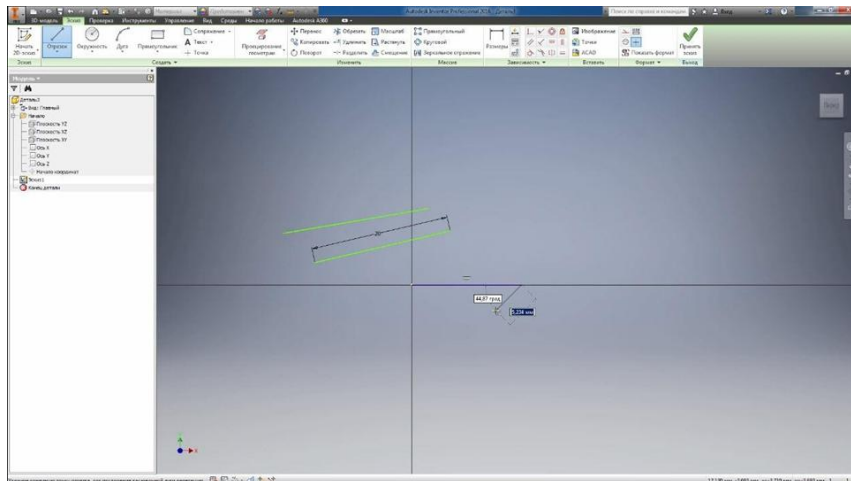


Для того, чтобы создать отрезок заданной длины, выбираем команду **Отрезок**, указываем начальную точку, затем выбираем направление и с клавиатуры вводим размер, например, **20 мм** и нажимаем **Enter**. Создается отрезок и к нему сразу проставлен размер **20 мм**.

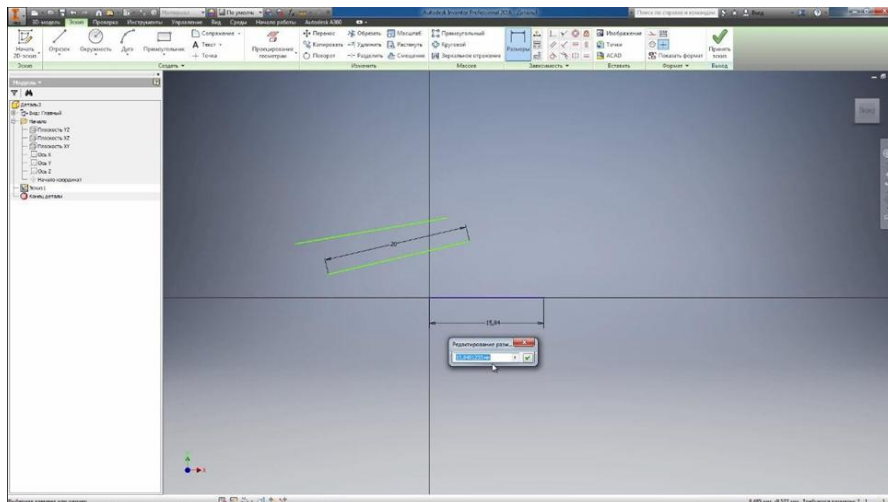
В центре эскиза всегда есть точка, которая отвечает за начало координат.



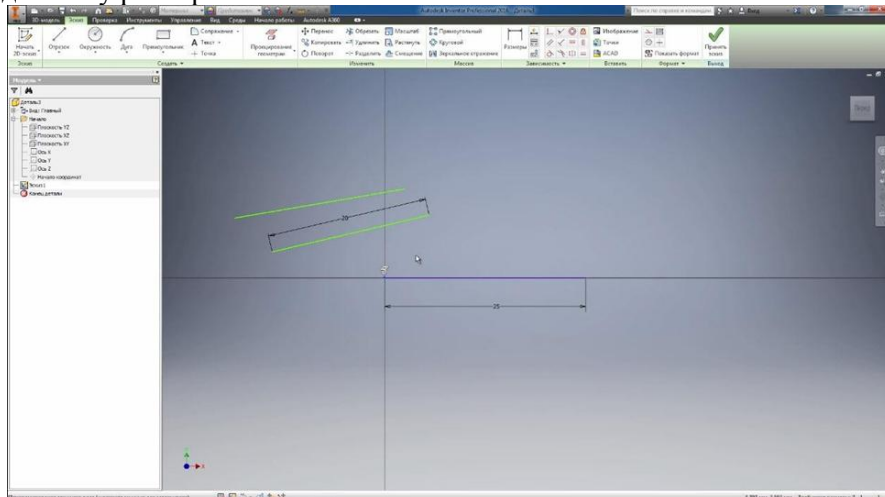
Следующий отрезок проведем от начала координат. Проведем его горизонтально вправо, нажимаем **Esc**, чтобы выйти из создания отрезка.



Далее на панели **Зависимость** выберем функцию **Размер**. Для указания размера отрезка, можно указать его начальную или конечную точку и проставить размер или выбрать целый отрезок и провести вниз для создания размера.

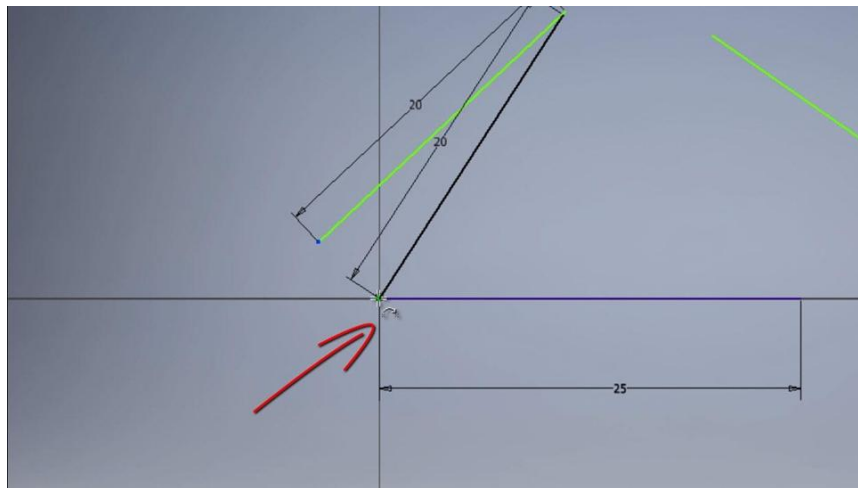


Введем значение размера, то есть длину отрезка **25 мм**. Отрезок стал синего цвета, так как его геометрия полностью определена и двигать его за крайние точки уже больше нельзя. Так как мы его сделали горизонтальным и задали ему размер.



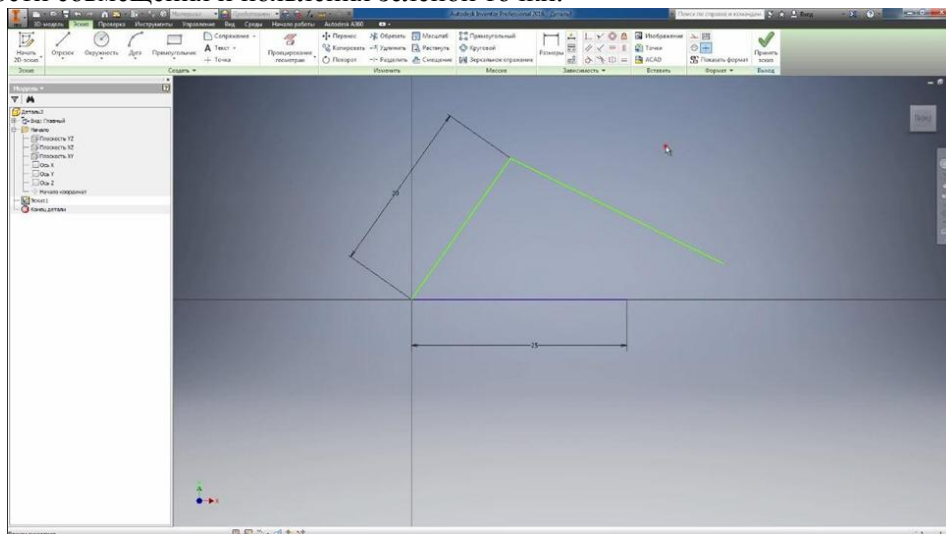
Остальные два отрезка можно перемещать в пространстве эскиза, так как они не до конца определены размерами или зависимостями.

За крайнюю точку возьмем отрезок и подведем его к концу горизонтального отрезка. Появляется зеленая точка, это говорит о том, что концы отрезков будут совмещены.

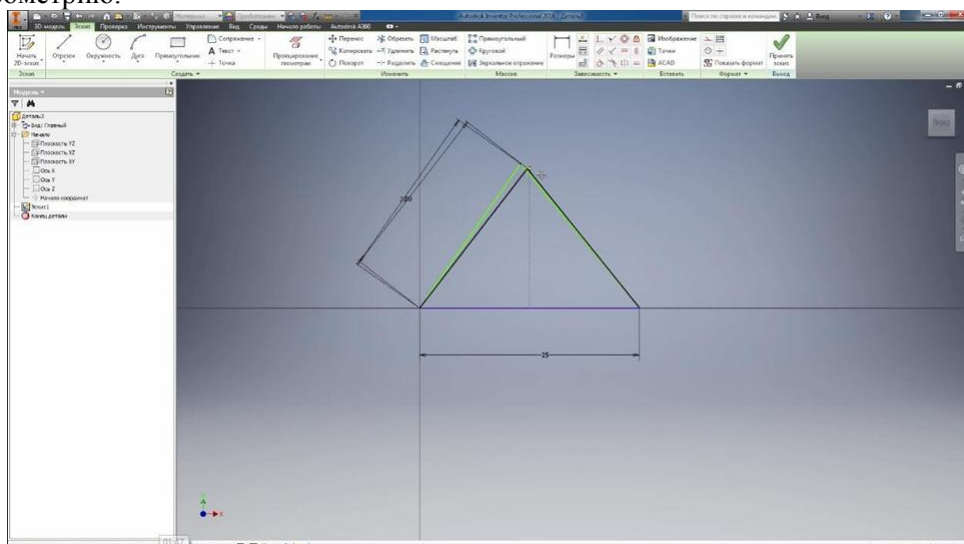


Отпускаем ЛКМ и видим, что перетаскивать этот отрезок, мы можем только за вторую точку, первая уже зафиксирована.

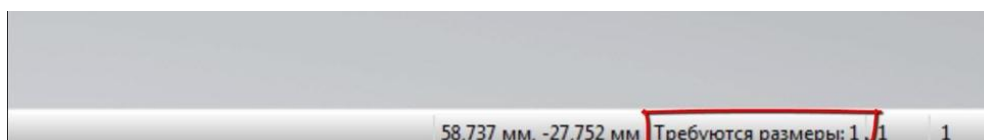
Таким же образом совместим следующий отрезок с концами предыдущих. Перетаскиваем его до создания зависимости совмещения и появления зеленой точки.



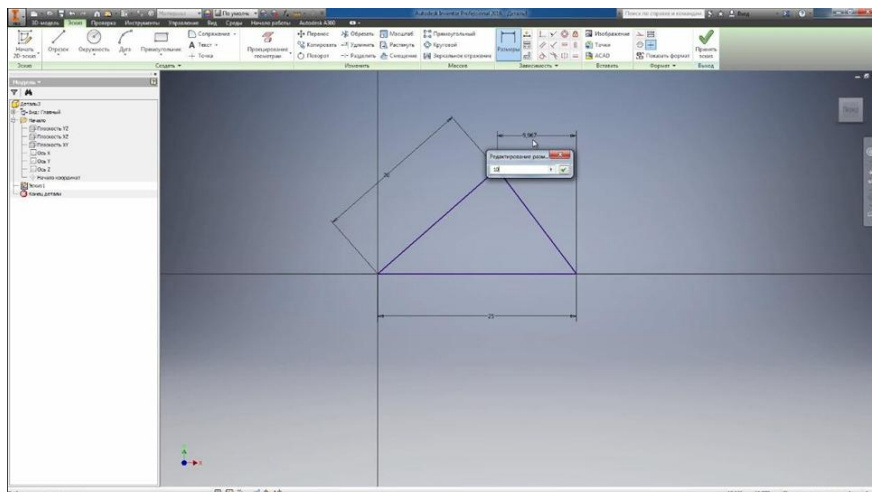
Таким образом получили треугольник, у которого не хватает одного размера, чтобы полностью определить его геометрию.



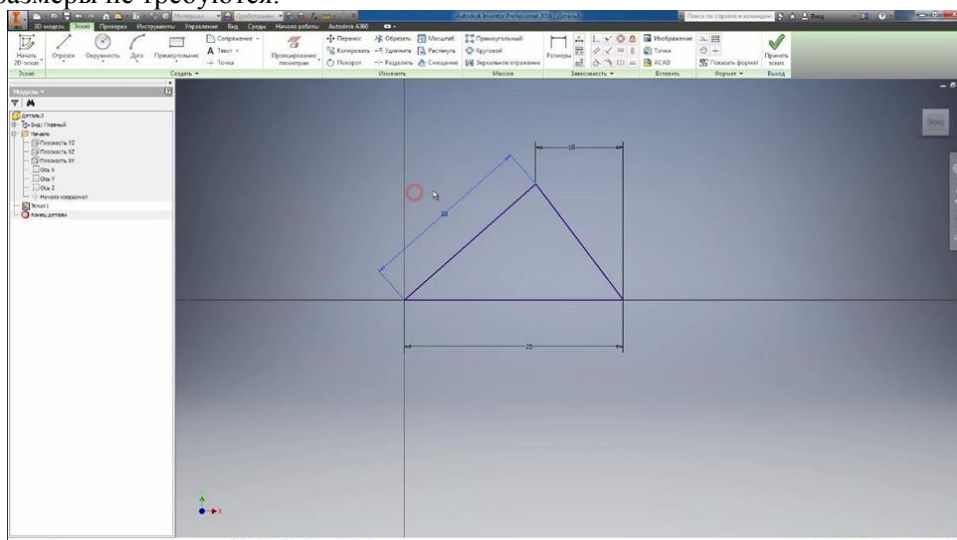
В нижнем углу программы видим, сколько требуется размеров для определения нашего эскиза. Сейчас нам требуется один размер для определения треугольника.



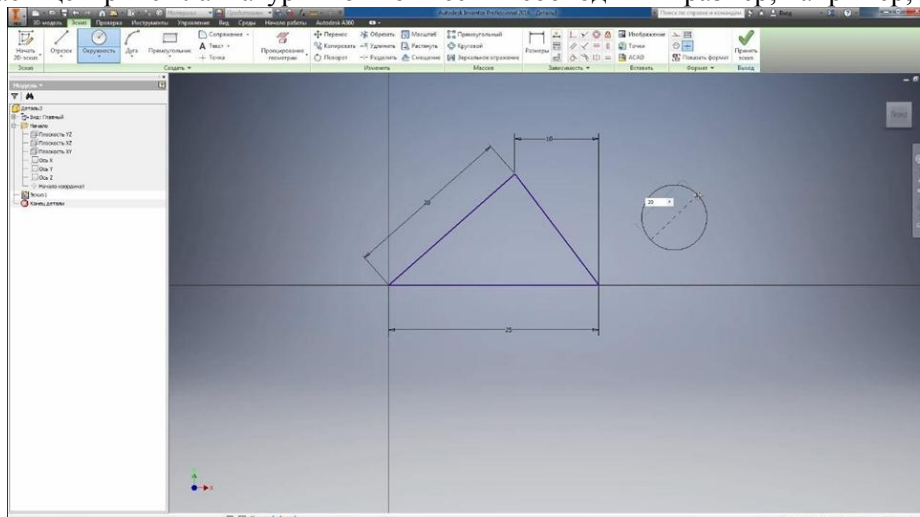
Выберем команду **Размеры** и проставим размер последнего отрезка, можно указать длину этого отрезка или размер по вертикали, или по горизонтали для этого отрезка. Укажем горизонтальный размер этого отрезка **10 мм**.



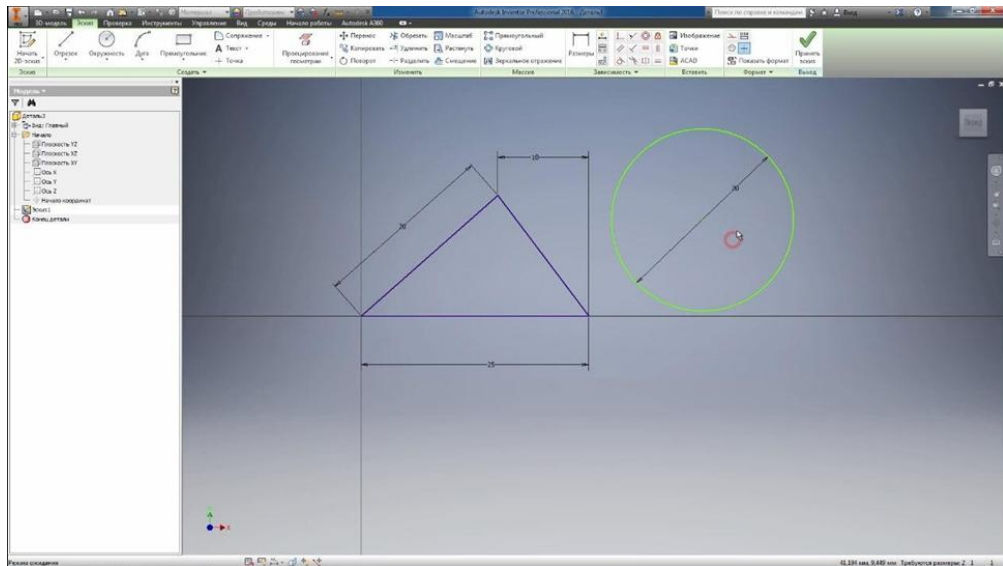
Все отрезки эскиза стали синего цвета, это говорит о том, что эскиз полностью определен размерами и дополнительные размеры не требуются.



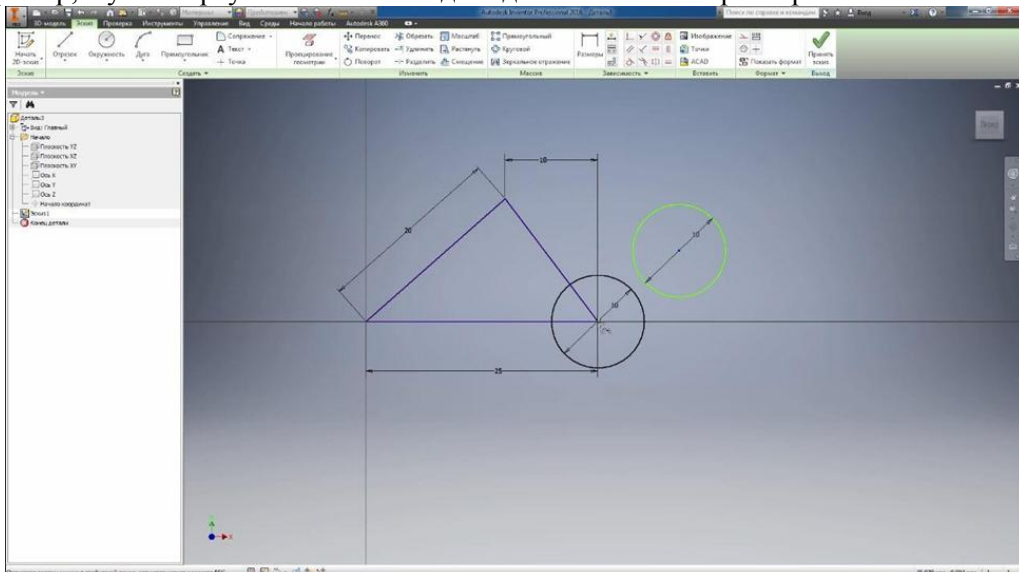
Далее рассмотрим создание окружности. Выбираем команду **Окружность**. Так же для создания окружности выбираем центр и с клавиатуры можно ввести необходимый размер, например, **20 мм**.



Создается окружность диаметром **20 мм**. Для редактирования размера нажимаем **двойным кликом** левой клавиши мыши и вводим с клавиатуры необходимое значение.



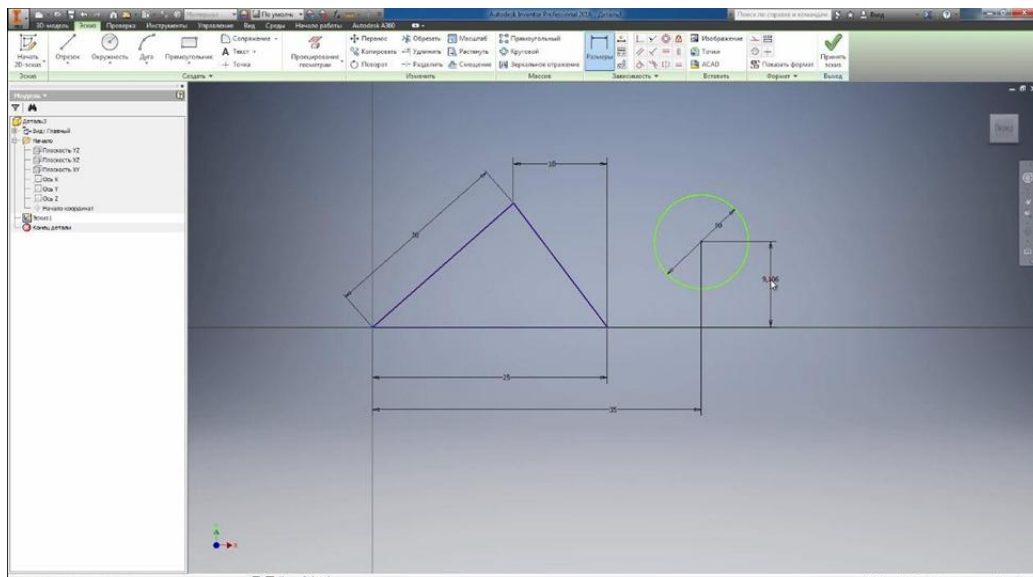
Для определения расположения окружности, можно совместить центр окружности к уже существующей геометрии, например, к углам треугольника или задать дополнительный размер.



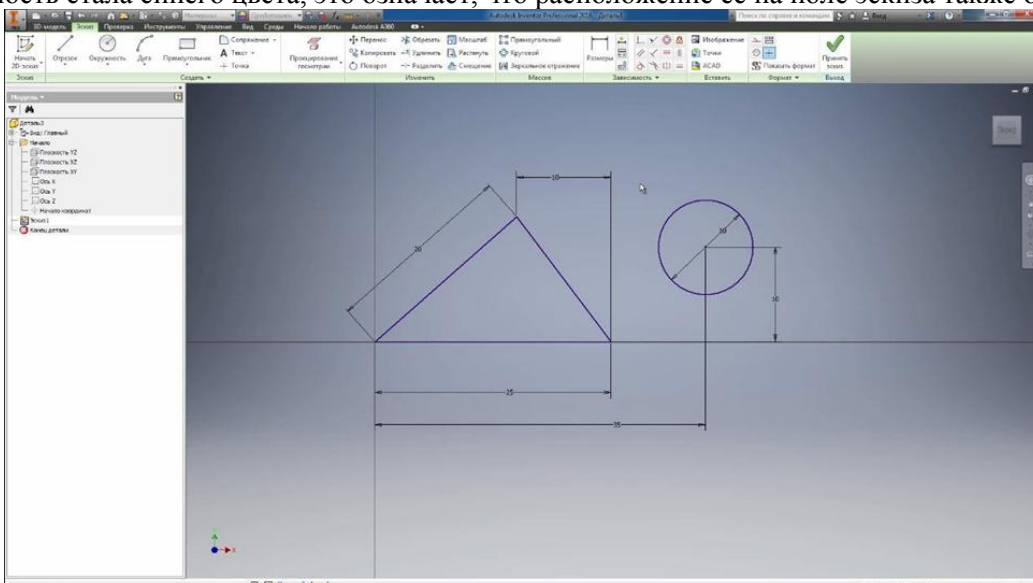
Укажем размер для определения геометрии окружности. Внизу видим, что программа подсказывает, что необходимо как минимум два размера для определения расположения окружности.



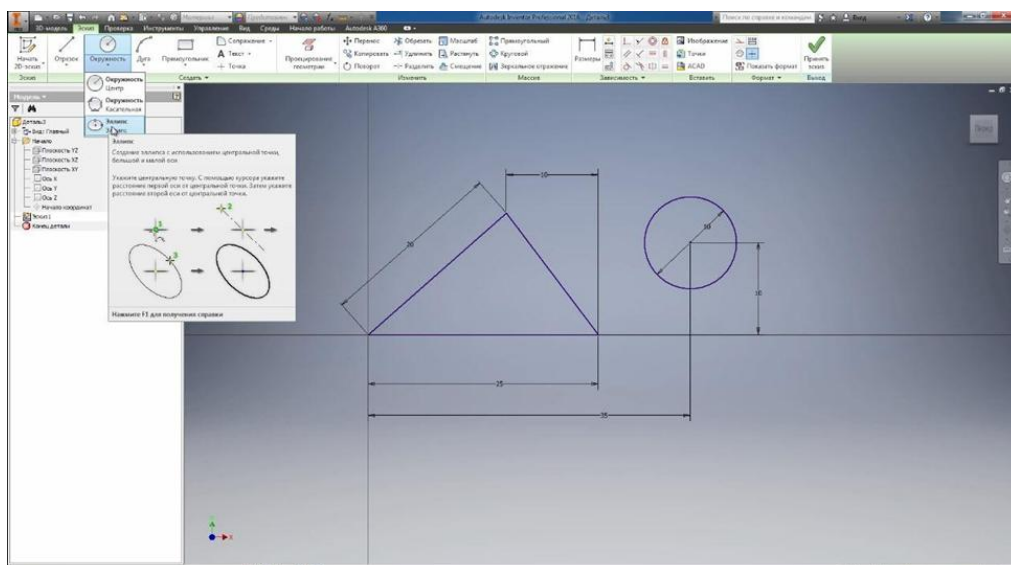
Укажем размер от начала координат до центра окружности по горизонтали **35 мм**, следующий размер – от начала координат до центра окружности по вертикали **10 мм**.



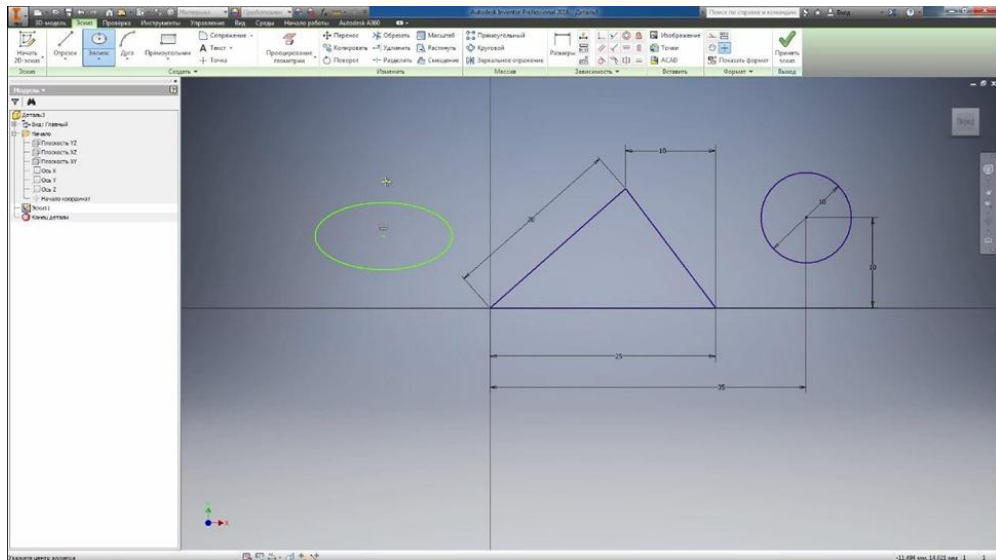
Окружность стала синего цвета, это означает, что расположение ее на поле эскиза также определено.



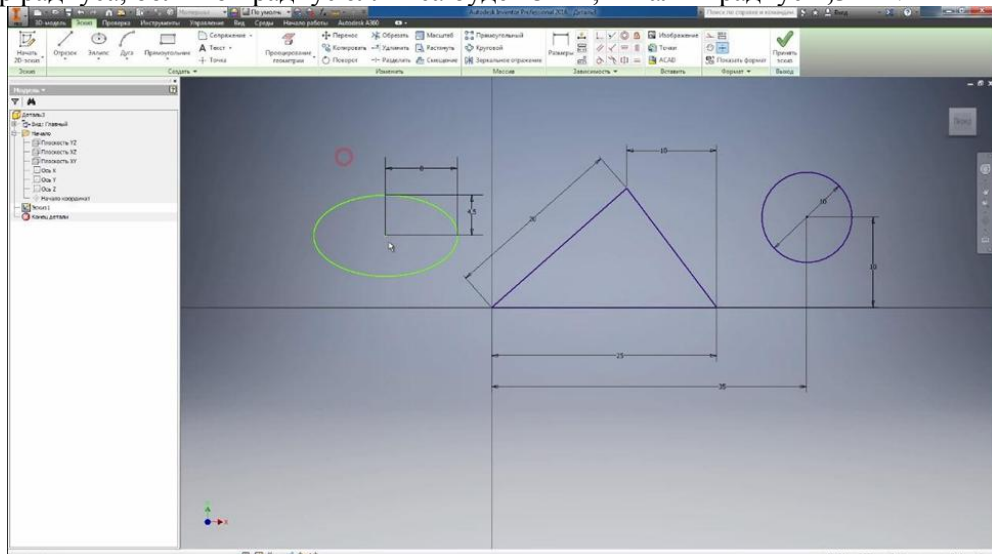
Раскроем меню под командой **Окружность** и выберем команду **Эллипс** для создания эллипса на эскизе. Для создания эллипса требуется указать начальную точку, то есть центр эллипса, и направление большого радиуса.



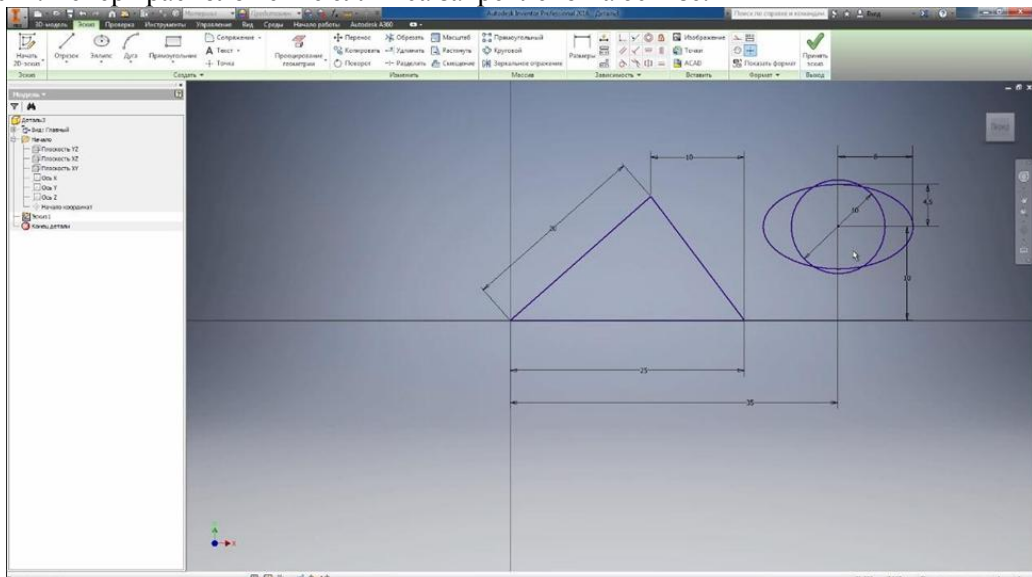
Расположим эллипс горизонтально и далее по вертикали направление малого радиуса. Нажимаем **ОК**.



Далее необходимо указать большой и малый радиус эллипса. Для этого нажимаем на эллипс и указываем размер радиуса, большой радиус эллипса будет **8 мм**, и малый радиус **4,5 мм**.

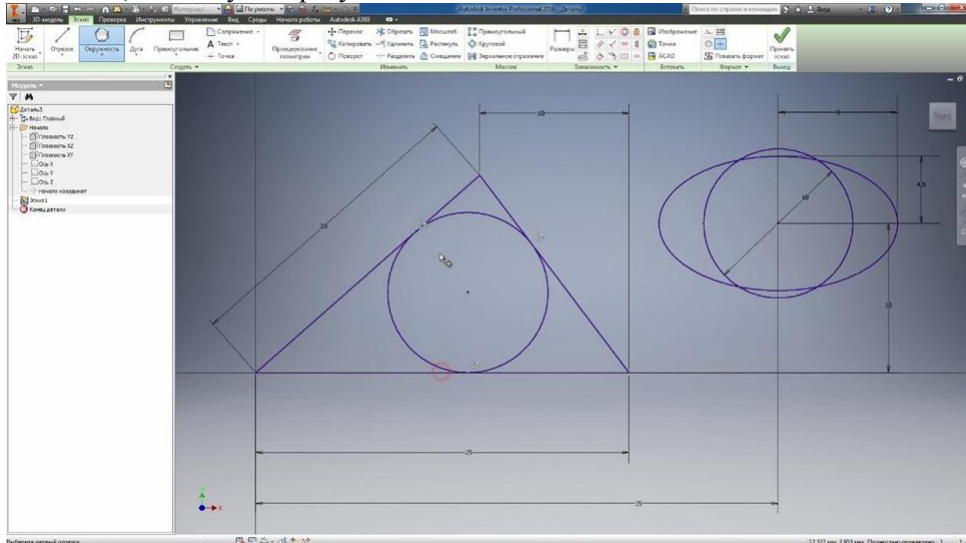


Дальше расположение эллипса можно указать размерами или перетащить центр эллипса, например, на центр окружности. Теперь расположение эллипса закреплено на эскизе.

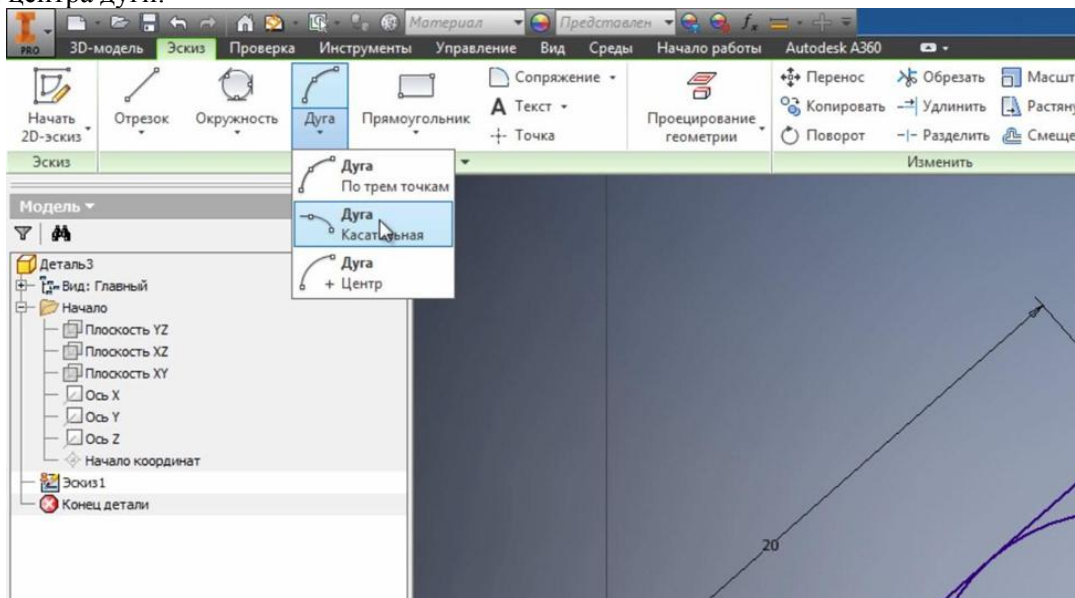


ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 Базовые инструменты и размеры

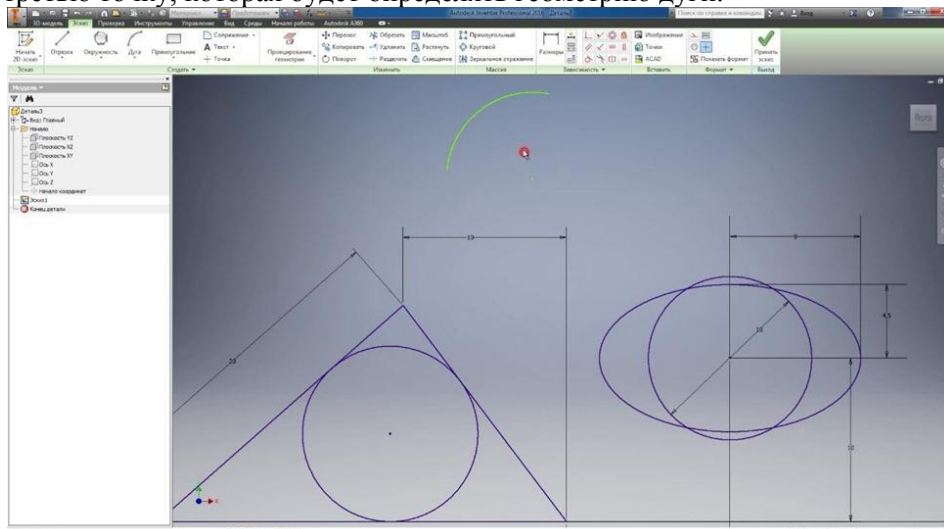
Следующая функция **Окружность касательная** создает окружность, касательную к отрезкам. Выбираем эту команду и выберем три отрезка для создания окружности, выбираем три отрезка треугольника и видим, что создалась окружность касательная к каждому отрезку. Геометрия и размеры этой окружности определены треугольником, поэтому он сразу создается синего цвета.



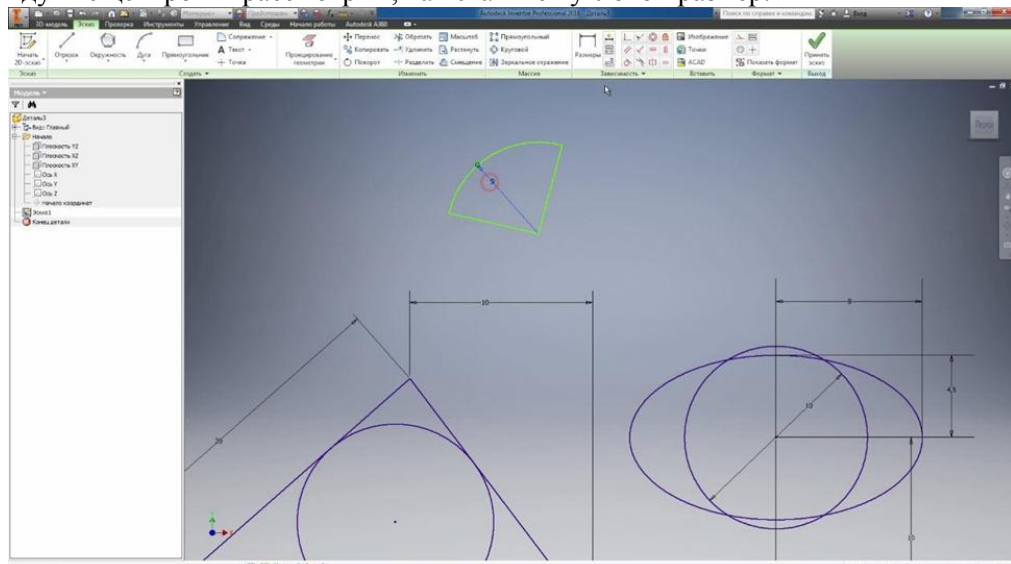
Далее рассмотрим команду создания дуги. Дугу можно создавать по трем точкам, касательную к отрезку и с указанием центра дуги.



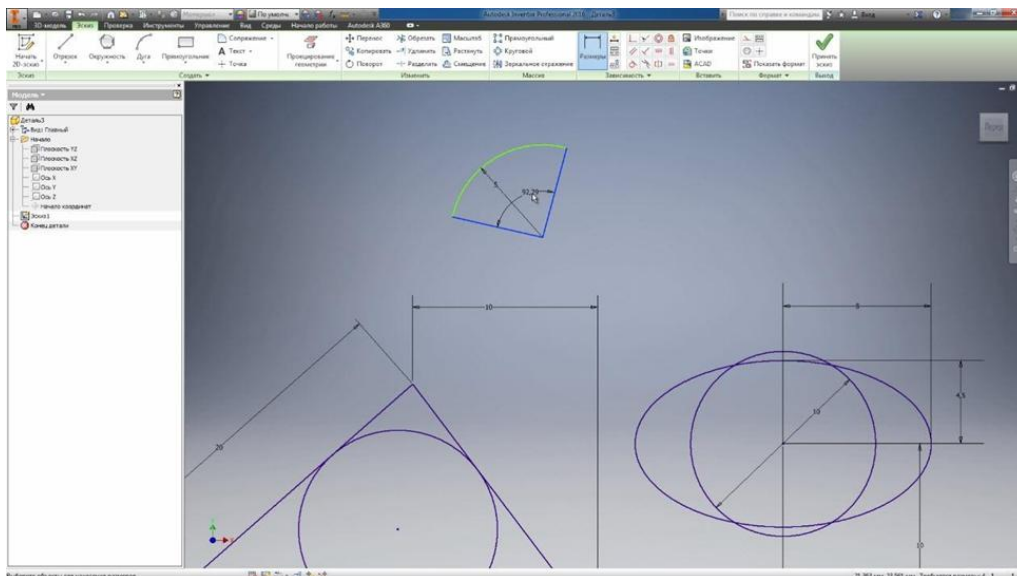
Выберем первую команду **Дуга по трем точкам**. Можно указать три произвольные точки, начальную и конечную, а затем третью точку, которая будет определять геометрию дуги.



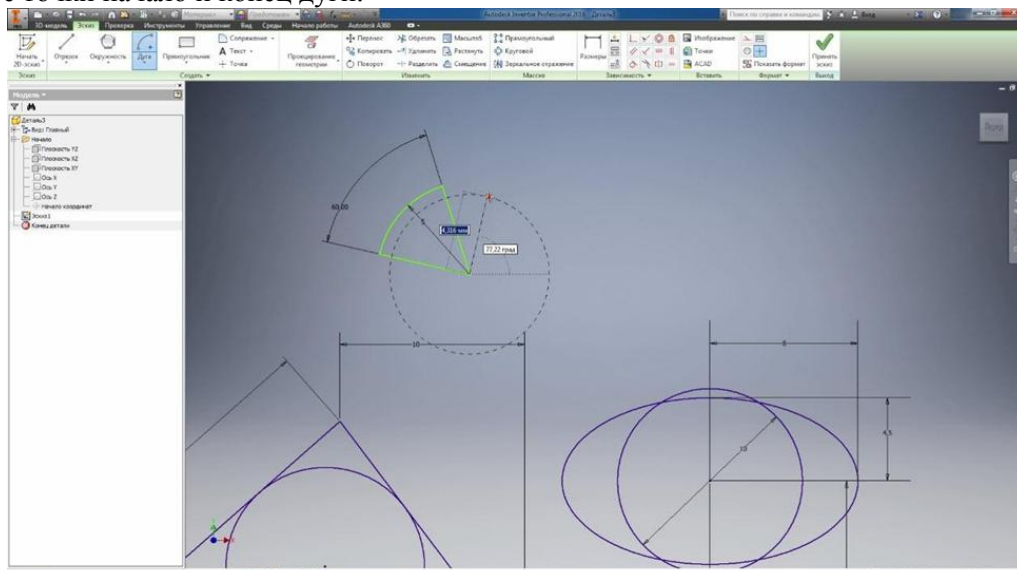
Далее можно указать радиус дуги и с помощью размера определить центр и концы дуги. Соединим отрезками концы дуги с центром и рассмотрим, как ставится угловой размер.



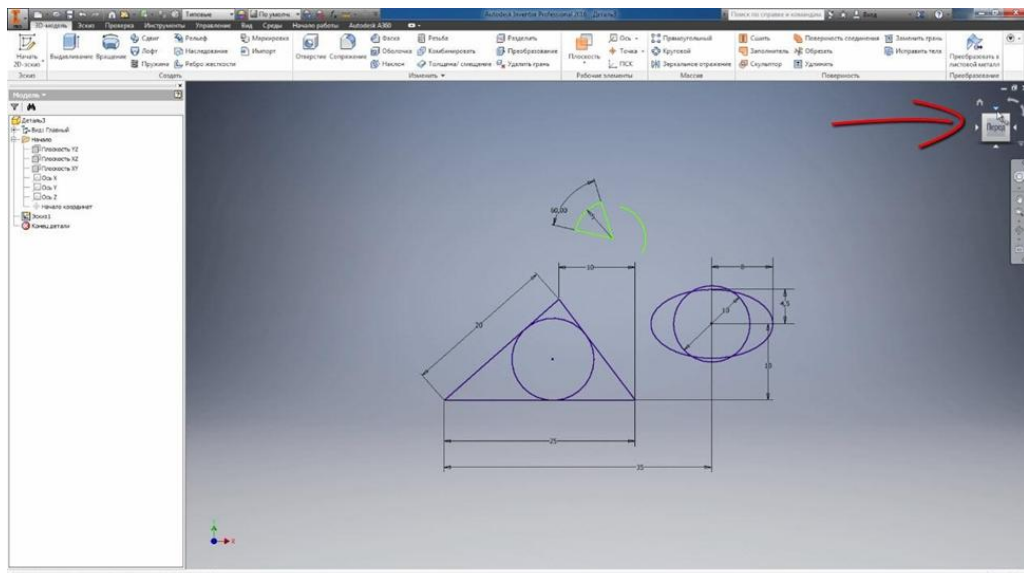
Для проставления углового размера, необходимо выбрать две линии и указать значение угла между ними.



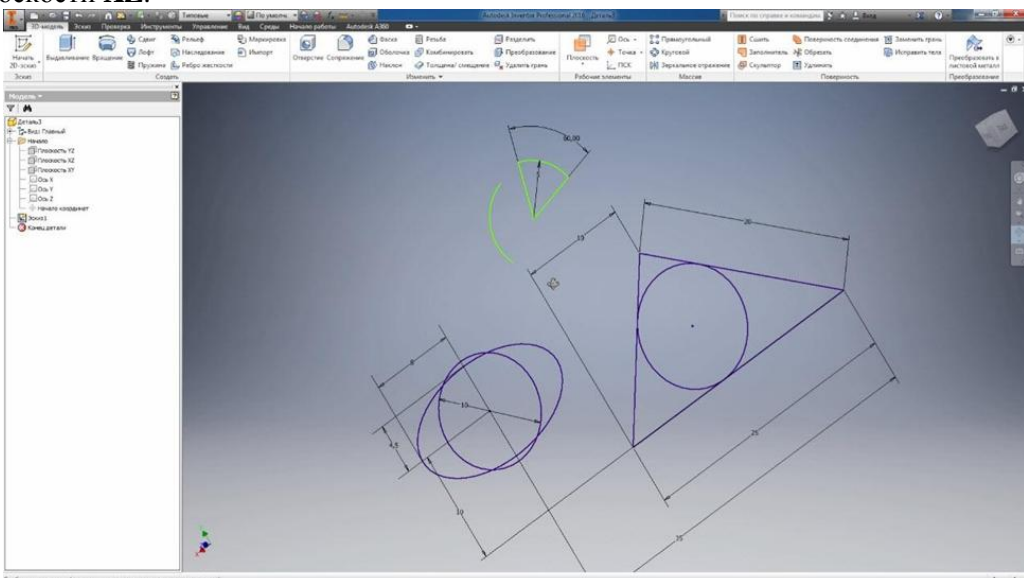
Таким же образом создается **Дуга с указанием центра**, только первой точкой будет указываться центр дуги, а затем две точки начало и конец дуги.



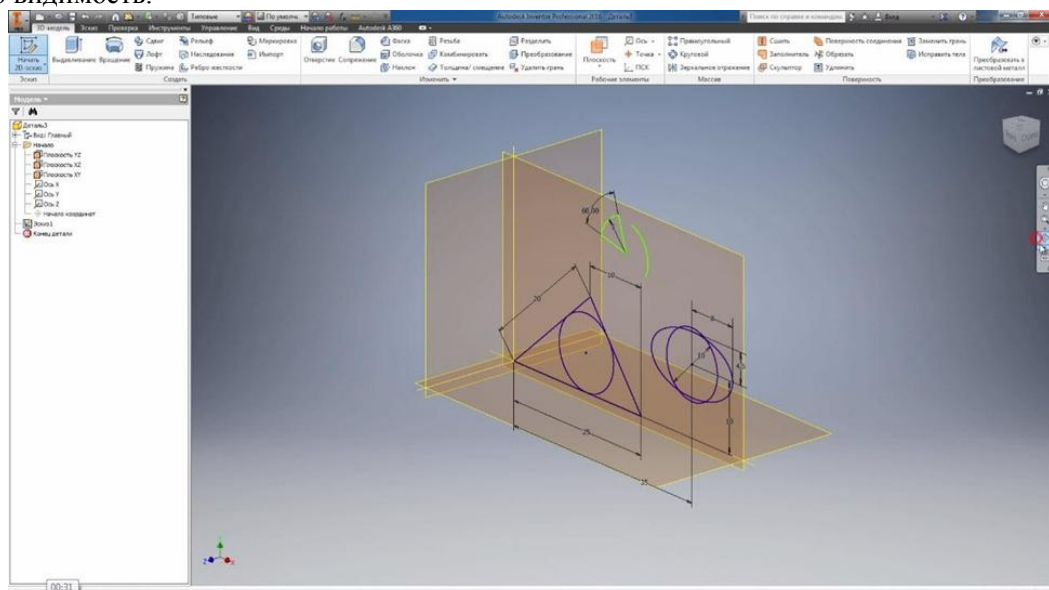
Нажмем команду **Принять эскиз**. Теперь можно вращать деталь и посмотреть на эскиз с разных сторон. С помощью **Куба** можно выбирать направление взгляда на деталь, а с помощью **Орбиты** можно вращать деталь в любом направлении.



Выберем направление взгляд вперед. Далее создадим еще один эскиз, но только уже в другой плоскости. Например, в плоскости **XZ**.

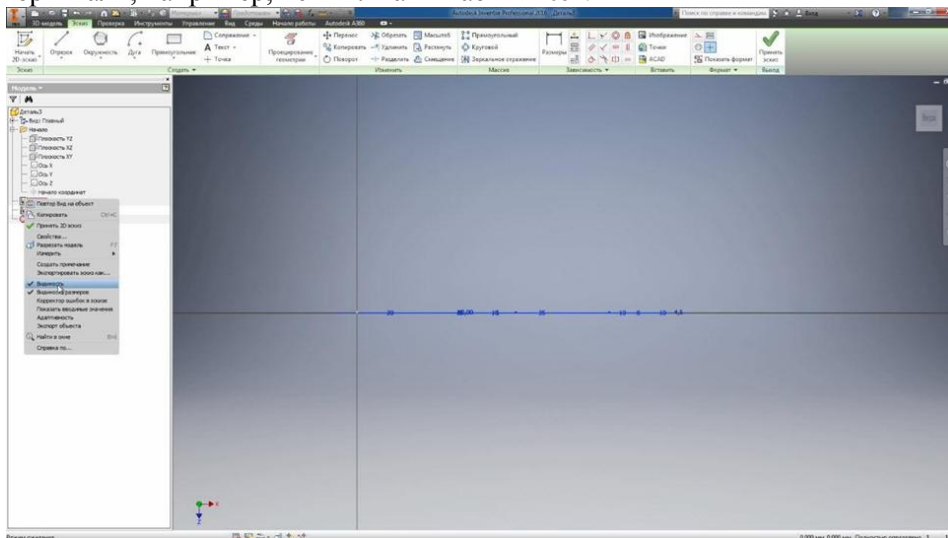


Выбираем эту плоскость, этот эскиз будет перпендикулярен первому эскизу. Для отключения видимости первого эскиза, его можно найти в браузере под названием **Эскиз 1**, нажать **правой кнопкой мыши** и выключить его видимость.

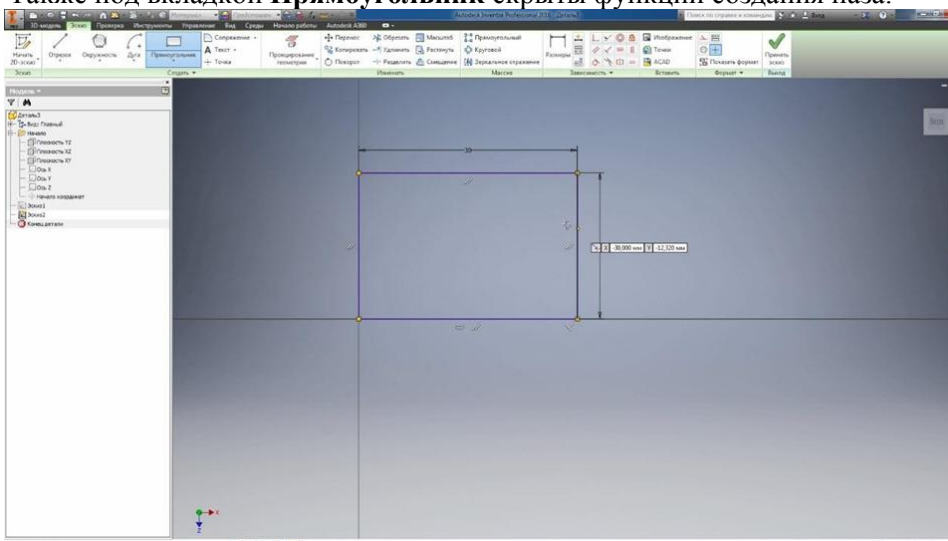


Далее рассмотрим создания прямоугольника. Выбираем команду **Прямоугольник**. Необходимо выбрать две точки для создания прямоугольника, выбираем начальную точку и затем можно указать размеры

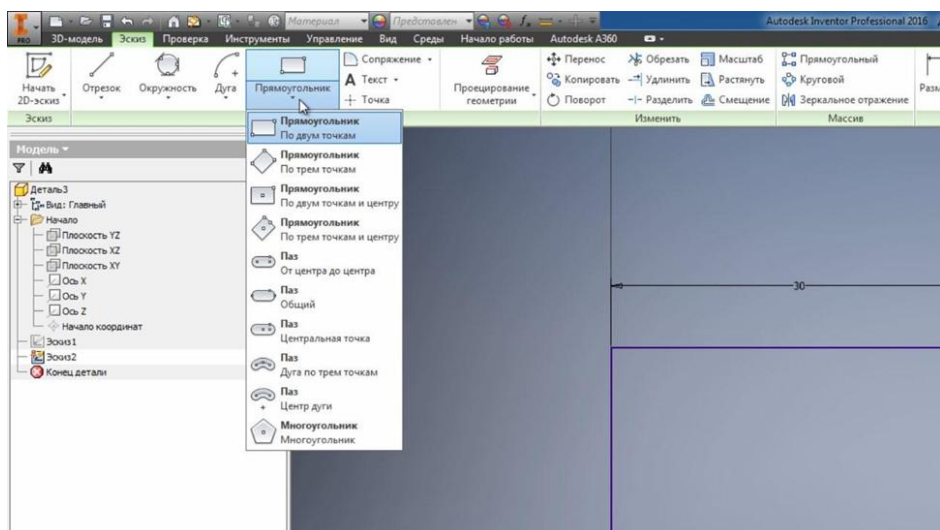
прямоугольника. Размер по горизонтали вводим с клавиатуры, например, **30 мм**, далее нажимаем клавишу **Tab** и вводим размер по вертикали, например, **20 мм**. Нажимаем **Enter**.



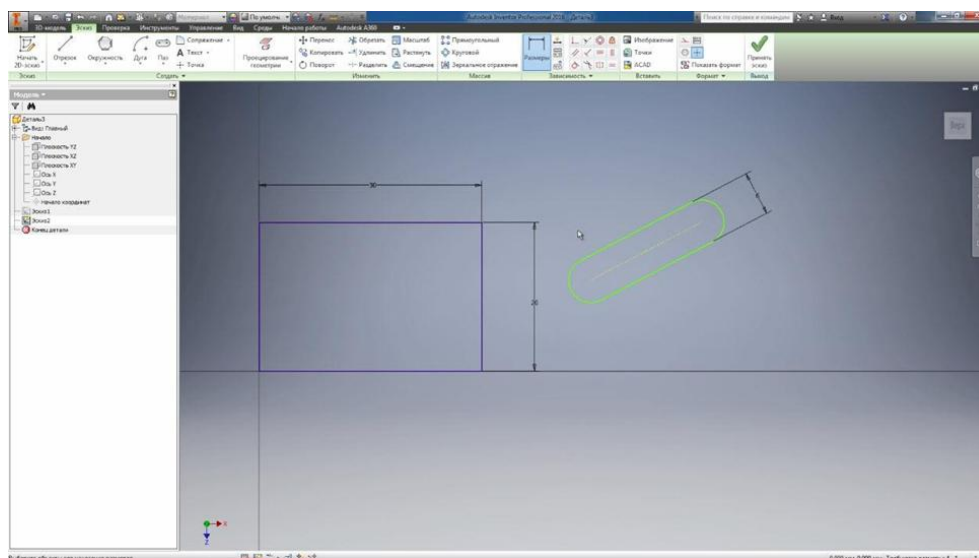
Создается прямоугольник уже с определенной геометрией и заданными размерами. Есть различные способы создания прямоугольников: **по двум точкам, по трем точкам, по двум точкам и центру, по трем точкам и центру**. Также под вкладкой **Прямоугольник** скрыты функции создания паза.



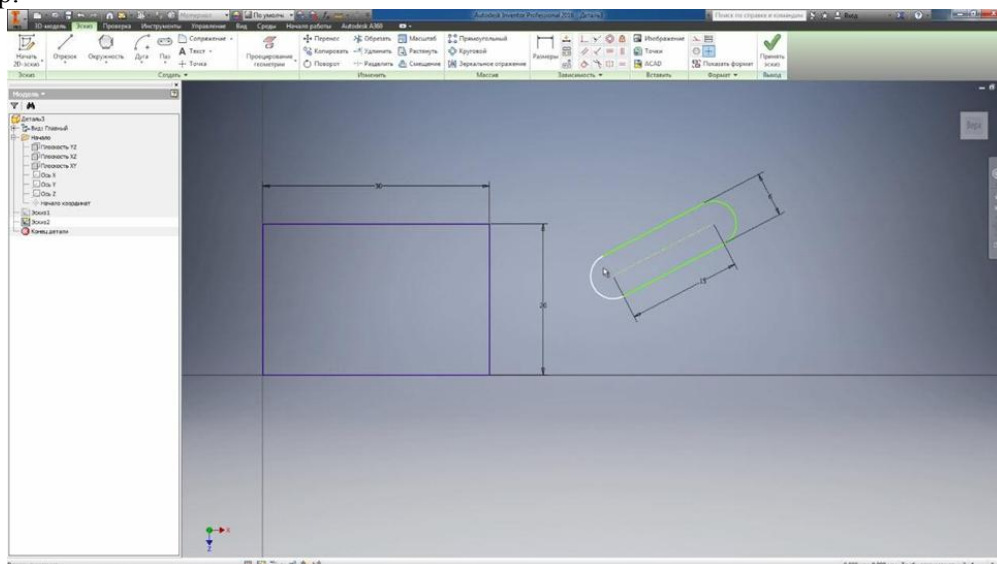
Выберем команду **Паз от центра до центра** и создадим шпоночный паз. Его также можно определить с помощью размеров. Для проставления размеров между двумя линиями, нужно поочередно выбрать эти две линии. Если линии параллельны, то можно указать размер между ними, например, **6 мм** размер ширины линии паза.



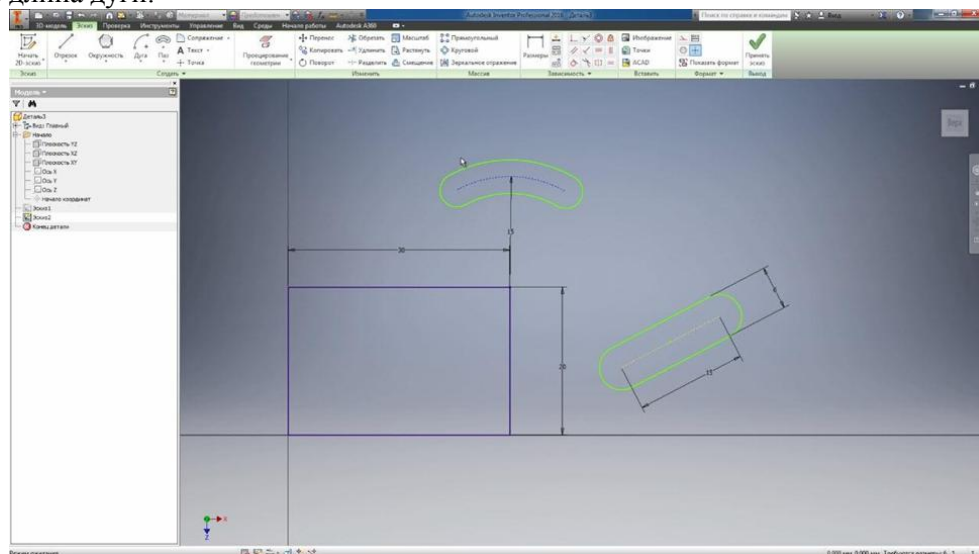
Для указания длины паза укажем точки центров паза. Далее если нажать **левой клавишей мыши** возле линии, то можно поставить размер длины паза. Укажем размер **15 мм**. Далее можно продолжить определять эскиз. Видим, что требуется три размера для полного определения этого паза.



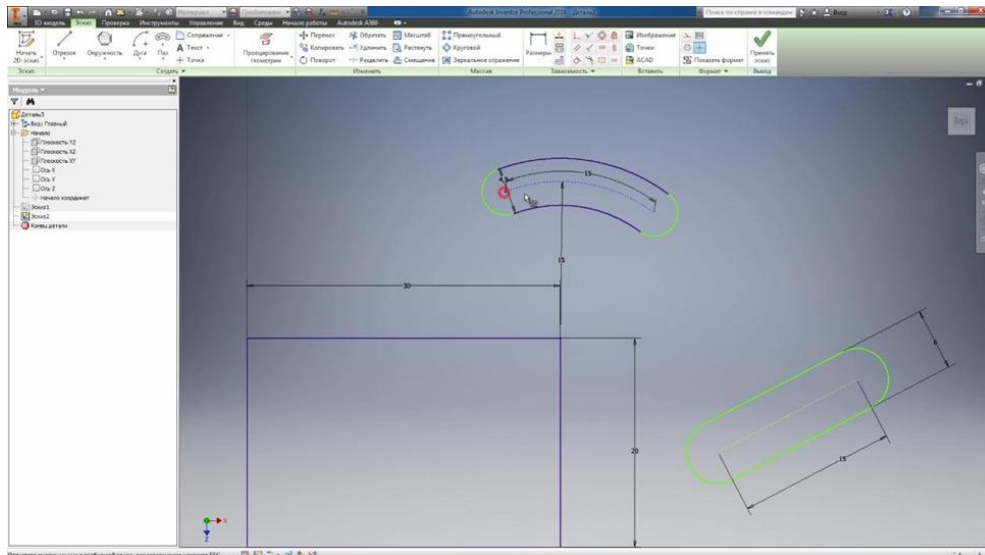
Далее можно создавать паз по дуге и по трем точкам, или по дуге с указанием его центра. Выберем эту команду, указываем центр в любой точке, далее – радиус дуги. Можно сразу его ввести с клавиатуры или нажать мышкой в любом нужном месте. Введем с клавиатуры **15 мм**. Далее выбираем направление создания паза и его размер.



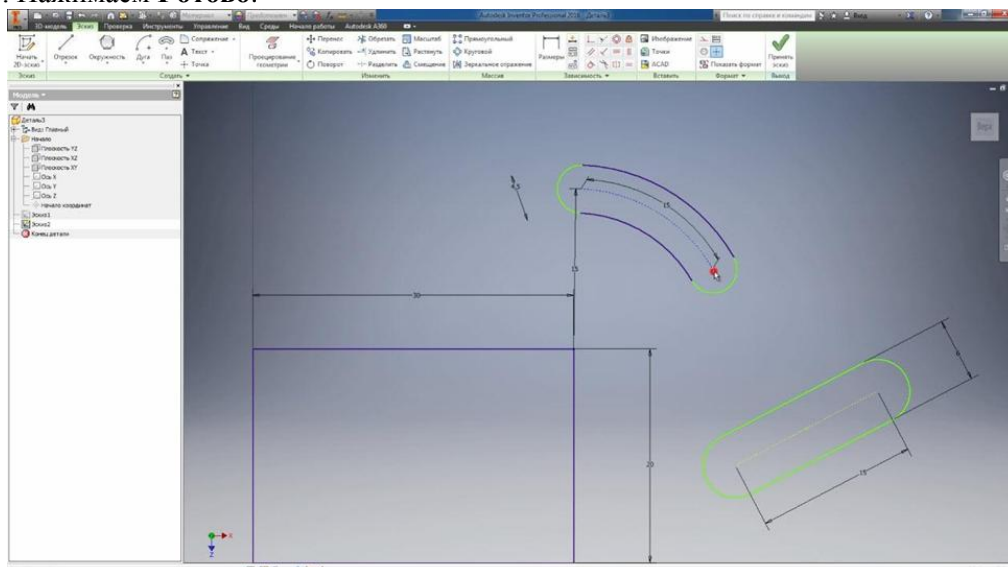
Ширину паза можно указать с помощью следующих размеров, выберем наружную дугу паза и внутреннюю, а также можно поставить размер между ними, например, **4,5 мм**. Для указания длины дуги, нужно выбрать эту дугу, затем нажать правой клавишей мыши, выбрать тип размера, можно выбрать, радиус, диаметр, а можно выбрать длина дуги.



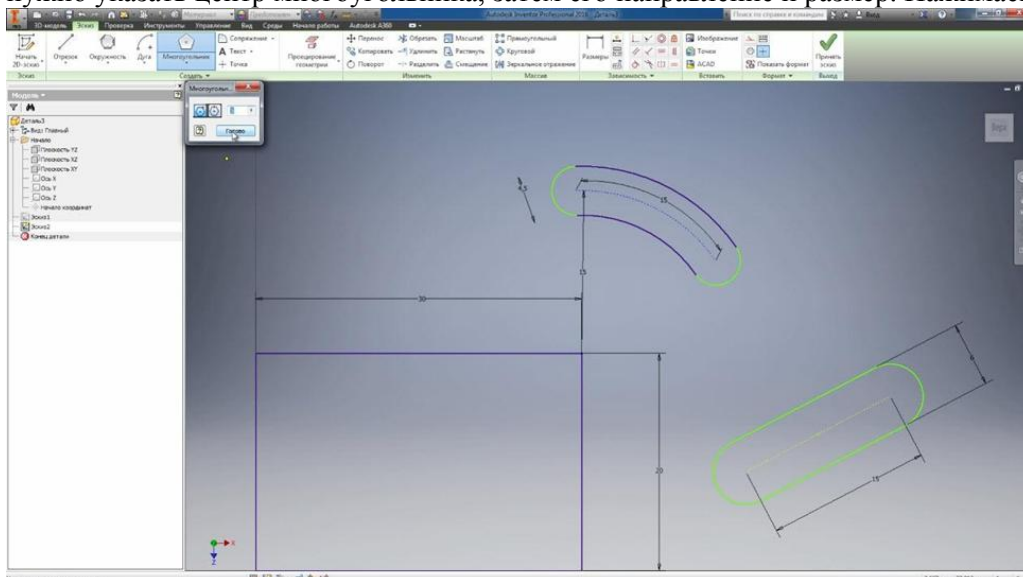
Выбираем длину дуги и введем с клавиатуры значение дуги, например, **15 мм**. С помощью проставления дополнительных размеров, можно также определить расположение этого паза.



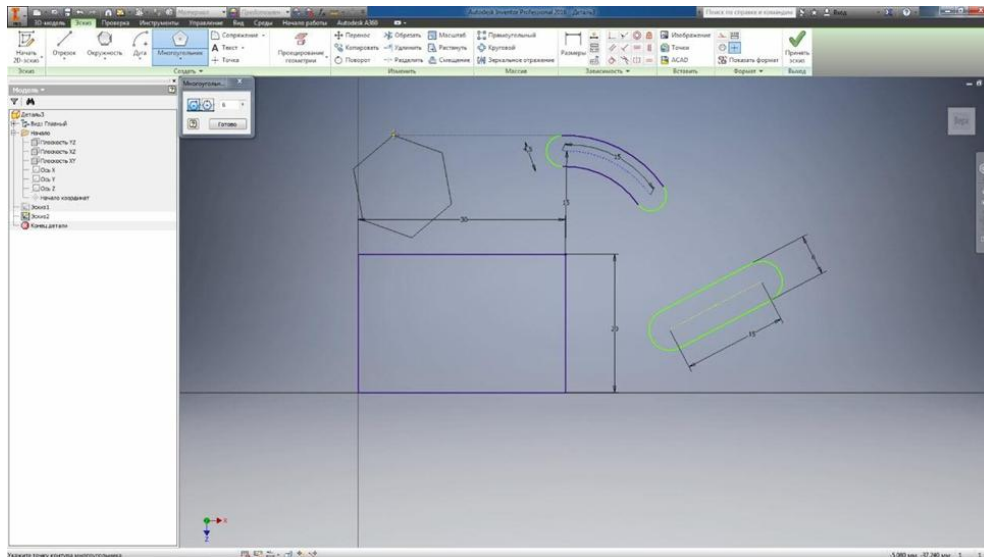
Далее в раскрывающемся меню **Прямоугольник**, находим команду **Многоугольник**, выбираем ее. Далее выбираем **Многоугольник**, вписанный в окружность или описанный, далее указываем количество граней по умолчанию **6**. Нажимаем **Готово**.



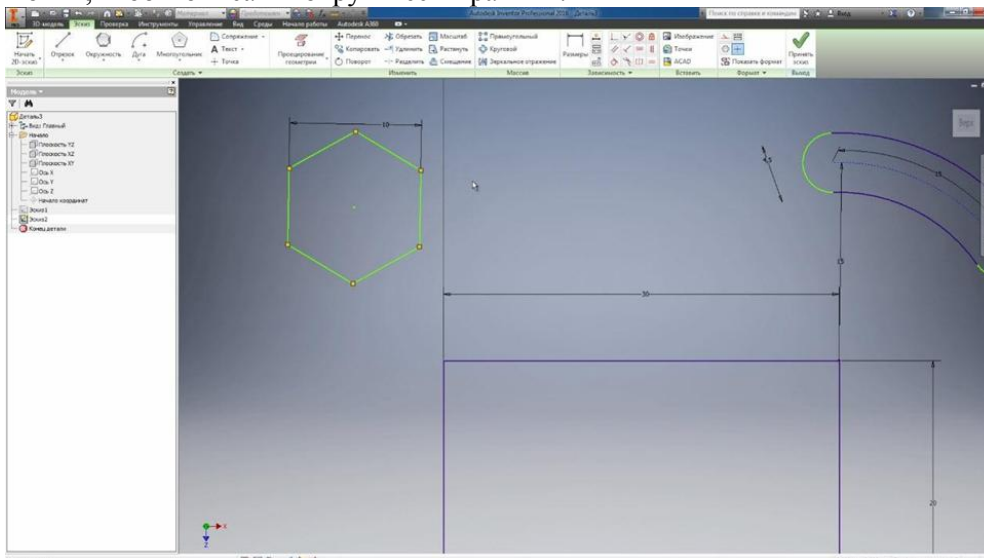
Далее нужно указать центр многоугольника, затем его направление и размер. Нажимаем **Готово**.



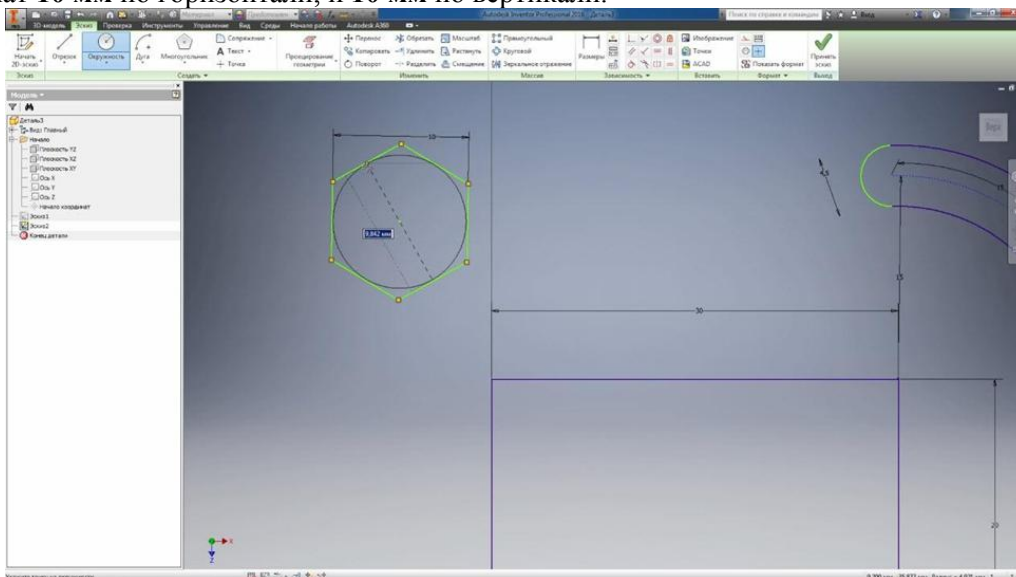
С помощью центра размера также можно определить размер этого многоугольника. Чтобы вписать в него окружность или описать вокруг него.



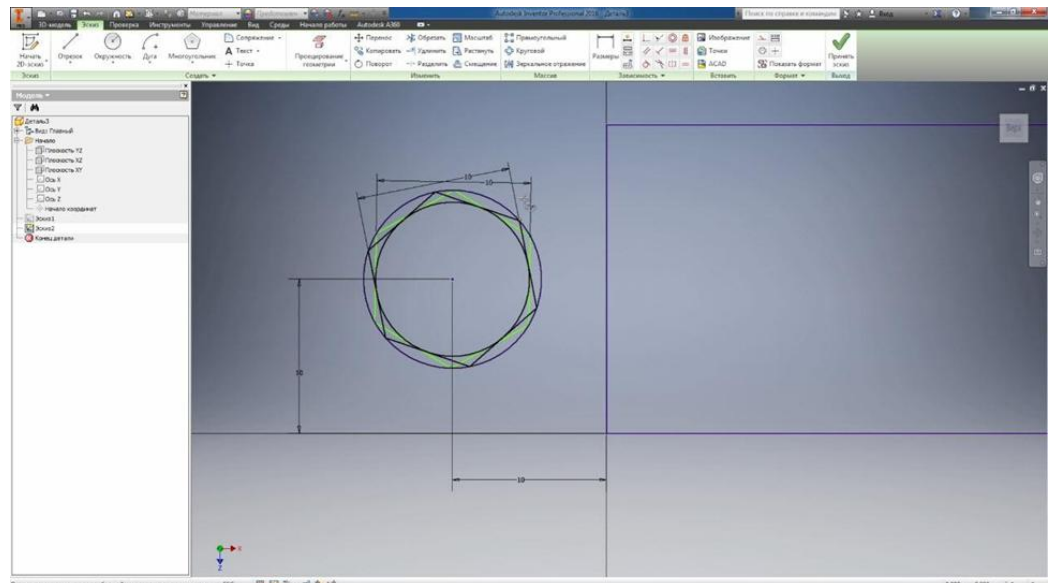
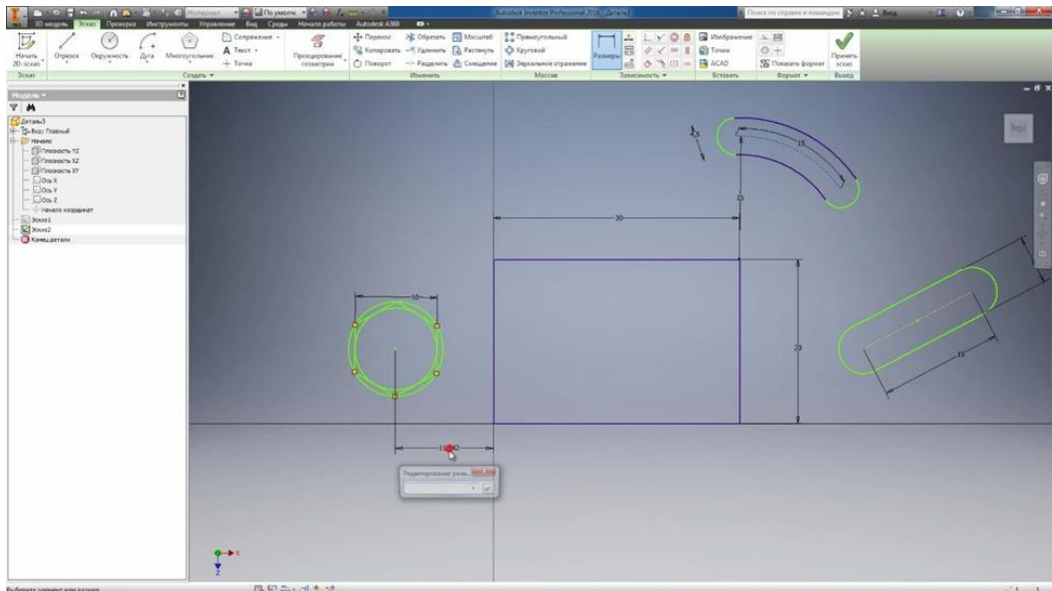
Выбираем команду **Окружность**, укажем центр окружности в центре многоугольника и далее проведем два отрезка и появление значка зависимости касательности для того, чтобы вписать окружность в шестиугольник или до наружной точки, чтобы описать вокруг шестиугольника.



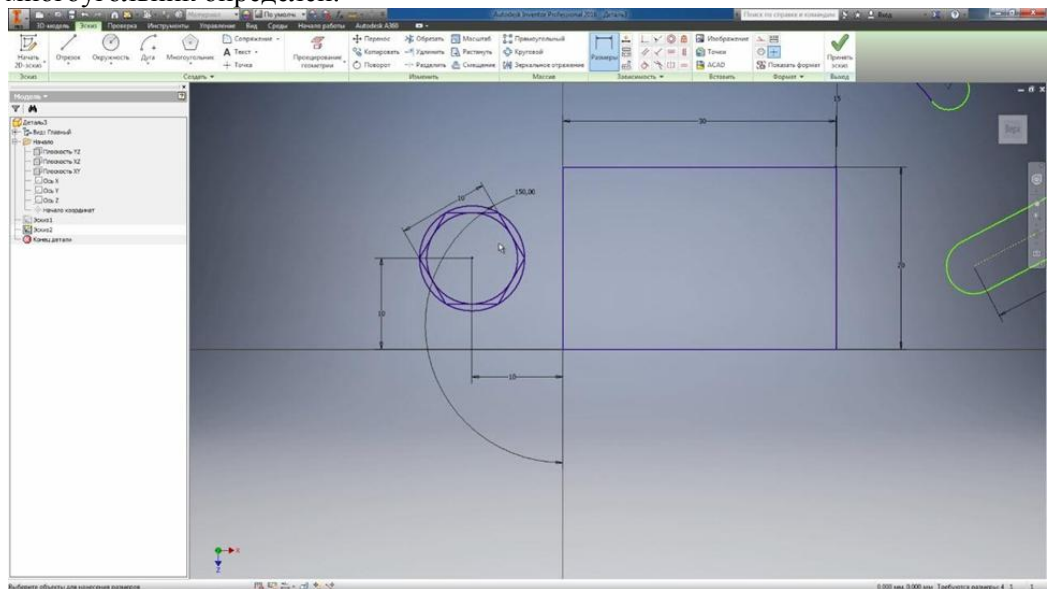
С помощью размеров можно определить расположение шестиугольника. Укажем размер от центра до начала координат **10 мм** по горизонтали, и **10 мм** по вертикали.



Далее для определения геометрии многоугольника осталось выбрать угол поворота этого многоугольника. Можно проставить угловую зависимость, например, между гранью многоугольника и гранью прямоугольника. Укажем размер **30°**.



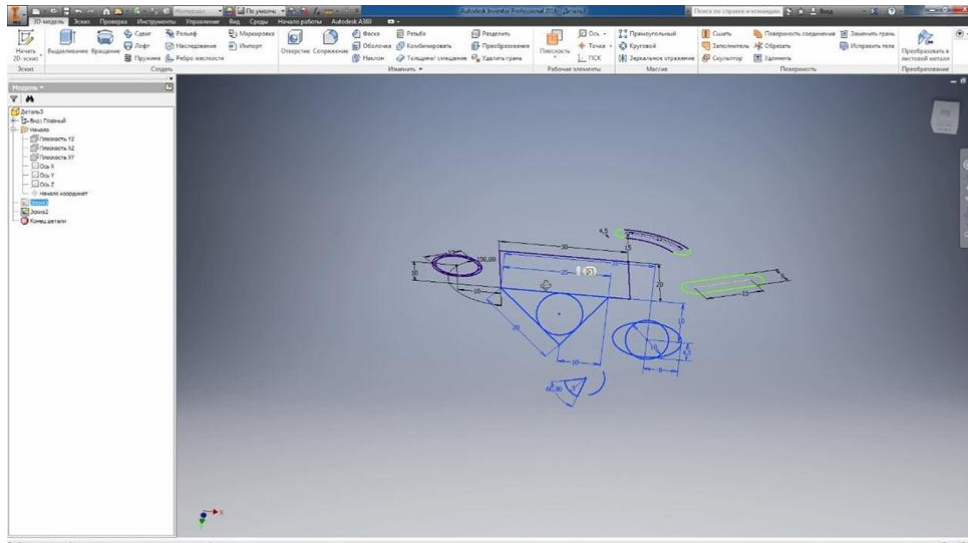
Теперь многоугольник определен.



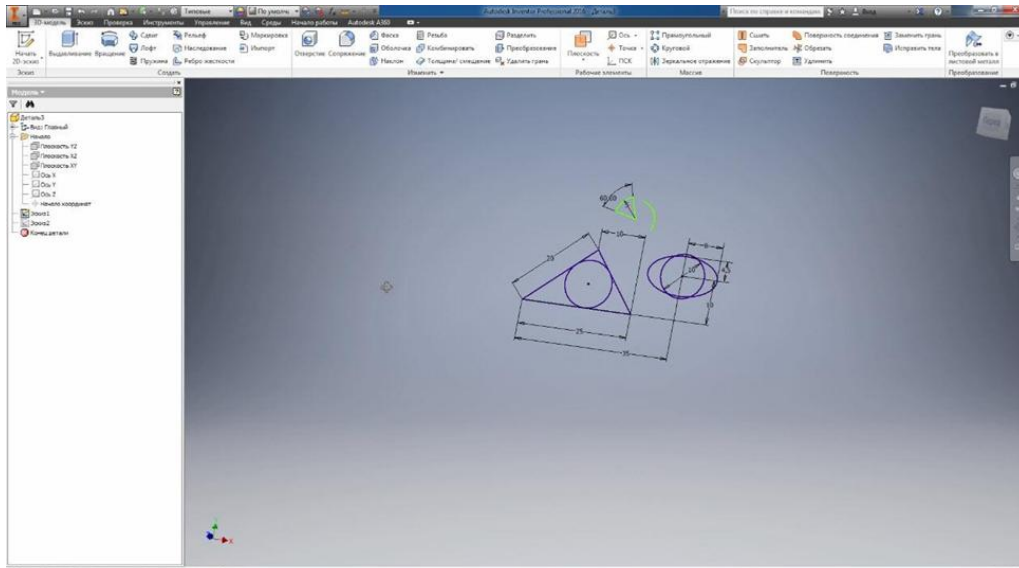
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Операции редактирования эскизов

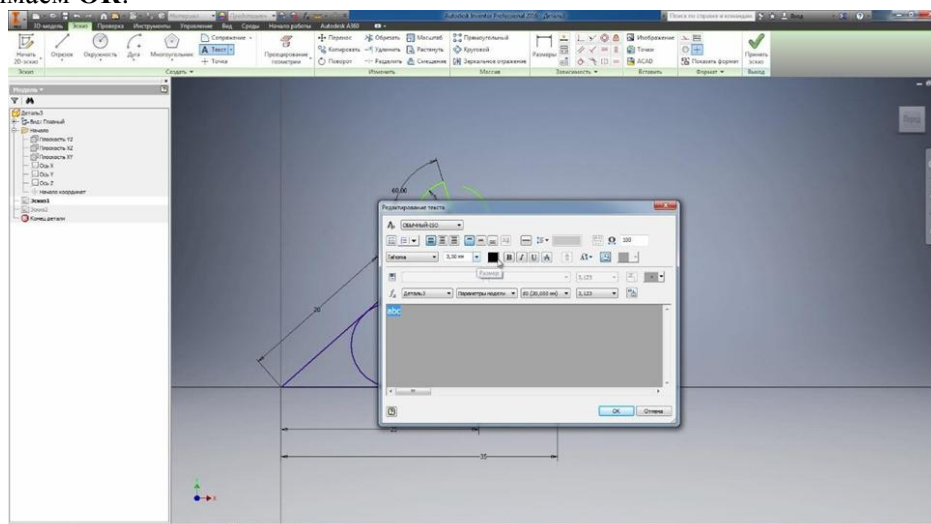
Для переключения между эскизами в детали необходимо принять эскиз, в котором мы работаем, а затем найти в браузере необходимый эскиз для переключения на него. Вращать деталь можно также нажав клавишу **Shift + колесо мыши**.



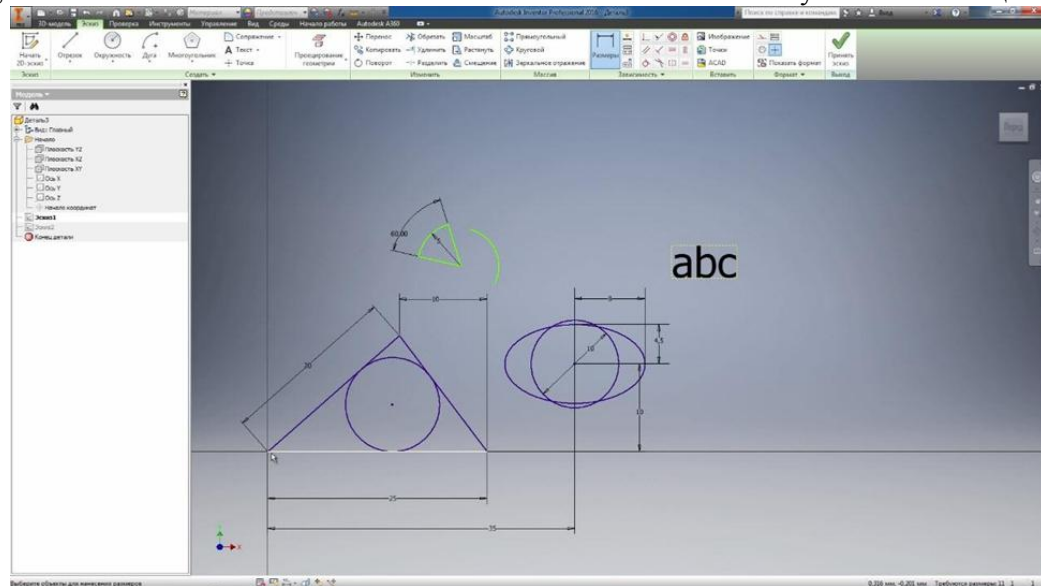
Включим видимость первого эскиза, который мы скрывали и выключить видимость второго эскиза. Вернемся к редактированию **Эскиза 1**. Для этого в браузере **двойным кликом левой кнопки мыши** активируем его.



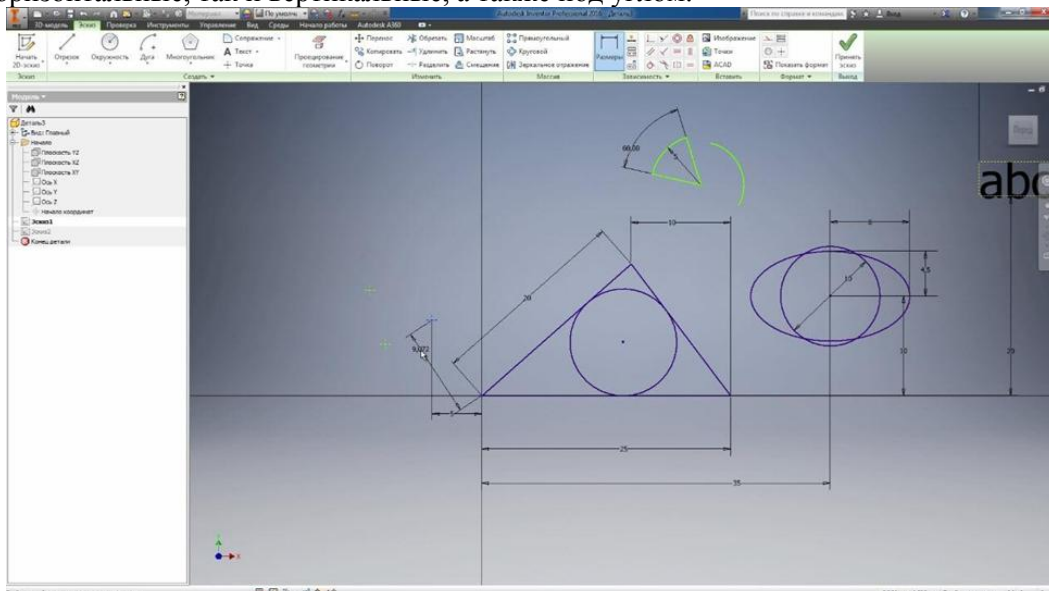
Далее на панели **Создать**, выберем вкладку **Текст** для создания текста на эскизе. Выбираем точку для вставки текста, дальше набираем необходимый текст. Можно выбрать шрифт, размер текста, а также другие стили текста. Нажимаем **ОК**.



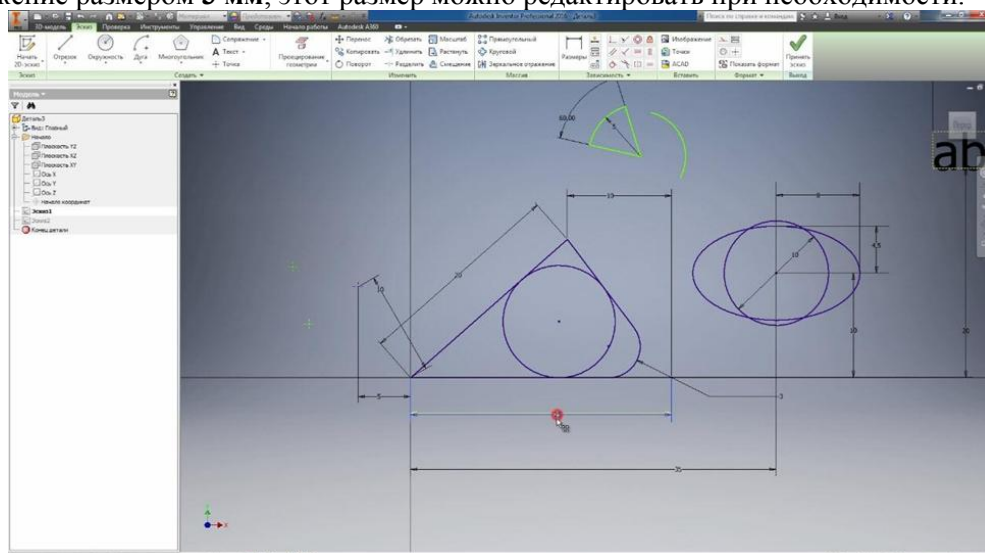
Видим, что текст вставлен в эскиз. Расположение текста можно также указать с помощью размеров.



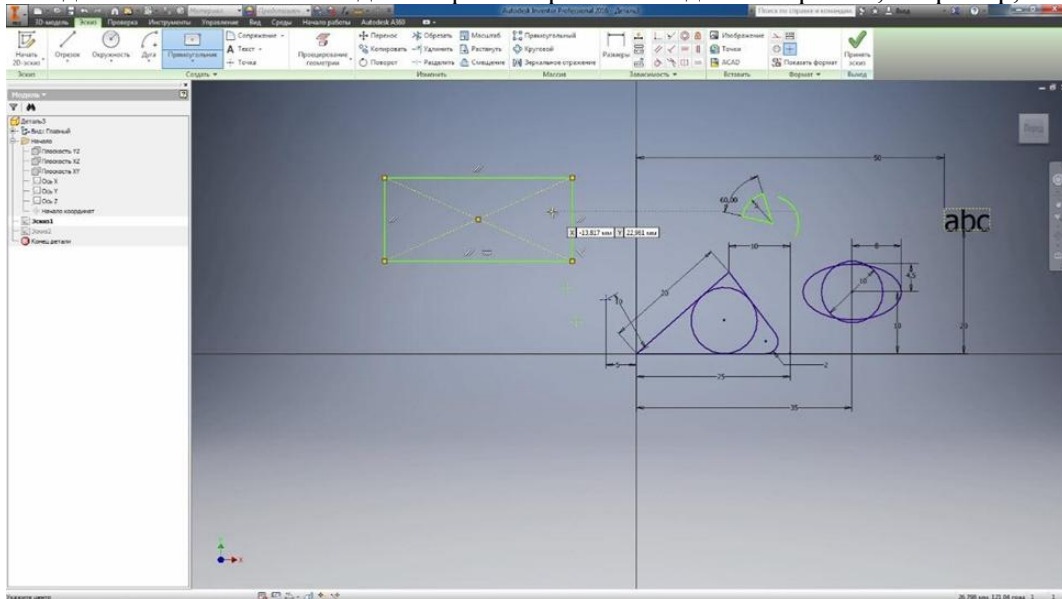
Также на эскиз можно вставлять вспомогательные точки. Выберем команду **Точка** и вставим несколько точек на эскиз. Расположение точек также можно определять с помощью размеров. Можно проставлять размеры как горизонтальные, так и вертикальные, а также под углом.



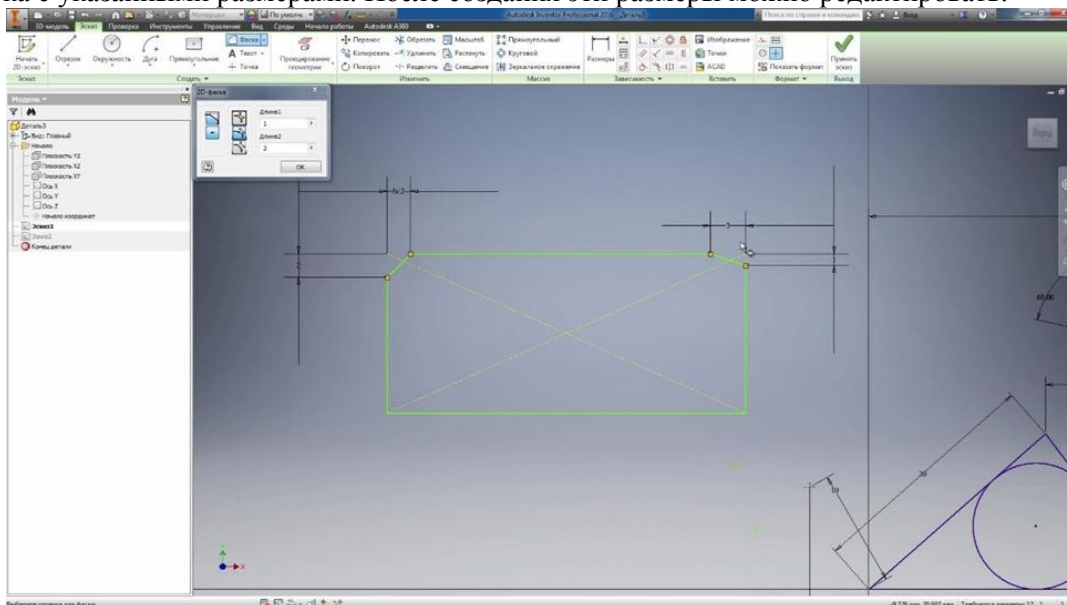
С помощью команды **Сопряжение** и **Фаска**, можно создавать сопряжение и фаски между отрезками. Выберем функцию **Сопряжение**, введем радиус сопряжения **3 мм** и укажем два отрезка для создания сопряжения. Видим, что размеры треугольника остались без изменения, так как осталась конечная точка и создано сопряжение размером **3 мм**, этот размер можно редактировать при необходимости.



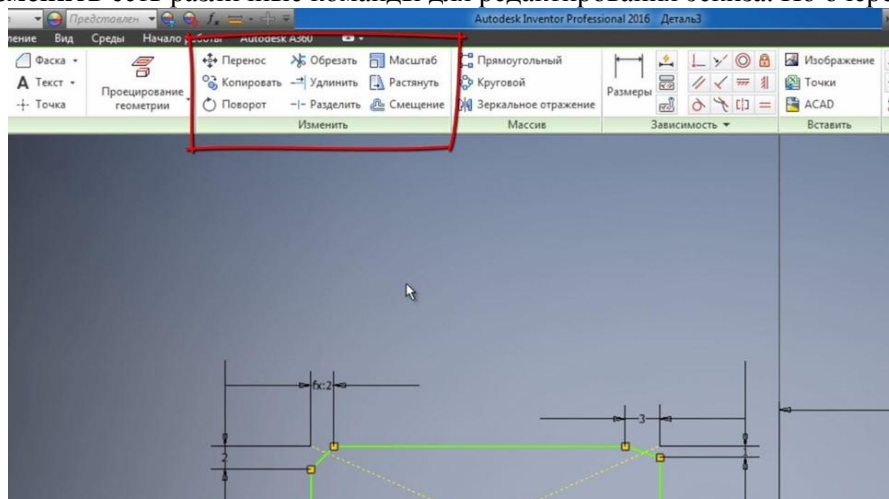
Далее создадим еще один прямоугольник по двум точкам и центру, указываем центр прямоугольника и его размеры. И создадим фаски на краях этого прямоугольника. Укажем размер фаски **2 мм**, по умолчанию создается фаска под **45°**. Также можно создавать фаски с различной длиной кромки, например, **1 мм** и **3 мм**.



Укажем первый отрезок и второй отрезок – создается фаска с указанными размерами. Также можно создавать фаску под углом. Укажем длину фаски **3 мм** и угол **30°**. Выбираем первый отрезок, затем второй и создается фаска с указанными размерами. После создания эти размеры можно редактировать.

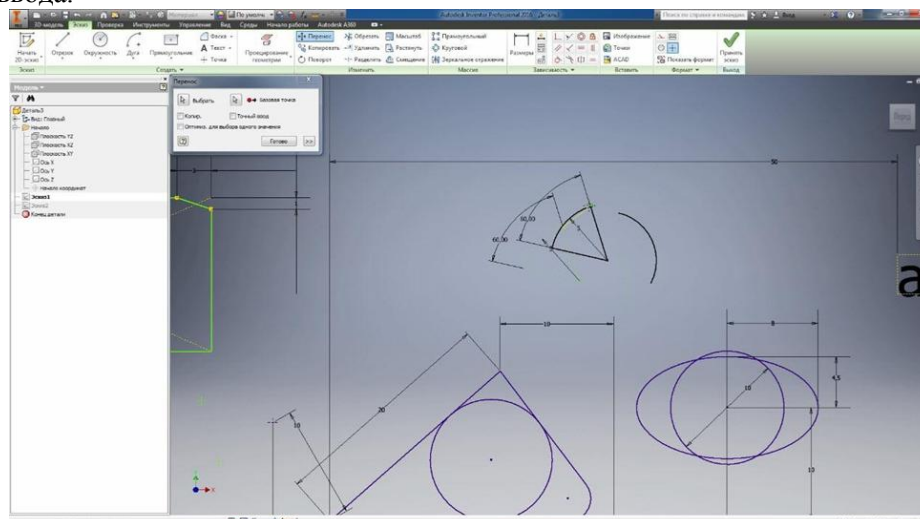


На панели **Изменить** есть различные команды для редактирования эскиза. По очереди рассмотрим их.



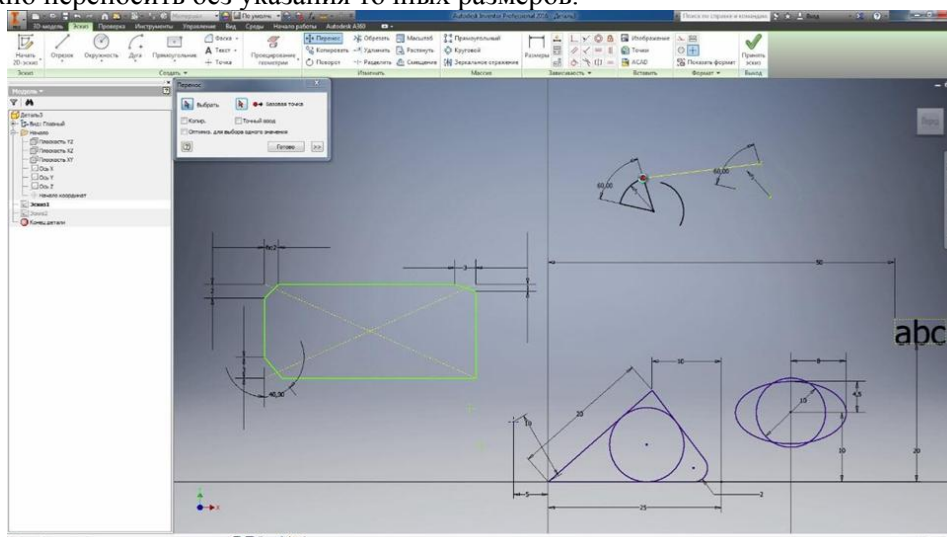
Команда **Перенос** позволяет перенести несколько объектов. Для этого необходимо выбрать эти объекты, затем выбрать базовую точку с помощью которой будут перетаскиваться эти объекты. Выбираем любую точку

и дальше произвольно можно перенести выбранные объекты, можно их копировать или перенести их с помощью точного ввода.

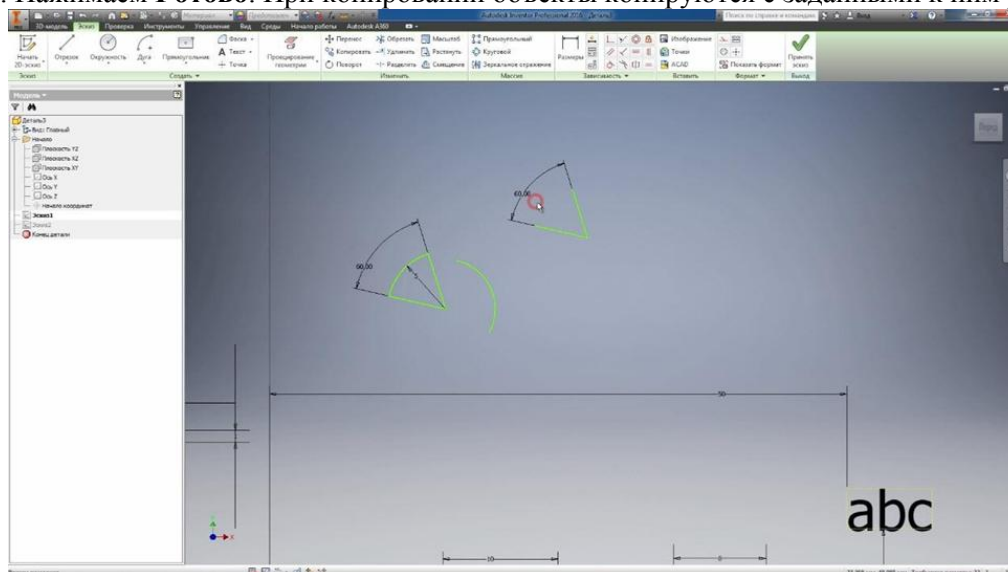


Например, перенести их по оси **X** на **10 мм** и по оси **Y** на **20 мм**. Нажимаем **Enter** для переноса этих объектов. Далее нажимаем клавишу **Готово**.

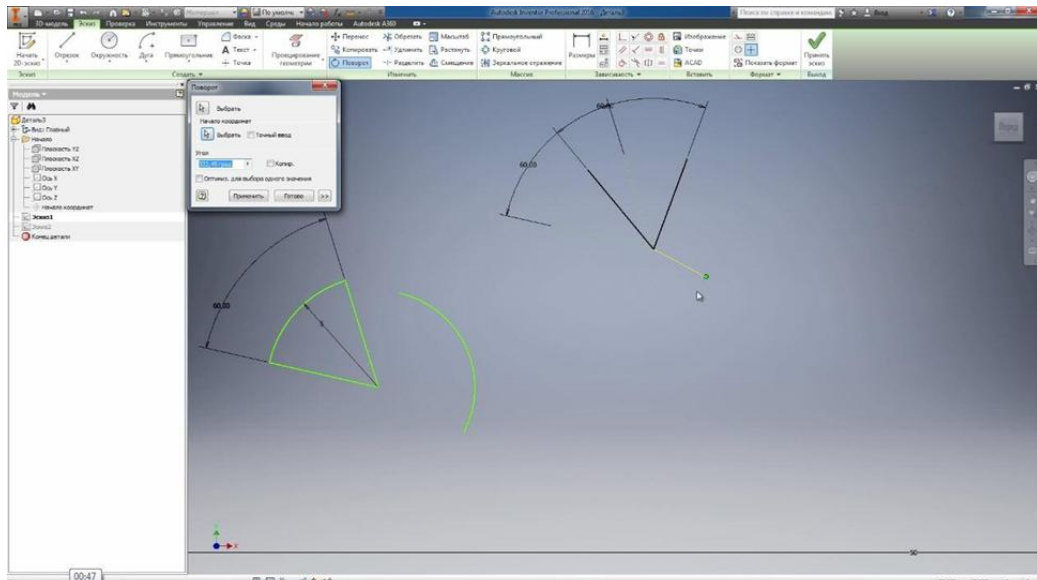
Также можно переносить без указания точных размеров.



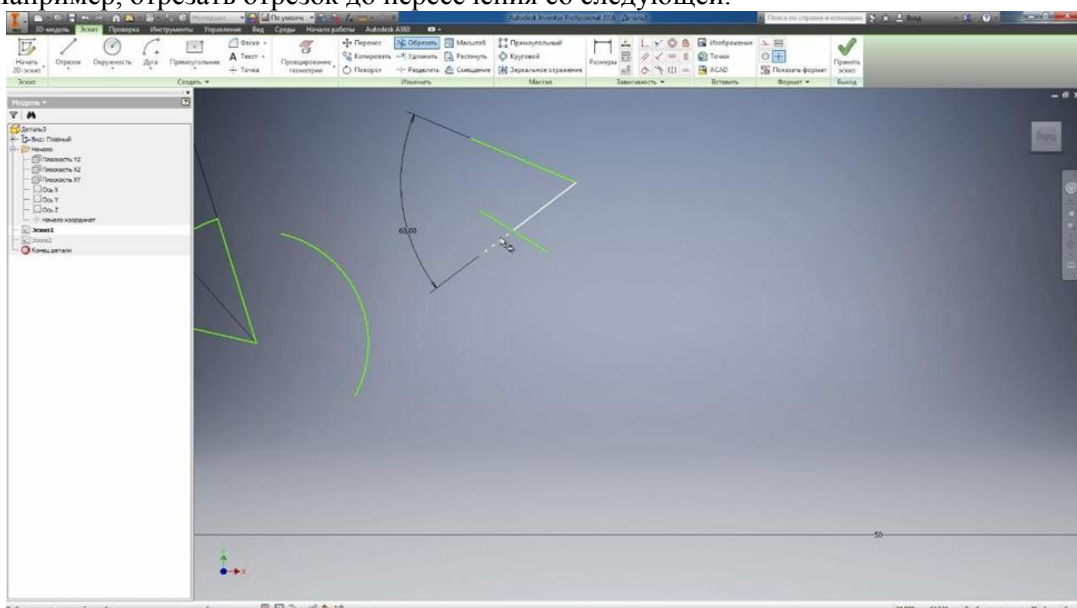
Команда **Копировать** позволяет копировать выбранные объекты. Выбираем необходимые объекты, например, два отрезка, указываем базовую точку для копирования и выбираем место, куда хотим скопировать данные отрезки. Нажимаем **Готово**. При копировании объекты копируются с заданными к ним размерами.



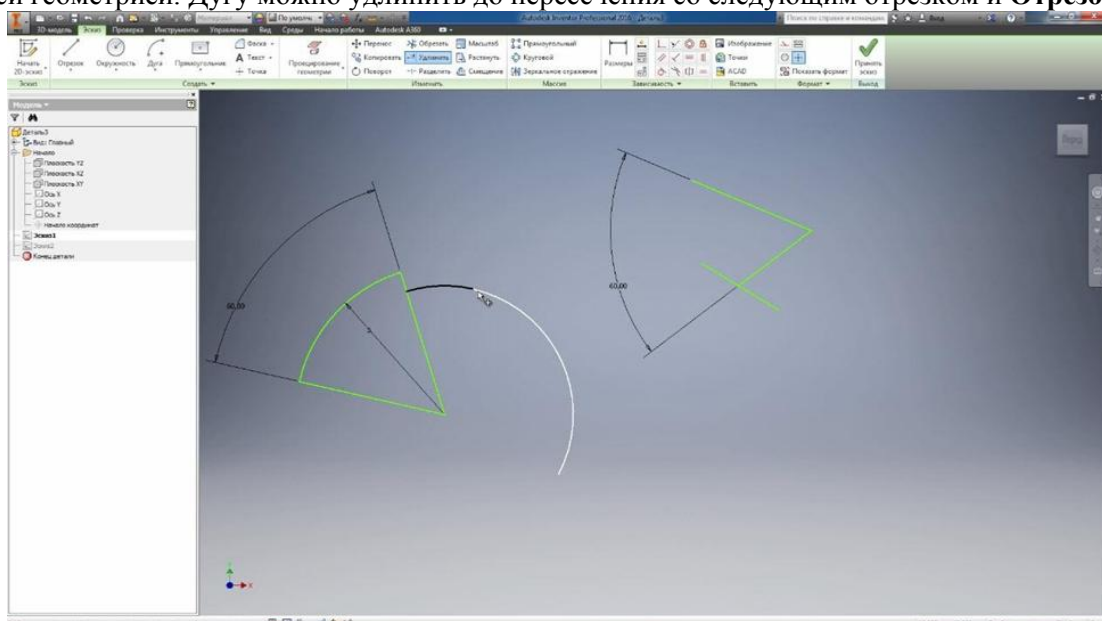
С помощью команды **Поворот**, можно поворачивать объекты на эскизе. Для этого необходимо выбрать точку поворота и поворачивать произвольно или указать точный угол для поворота. Например, **10°** и нажать **Применить**.



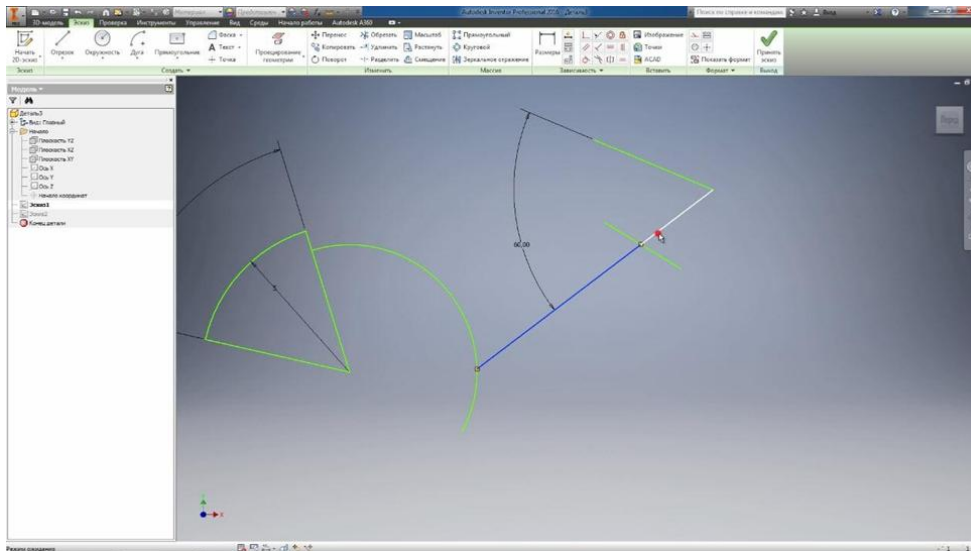
Команда **Обрезать** позволяет обрезать отрезки или другую геометрию до пересечения со следующей геометрией. Например, отрезать отрезок до пересечения со следующей.



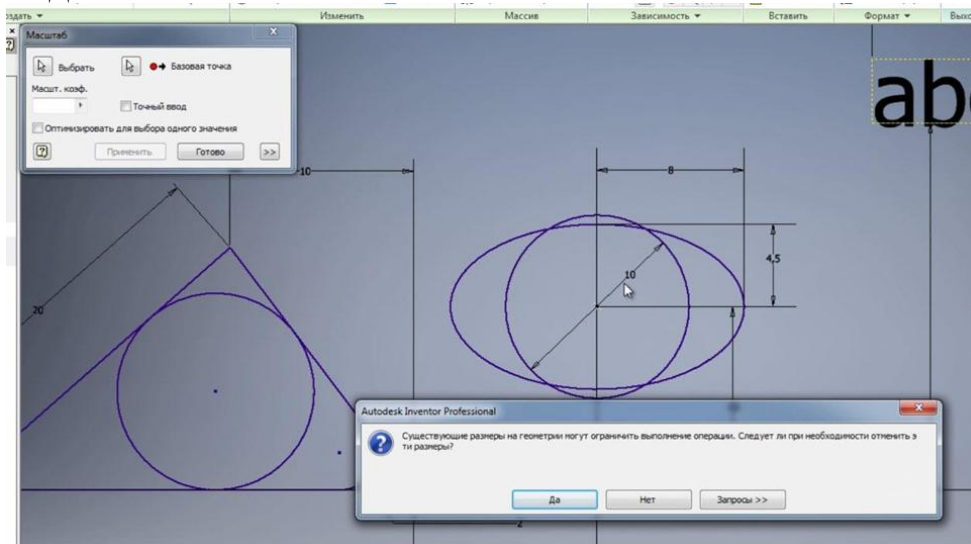
Команда **Удлинить** позволяет удлинить отрезок или другую геометрию, например, дугу до пересечения со следующей геометрией. Дугу можно удлинить до пересечения со следующим отрезком и **Отрезок до дуги**.



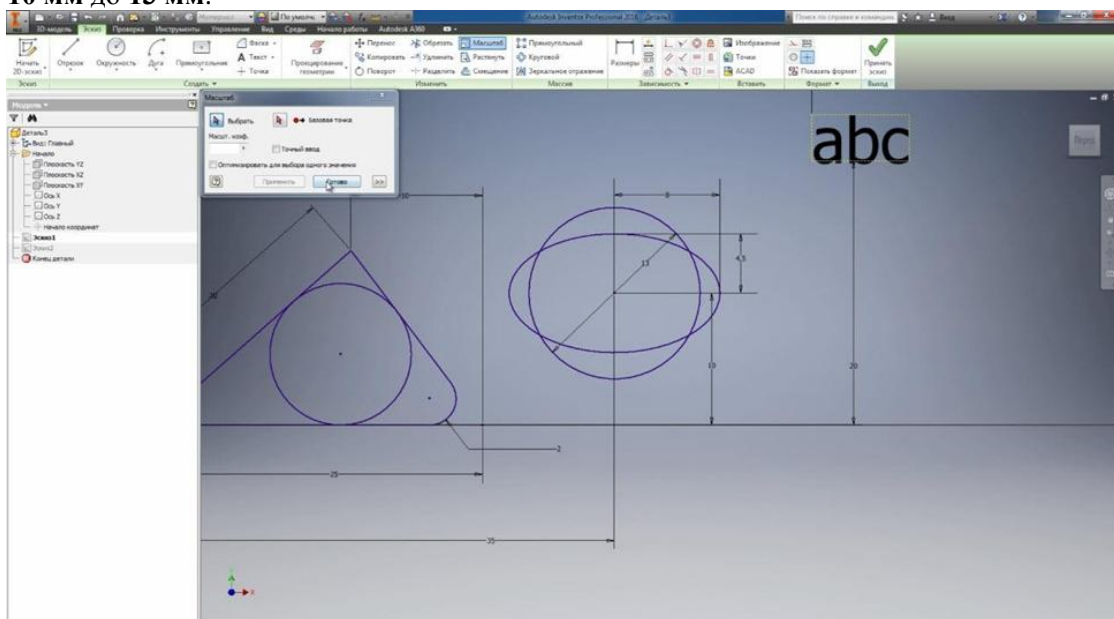
Функция **Разделить** позволяет разделить отрезок на пересечении с другим отрезком. При этом создаются два отдельных отрезка.



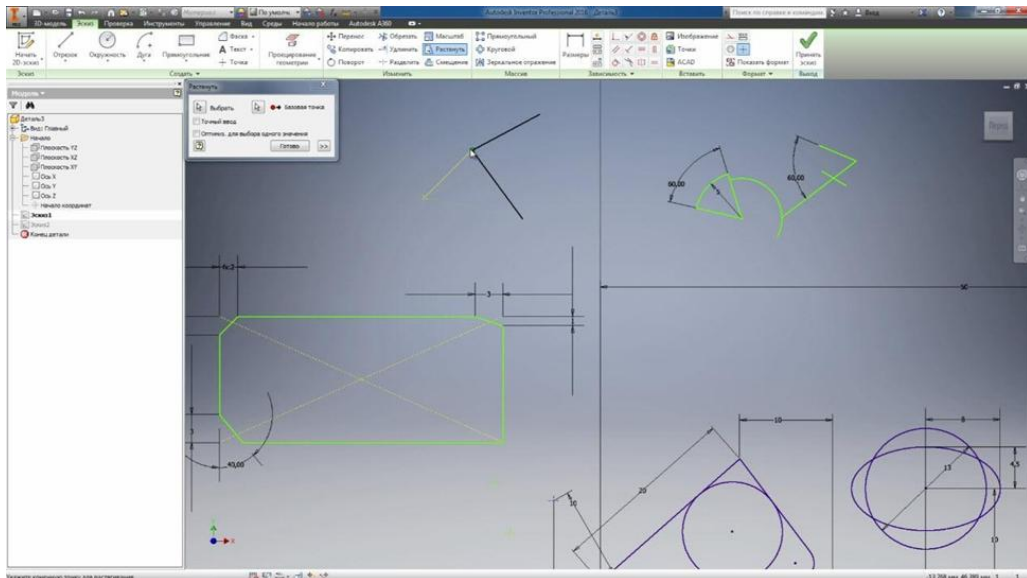
С помощью функции **Масштаб**, можно масштабировать геометрию. Например, выберем окружность для того, чтобы ее масштабировать. Выберем в качестве базовой точки центр окружности и видим, что появляется предупреждение, что размер окружности определен и может быть отредактирован при выполнении данной функции. Нажимаем **Да**.



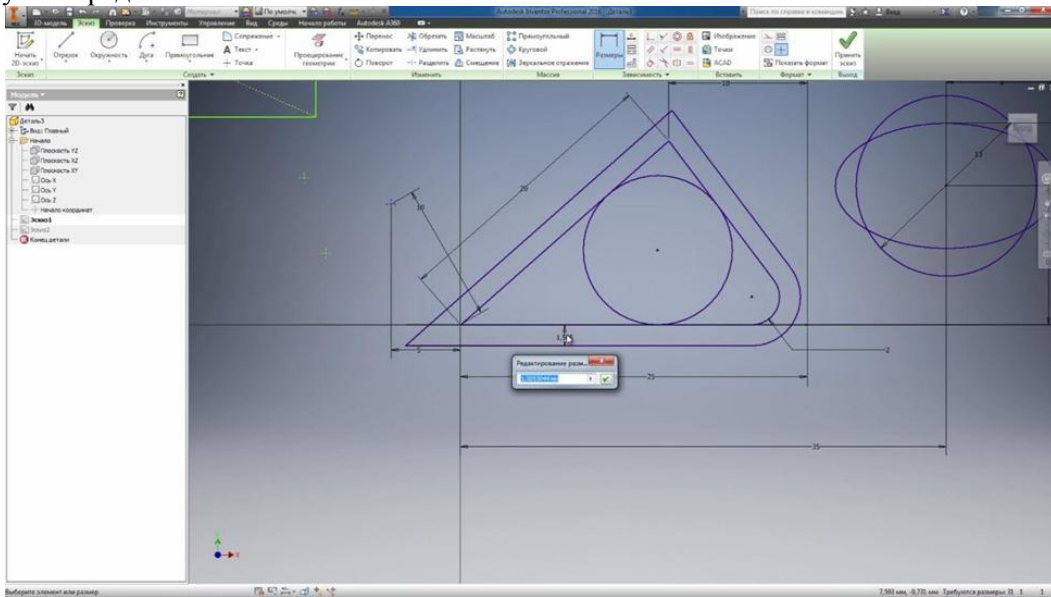
Можно произвольно указать размер масштабирования или с помощью точного ввода ввести коэффициент масштабирования. Введем **1,3 мм** и нажимаем **Применить**. Нажимаем **Готово**. Видим, что размер окружности изменился с **10 мм** до **13 мм**.



Команда **Растянуть** позволяет растягивать созданную геометрию с помощью базовой точки.

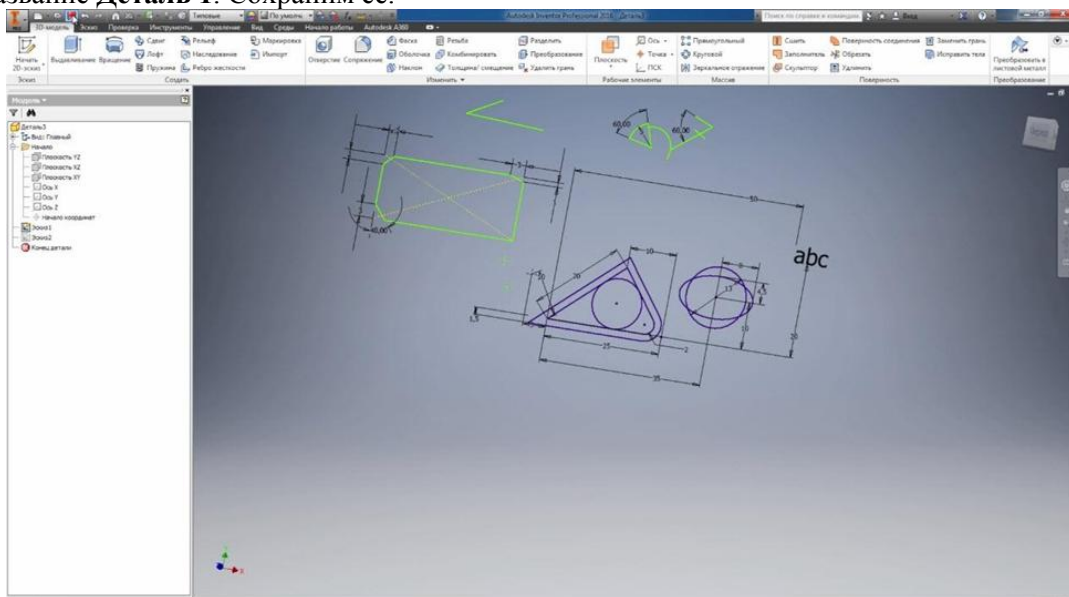


Команда **Смещение** позволяет получить смещение замкнутого контура. Например, выберем треугольник и сместим его на некоторое расстояние. Получили точно такой же треугольник, у него также осталось созданное сопряжение. Можно указать величину смещения, например, **1,5 мм**. Теперь геометрия всего этого контура уже определена.



Нажмем **Принять эскиз** и сохраним деталь.

Деталь по умолчанию сохраняется в папке созданного проекта. Можно задать имя детали, можно оставить ее название **Деталь 1**. Сохраним ее.



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Работа с зависимостями эскиза

Зависимости нужны для ограничения степеней свободы рабочей геометрии, то есть для ограничения изменения формы и для расположения объекта на эскизе. Разберемся с зависимостями на двухмерном эскизе детали.

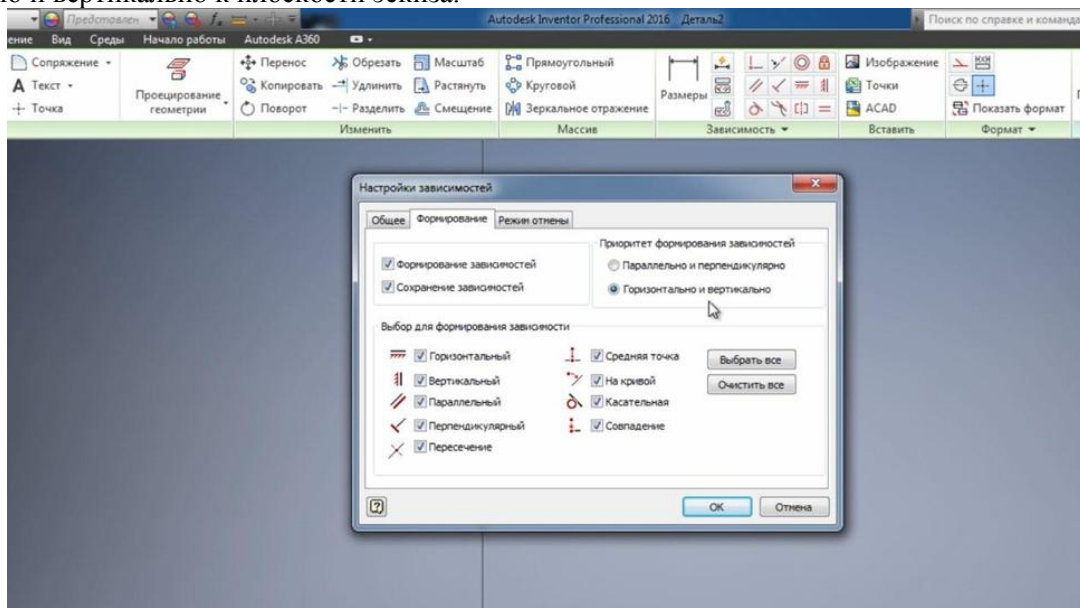
Создадим в новой детали эскиз и в эскизе начнем рисовать отрезок. Начальную точку отрезка поместим в начало координат, при этом создается зависимость совмещения начальной точки с началом координат.



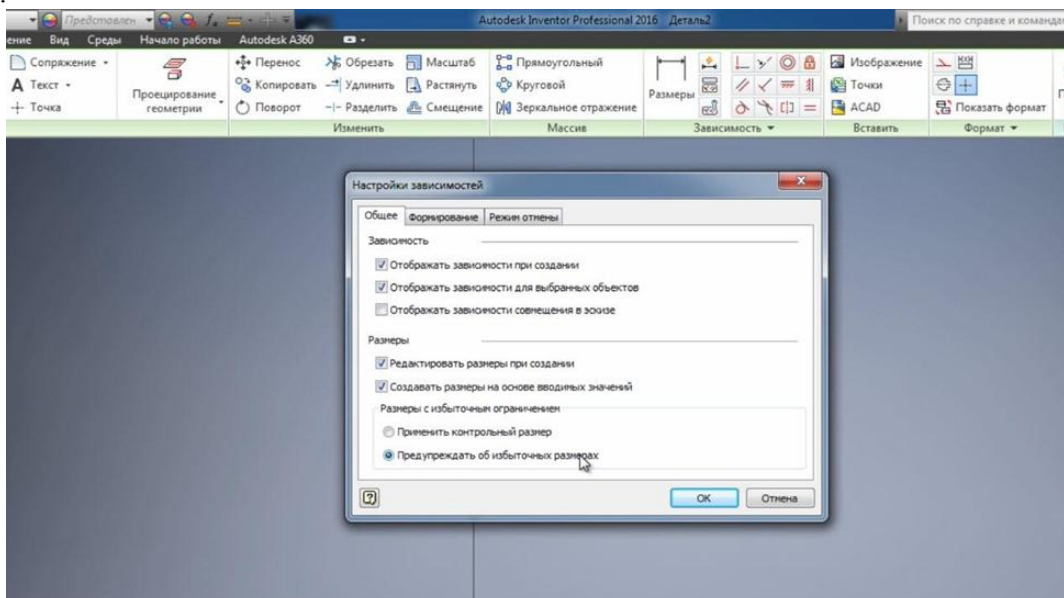
Дальше проведем отрезок горизонтально вправо и видим, что появляется значок горизонтальной зависимости. Видим, что некоторые зависимости накладываются автоматически.



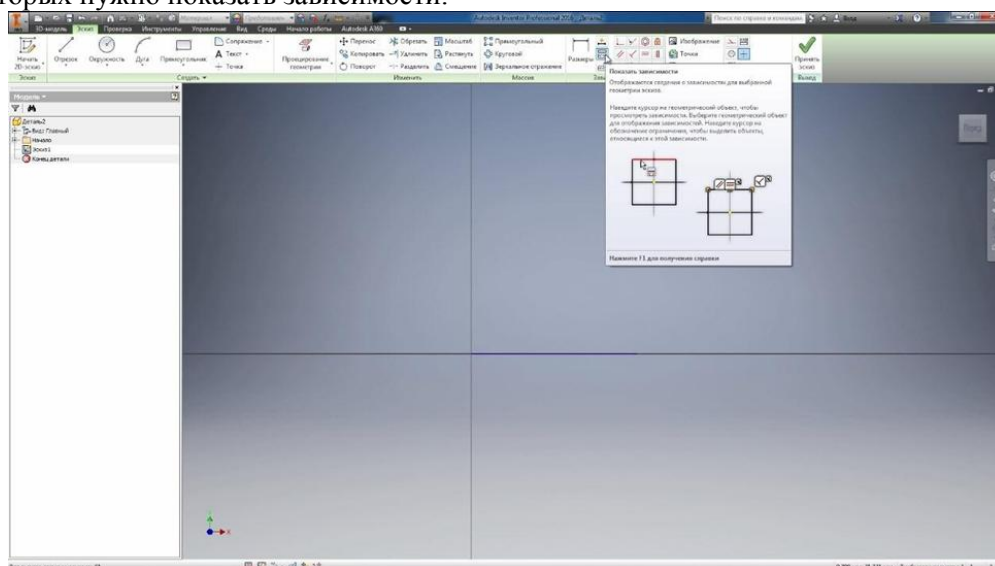
Настроить зависимости можно на панели **Зависимость**, открыв настройки. Здесь видим, что можно отображать зависимости при создании (что мы только что видели), также можно выбирать приоритет формирования зависимостей параллельно и перпендикулярно отрезком, который уже существует на эскизе или горизонтально и вертикально к плоскости эскиза.



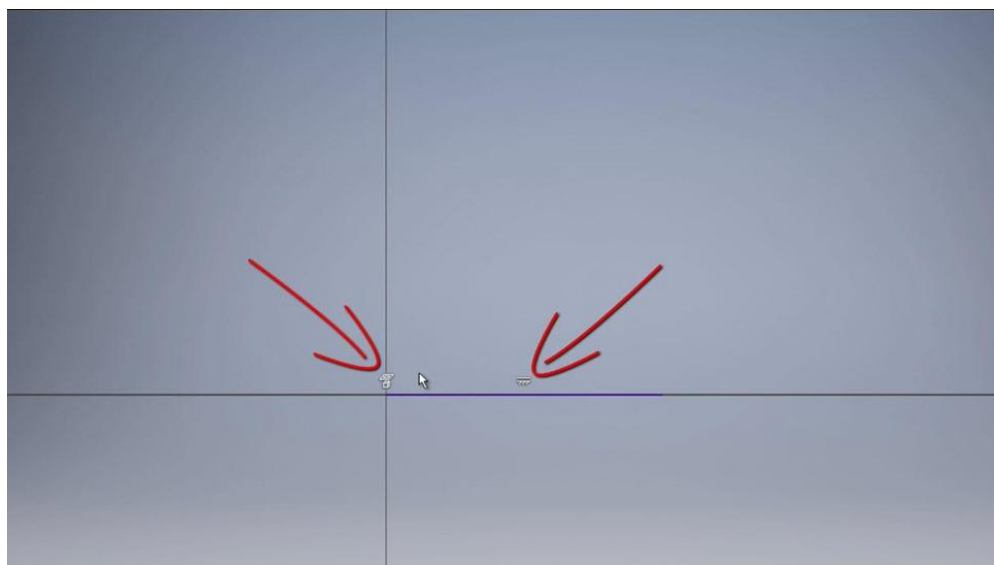
Выберем **Горизонтально** и **вертикально**, также можно настроить другие способы формирования зависимостей.



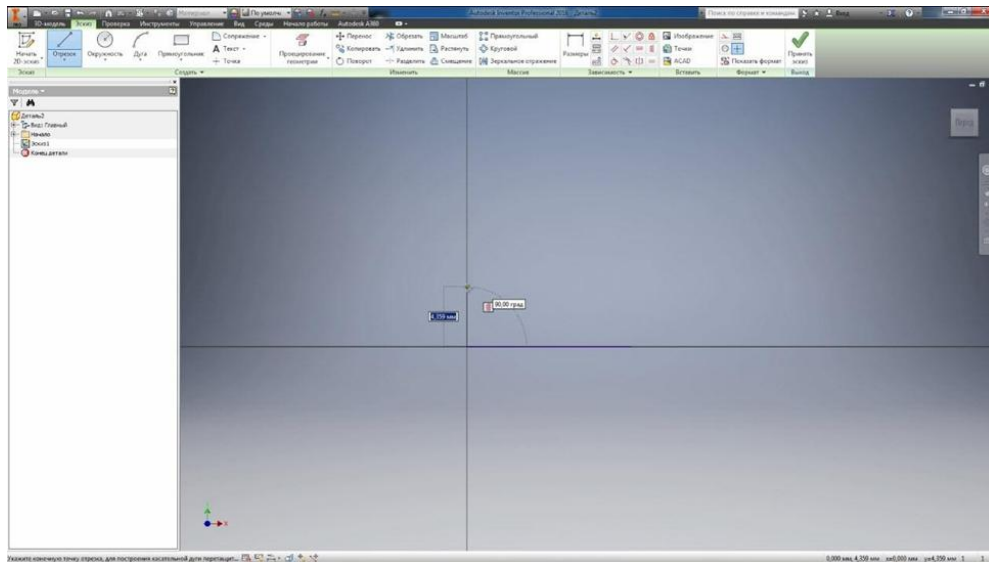
Для отображения зависимостей на эскизе, можно выбрать функцию **Показать зависимости** и выбрать объекты, для которых нужно показать зависимости.



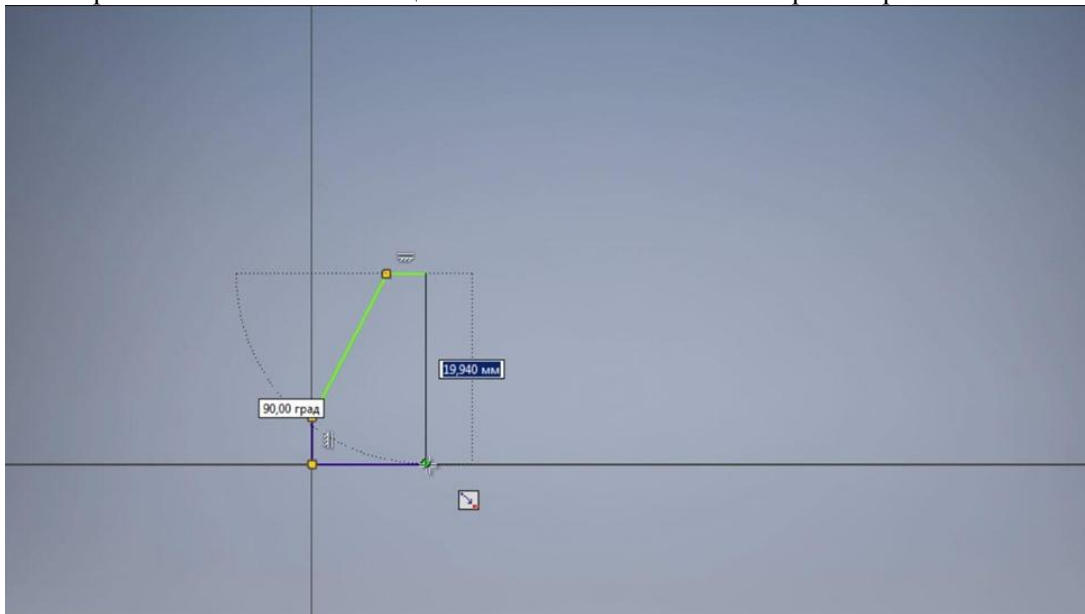
Можно нажать клавишу **F8**, чтобы отобразить все зависимости на эскизе. Клавишей **F9** зависимости скрываются.



Продолжим создавать эскиз. Проведем вертикальный отрезок от начала координат. Видим, что на него также накладывается зависимость вертикальности.

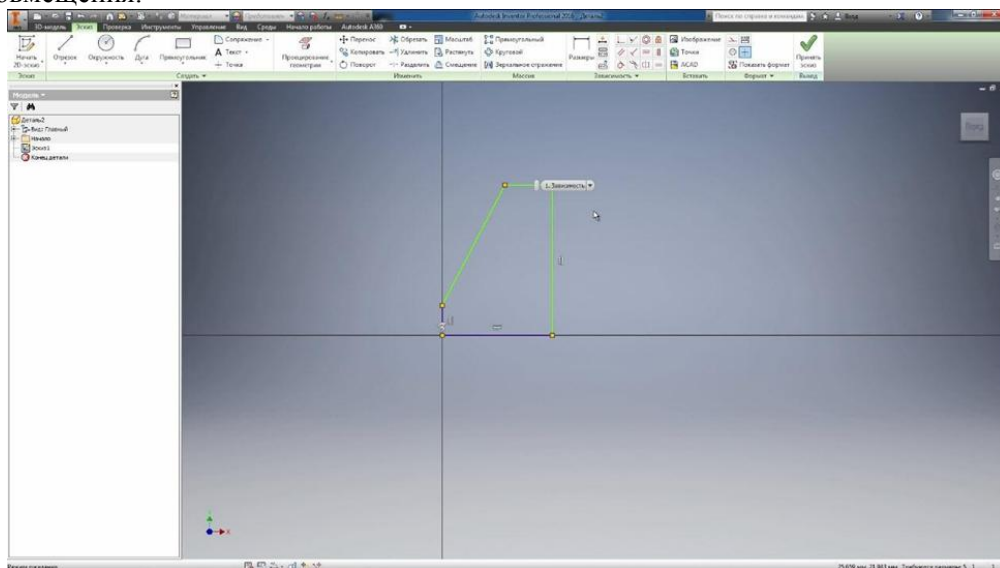


Далее проведем несколько отрезков и видим, что для каждого из них накладываются зависимости вертикальности и горизонтальности и совмещение конечных точек эскиза при их приближении.

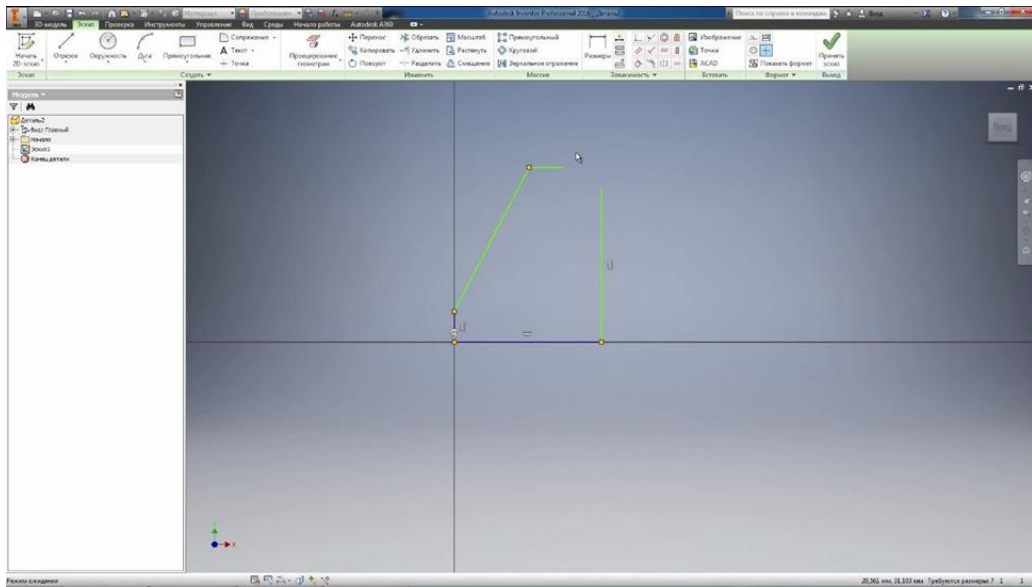


С помощью клавиши **F8** отображаем все зависимости, наложенные на эскизе. Выбрав определенные зависимости с помощью клавиши **Delete**, можно удалять эти зависимости.

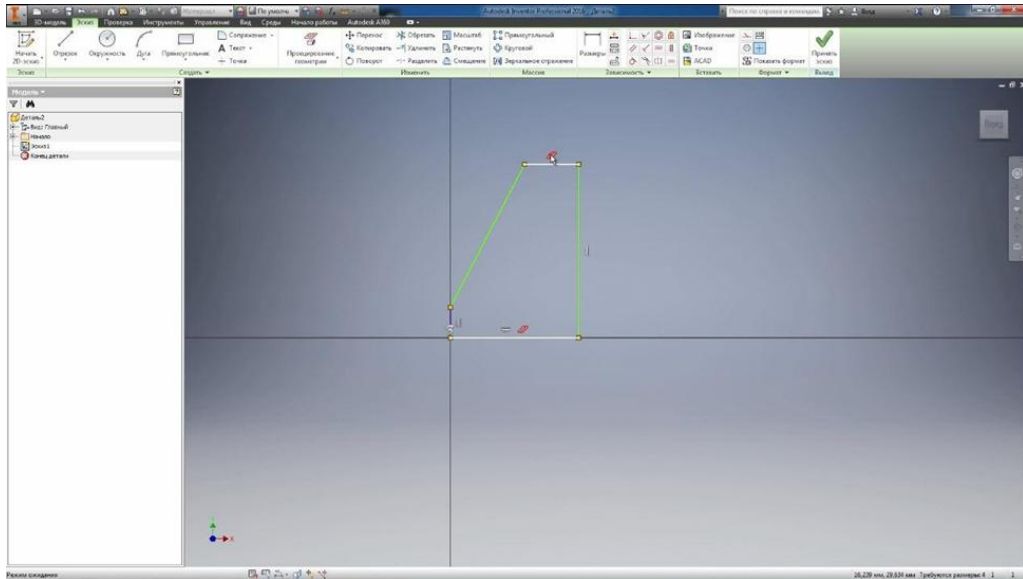
Если подвести курсор мыши к концу отрезка, то можно увидеть, что эти отрезки совмещены зависимостью совмещения.



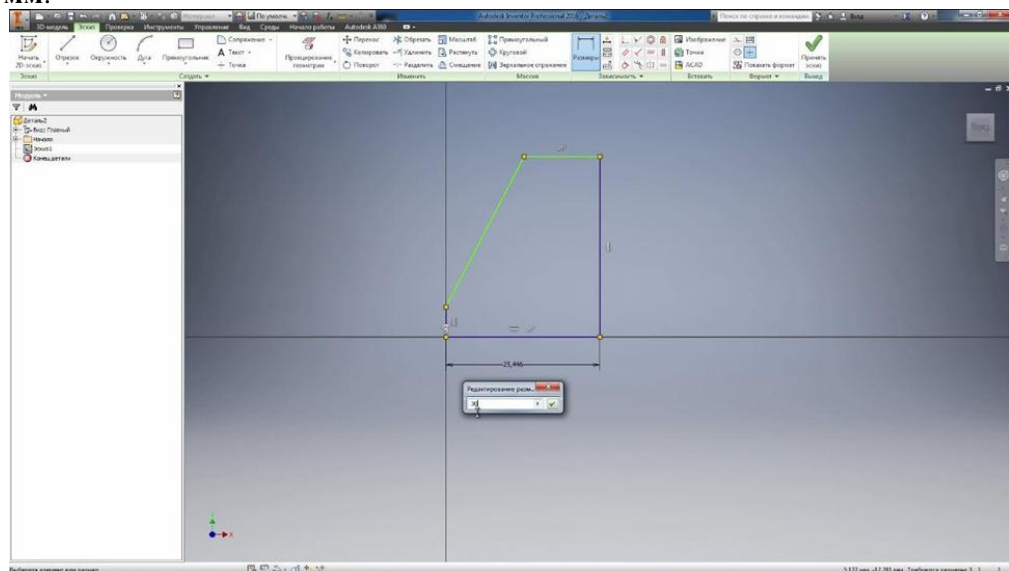
Зависимость совмещения также можно удалить и тогда отрезки не будут совмещены друг с другом. Чтобы их обратно совместить выберем функцию **Зависимость совмещения** и совместим концы отрезков.



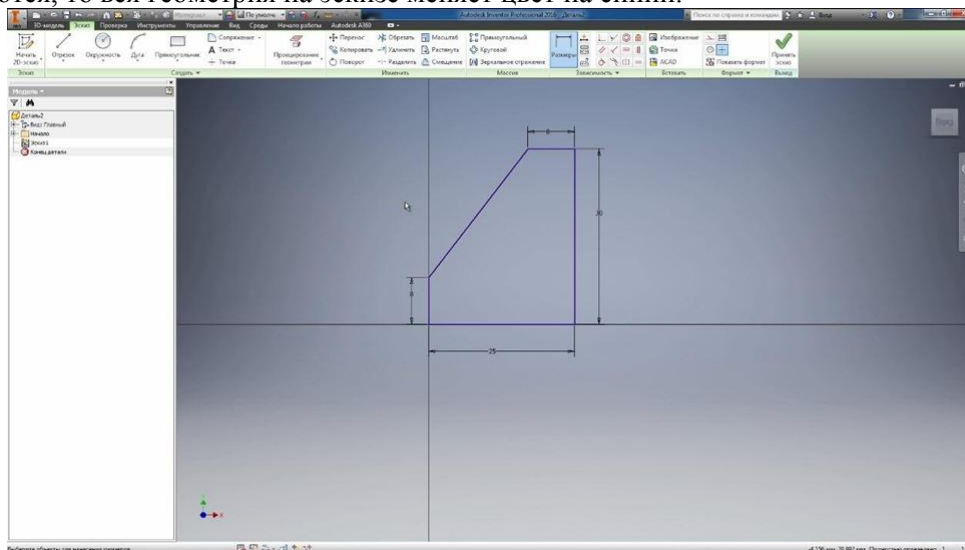
Далее выберем **Зависимость параллельности**. Для ее наложения потребуется начальный отрезок и второй отрезок, который должен быть ему параллелен. Видим, что появилась зависимость параллельности этих отрезков. Если подвести курсор мыши к зависимости, то она подсвечивается и подсвечиваются объекты к которым она относится.



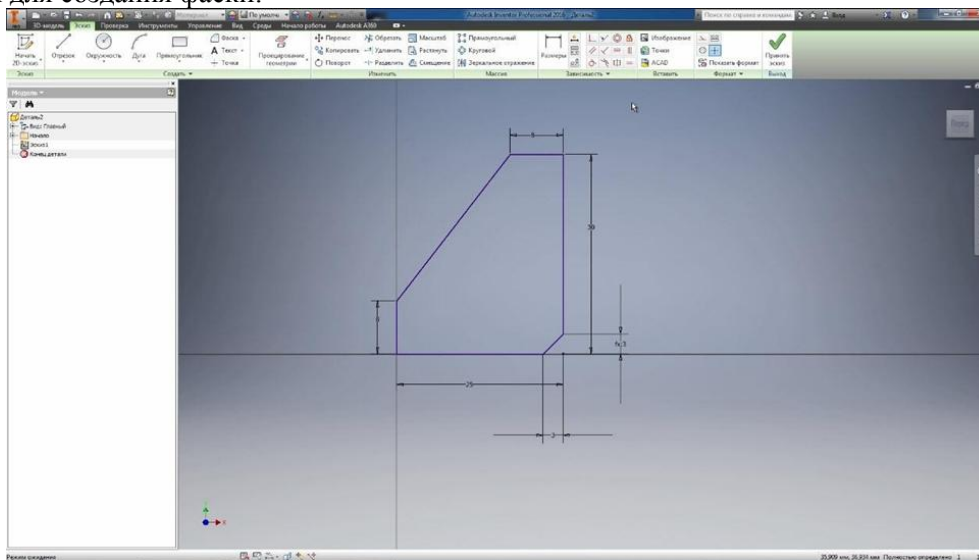
Размеры также являются зависимостями, они ограничивают изменения формы эскиза, то есть, потянув, мы можем изменять длину отрезков, то с помощью размера, мы можем зафиксировать эту длину. Например, расстоянием **30 мм**.



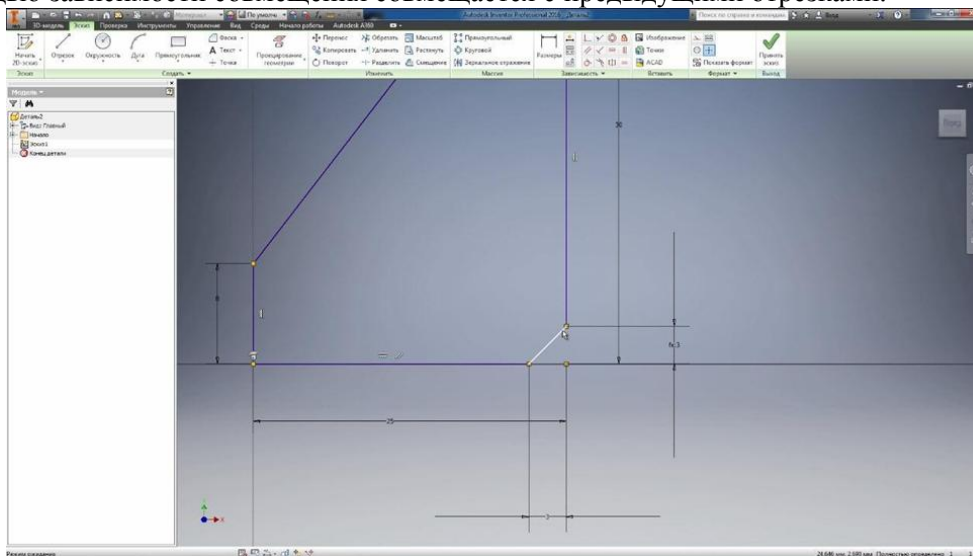
Теперь нижний отрезок полностью определен и изменять его форму мы можем только изменением размера. Проставим недостающие размеры для этого эскиза. Когда эскиз полностью определен и зависимости больше не требуются, то вся геометрия на эскизе меняет цвет на синий.



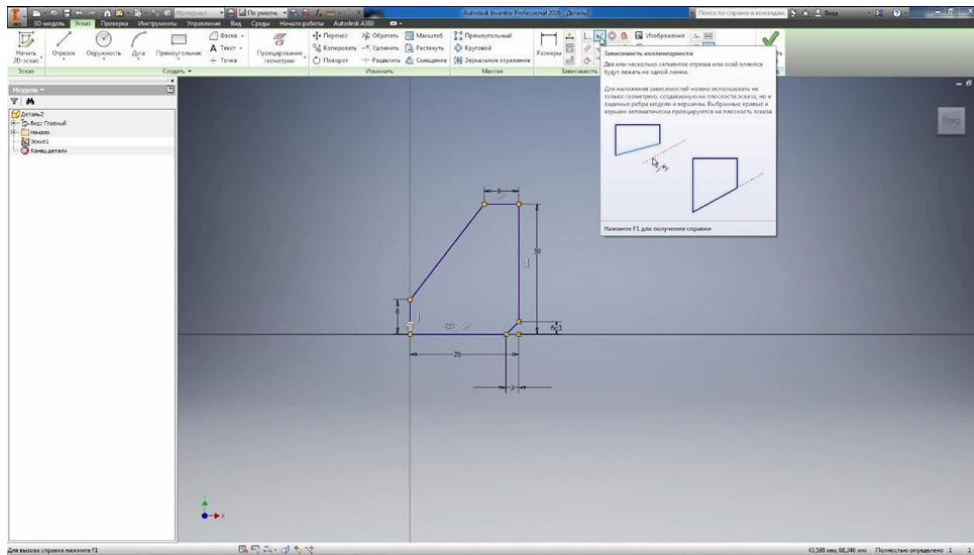
Получили эскиз ребра жесткости. Можно добавить фаску на угол, выберем размер фаски 3 мм и выберем отрезки для создания фаски.



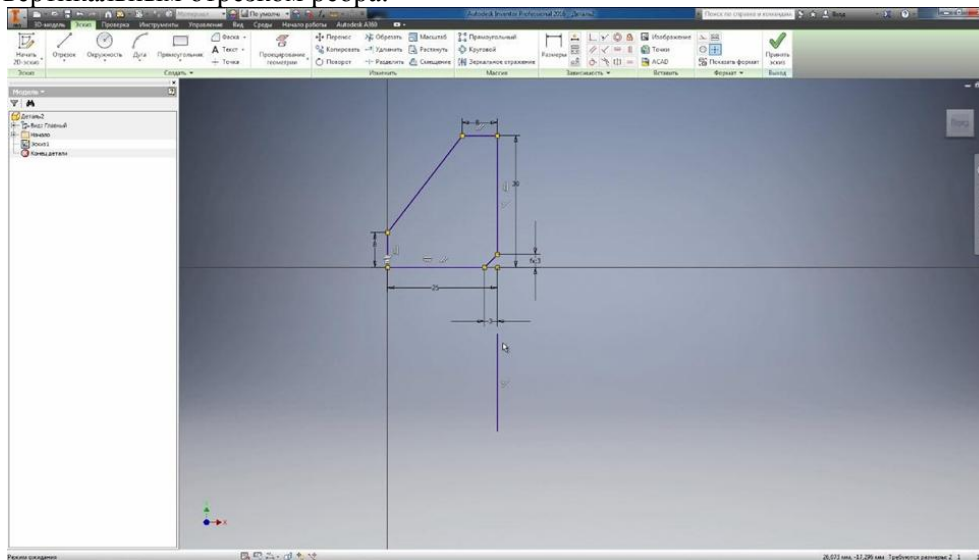
Покажем зависимости для всех объектов. Видим, что при создании фаски создается еще один отрезок, который с помощью зависимости совмещается с предыдущими отрезками.



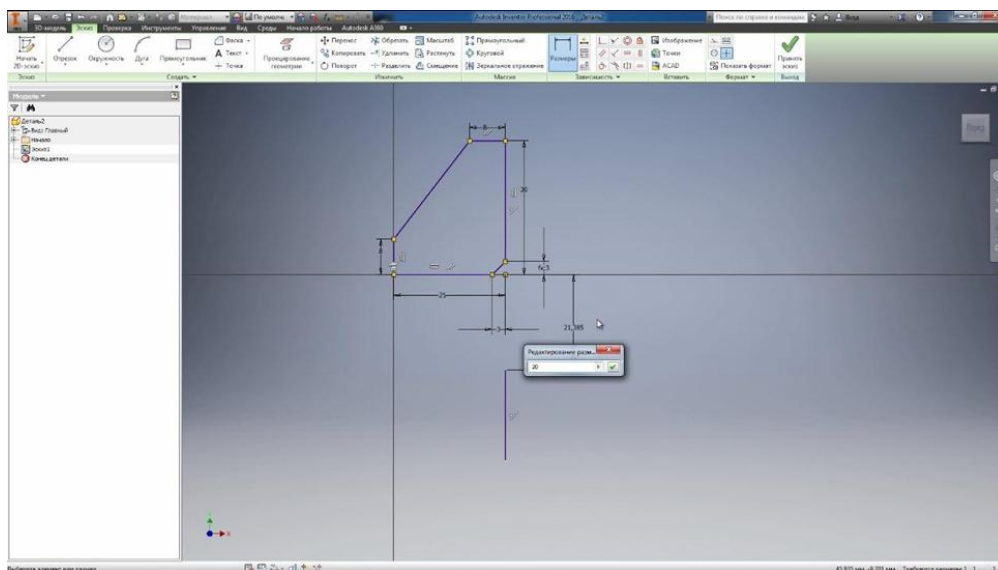
Рассмотрим следующую зависимость **Зависимость коллинеарности**. С помощью этой зависимости можно задать отрезкам свойства, чтобы они лежали на одной прямой.



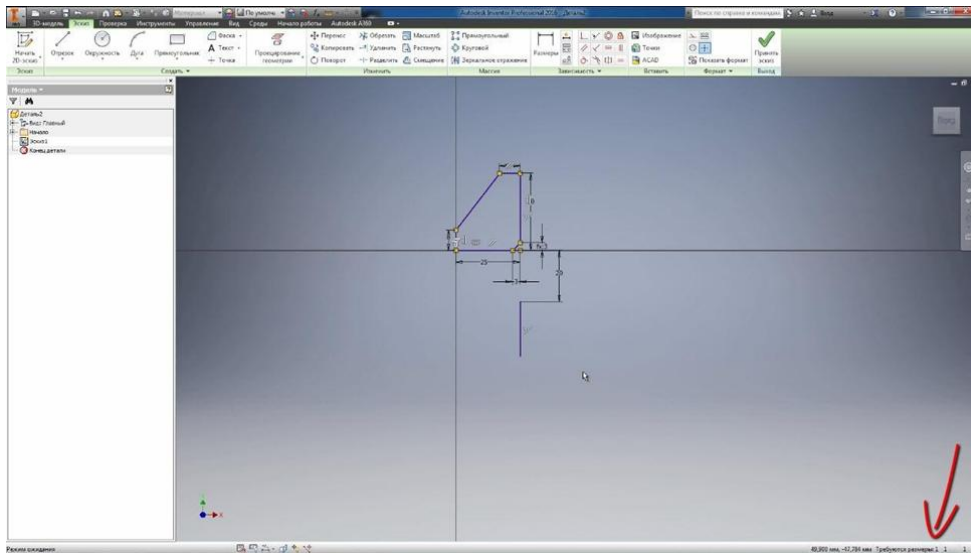
Проведем отрезок, если его провести вертикально, то автоматически создается зависимость вертикальности, эту зависимость можно выделить с помощью клавиши **Delete** удалить, теперь отрезок не ограничен ни какими зависимостями и размерами. С помощью зависимости коллинеарности, сделаем его коллинеарным с вертикальным отрезком ребра.



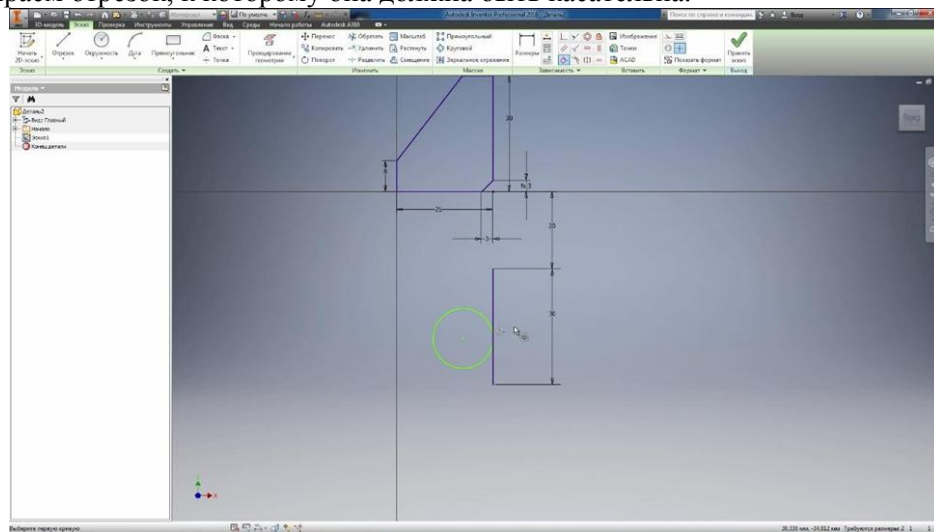
Теперь эти отрезки коллинеарные и можем менять только длину по вертикали последнего отрезка. С помощью **Размера** зафиксируем положение верхнего конца отрезка на расстоянии **20 мм** от горизонтальной линии.



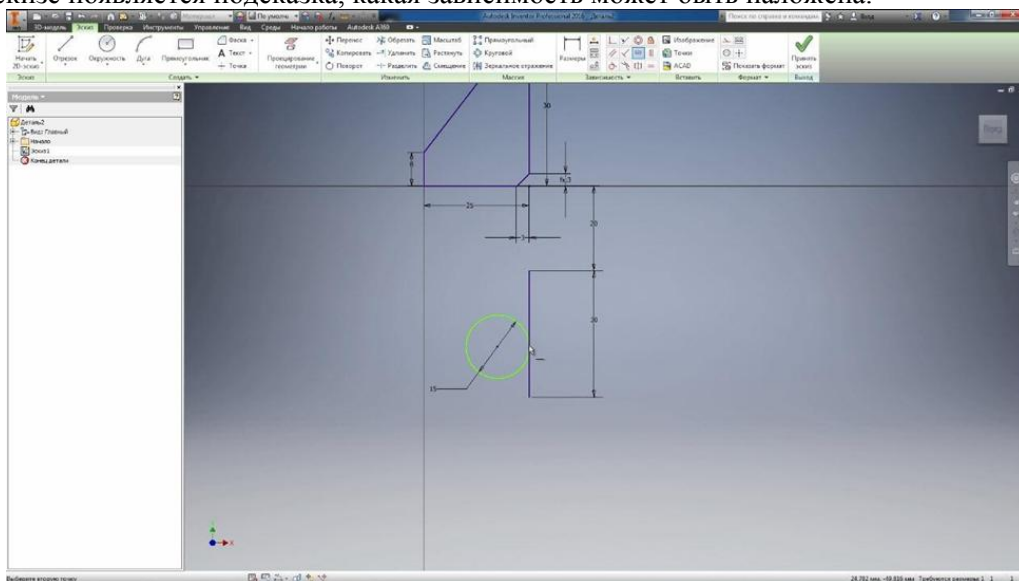
Теперь видим, что для определения эскиза требуется один размер, этот размер должен отвечать за длину отрезка. Укажем длину отрезка **30 мм**. С помощью клавиши **F9** скрываем все зависимости, с помощью клавиши **F8** можно отобразить все зависимости.



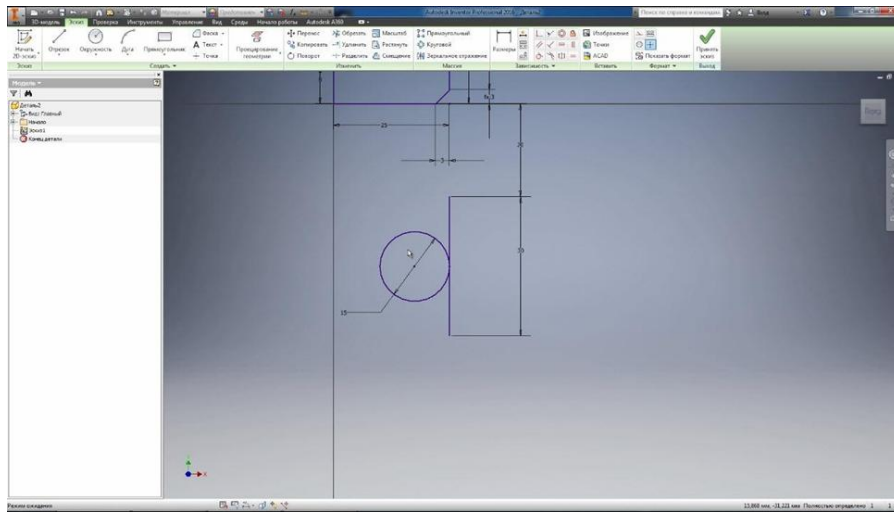
Следующая зависимость **Зависимость касательности** позволяет сделать касательной окружность или дугу к отрезку. Выбираем **Зависимость касательности**, выбираем окружность для которой хотим ее применить, и выбираем отрезок, к которому она должна быть касательна.



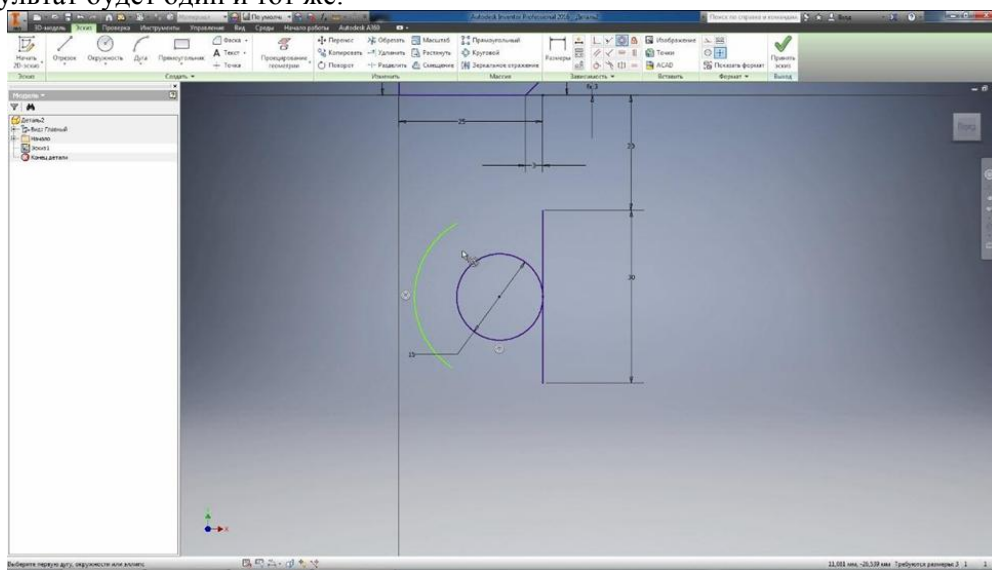
Видим, что создалась **Зависимость касательности** и теперь окружность примыкает к отрезку. Для окружности можно указать диаметр, например, **15 мм** и далее с помощью **Зависимости горизонтальности** совместить центральную точку окружности со средней точкой отрезка. При подведении к определенным точкам геометрии на эскизе появляется подсказка, какая зависимость может быть наложена.



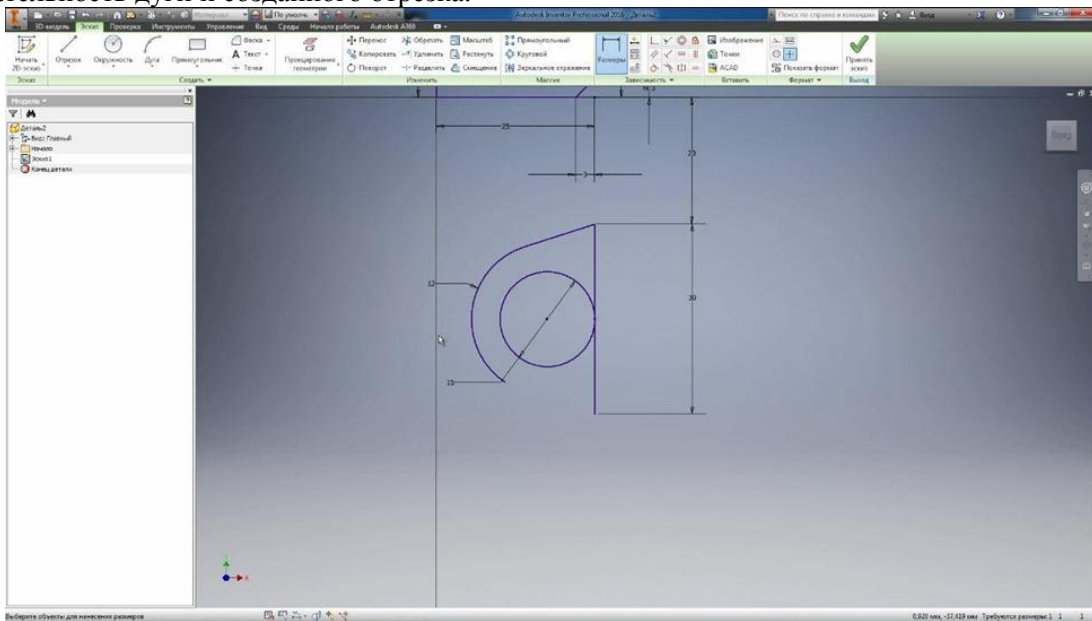
Мы создали **Зависимость горизонтальности** с центром окружности с центром отрезка и теперь окружность у нас не подвижна, зафиксирована на эскизе.



Следующая зависимость **Зависимость концентричности** позволяет задать концентричность к окружностям или дугам. Нарисуем дугу. Сделаем дугу концентричную к окружности, этого можно добиться совмещением центром дуги и окружности или наложением **Зависимости концентричности** на дугу и окружность. Результат будет один и тот же.

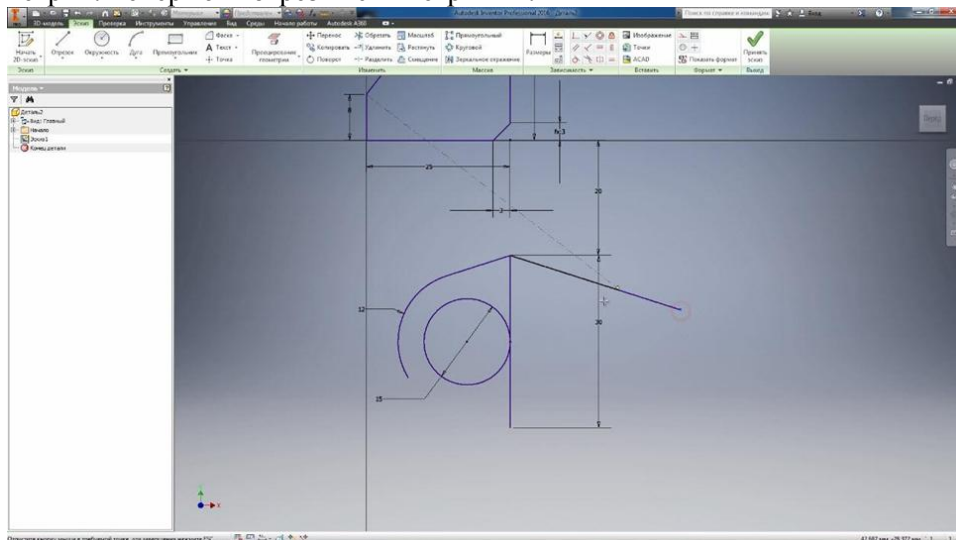


Проведем отрезок с конца дуги до конца вертикального отрезка. Зададим радиус дуги равный 12 мм и зададим касательность дуги и созданного отрезка.

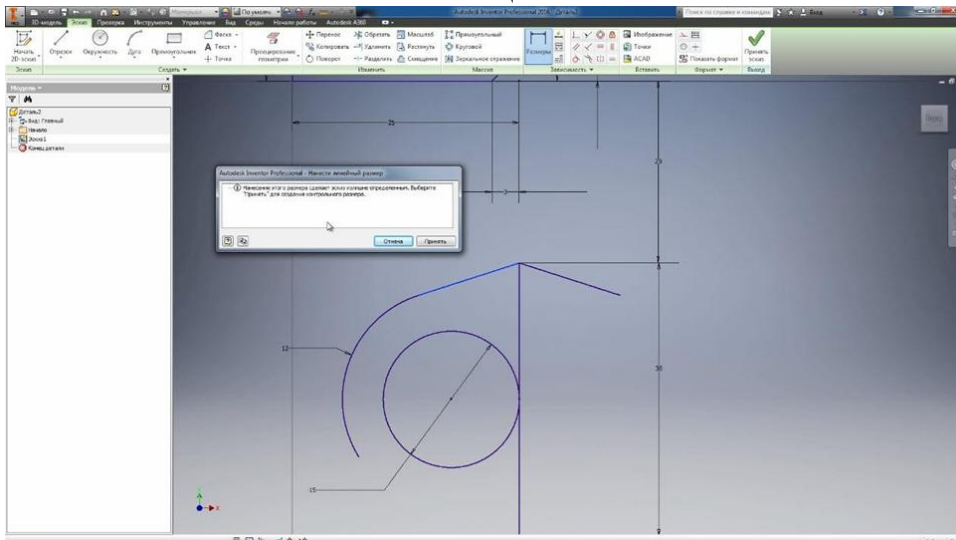


Зависимость симметричности позволяет делать отрезки симметричные относительно центра симметрии.

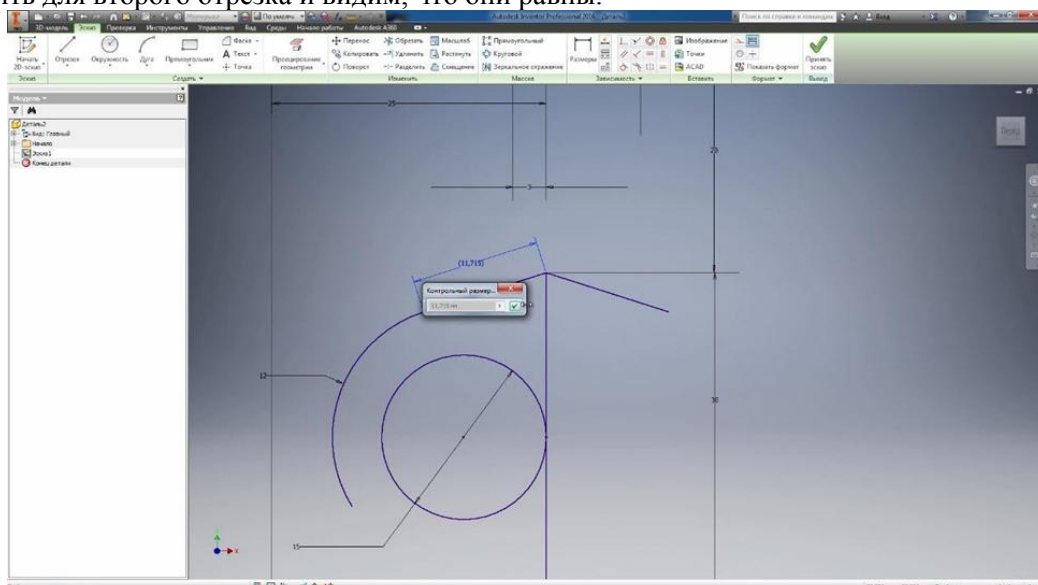
Например, выбираем первый отрезок как исходный, затем выбираем второй отрезок эскиза и далее выбираем ось симметрии. Теперь эти отрезки симметричны.



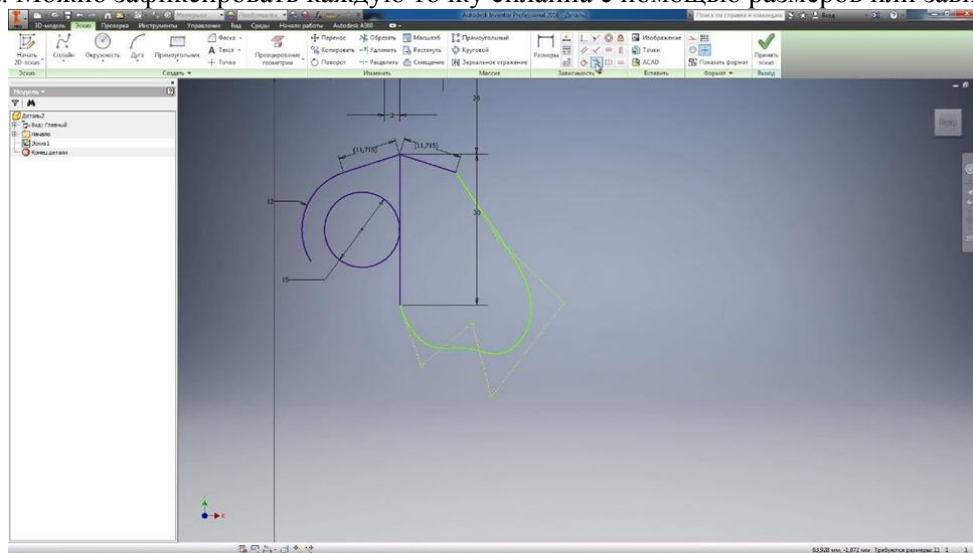
Зависимость равенства делает равной длину отрезков или других объектов. Выбрав размер одного отрезка, затем выбираем второй отрезок и теперь они одной длины. Проверим длину с помощью нанесения размеров. Проставим размер длины первого отрезка, но так как этот отрезок уже зафиксирован на эскизе, то этот размер будет излишним. Об этом **Inventor** нам сообщает.



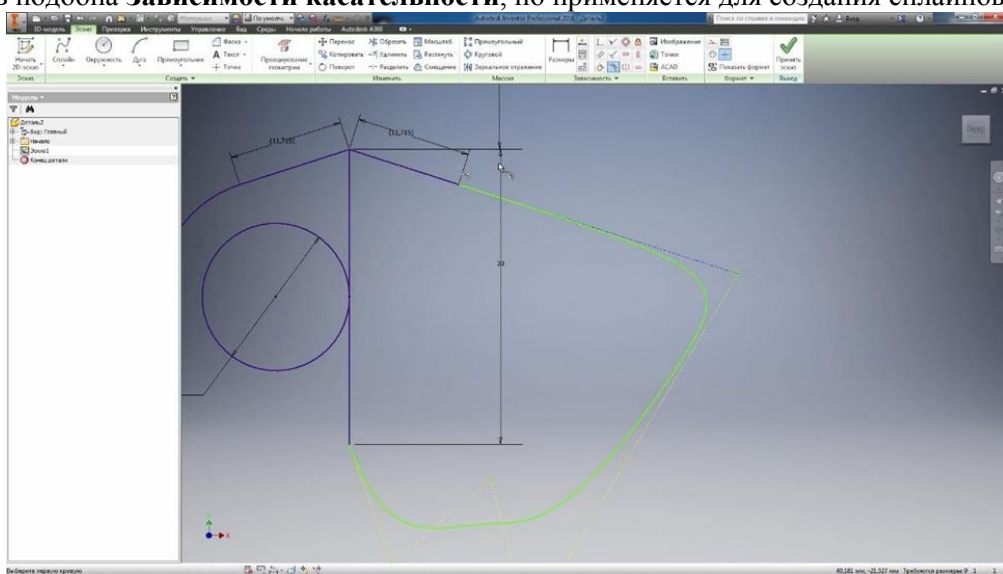
Если нажать кнопку **Принять**, то размер подставится как справочный и будет в скобках. То есть изменить этот размер мы не сможем, он только будет сообщать нам длину отрезка. Точно такой же размер можем поставить для второго отрезка и видим, что они равны.



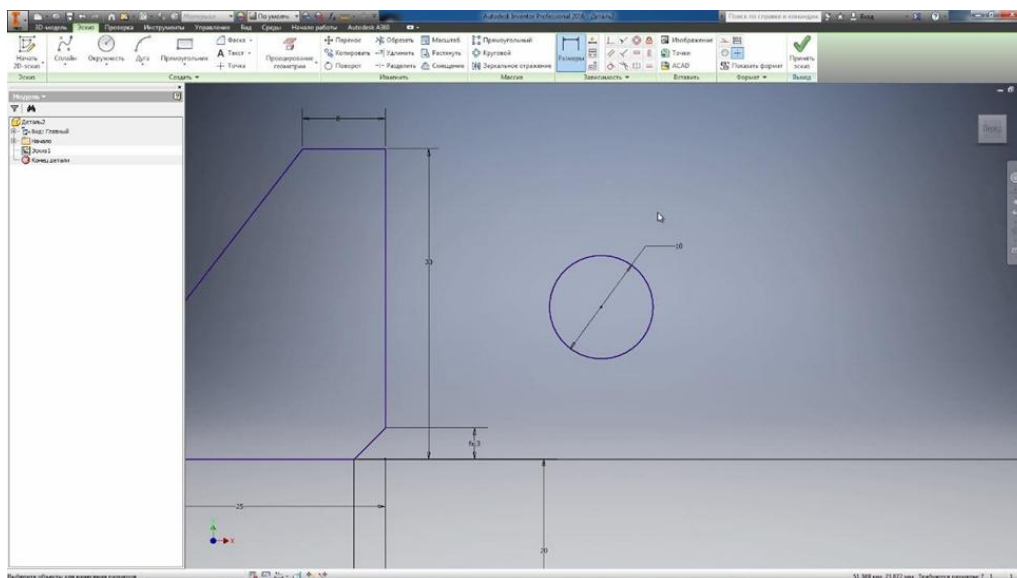
Далее на эскизе нарисуем сплайн. С помощью **Зависимости совмещения** совместим его конец сплайна с концом отрезка. Можно зафиксировать каждую точку сплайна с помощью размеров или зависимостей.



Также с помощью **Зависимости сглаживания**, можно получить плавный переход от отрезка к сплайну. Эта зависимость подобна **Зависимости касательности**, но применяется для создания сплайнов.



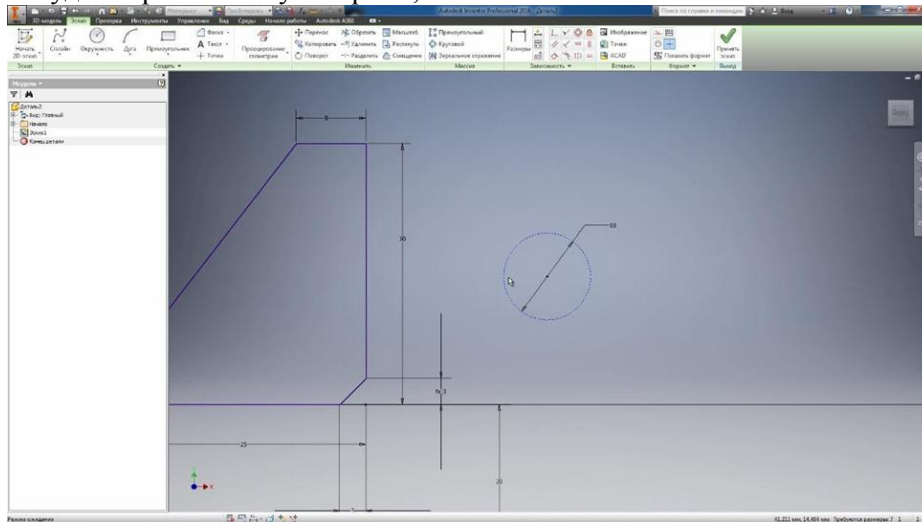
Если мы хотим зафиксировать объект неподвижно на эскизе и при этом не задавать никаких размеров и зависимостей, то можем воспользоваться зависимостью **Фиксация**. Например, зафиксируем центр окружности на эскизе. Таким образом без дополнительных размеров, можно зафиксировать центр окружности на эскизе. Из размеров остается только добавить диаметр окружности и окружность неподвижно будет зафиксирована на эскизе.



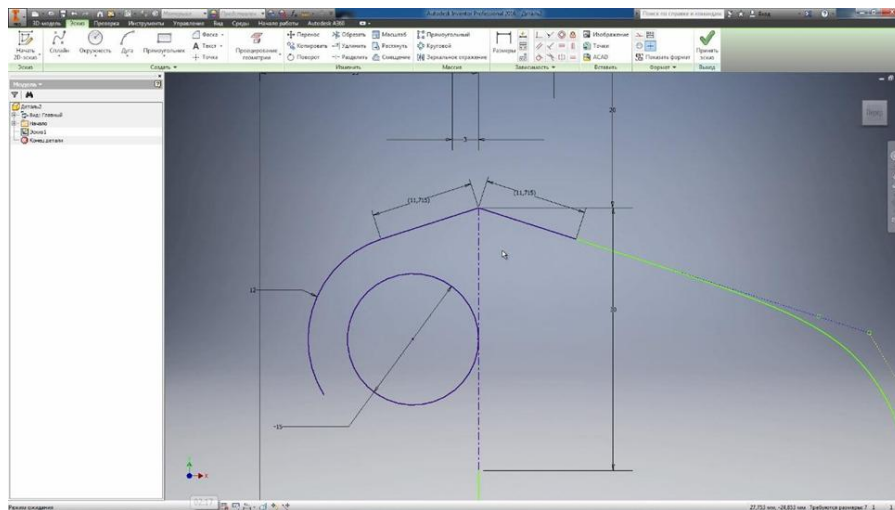
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Форматирование эскизов

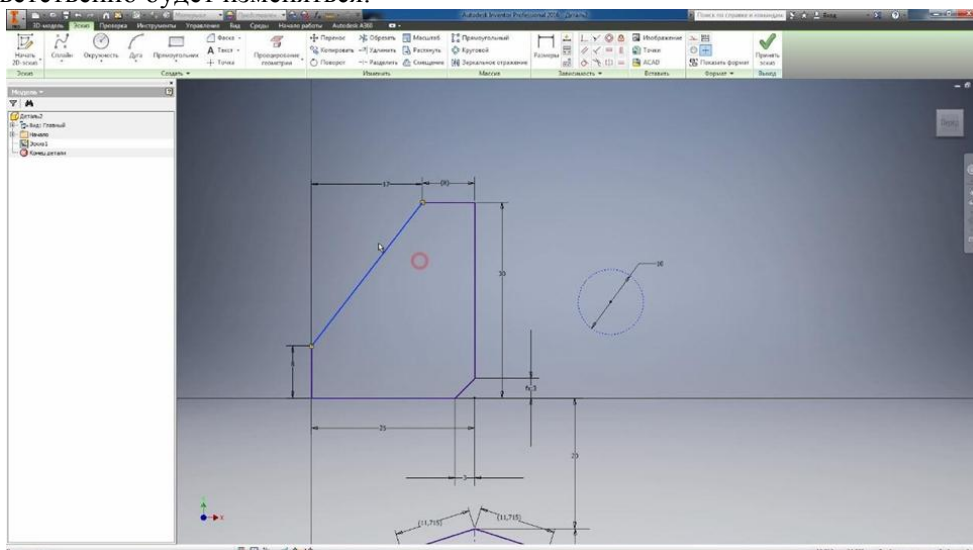
Разберемся с форматированием геометрии эскиза. Если какие-то другие отрезки или объекты на эскизе используются только для вспомогательных построений и не будут использоваться в дальнейшем, то можно их сделать вспомогательной геометрией. Например, зададим окружности свойство вспомогательной геометрии, при этом окружность будет нарисована пунктирной, тонкой линией.



Также если это какие-то оси симметрии, то можно задать отрезку свойство **Ось симметрии**. Отрезок отображается как осевая линия и его также можно сделать вспомогательной геометрией. Тогда осевая линия станет тонкой.

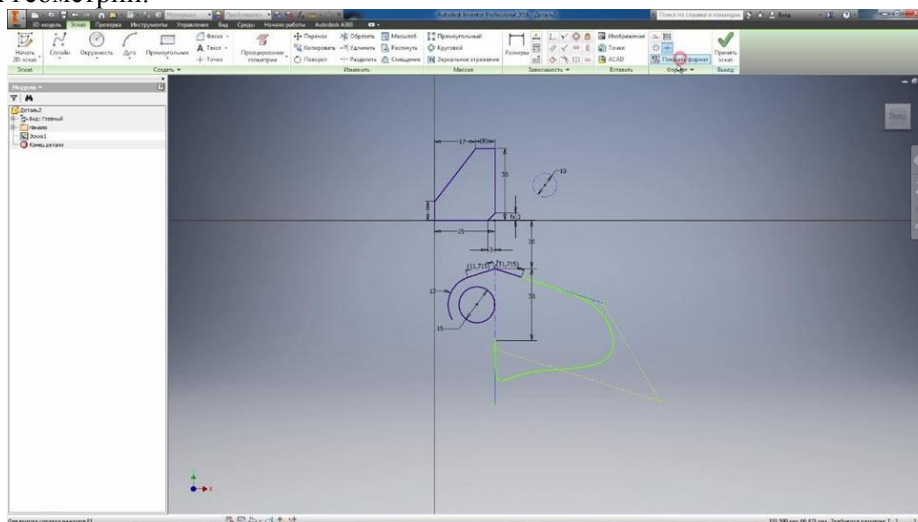


Любой размер на эскизе можно сделать справочным. Если сделать размер справочным, то эскиз будет до конца не определен и придется проставить дополнительные размеры. При изменении основного размера, справочный соответственно будет изменяться.

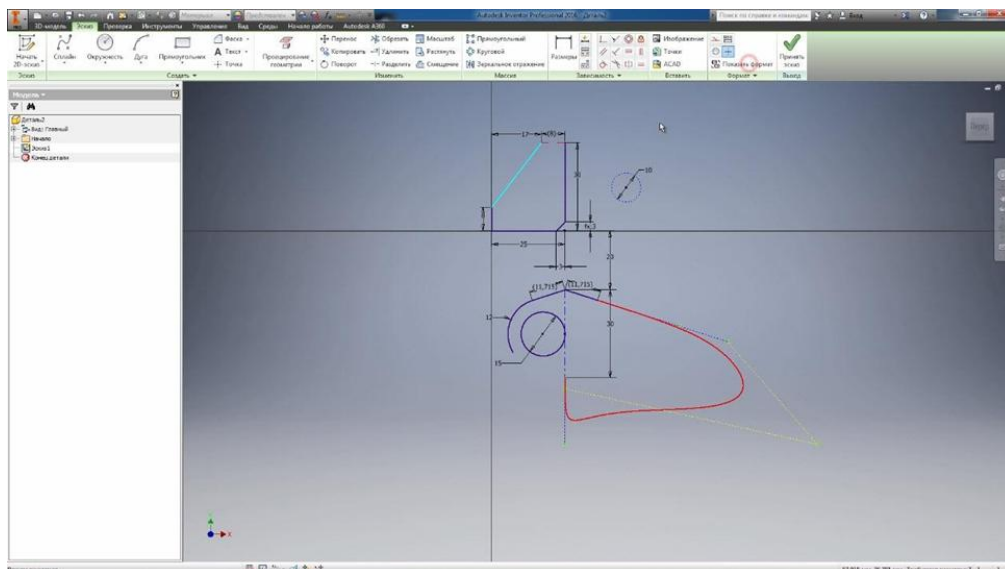


Также геометрии на эскизе можно задавать различные свойства. Можно менять тип линии, цвет линии и толщину линии на эскизе. Для каждой линии можно выбрать любое свойство, выбрать различные цвета.

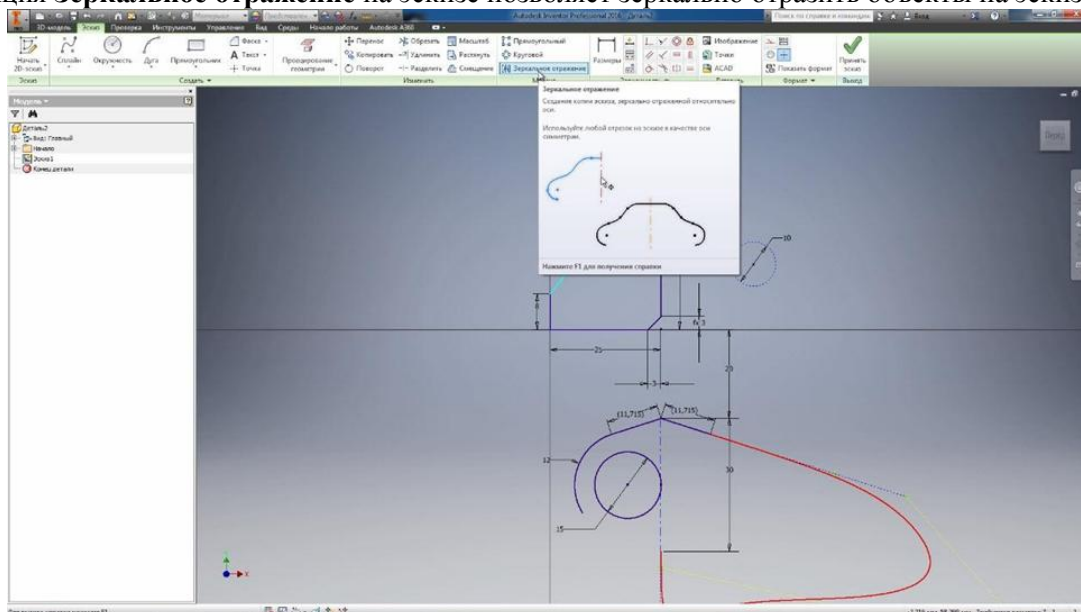
Чтобы увидеть определен эскиз до конца или нет, можно воспользоваться кнопкой **Показать формат**. Так мы увидим, что синие линии определены и зафиксированы, а зеленые линии требуют дополнительного определения нашей геометрии.



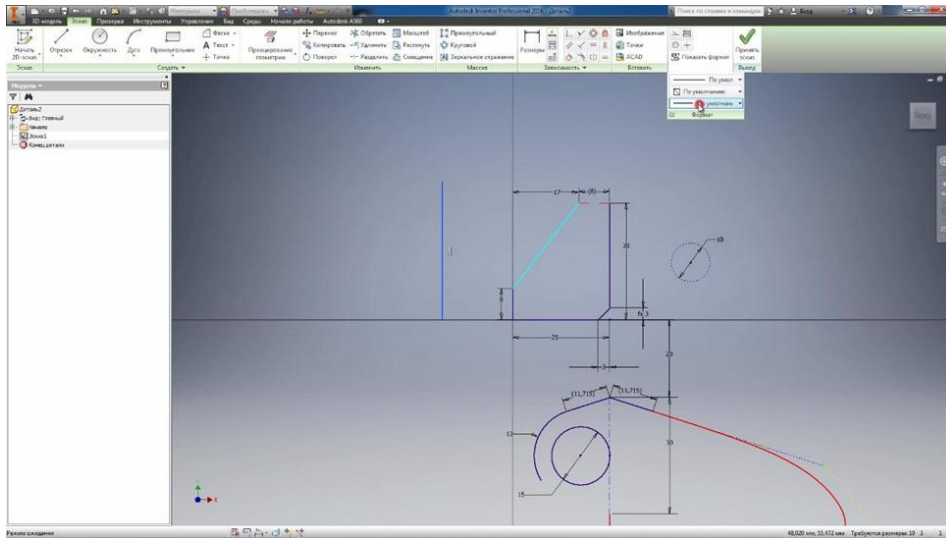
Еще одним нажатием функции **Показать формат** вернем определенные цвета линиям, которые мы определили.



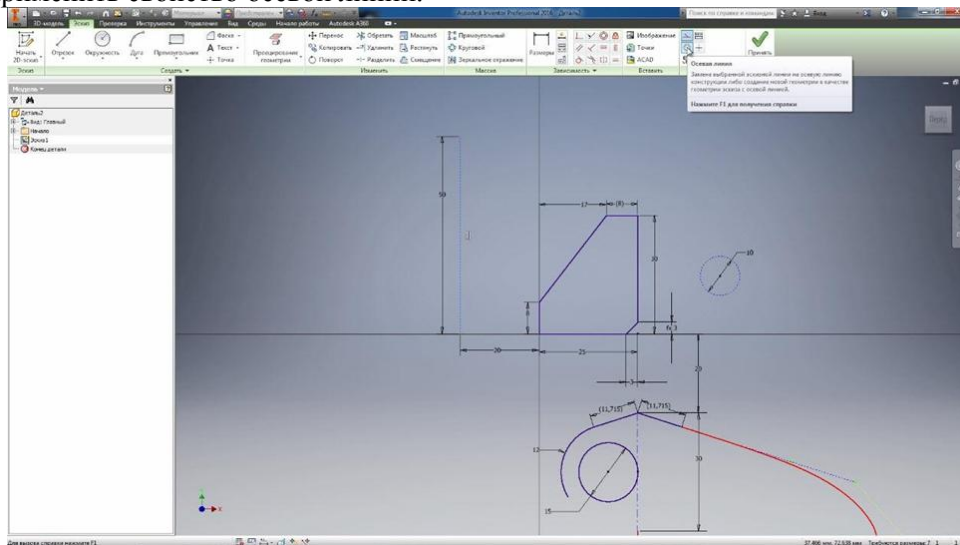
Функция **Зеркальное отражение** на эскизе позволяет зеркально отразить объекты на эскизе.



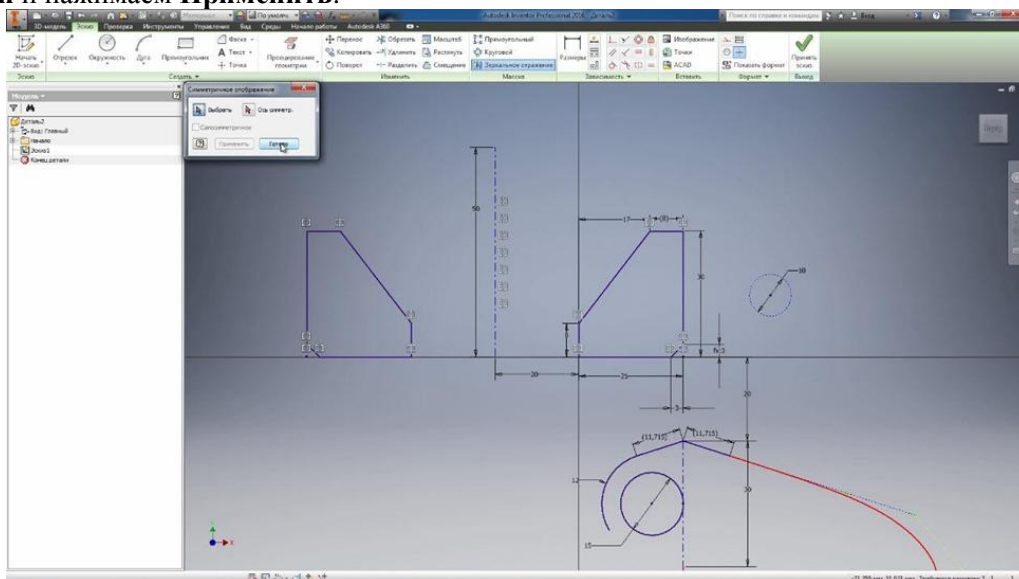
Проведем вертикальный отрезок, вернем этому и предыдущим отрезкам цвет и тип линии по умолчанию.



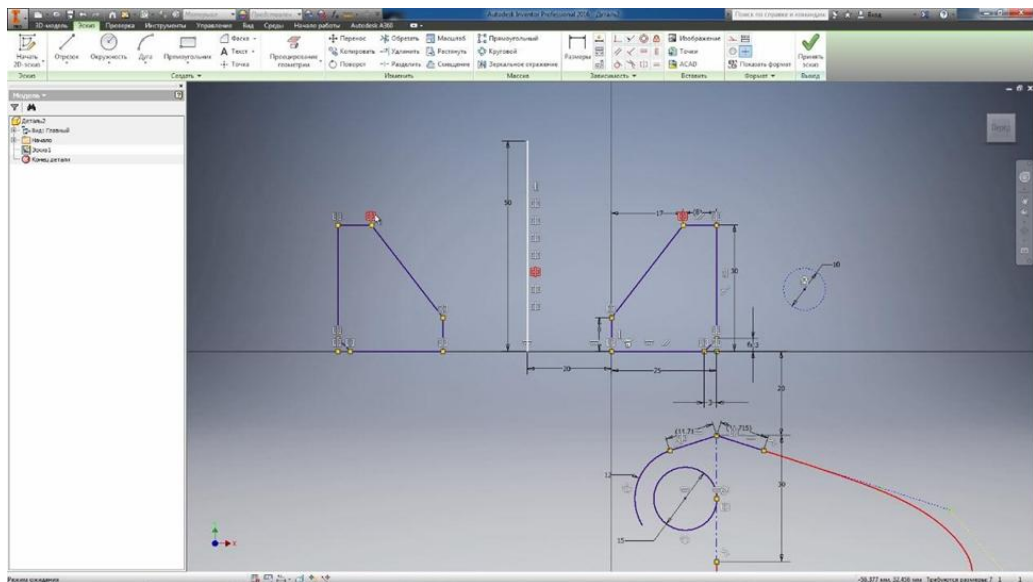
С помощью **Зависимости горизонтальности** зафиксируем нижний конец этого отрезка, зададим ему определенную длину и расстояние от начала координат. Этот отрезок будет вспомогательным, поэтому ему сразу можно задать свойство вспомогательной геометрии. И он будет использоваться как ось симметрии, то есть ему можно применить свойство **осевой линии**.



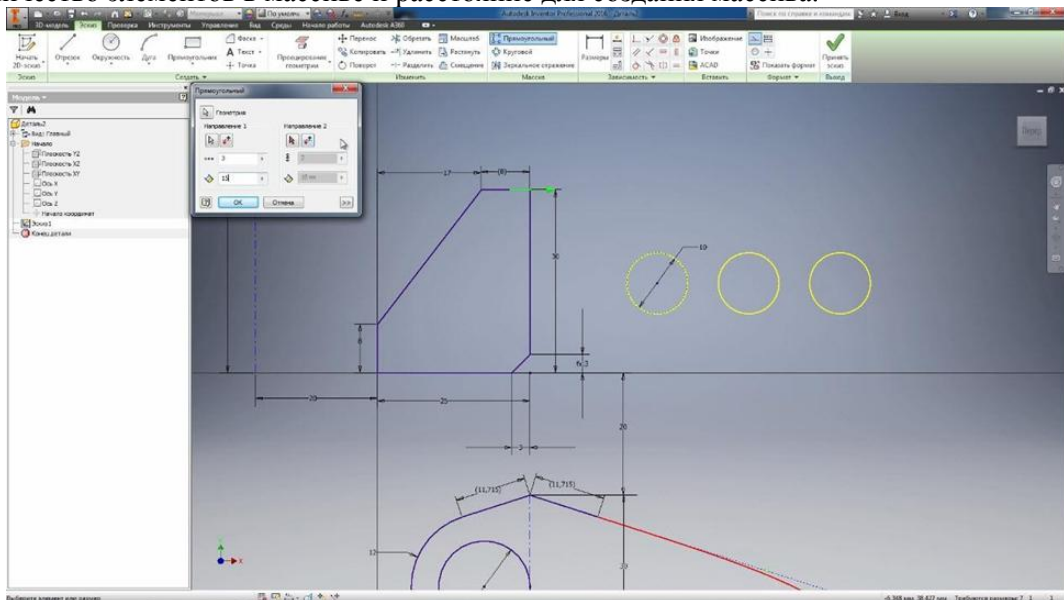
Выберем функцию **Зеркальное отражение**. Далее требуется выбрать объекты для отражения. Выбираем **Ось симметрии** и нажимаем **Применить**.



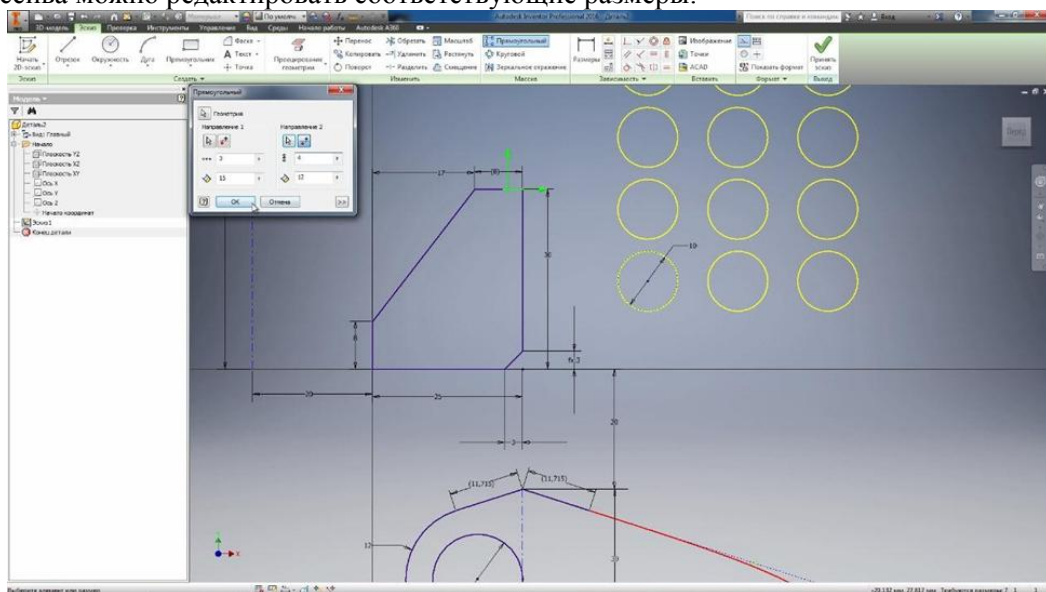
На эскизе создается геометрия, симметричная относительно осевой линии. Если нажать клавишу **F8**, то можно увидеть, что конечным точкам этих линий заданы свойства симметричности.



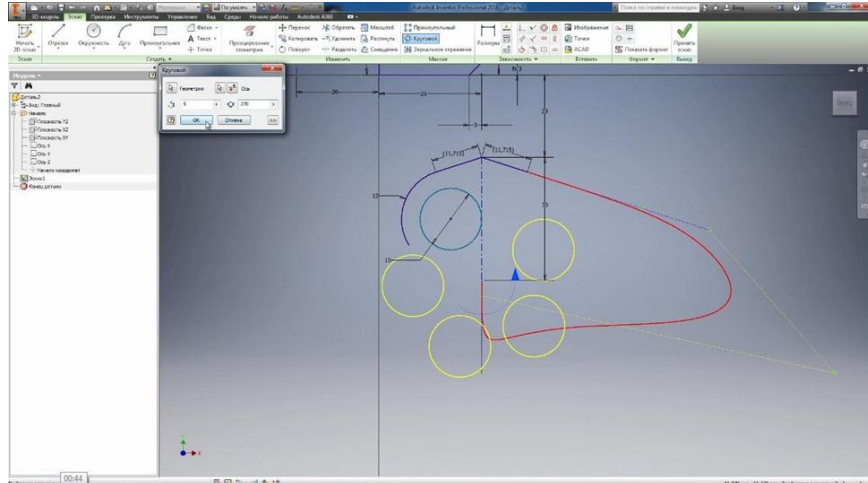
Также в эскизе можно создавать **Прямоугольный массив элементов**. Для этого также потребуется выбрать определенную геометрию. Например, выберем окружность. Далее потребуется выбрать направление для массива. В качестве направления можно выбрать один из элементов эскиза, например, отрезок. Далее выбираем количество элементов в массиве и расстояние для создания массива.



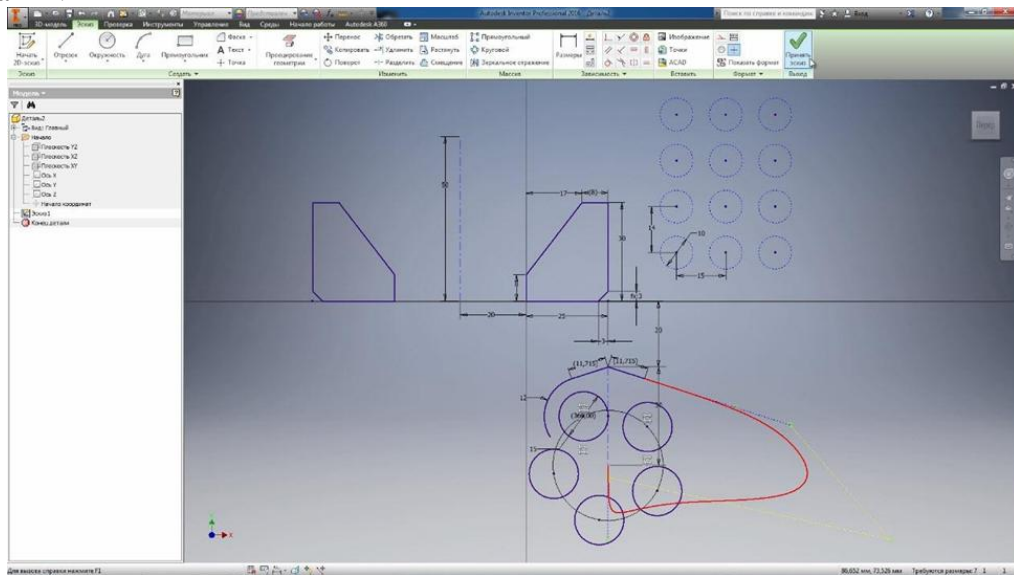
Далее можно выбрать направление по второй оси. Можно выбрать направление создания массива, а также задать шаг и количество рядов в массиве. Нажимаем **ОК** для создания массива. Для редактирования расстояния массива можно редактировать соответствующие размеры.



Таким же образом можно создавать **Круговые массивы**. Выберем геометрию для создания массива. Например, выберем окружность, дальше выберем ось для создания кругового массива. В качестве оси можно выбрать любую точку, например, конец отрезка. Дальше задаем количество элементов массива и угол для массива. Нажимаем **OK** для создания массива.

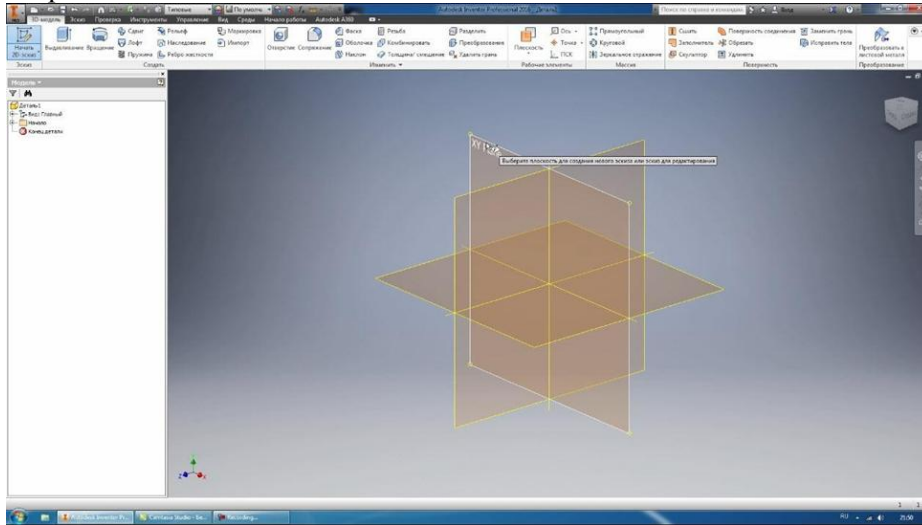


Размеры созданного массива также можно редактировать. Принимаем эскиз и сохраним деталь под названием **Деталь 2**.

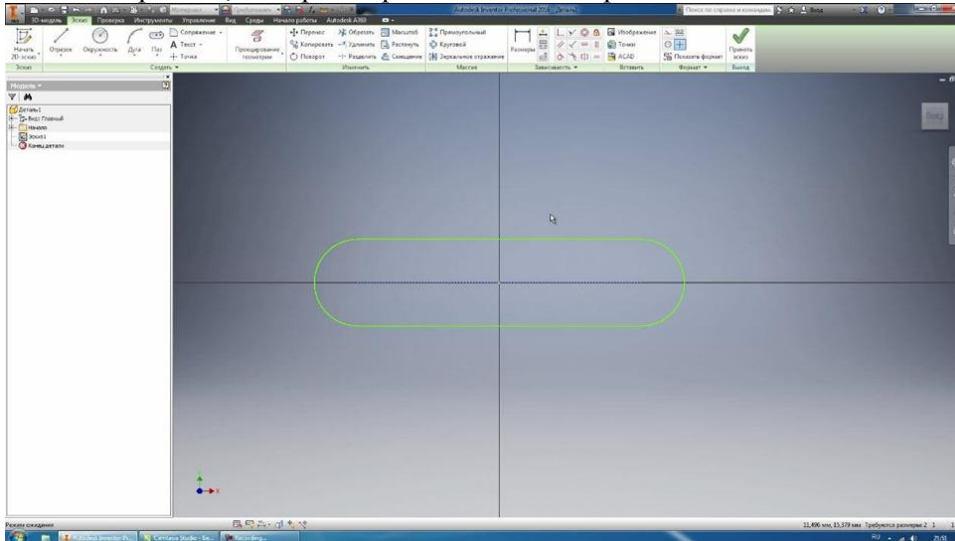


ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 Операция Выдавливание

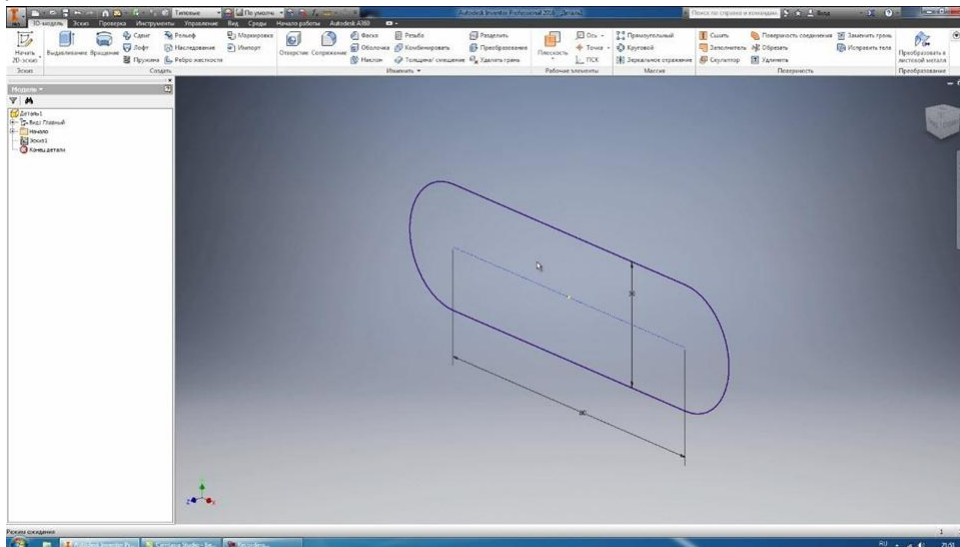
Основные операции для создания твердых тел в **Inventor**, это операции **Выдавливание** и **Вращение**. Рассмотрим, как выполняются эти операции. Создадим новую деталь и в детали создадим 2D эскиз. В качестве плоскости эскиза выбираем плоскость **XY**.



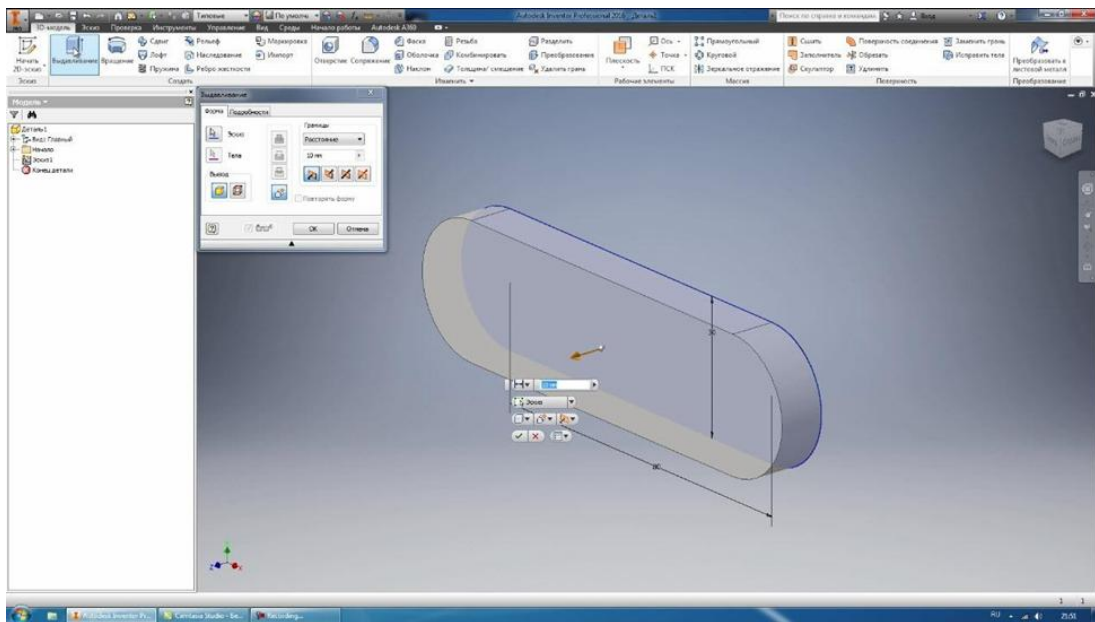
В эскизе раскроем функцию **Прямоугольник** и нарисуем **Паз** с центральной точкой. Центральную точку поставим в начало координат, выберем горизонтальное направление для создания паза и создаем паз.



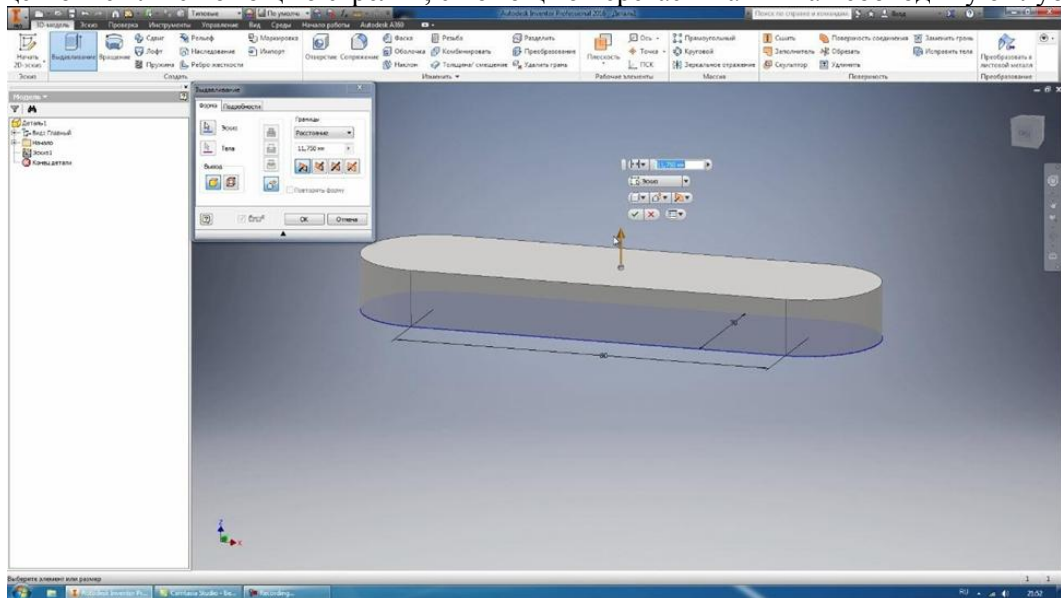
Проставим необходимые размеры. Ширина паза **30 мм**, и длина от центра до центра дуги **80 мм**. Принимаем эскиз.



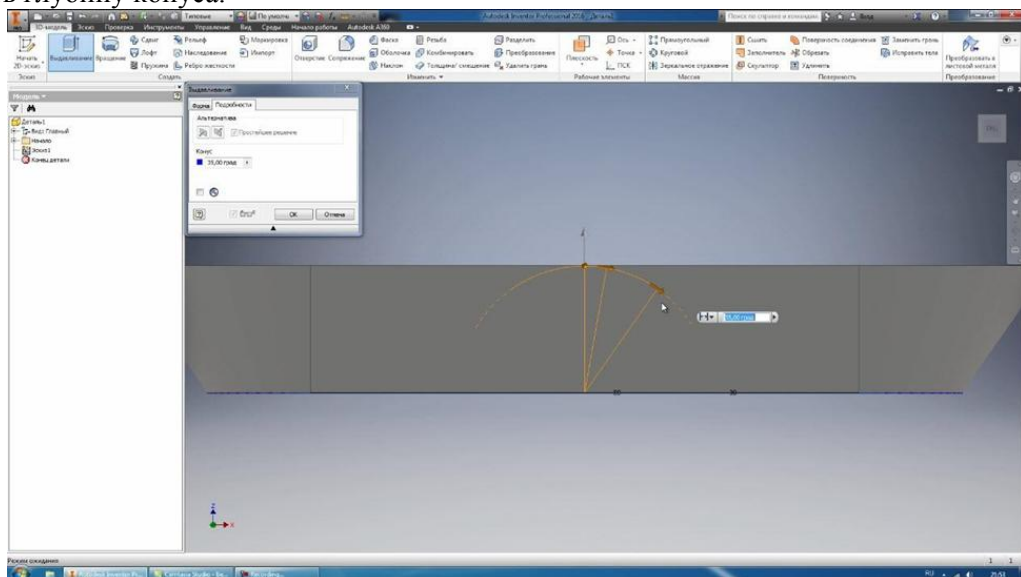
Данный эскиз имеет замкнутый контур, поэтому для него можно выполнить операцию **Выдавливание**.



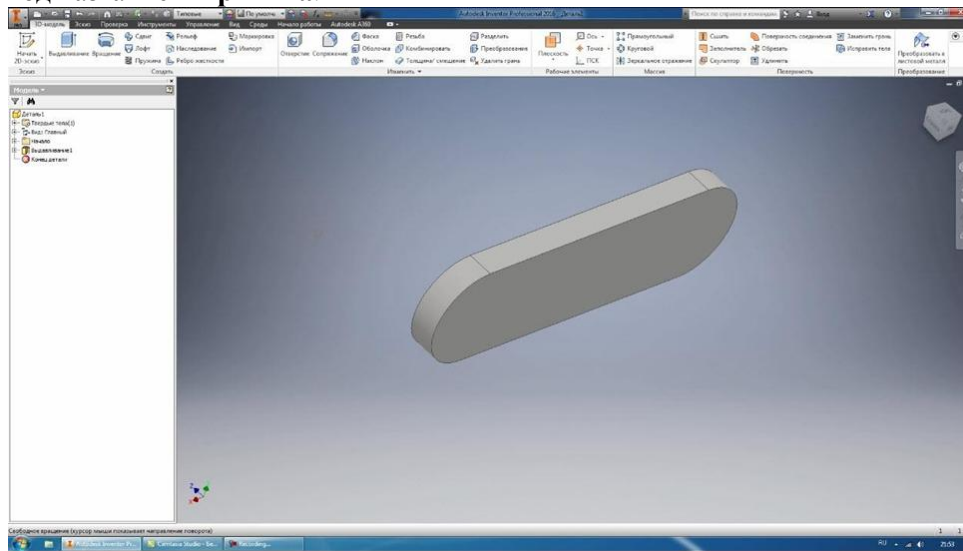
Выбираем эту операцию, так как это единственный замкнутый контур на эскизе, и он сразу выбирается для операции **Выдавливание**. Далее нужно указать глубину для выдавливания. Можно указывать глубину в соответствующем окне или с помощью стрелки, с помощью перетаскивания на необходимую глубину.



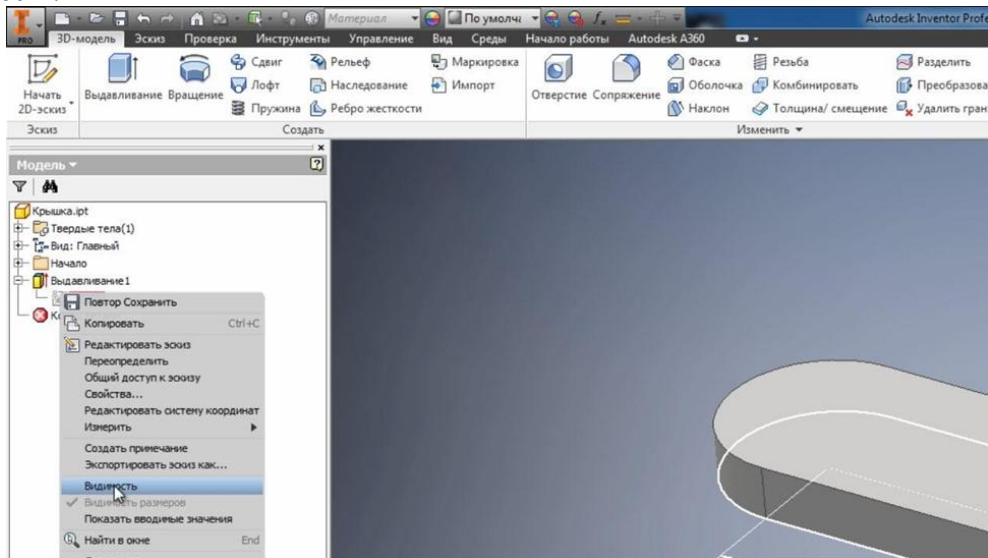
Выдавливание можно производить по прямой, либо по конусной части. Указать глубину конуса можно в окне подробностей, тогда выдавливание будет производиться по конусу с указанием угла. С помощью стрелки можно выбрать глубину конуса.



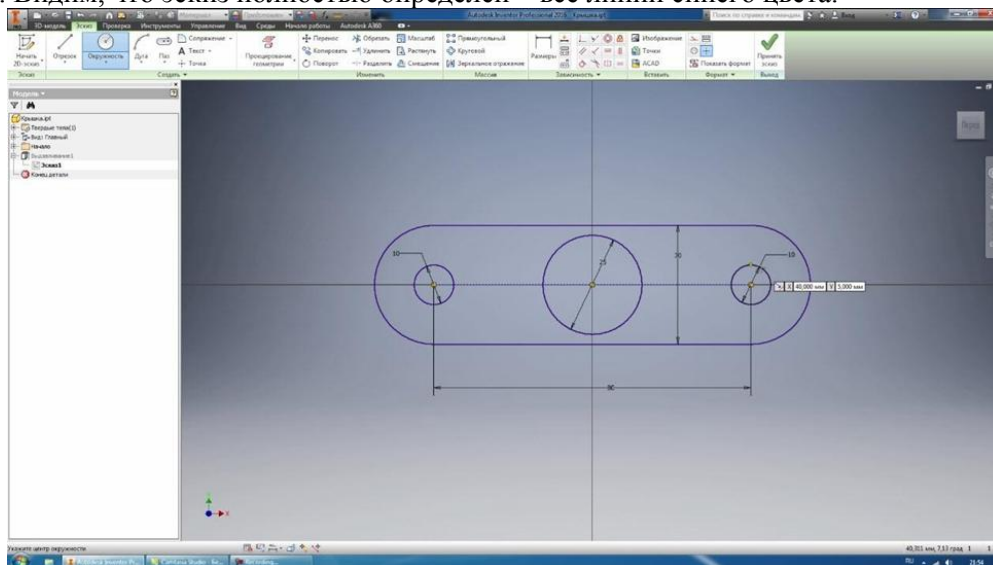
Вернем глубину конуса на **0** и выполним выдавливание эскиза на **8 мм**. Получили твердое тело. Сохраним деталь под названием **Крышка**.



Далее, чтобы продолжить работу уже с созданным эскизом, нужно включить его видимость. В браузере раскрываем операцию **Выдавливание**, находим эскиз и, нажав **правой кнопкой мыши** по нему, включаем видимость.

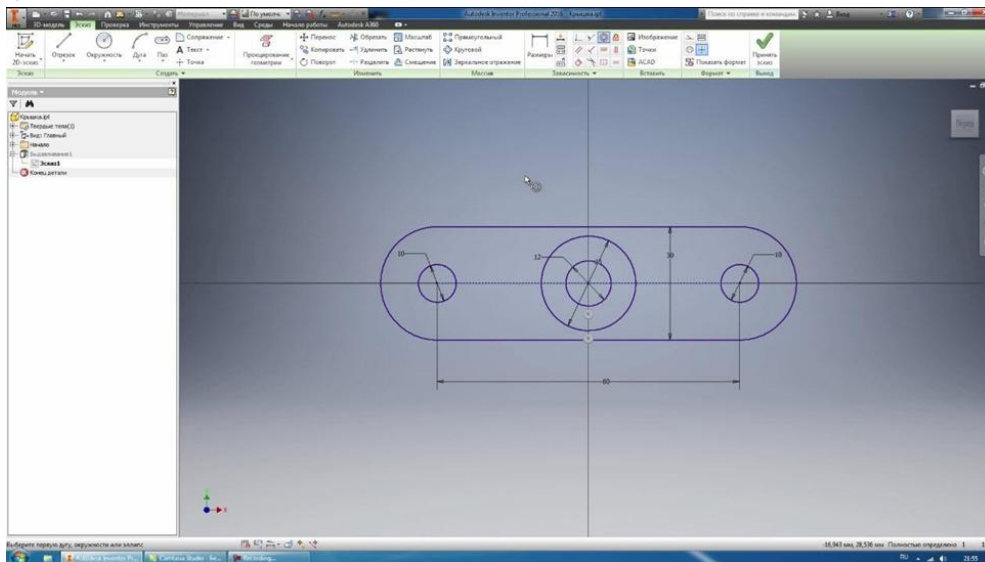


Для редактирования эскиза выполним **двойной щелчок левой кнопки мыши** по нему. Нарисуем окружность в центре паза, диаметром **25 мм** и две небольшие окружности диаметром **10 мм** в центрах скругления паза. Видим, что эскиз полностью определен – все линии синего цвета.

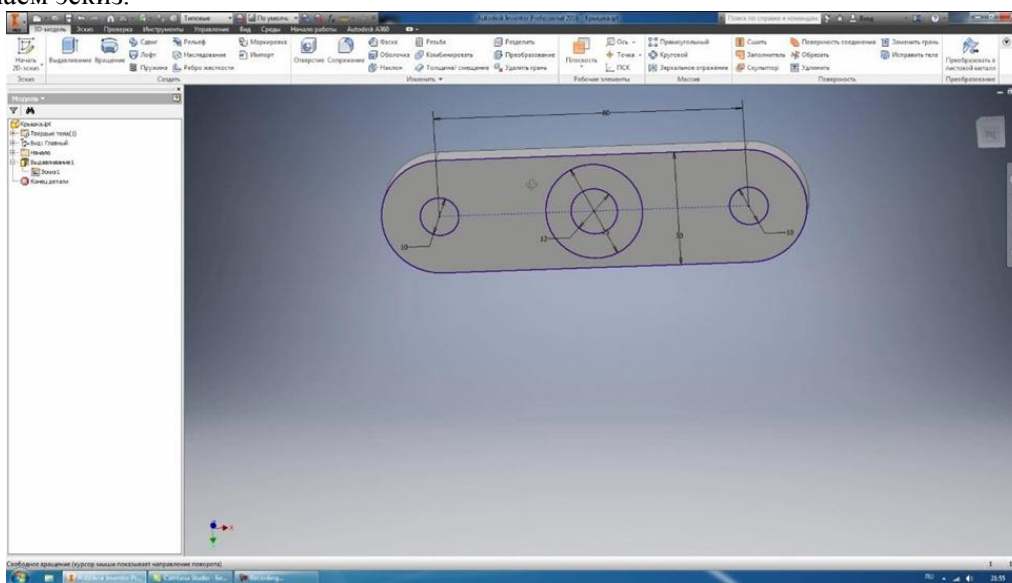


Нарисуем еще одну окружность диаметром **12 мм** в стороне от эскиза, чтобы поместить эту окружность в центр большой окружности, ее можно просто перетащить в центр или наложить зависимость совмещения с

центром окружности с центром паза, или зависимость концентричности данной окружности с окружностью диаметром **25 мм**.

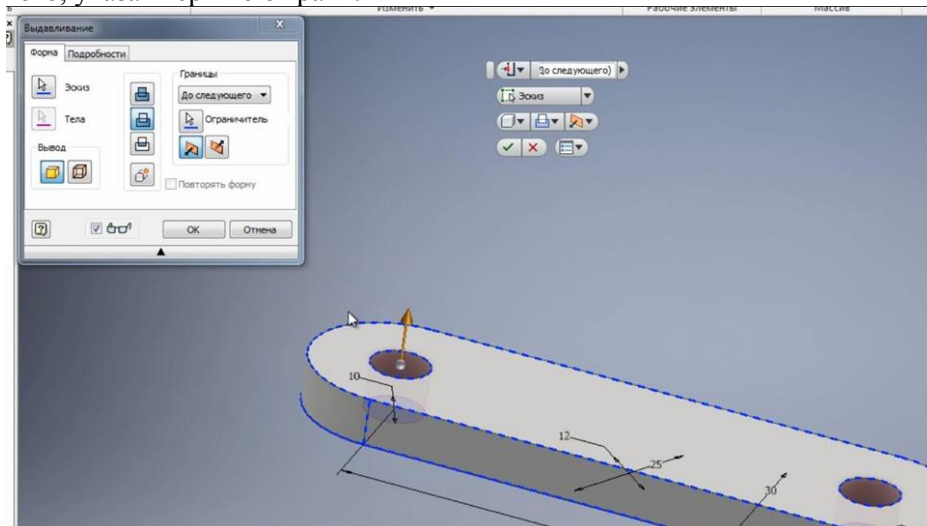


Принимаем эскиз.

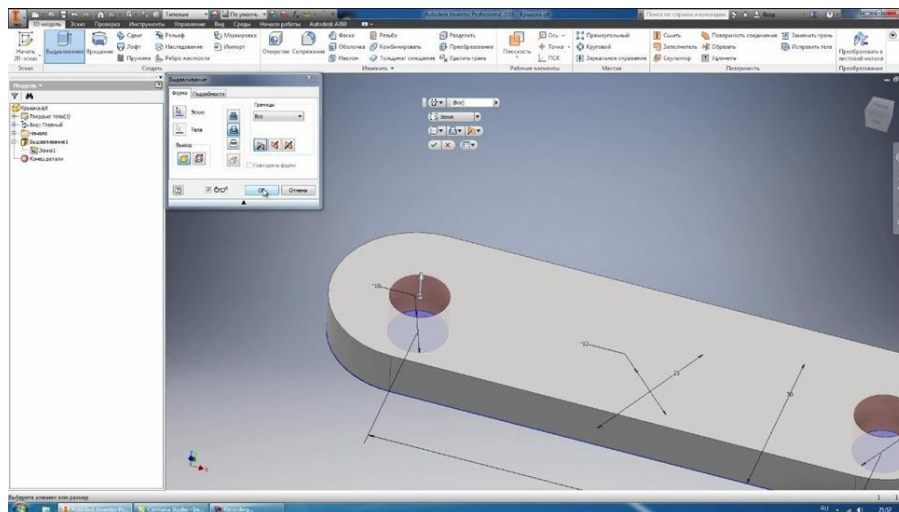


С помощью операции **Выдавливание** можно также вычитать из уже созданного тела замкнутые контуры эскиза.

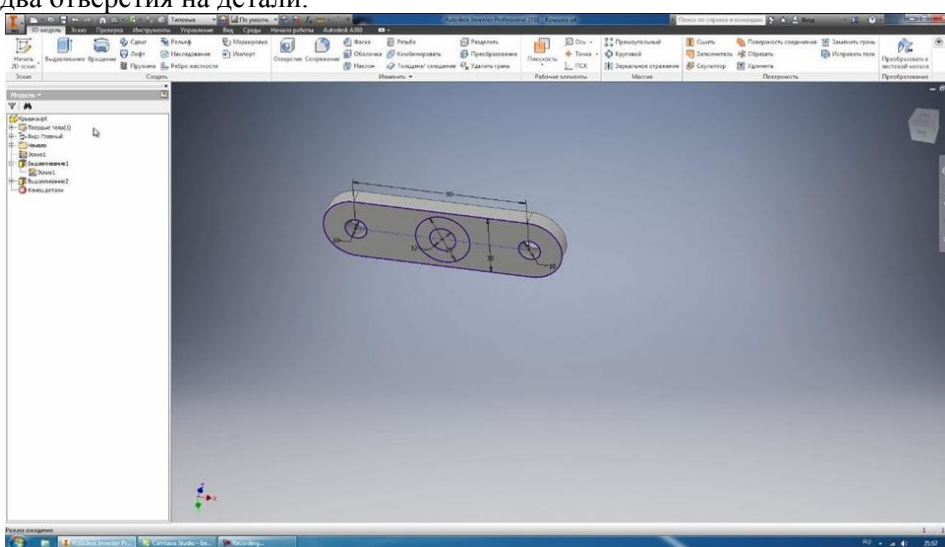
В качестве эскиза выберем две окружности диаметры, которых **10 мм**, выбираем операцию **Выдавливание**, также укажем расстояние этого выдавливания. Можно указать расстояние, можно указать до следующего и при этом выбрать до чего будет выполняться выдавливание, например, до верхней грани, можно выбрать до выбранного, указав верхнюю грань.



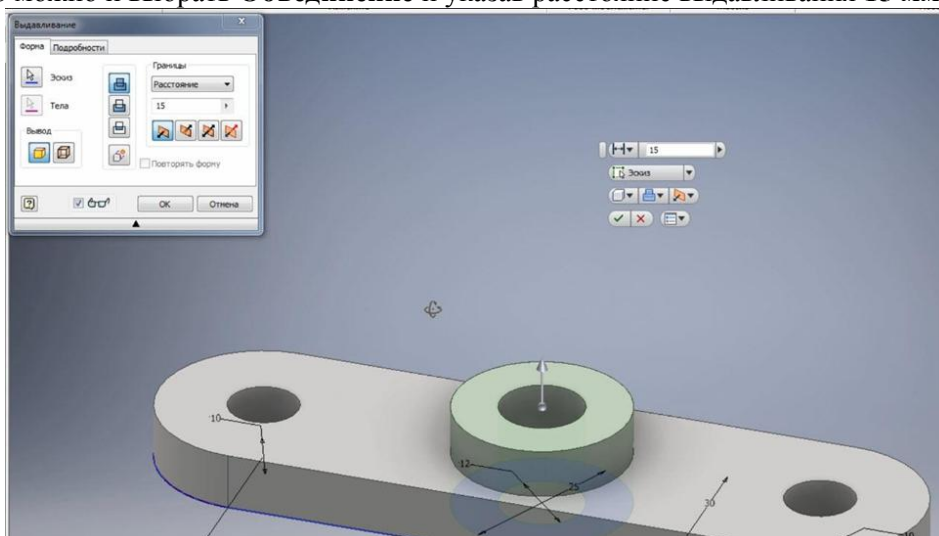
Указав **Между**, теперь необходимо указать две грани между которыми будет выполняться выдавливание, или указать **Все** для выдавливания насквозь через твердое тело. Оставим последний вариант. Нажимаем **ОК**.



Получили два отверстия на детали.

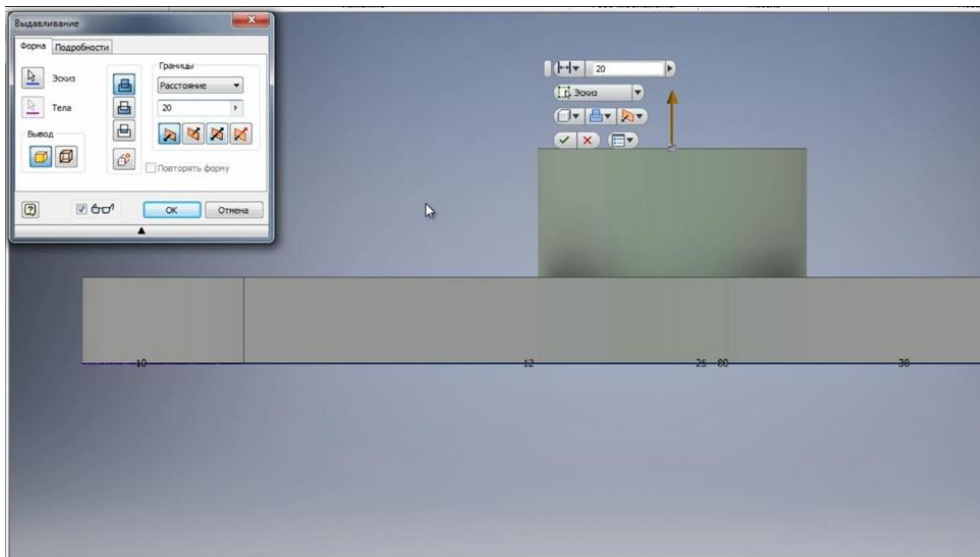


Выполним еще одну операцию **Выдавливание**. Выберем окружность диаметром **25 мм** при этом не выбирая окружность диаметром **12 мм**, которая находится внутри нее. По умолчанию выбирается выдавливание с **Вычитанием**, но можно и выбрать **Объединение** и указав расстояние выдавливания **15 мм** наростим деталь.

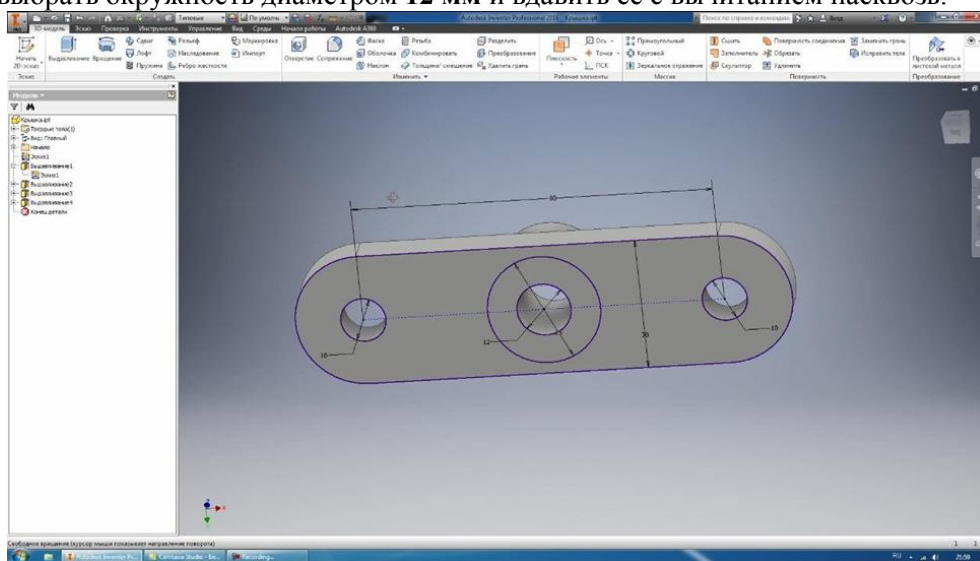


В качестве направления также можно выбирать его с помощью стрелки, или выбирать направление с помощью следующих функций.

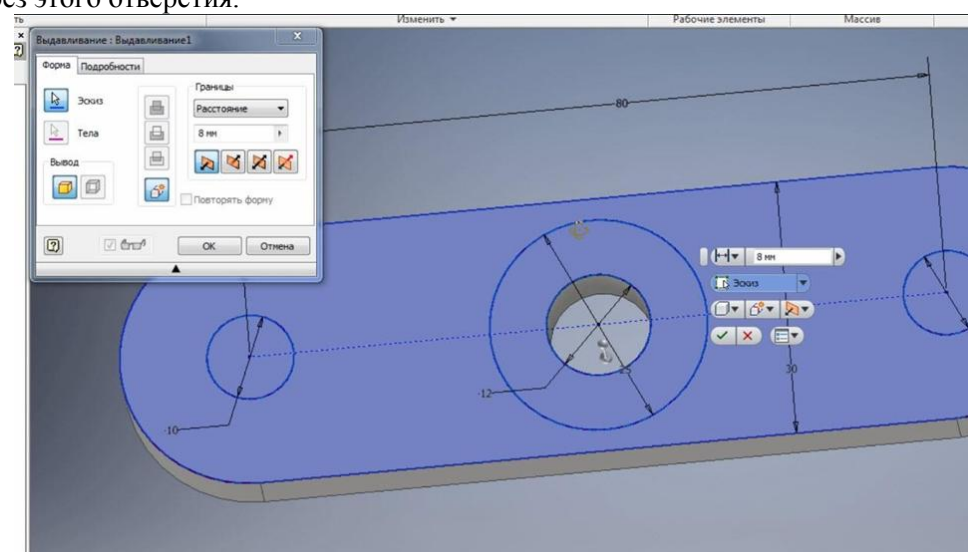
Также можно создавать **Симметричное выдавливание**, которое будет симметрично относительно плоскости эскиза или ассиметрично с указанием глубины выдавливания в каждую сторону. Выберем первый вариант **Направление1** и глубину выдавливания **20 мм** с созданием твердого тела. Нажимаем **ОК**.



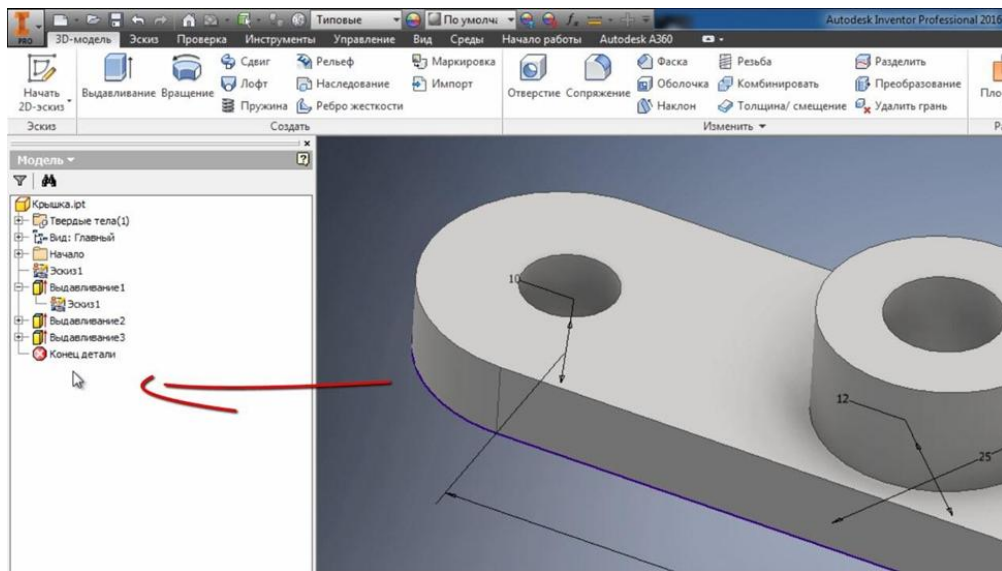
Теперь для получения отверстия в первой операции выдавливания, можно выполнить еще одно выдавливание и выбрать окружность диаметром **12 мм** и вдавить ее с вычитанием насквозь.



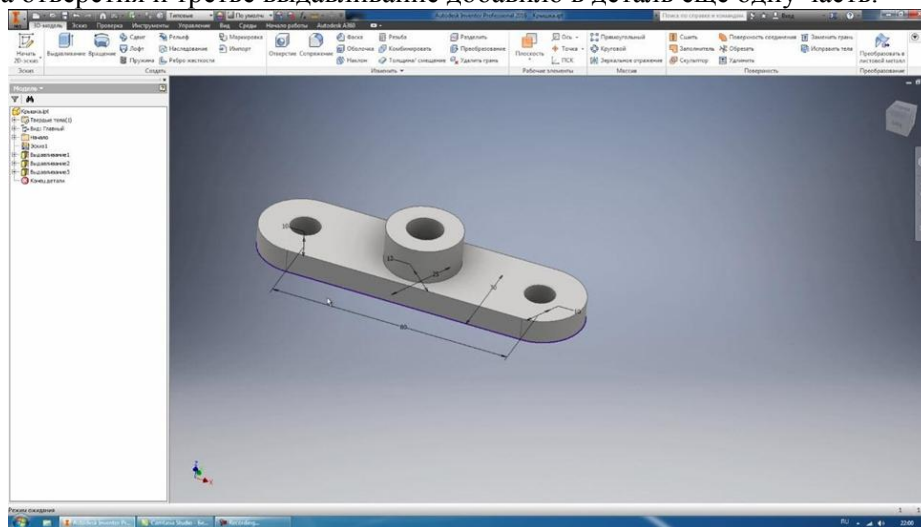
Можно отменить это действие и отредактировать первое выдавливание. Активируем выбор эскиза и с помощью клавиши **Ctrl** выбрать замкнутую часть эскиза, которая будет исключена из операции выдавливания. Выбираем, удерживая клавишу **Ctrl**, окружность диаметром **12 мм**. Видим, что первая операция будет выполнена уже без этого отверстия.



В браузере есть функция **Конец детали**, которая позволяет отследить поочередно каждую операцию создания детали.

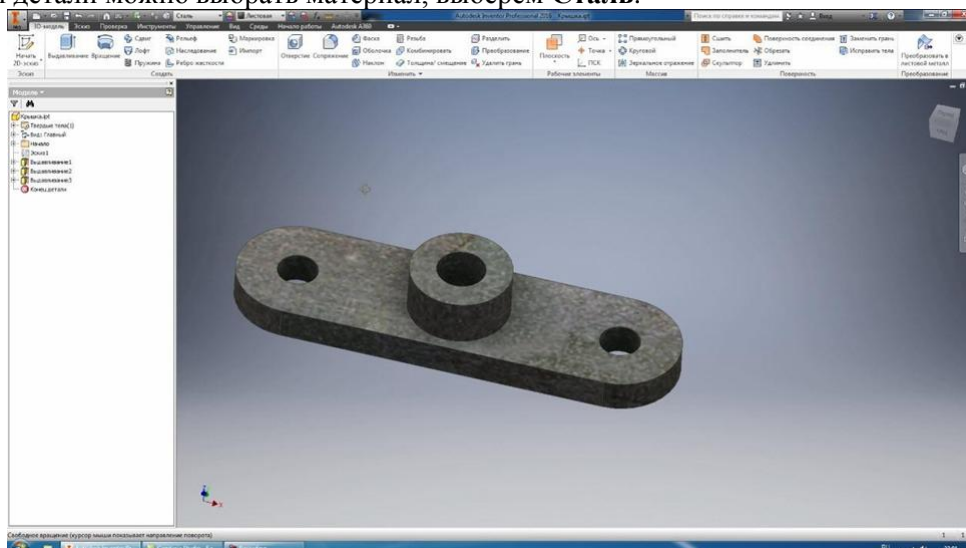


Перетаскиванием этого крестика можно проследить очередность создания детали. В нашем случае был создан **Эскиз1**, затем было создано первое выдавливание **Выдавливание1**, далее следующее выдавливание, которое создало два отверстия и третье выдавливание добавило в деталь еще одну часть.

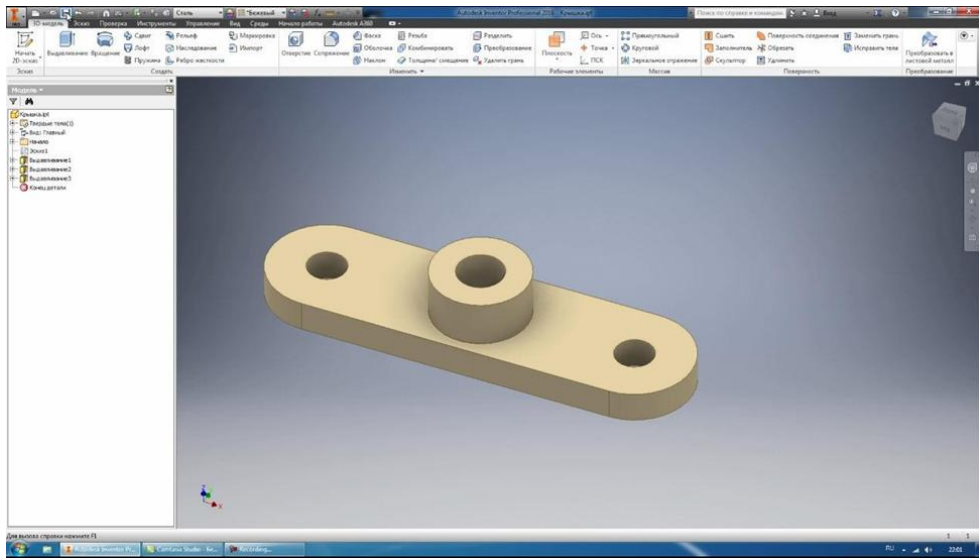


Сохраним деталь. Отключим видимость эскиза.

Также для детали можно выбрать материал, выберем **Сталь**.



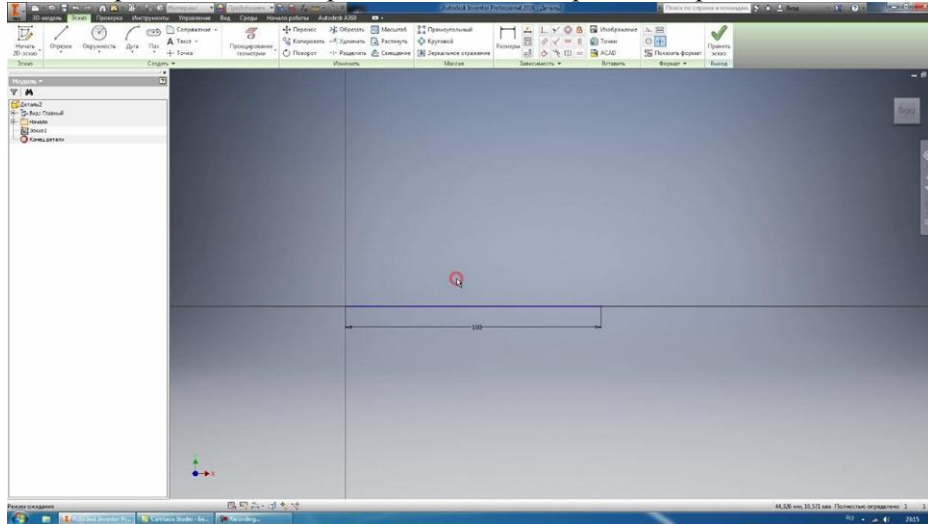
По умолчанию изменилась текстура детали. В качестве текстуры можно выбрать любой цвет из предустановленных. Например, выберем бежевый цвет. Сохраним деталь.



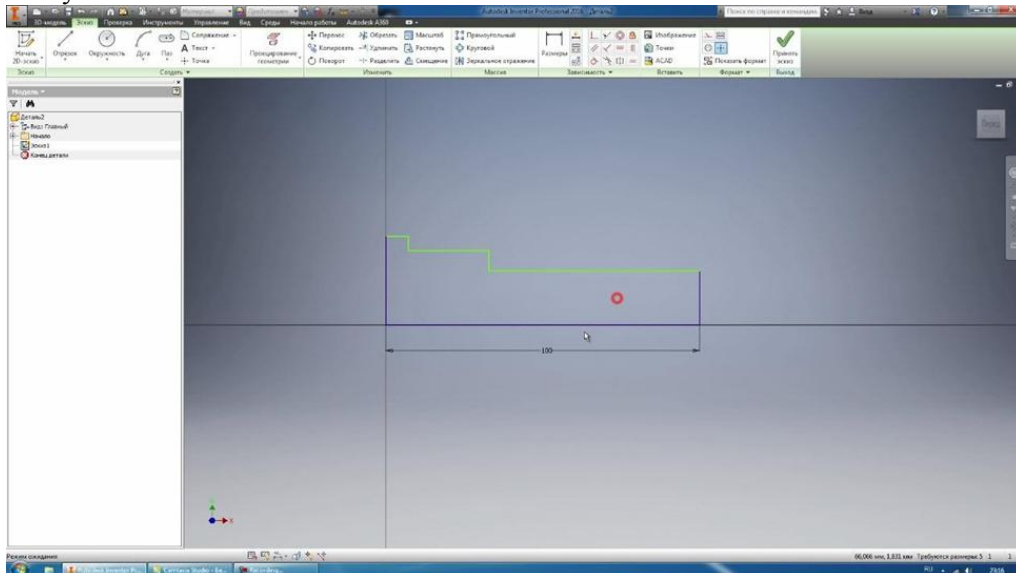
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Операция Вращение

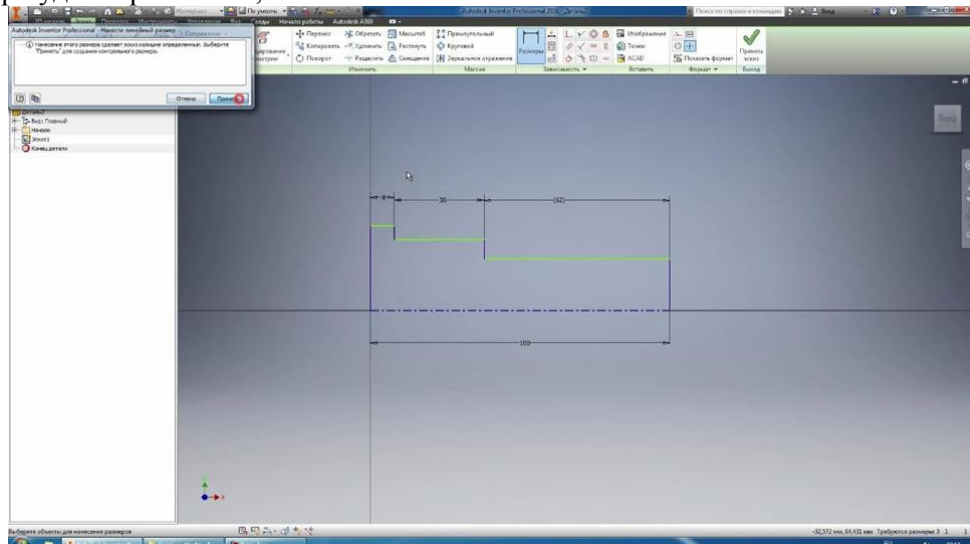
Детали в **Inventor** также можно создавать с помощью операции **Вращение**. Создадим **2D** эскиз плоскости **XY**. Проведем горизонтальный отрезок от начала координат вправо на **100 мм**.



Дальше создадим контур детали вращения. С помощью отрезков создаем контур ступенчатого вала, сделаем эскиз замкнутым.

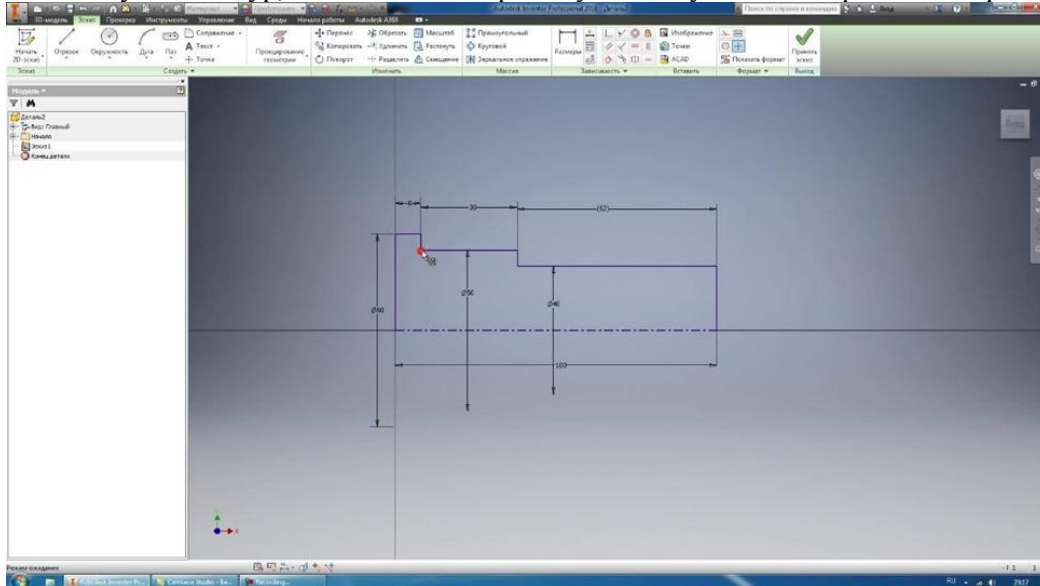


Первую горизонтальную линию, которая идет от начала координат, сделаем осевой. Проставим горизонтальные размеры для горизонтальных отрезков. Размеры можно проставлять, выбирая полностью отрезок или выбирая конечные точки отрезков. Также можно проставлять размеры от линии до точки. Последний размер будет справочным, соглашаемся с этим и нажимаем **ОК**.

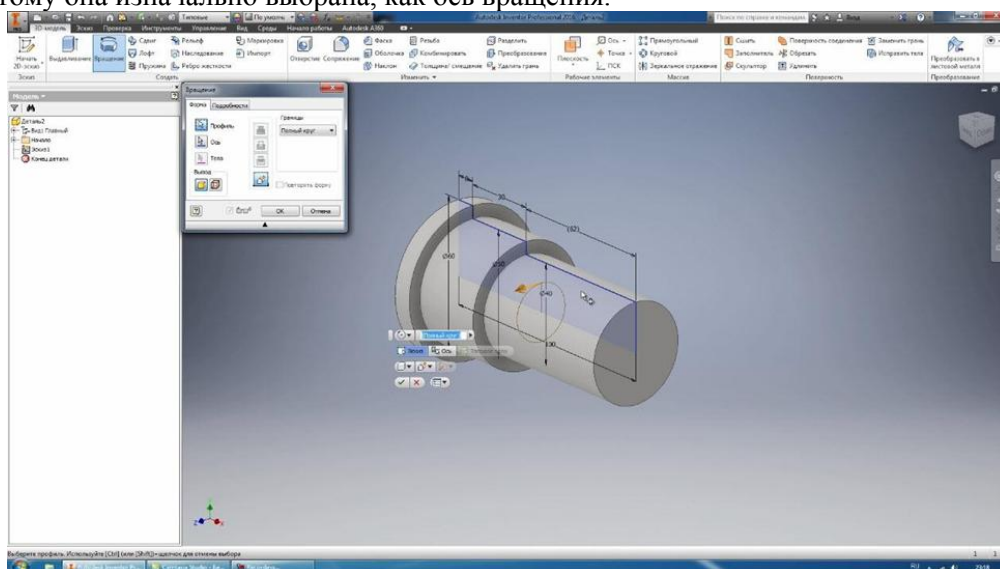


Также размеры можно проставлять между отрезками. Если ставить размер к линии, которой мы задали как осевую, то автоматически будет проставляться размер диаметра. Проставим все необходимые размеры.

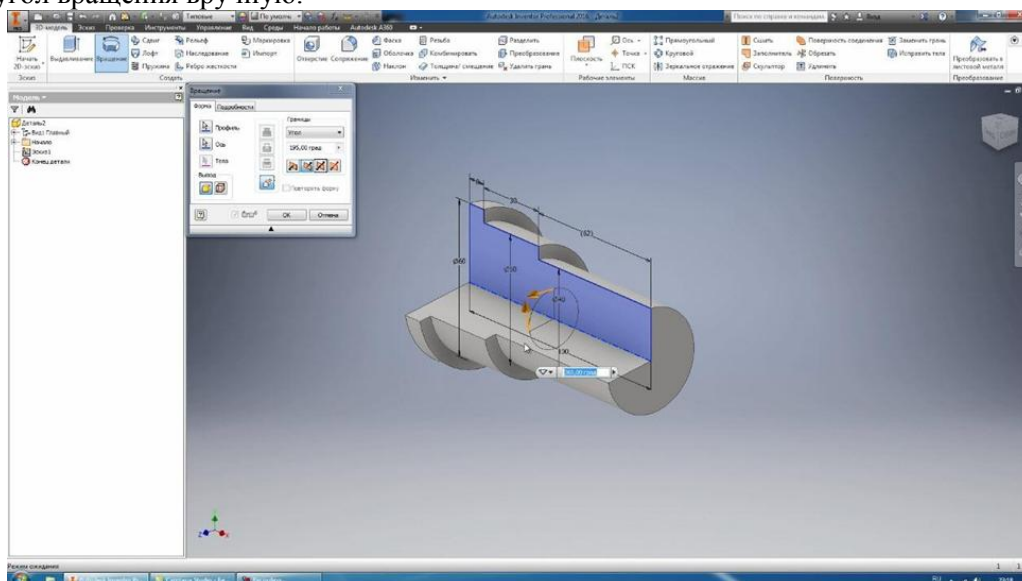
Получили замкнутый контур, с помощью которого будем получать тело вращения. Принимаем эскиз.



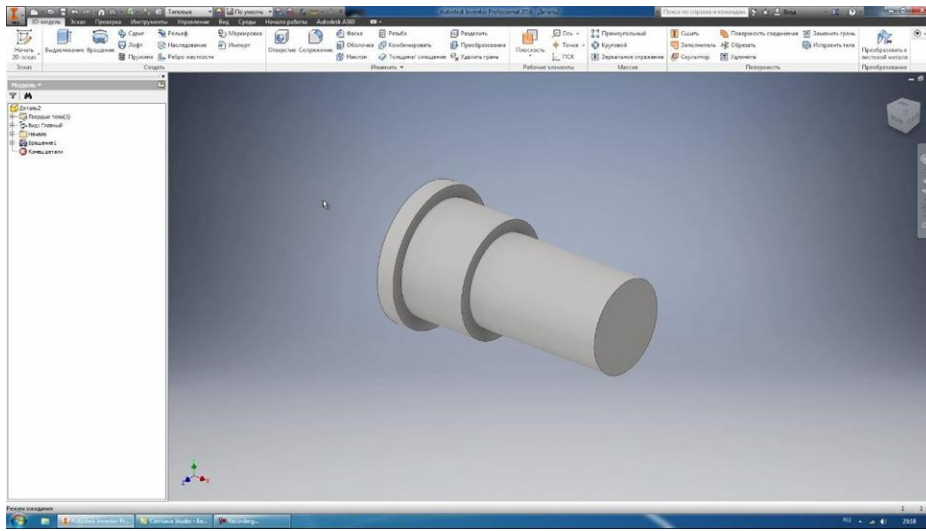
Выбираем операцию **Вращение**. В эскизе имеется один замкнутый контур и линия, которую мы задали как осевую, поэтому она изначально выбрана, как ось вращения.



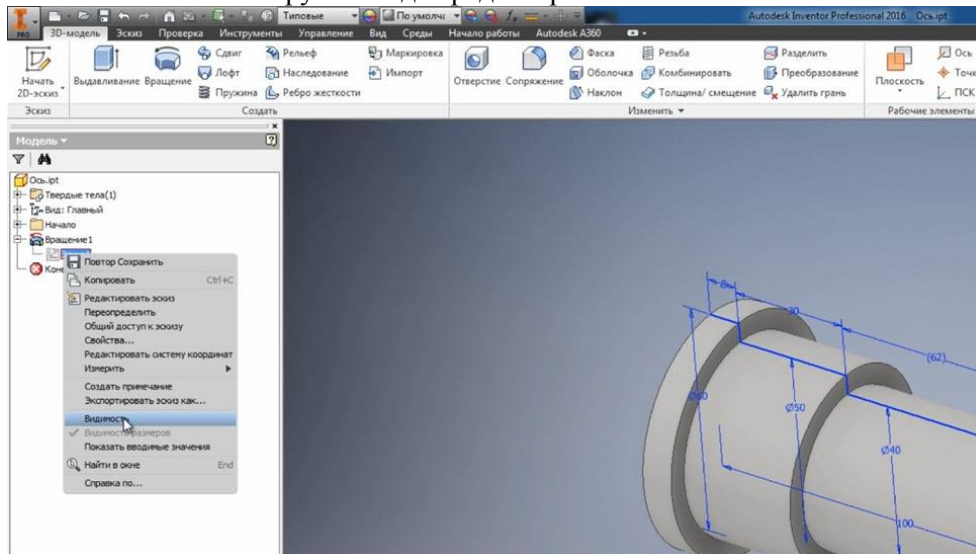
Вращение можно выполнять на **Полный круг** или с помощью стрелки задавать угол вращения. Также можно ввести угол вращения вручную.



Выберем **Полный круг**. Нажимаем **ОК**. Создалась деталь вращения. Сохраним ее под названием **Ось**.

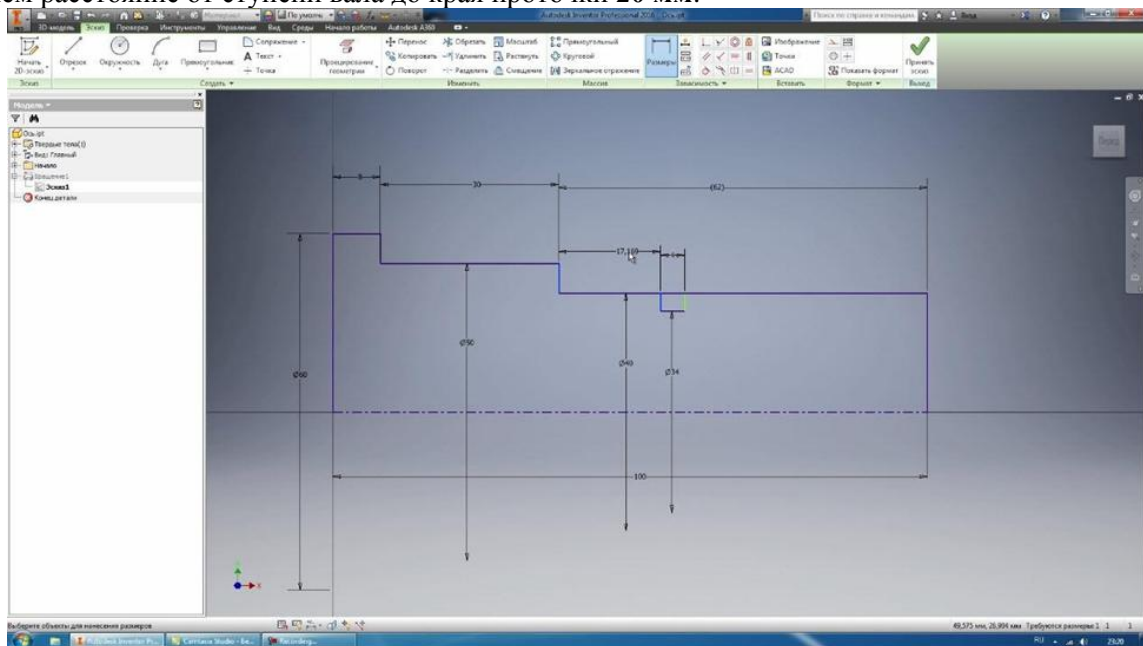


Можно продолжить работать с уже созданным эскизом для этого включим его видимость и **двойным щелчком левой кнопки мыши** активируем его для редактирования.

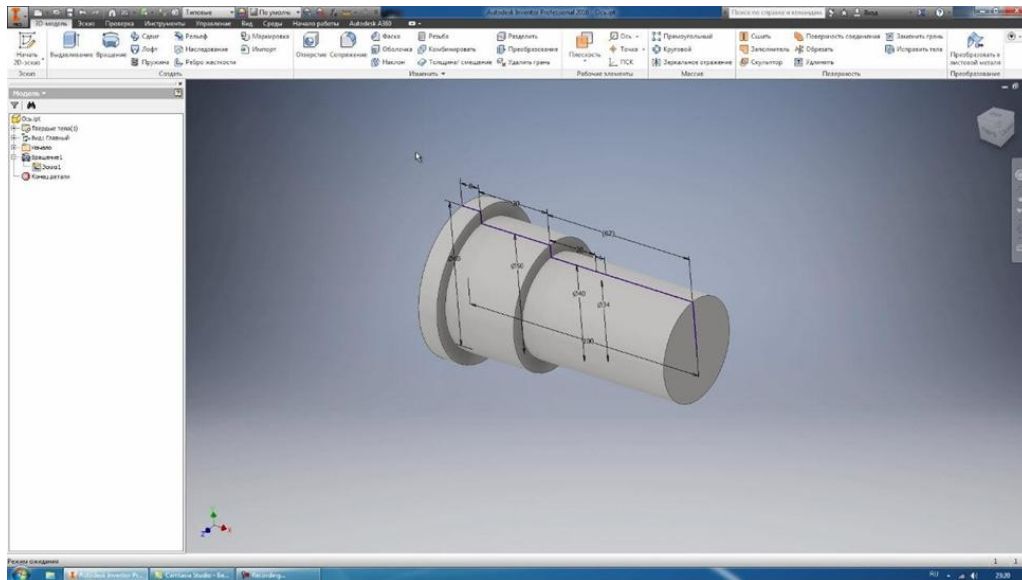


Нарисуем прямоугольник по двум точкам. Выберем начальную точку прямоугольника на отрезке и вторую точку для создания прямоугольника.

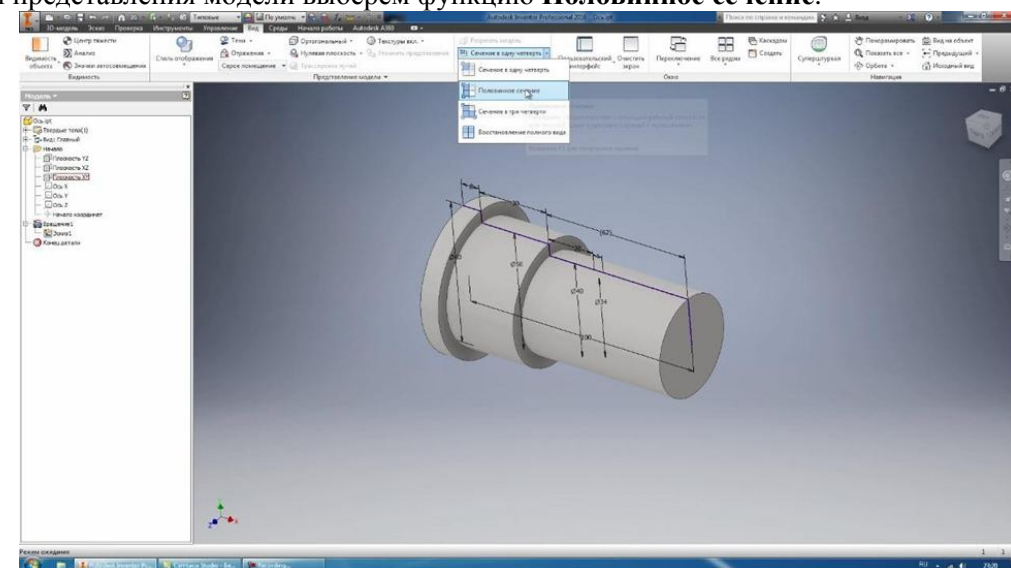
Создадим на валу проточку, проставим диаметр для проточки **34 мм**, укажем ширину этой проточки **4 мм** и укажем расстояние от ступени вала до края проточки **20 мм**.



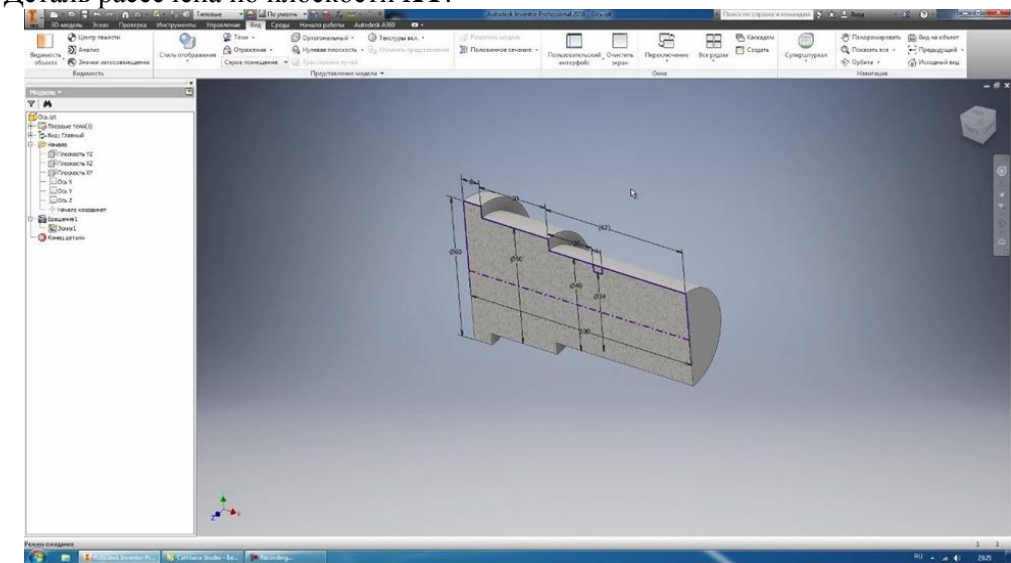
Принимаем эскиз.



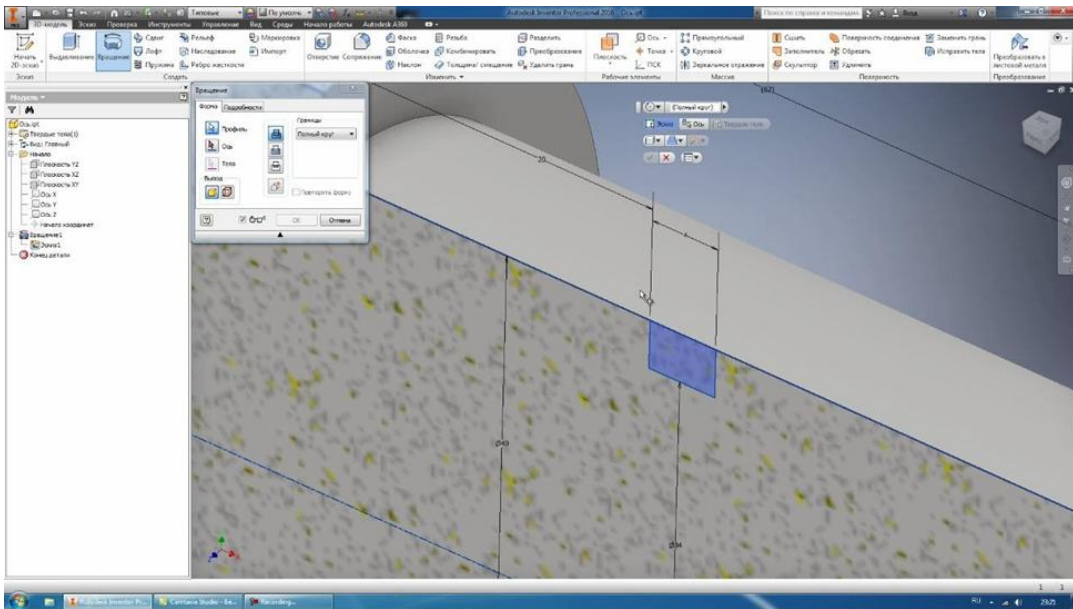
Для наглядности можно выполнить в детали сечение по плоскости **XU**. Для этого перейдем на вкладку **Вид**. На панели представления модели выберем функцию **Половинное сечение**.



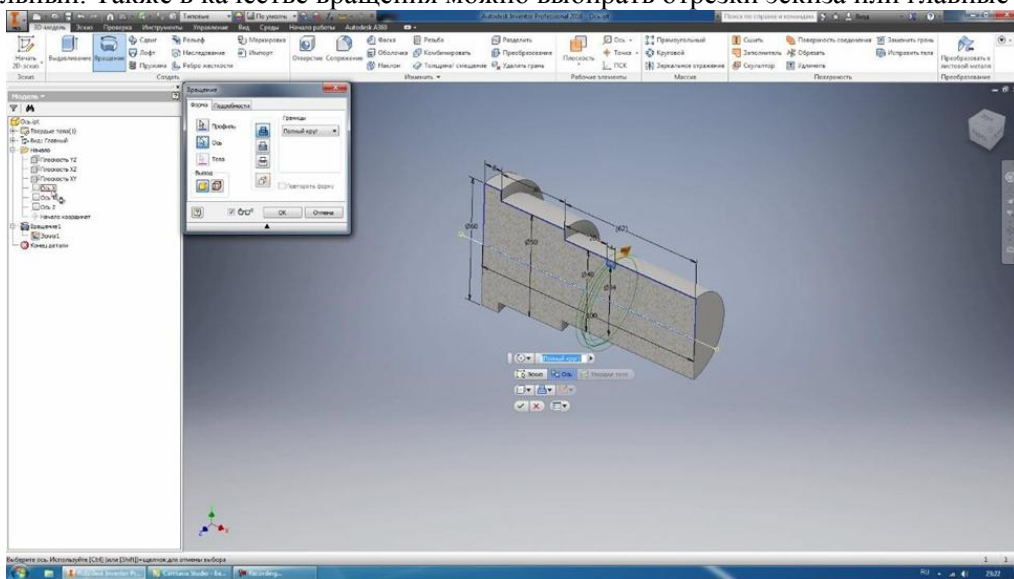
С помощью этой функции можем рассечь деталь по выбранной плоскости. Выбираем плоскость **XU** и нажимаем **ОК**. Деталь рассечена по плоскости **XU**.



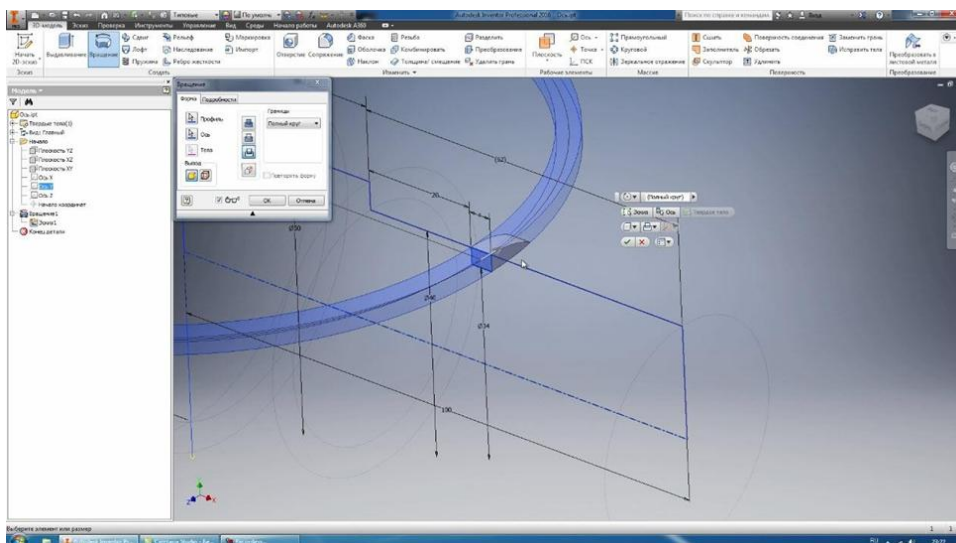
Вернемся на вкладку **3D модель** и выполним вращение. Теперь эскиз имеет два замкнутых контура, поэтому нужно выбрать контур для вращения. Выбираем нарисованный прямоугольник.



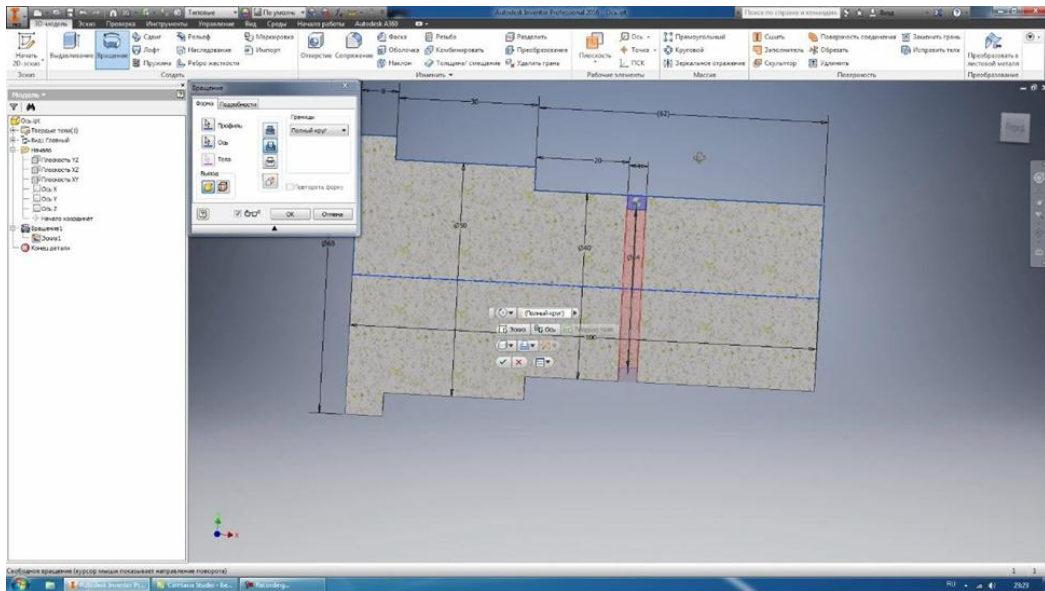
Далее выбираем ось для вращения. В качестве оси можно выбирать любой отрезок, как вертикальный, так и горизонтальный. Также в качестве вращения можно выбирать отрезки эскиза или главные оси детали.



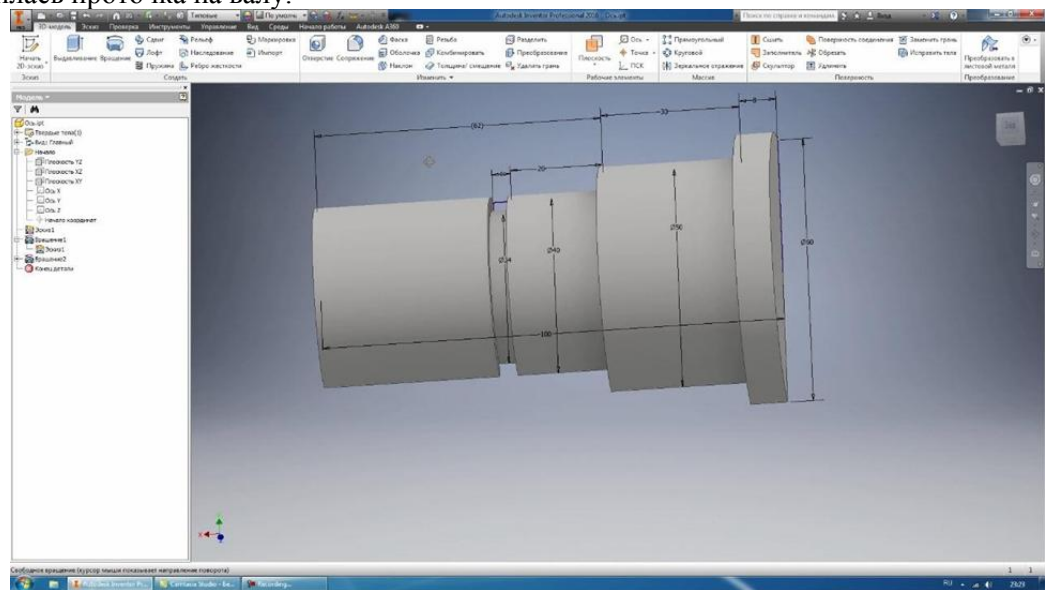
Вращение также можно выполнять с **Объединением** или с **Вычитанием**. Последняя функция позволяет получить тело, которое получается на пересечение двух вращений. То есть то, что остается от пресечений двух операций.



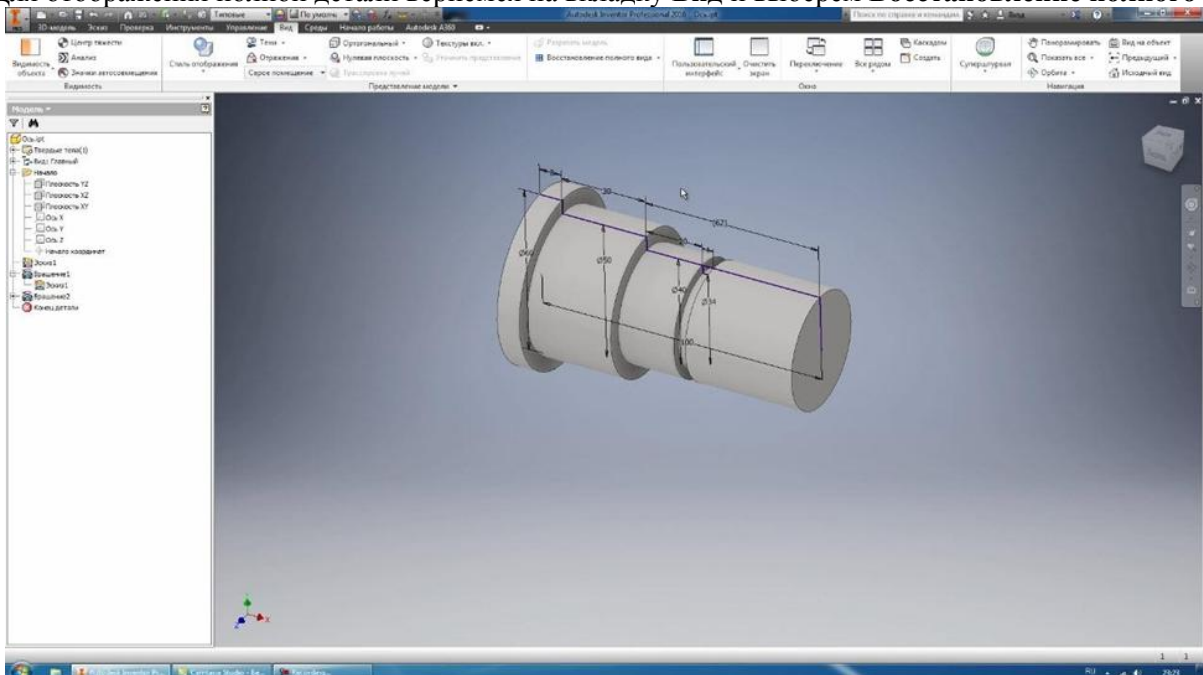
Нам нужно выполнить вращение с **Вычитанием** и вокруг оси **X**. Нажимаем **ОК**.



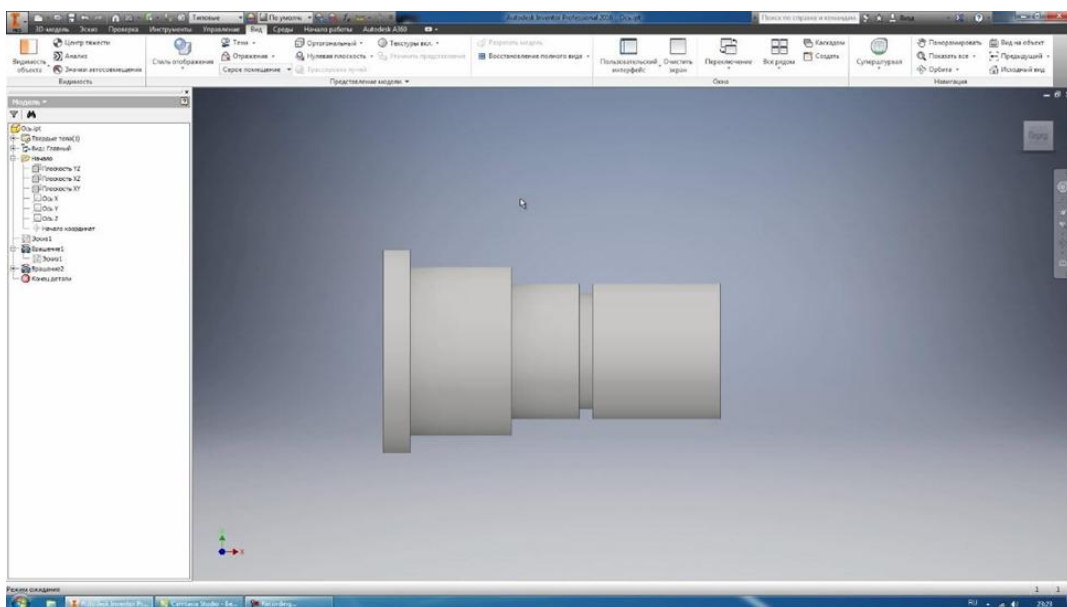
Получилась проточка на валу.



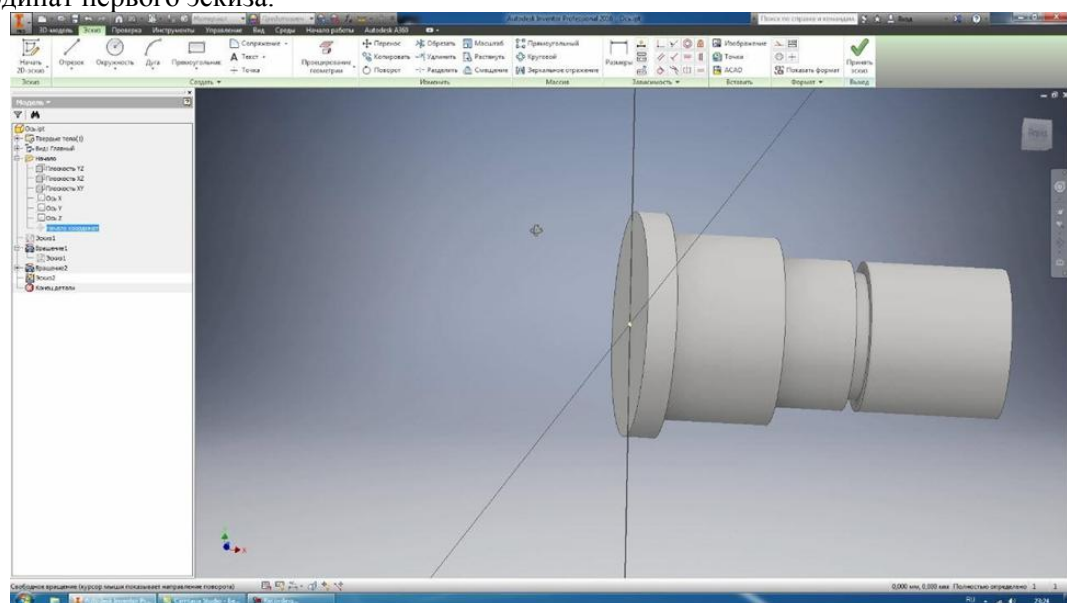
Для отображения полной детали вернемся на вкладку **Вид** и выберем **Восстановление полного вида**.



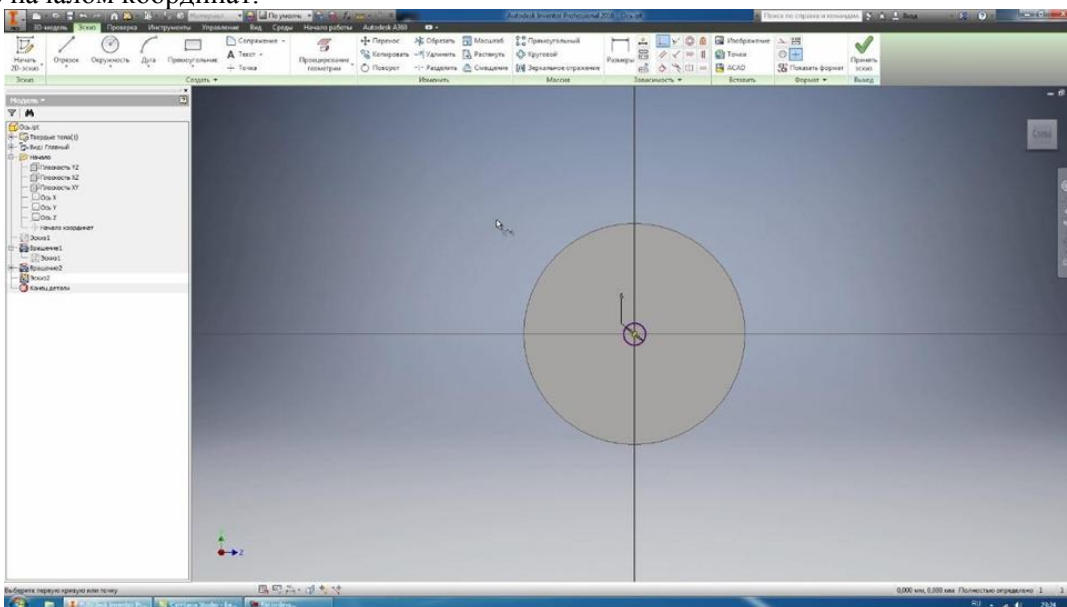
Теперь можно выключить видимость эскиза. Деталь создана.



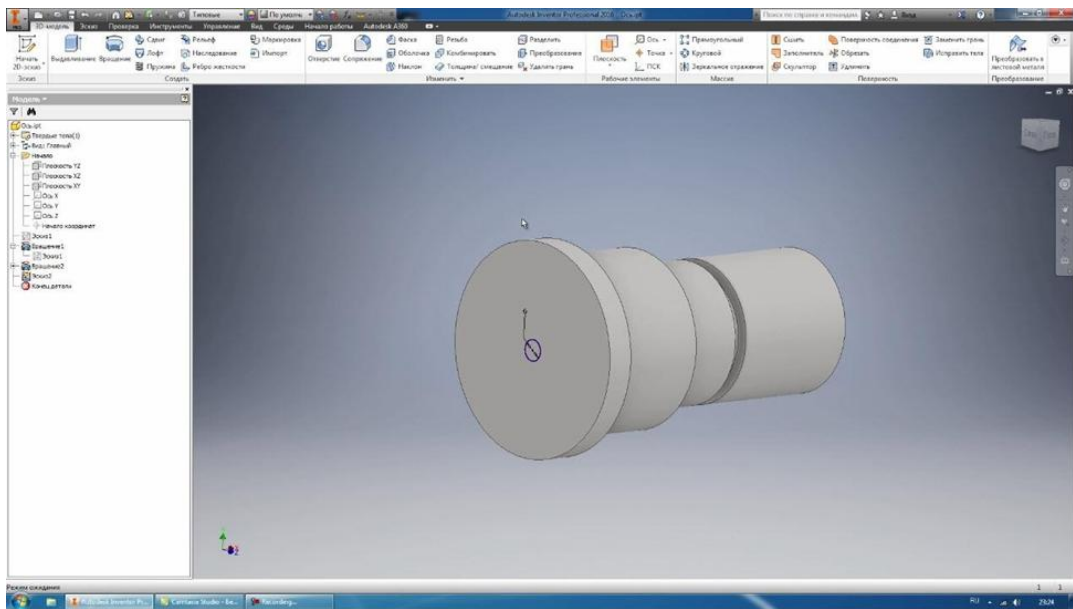
Также можно в одной детали комбинировать операции вращения и выдавливания. Например, создадим в плоскости **YZ** новый эскиз, видим, что в браузере он создан как **Эскиз2**. Начало координат совпадает с началом координат первого эскиза.



Теперь используем оси **YZ**. Нарисуем в этом эскизе одну окружность диаметром **6 мм**. Совместим центр окружности с началом координат.

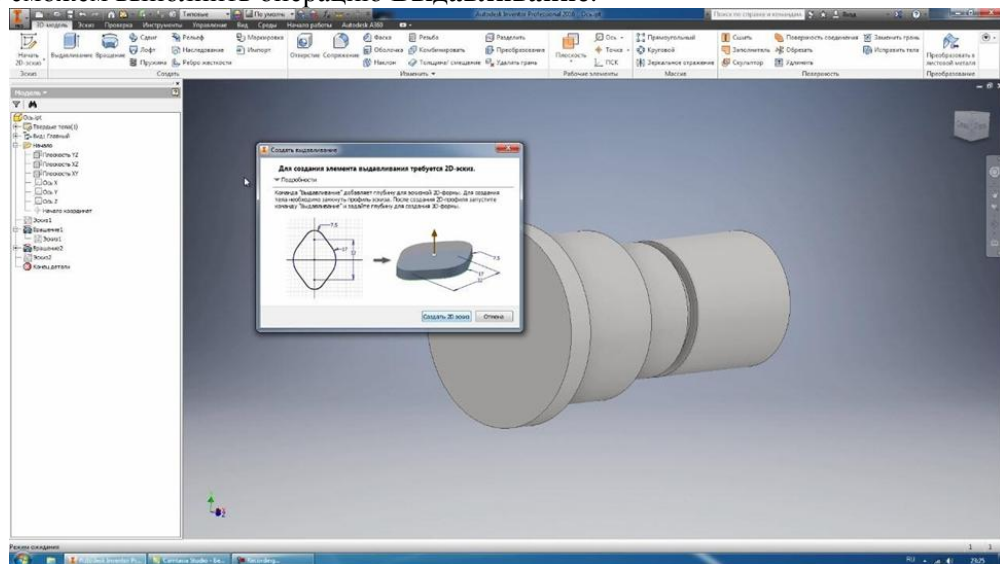


Принимаем этот эскиз.

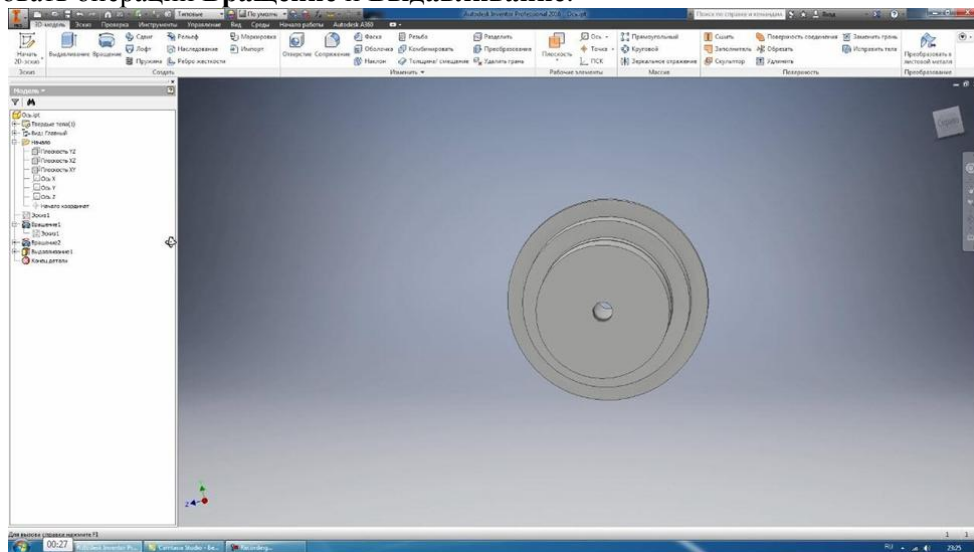


Выполним выдавливание этого эскиза.

Для выполнения выдавливания или вращения эскиз должен быть видимым. Если уберем видимость эскиза, то мы не сможем выполнить операцию **Выдавливание**.



Выполним выдавливание сквозь все тело. Нажимаем **ОК**. Получили отверстие в детали. Таким образом можно комбинировать операции **Вращение** и **Выдавливание**.

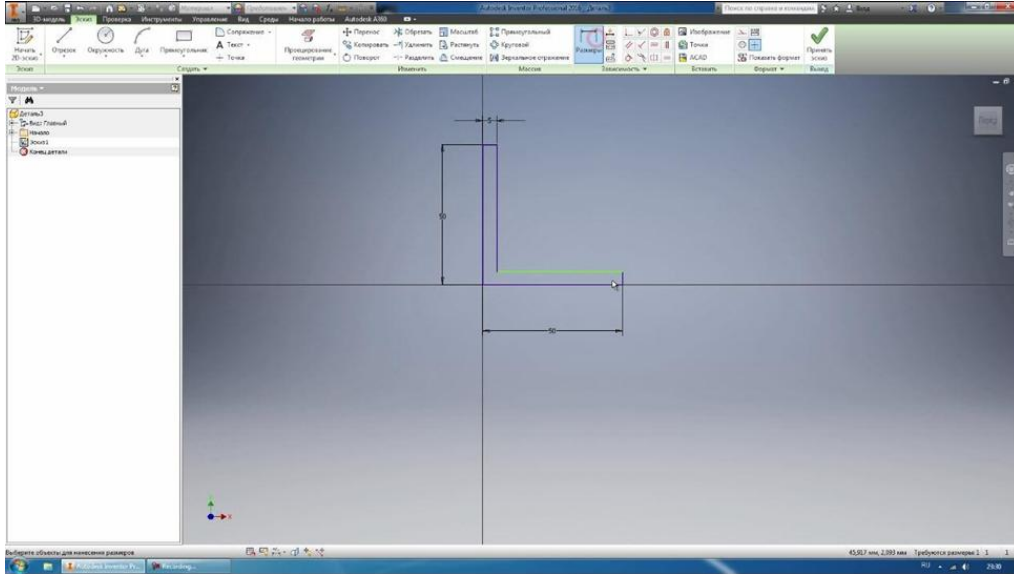


ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

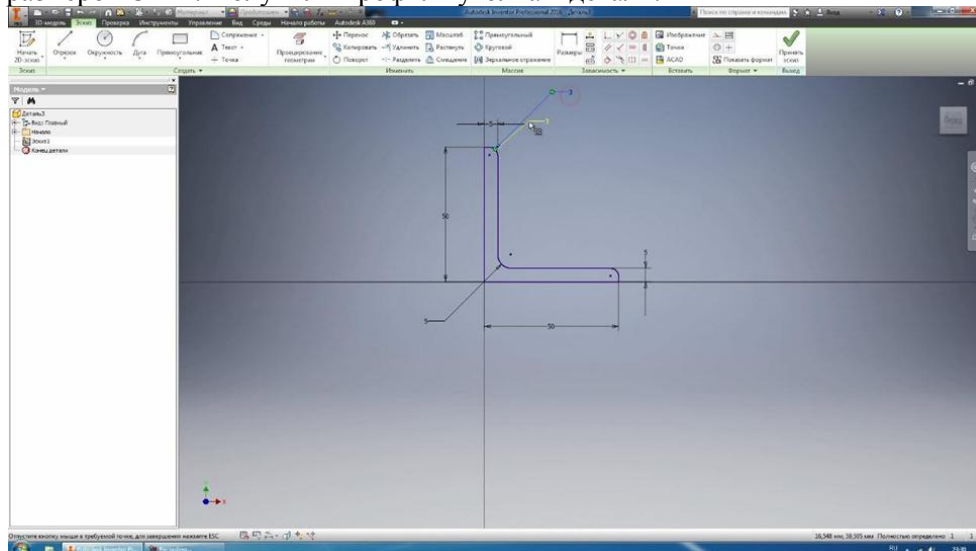
Операция Сдвиг и Пружина

Следующая операция для создания детали – операция **Сдвиг**. Она позволяет сдвигать эскиз по заданной траектории. Рассмотрим это на примере.

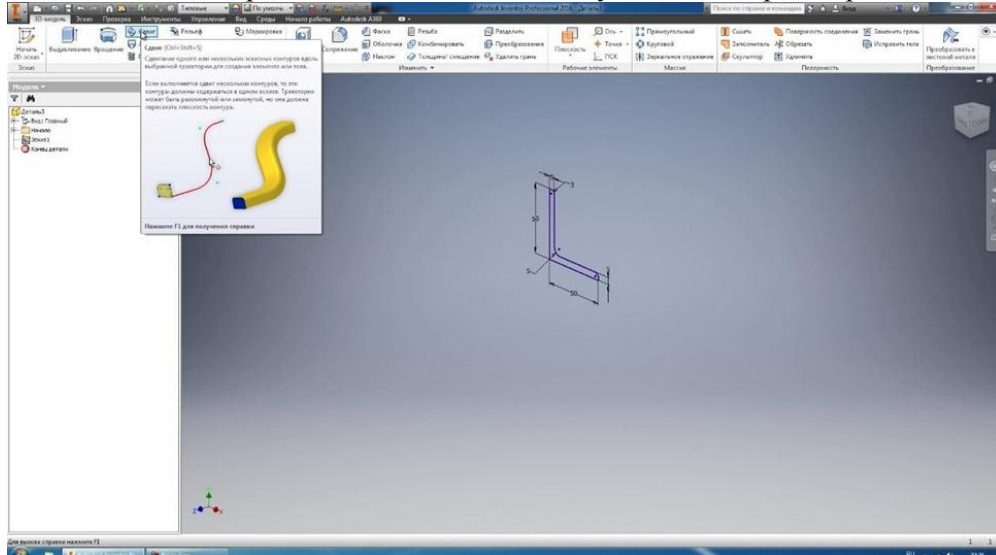
На плоскости **XU** создадим эскиз. В эскизе нарисуем профиль уголка, ширина полки уголка **50 мм** и толщина полки **5 мм**.



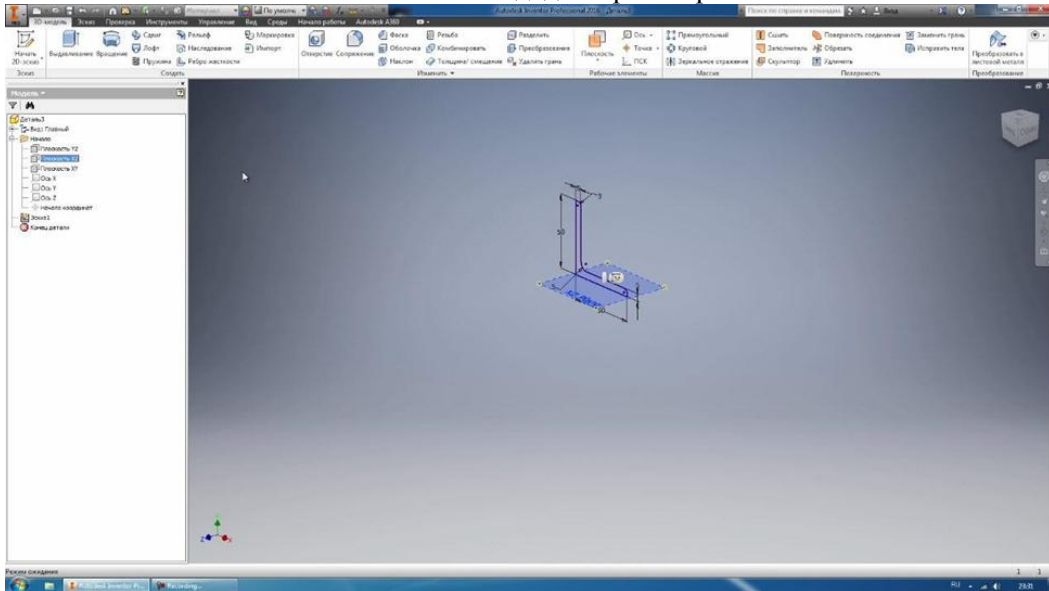
Начало координат начинается на грани уголка. Добавим необходимые сопряжения, первое размером **3 мм** и следующее размером **5 мм**. Получили профиль уголка в детали.



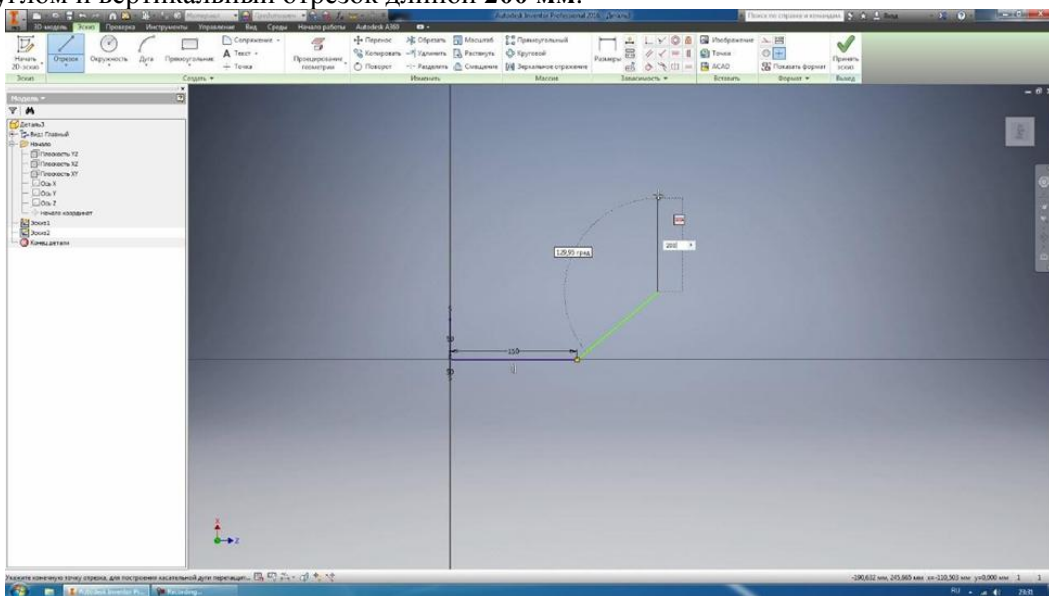
Принимаем этот эскиз. Теперь для выполнения сдвига нужно иметь траекторию для смещения эскиза.



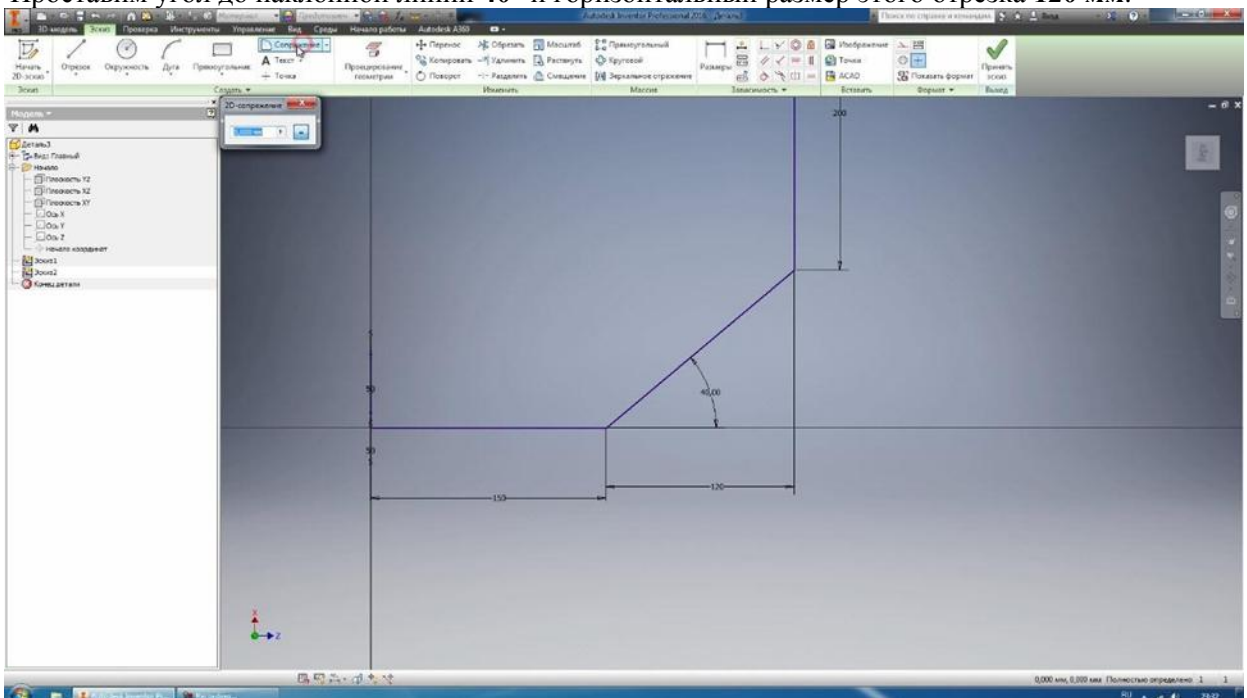
Выбираем плоскость **XZ** и в этой плоскости создадим траекторию.



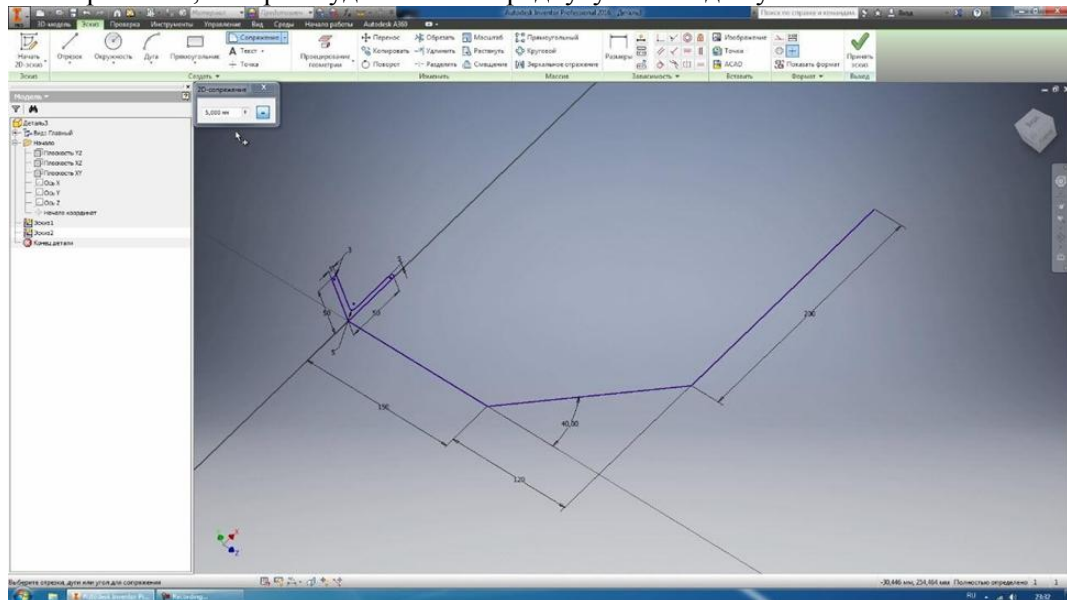
Траекторию начнем также в начале координат. Проведем горизонтальный отрезок **150 мм**, затем отрезок под каким-то углом и вертикальный отрезок длиной **200 мм**.



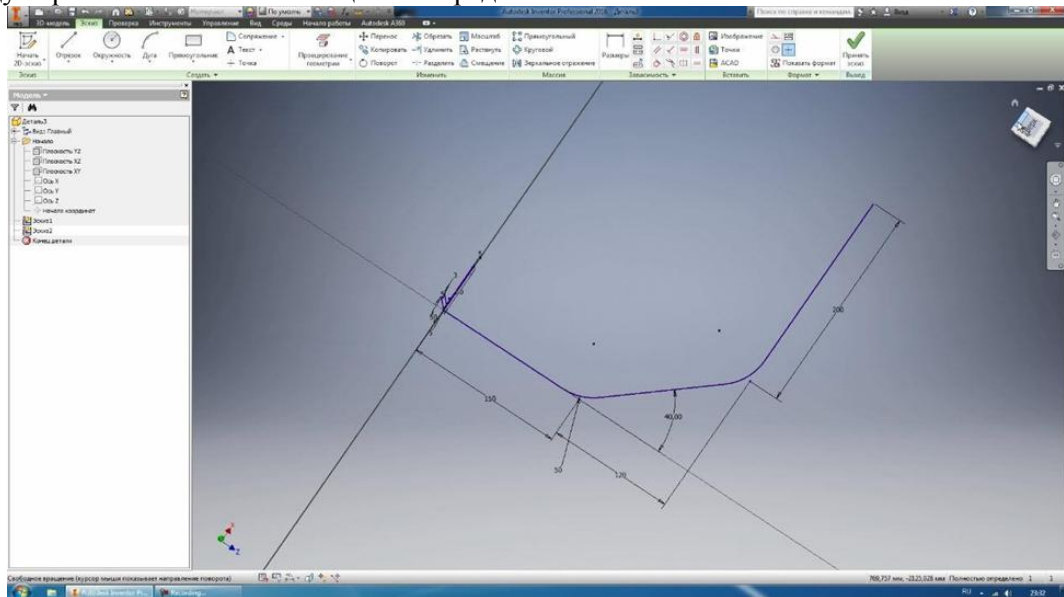
Проставим угол до наклонной линии **40°** и горизонтальный размер этого отрезка **120 мм**.



Добавим сопряжение, которое будет отвечать радиусу изгиба для уголка.

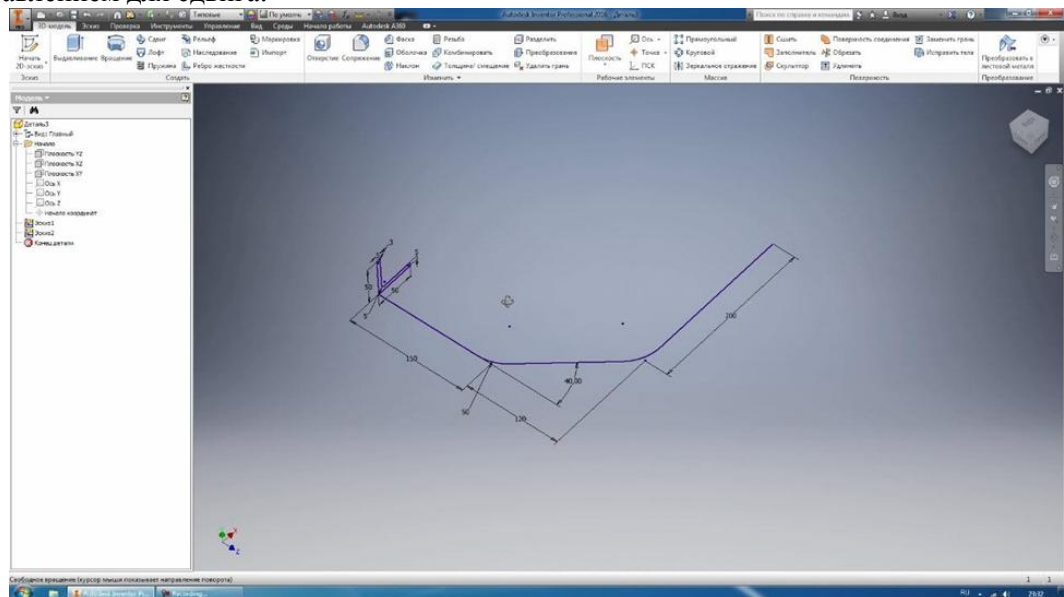


Введем **50 мм** и проставим это сопряжение между соответствующими отрезками. Получили плавный переход между отрезками и весь эскиз в целом определен.

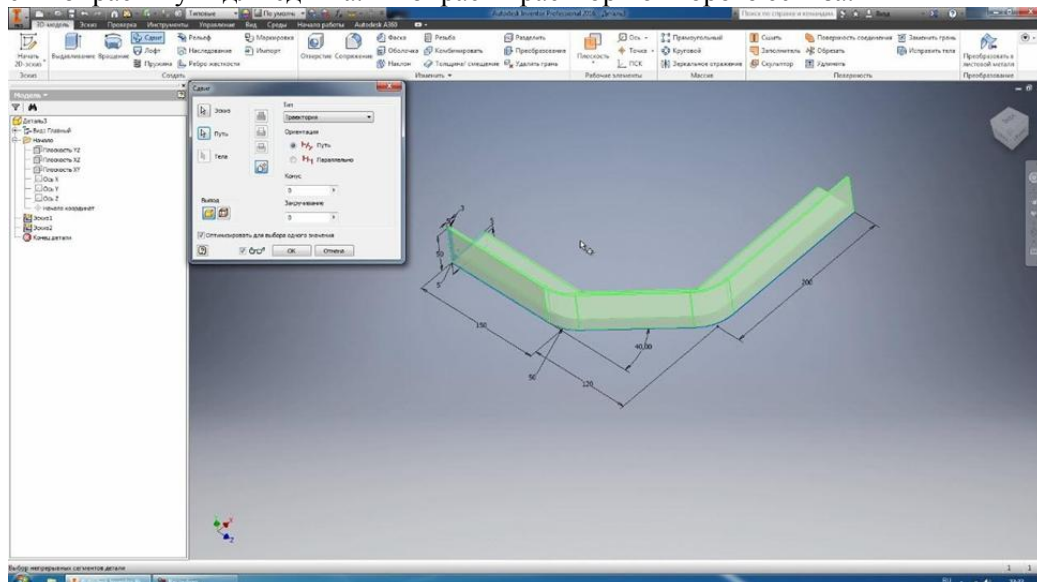


Замкнутого контура в этом эскизе нет, в нем только направление для сдвига. Принимаем эскиз.

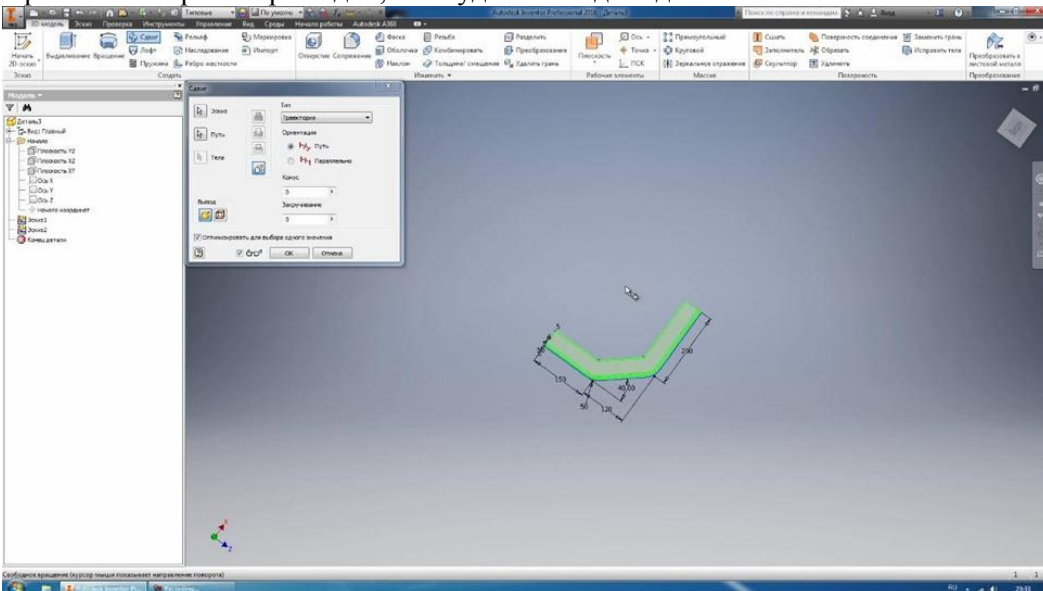
Итак, получили первый эскиз, который имеет замкнутый контур уголок и второй эскиз, который является направлением для сдвига.



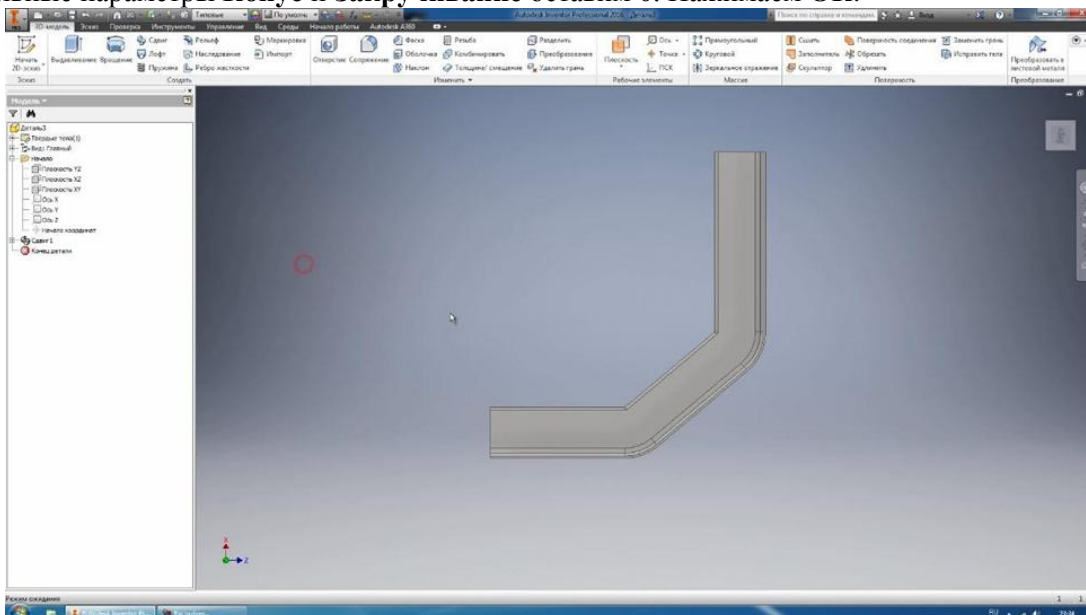
Выбираем операцию **Сдвиг**, выбираем эскиз. Так как это единственный замкнутый эскиз, то он уже выбран. Далее выбираем путь для сдвига. Выбираем траекторию второго эскиза.



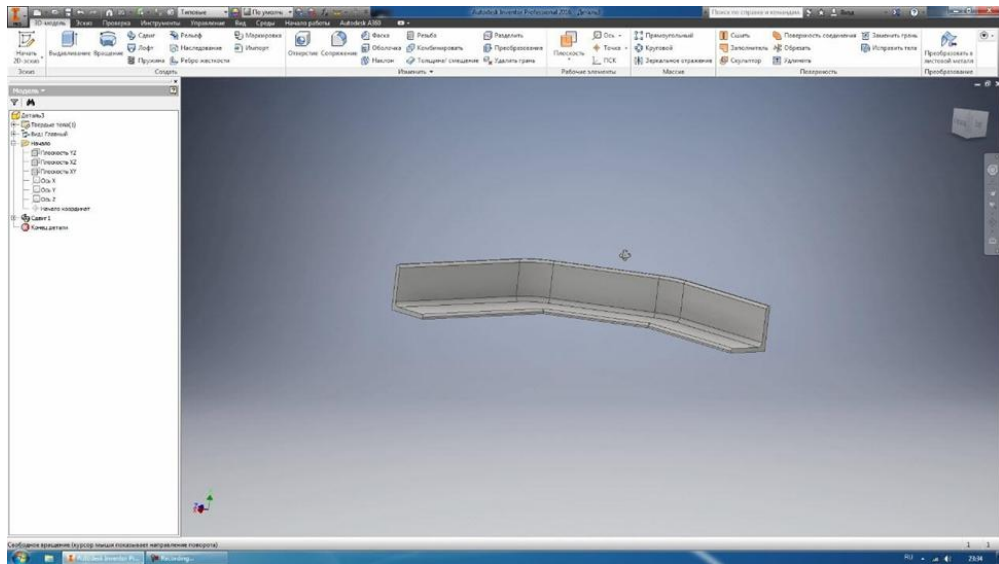
В предварительном просмотре видно, как будет выглядеть деталь.



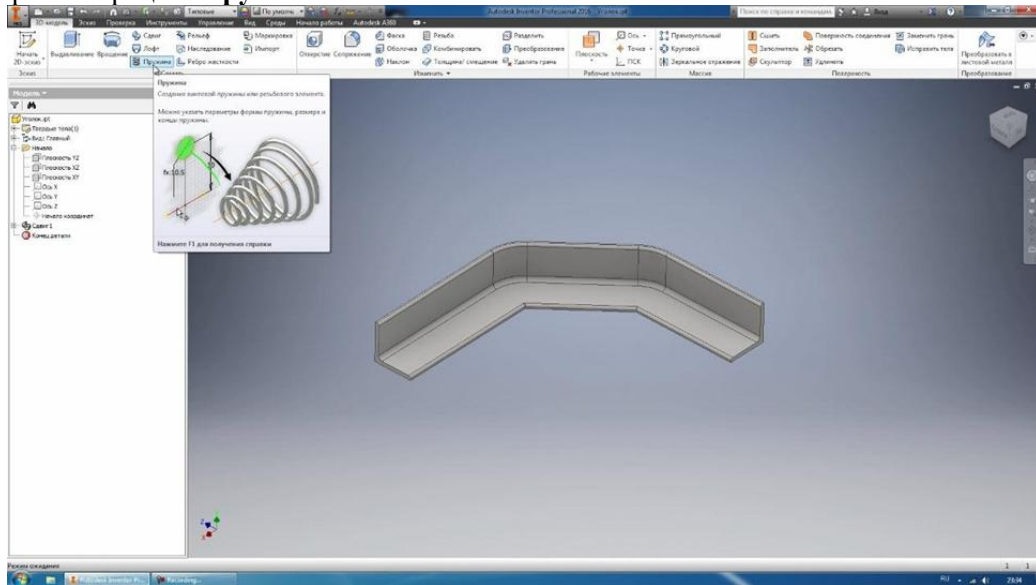
Остальные параметры **Конус** и **Закручивание** оставим **0**. Нажимаем **ОК**.



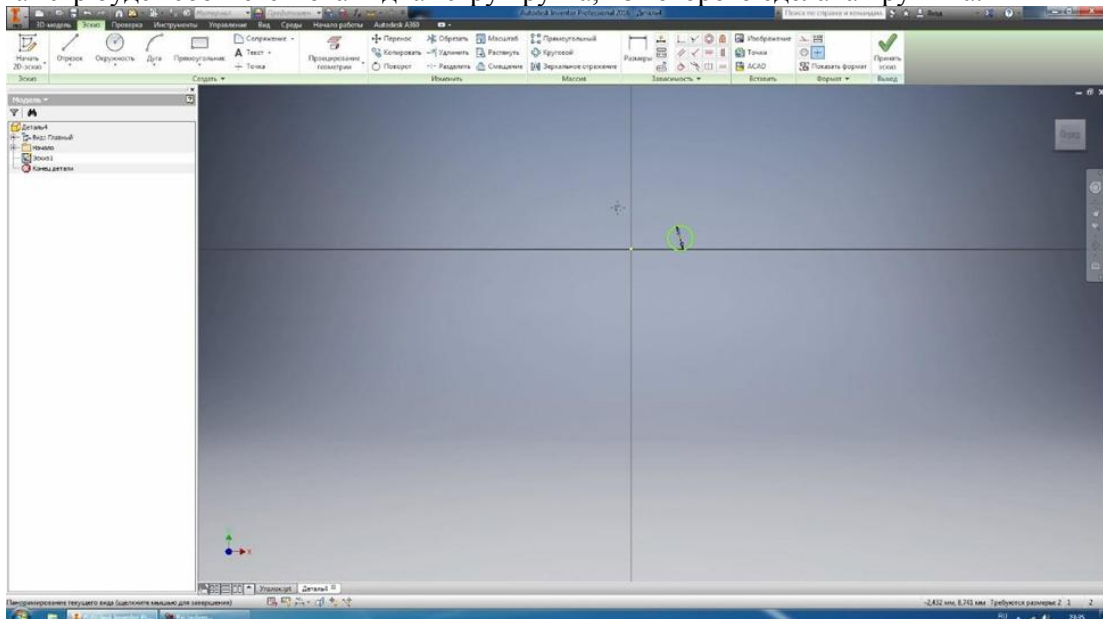
Получили уголок, согнутый по заданной траектории. Сохраним эту деталь под названием **Уголок**.



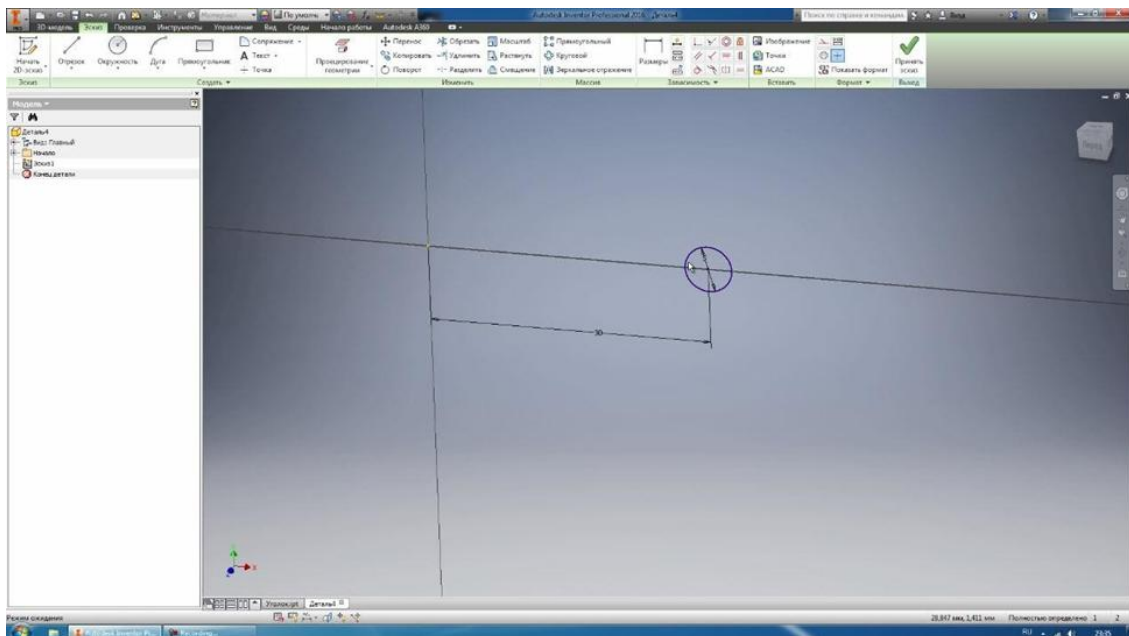
Рассмотрим операцию **Пружина**.



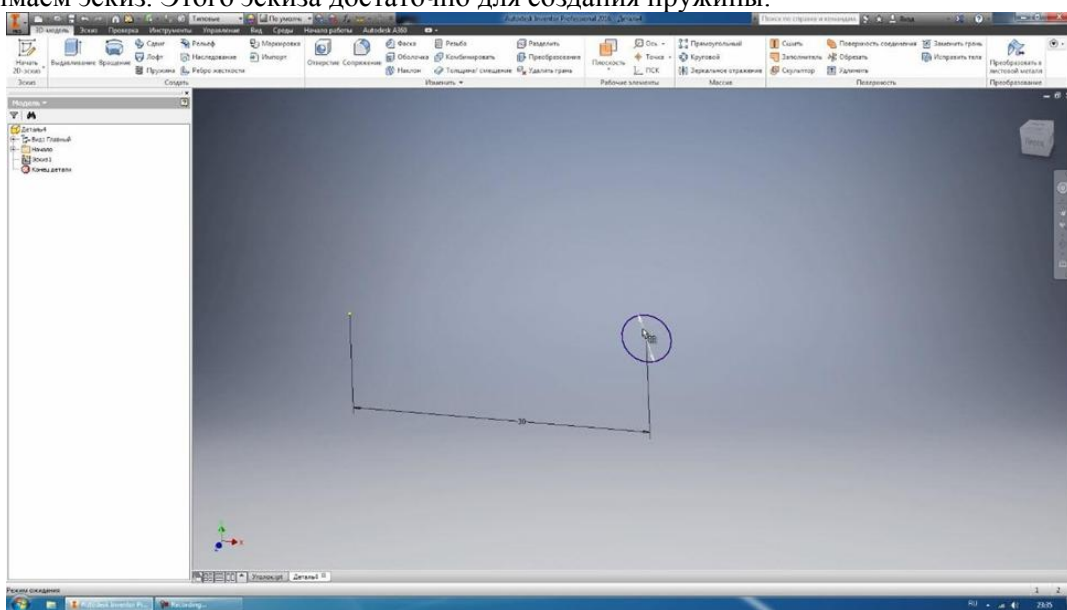
Создадим новую деталь. Создадим двухмерный эскиз в плоскости **XU**. Нарисуем окружность диаметром **5 мм**, этот диаметр будет соответствовать диаметру прутка, из которого сделана пружина.



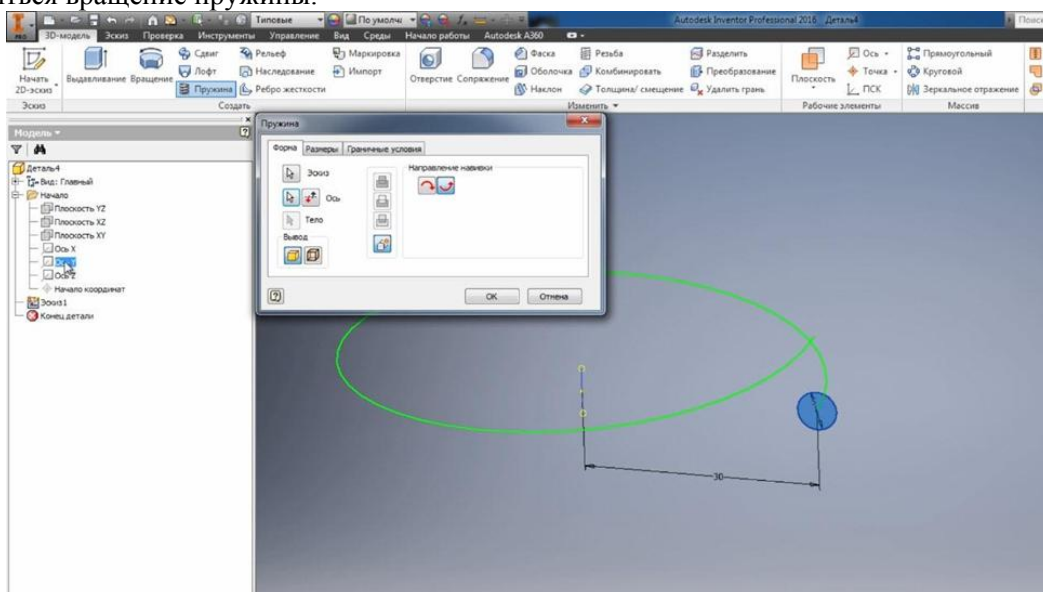
С помощью **Зависимости горизонтальности** выравниваем центр окружности с началом координат и проставим размеры от начала координат до центра окружности **30 мм**. Этот размер будет задавать радиус вращения пружины.



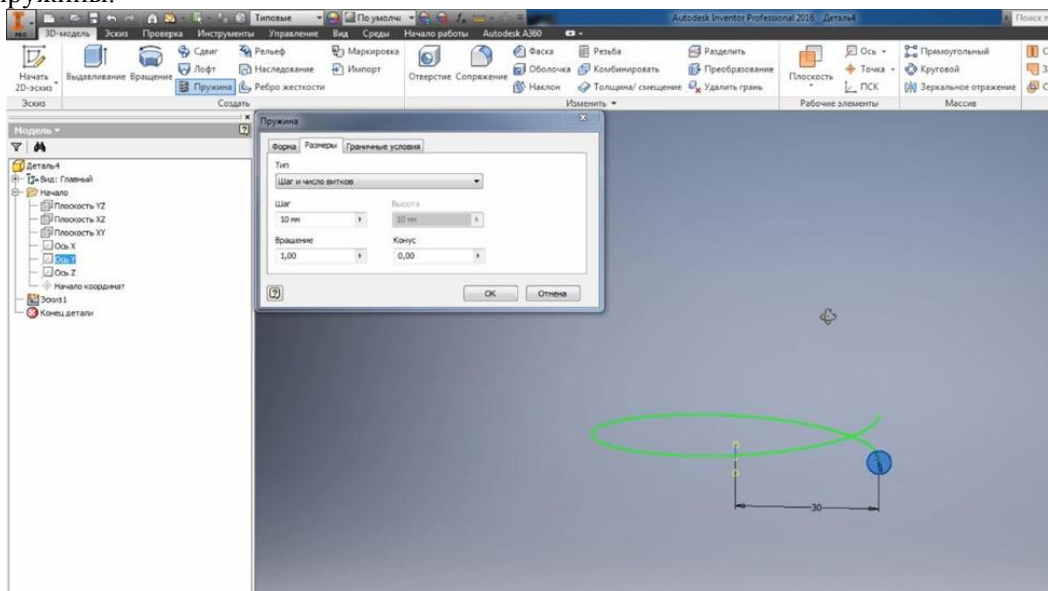
Принимаем эскиз. Этого эскиза достаточно для создания пружины.



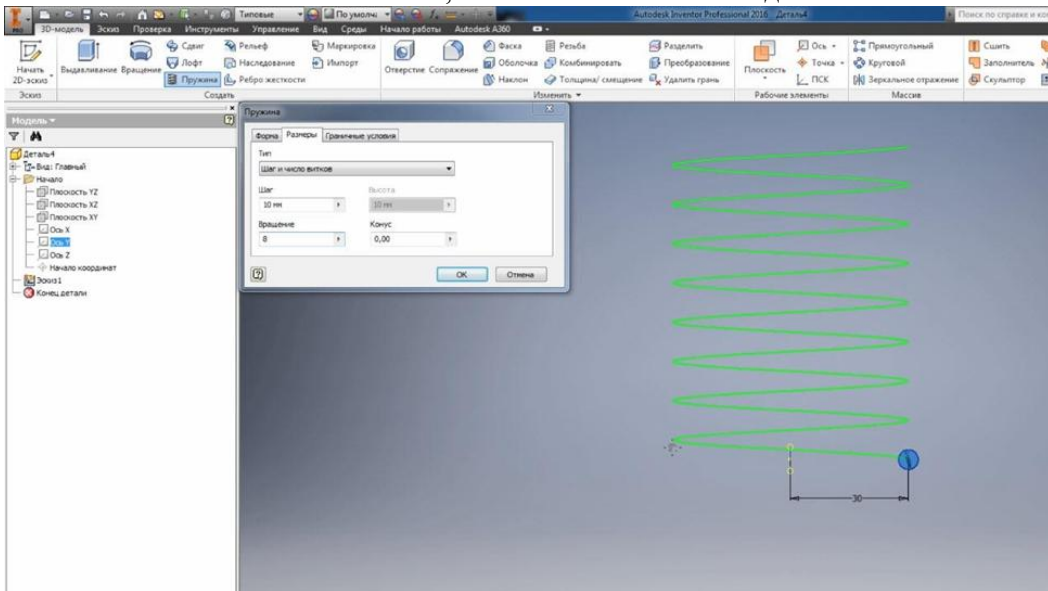
Выберем операцию **Пружина**. Эскиз уже выбран как единственный замкнутый в этой детали. Далее в качестве оси можно выбрать ось **Y**. В браузере раскрываем папку Начало и находим Ось Y. Вокруг этой оси будет выполняться вращение пружины.



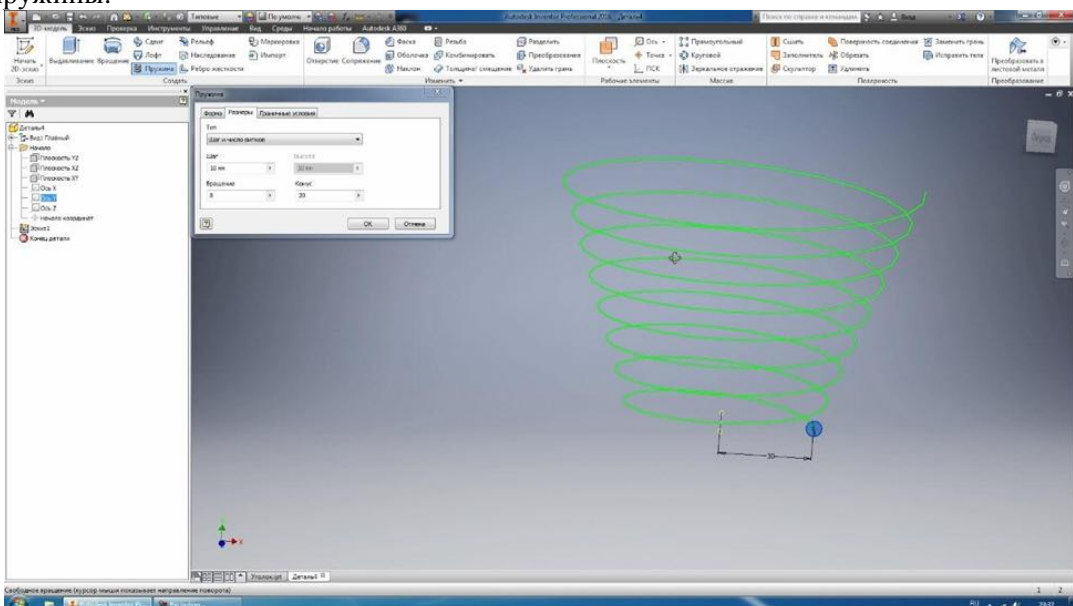
Далше можно выбрать направление для вращения. На соседней вкладке **Размеры** зададим параметры для размеров пружины.



В качестве исходных параметров можно выбирать **Шаг и число витков**, **Число витков и длину пружины**, **Шаг и длину** или **Спираль** для создания плоской пружины. Выберем первый тип **Шаг и число витков**. В качестве шага оставим значение **10 мм**, и количество витков введем **8**.

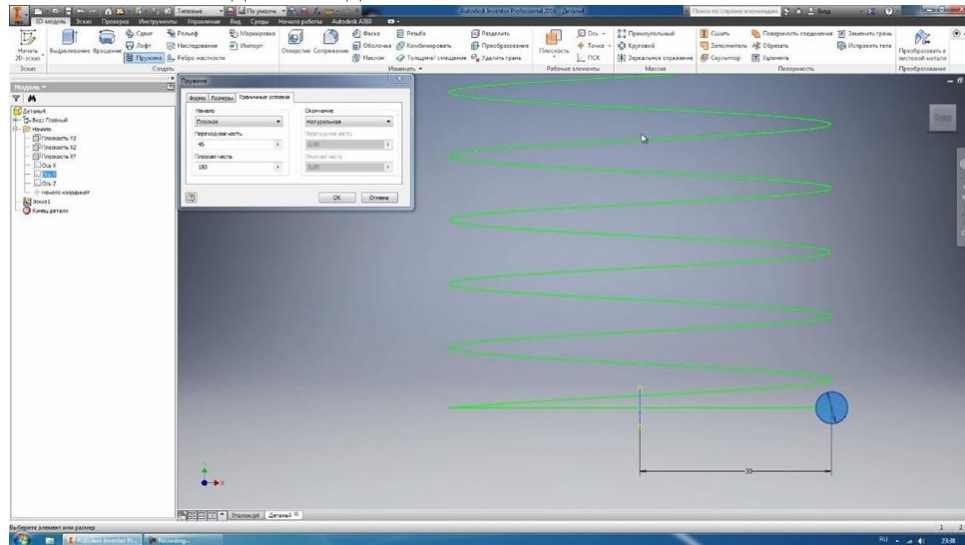


Можно указать **Конус** для конусной пружины. Например, введем угол **20°**, что будет соответствовать углу конуса пружины.

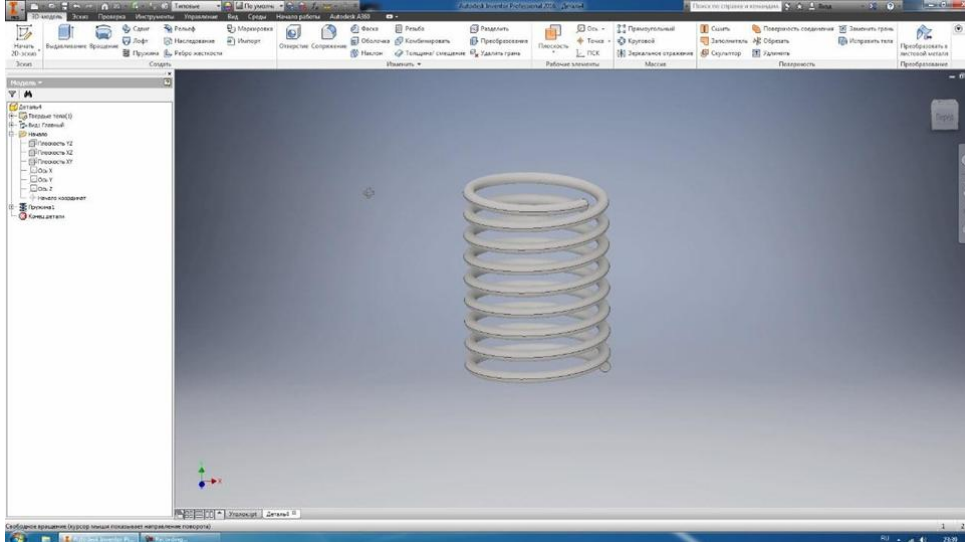


Оставим угол 0° .

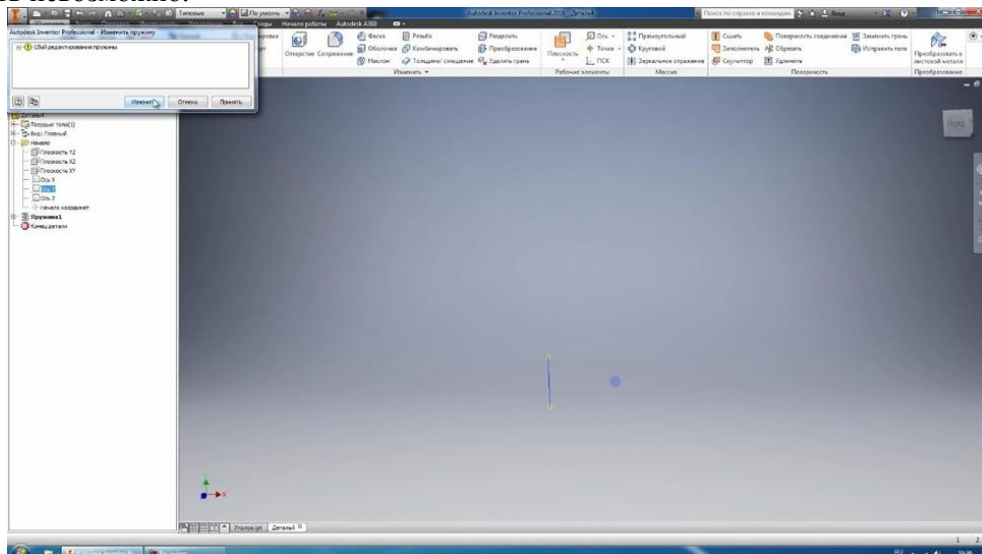
На соседней вкладке **Граничные условия** можно указать условия для начала и конца пружины. Например, если конец должен быть плоским, то указываем плоскость в переходной части, например, 45° и угол плоской части, например, 180° . Это обозначает, что на первых полуоборотах пружина будет плоская, затем следующие 45° начинается виток и дальше идет виток с полным шагом.



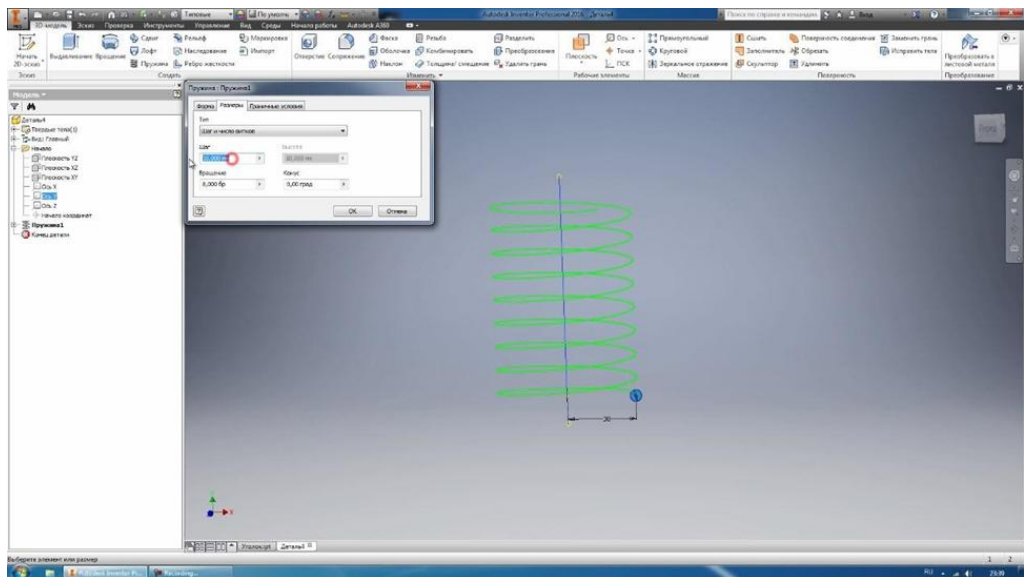
То же самое для **Окончания пружины**. Если нужен плоский конец, то можно ввести значение плоской части и значение в переходной части пружины. Нажмем **ОК** и посмотрим, как выглядит пружина.



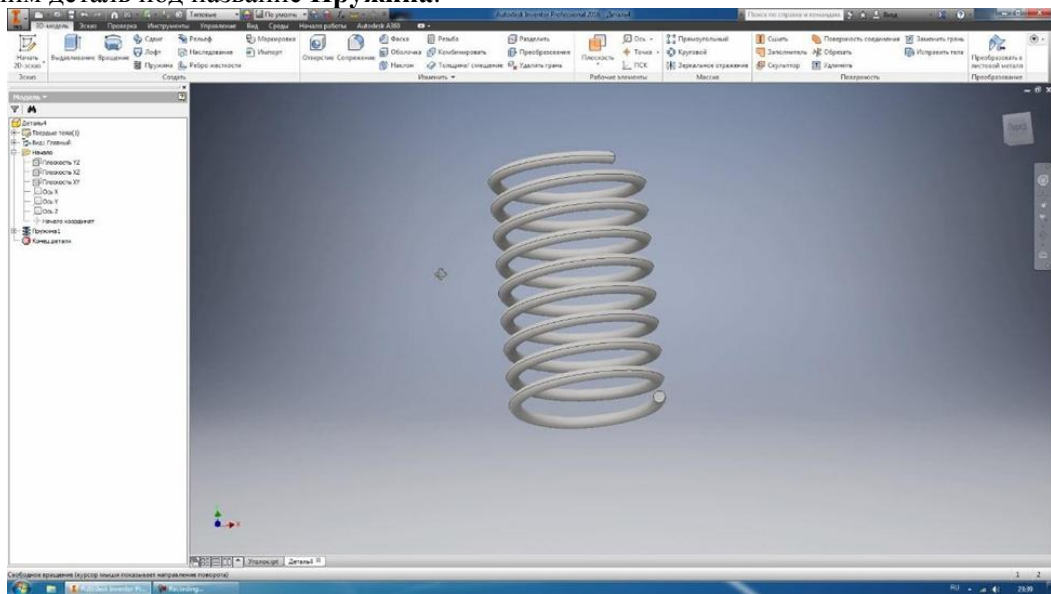
Если в процессе создания пружины появляется ошибка, это значит, что пружина пересекает саму себя и такое тело создать невозможно.



При этом нужно отредактировать параметры или плоской части, или высоты шага. Нажимаем **ОК** для создания пружины.



Сохраним деталь под название **Пружина**.

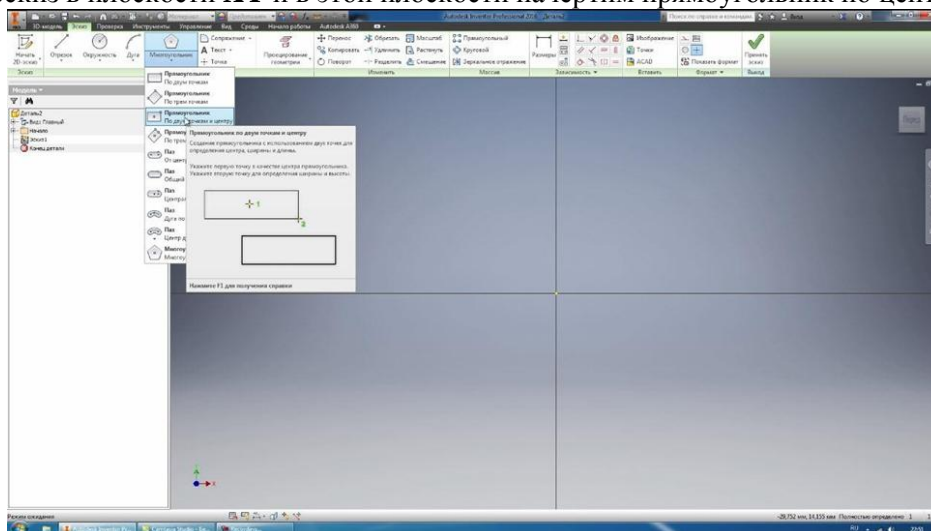


ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

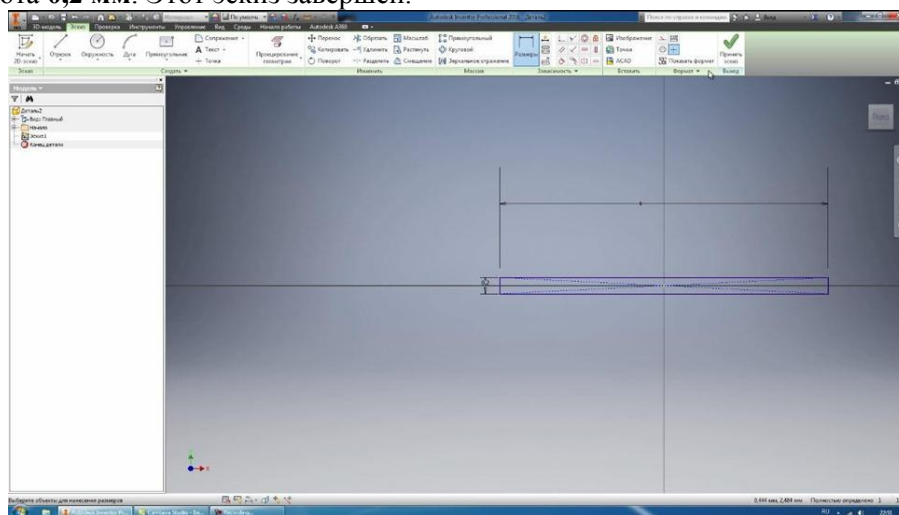
Операция Лофт

Для создания детали сложной криволинейной формы можно использовать операцию **Лофт**. Рассмотрим на небольшом примере, как она работает.

Создадим эскиз в плоскости **XU** и в этой плоскости начертим прямоугольник по центральной точке.

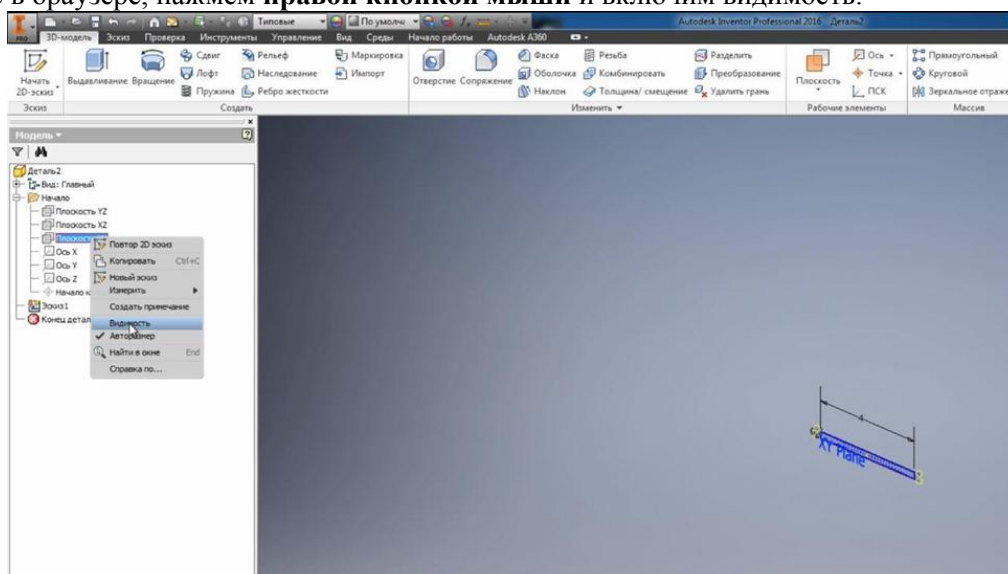


Начало прямоугольника совпадает с началом координат. Проставим размеры для прямоугольника: ширина **4 мм**, а высота **0,2 мм**. Этот эскиз завершен.

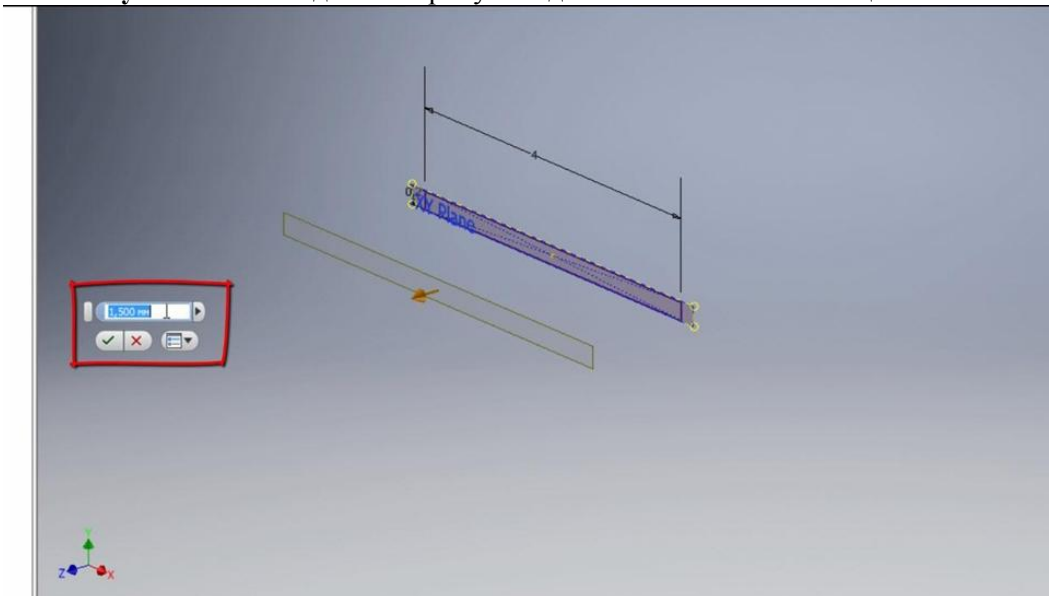


Для выполнения операции **Лофт** потребуется несколько эскизов. Эскизы будем создавать в параллельных плоскостях.

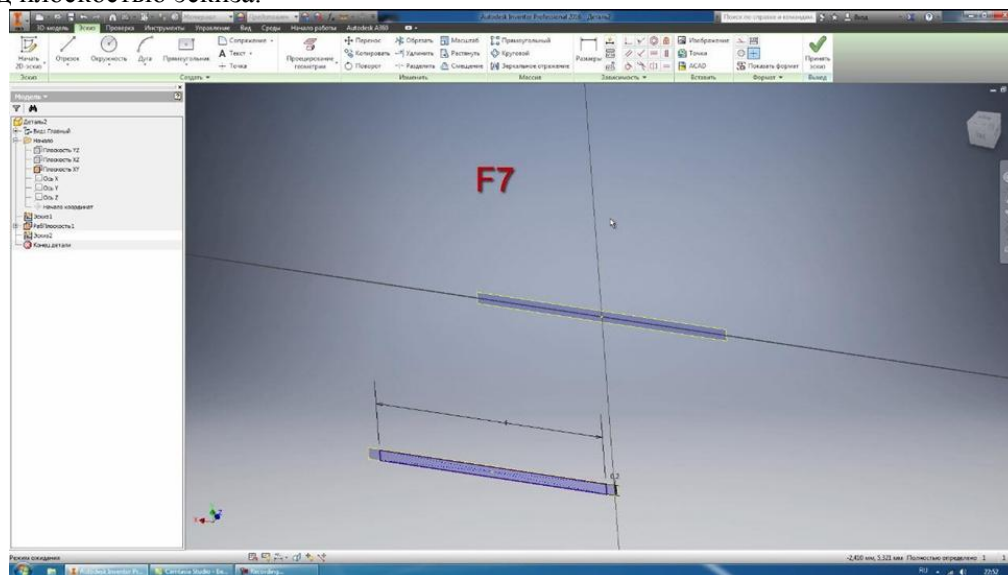
Рассмотрим, как создавать плоскости, параллельные друг другу. Включим видимость плоскости **XU**, для этого найдем ее в браузере, нажмем **правой кнопкой мыши** и включим видимость.



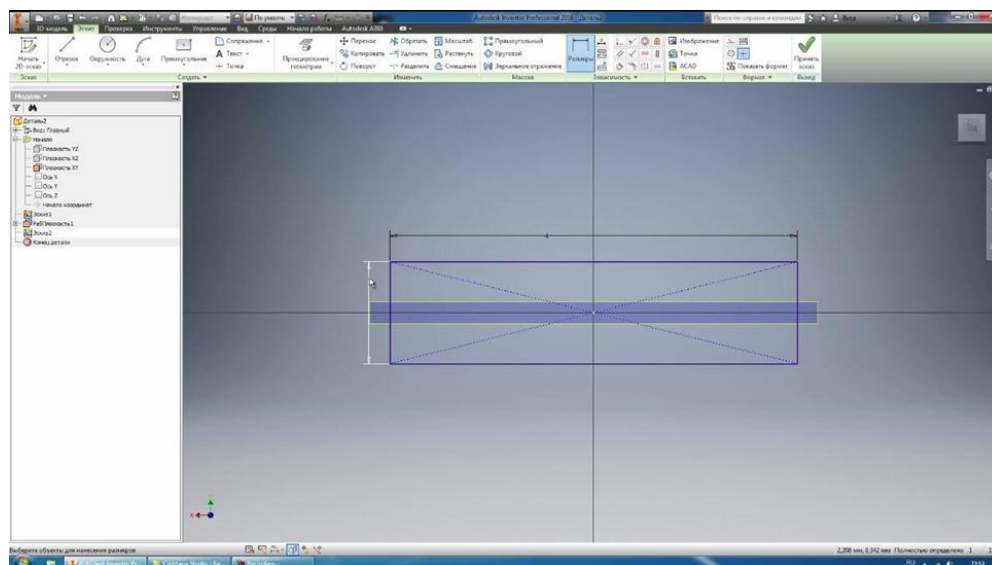
Далее на панели **Рабочие элементы** выберем **Плоскость**, подведем указатель мыши к плоскости **XU** нажмем **левую клавишу мыши** и отведем в сторону. Создается плоскость со смещением от плоскости **XU**.



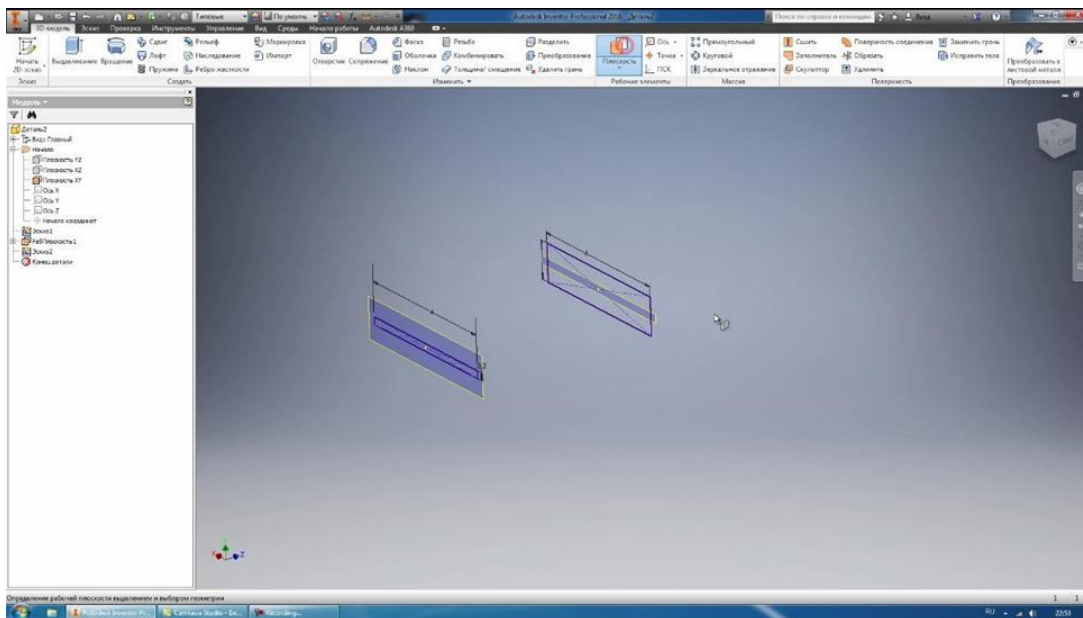
Значение смещения введем **5 мм**. Теперь создадим следующий двухмерный эскиз в уже созданной плоскости. В этой плоскости также начертим прямоугольник с помощью клавиши **F7** отсечем все, что находится перед плоскостью эскиза.



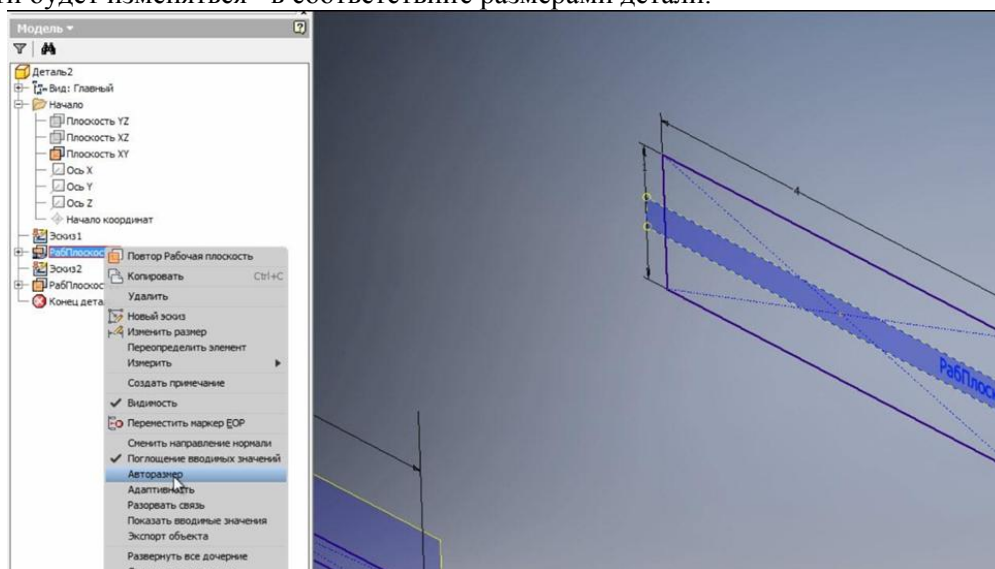
Начертим еще один прямоугольник с центром в начале координат. Ширина прямоугольника также **4 мм**, и высота **1 мм**.



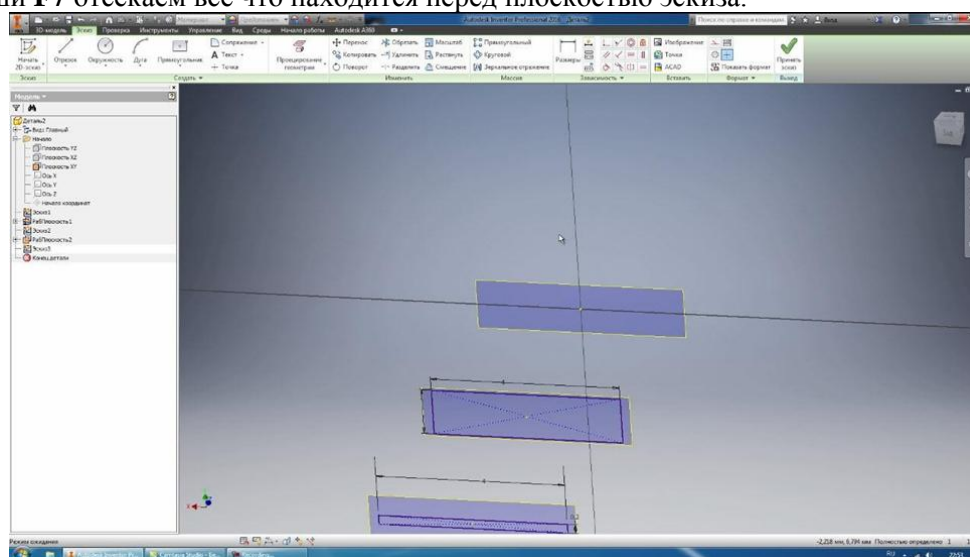
Принимаем этот эскиз.



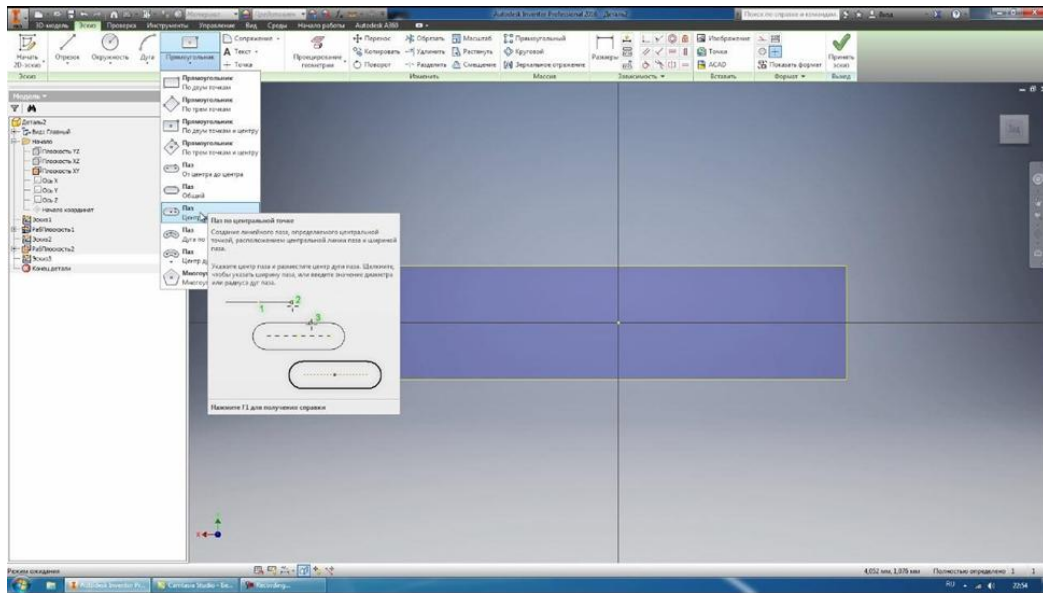
Следующую плоскость создадим смещенной от **Рабочей плоскости1**, также на расстоянии **5 мм**. Чтобы размер плоскости изменялся, можно нажать на ней **правой клавишей мыши** и поставить галочку **Авторазмер**. Размер плоскости будет изменяться в соответствии с размерами детали.



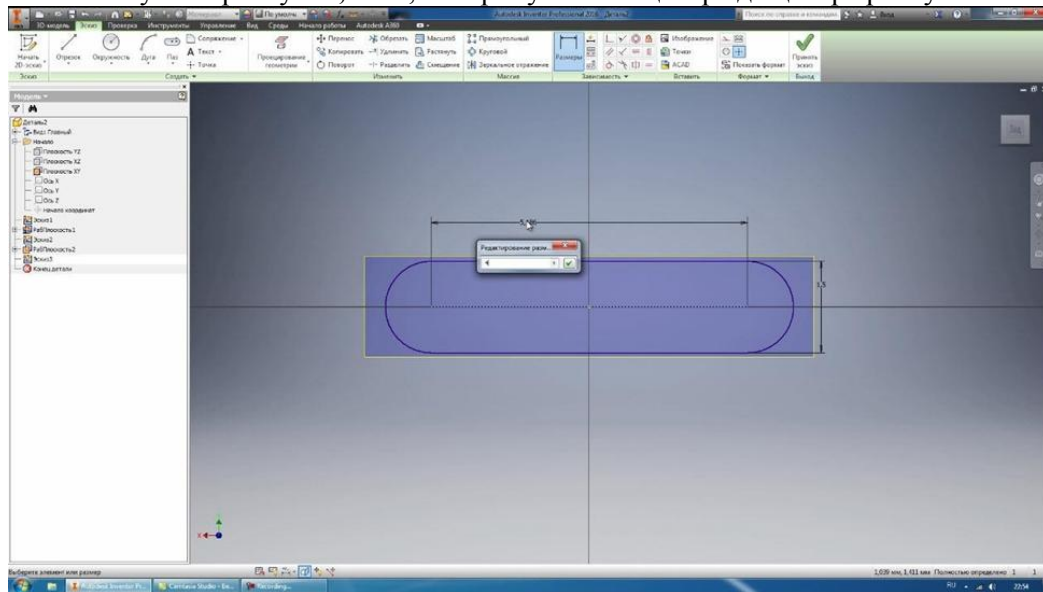
То же самое сделаем и для второй плоскости. В созданной плоскости, создадим еще один эскиз и с помощью клавиши **F7** отсекаем все что находится перед плоскостью эскиза.



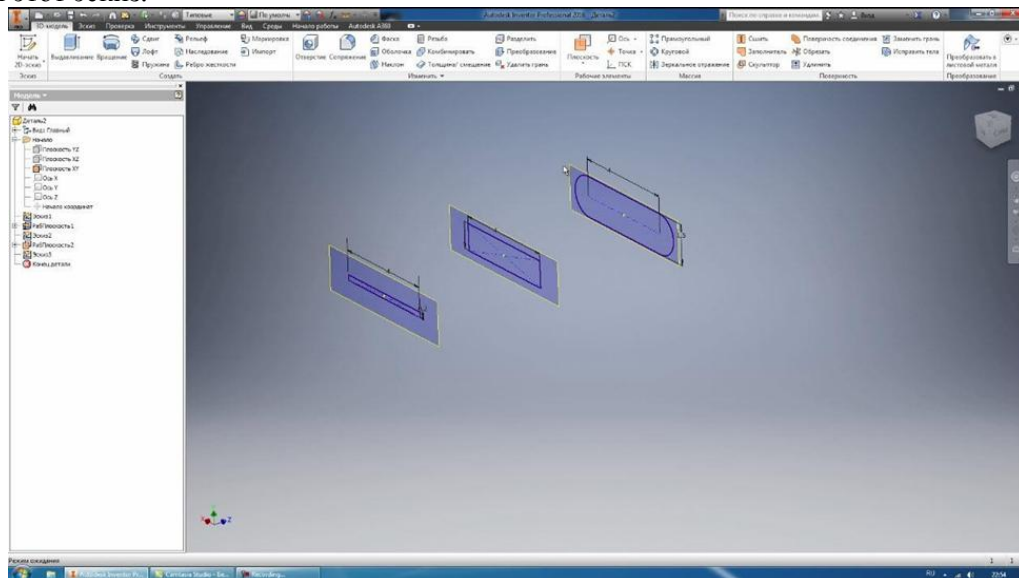
В этой плоскости начертим паз по центральной точке.



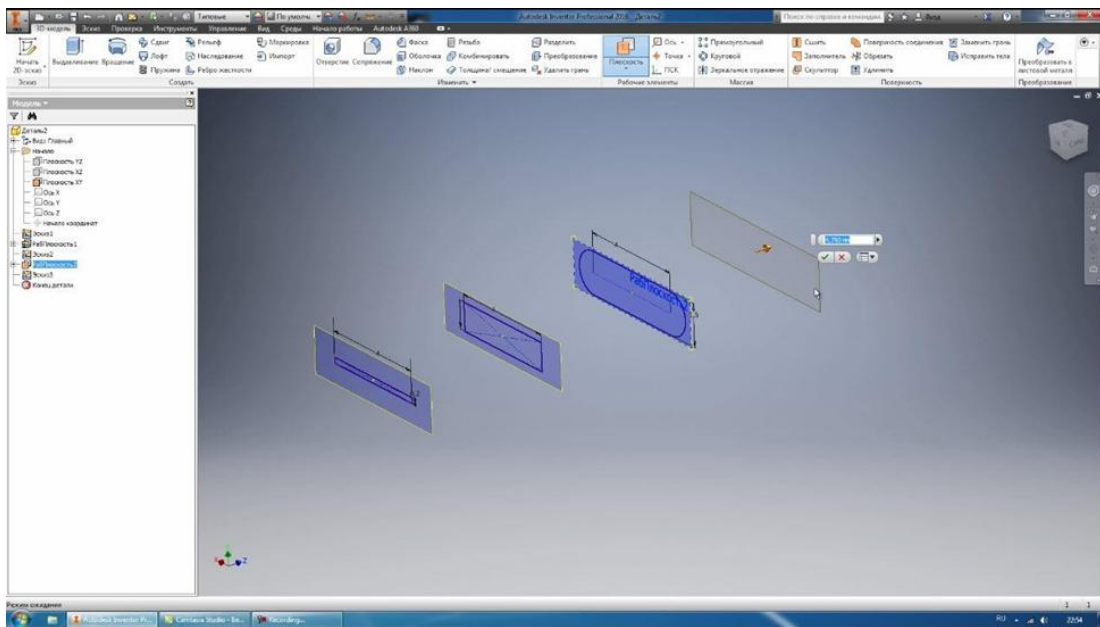
Центральная точка совпадает с началом координат и направление паза горизонтальное. С помощью размеров поставим высоту паза равную **1,5 мм**, а ширину паза от центра до центра равную **4 мм**.



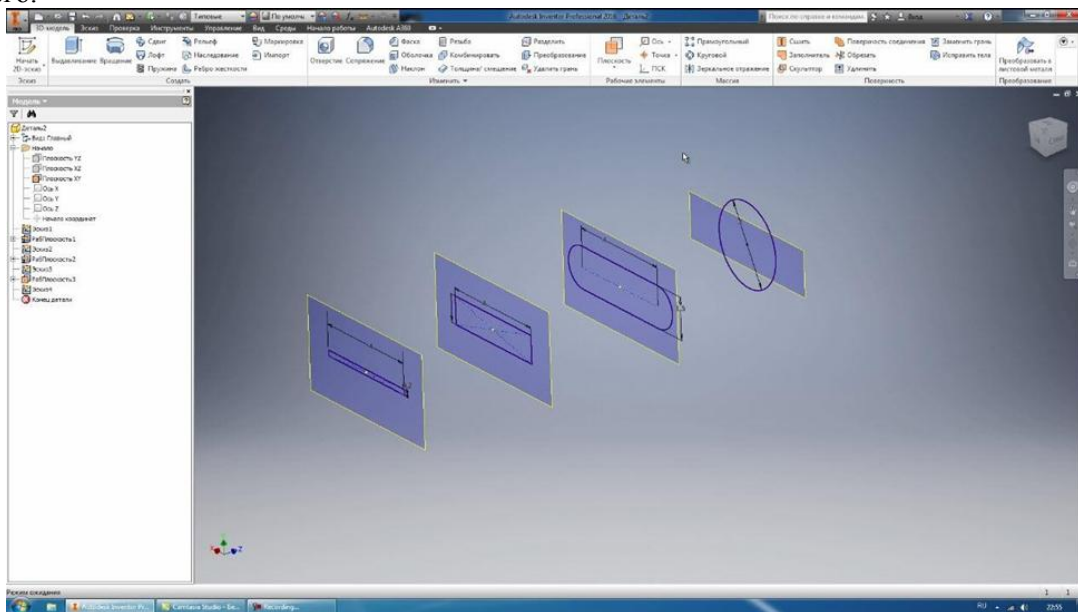
Примем этот эскиз.



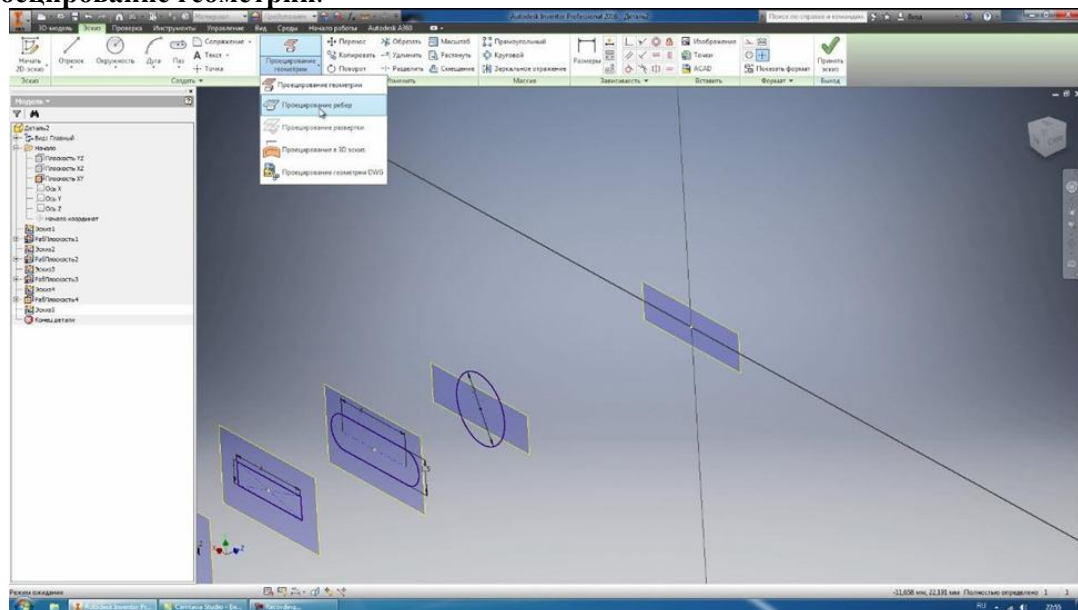
Следующий эскиз нарисуем со смещением от предыдущего, также на расстоянии **5 мм**.



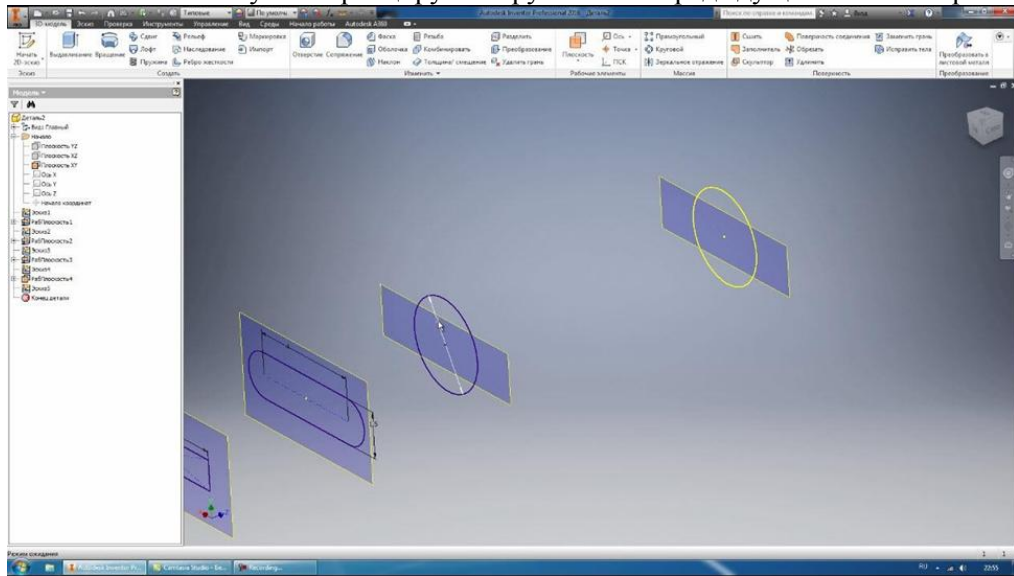
Создаем следующий эскиз на этой рабочей плоскости. В эскизе рисуем окружность диаметром **3 мм**. Принимаем его.



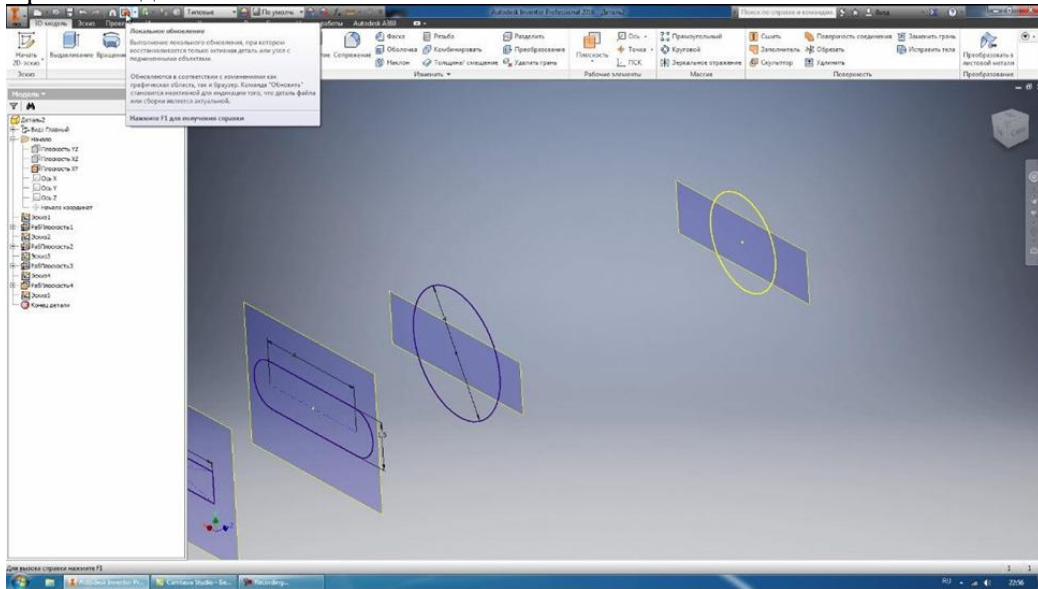
Следующий эскиз со смещением на **10 мм**. В нем также в этой плоскости создадим эскиз и рассмотрим функцию **Проецирование геометрии**.



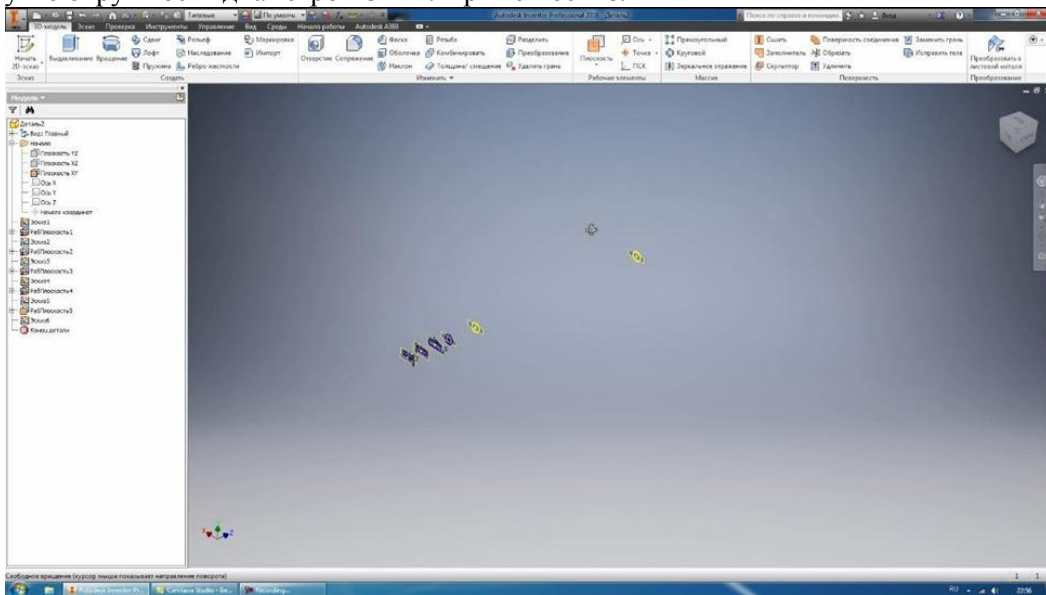
С помощью проецирования геометрии можно проецировать на плоскость эскиза геометрию из других эскизов или элементов. В нашем случае спроецируем окружность с предыдущего эскиза. Примем этот эскиз.



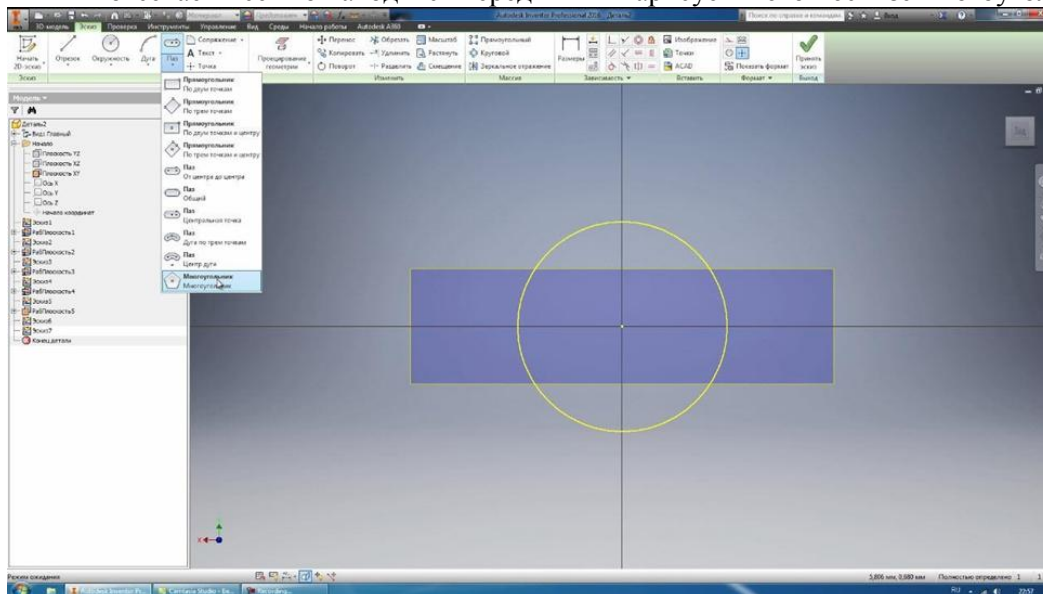
Изменим диаметр окружности в первом эскизе и нажмем **Обновить**. Соответственно изменяется диаметр окружности, спроецированной в последнем эскизе. Вернем диаметр до **3 мм**, обновим и видим, что меняется диаметр в последнем эскизе.



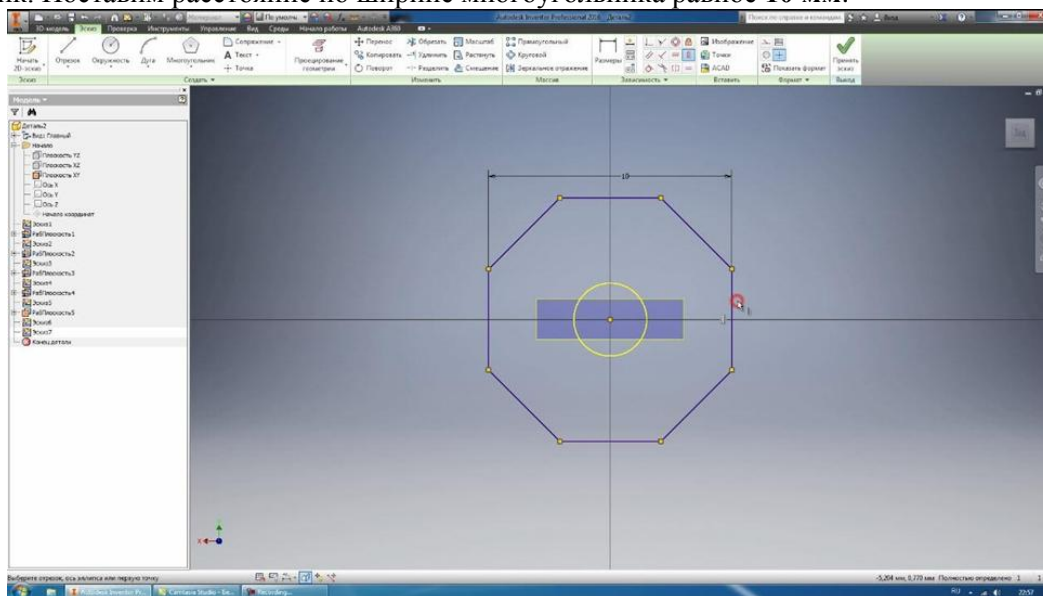
Следующую плоскость создадим со смещением **60 мм**. В ней также создадим эскиз. В этот эскиз спроецируем ту же окружность диаметром **3 мм**. Примем эскиз.



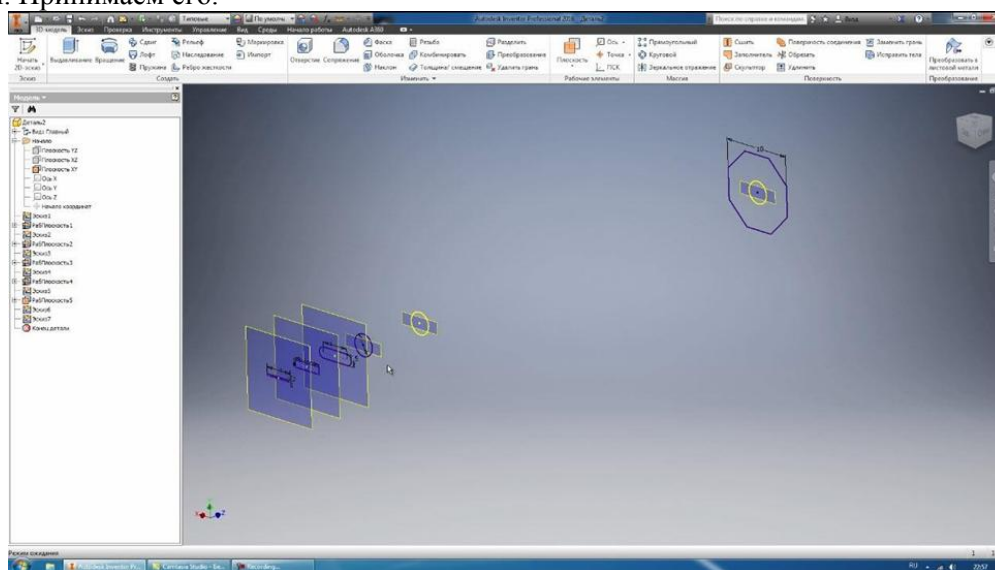
Далше в последней плоскости под названием **Рабочая Плоскость5** создадим еще один эскиз. С помощью клавиши **F7** отсекаем все что находится перед ним и нарисуем в этом эскизе многоугольник.



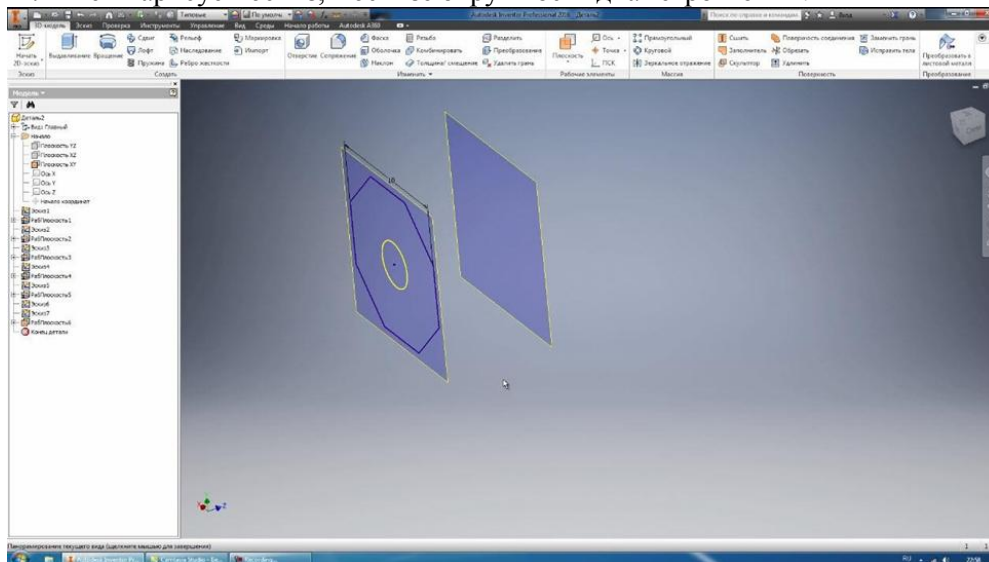
Указываем количество сторон **8**, выбираем центр многоугольника в начале координат. Рисуем восьмиугольник. Поставим расстояние по ширине многоугольника равное **10 мм**.



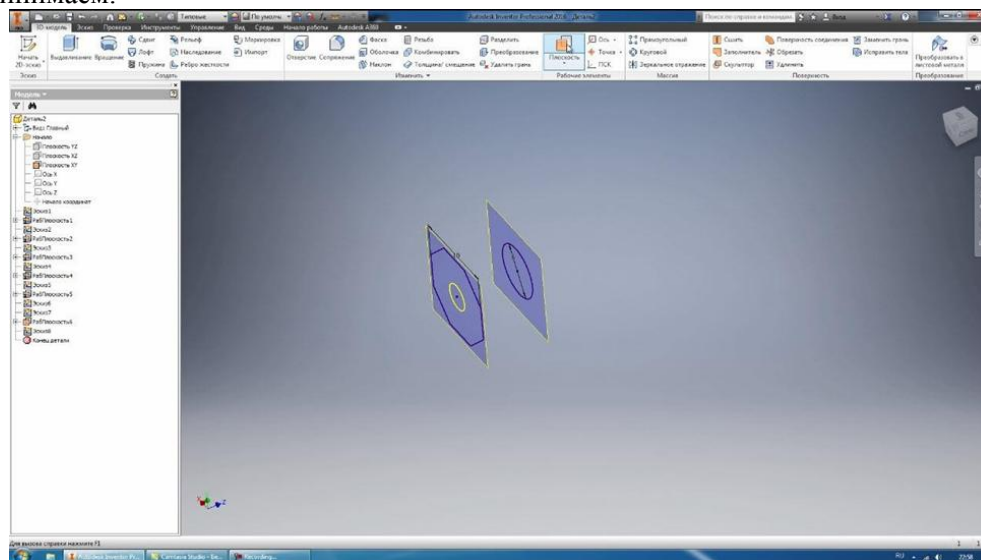
С помощью **Зависимости вертикальности** выравниваем крайний отрезок многоугольника. Теперь этот эскиз определен. Принимаем его.



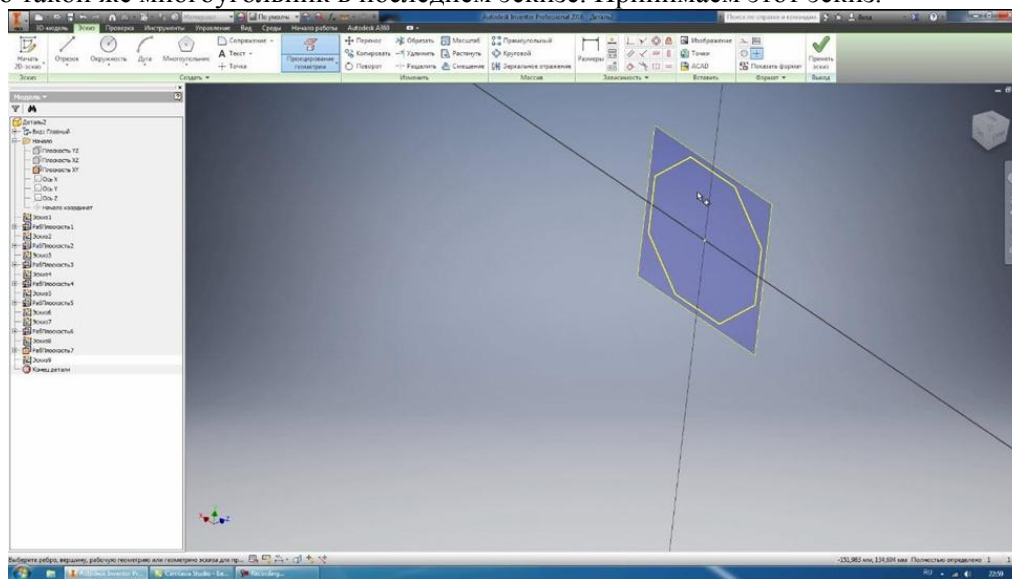
Для предыдущих плоскостей поставим **Авторазмер**. Следующую плоскость создадим со смещением от последней на **7 мм**. В ней нарисуем эскиз, в эскизе окружность диаметром **6 мм**.



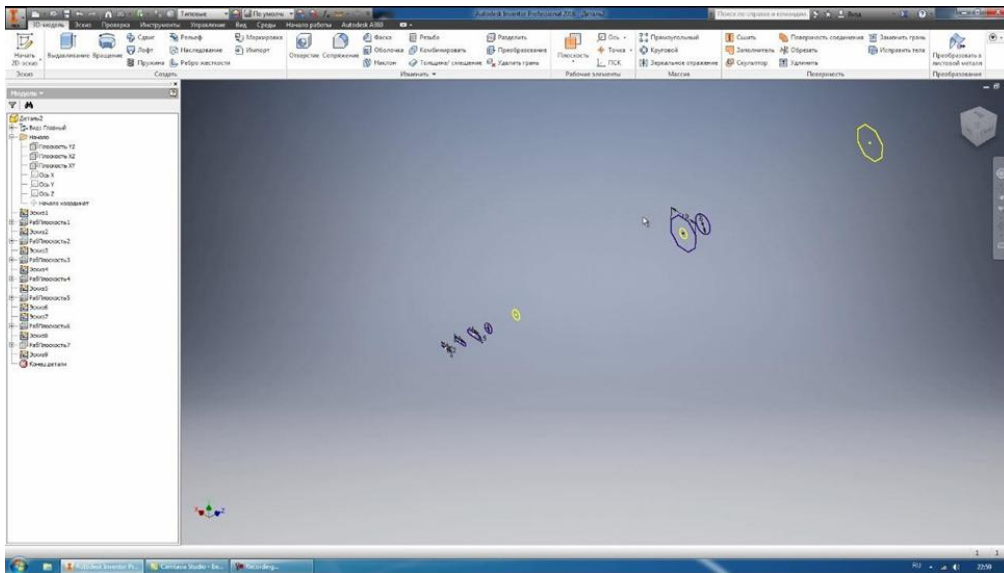
Эскиз принимаем.



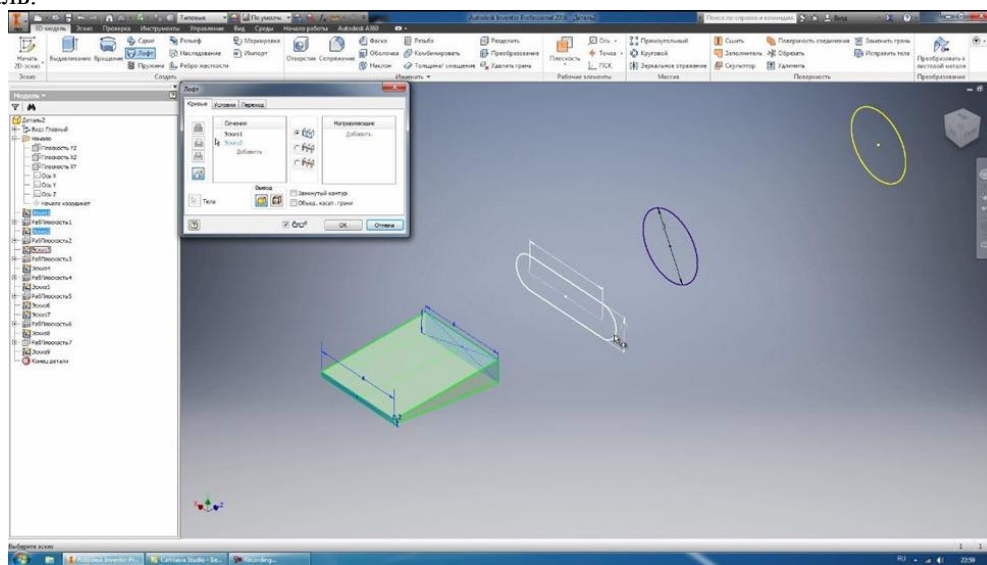
Создадим последнюю плоскость со смещением на **60 мм**. В этой плоскости начертим эскиз и спроецируем на этот эскиз восьмиугольник. Из предыдущего эскиза проецируем отрезки многоугольника. Получили точно такой же многоугольник в последнем эскизе. Принимаем этот эскиз.



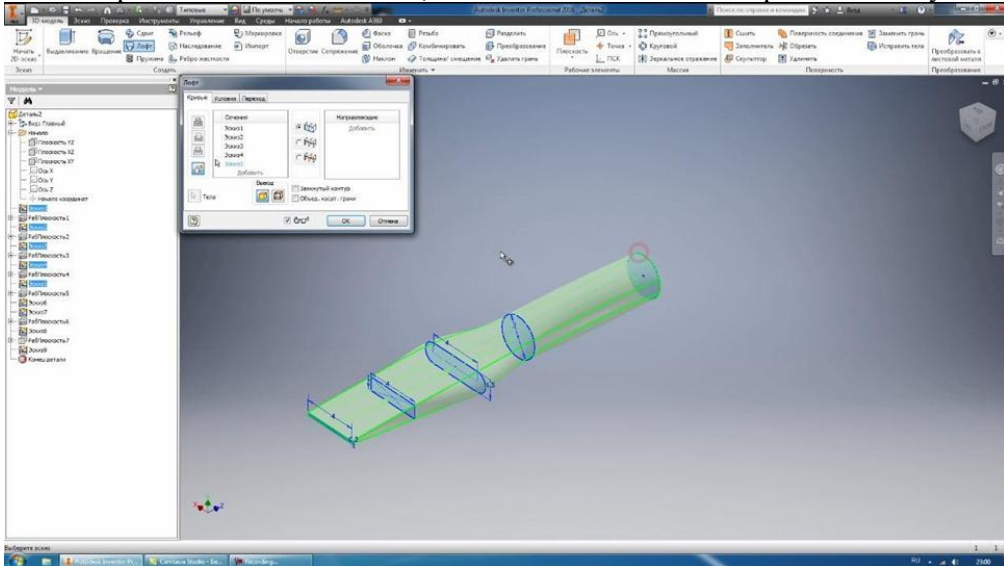
Теперь видимость всех плоскостей можно отключить, они нам больше не понадобятся. Мы получили ряд сечений, по которым будем выполнять операцию **Лофт**.



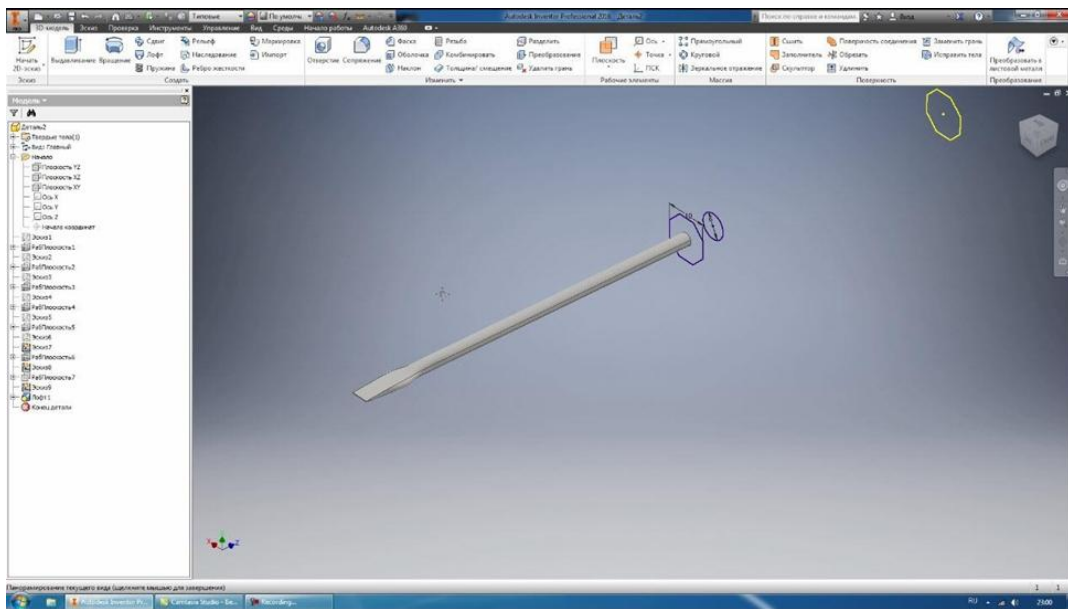
Выбираем операцию **Лофт**. Теперь необходимо выбрать сечения для выполнения этой операции. Начнем с первого эскиза. Выбираем последующие эскизы и в предварительном просмотре видим как будет создаваться деталь.



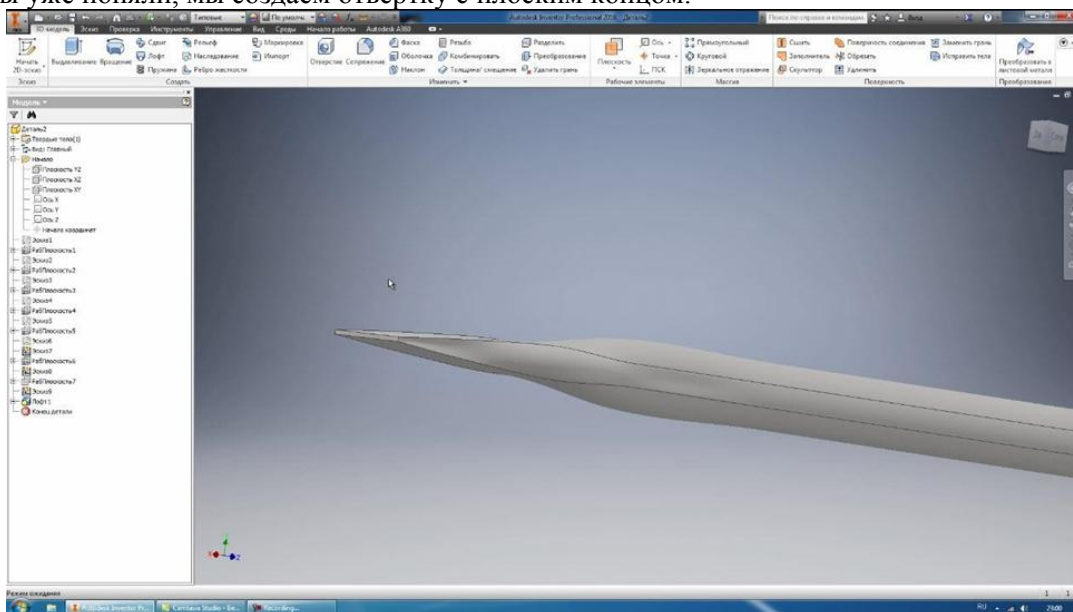
Поочередно выбираем плоскости и видим, что создаются плавные переходы между эскизами.



Выбираем первые шесть эскизов, заканчивая окружностью. Нажимаем **ОК** для получения первой части детали.

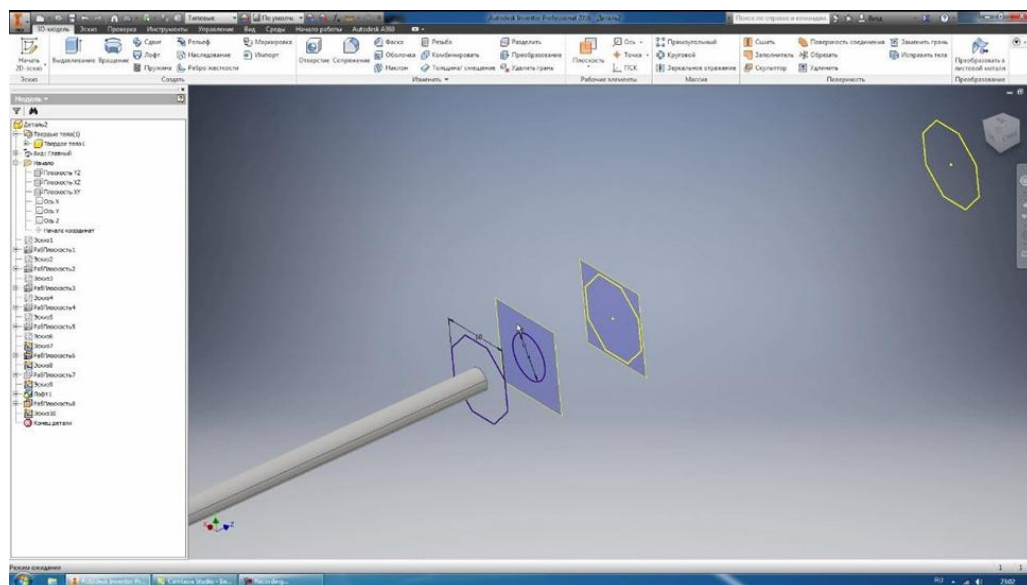


Как вы уже поняли, мы создаем отвертку с плоским концом.

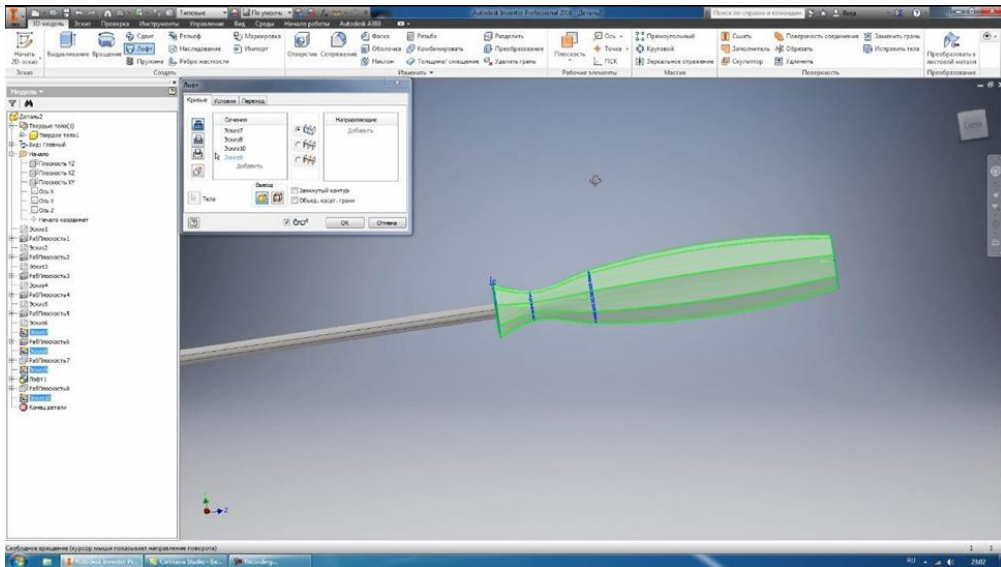


Создалось первое тело. В браузере есть подпапка **Твердые тела**, в ней отображаются твердые тела детали.

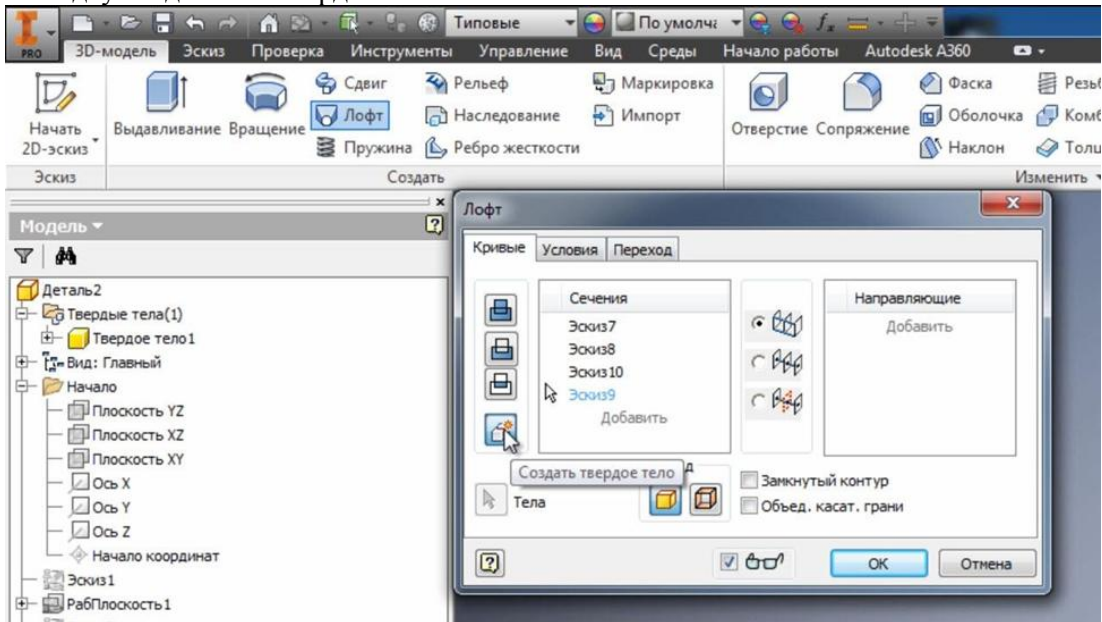
Отобразим видимость шестой плоскости. Создадим плоскость со смещением от нее на **12 мм**. В этой плоскости создадим эскиз, также спроецируем в нее многоугольник. Принимаем эскиз. Видимость плоскостей можно убрать.



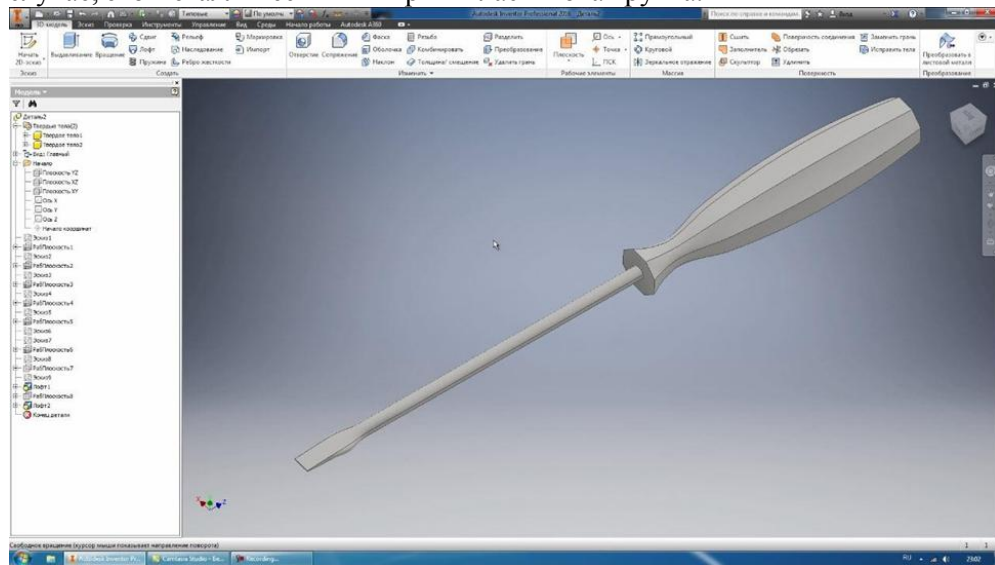
По полученным эскизам выполним **Лофт**. Выбираем поочередно эскизы и видим, как будет создаваться наша деталь.



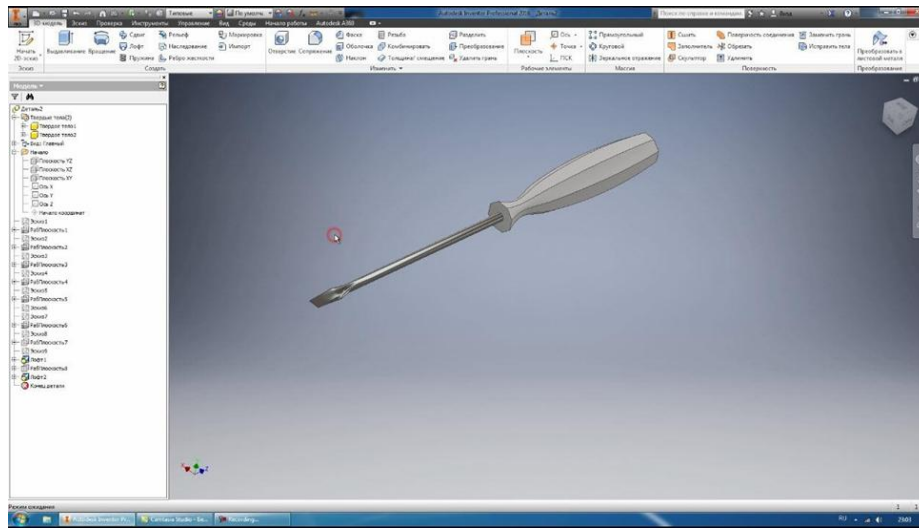
Выберем для этой операции **Создать твердое тело**. С помощью этой кнопки мы задаем, что деталь будет состоять из двух отдельных твердых тел.



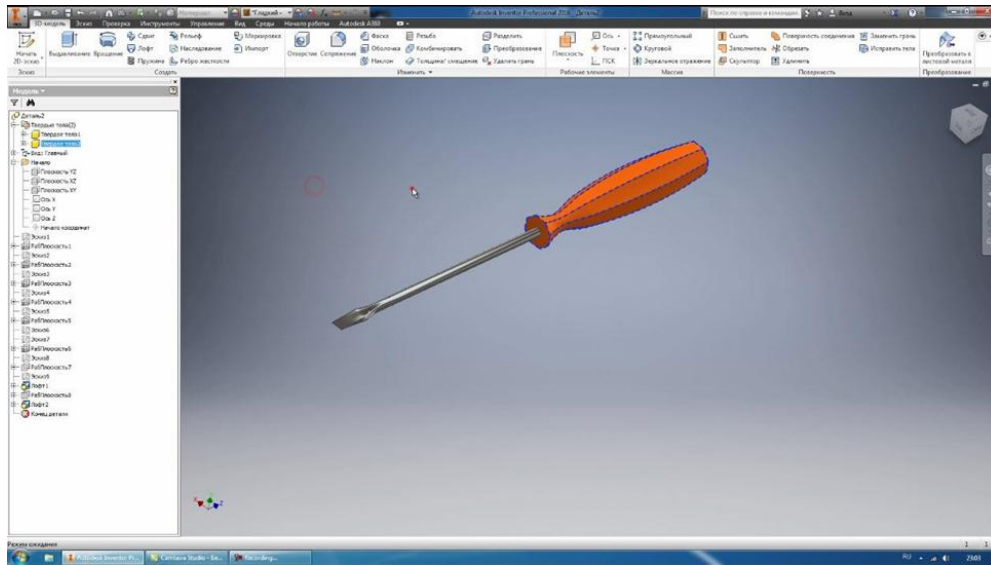
В нашем случае, это металлический штырь и пластиковая ручка.



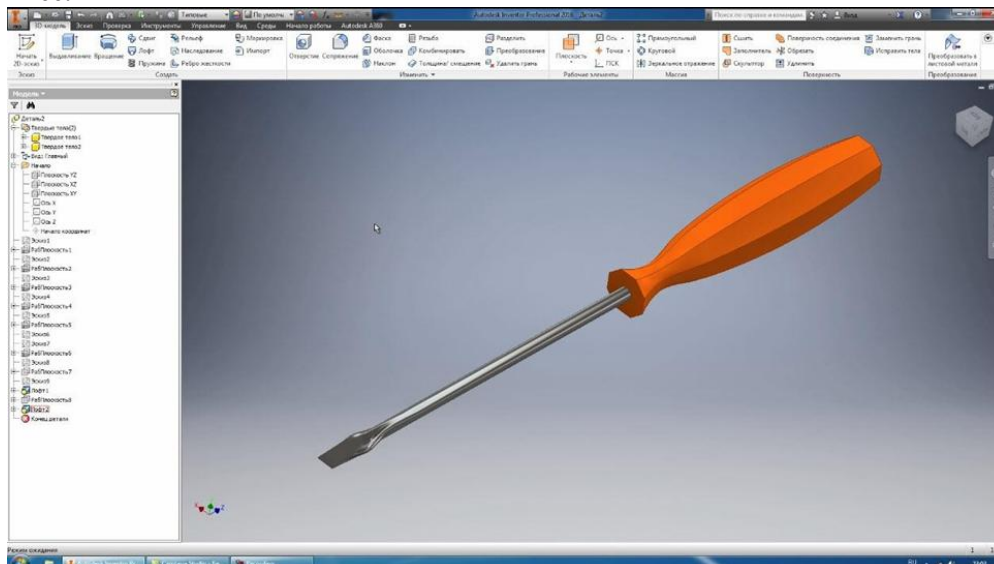
Для каждого твердого тела, можно задать свой стиль отображения. Для острия отвертки выберем стиль отображения **Хром полупрозрачный**.



Для ручки, за нее отвечает **Твердое тело2**, выберем другой стиль отображения. Например, **Гладкий – светло-оранжевый**.



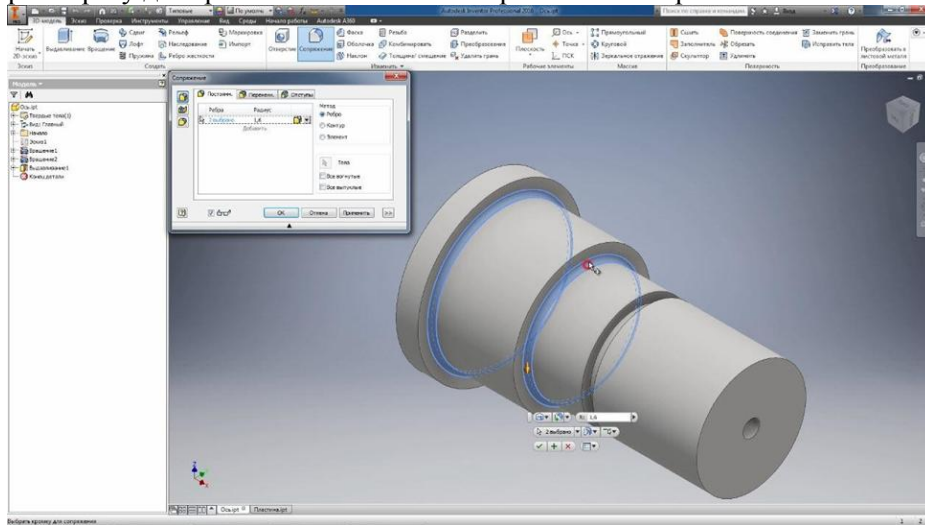
Таким образом с помощью двух операций **Лофт1** и **Лофт2** получили деталь **Отвертка**. Переименуем деталь и сохраним ее.



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

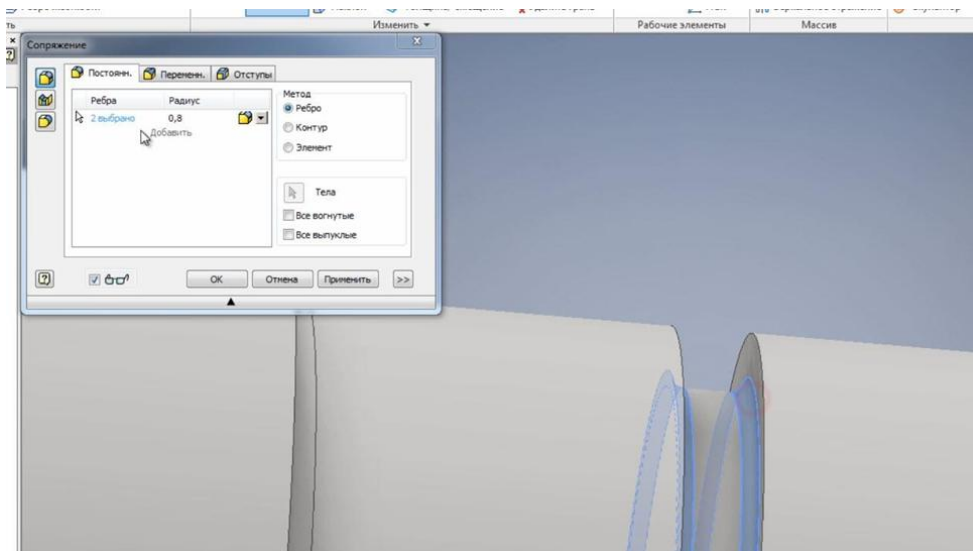
Работа с деталями

Для создания сопряжения и фасок есть соответствующие операции. Рассмотрим операцию **Сопряжение**. Для выполнения сопряжения выбирается грань на детали и указывается радиус сопряжения. Можно за одну операцию выбрать сразу две грани. Нажимаем **ОК**. Принимаем сопряжение.

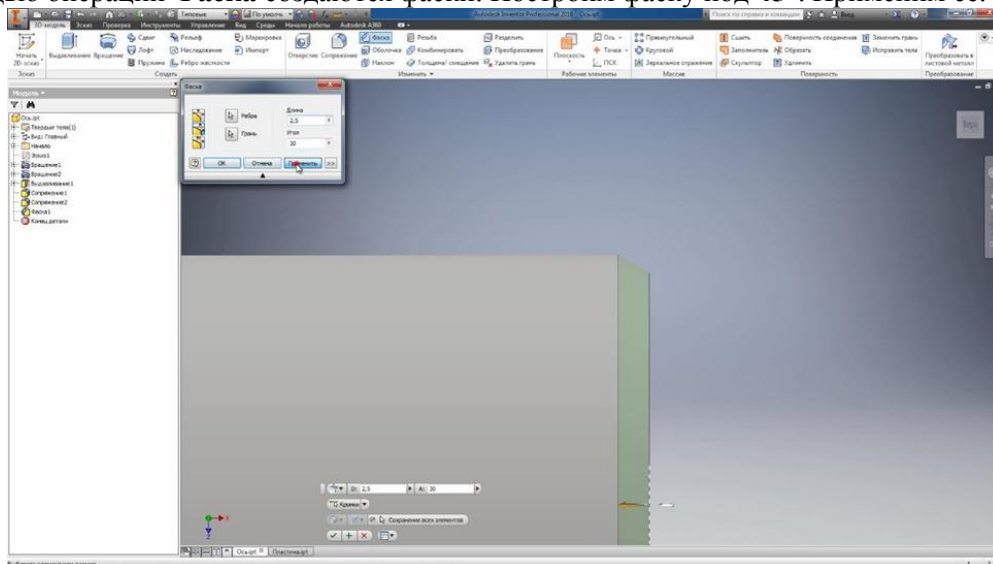


Также за одну операцию, можно выбрать несколько сопряжений с различными радиусами. Например, указав сопряжение радиусом **0,8 мм**, выберем две грани и в этой же операции добавим еще одно сопряжение радиусом **0,2 мм** и выберем грани для него.

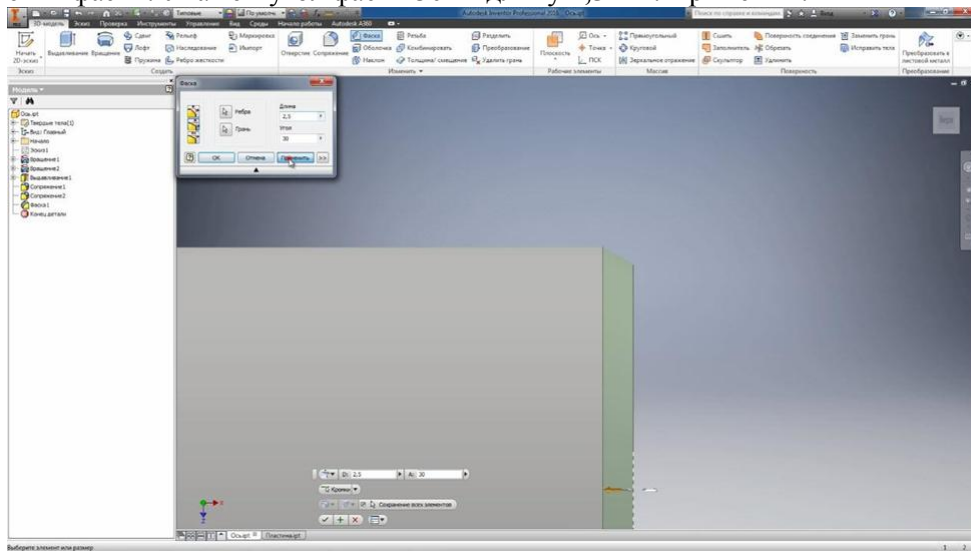
Таким образом, за одну операцию можно выполнять сопряжение различными радиусами на различных гранях.



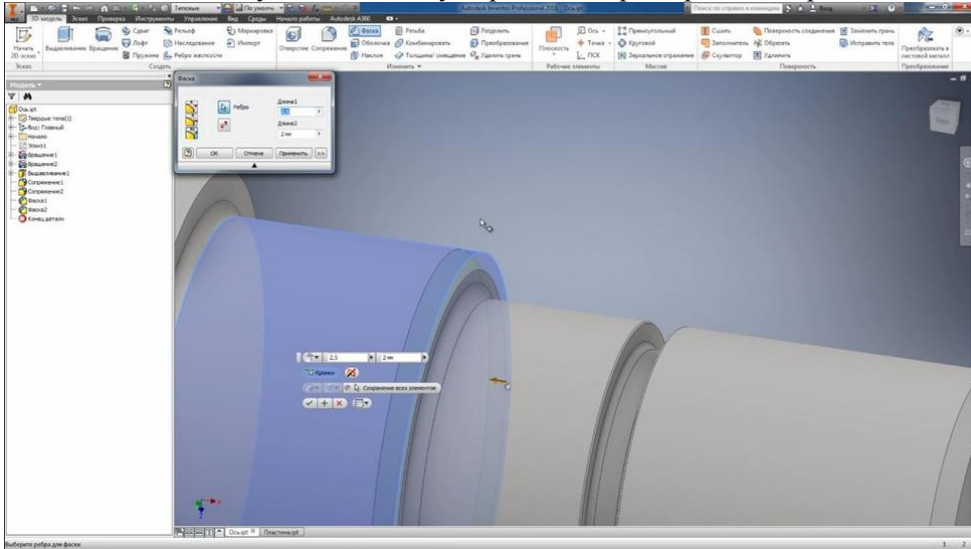
С помощью операции **Фаска** создаются фаски. Построим фаску под **45°**. Применим ее.



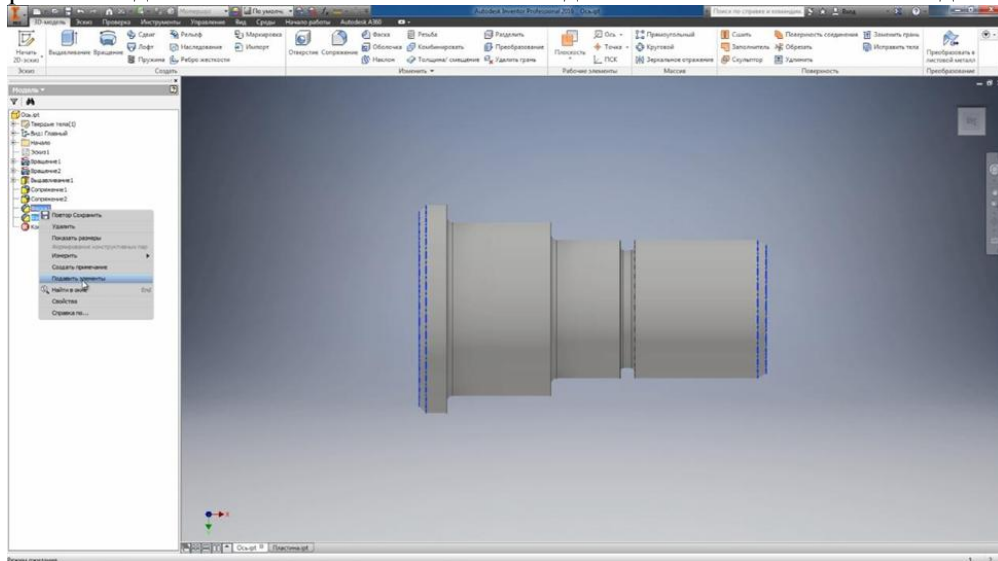
Также можно строить с указанием фаски и длины наклона. Для этого необходимо выбрать грань и затем ребро для выполнения фаски. Укажем угол фаски 30° и длину $2,5$ мм. Применим.

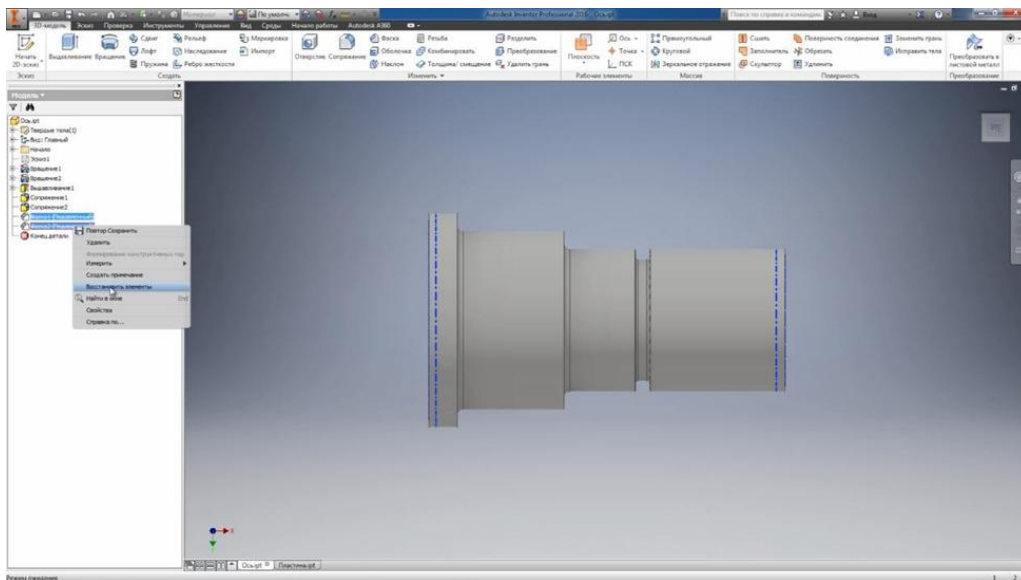


Также фаски можно задавать, указывая длину первой и второй грани. Сохраним деталь.



Фаски и сопряжения удобнее выполнять с помощью этого инструмента **Фаски и сопряжения**, а не в эскизе. Так как при необходимости их можно с легкостью подавить и восстановить необходимые элементы.

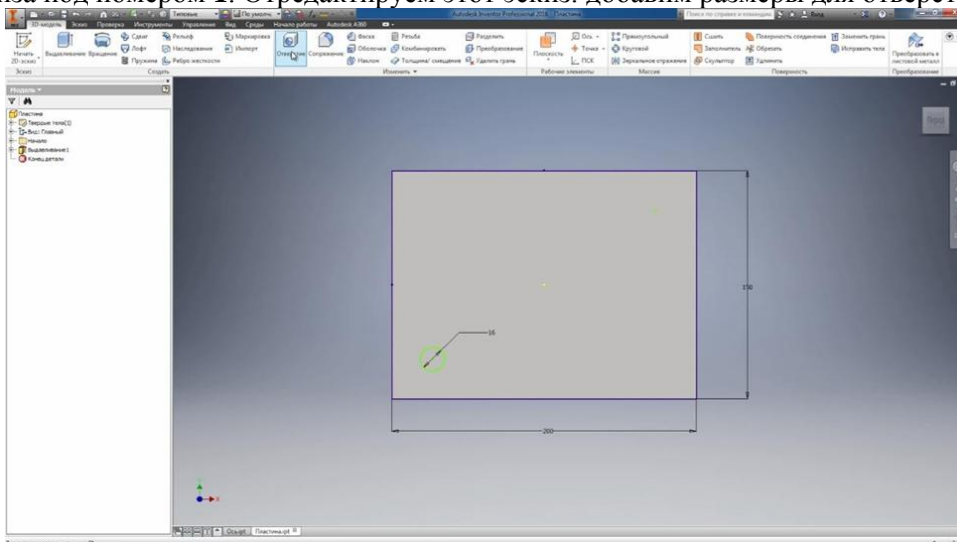




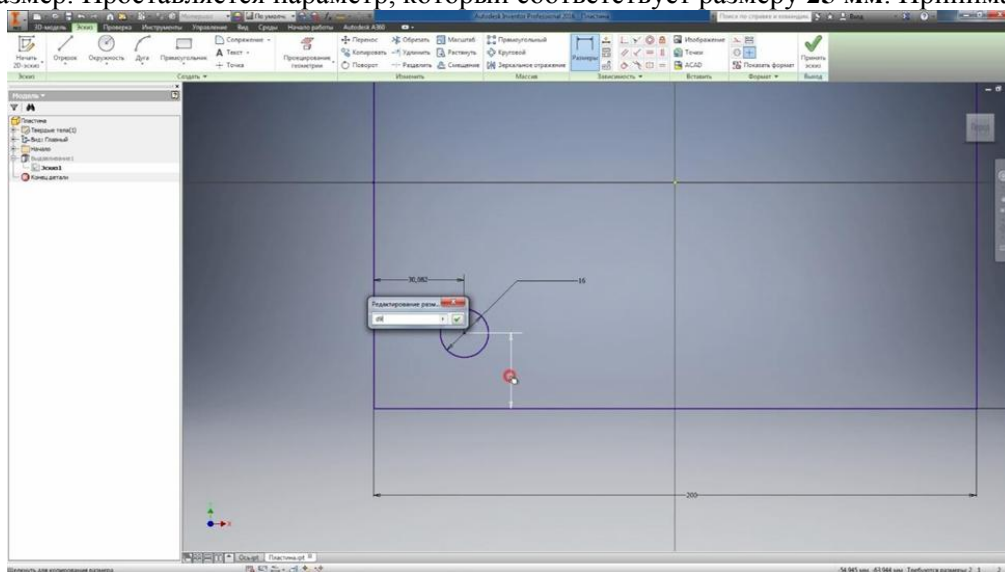
Для того, чтобы удалить фаску или сопряжение в эскизе придется восстанавливать замкнутый контур, поэтому удобнее выполнять с использованием соответствующих операций.

На примере следующей детали рассмотрим операцию **Отверстие**.

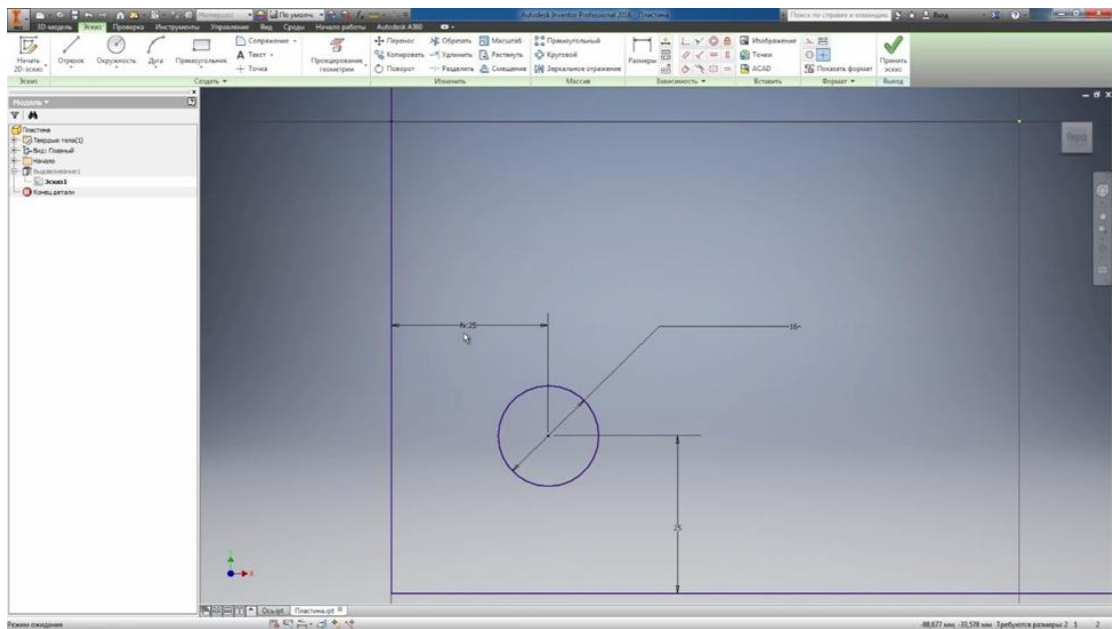
Данная деталь представляет собой плиту, размерами **200x150** мм и высотой **50** мм. Данная плита выполнена из эскиза под номером **1**. Отредактируем этот эскиз: добавим размеры для отверстия и для точки.



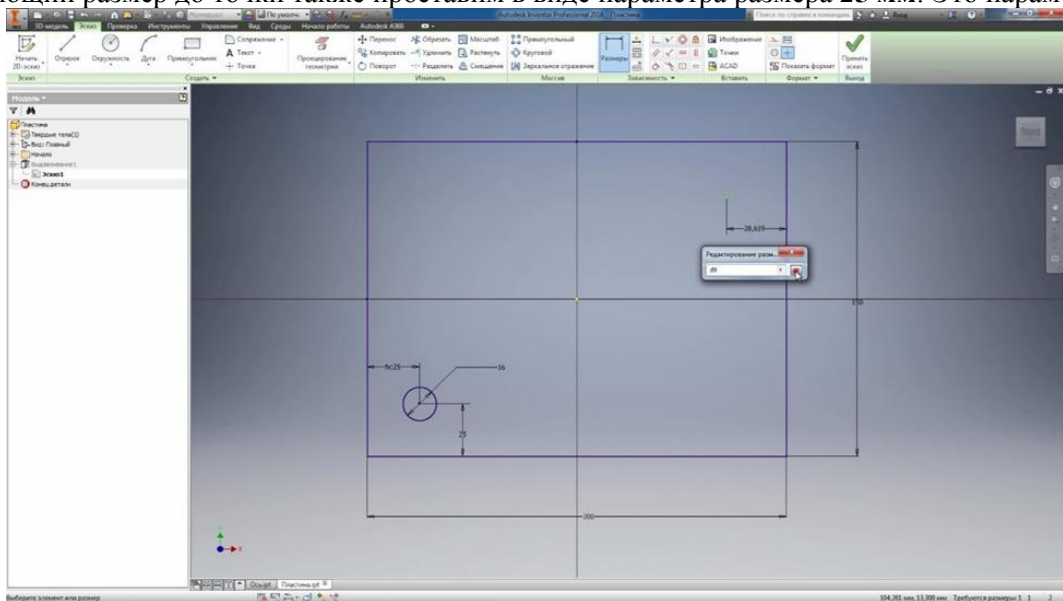
Укажем размеры от соответствующих граней: от нижней грани до центра отверстия **25** мм, от левой грани до центра отверстия равен предыдущему размеру. Для этого выделяем значение размера и нажимаем на необходимый размер. Проставляется параметр, который соответствует размеру **25** мм. Принимаем этот размер.



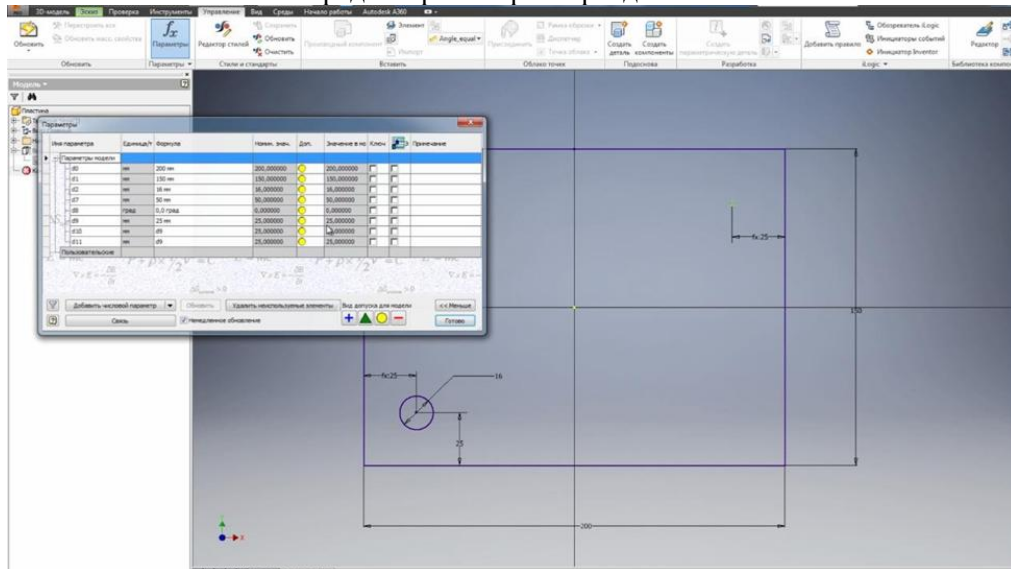
Буквы **fx** означают, что данный размер параметрический, и он взят из другого параметра.



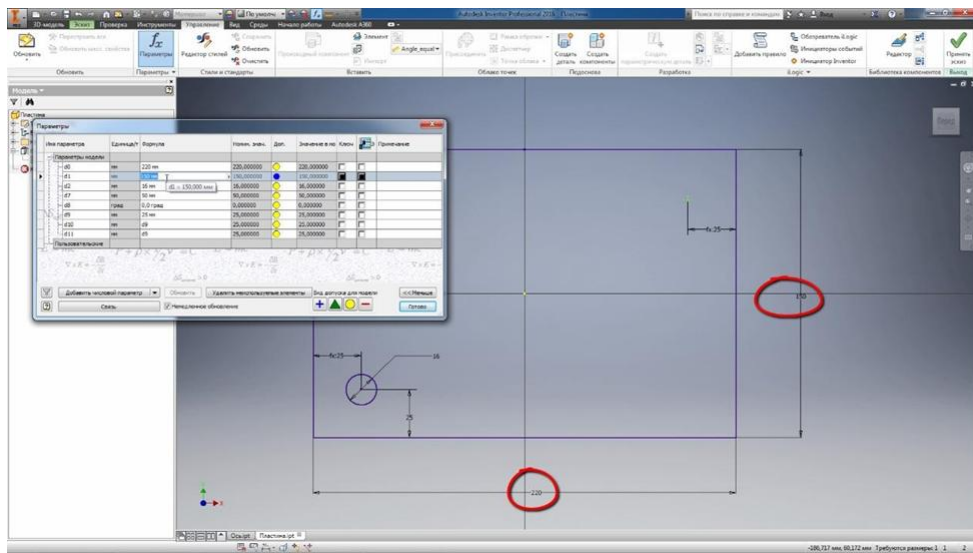
Следующий размер до точки также проставим в виде параметра размера **25 мм**. Это параметр **d9**.



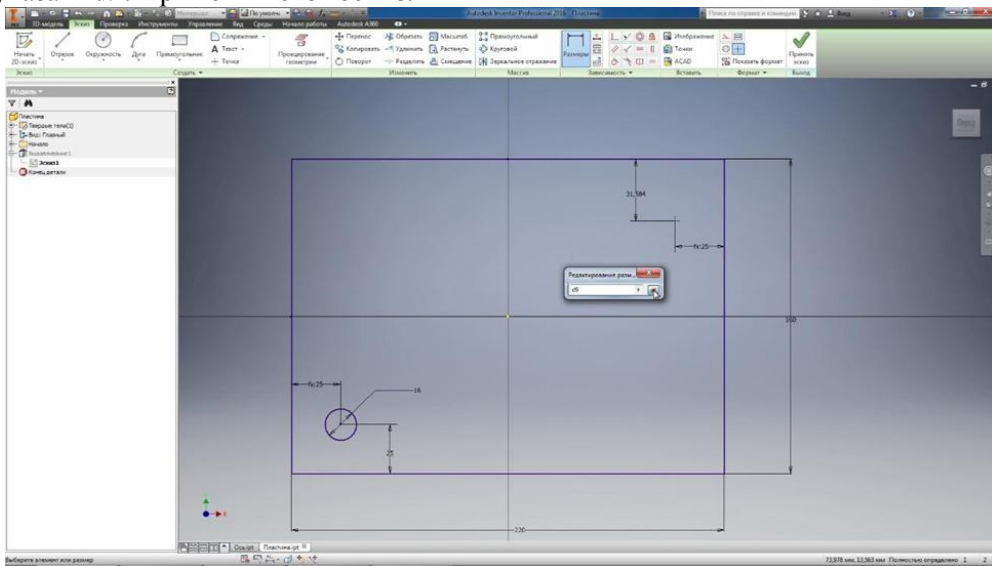
Для того, чтобы увидеть все параметры в детали, необходимо перейти на вкладку **Управление** и нажать функцию **Параметры**. Здесь отражается список всех параметров, которые используются в детали. Непосредственно из этого окна можно отредактировать размеры детали.



Например, изменим длину **200** на **220**, и длину **150** на **160**. Видим, что сразу обновляется эскиз. И размер **25 мм** соответствует параметру **d9**.

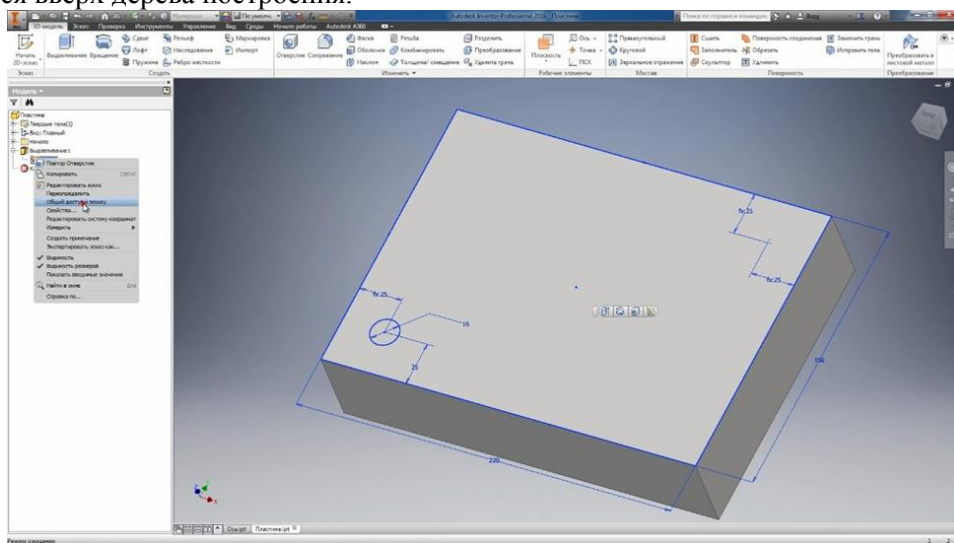


Для проставления следующего размера, сразу зная какой параметр отвечает за длину 25 мм, можно вместо размера указать **d9**. Применим этот эскиз.

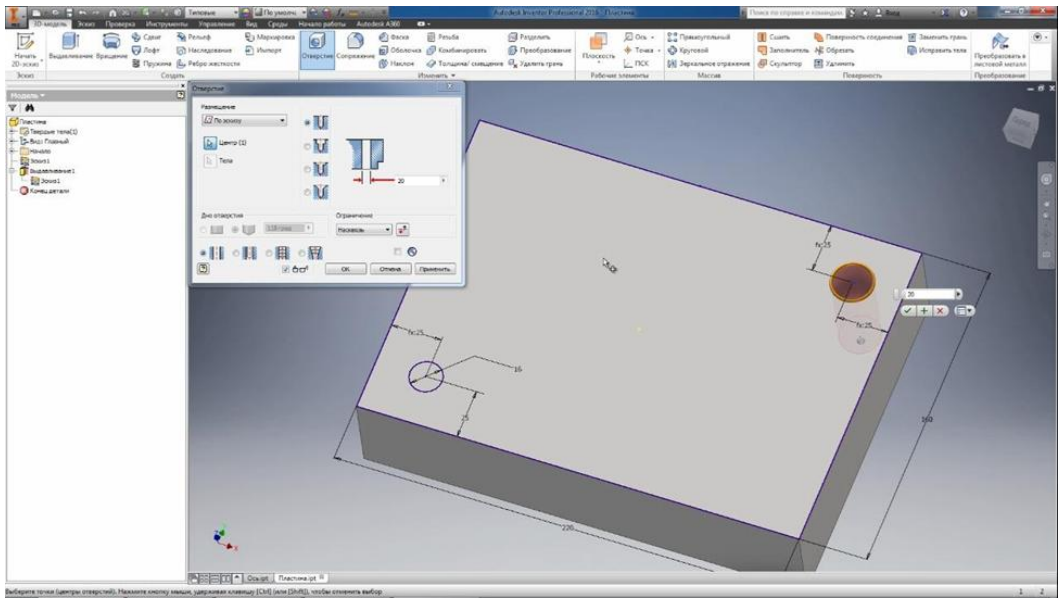


Для создания отверстий из того же эскиза из которого было произведено вдавливание, помимо видимости эскиза, нужен общий доступ к этому эскизу.

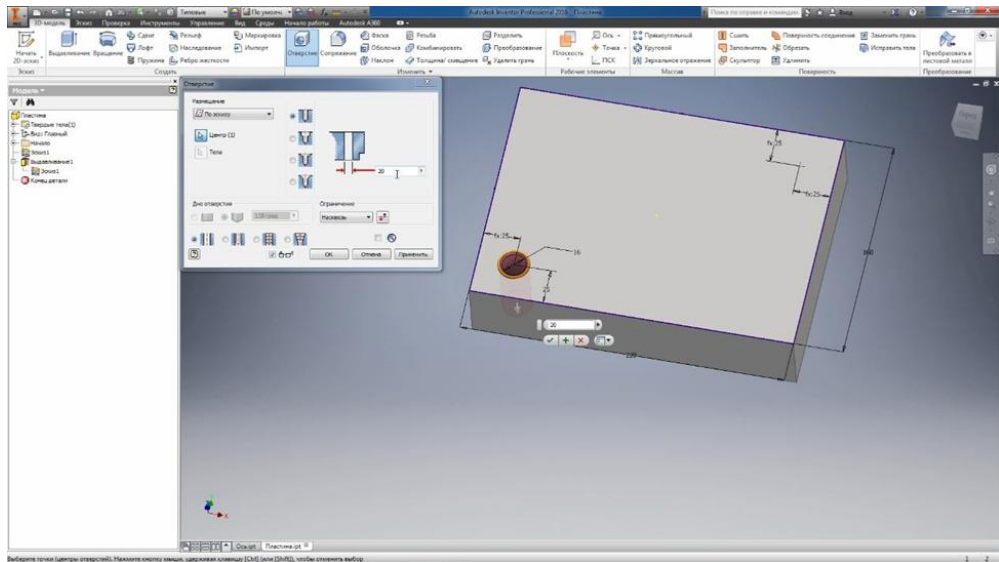
Нажмем **правой кнопкой мыши** на эскиз в браузере. И выберем **Общий доступ к эскизу**. При этом эскиз перемещается вверх дерева построения.



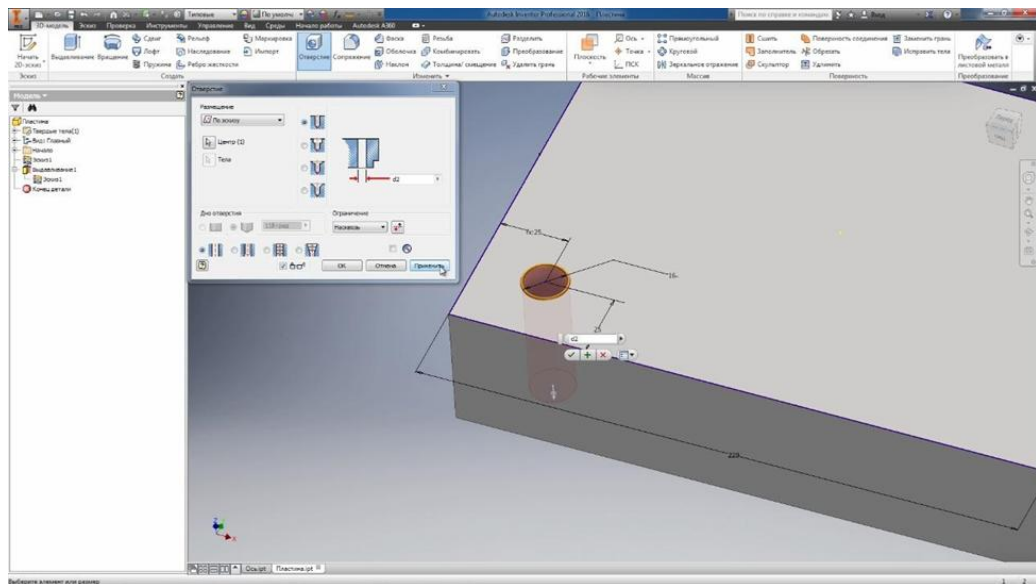
Теперь для выполнения отверстия, можно выбирать любую точку на этом эскизе. Выберем операцию **Отверстие**.



По умолчанию выбираются точки на эскизе для выполнения отверстия. С помощью клавиши **Ctrl** и нажатия на соответствующую точку можно отменить выделение и выбрать другую точку для выполнения отверстия.

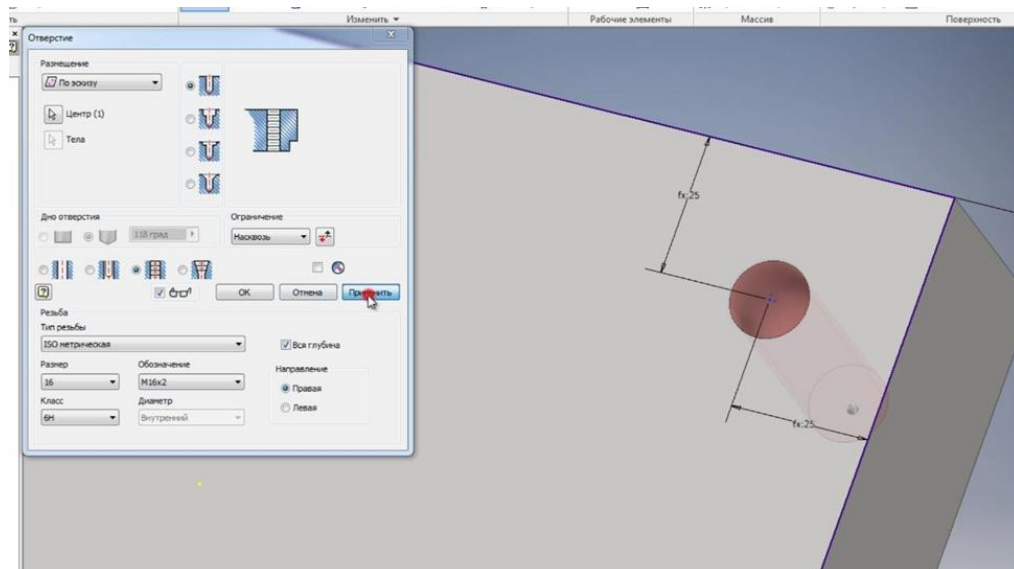


Отверстия можно указывать насквозь или на указанную глубину. Сделаем сквозное отверстие. В качестве диаметра также укажем параметр, который соответствует размеру **16 мм**. Это параметр **d2**. Применим его.

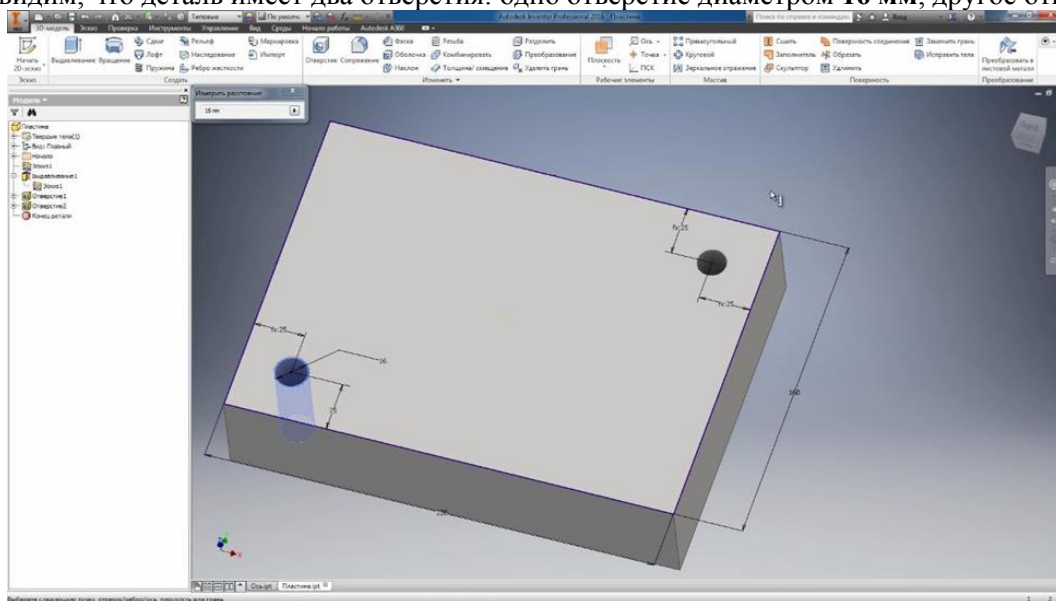


Следующее отверстие сделаем резьбовым. Точка на эскизе уже выбрана. Выберем тип отверстия **Резьбовое**, выберем тип резьбы **Метрическая** и размер отверстия **M16**. Также можно указать глубину нарезки

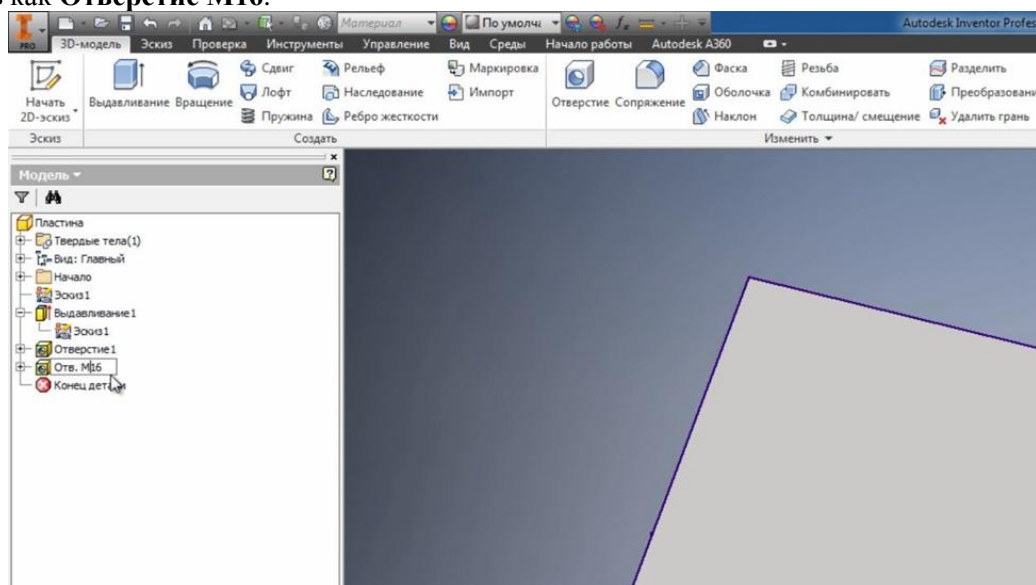
резьбы или поставить галочку **Вся глубина** для нарезки резьбы по всей глубине отверстия. Применим операцию.



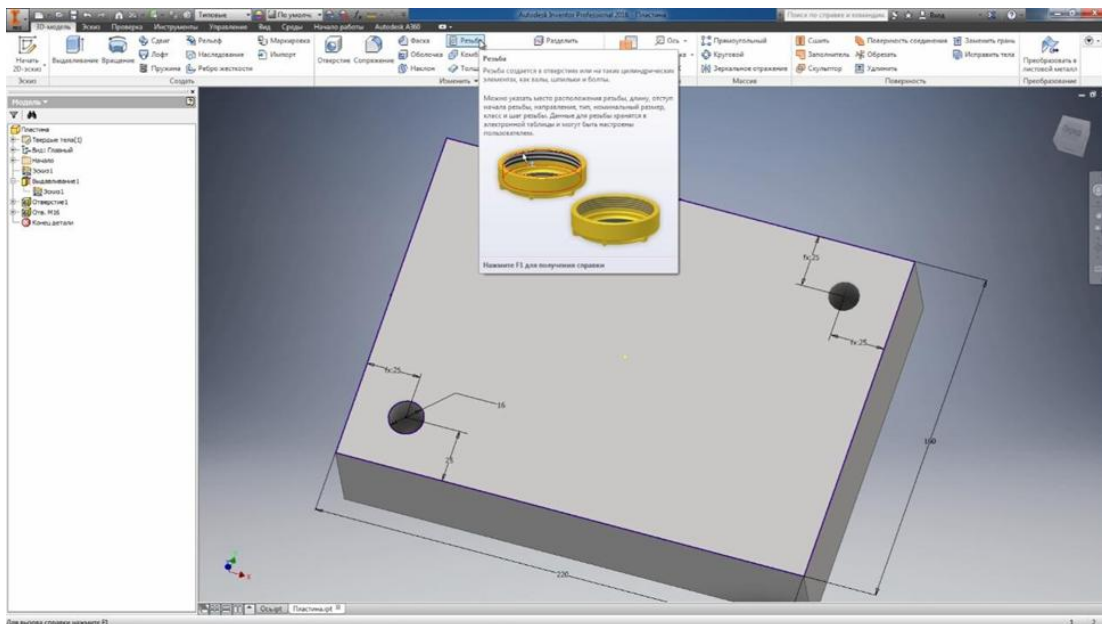
Итак, видим, что деталь имеет два отверстия: одно отверстие диаметром **16 мм**, другое отверстие **M16**.



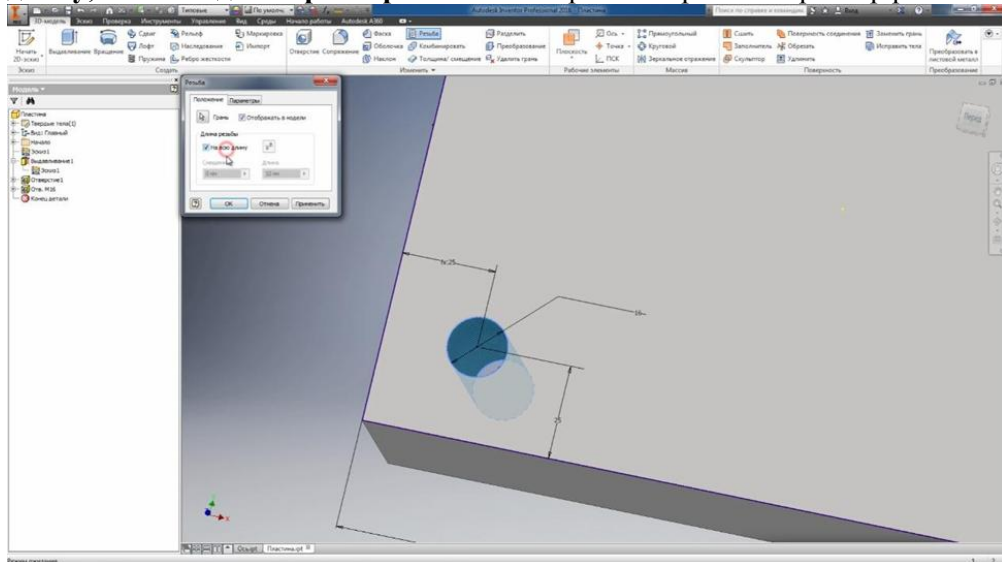
Операции в браузере для удобства можно переименовывать. Например, операцию **Отверстие2** можно переименовать как **Отверстие M16**.



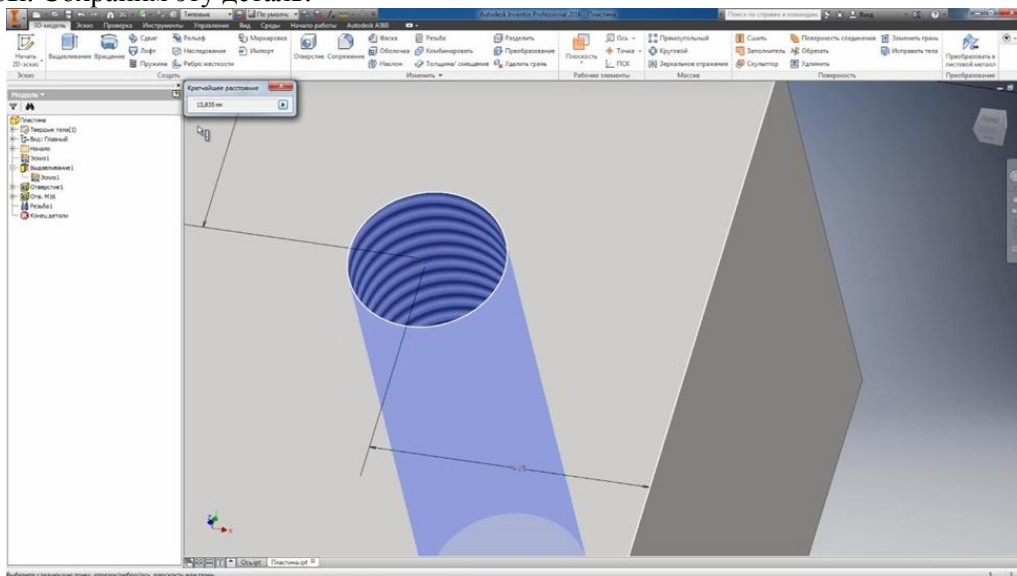
Следующая операция **Резьба** позволяет создавать резьбу на цилиндрических гранях, внутреннюю или наружную.



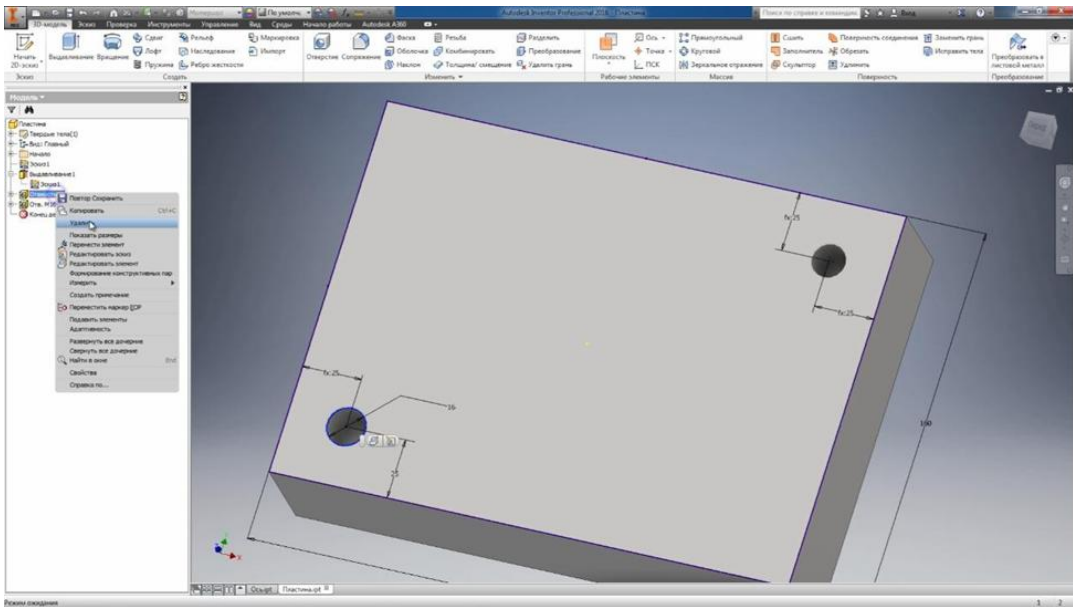
Для этого потребуется выбрать грань для выполнения резьбы, указать глубину отверстия или оставить галочку **На всю длину**, и на вкладке **Параметры** можно выбрать тип резьбы и размер резьбы.



Если применим резьбу **M16** для этого отверстия, то это будет не совсем корректно, так как на отражении на чертеже, внутренний диаметр резьбы **M16** должен быть не **16 мм**, а как в случае построения резьбы именно **M16**, этот размер будет **13,8 мм**. Поэтому операцию **Резьба** желательно применить только для построение наружной резьбы. Сохраним эту деталь.

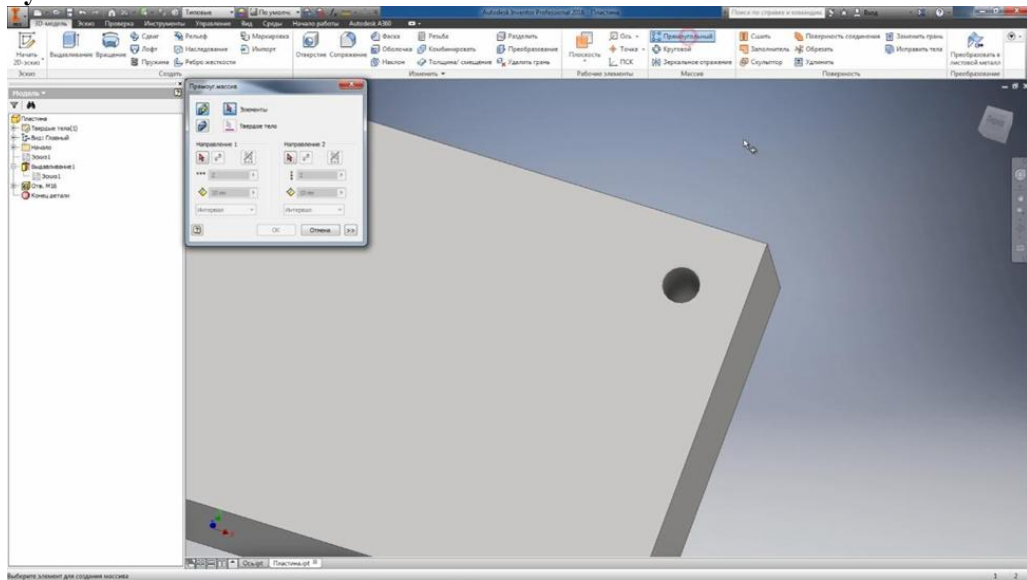


Удалим у детали отверстие 1 и резьбу.



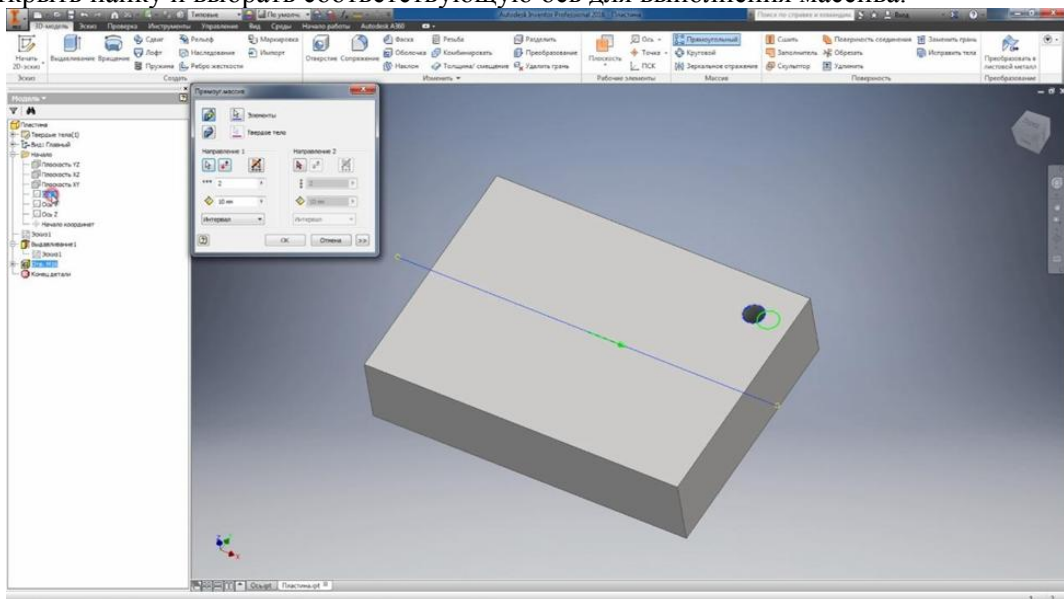
Также уберем видимость эскиза.

Рассмотрим, как создаются массивы в деталях. Например, создадим массив отверстия М16. Выбираем функцию **Прямоугольный массив**.

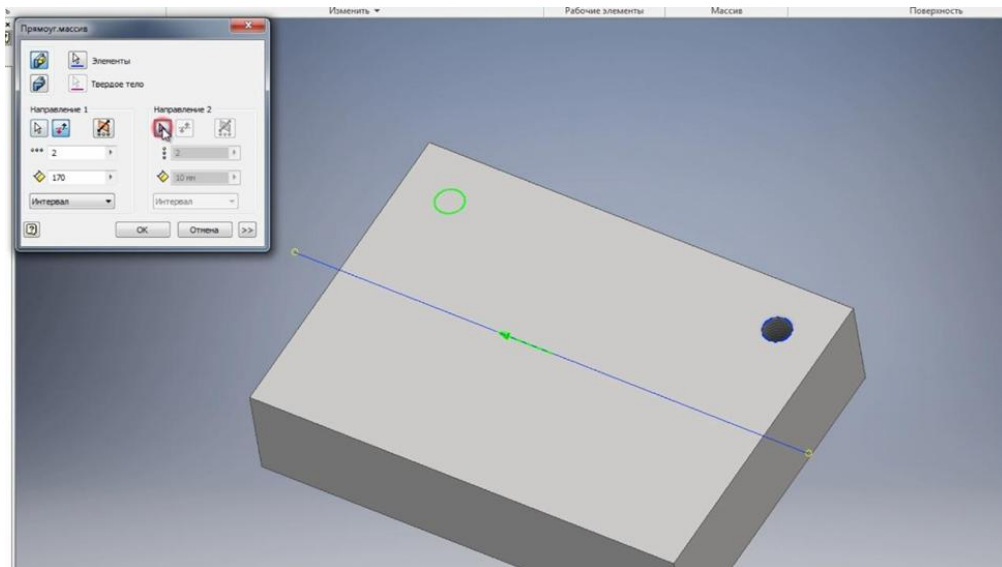


Далее необходимо выбрать элемент для выполнения массива. Можно выбрать элемент непосредственно на детали или выбрать операцию в дереве.

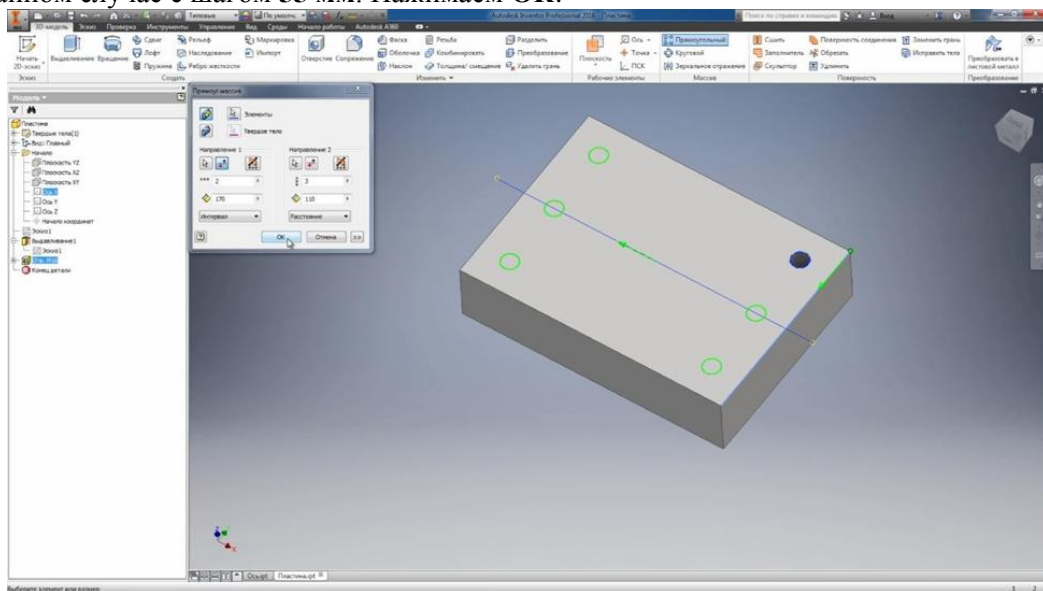
Далее необходимо выбрать направление для массива. В качестве направления можно выбрать или грань детали, или открыть папку и выбрать соответствующую ось для выполнения массива.



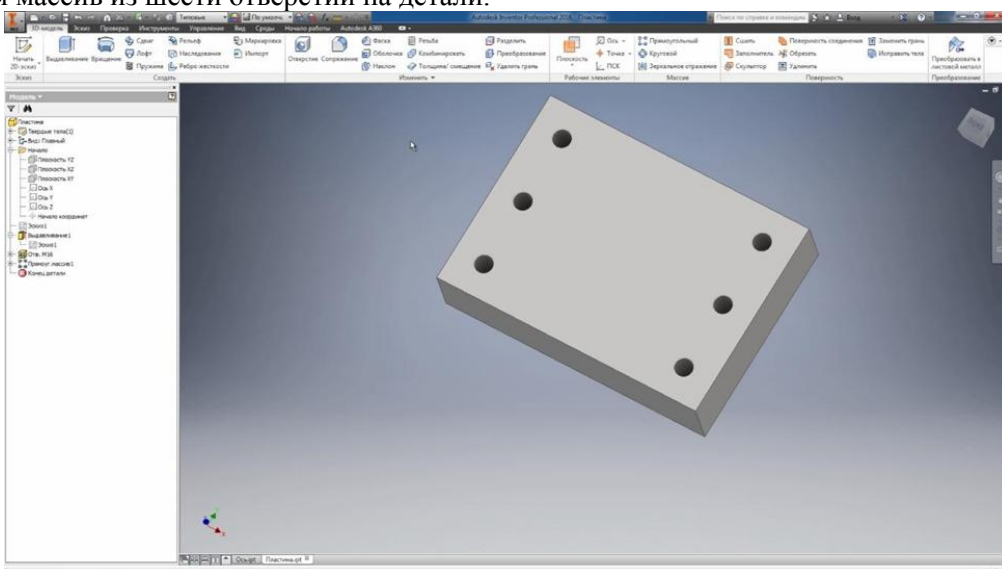
Далее нужно указать число элементов. Оставим **2**. Укажем расстояние массива **170** мм и изменим направление.



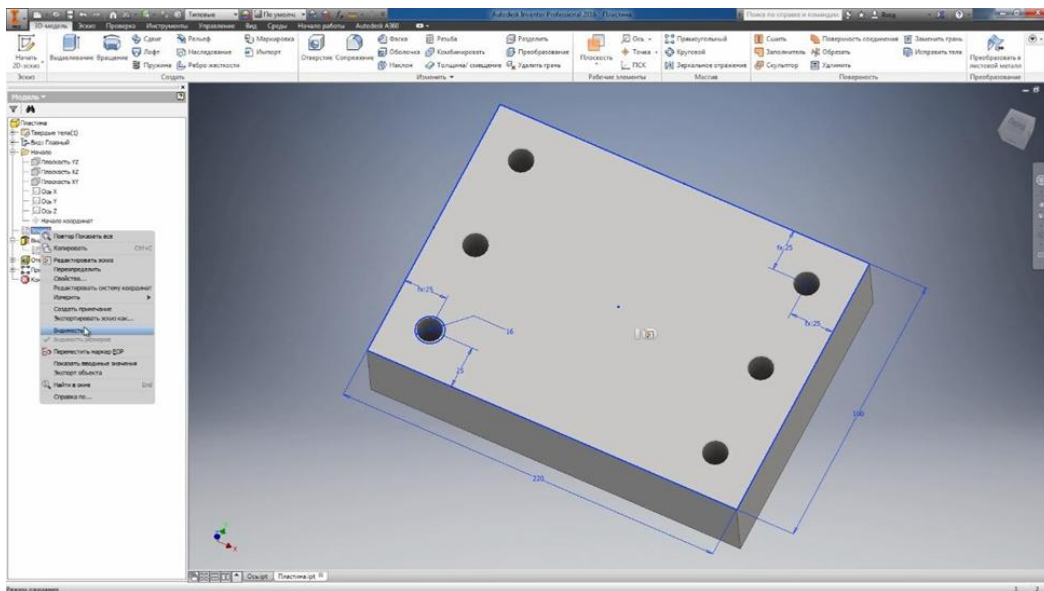
Далее в качестве второй оси, можно также выбрать или грань детали, или ось **Y**. Выберем грань детали. Укажем расстояние массива **110** мм, количество элементов выберем **3**. И в качестве задания расстояния, выберем не **Интервал**, а **Расстояние**. Таким образом на расстоянии **110** мм расположатся равномерно три отверстия, в данном случае с шагом **55** мм. Нажимаем **ОК**.



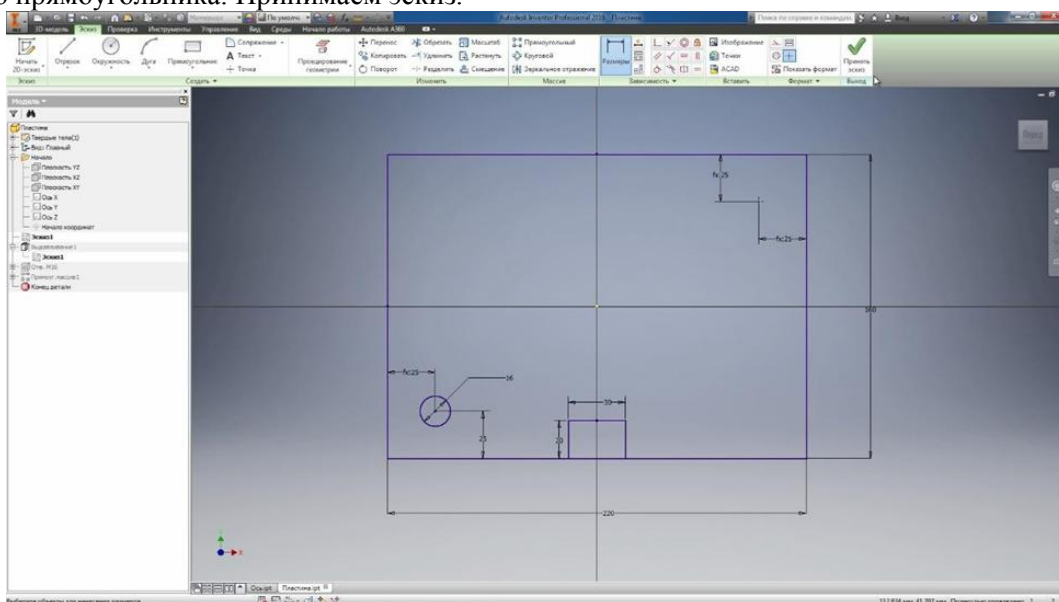
Создался массив из шести отверстий на детали.



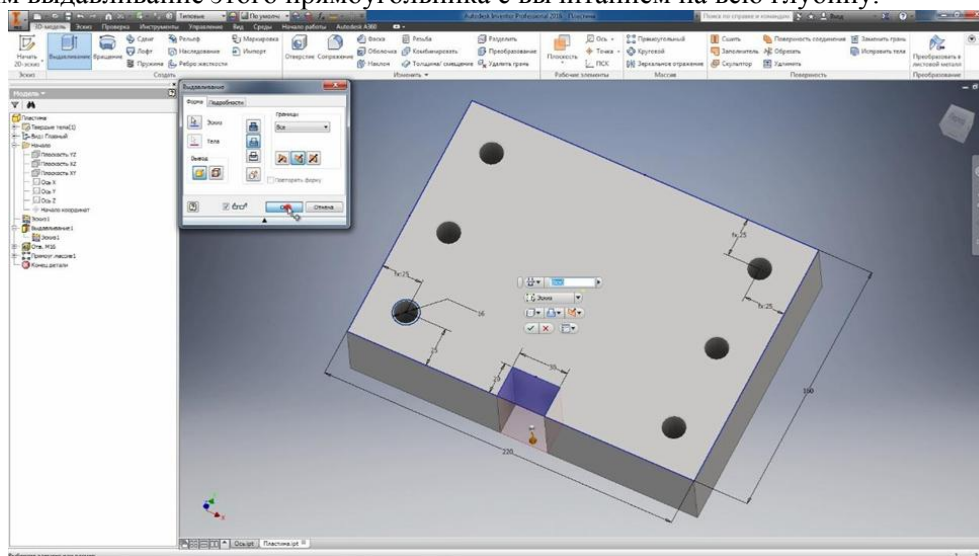
Включим видимость эскиза и отредактируем эскиз.



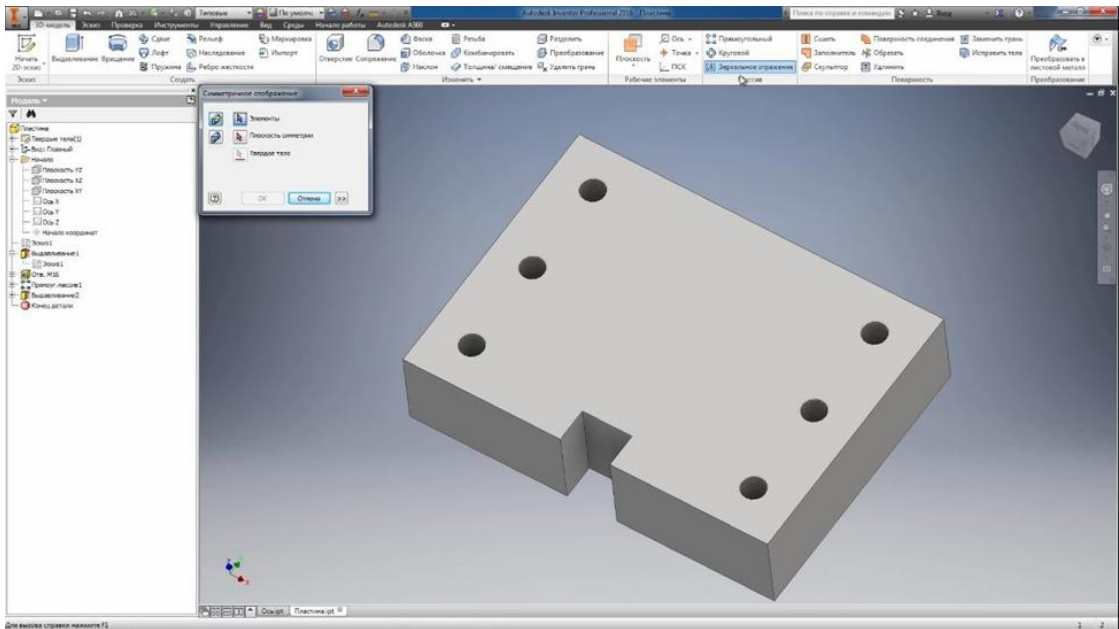
Добавим внизу детали прямоугольник симметричный относительно начала координат. Сделаем это с помощью **Зависимости вертикальности** центральной точки прямоугольника с началом координат и укажем размеры этого прямоугольника. Принимаем эскиз.



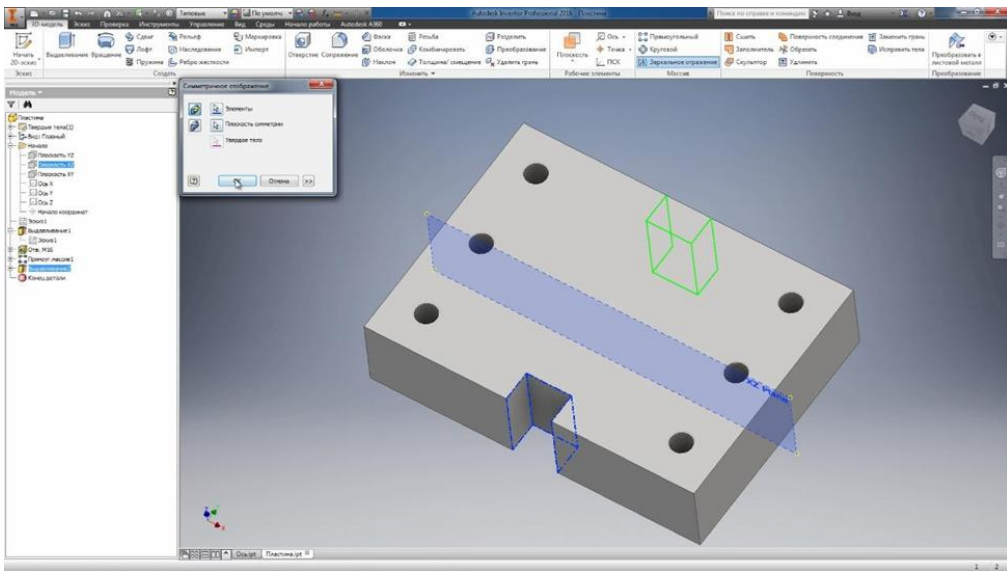
Выполним выдавливание этого прямоугольника с вычитанием на всю глубину.



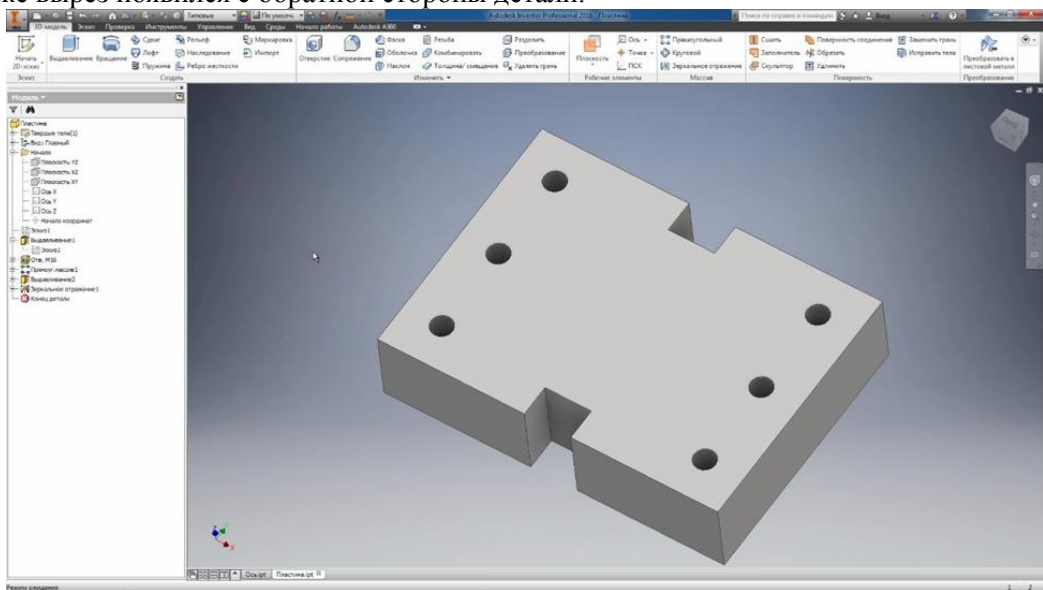
И теперь рассмотрим операцию **Зеркальное отражение**. Для того, чтобы выполнить такой же вырез с обратной стороны на детали, зеркально отразим его. Выбираем операцию **Зеркальное отражение**.



В качестве операции выбираем **Выдавливание2**. Далее выберем плоскость симметрии – плоскость **XZ** и нажимаем **ОК**.



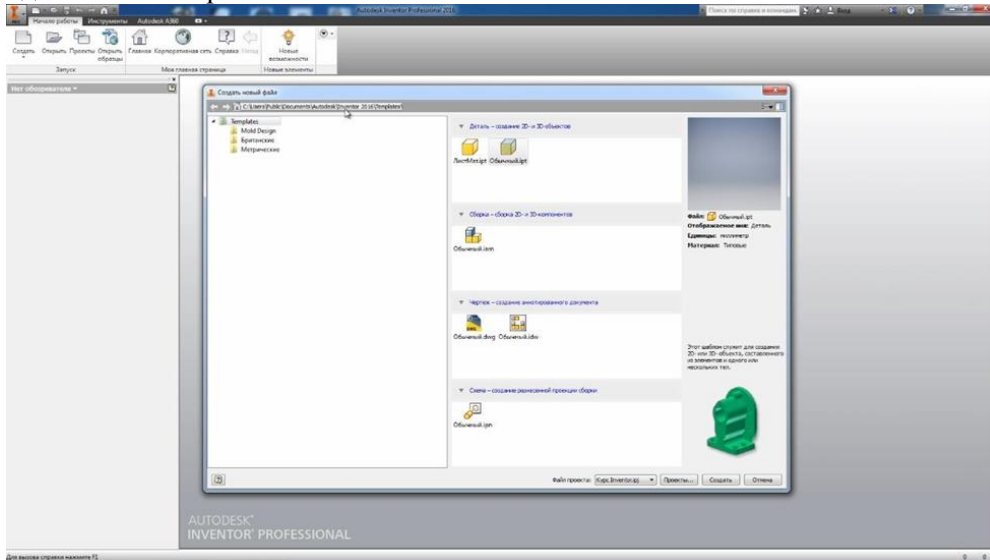
Такой же вырез появился с обратной стороны детали.



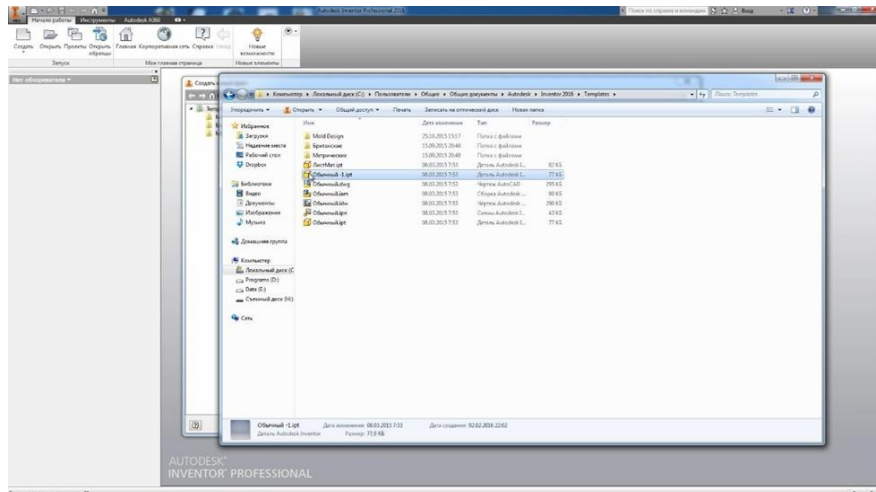
Сохраним эту деталь.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11 Настройка шаблонов

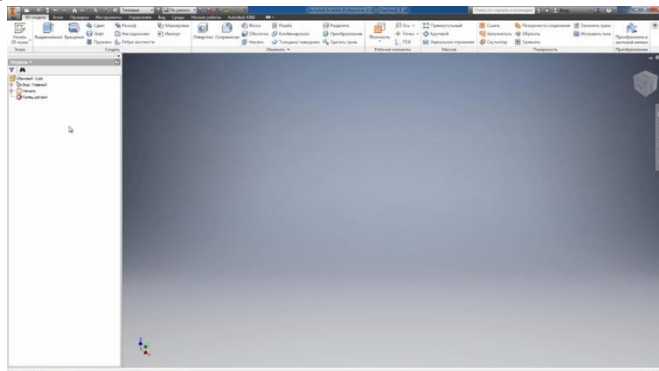
При создании деталей, сборок или чертежей необходимо выбрать шаблон, по которому создается соответствующая деталь или сборка.



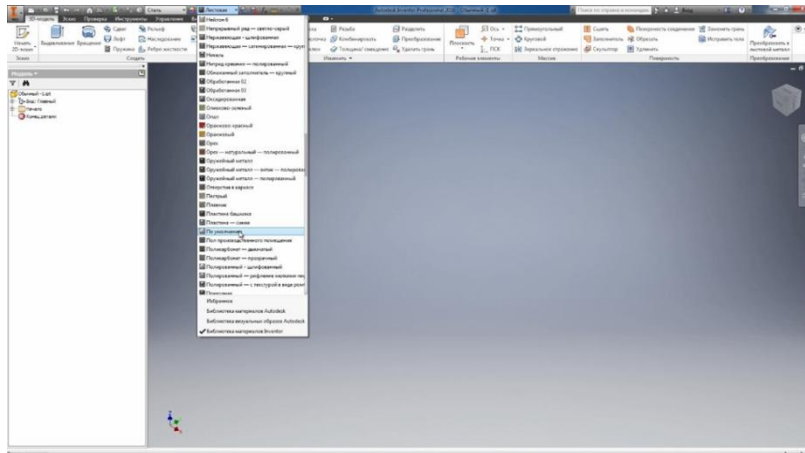
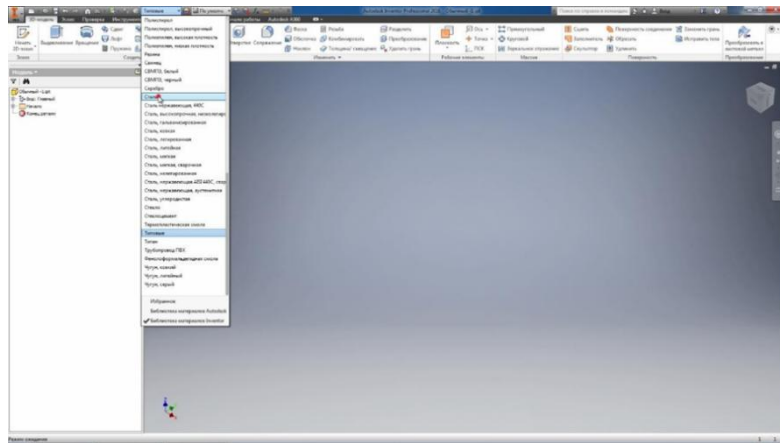
Путь, из которого открываются эти шаблоны, можем открыть в папке и отредактировать эти шаблоны или создать новые. Например, шаблон детали **Обычный.ipt** можно скопировать и вставить копию, назвав ее **Обычный-1.ipt**.



Теперь этот шаблон можно настроить, открыв двойным щелчком левой кнопки мыши в Inventor. Он открылся как обычная деталь.

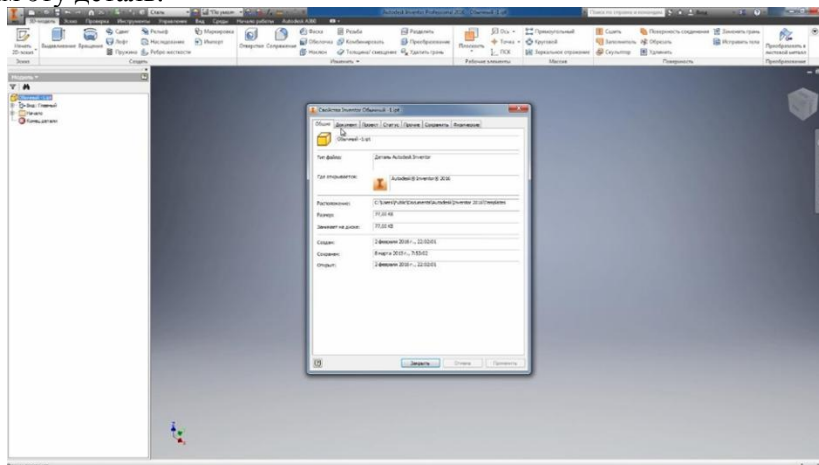


Для этой детали можно назначить материал, стиль отображения оставим его по умолчанию.

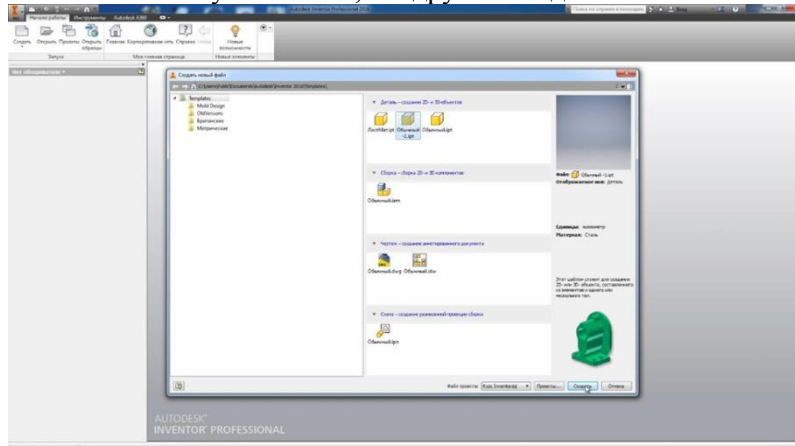


Также можно заполнить **Свойства Inventor**. Например, кто разработал документ, его статус и прочие свойства.

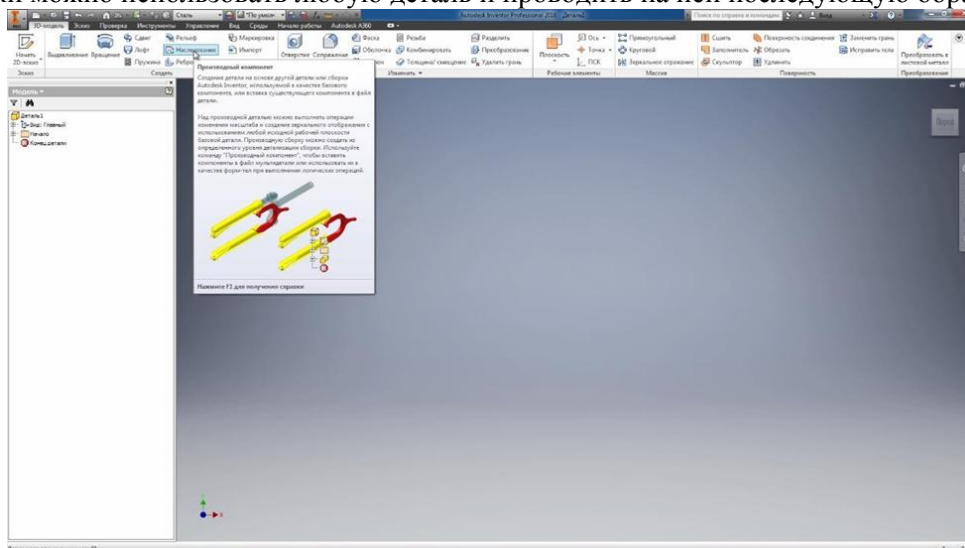
Теперь сохраним эту деталь.



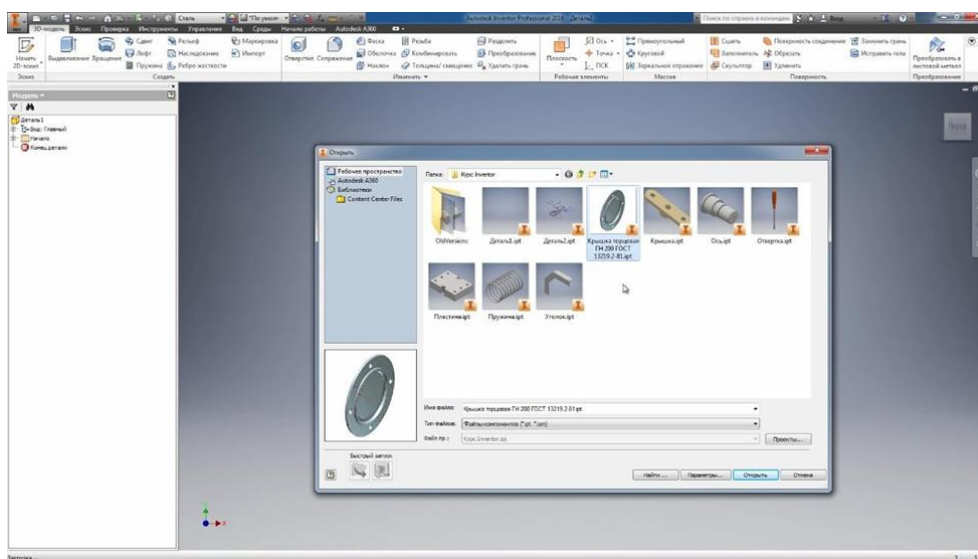
Теперь при создании новой детали можно выбирать шаблон **Обычный-1.ipt**. Новая деталь будет создаваться уже с материалом **Сталь** по умолчанию, и с другими заданными свойствами.



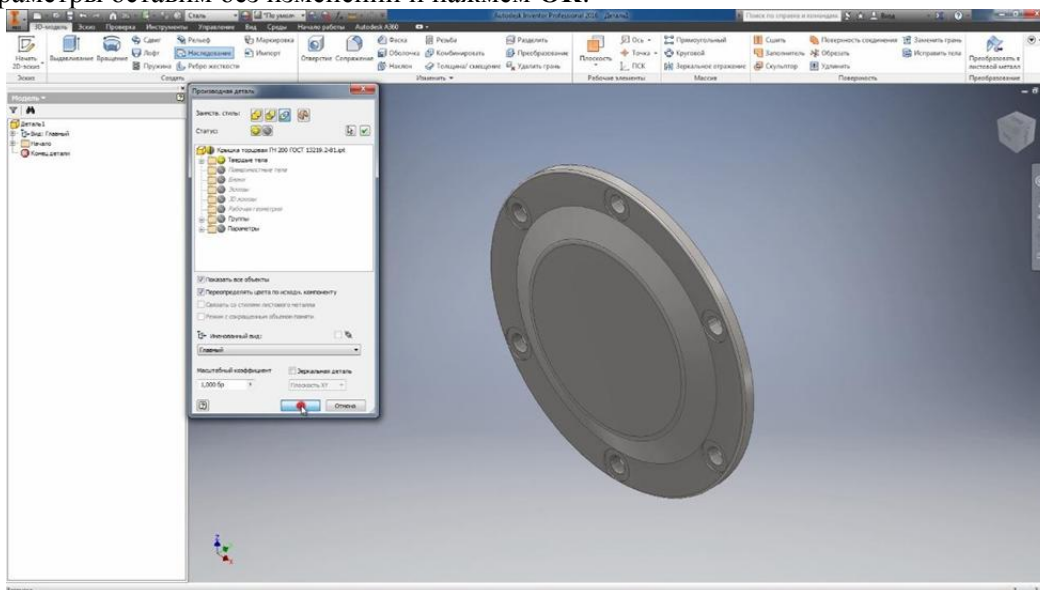
Рассмотрим операцию **Наследование** для детали. Эта операция позволяет использовать заготовку. В качестве заготовки можно использовать любую деталь и проводить на ней последующую обработку.



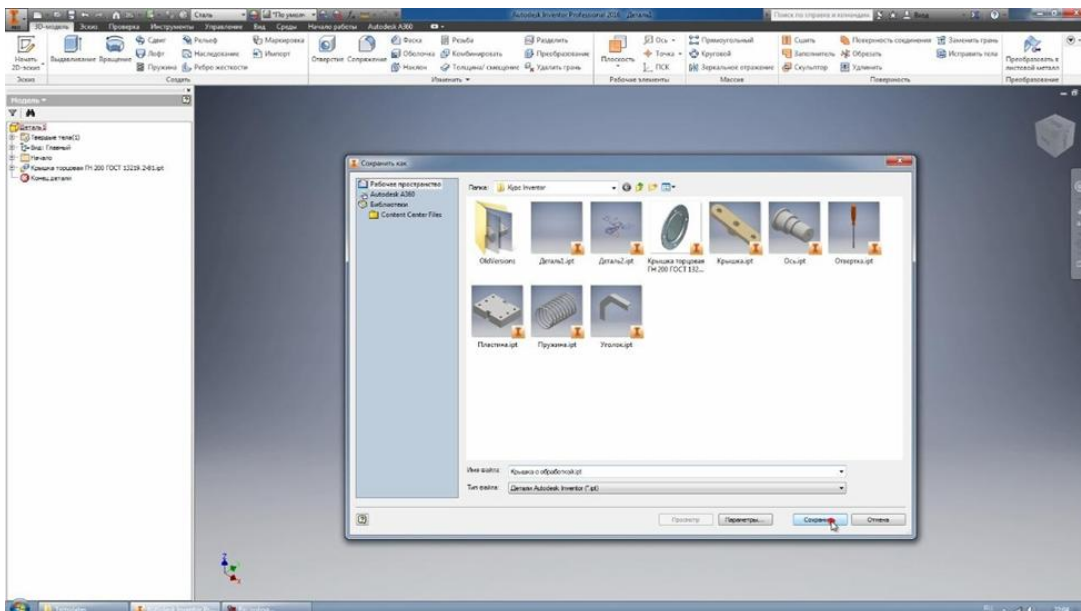
В качестве заготовки возьмем крышку, которая была сохранена из библиотеки компонентов. Откроем ее.



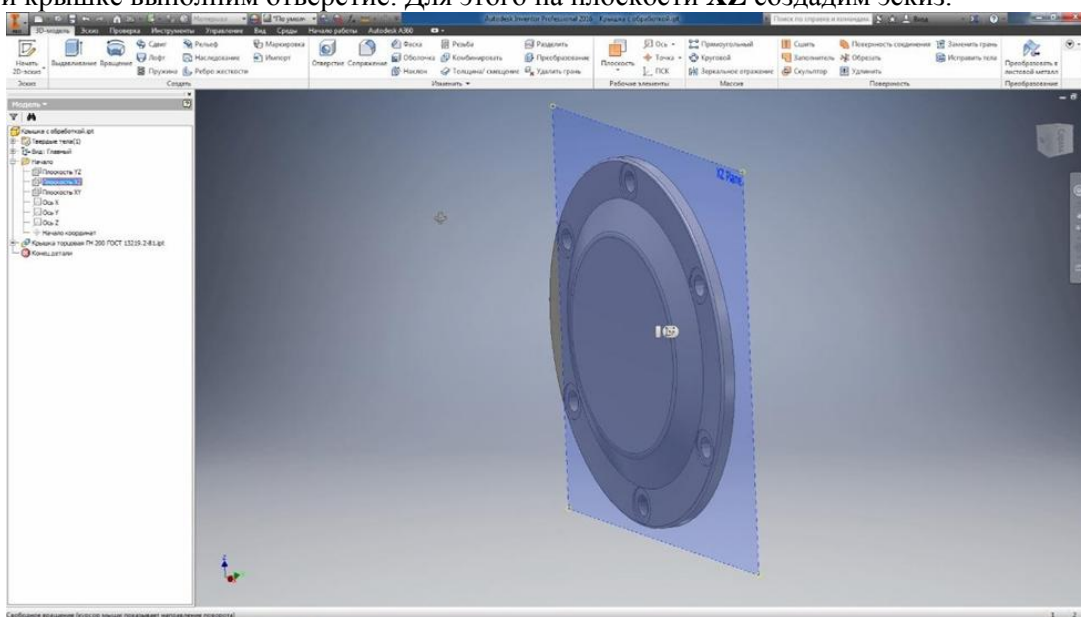
Все параметры оставим без изменений и нажмем **ОК**.



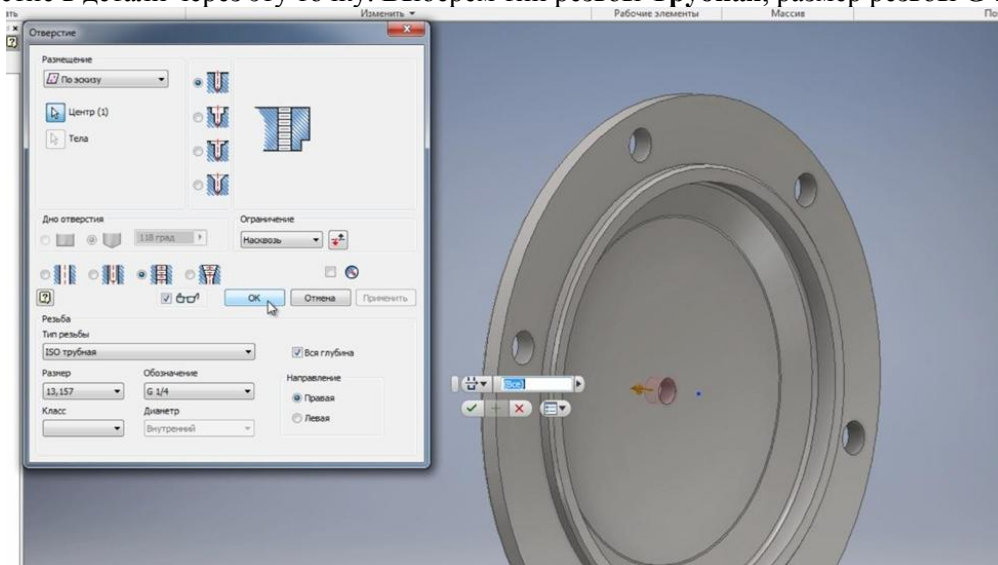
Сохраним деталь под названием **Крышка с обработкой**.



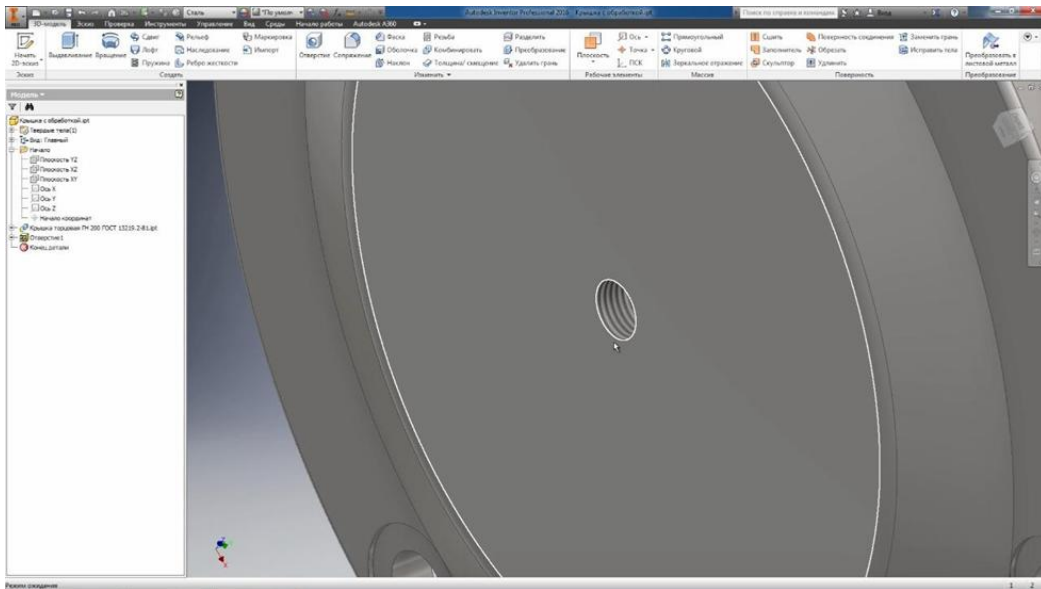
В этой крышке выполним отверстие. Для этого на плоскости **XZ** создадим эскиз.



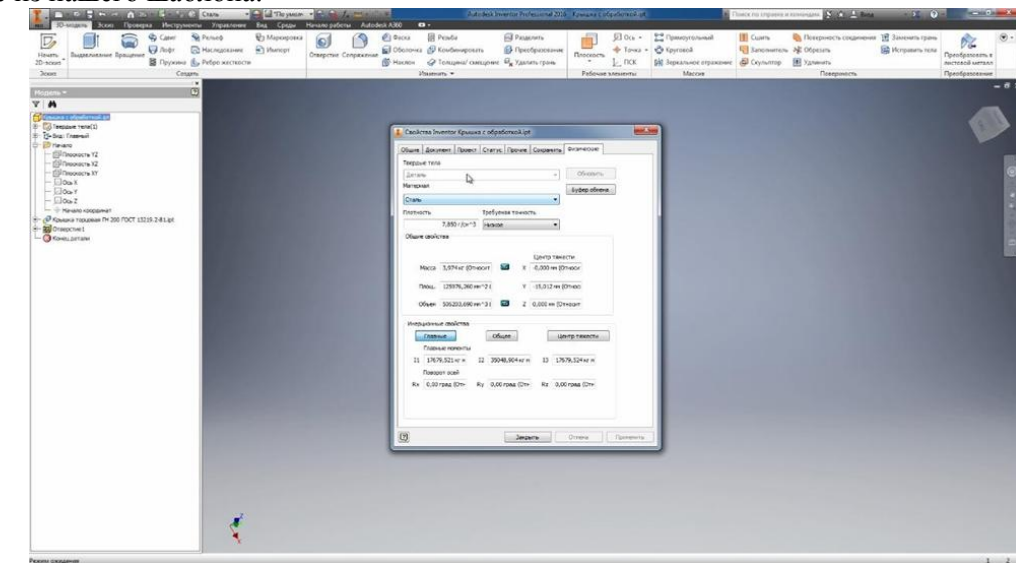
Точка в эскизе – начало координат уже стоит, ее будет достаточно для выполнения отверстия. Создадим резьбовое отверстие в детали через эту точку. Выберем тип резьбы **Трубная**, размер резьбы **G 1/4**. Наждем **ОК**.



Таким образом, мы из заготовки создали новую деталь с просверленным отверстием для подвода смазки.

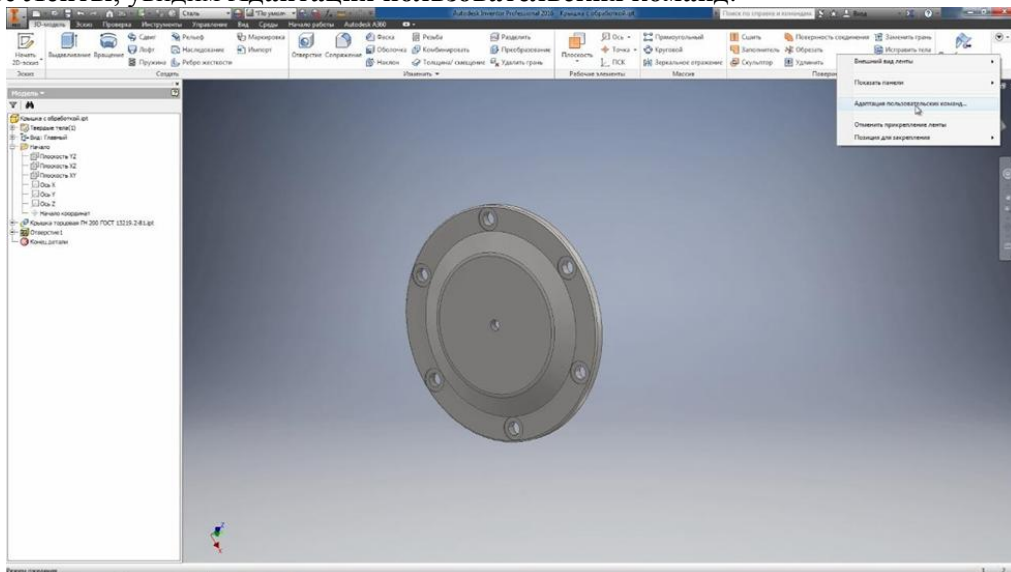


Посмотрев **Свойства Inventor** этой детали, видим, что она по умолчанию сразу из материала **Сталь**, так как открыли ее из нашего шаблона.

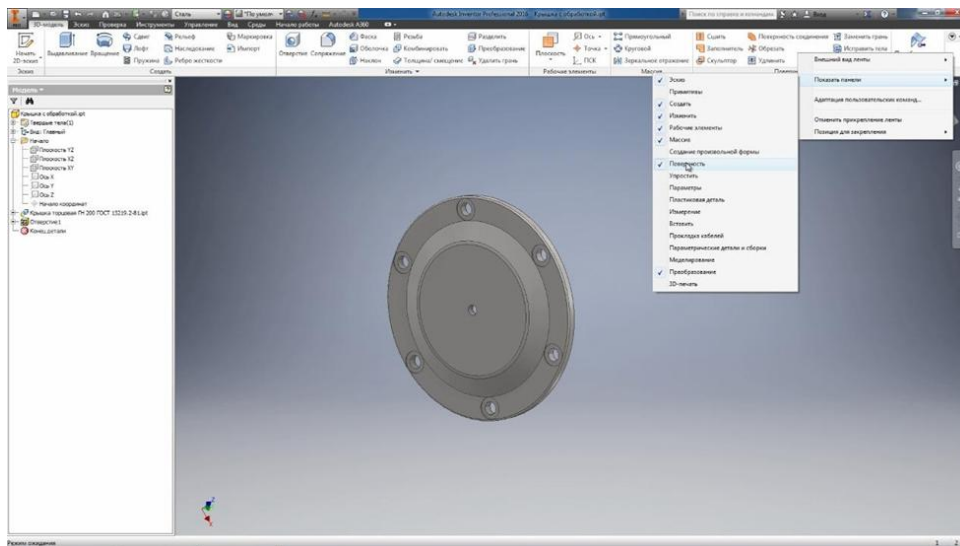


При работе с деталями в **Inventor** часто необходимо пользоваться функциями **Свойства Inventor** для определения массы детали.

Вынесем эту функцию на панель инструментов программы. Нажмем **правой кнопкой мыши** в свободном месте **Ленты**, увидим **Адаптация пользовательских команд**.



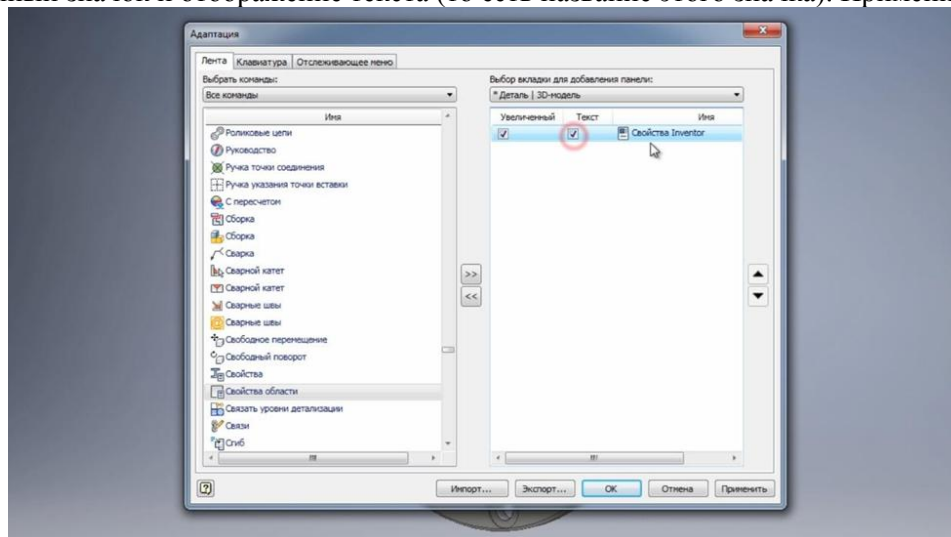
Также здесь можно скрыть панели, которыми не используются. Например, можем скрыть панель **Поверхность**, так как она пока не нужна.



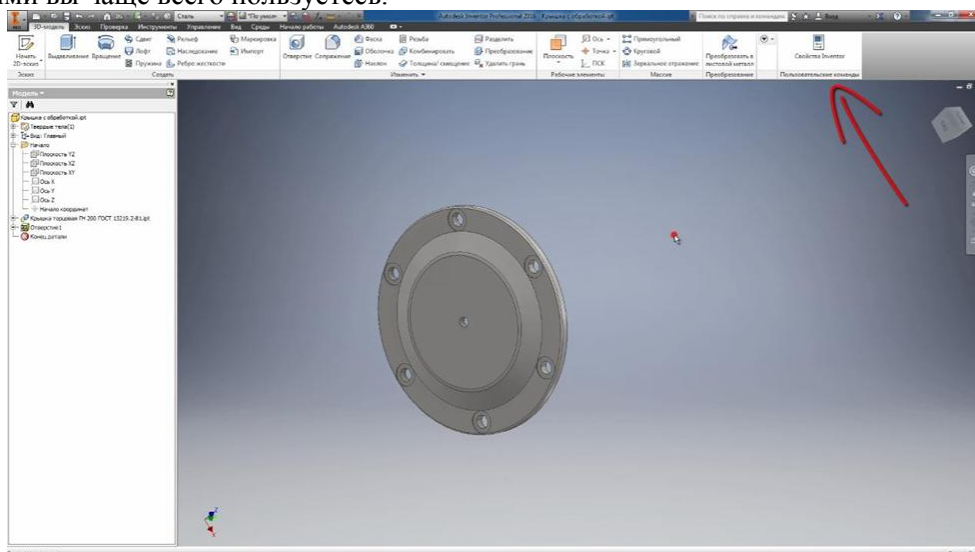
На **Ленте** появилось больше места.

Выберем **Адаптация пользовательских команд** и среди списка всех команд найдем команду **Свойства Inventor** и перенесем ее на вкладку.

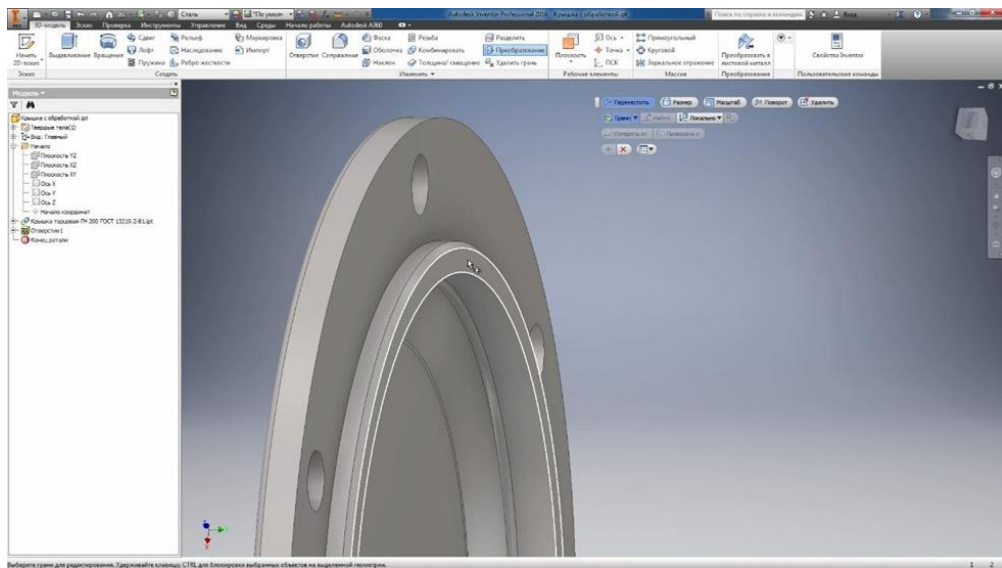
По умолчанию вкладка **Текущая деталь, 3D модель**. Переносим **Свойства Inventor** на эту вкладку и выберем увеличенный значок и отображение текста (то есть название этого значка). Применим, и закроем.



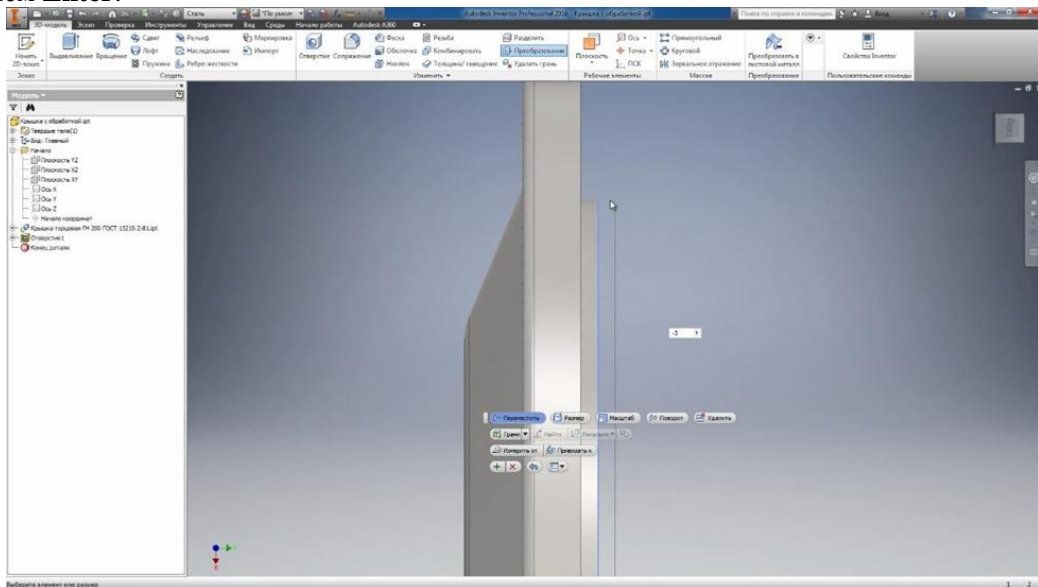
Теперь **Свойства Inventor** можно вызывать этой кнопкой. Таким же образом можно настроить любые команды, которыми вы чаще всего пользуетесь.



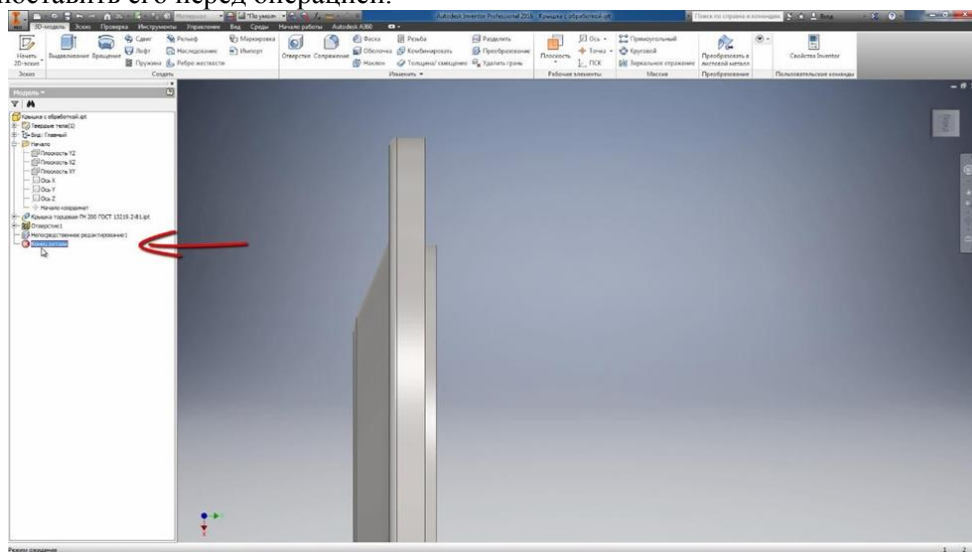
Для быстрого редактирования детали, можно воспользоваться командой **Преобразование**. С помощью этой команды можно смещать грани на определенное расстояние.



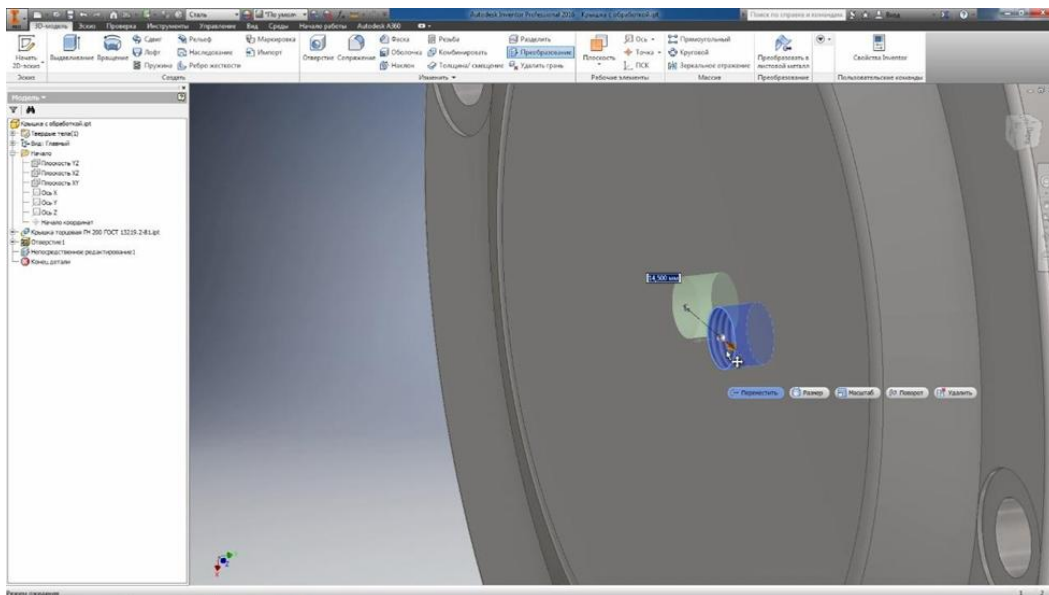
Например, выбрав грань на детали. С помощью стрелки можно изменить размер детали. Допустим, необходимо сточить деталь. Для этого укажем расстояние смещения грани **-3 мм**. Деталь будет сточена ровно на **3 мм**. Нажмем **Enter**.



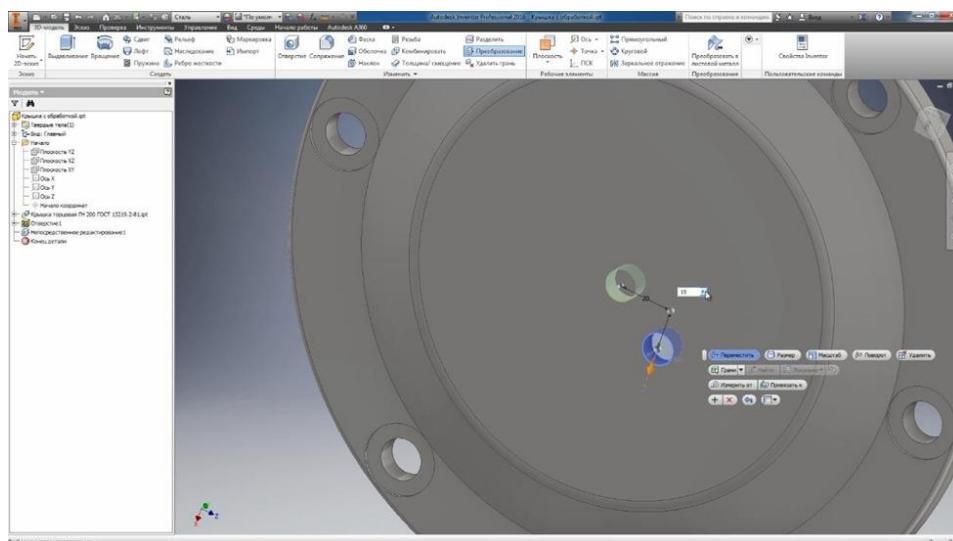
Для просмотра детали такой, какой она была до выполнения операции, можно перетащить крестик **Конец детали** и поставить его перед операцией.



Также с помощью команды **Преобразование** можно не изменяя эскиз изменить расположение отверстия.



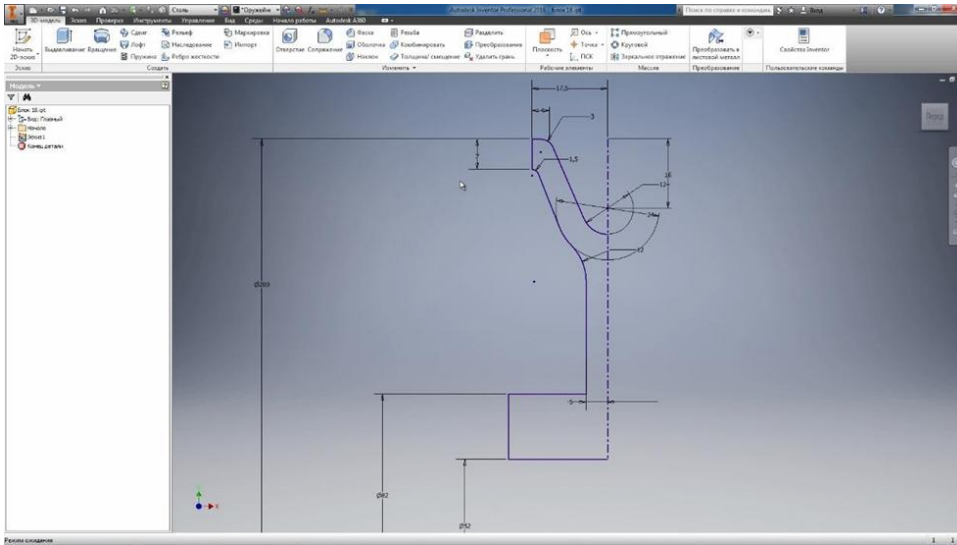
С помощью ввода точных размеров можно сместить отверстие, например, на **20 мм** вправо и на **15 мм** вниз.



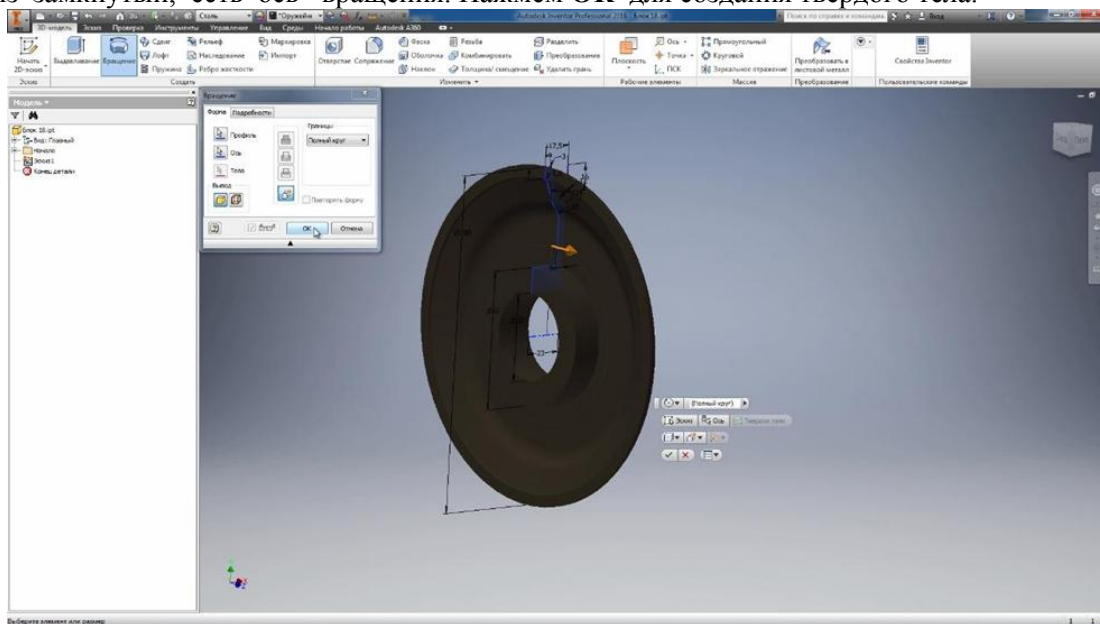
Таким образом без редактирования эскиза можно быстро изменять форму детали. Сохраним деталь.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12 Создание параметрической детали

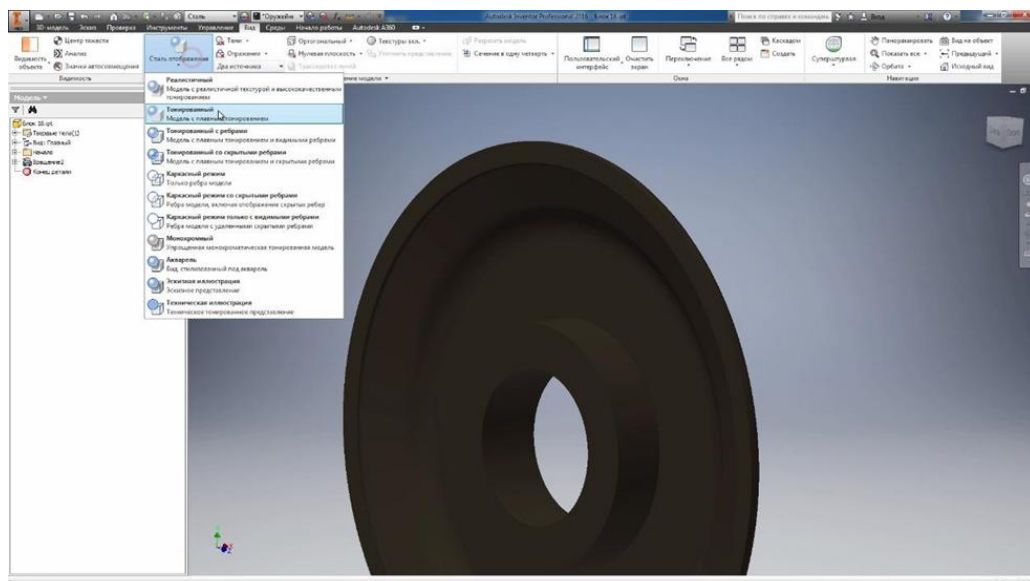
Создадим еще одну деталь вращения, а именно канатный блок. По ранее подготовленному эскизу выполним вращение.



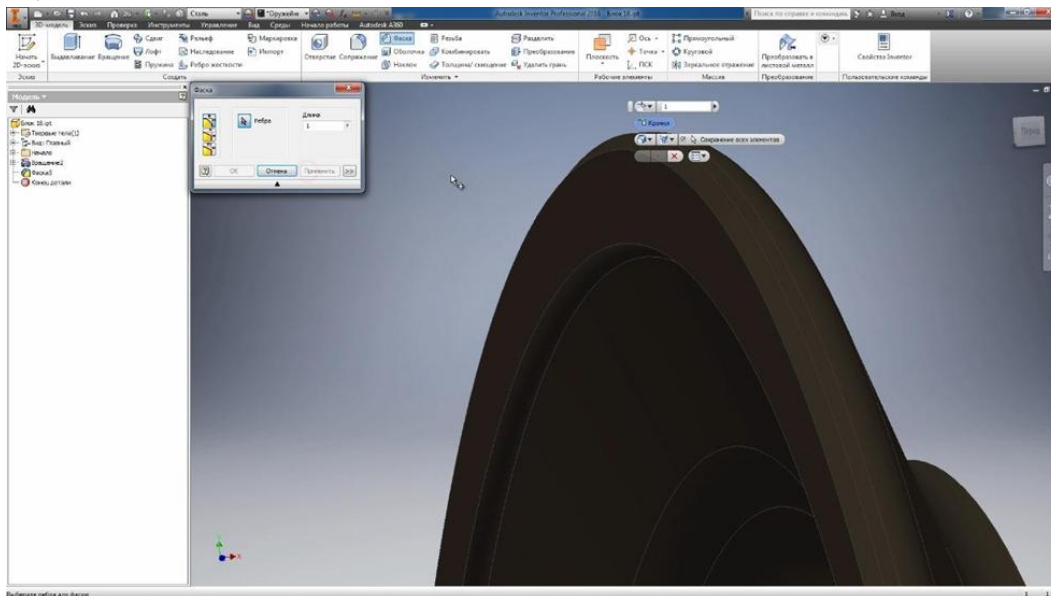
Эскиз замкнутый, есть ось вращения. Нажмем ОК для создания твердого тела.



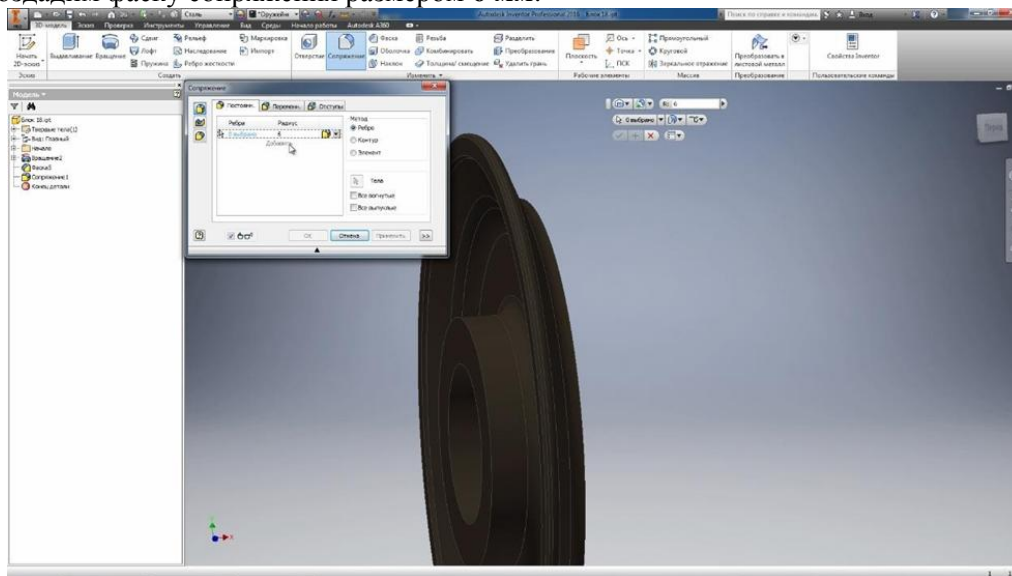
На вкладке **Вид** изменим стиль отображения на **Тонированный с ребрами** для отображения ребер в детали.



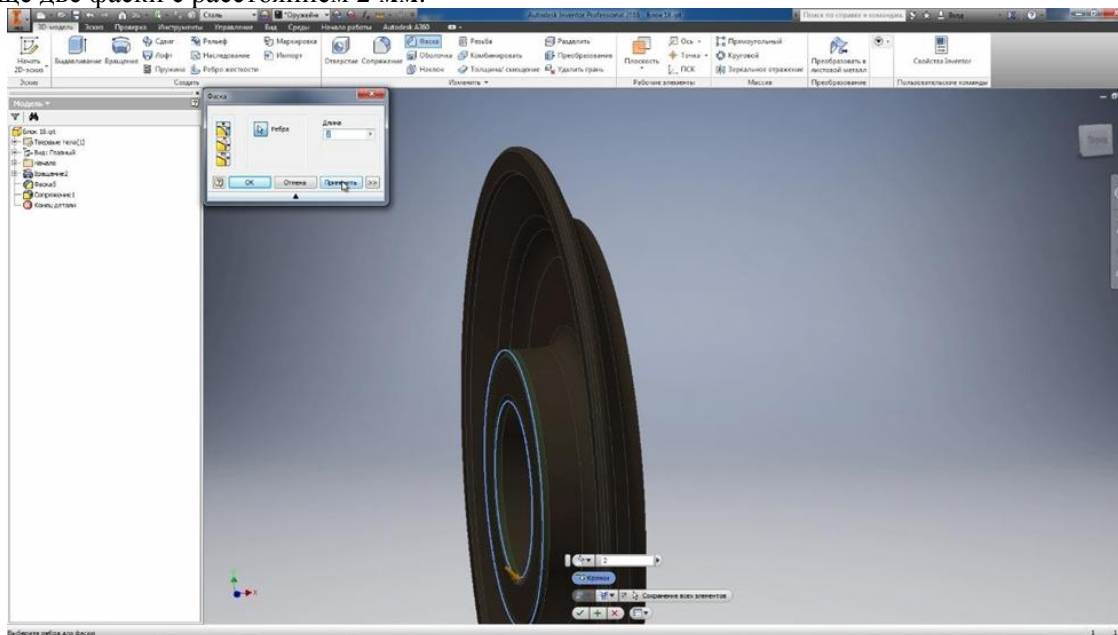
Добавим необходимые фаски и сопряжения. Выберем верхнюю наружную грань и создадим сопряжения с размером **1 мм**.



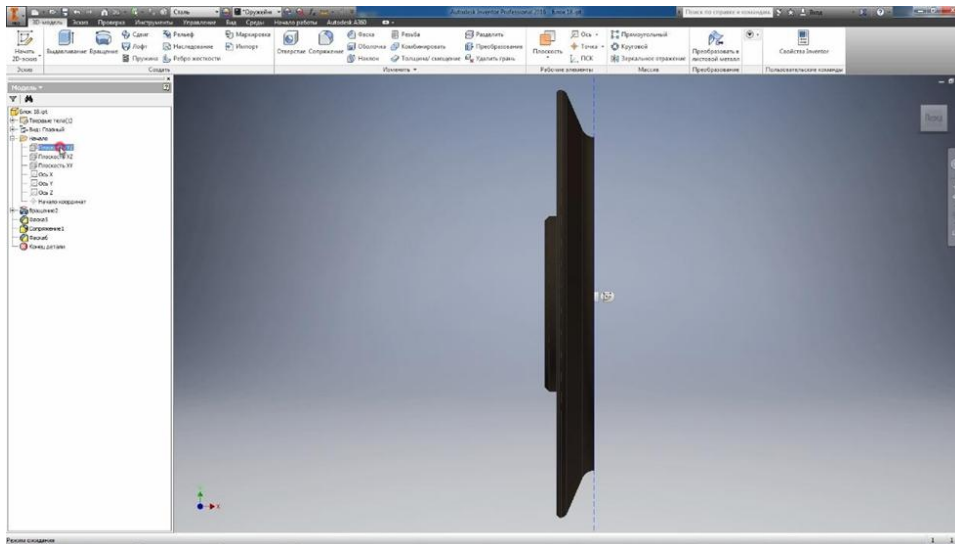
Далее создадим фаску сопряжения размером **6 мм**.



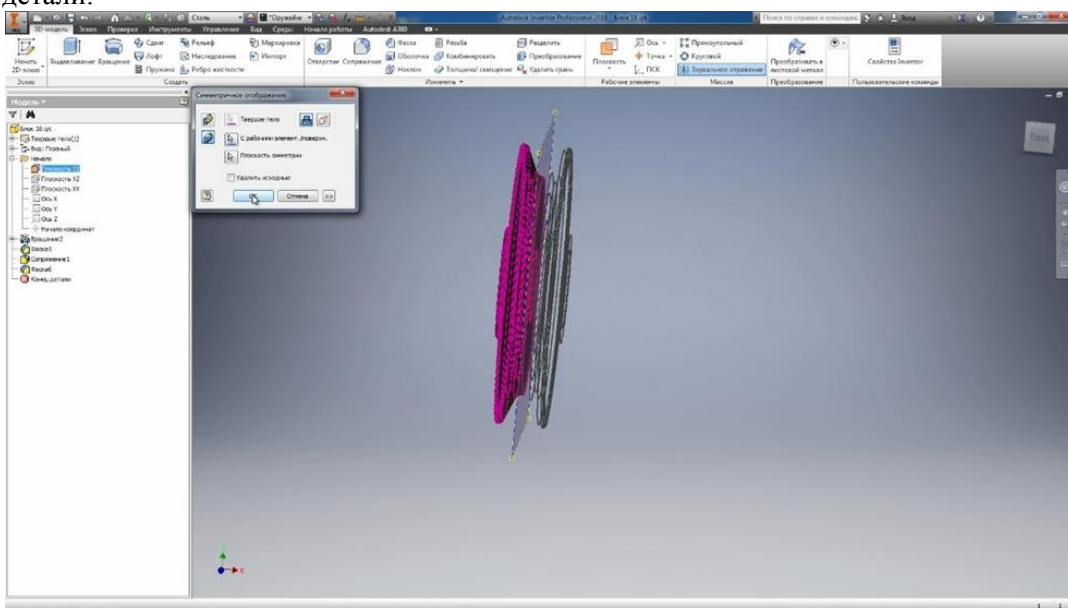
И еще две фаски с расстоянием **2 мм**.



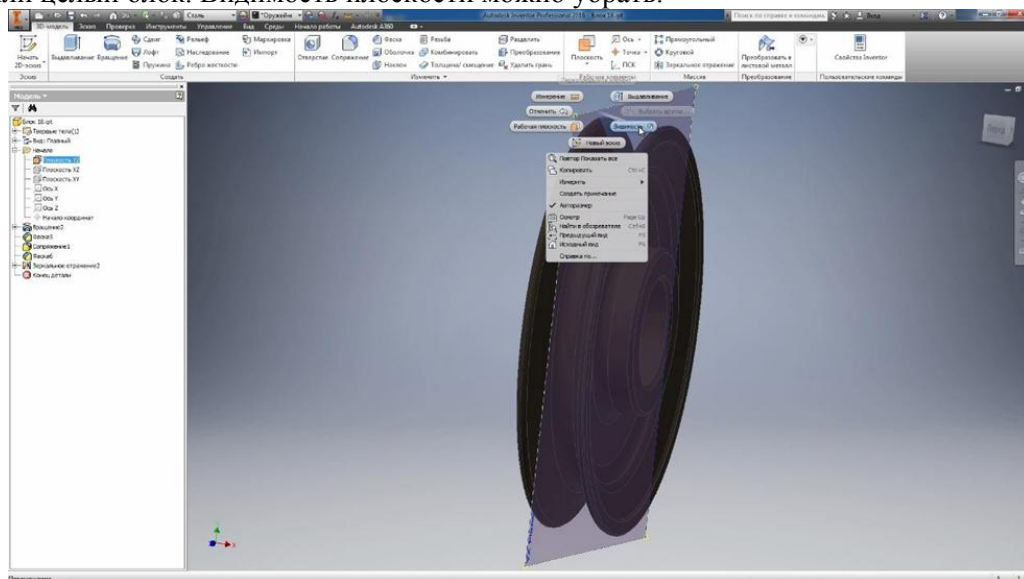
Получили половину блока. Выберем плоскость **YZ**, которая будет являться плоскостью симметрии детали.



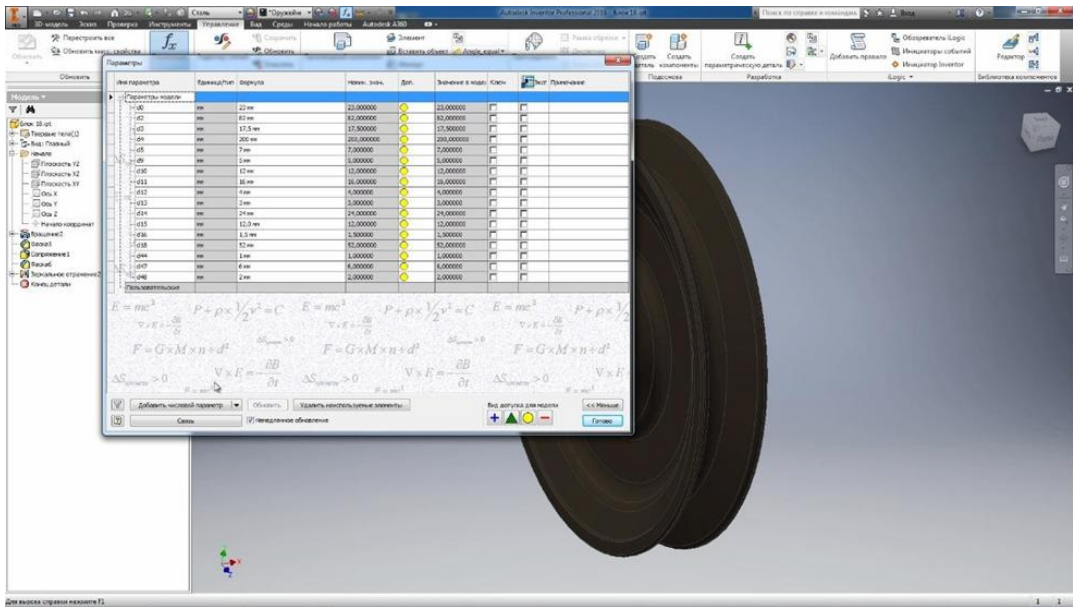
Зеркально отразим полученную часть блока. Можно выбрать все элементы для отражения или выбрать функцию **Зеркальное отражение** для всего тела. Выберем плоскость симметрии и нажмем **ОК** для получения второй части детали.



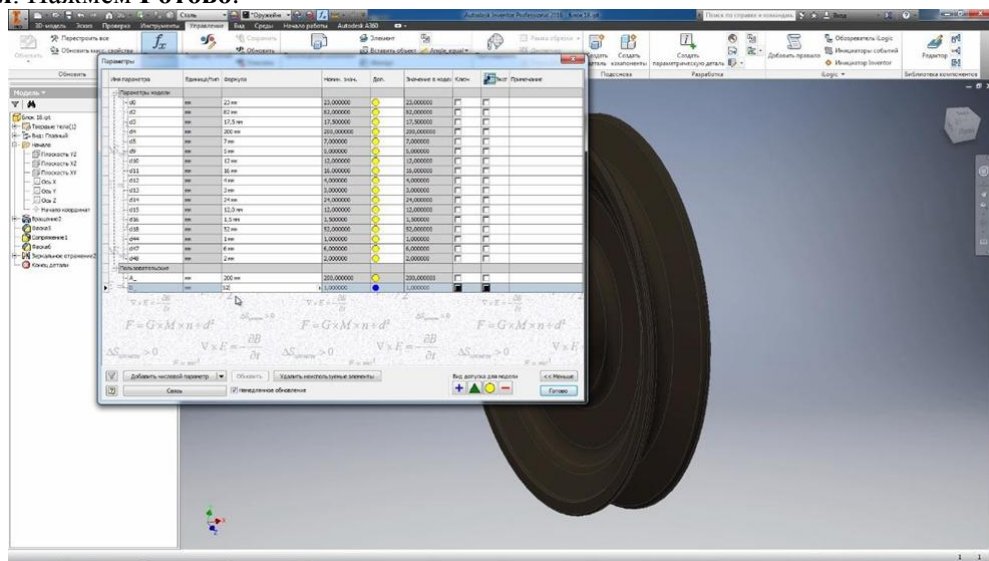
Получили целый блок. Видимость плоскости можно убрать.



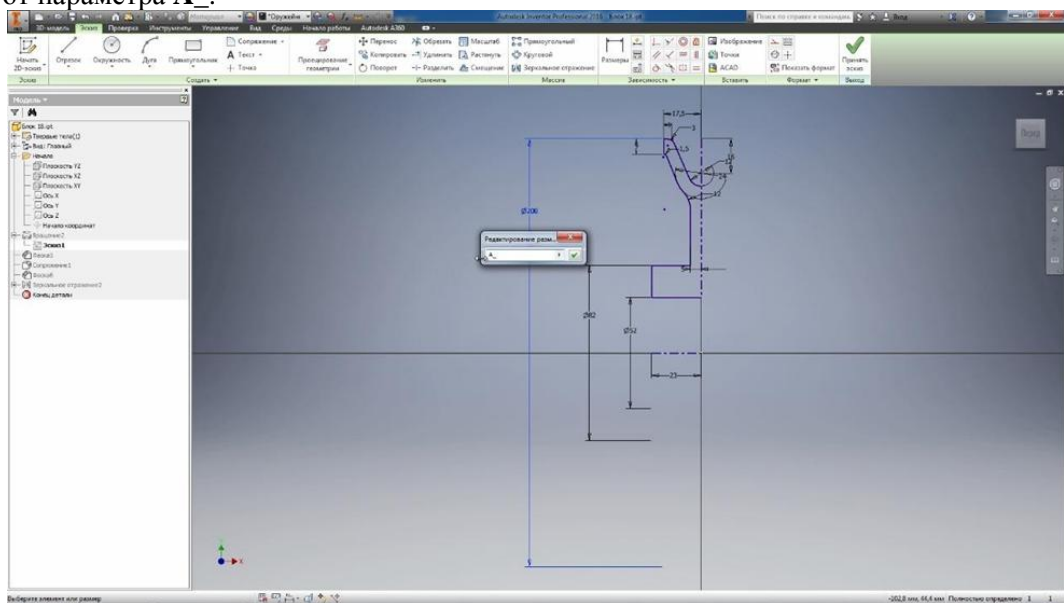
На вкладке **Управление** откроем функцию **Параметры**. Здесь хранятся все параметры, которые были использованы при создании эскиза и операций в деталях.



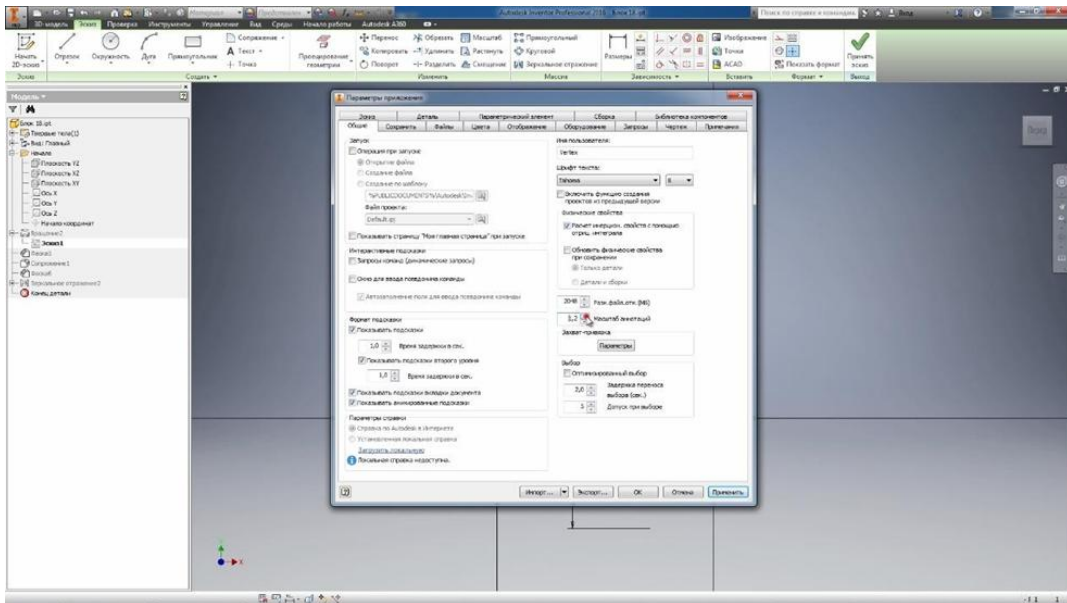
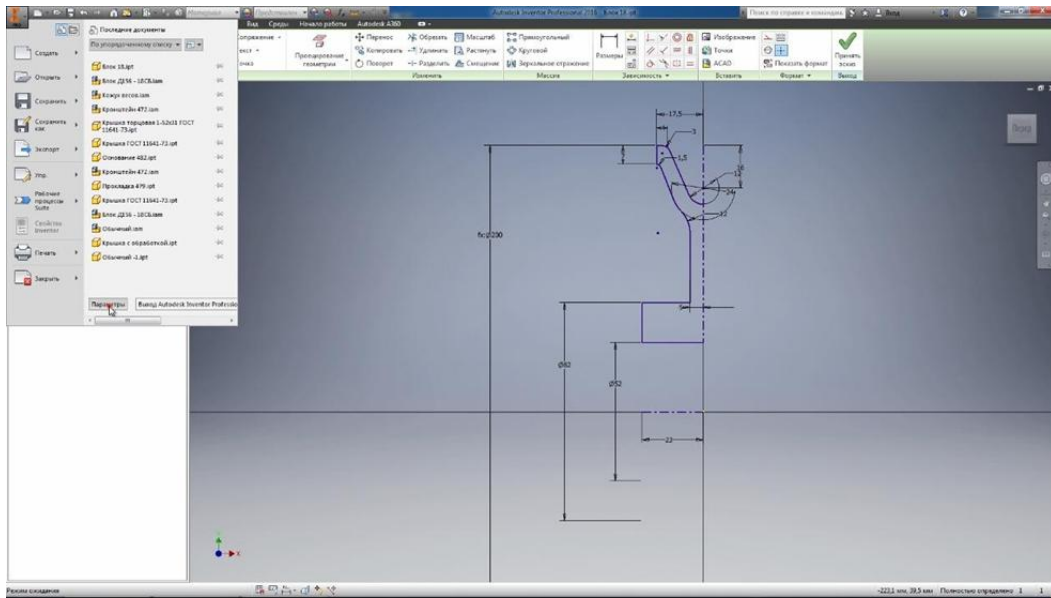
Добавим пользовательские параметры. Имя параметра: А_, и значение 200 мм. Следующий параметр D_ и значение 52 мм. Нажмем Готово.



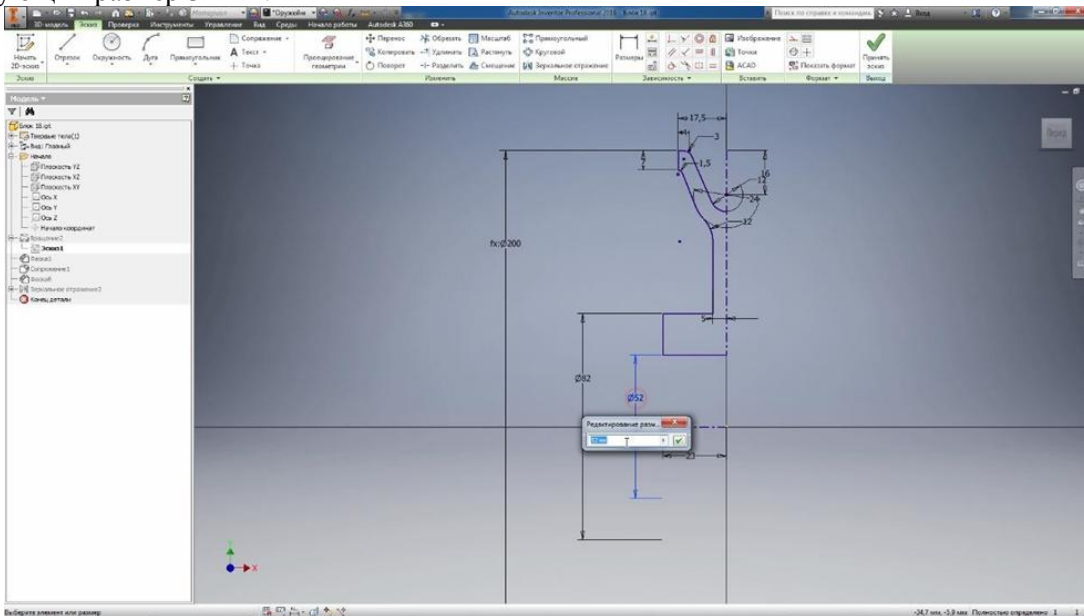
Отредактируем эскиз. Вместо размера диаметра 200 мм запишем имя параметра А_. Теперь этот размер стал зависеть от параметра А_.



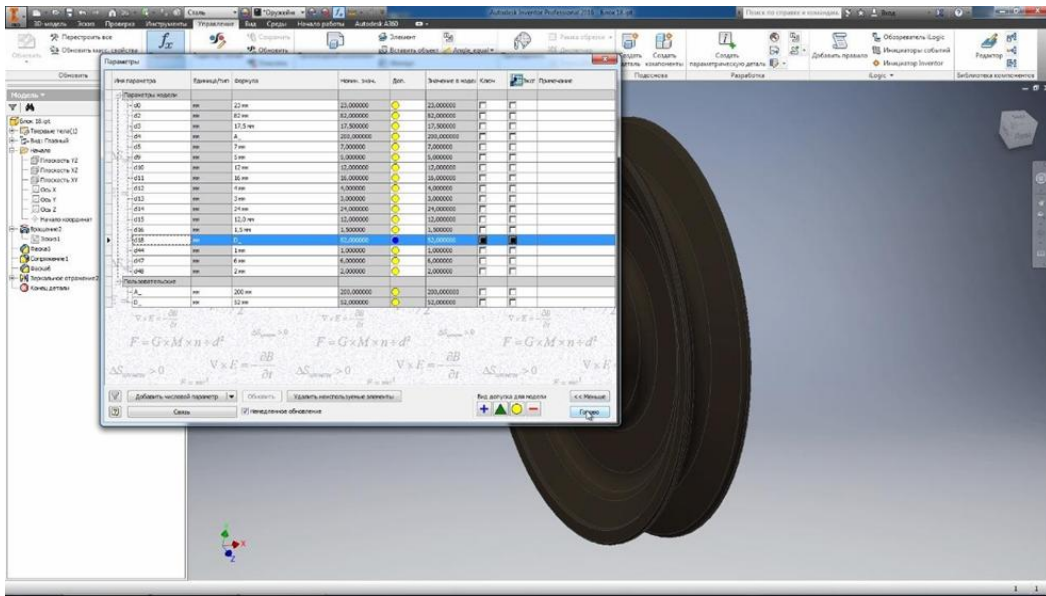
Откроем Параметры Inventor и изменим масштаб аннотаций на вкладке Общие. Поставим коэффициент 1/2 для того, чтобы размеры на эскизе стали крупнее.



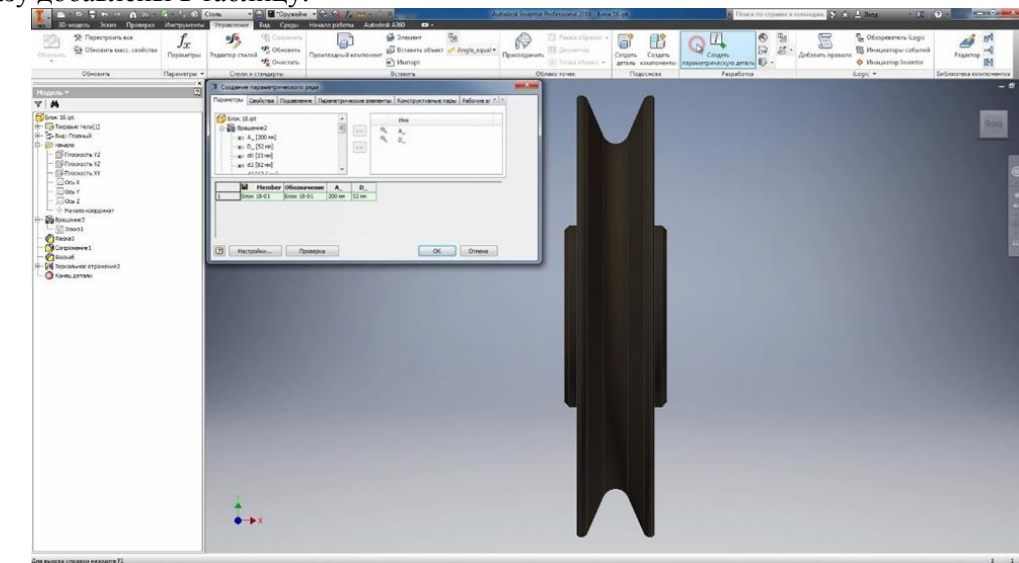
Следующий размер 52 мм.



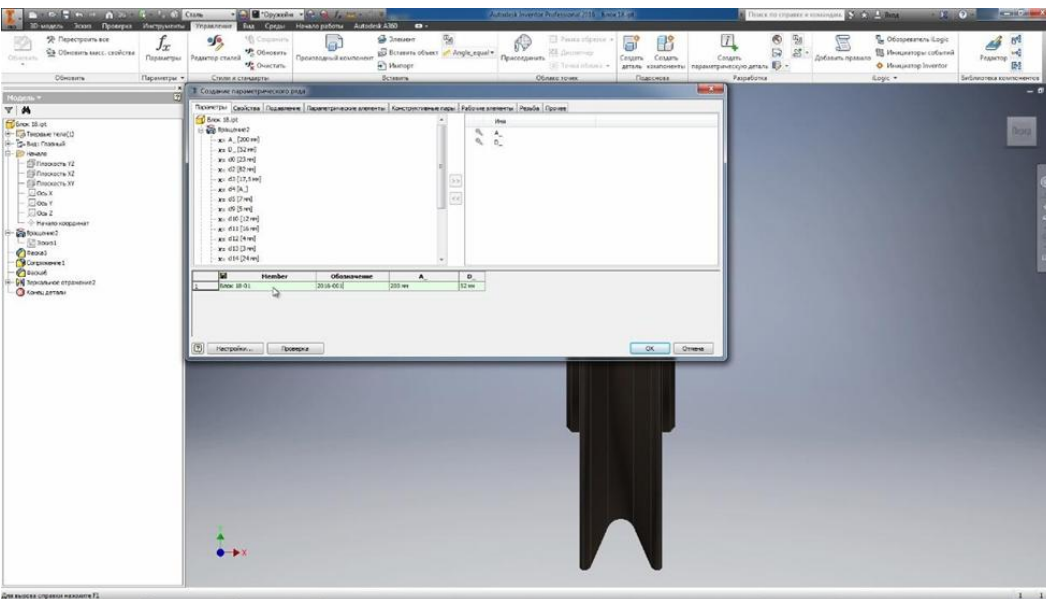
Посмотрим, какой параметр за него отвечает – это параметр **d18**. Изменим значение для этого параметра на **D_**. Теперь диаметр внутреннего отверстия блока будет зависеть от параметра **D_**.



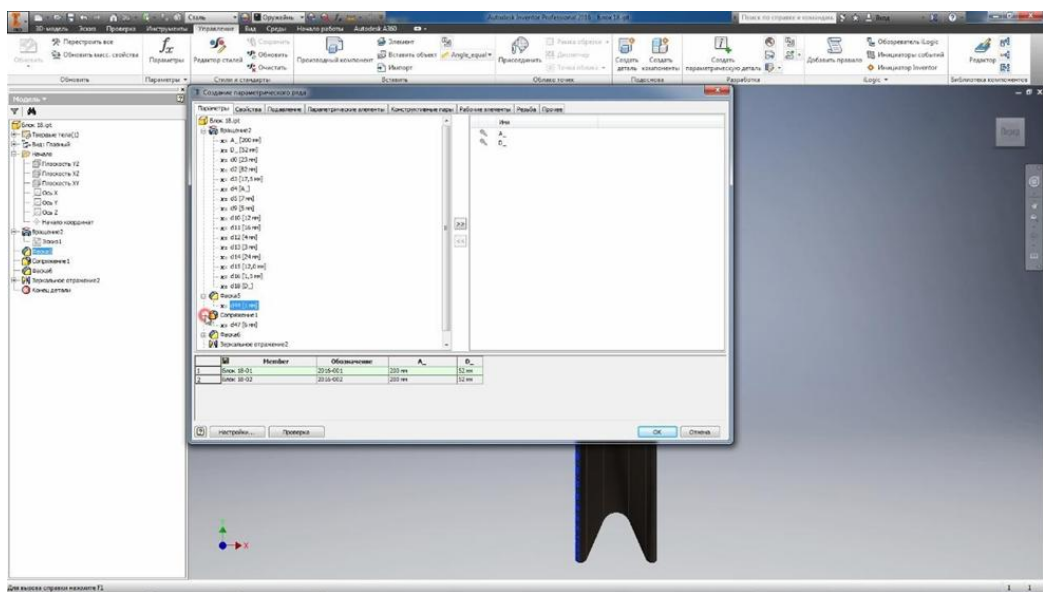
Сделаем деталь параметрической, то есть добавим в нее версии с исполнениями. Пользовательские параметры сразу добавлены в таблицу.



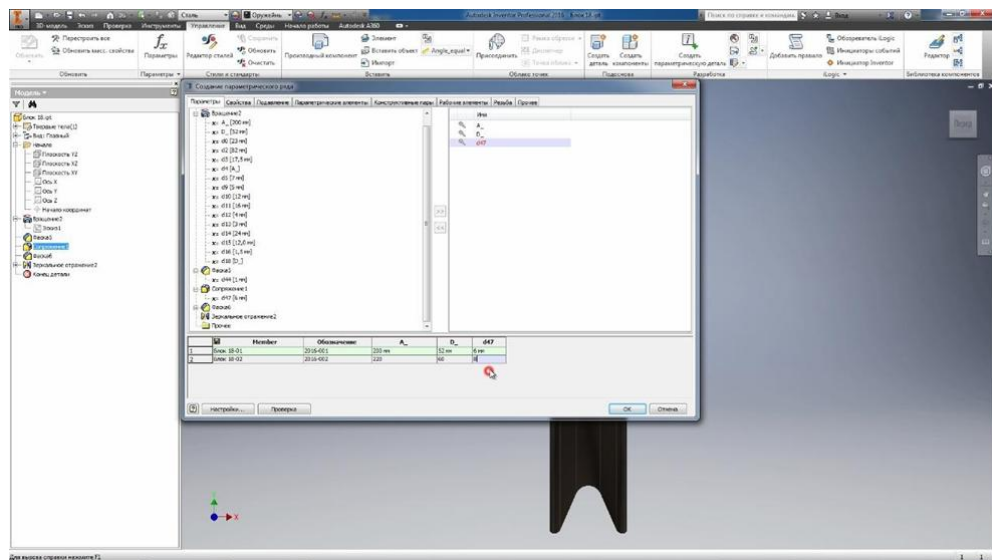
Обозначение в первой строке изменим на **2016-001**. Это обозначение будет соответствовать номеру чертежа.



Добавим еще одну строку, в нее запишем обозначение **2016-002**. В качестве параметров для версионной детали можно выбирать параметры из любой операции.

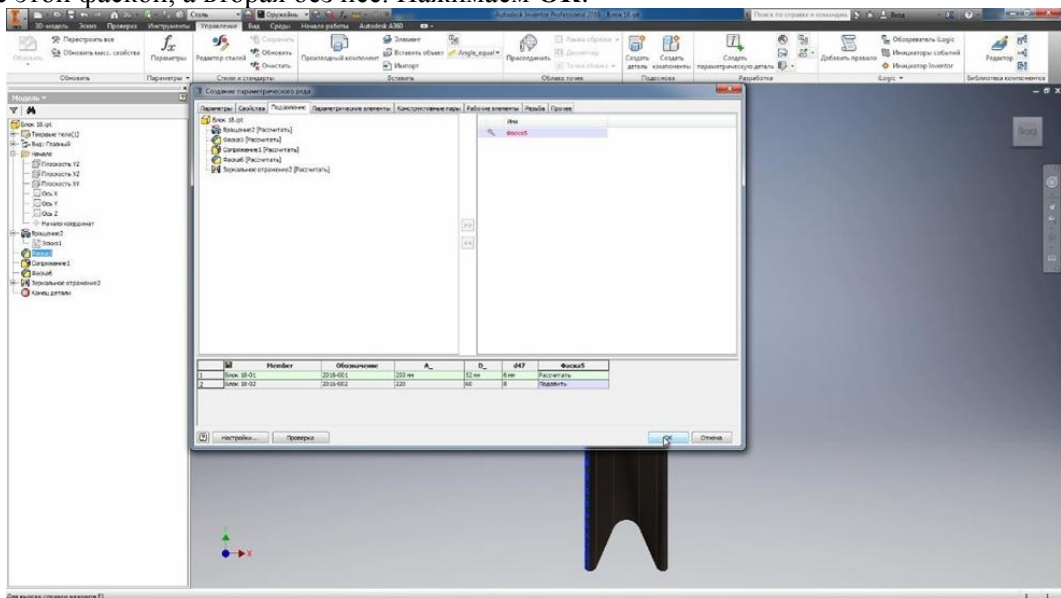


Например, добавим параметр **d27**, который отвечает за **Сопряжение1**. Далее для второго исполнения детали изменим параметр **D_** на **60 мм**, параметр **A_** на значение **220 мм**, и значение сопряжения изменим с **6** на **8 мм**.

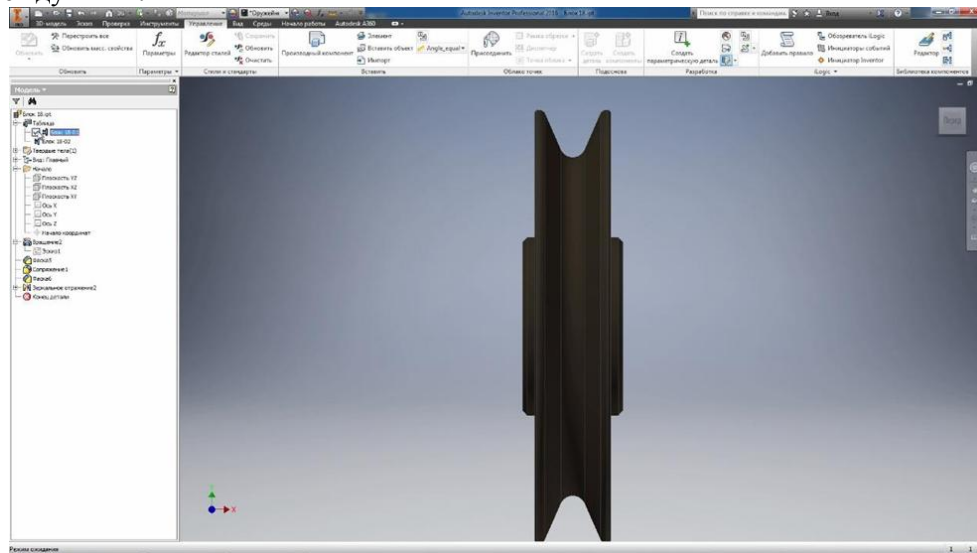


В качестве параметрических свойств детали, можно использовать не только параметры, но и, например, использовать подавление различных элементов.

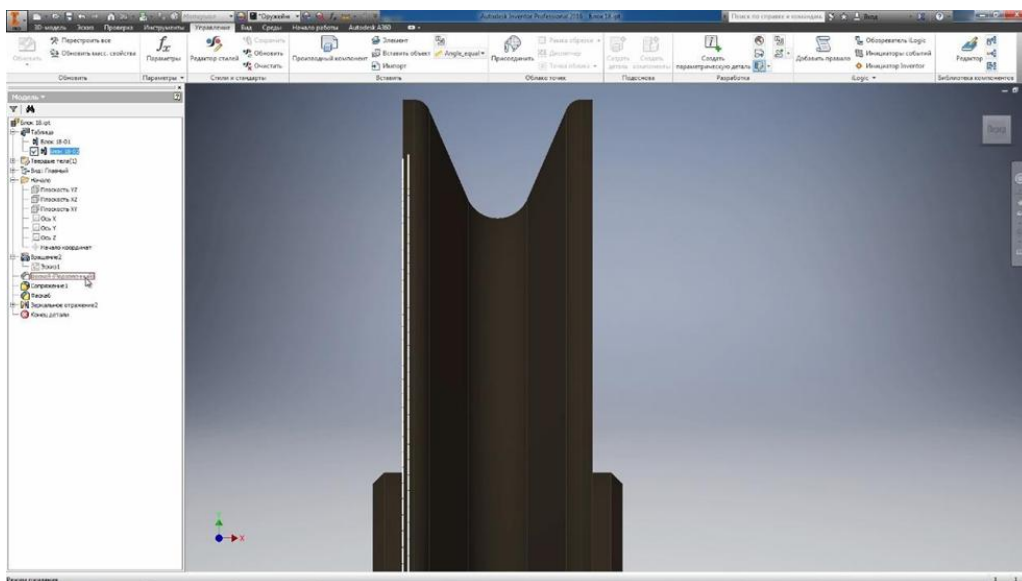
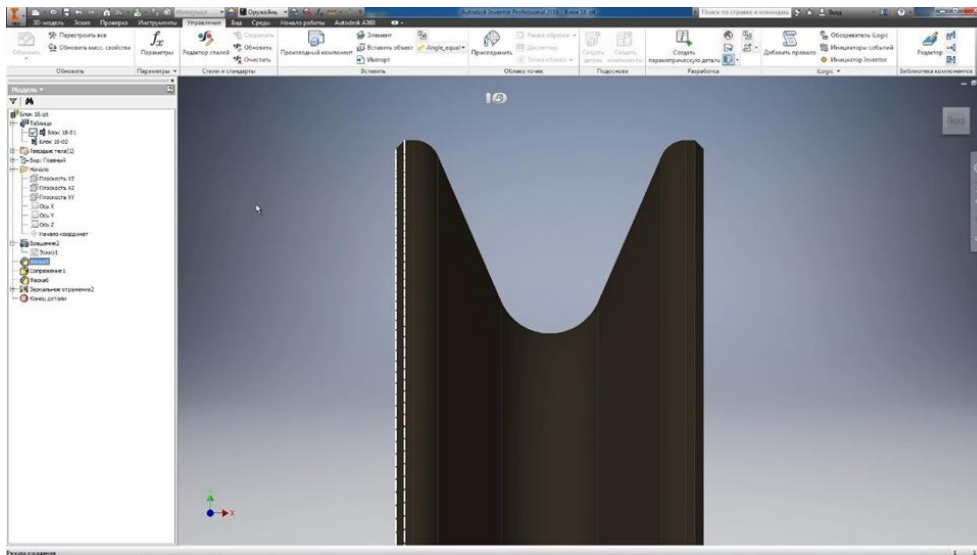
Выберем **фаску 5** и для второй версии детали запишем текстом **Подавить**. Таким образом первая версия детали будет с этой фаской, а вторая без нее. Нажимаем **ОК**.



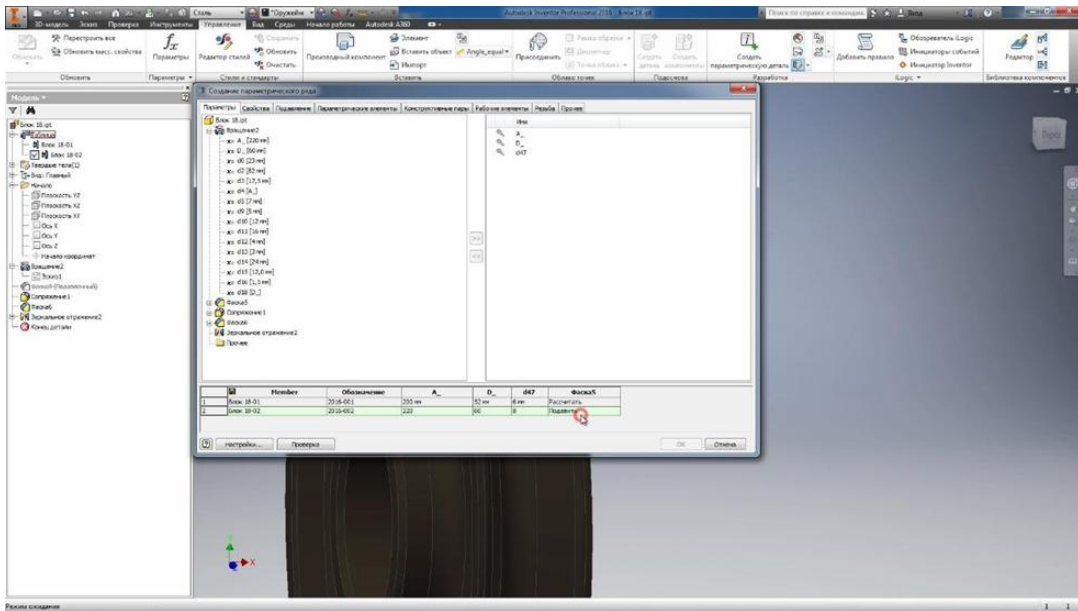
В браузере появилась таблица с версиями детали. **Двойным щелчком левой кнопки мыши можно переключаться между ними.**



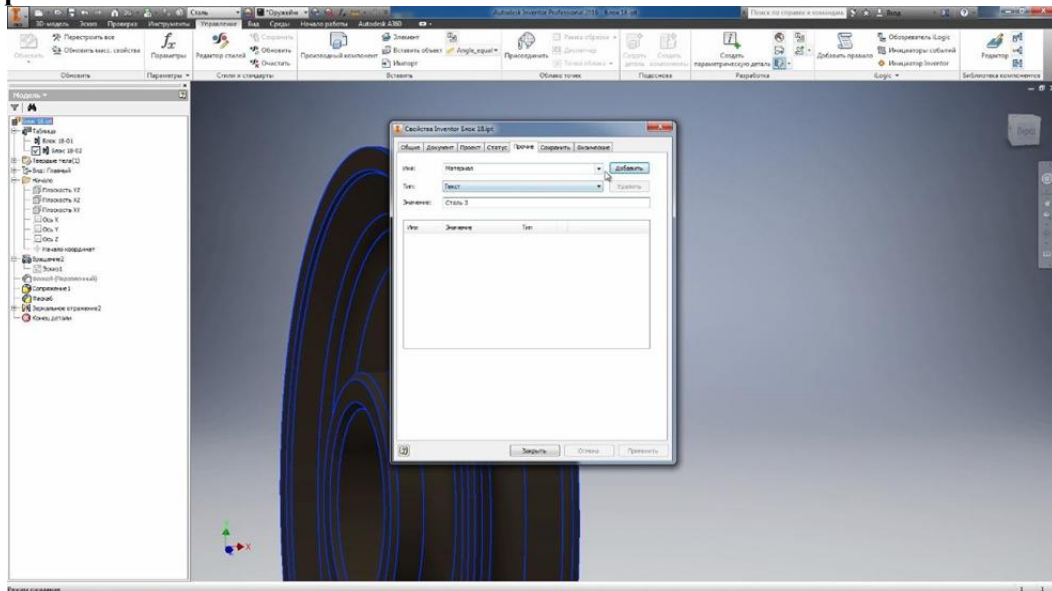
Видим, что выбранный элемент фаска присутствует в первой версии детали, а во второй версии он подавлен.



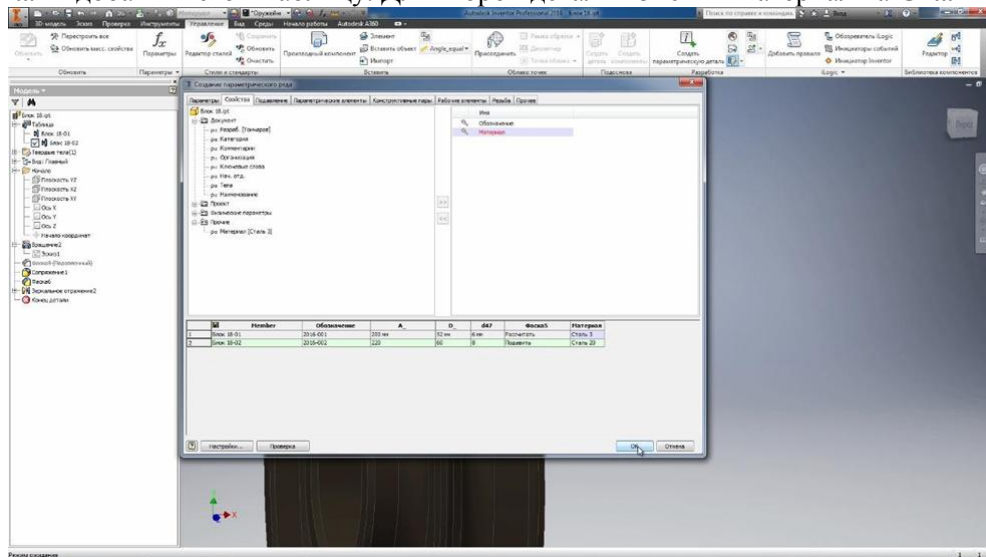
Также для второй версии детали изменяется радиус сопряжения.



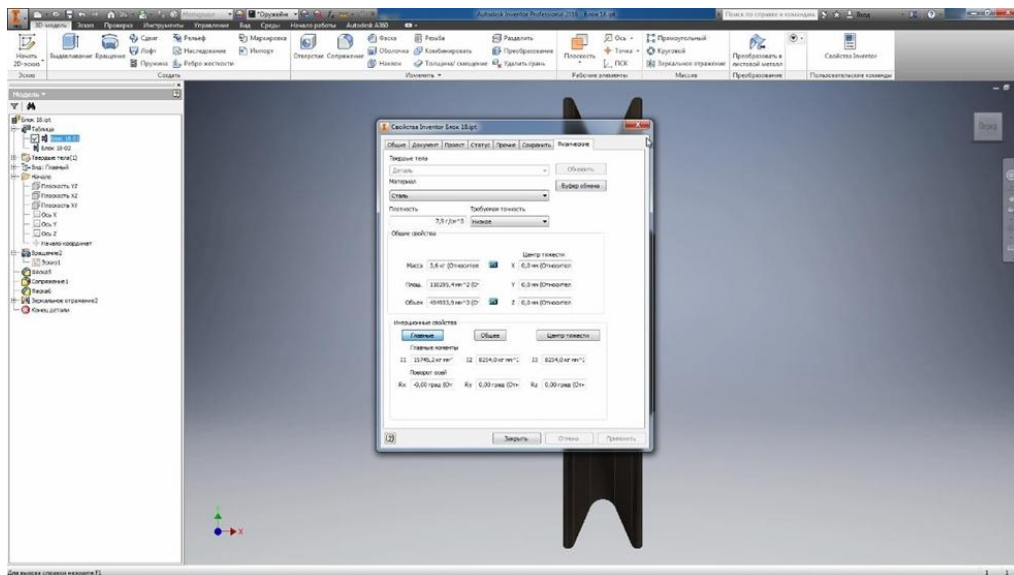
Откроем **Свойства Inventor** этой детали и на вкладке **Прочее** можно добавлять пользовательские свойства для этой детали. Например, добавим свойство с именем **Материал** и значением **Сталь 3**. Нажмем **Добавить** и **Применить**.



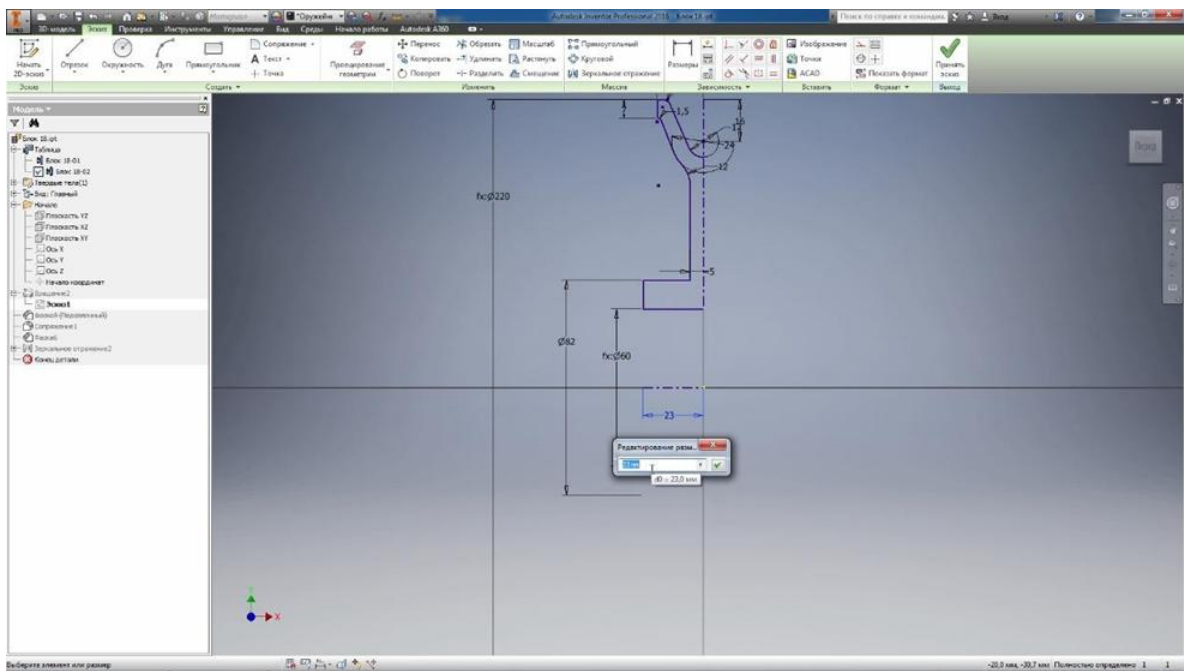
Добавим это свойство в таблицу деталей. На вкладке **Свойства** есть вкладка **Прочее**, там можно найти свойство **Материал** и добавить его в таблицу. Для второй детали изменим материал на **Сталь 20**.



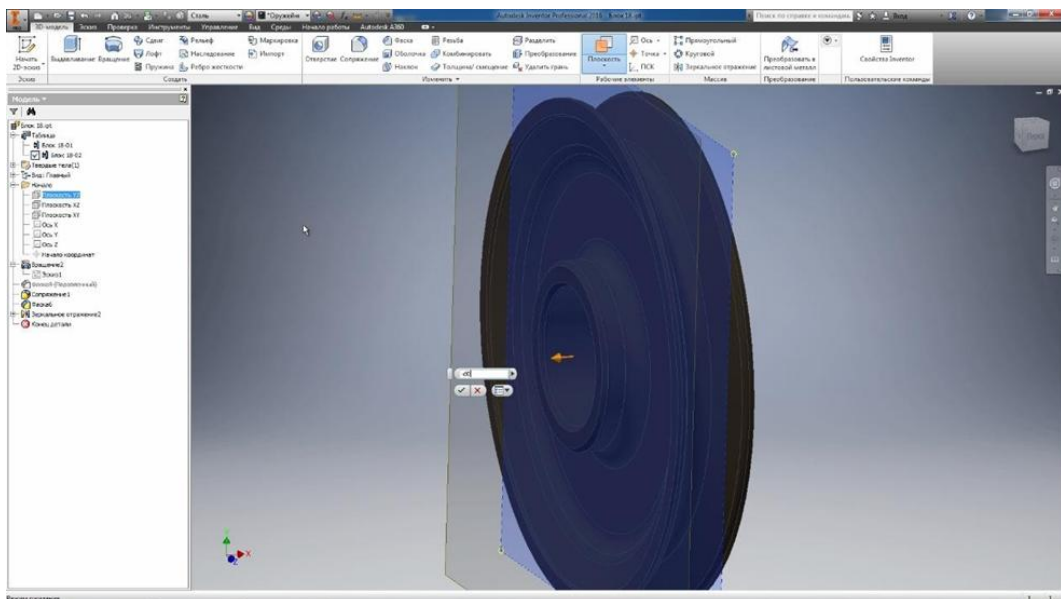
Также можем проверить при переключении между версиями, что изменяется и масса детали.



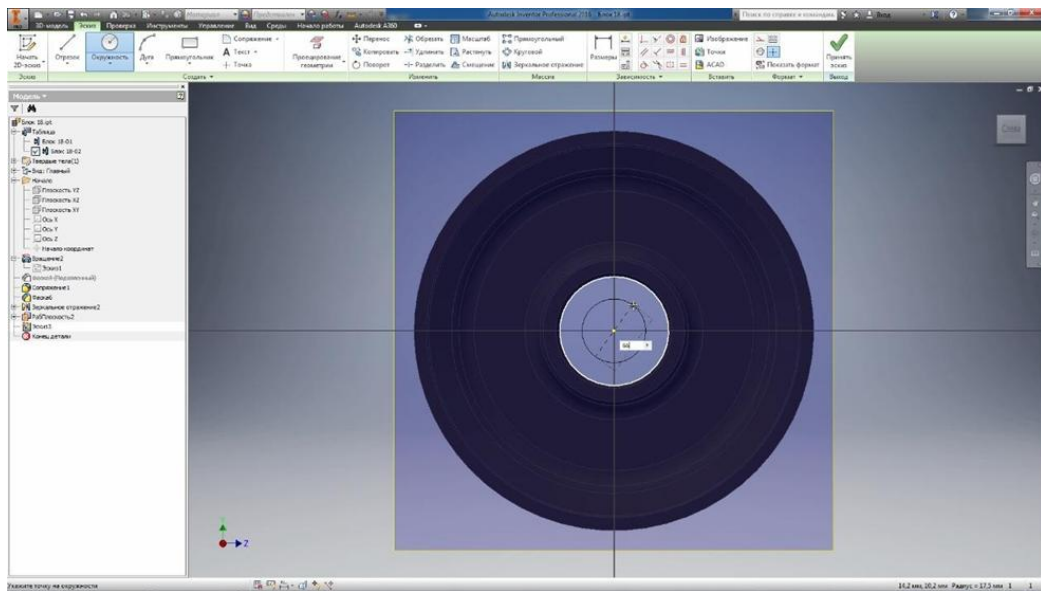
Активируем эскиз и посмотрим какой параметр отвечает за ширину детали. Это параметр **d0** с размером **23 мм**.



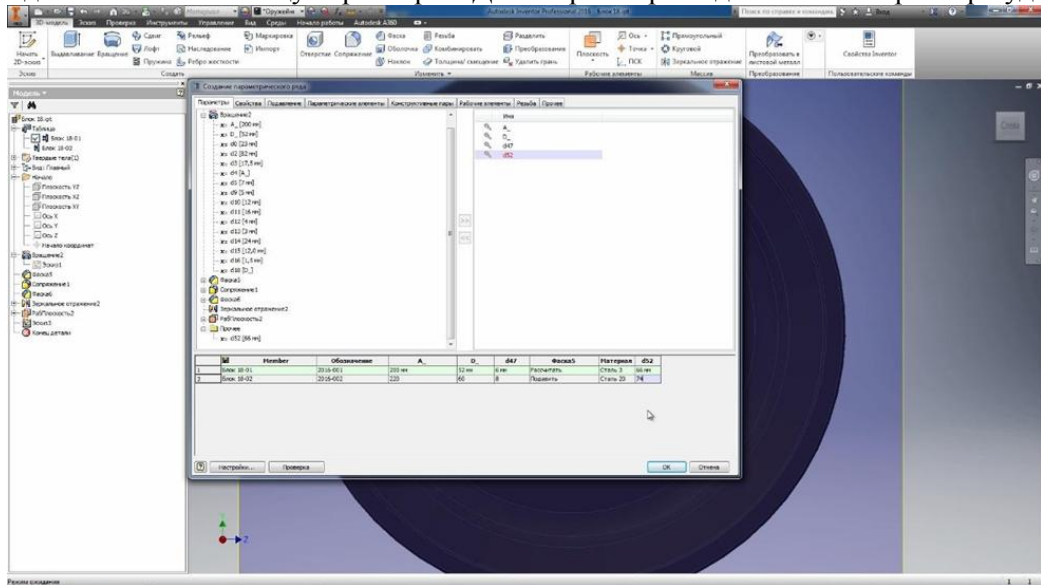
Создадим плоскость, смещенную от плоскости **YZ**, на значение **-d0**. То есть получим плоскость на краю блока.



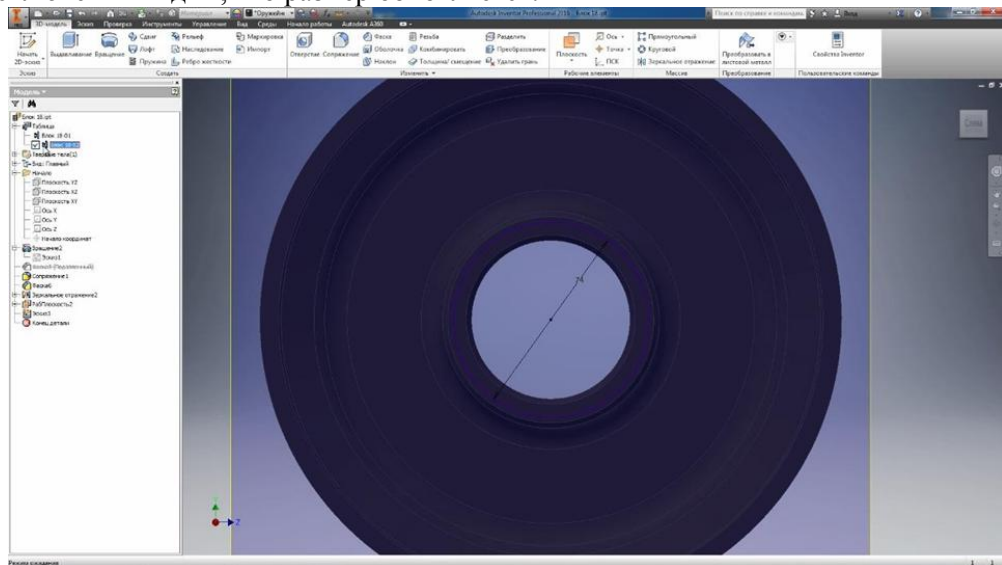
В этой плоскости создадим эскиз, в эскизе нарисуем окружность диаметром **66 мм**. Принимаем эскиз.

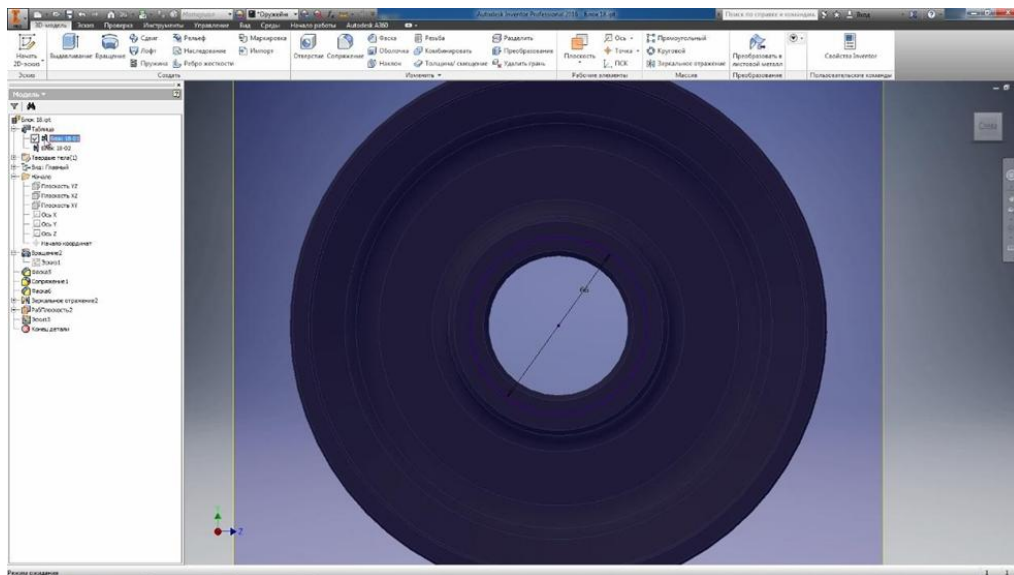


Сделаем этот размер параметрическим, за него отвечает параметр **d52**. Откроем таблицу детали, найдем этот параметр и добавим его в таблицу параметров. Для второй версии детали этот параметр будет **74 мм**.

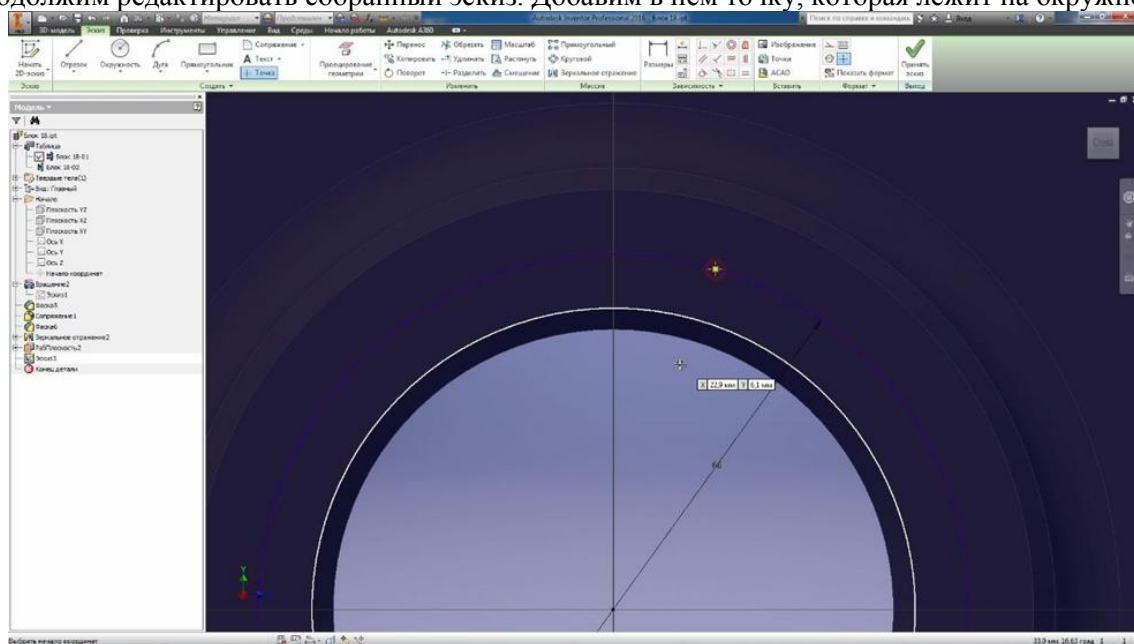


При переключении видим, что размер обновляется.

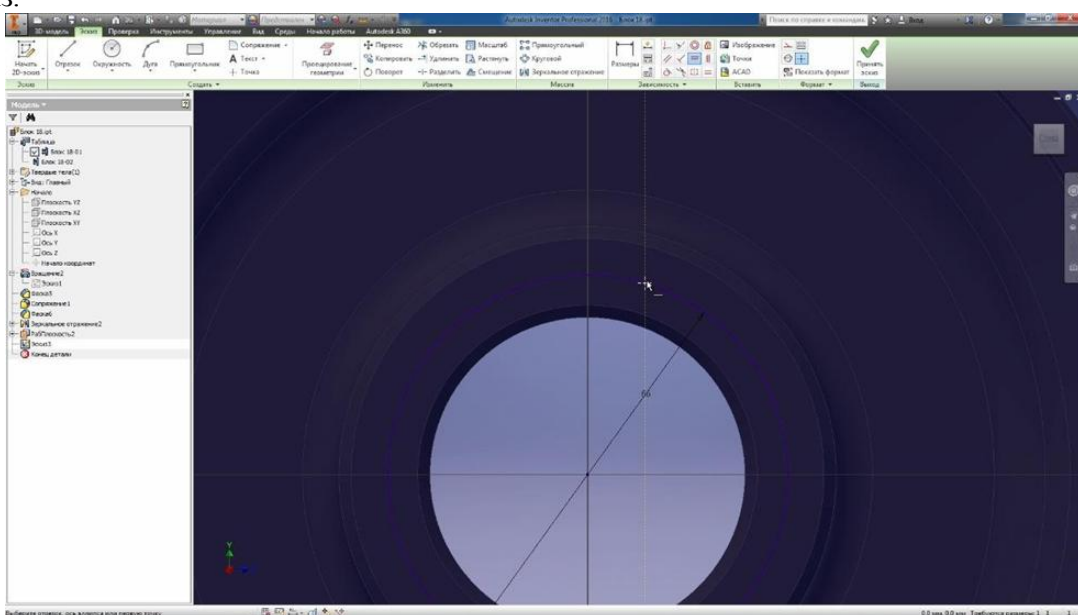




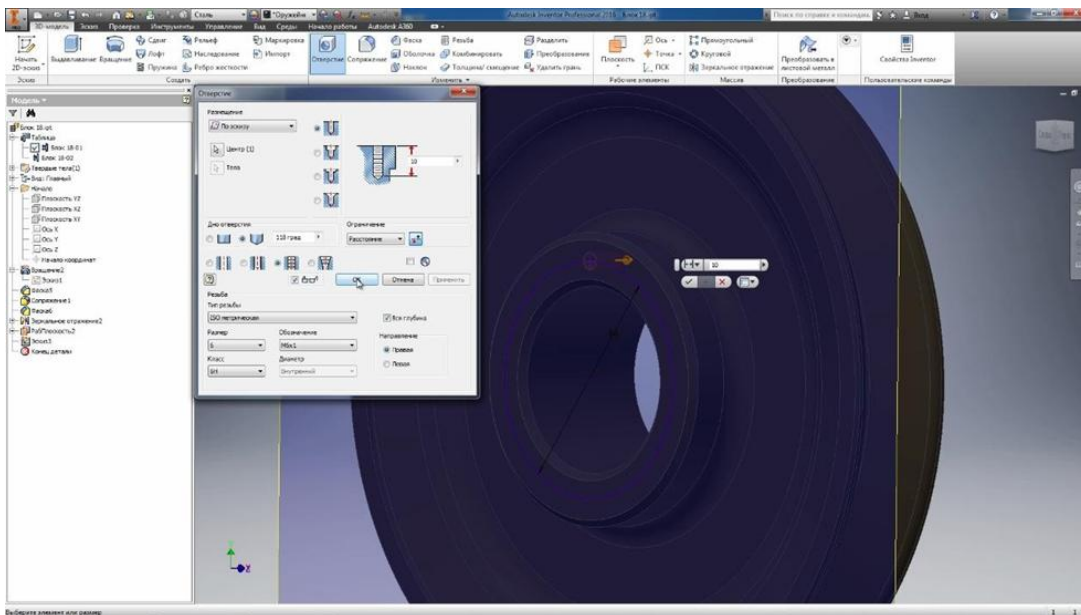
Продолжим редактировать собранный эскиз. Добавим в нем точку, которая лежит на окружности.



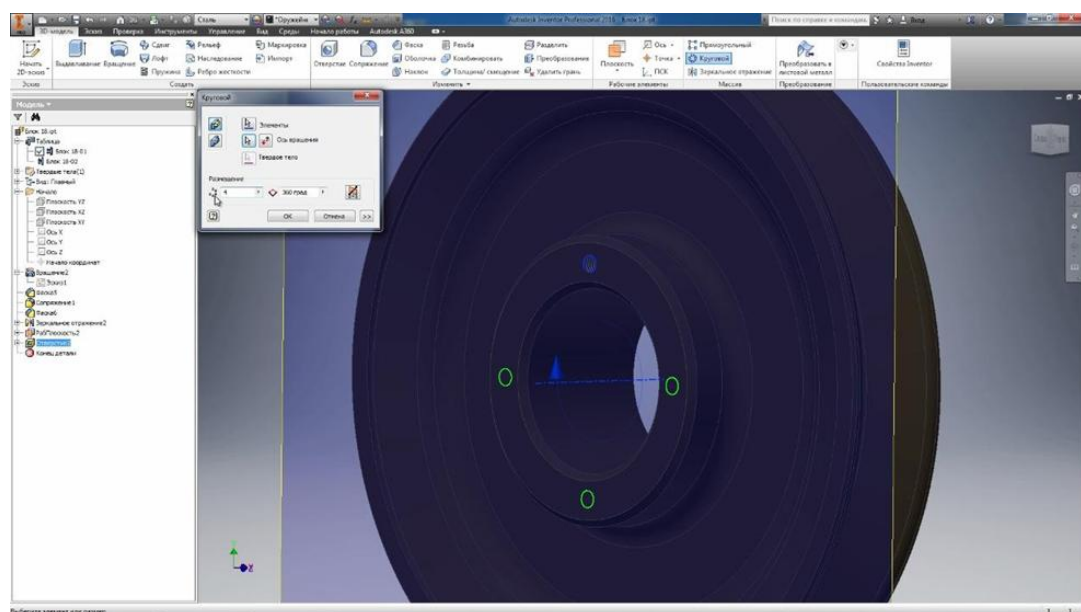
С помощью **Зависимости вертикальности**, сделаем ее вертикальной относительно начала координат. Примем эскиз.



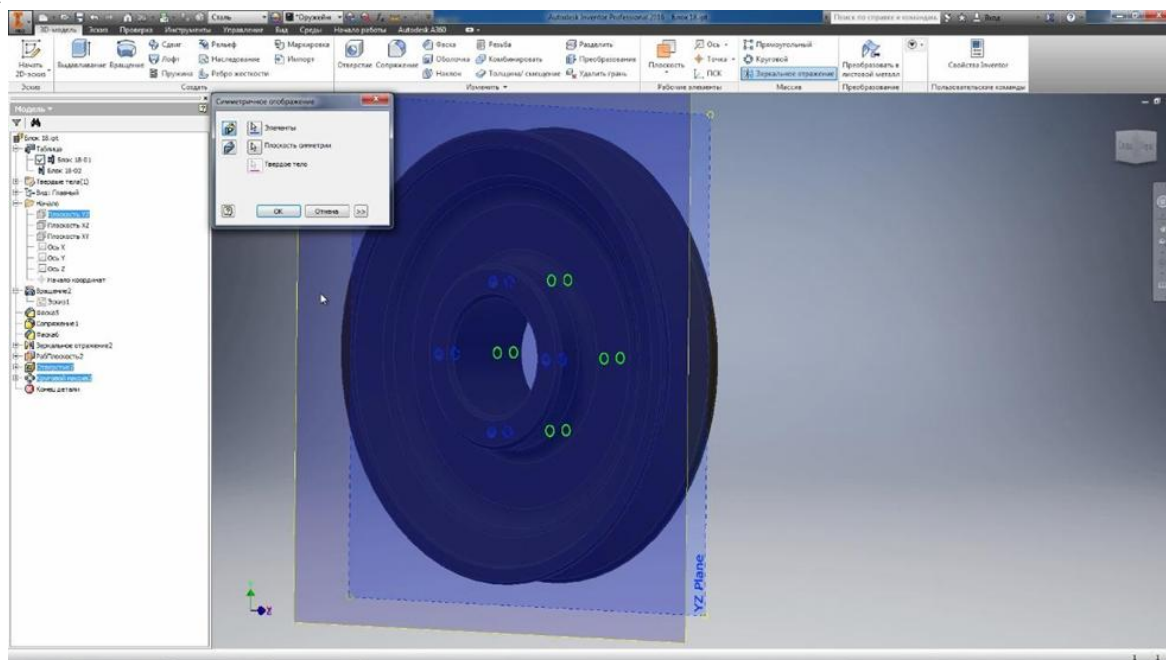
Выполним отверстие по этой точке. Тип отверстия **Резбовое**, тип резьбы **Метрическая**, глубина отверстия **10 мм** и размер **М6**. Нажимаем **ОК** для создания отверстия.



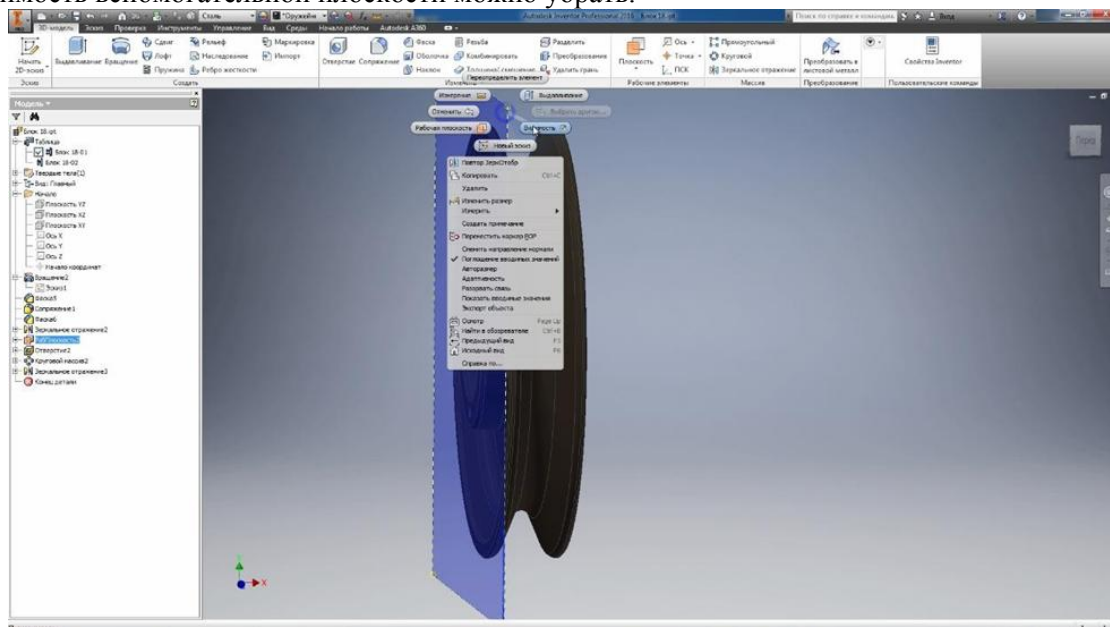
Сделаем круговой массив таких отверстий. Для этого выберем элемент, ось вращения и количество элементов 4.



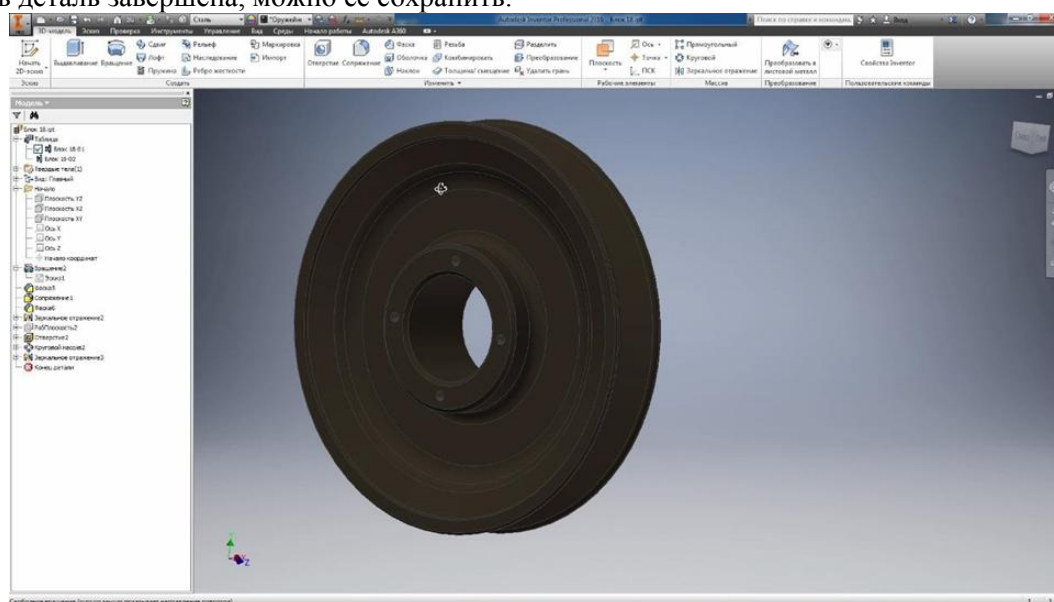
Зеркально отразим эти отверстия на вторую сторону детали. Плоскость симметрии YZ, нажмем **ОК** для создания.



Видимость вспомогательной плоскости можно убрать.



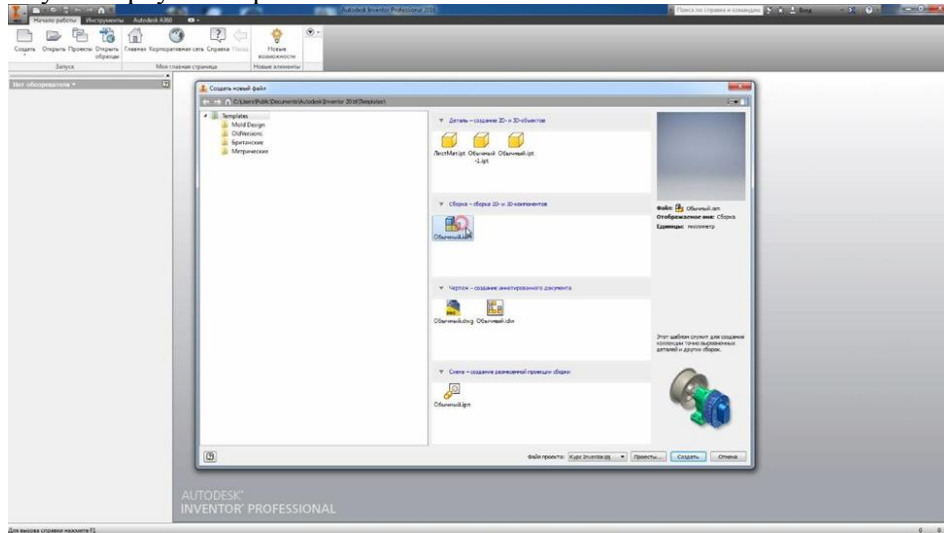
Теперь деталь завершена, можно ее сохранить.



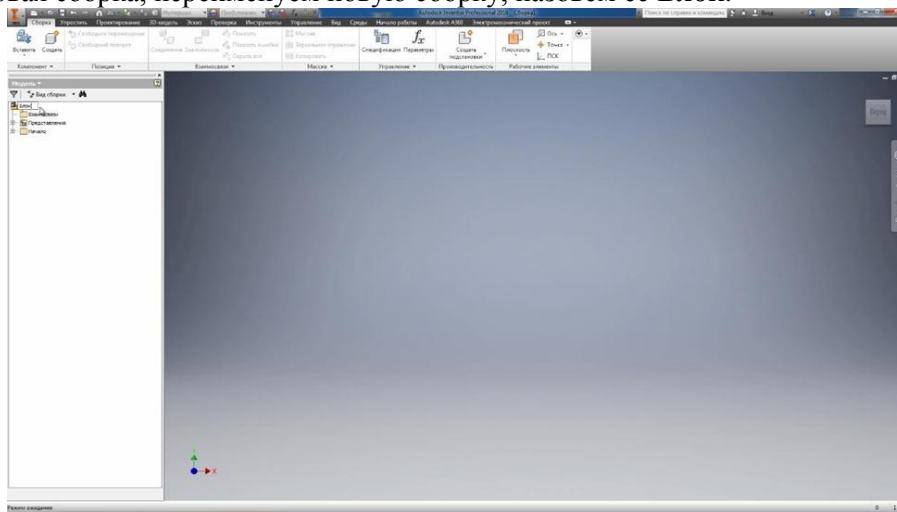
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13

Создание сборки

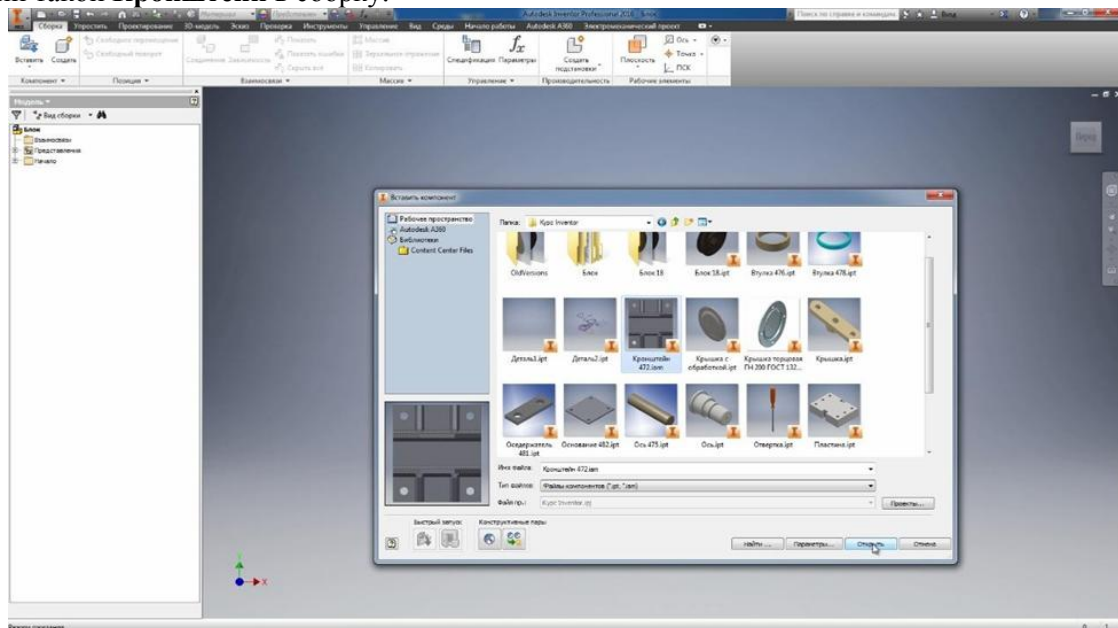
Создадим новую сборку. Выберем шаблон **Обычный.iam**.



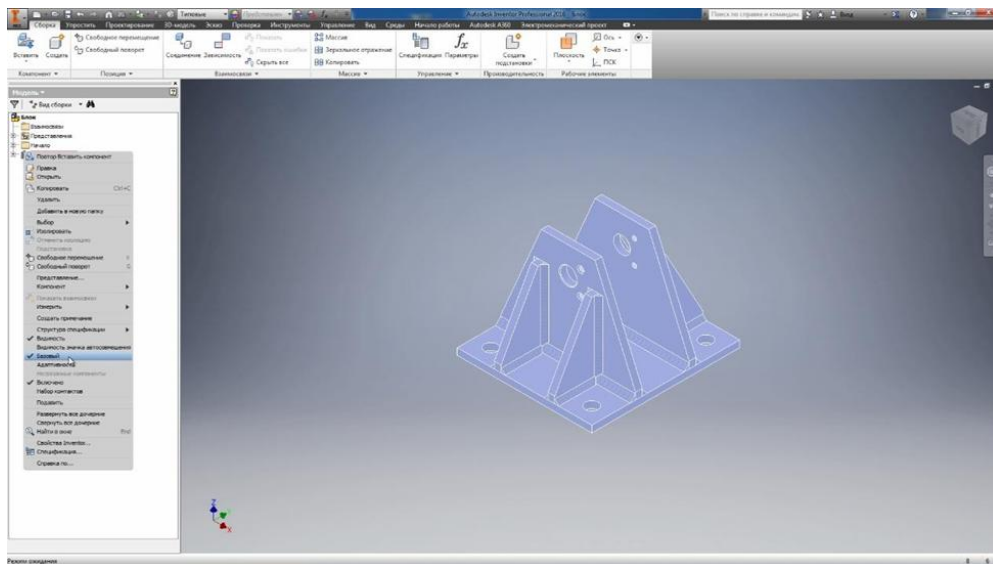
Создается новая сборка, переименуем новую сборку, назовем ее **Блок**.



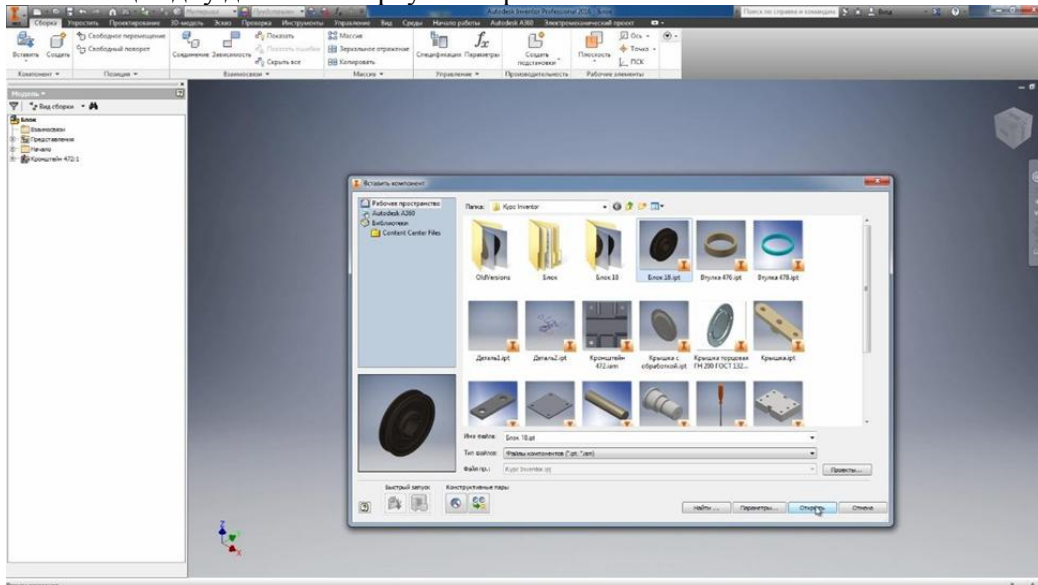
Далее выберем **Вставить** для вставки детали. Выберем из папки нашего проекта деталь **Кронштейн** и вставим один такой **Кронштейн** в сборку.



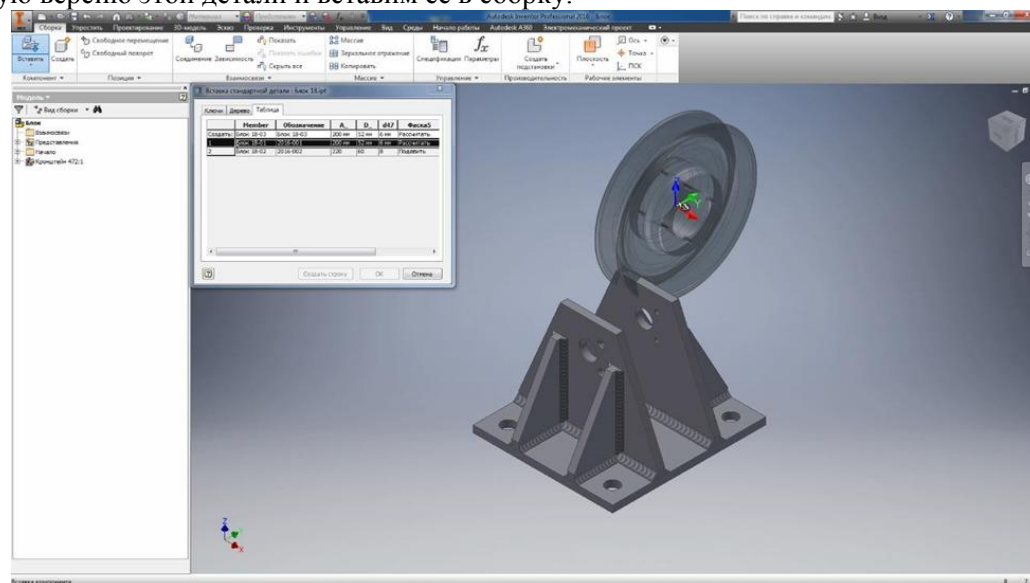
Первая деталь всегда вставляется в сборку с галочкой **Базовый**, то есть она неподвижно закреплена в сборке. И ее начальные плоскости совпадают с начальными плоскостями сборки.



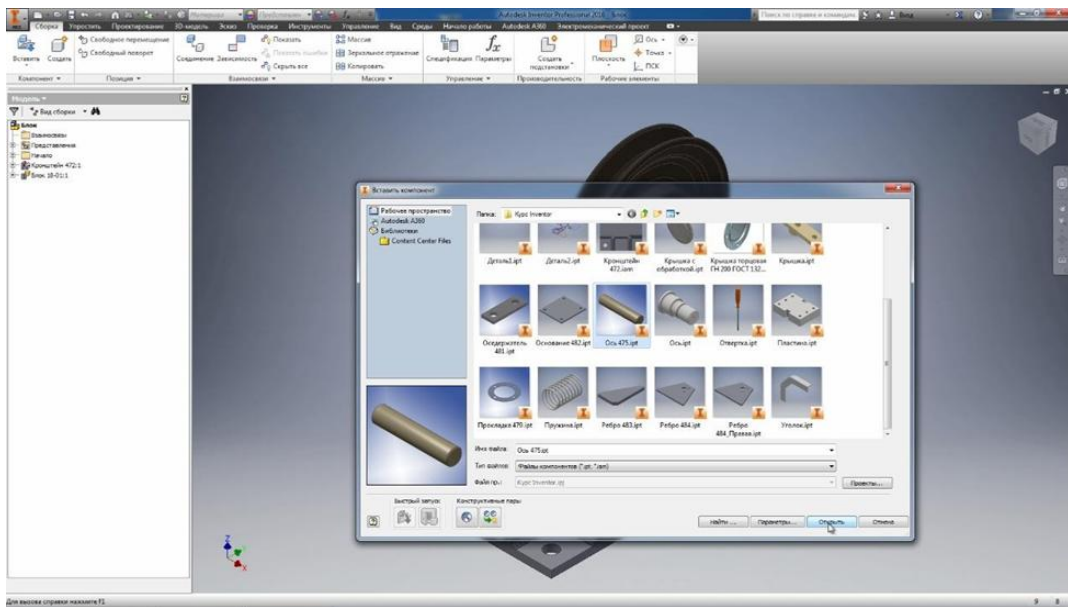
Далее вставим еще одну деталь в сборку. Выберем **Блок**.



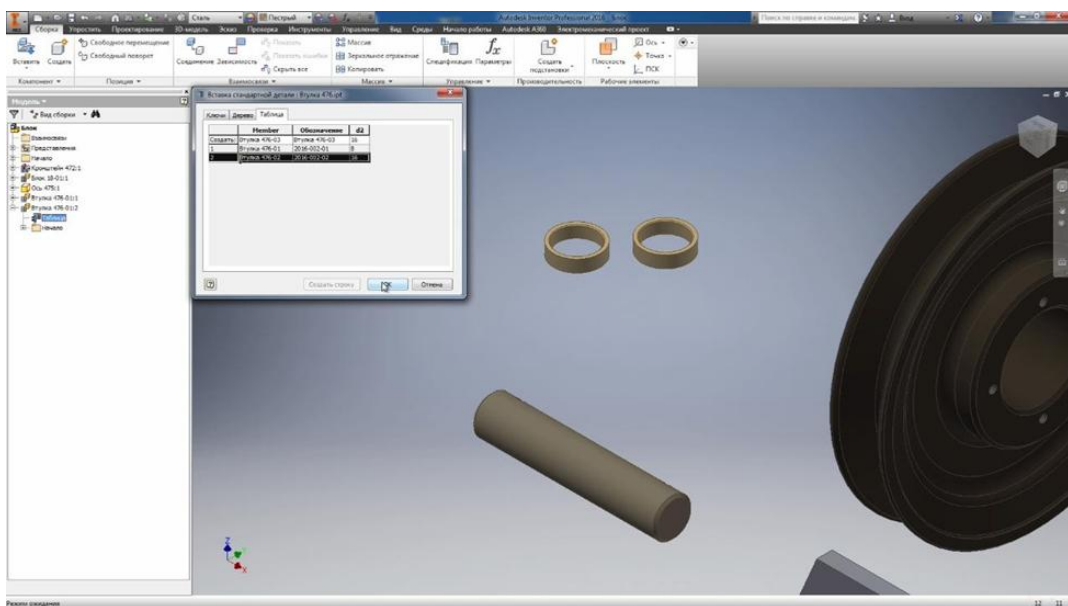
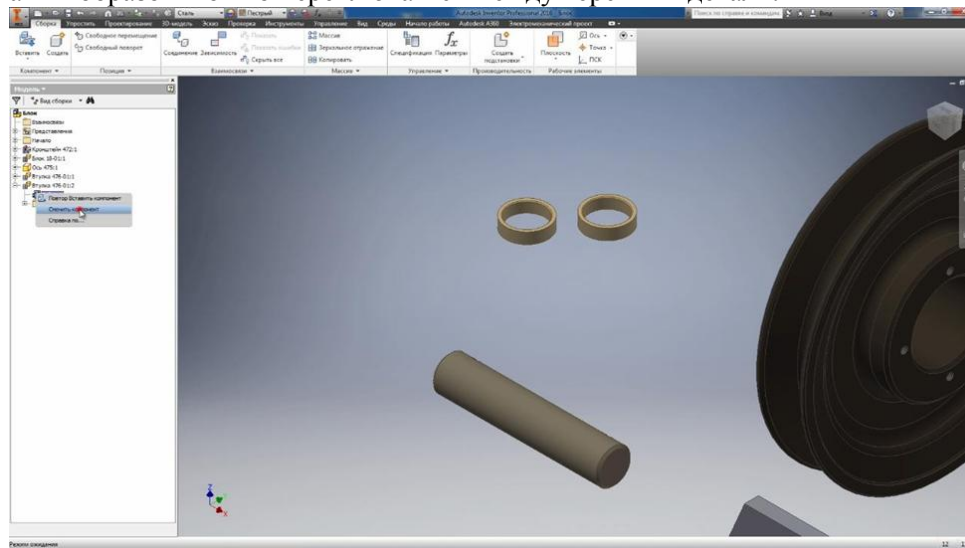
Блок является версионной деталью, поэтому для его вставки нужно выбрать необходимую версию. Выберем первую версию этой детали и вставим ее в сборку.



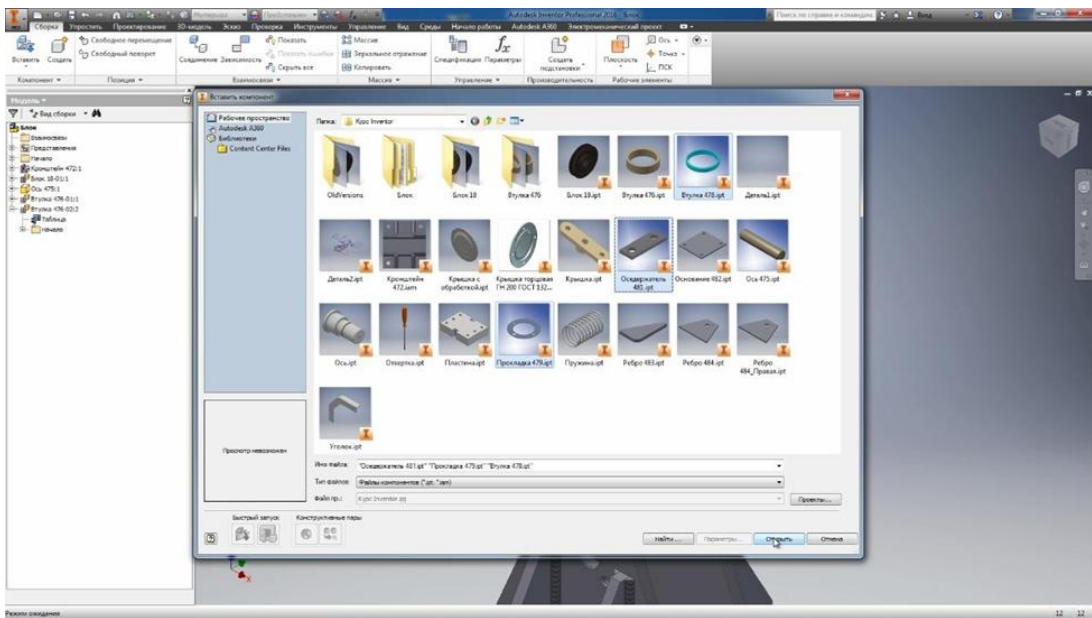
Далее вставим следующую деталь **Ось**, это обычная деталь, версию выбирать не нужно, поэтому просто вставляем ее в свободное место в сборку.



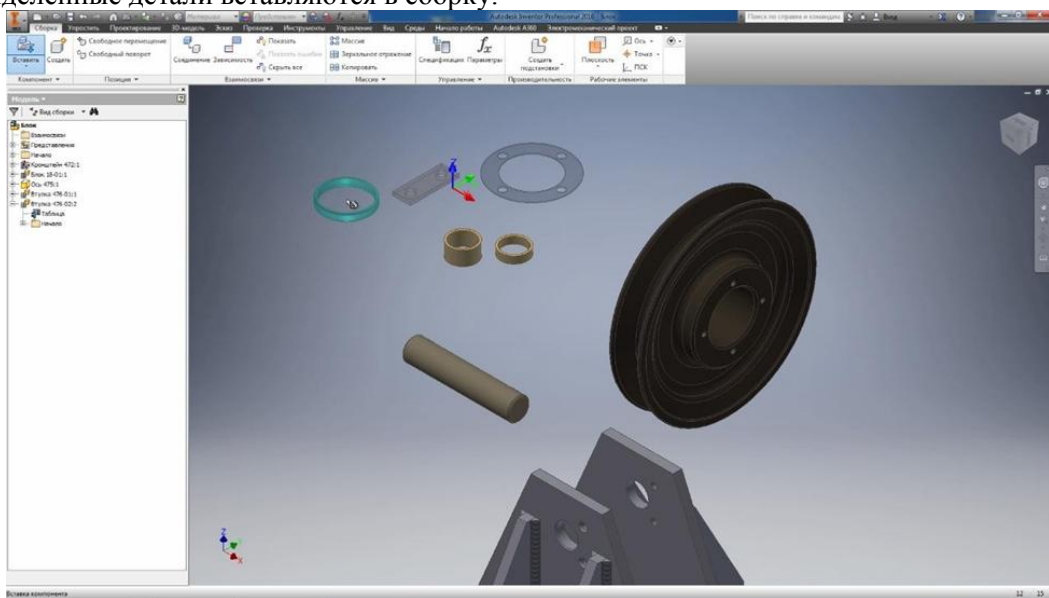
Следующую деталь вставим **Втулку**, она так же версионная. Вставим две такие втулки в сборку, сейчас у них версия одинаковая – первая. Для второй втулки выберем в дереве **Сменить компонент** и изменим на вторую версию. Таким образом можно переключаться между версиями детали.



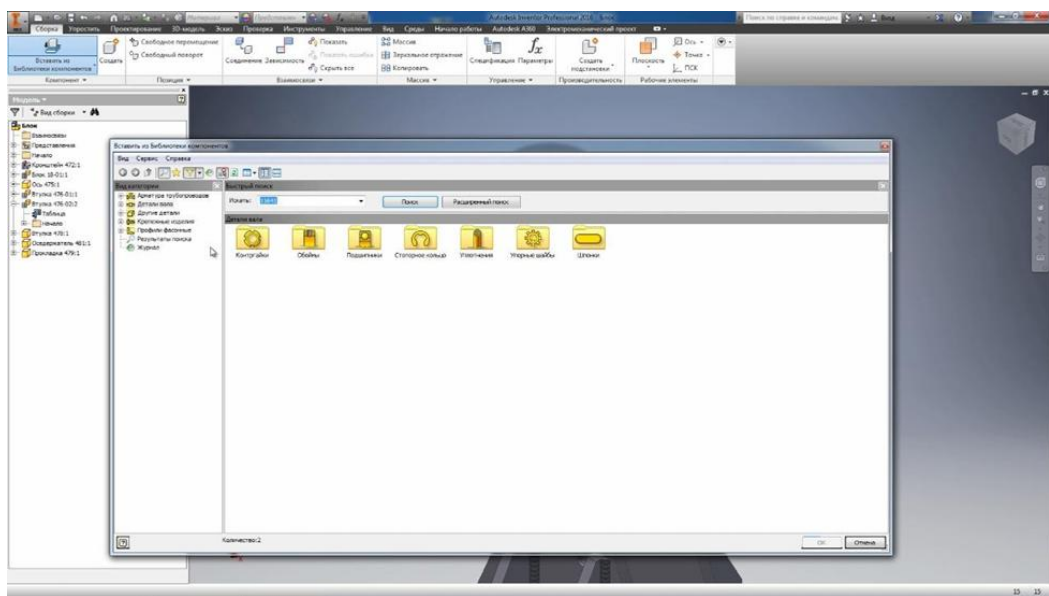
Далее выберем сразу несколько деталей. Из папки проекта выбираем деталь **Прокладка**, затем удержанием клавиши **Ctrl**, выберем еще одну втулку и **Оседержатель** и нажмем **Открыть**.



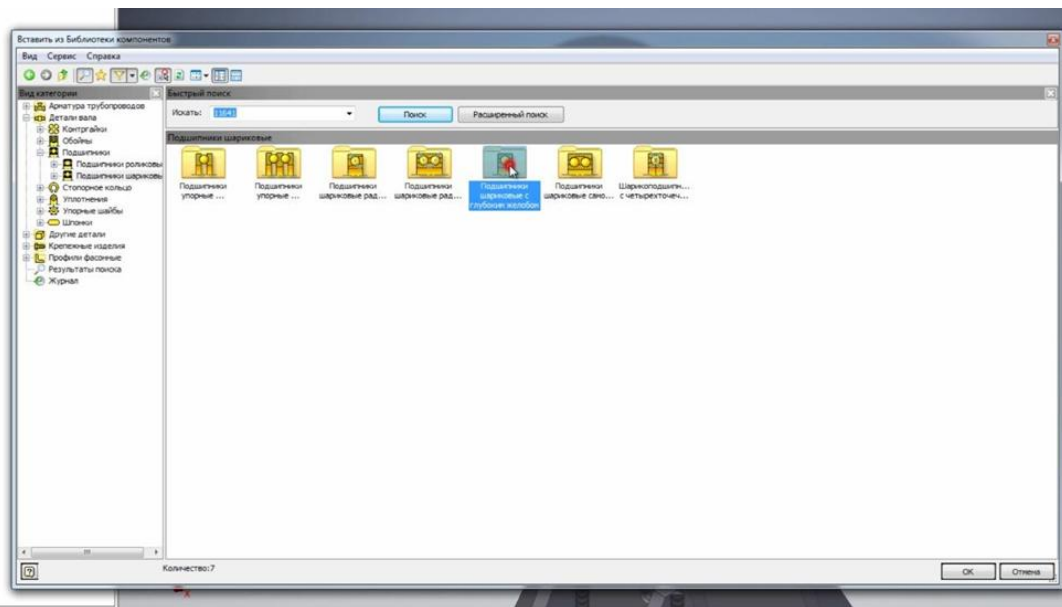
Все выделенные детали вставляются в сборку.



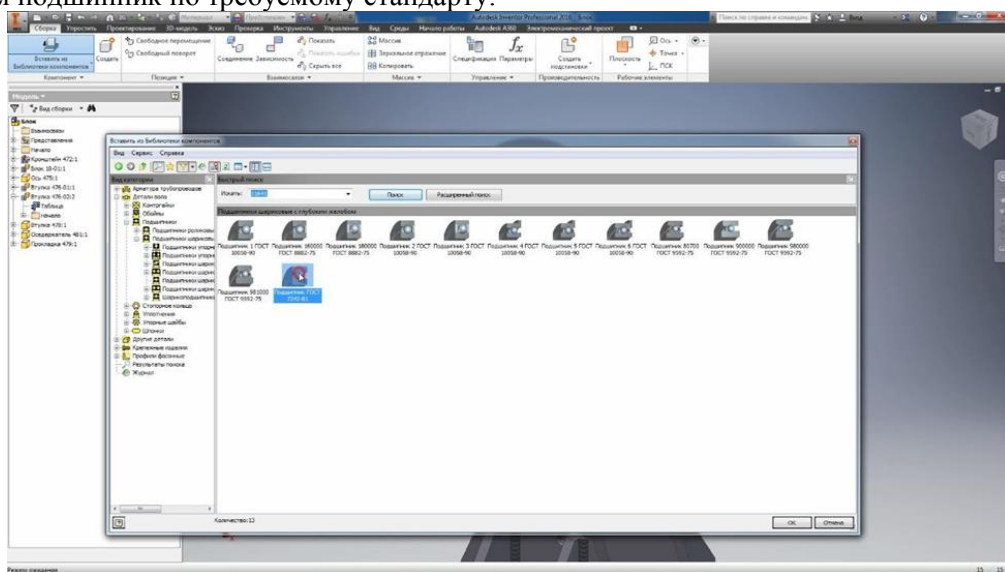
Далее, выберем **Вставить из библиотеки компонентов** для вставки стандартных деталей из библиотеки.



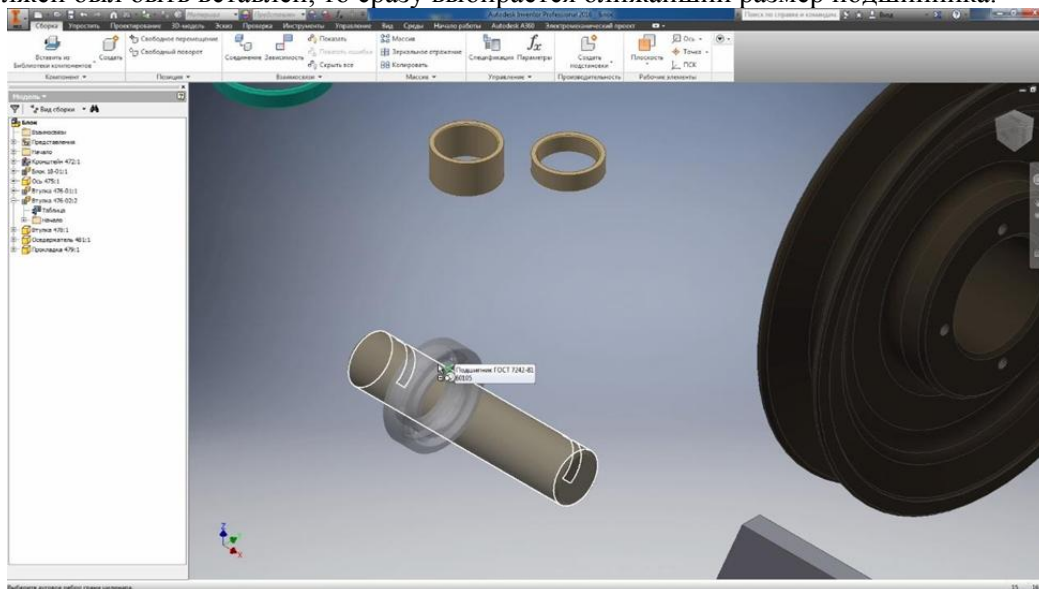
В открывшемся окне в левой части имеются категории деталей. С помощью фильтра можно отображать все детали или выбрать определенный в нашем случае **ГОСТ**. В папке детали вала, есть папка **Подшипники**, находим **Подшипники шариковые**.



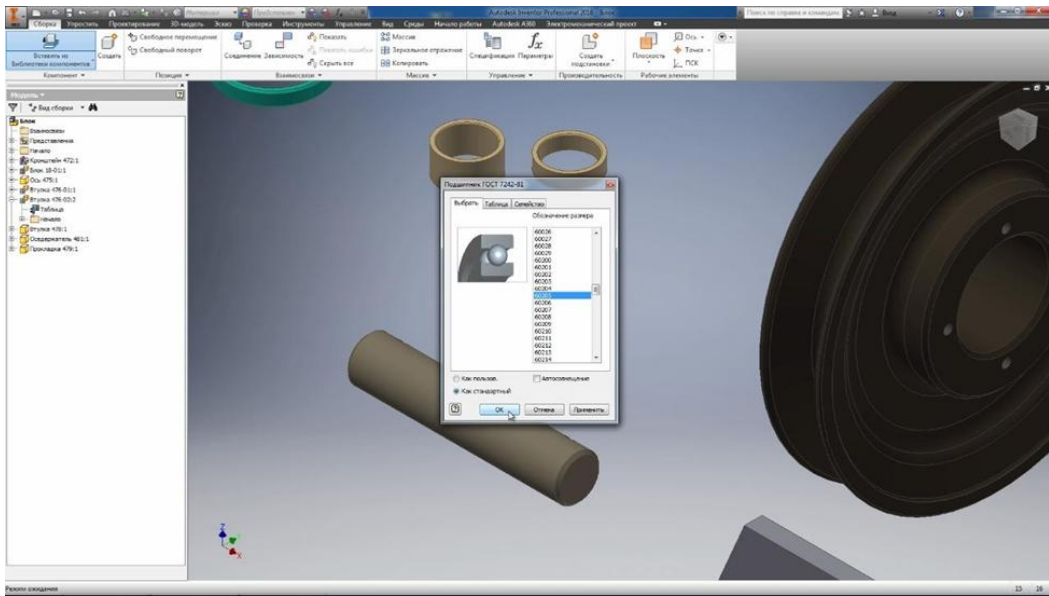
Выберем подшипник по требуемому стандарту.



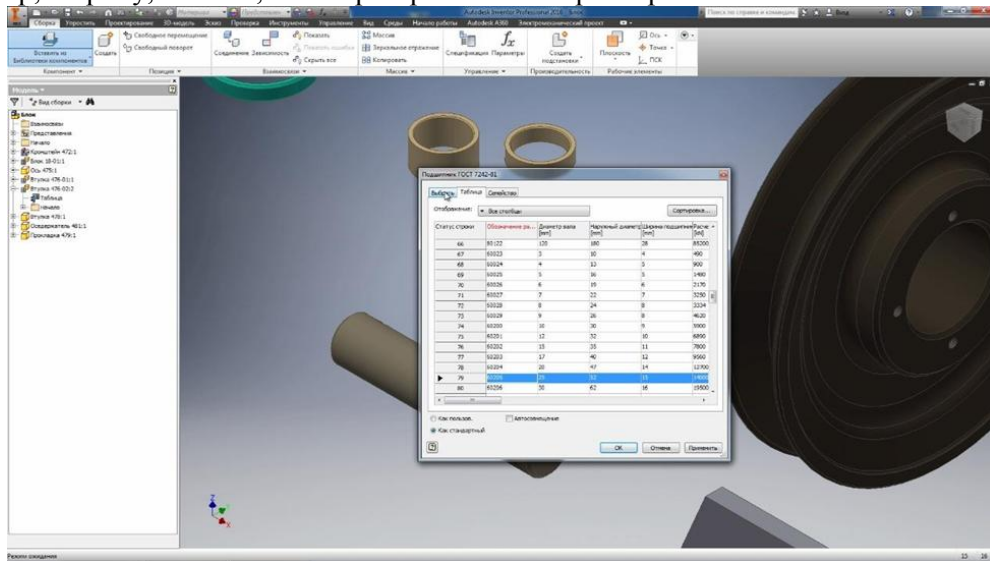
Нажимаем **правую клавишу мыши** для изменения размера подшипника или, если подвести на ось на которую он должен был быть вставлен, то сразу выбирается ближайший размер подшипника.



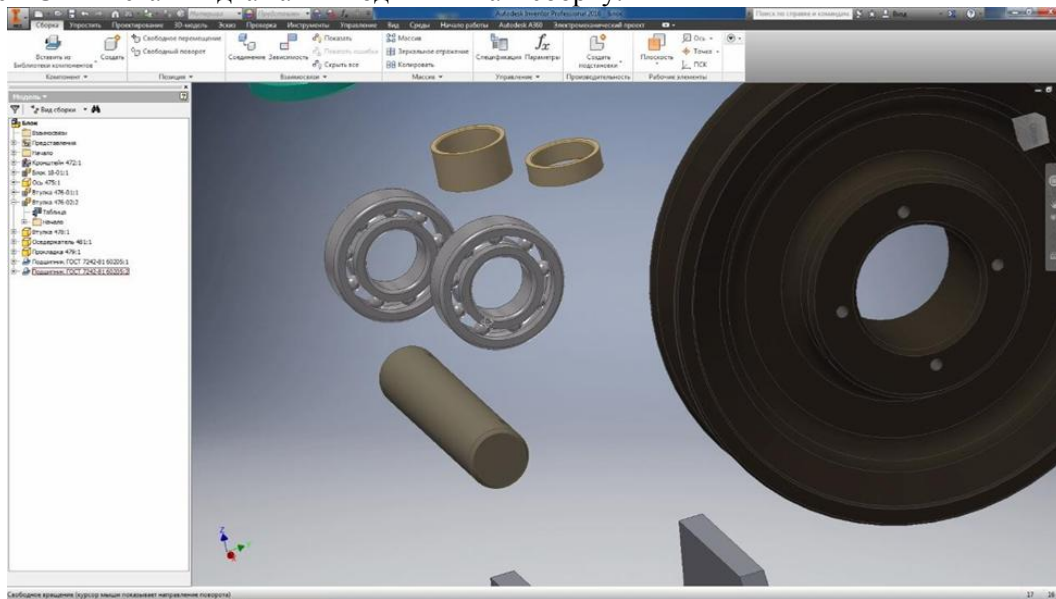
Нажимаем на **правую кнопку мыши**, выбираем изменить размер и выбираем необходимое значение подшипника. Нам нужен подшипник **60205**, нажмем **ОК** для вставки подшипника. Вставим его как стандартный компонент.



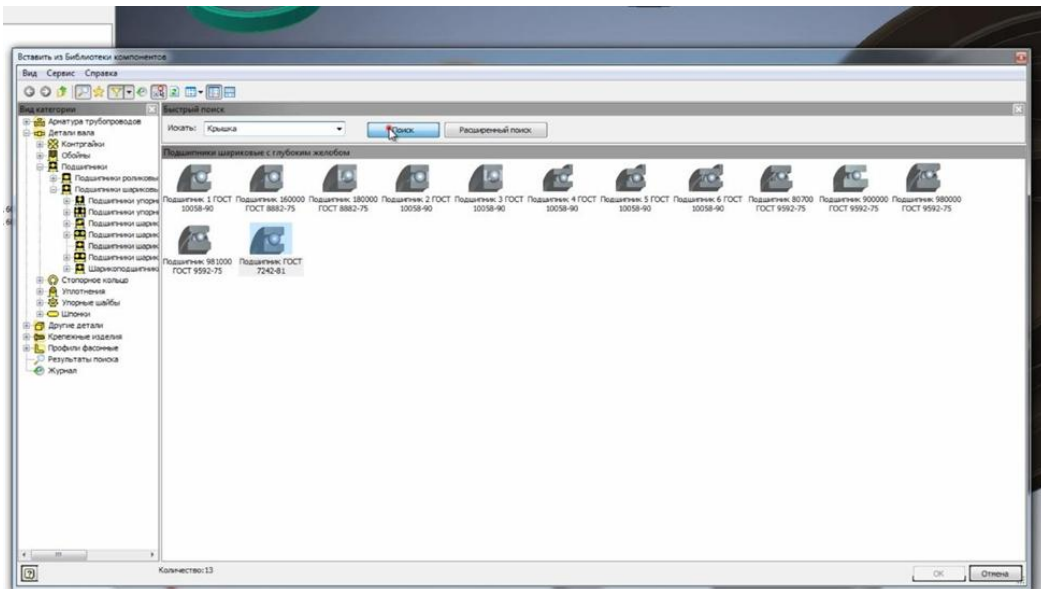
На соседней вкладке таблица, на ней можно посмотреть размеры подшипника, его внутренний и наружный диаметр, ширину, а также, некоторые расчетные параметры.



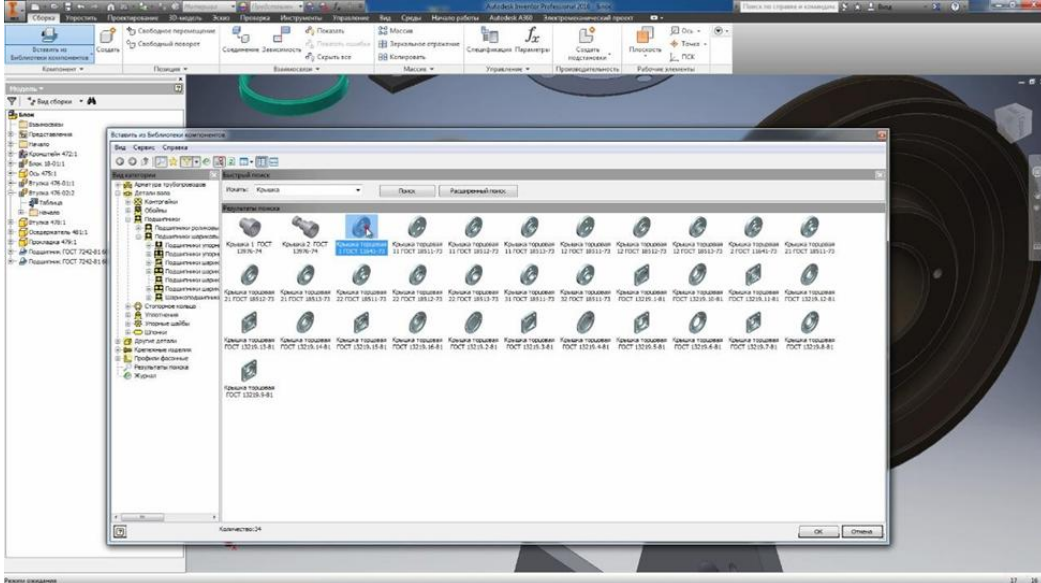
Нажмем **ОК** и вставим два таких подшипника в сборку.



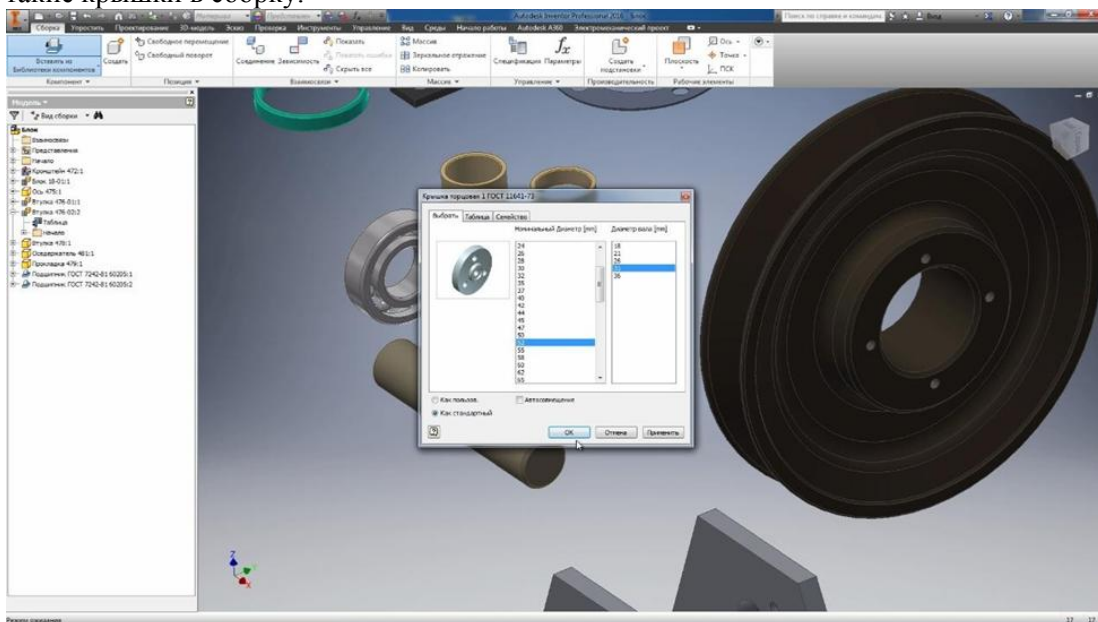
Дальше откроем **Вставить из библиотеки компонентов** и в поле поиска введем название **Крышка** и нажмем **Поиск**.



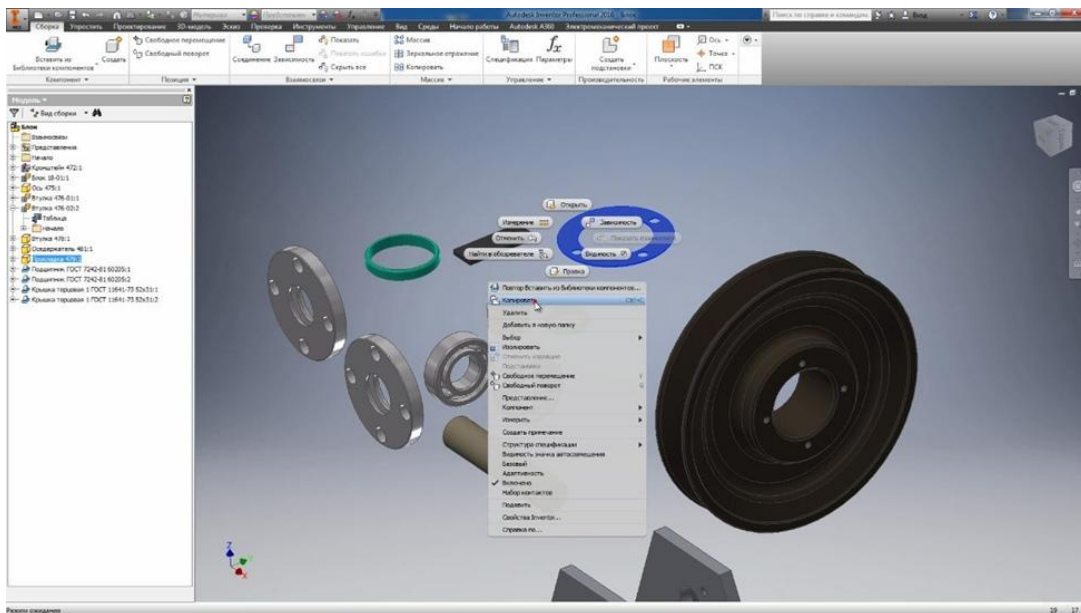
Inventor находит все совпадения по данному запросу. Выбираем крышку по нужному нам ГОСТу.



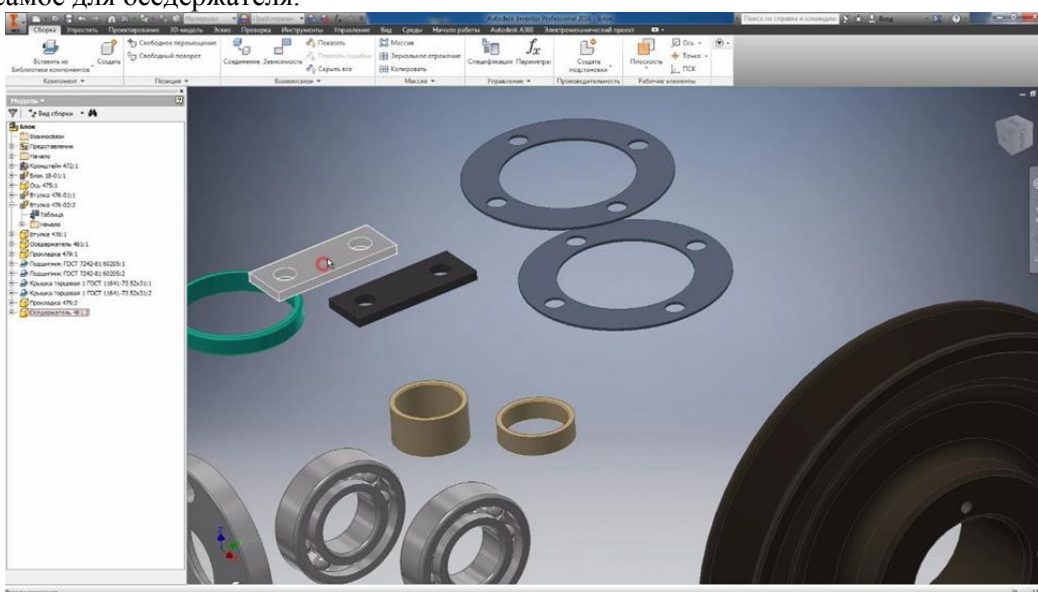
Дальше выбираем необходимый размер. Номинальный диаметр 52 и диаметр вала 31. Нажмем ОК и вставим две такие крышки в сборку.



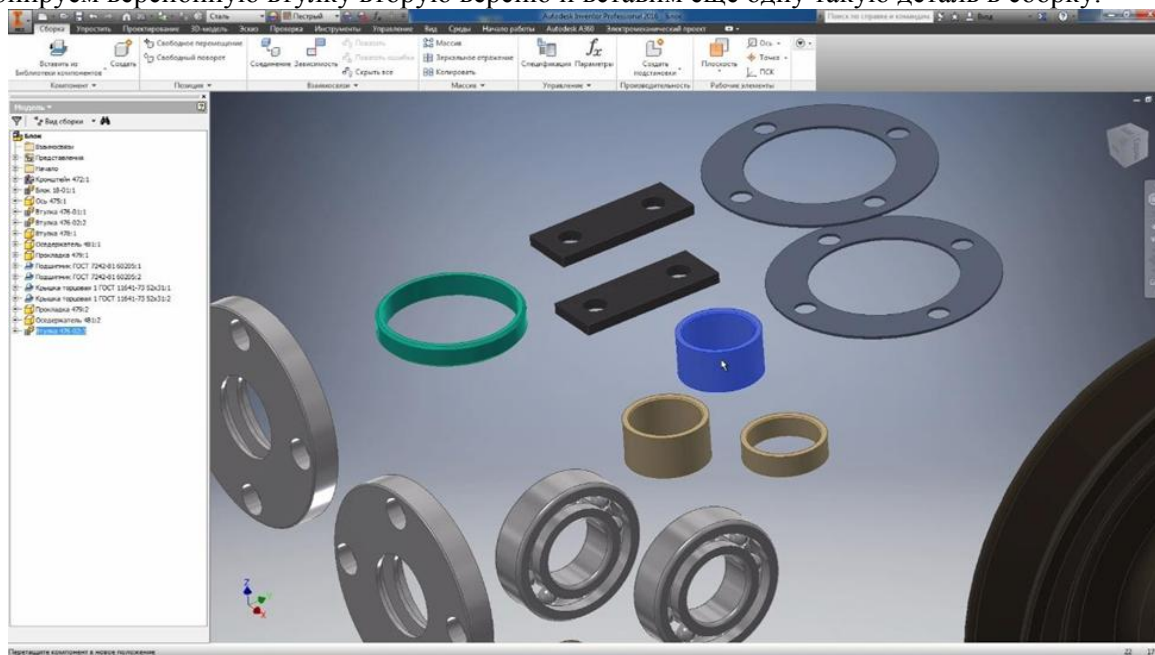
Дальше, копируем деталь Прокладка и вставим еще одну такую же в сборку.



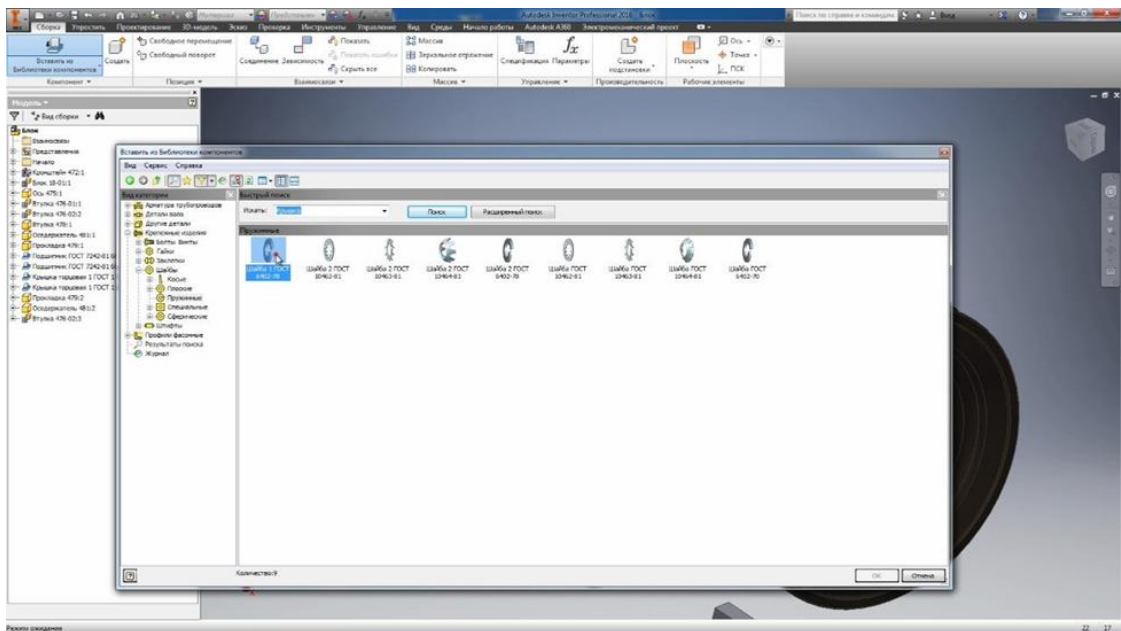
То же самое для оседержателя.



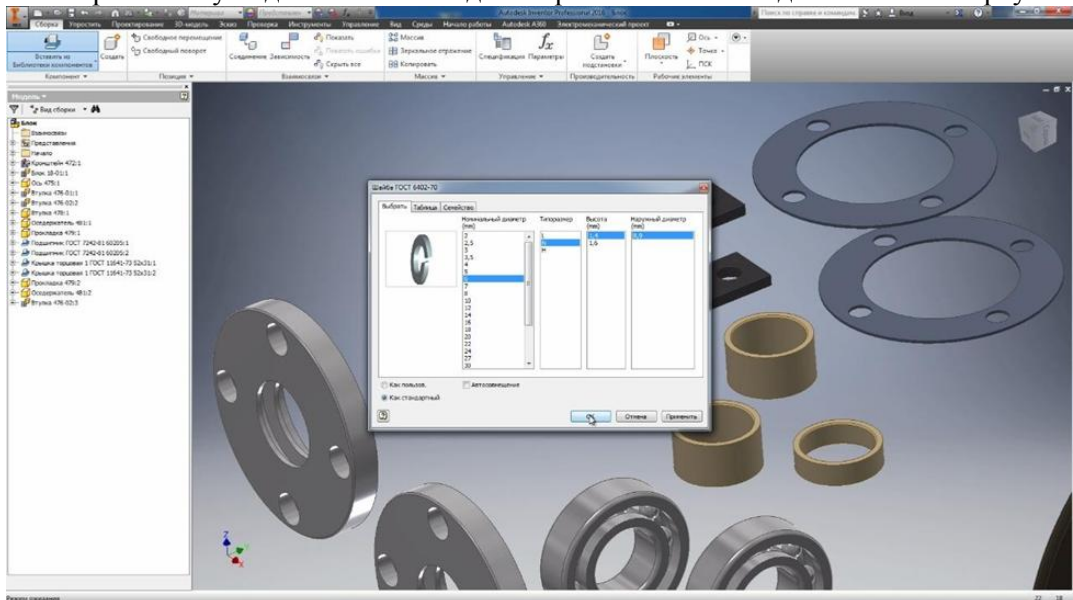
Копируем версию втулку вторую версию и вставим еще одну такую деталь в сборку.



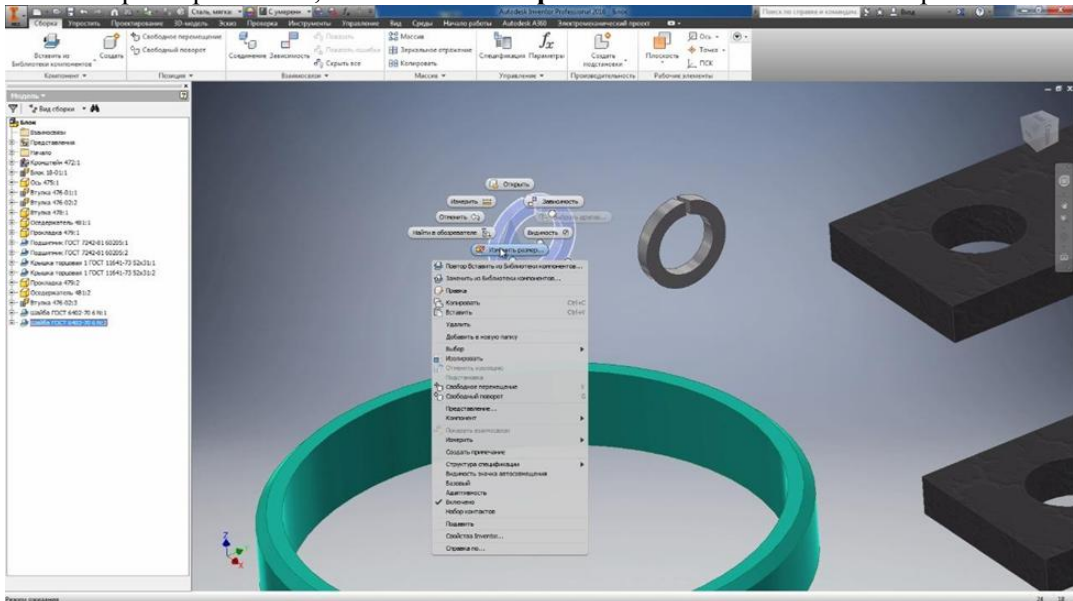
Далее, найдем в библиотеке компонентов крепежную деталь. В папке **Шайбы** находим пружинную шайбу по ГОСТ 6402.



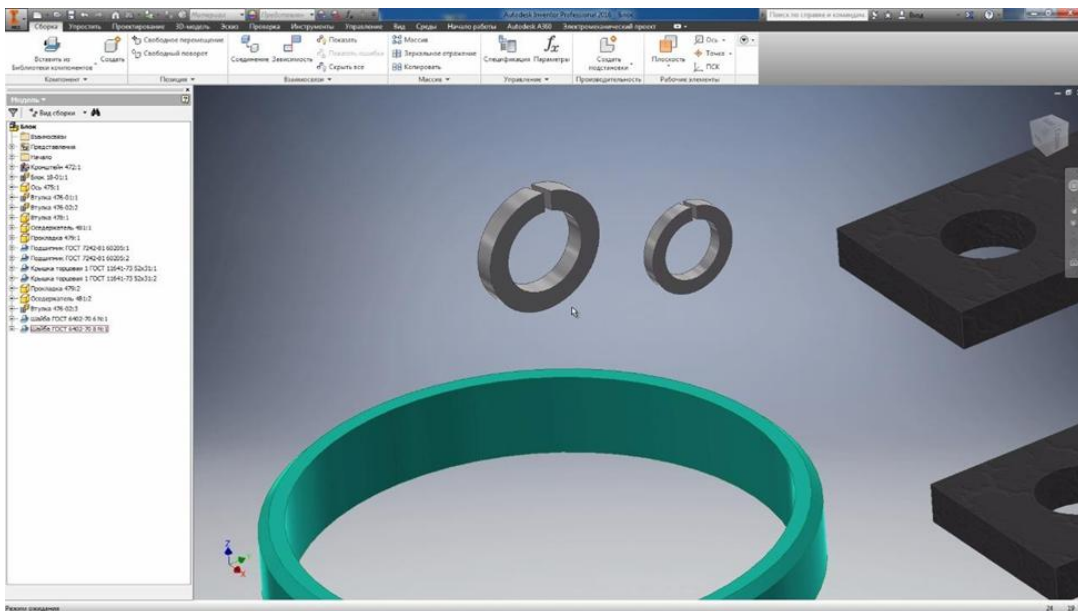
С помощью **правой кнопки мыши** выбираем команду изменить размер и выбираем необходимый размер шайбы. Выберем шайбу под номинальный диаметр **6 мм** и вставим две шайбы в сборку.



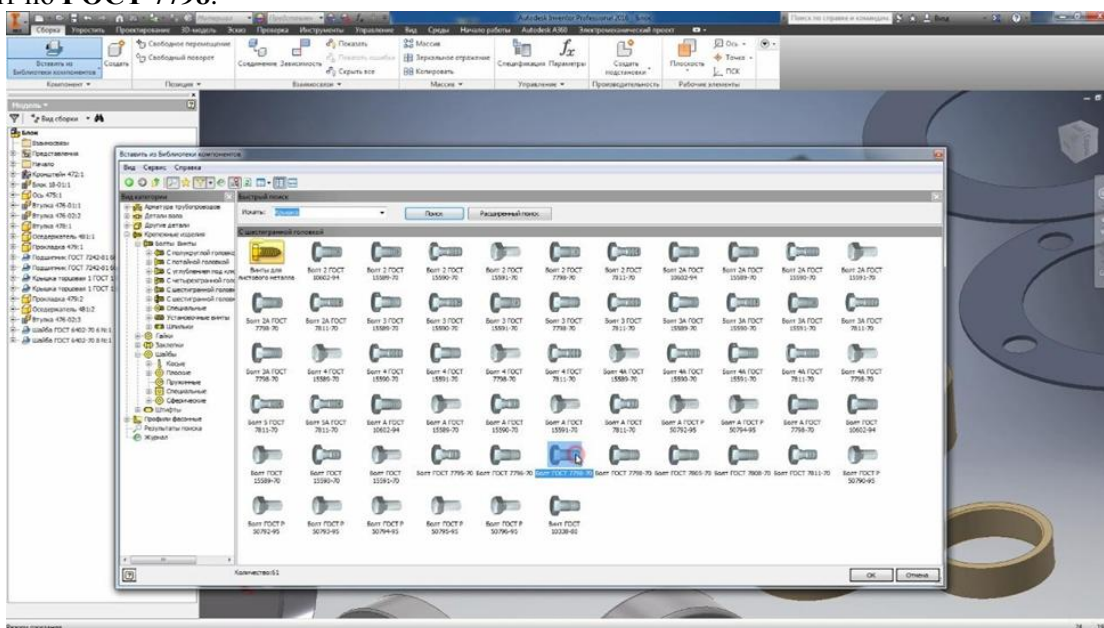
Для изменения размера шайбы, нажмем на нее **правой кнопкой мыши** и выберем изменить размер.



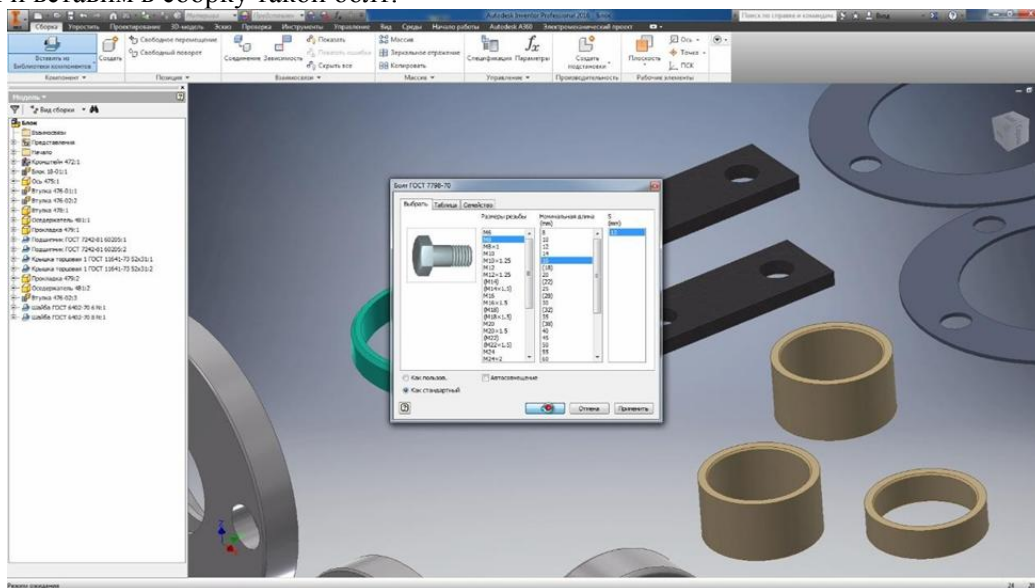
Выбираем необходимый размер этой шайбы, номинальный диаметр **8**. И видим, что в сборке размер этой шайбы изменился.



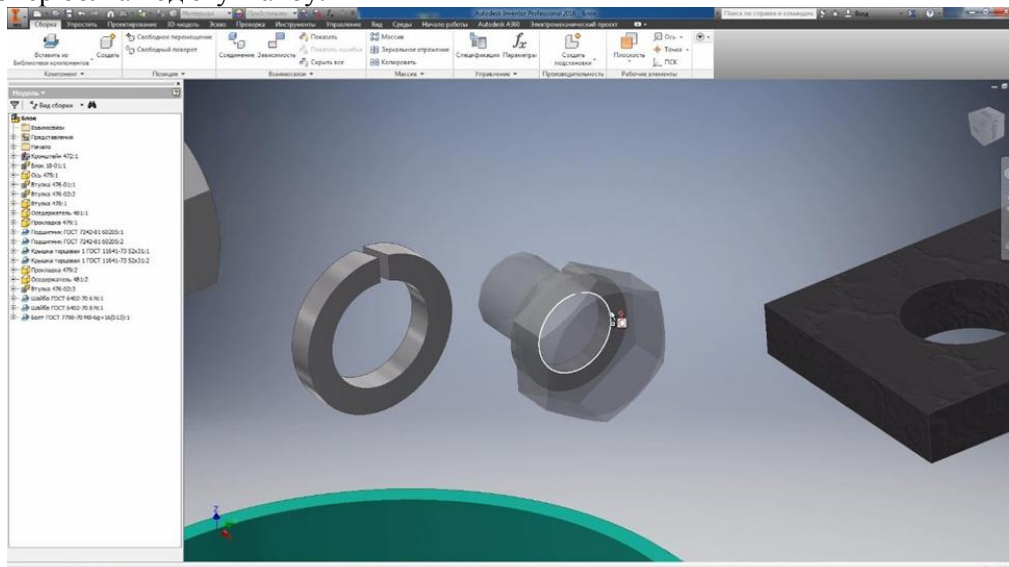
Далее в библиотеке компонентов находим болты. Выбираем папку **Болты с шестигранной головкой** и вставим болт по **ГОСТ 7798**.



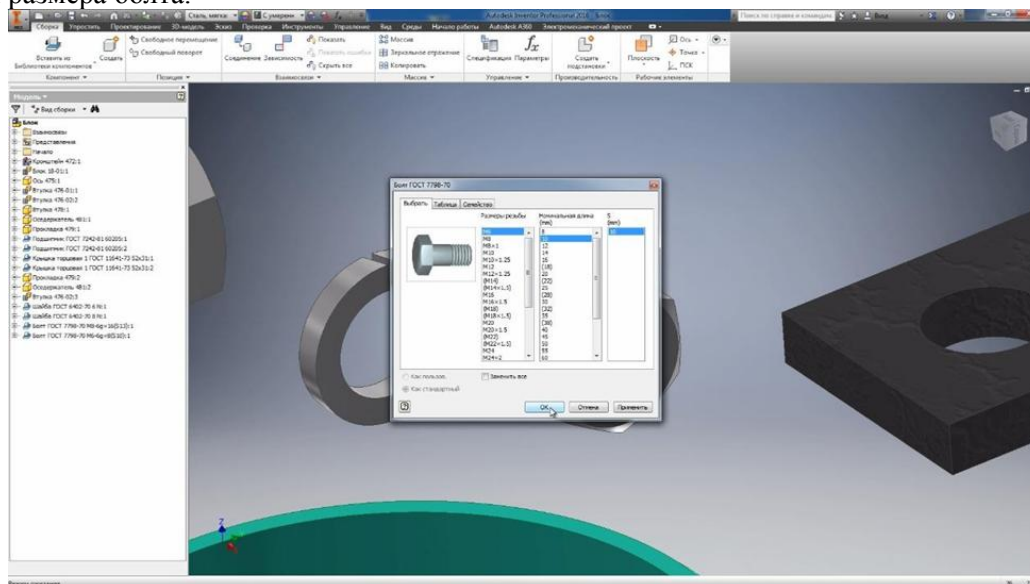
Правой клавишей мыши выбираем изменить размер. Выберем размер болта **M8**, длиной **10 мм**. Нажимаем **ОК** и вставим в сборку такой болт.



Следующий болт вставляем таким же образом, но подводим его сразу к шайбе. Видим, что сразу подбирается размер болта под эту шайбу.

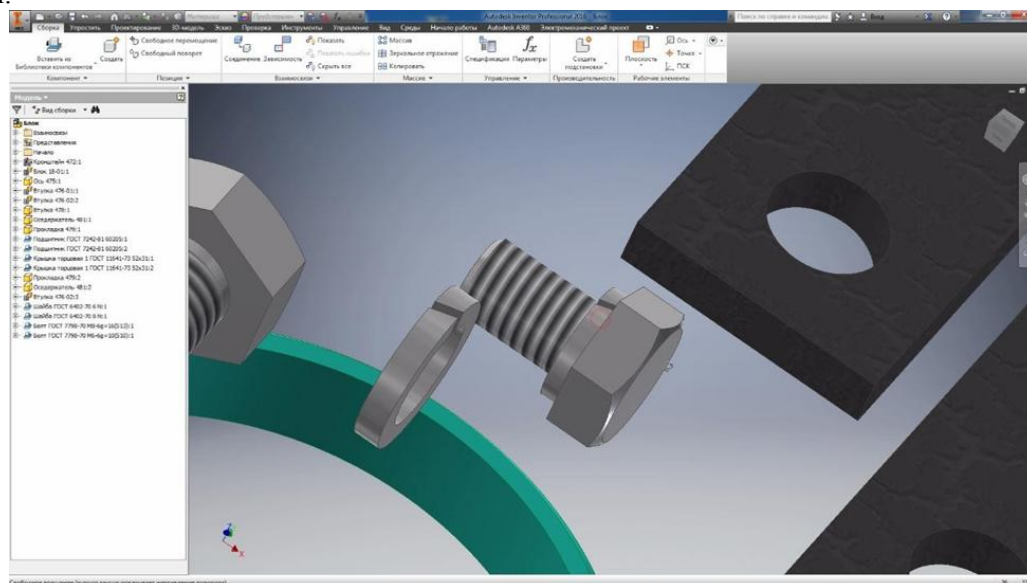


Правой клавишей мыши выберем изменить размер длины, размер М6 уже выбран, выберем длину 10 для изменения размера болта.

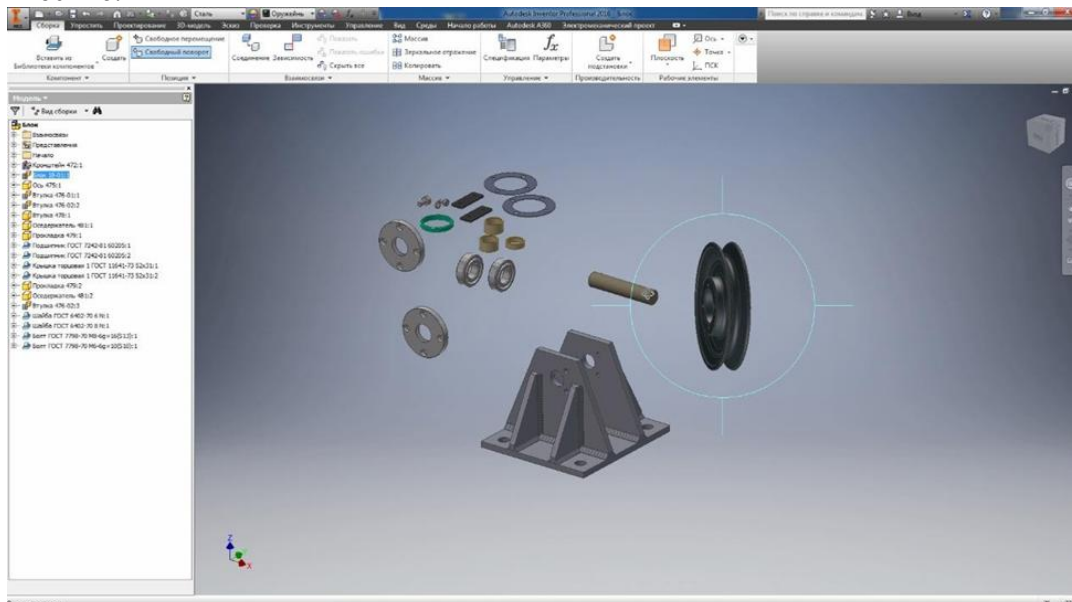


Болт вставляется сразу совершенный с шайбой с помощью зависимости.

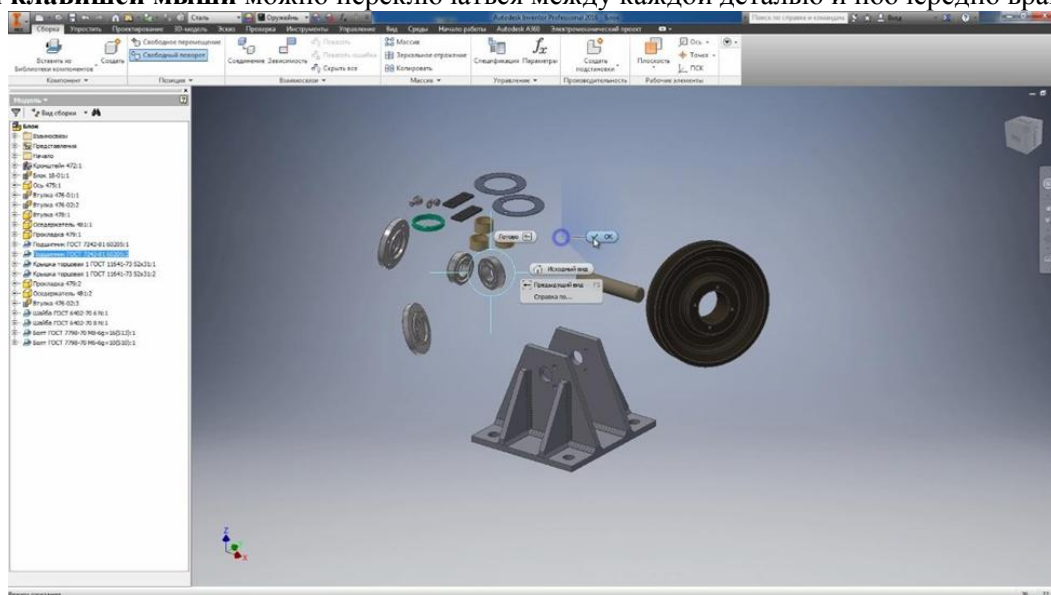
Итак, у нас вставлены в сборку все необходимые компоненты. Сейчас они не закреплены никакими зависимостями.



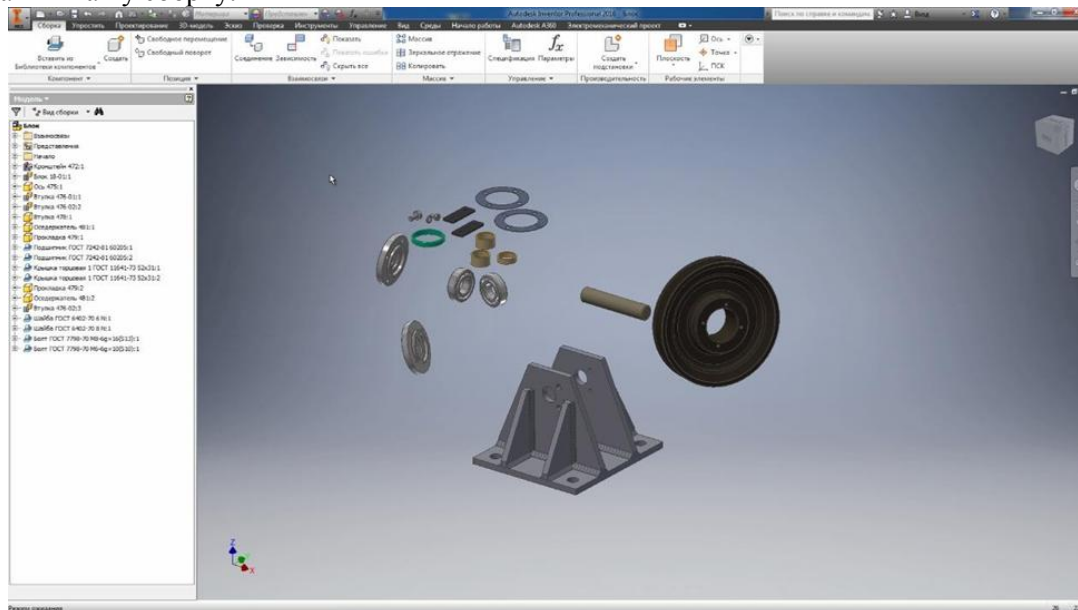
С помощью функции **Свободный поворот** можно поворачивать отдельно каждую деталь, которая не связана зависимостью.



Левой клавишей мыши можно переключаться между каждой деталью и поочередно вращать их.



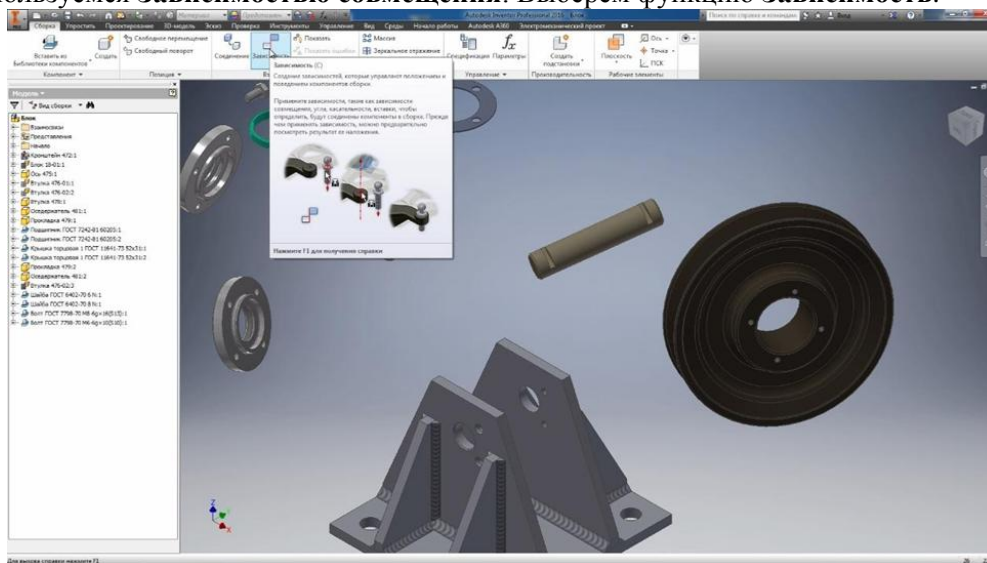
Сохраним нашу сборку.



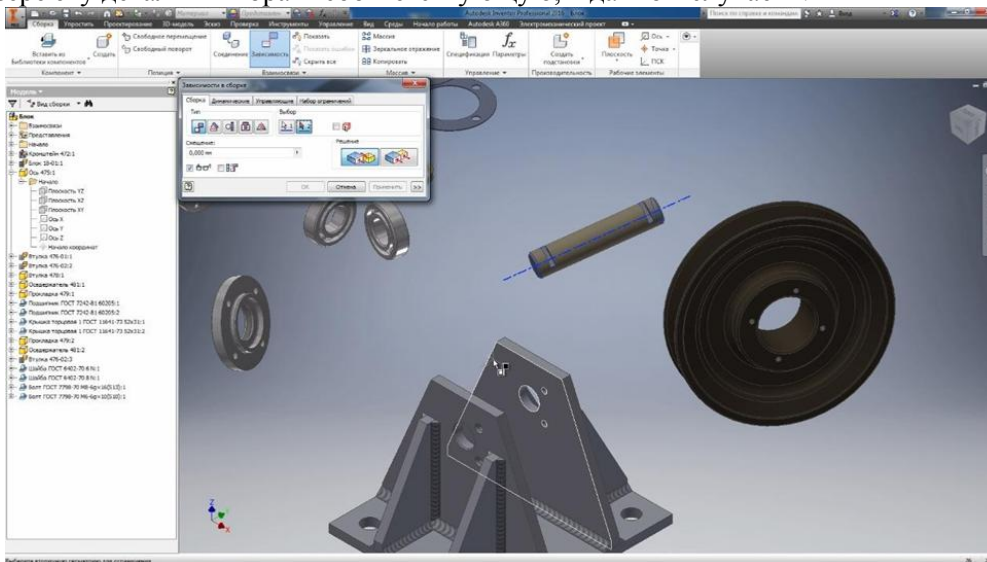
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14

Зависимости в сборке

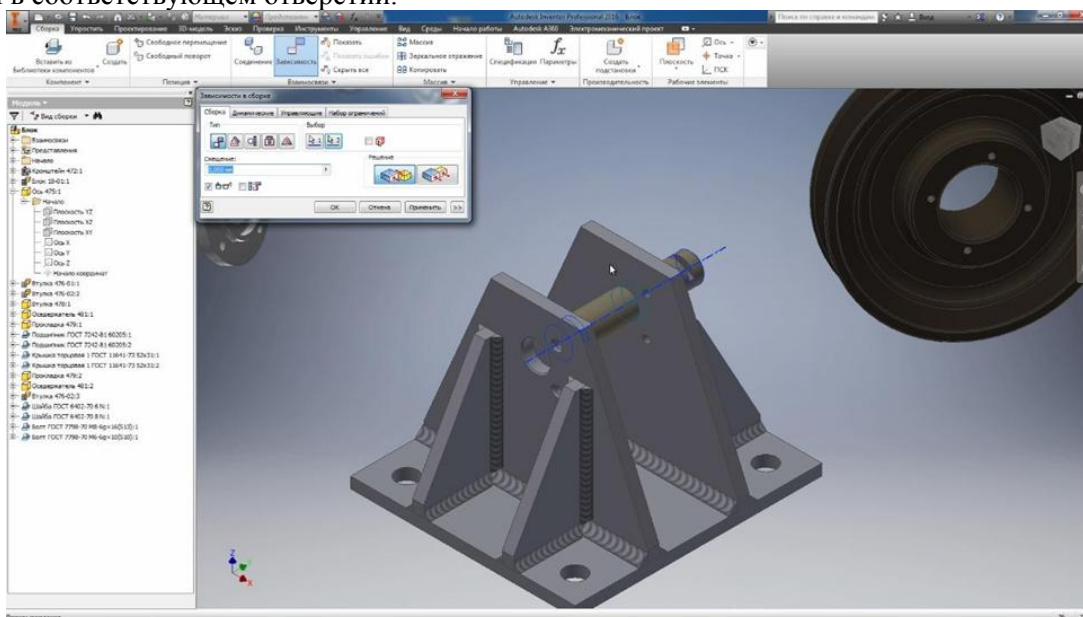
Для соединения деталей в сборке используются различные зависимости. Например, для размещения оси в отверстие воспользуемся **Зависимостью совмещения**. Выберем функцию **Зависимость**.



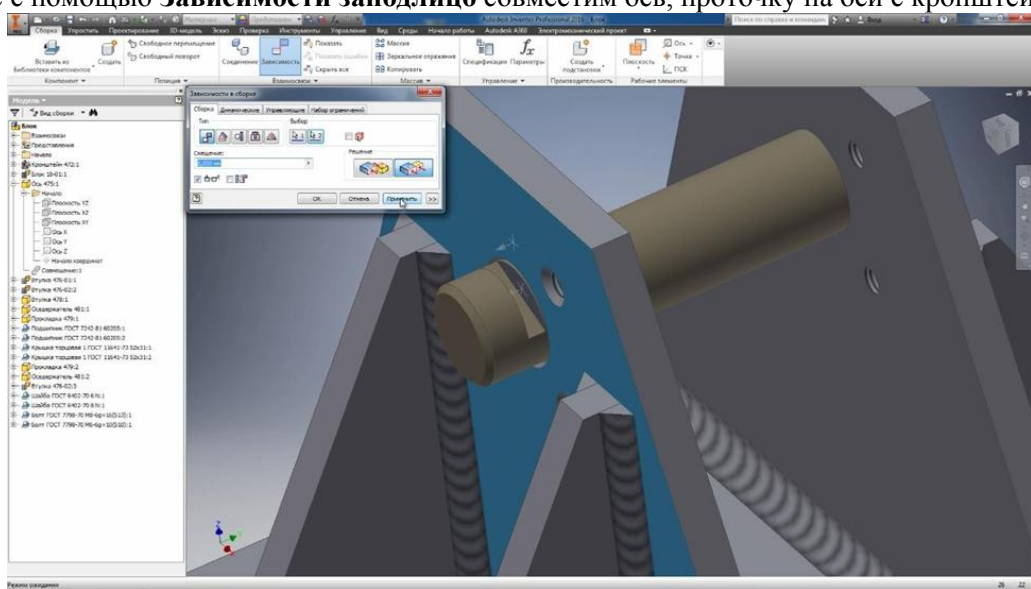
Для выбора осевой линии в детали **Ось** можно выбрать цилиндрическую поверхность этой оси. Или раскрыть в браузере эту деталь и выбрать соответствующую, в данном случае **X**.



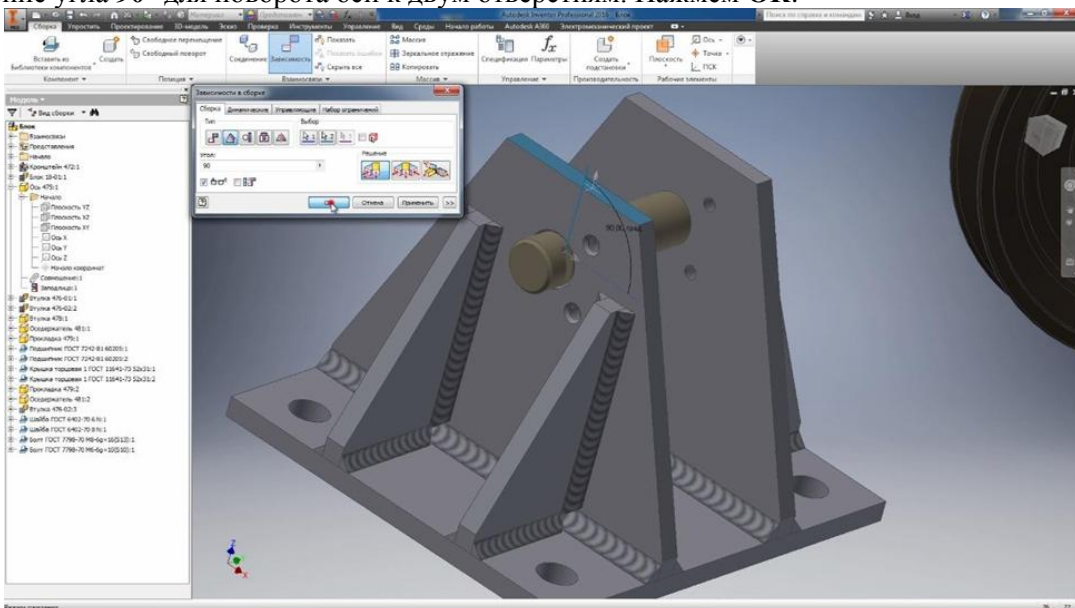
Совместим две цилиндрические поверхности. Детали совмещаются по оси. Цилиндрическая деталь ось совмещается в соответствующем отверстии.



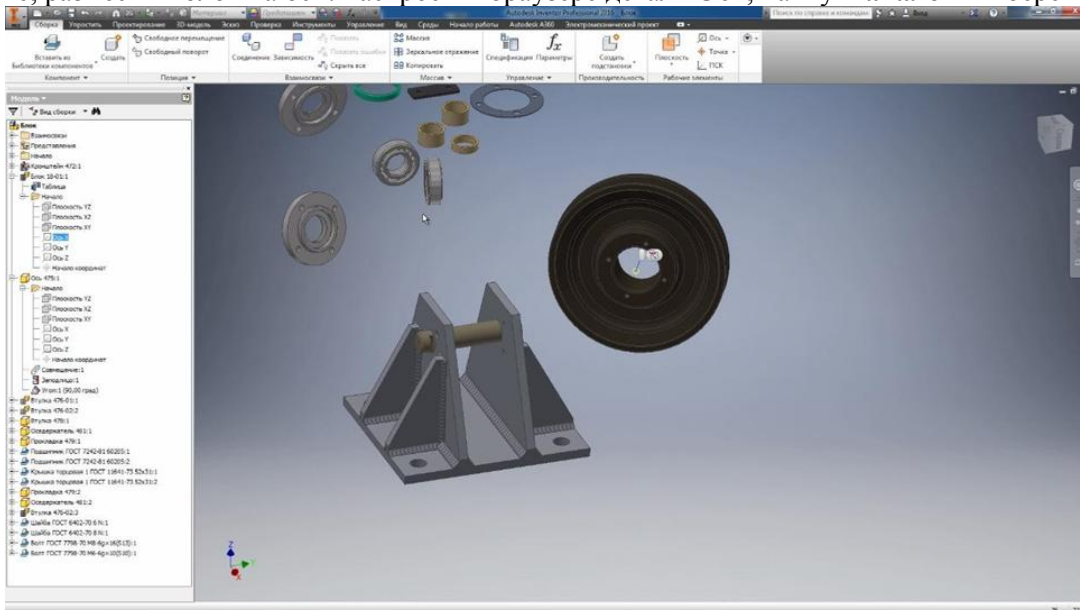
Далее с помощью **Зависимости заподлицо** совместим ось, проточку на оси с кронштейном.



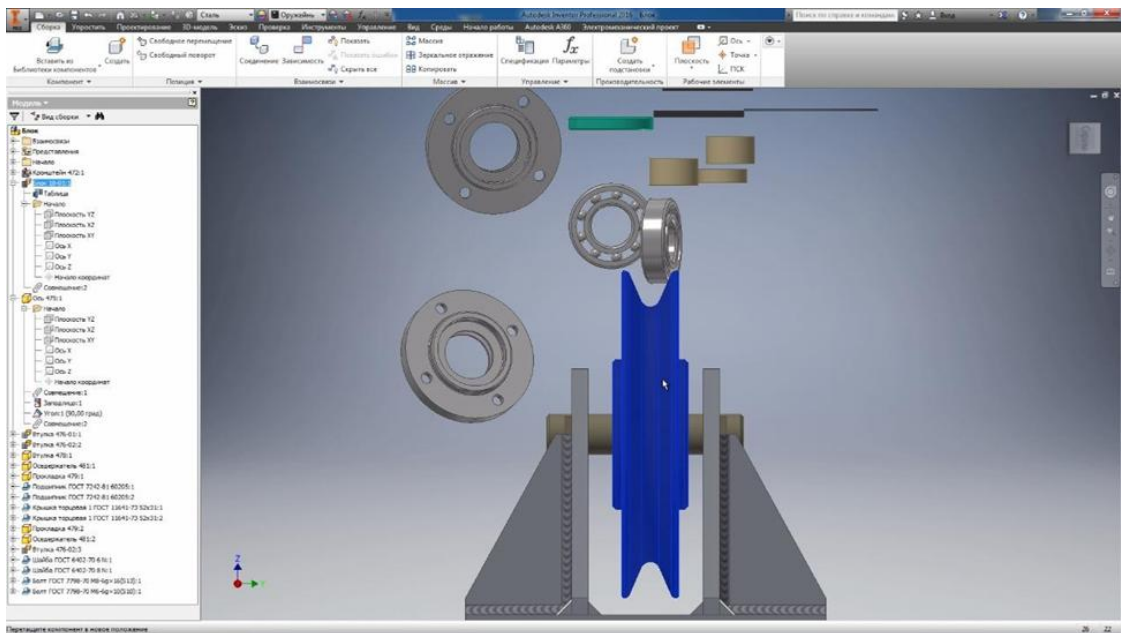
С помощью **Угловой зависимости** можно указать угол поворота оси относительно выбранной грани. Введем значение угла 90° для поворота оси к двум отверстиям. Нажмем **ОК**.



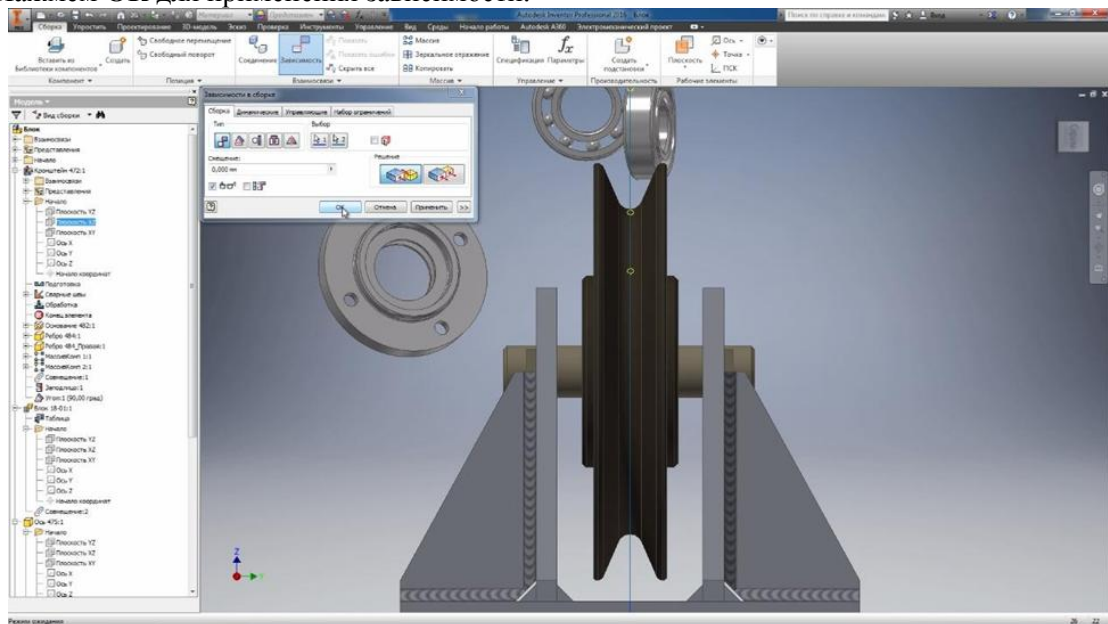
Далее, разместим блок на оси. Раскроем в браузере деталь **Ось**, папку **Начало** и выберем там ось **X**.



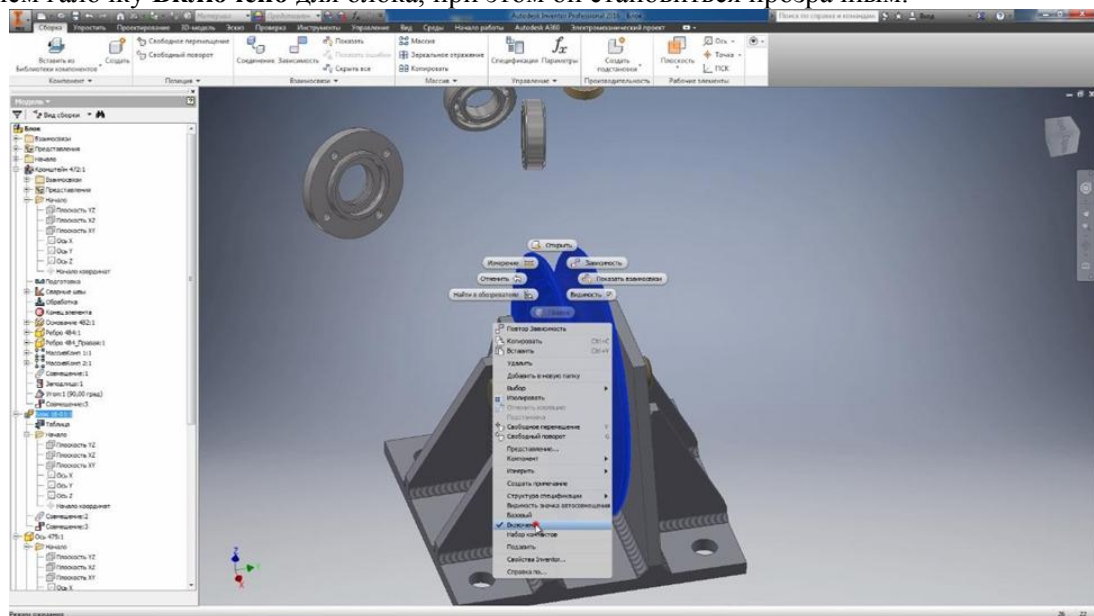
С помощью **Зависимости совмещения** совместим эту ось с осевой линией детали **Ось**. Теперь блок расположен на этой оси.



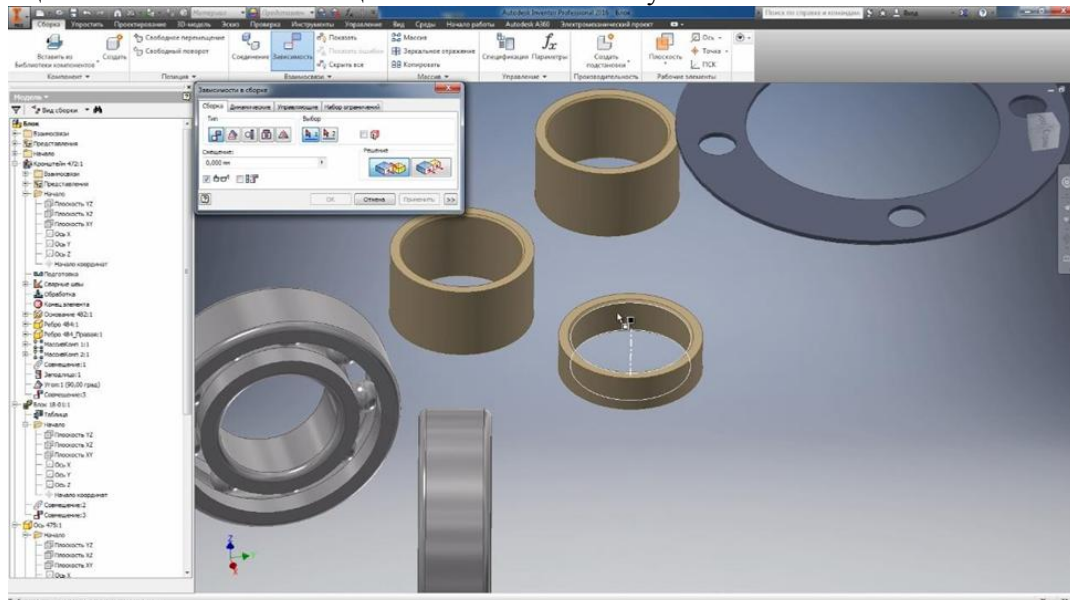
Чтобы разместить его симметрично относительно кронштейна выберем центральную плоскость в блоке и такую же центральную плоскость **XZ** в кронштейне. С помощью **Зависимости совмещения** совместим эти плоскости. Нажмем **ОК** для применения зависимости.



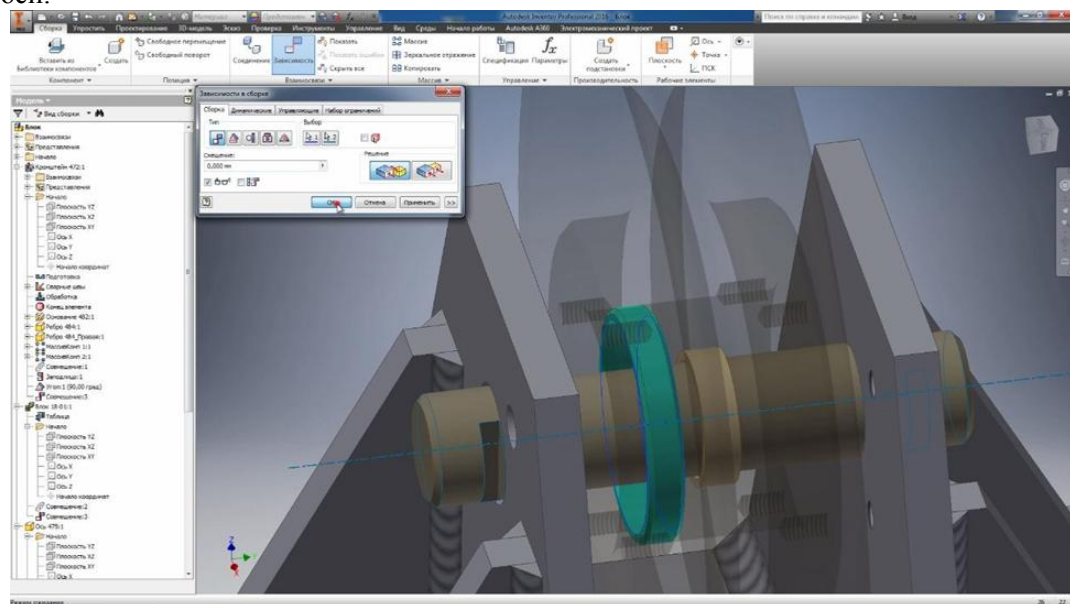
Снимем галочку **Включено** для блока, при этом он становится прозрачным.



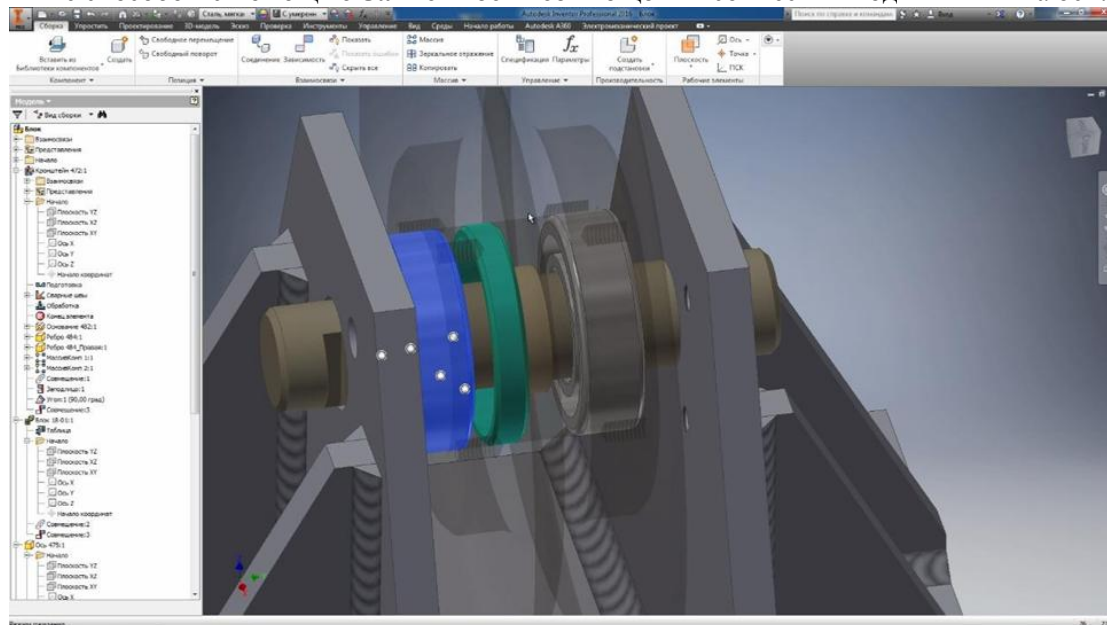
С помощью **Зависимости совмещения осей** совместим втулки на оси.



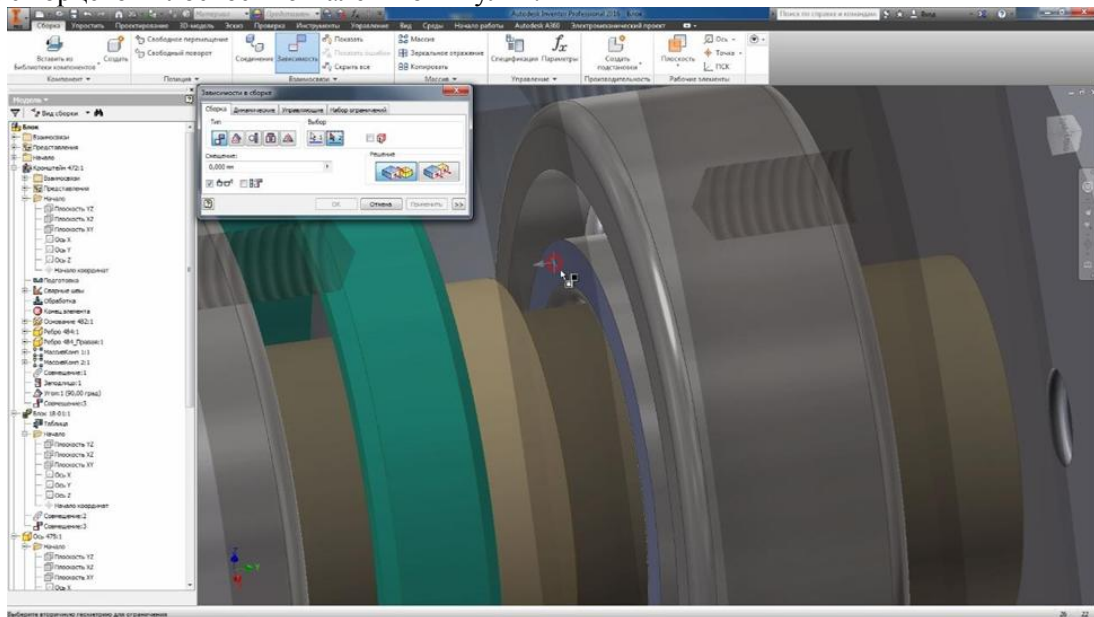
Выбираем цилиндрическую поверхность на оси соответствующих деталей. И они совмещаются по своей центральной оси.



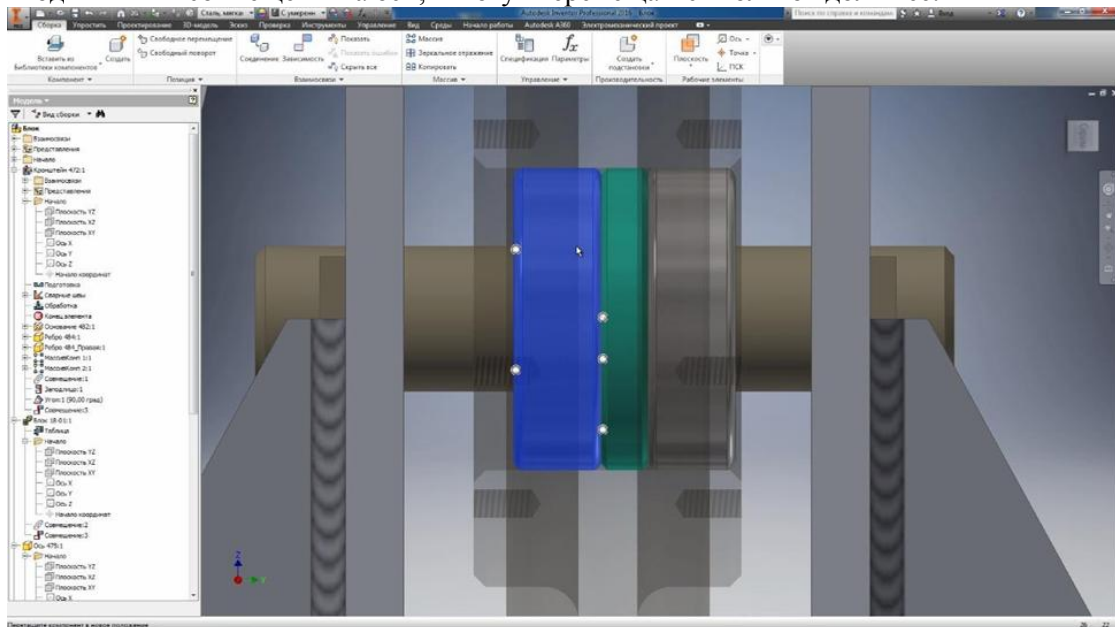
Таким же способом с помощью **Зависимости совмещения осей** совместим подшипники на оси.



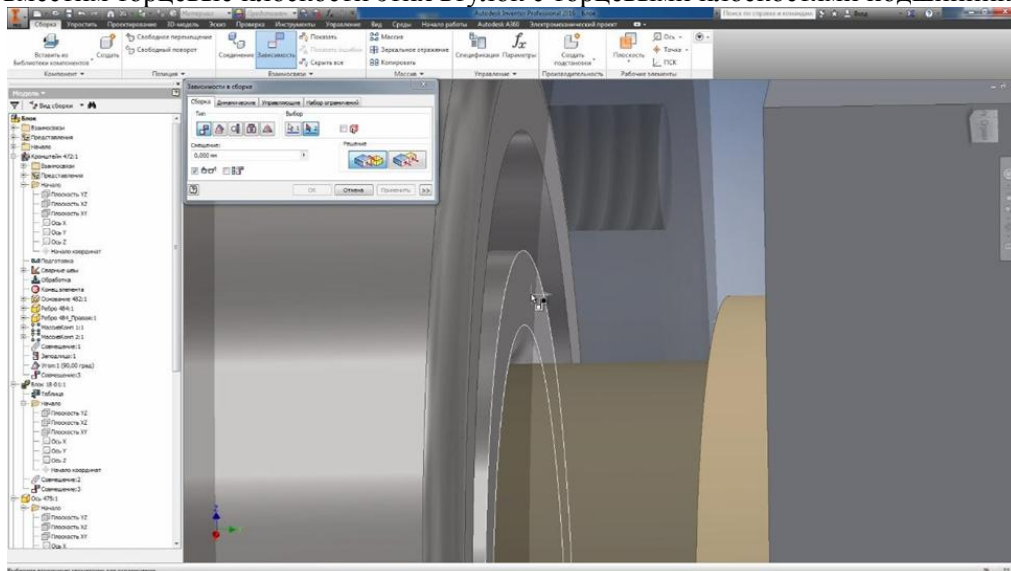
Зависимость совмещения позволяет совмещать также плоскости. Совместим торцевую плоскость подшипника с торцевой плоскостью маленькой втулки.



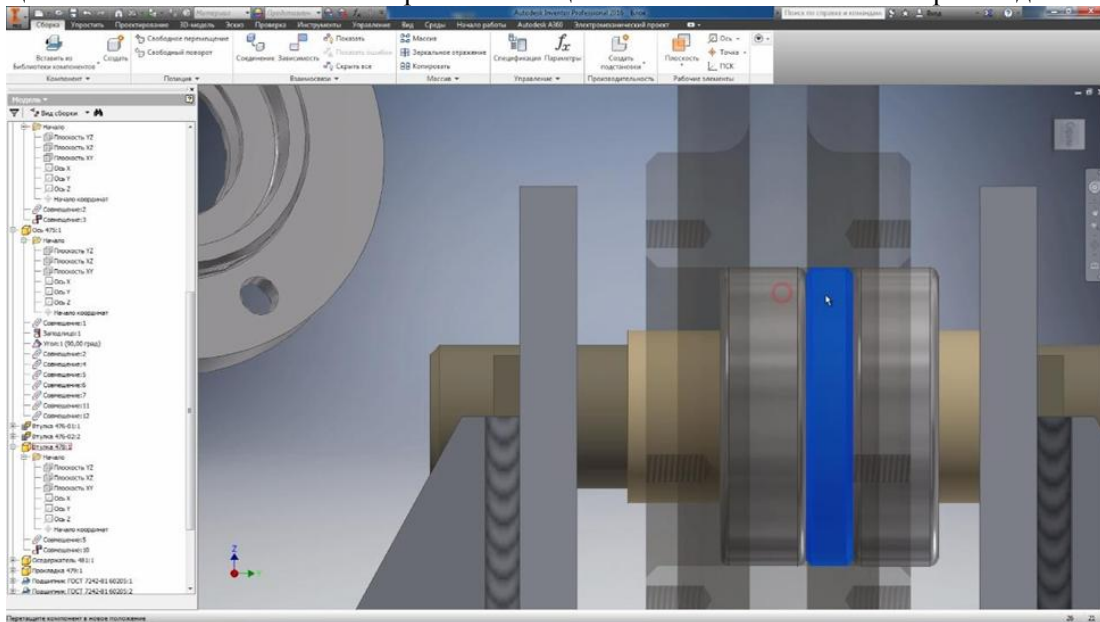
И так же совместим торцевую плоскость большой втулки с торцевой поверхностью подшипника. Теперь эти втулки и подшипники совмещены на оси, и могут перемещаться только вдоль нее.



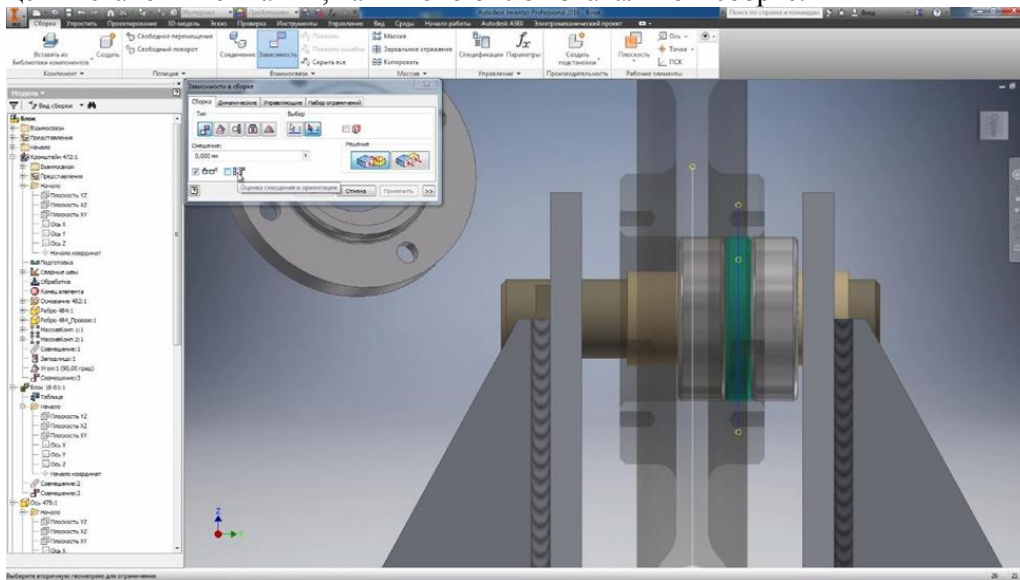
Той же **Зависимостью совмещения** совместим широкие втулки с осью. И с помощью **Зависимости совмещения** совместим торцевые плоскости этих втулок с торцевыми плоскостями подшипников.



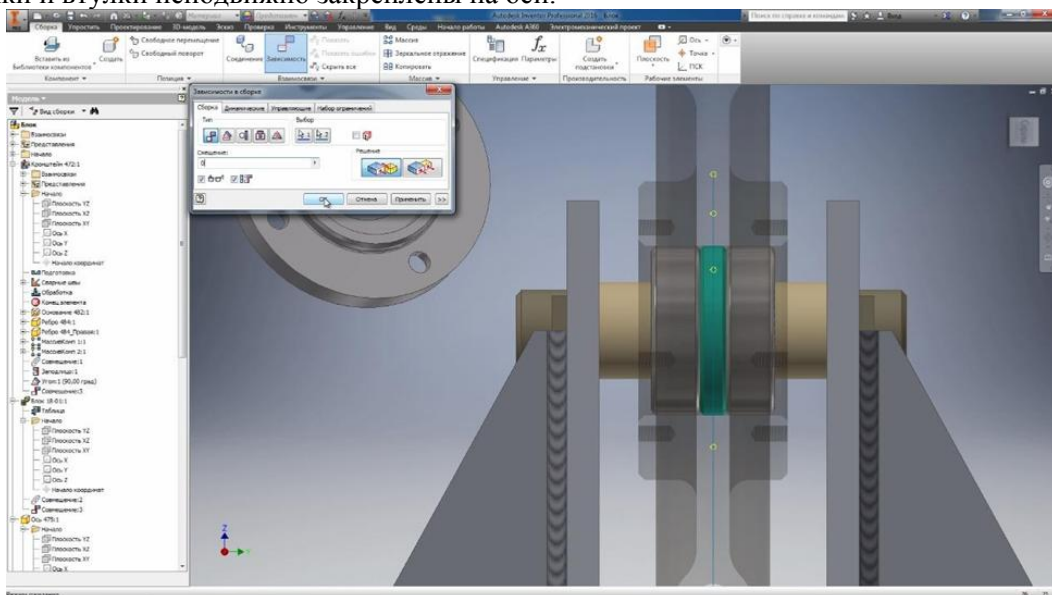
Функцию **Зависимость** можно выбирать с помощью клавиши **C** в английской раскладке на клавиатуре.



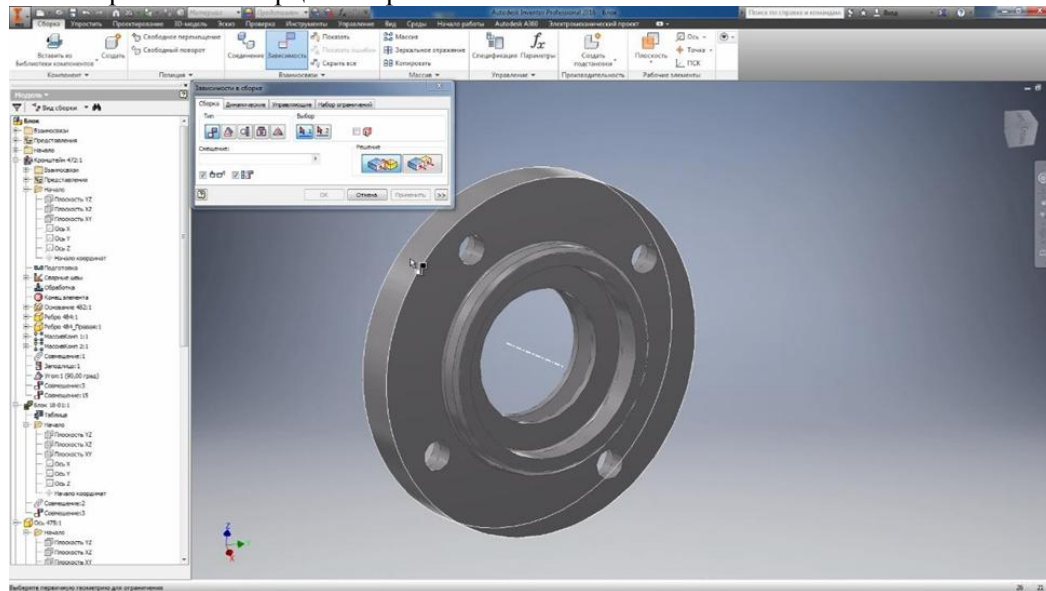
Выберем втулку. Выберем на ней центральную плоскость и совместим ее с центральной плоскостью на кронштейне. Если поставить галочку **Предварительный просмотр совмещения**, то детали совмещаются и значение совмещения становится таким, каким оно было изначально в сборке.



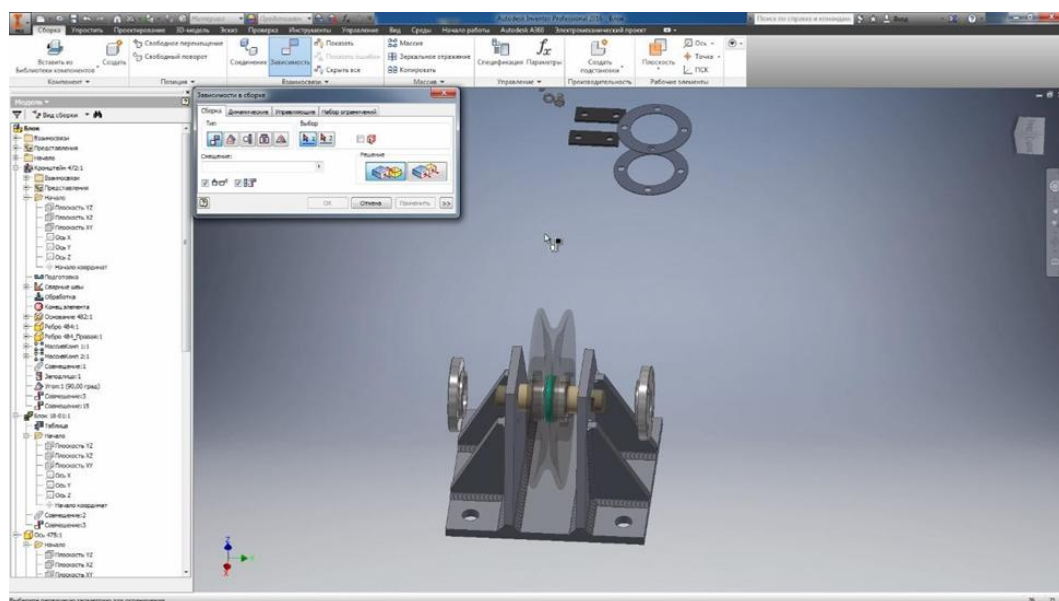
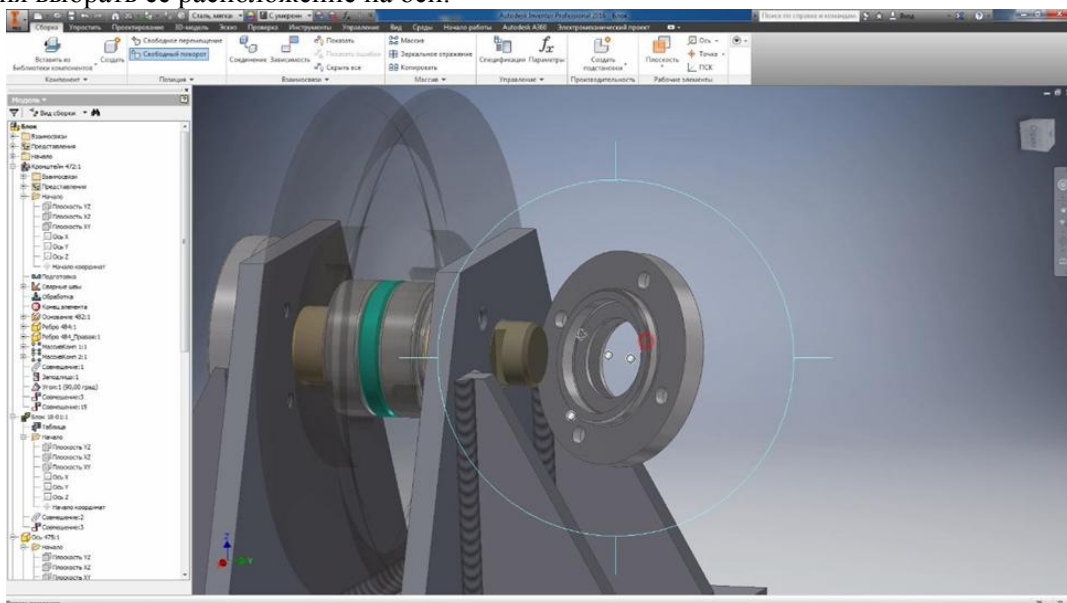
Изменим значение этого смещения на **0** для совмещения деталей по оси, по центру кронштейна. Теперь все подшипники и втулки неподвижно закреплены на оси.



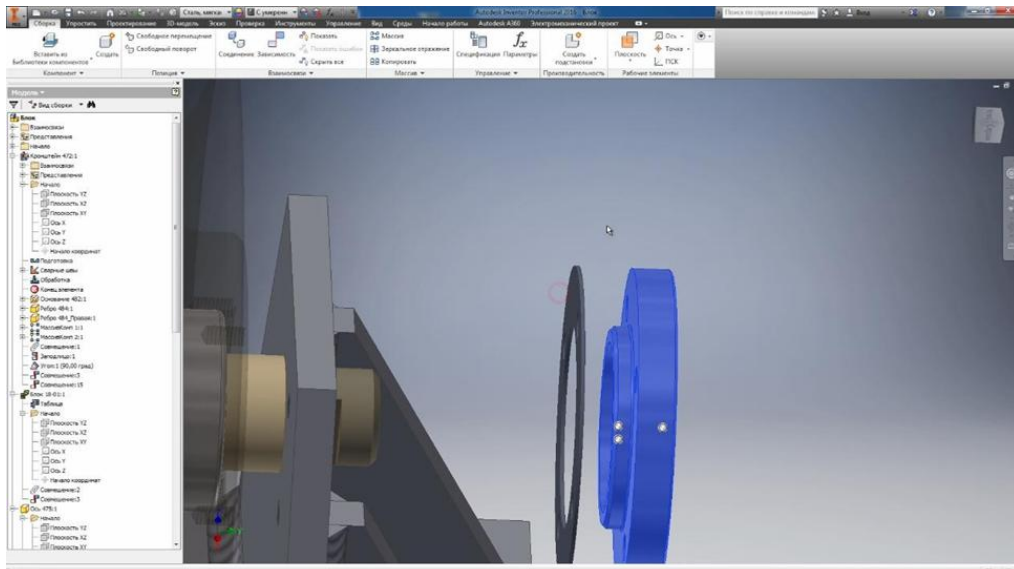
На детали **Ось** разместим торцевые крышки.



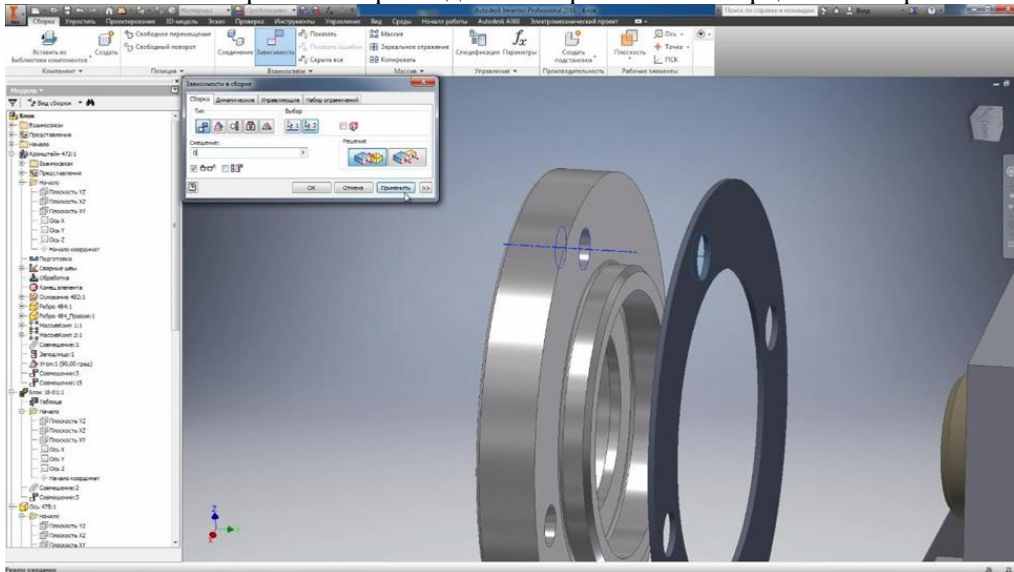
Последнюю торцевую крышку с помощью свободного поворота можно развернуть и затем с помощью перетаскивания выбрать ее расположение на оси.



Снова с помощью **Зависимости совмещения** выберем прокладку и разместим их согласно с крышками.

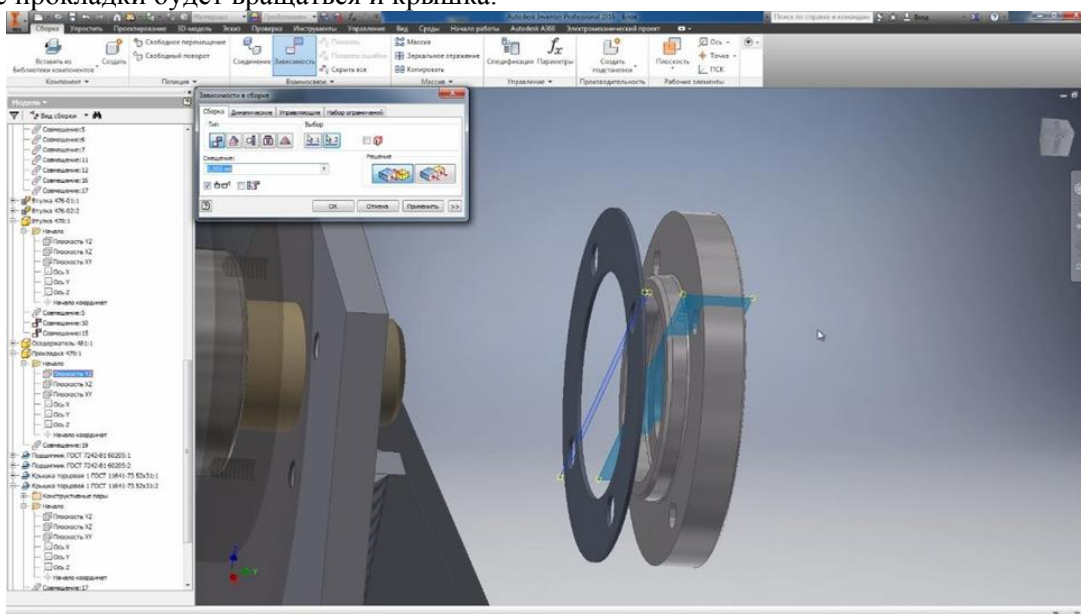


Далше совместим ось отверстия на прокладке и на крышке и их торцевые поверхности.

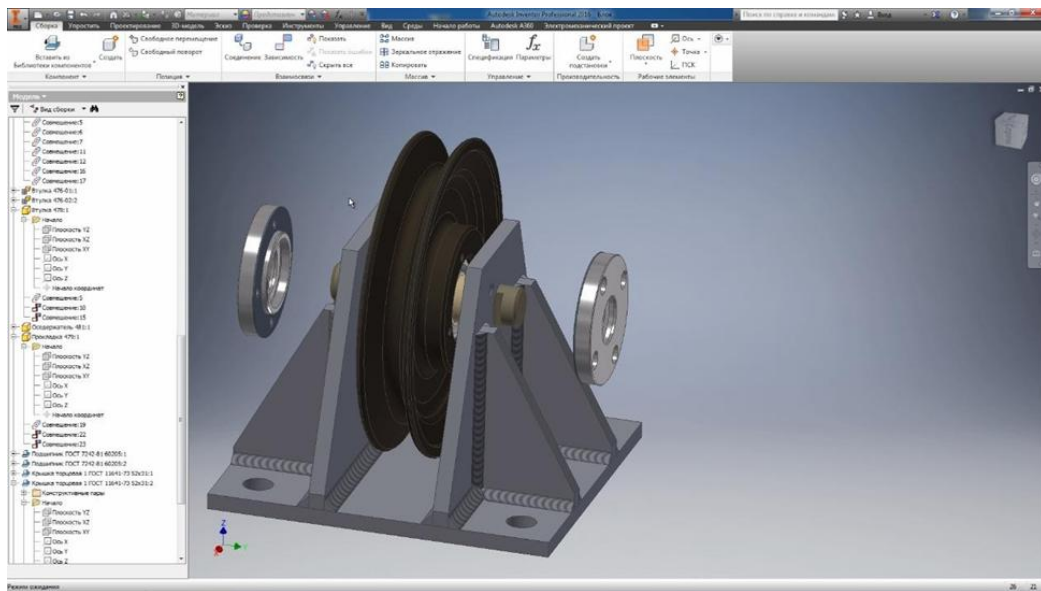


То же самое сделаем для прокладки и крышки с обратной стороны. Но вместо совмещения осей отверстия можно совместить центральные плоскости этих деталей.

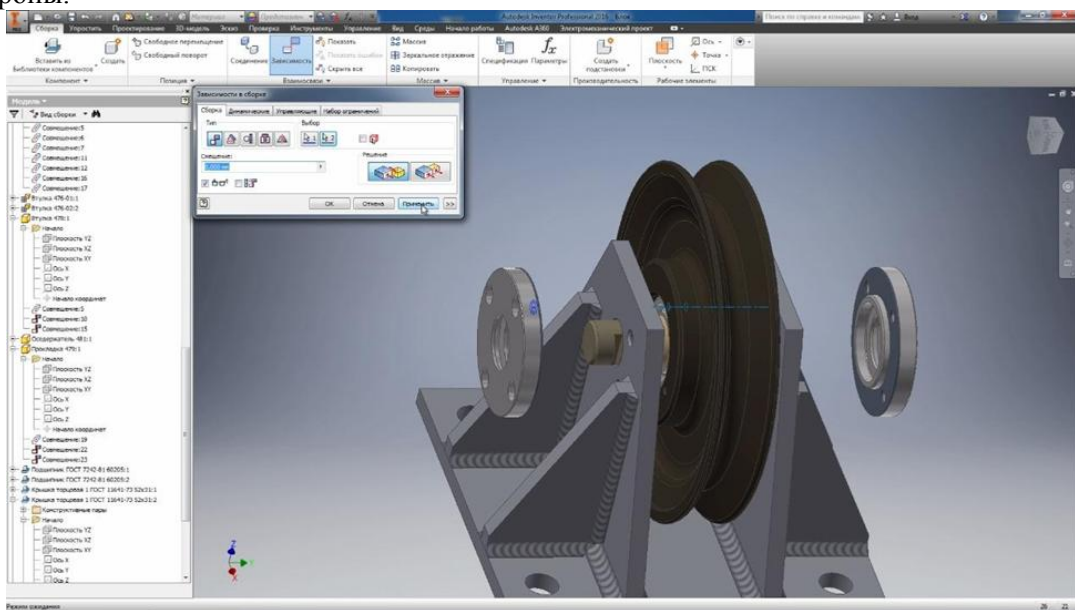
Находим в браузере соответствующее плоскости и **Зависимостью совмещения** совмещаем их. Теперь при повороте прокладки будет вращаться и крышка.



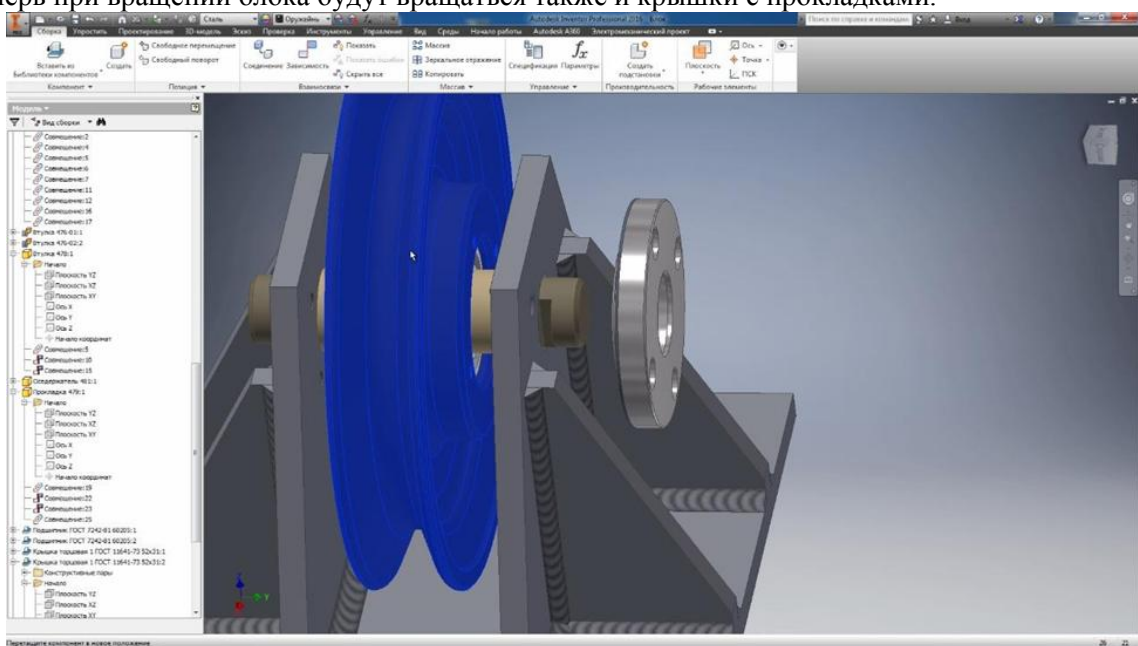
Совместим их торцевые поверхности. Включим видимость детали **Блок**.



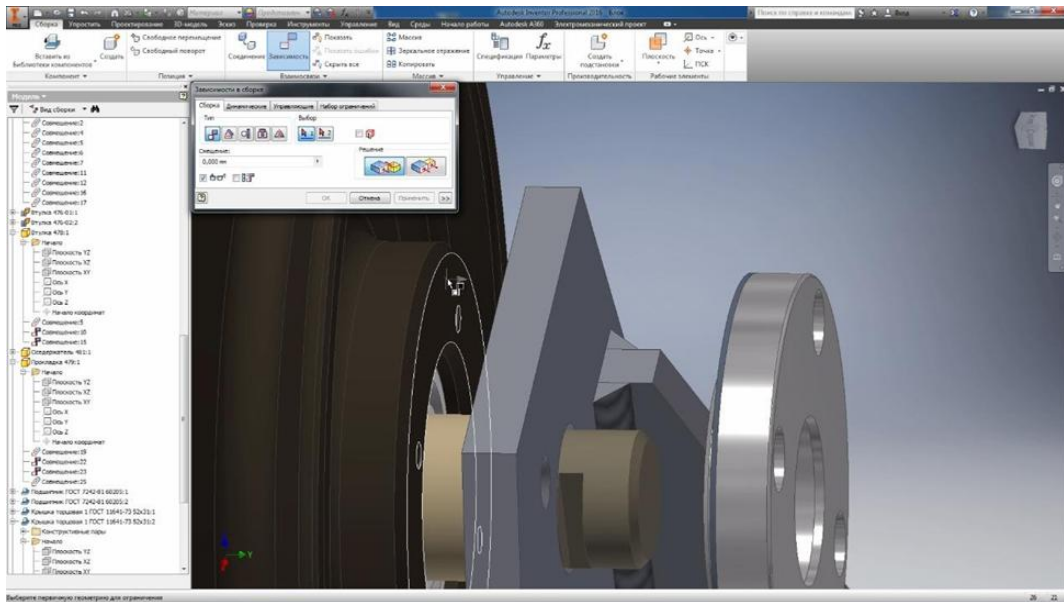
Совместим ось отверстия в прокладке с осью отверстия блока. И сделаем такую же зависимость с обратной стороны.



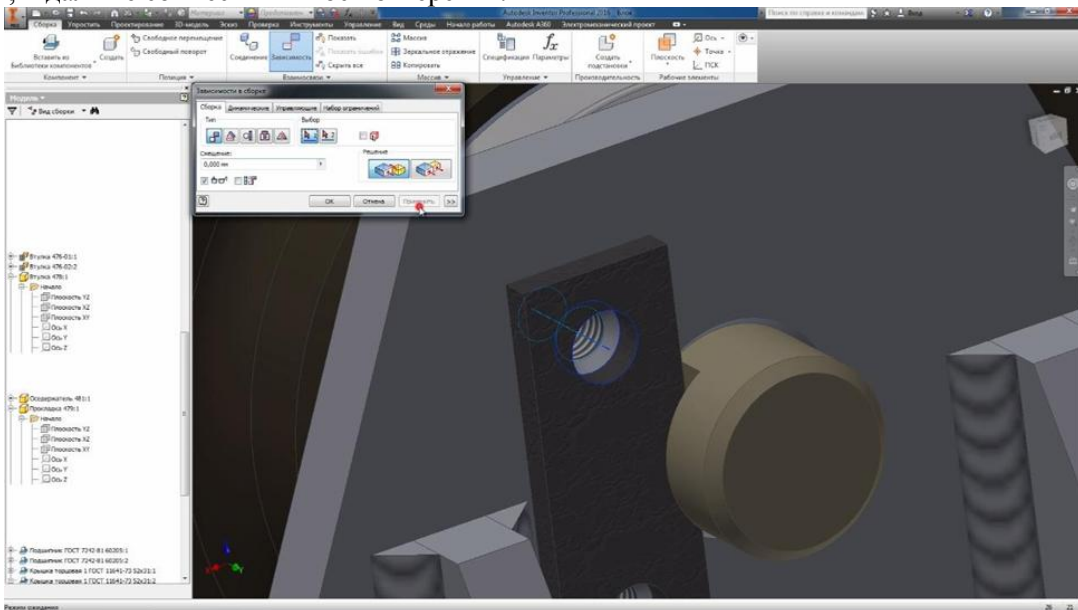
Теперь при вращении блока будут вращаться также и крышки с прокладками.



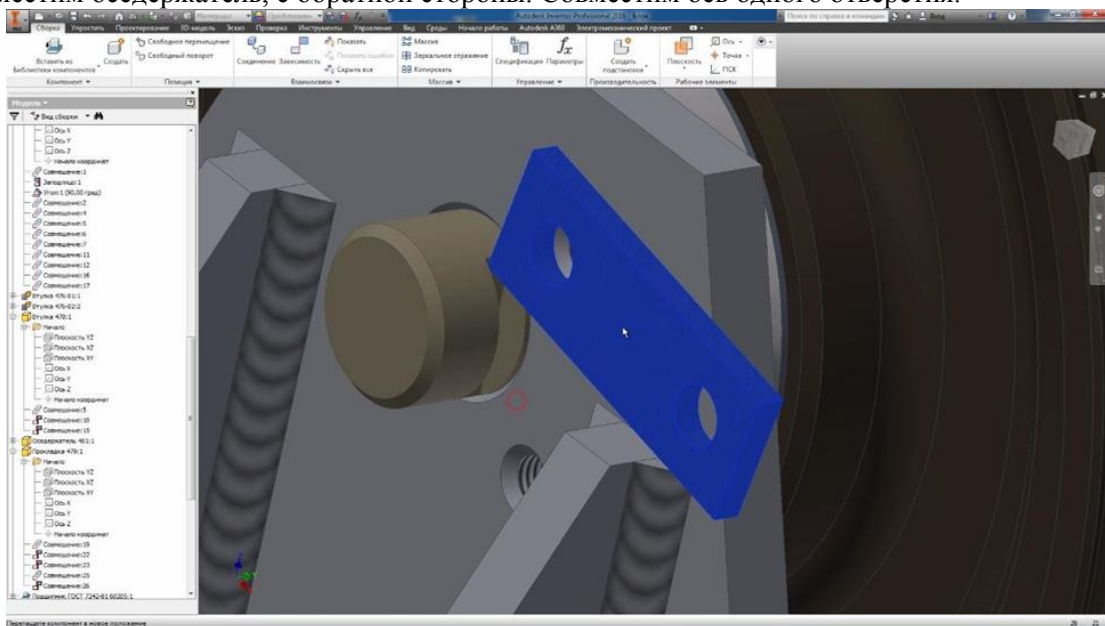
С помощью **Зависимости совмещения** совместим торцевые поверхности блока и прокладки.



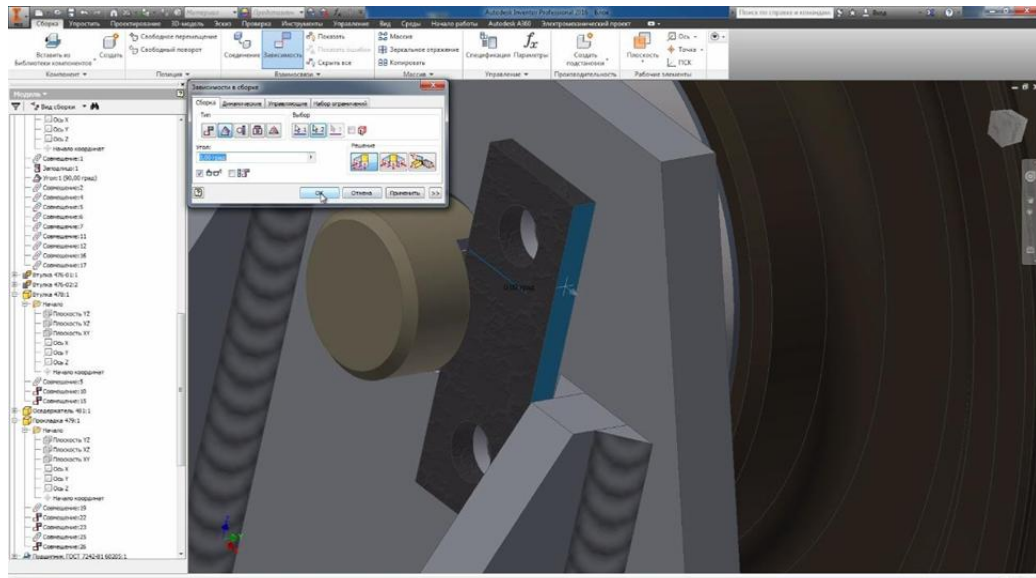
Далее с помощью **Зависимости совмещения** совместим торцевую поверхность оседержателя с кронштейном, и дальше совместим их оси отверстий.



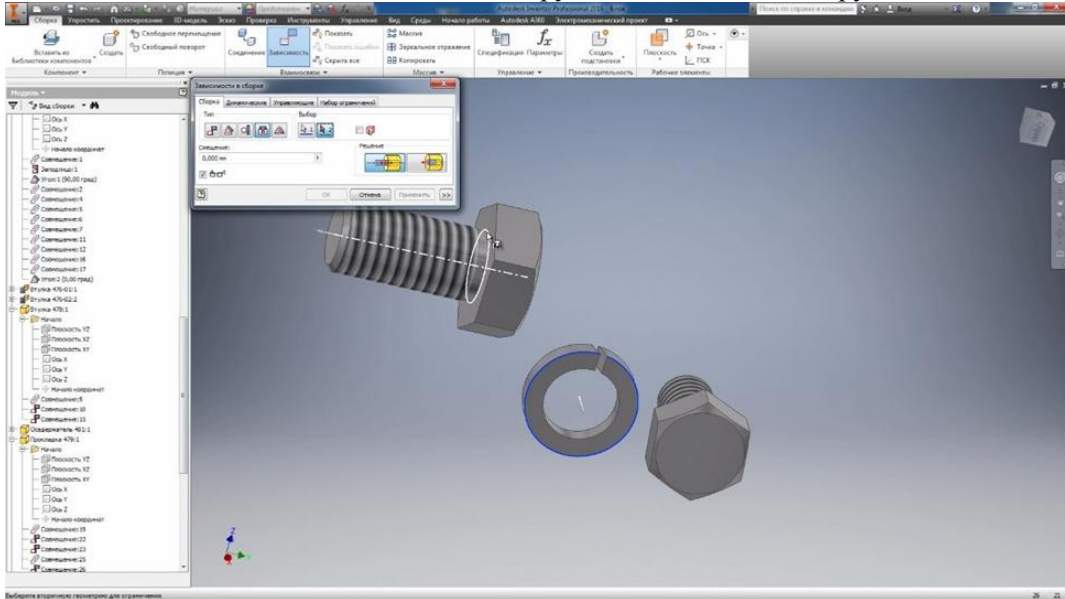
Совместим оседержатель, с обратной стороны. Совместим ось одного отверстия.



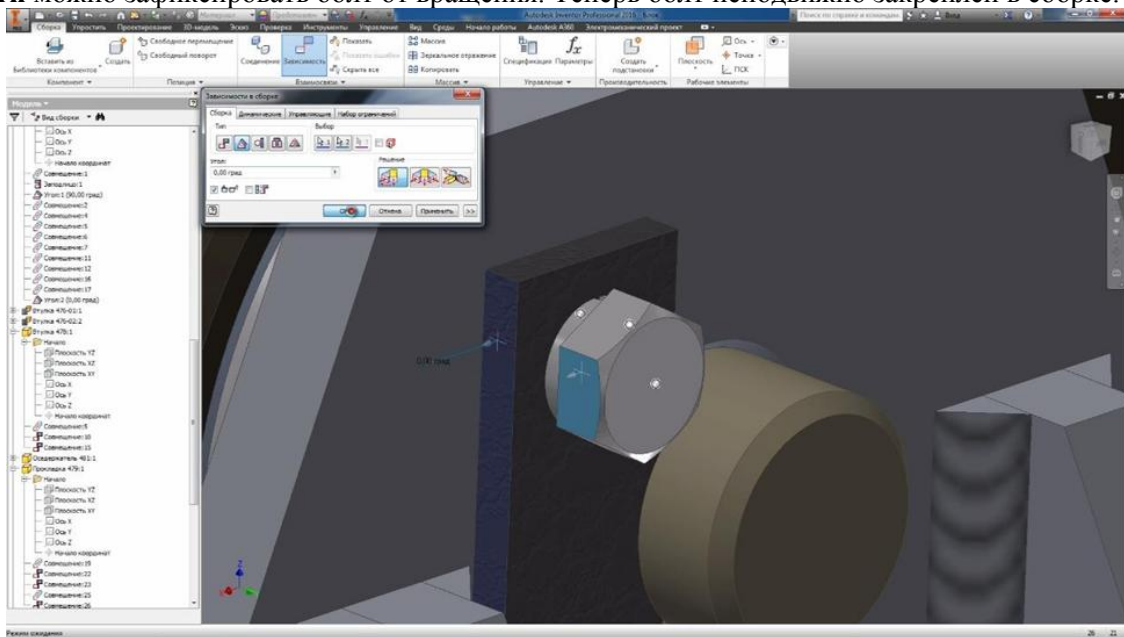
И, чтобы неподвижно закрепить оседержатель с помощью **Угловой зависимости** выберем торцевую поверхность проточки и торцевую поверхность оседержателя.



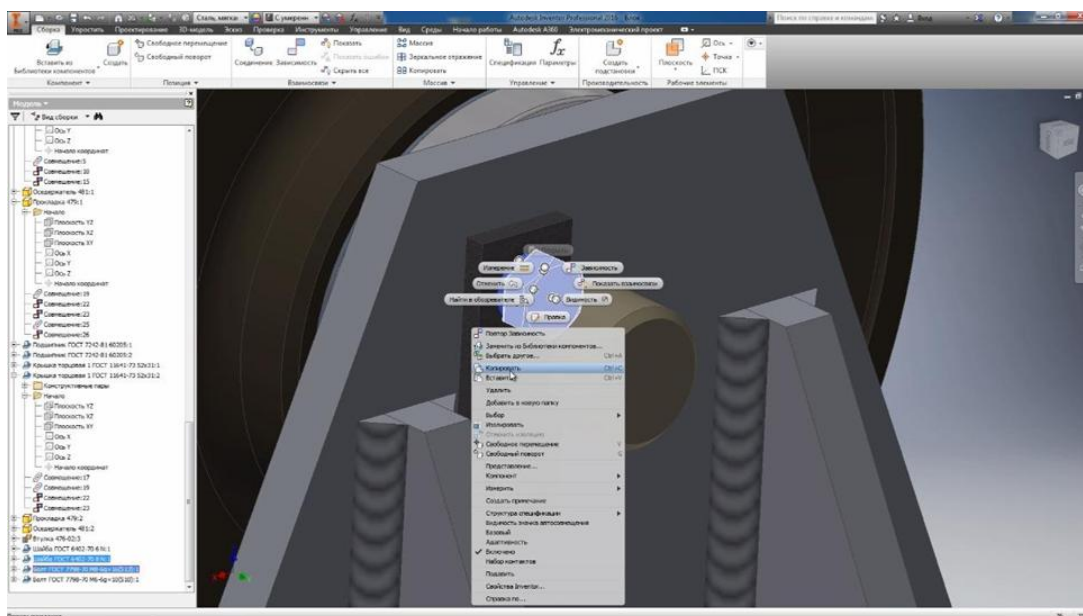
С помощью **Зависимости вставка** совместим окружность на шайбе с окружностью болта.



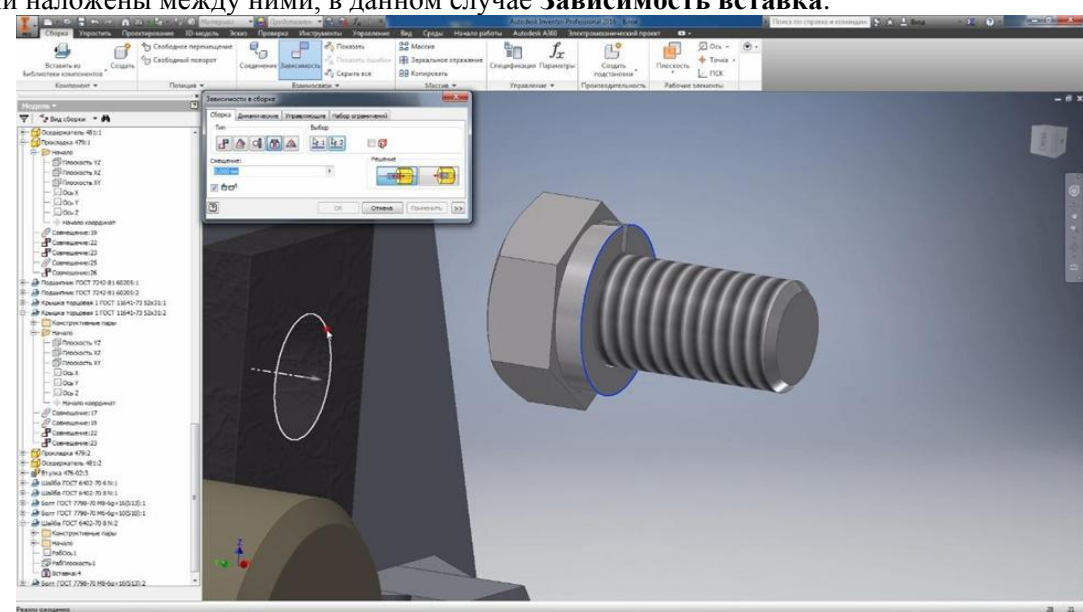
И теперь совместим окружность шайбы с окружностью отверстия оседержателя. С помощью **Угловой зависимости** можно зафиксировать болт от вращения. Теперь болт неподвижно закреплен в сборке.



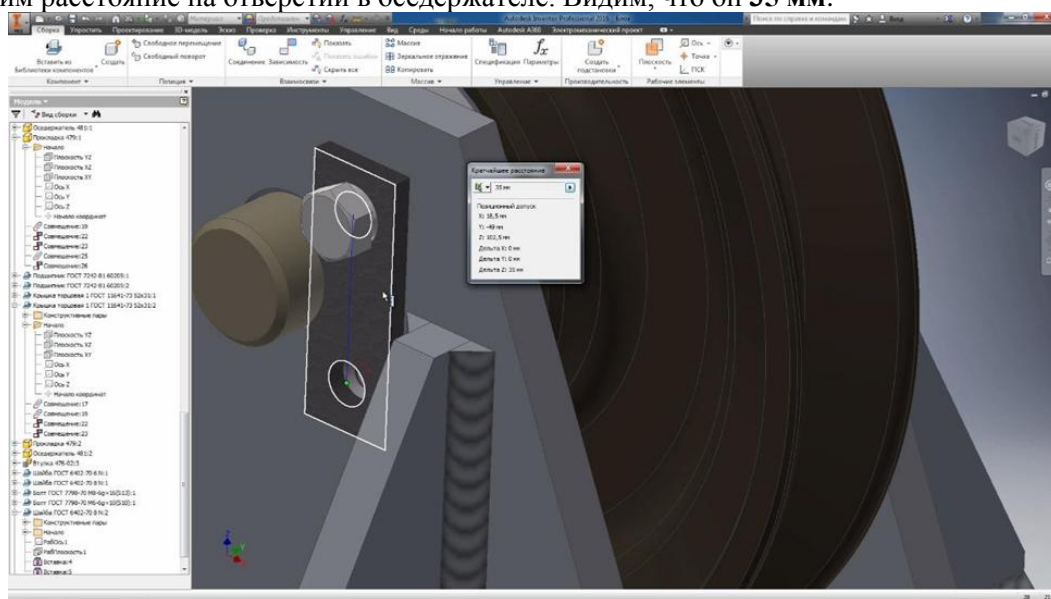
Дальше выберем и выделим болт вместе с шайбой. Копируем их.



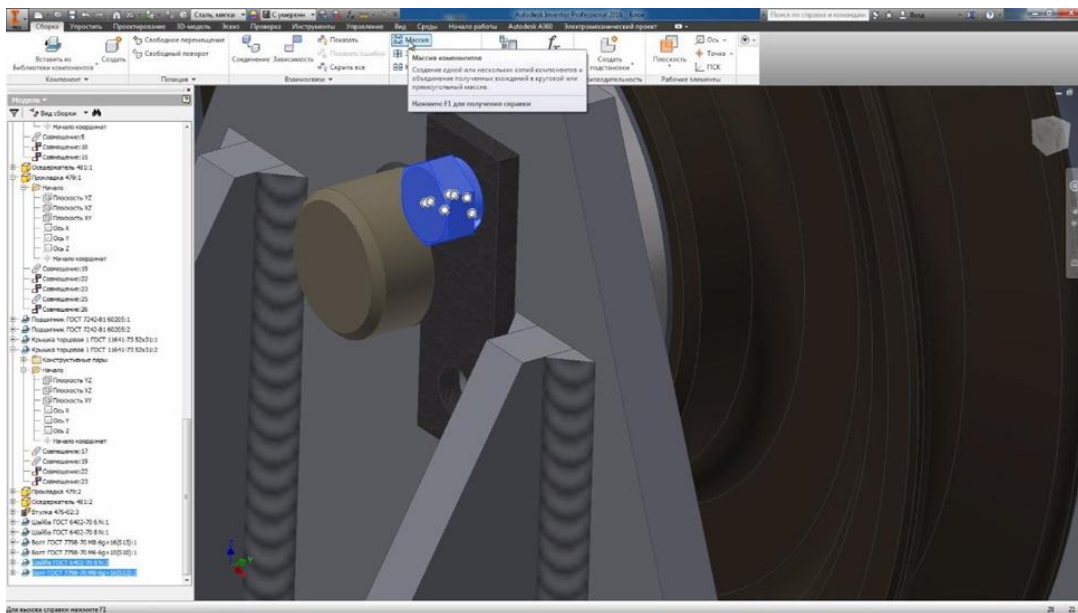
И вставим с обратной стороны сборки. При копировании двух деталей, копируются также зависимости, которые были наложены между ними, в данном случае **Зависимость вставка**.



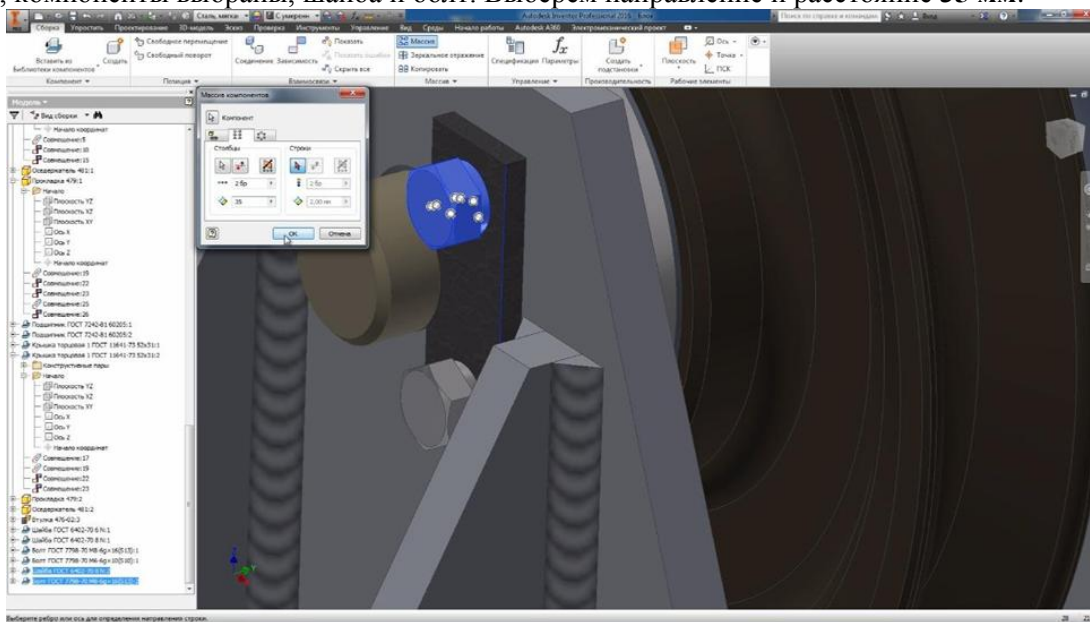
С помощью **Зависимости вставка** разместим второй болт с шайбой на оседержателе. Измерим расстояние на отверстии в оседержателе. Видим, что он **35 мм**.



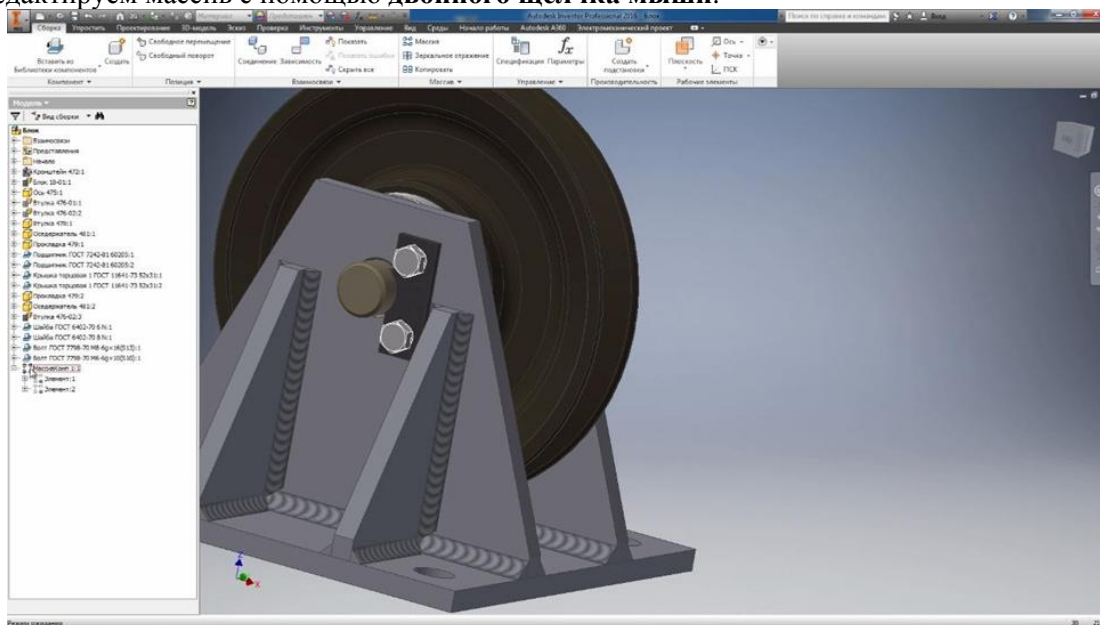
И теперь выделим шайбу с болтом и сделаем массив этих элементов.



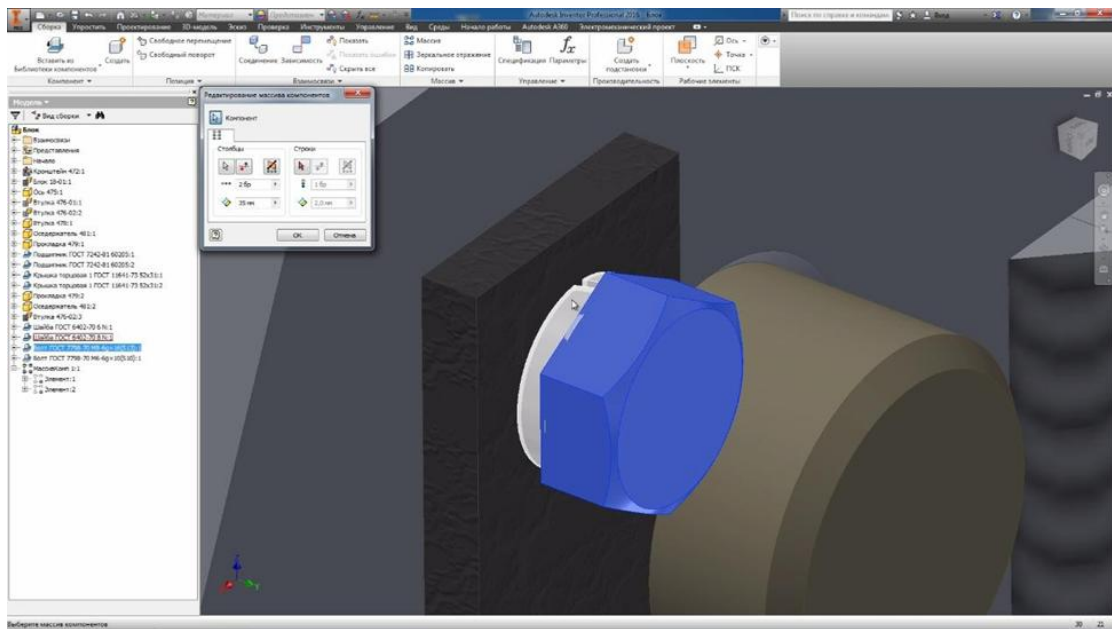
Итак, компоненты выбраны, шайба и болт. Выберем направление и расстояние **35 мм**.



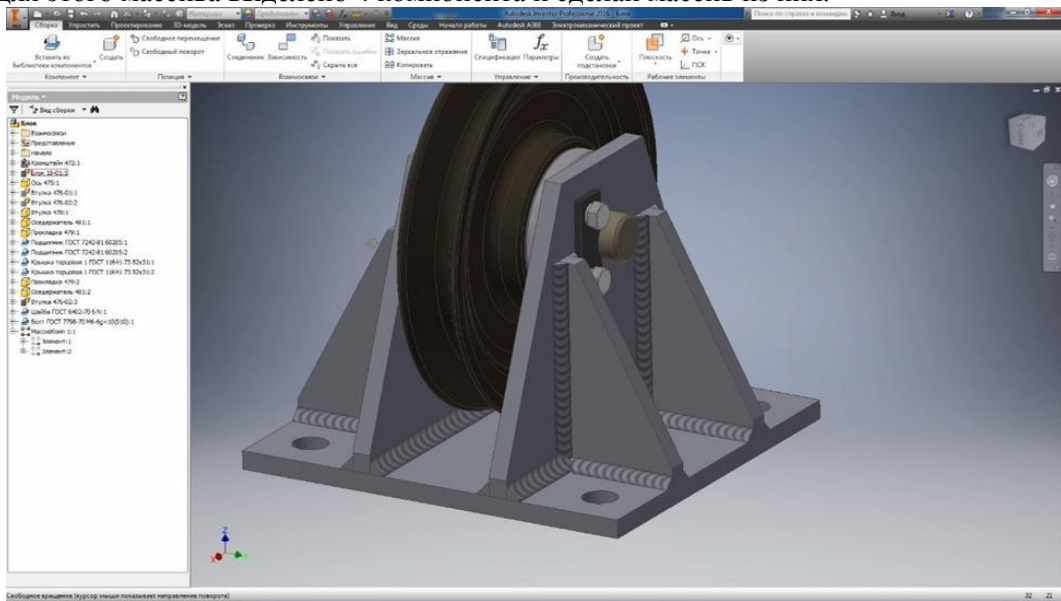
Отредактируем массив с помощью двойного щелчка мыши.



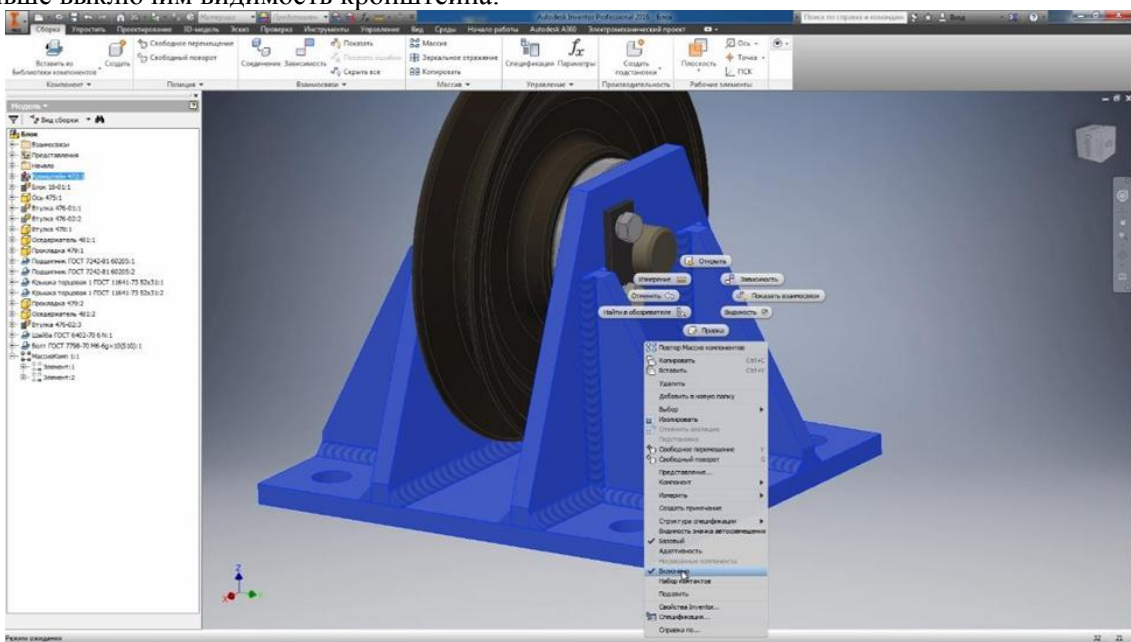
Добавим компоненты шайбу и болт с обратной стороны с помощью удержания клавиши **Ctrl**.



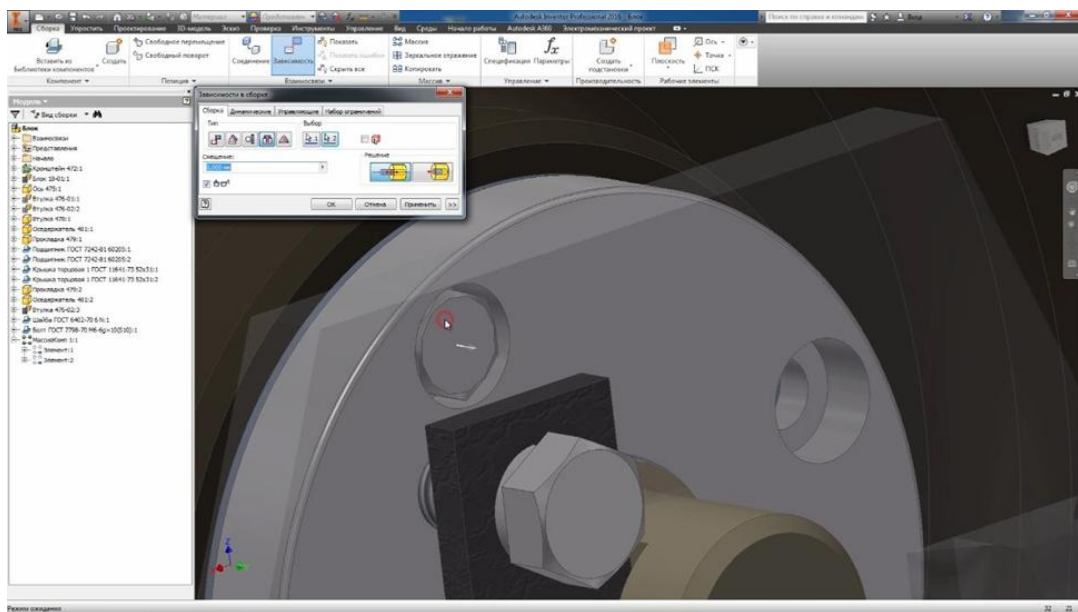
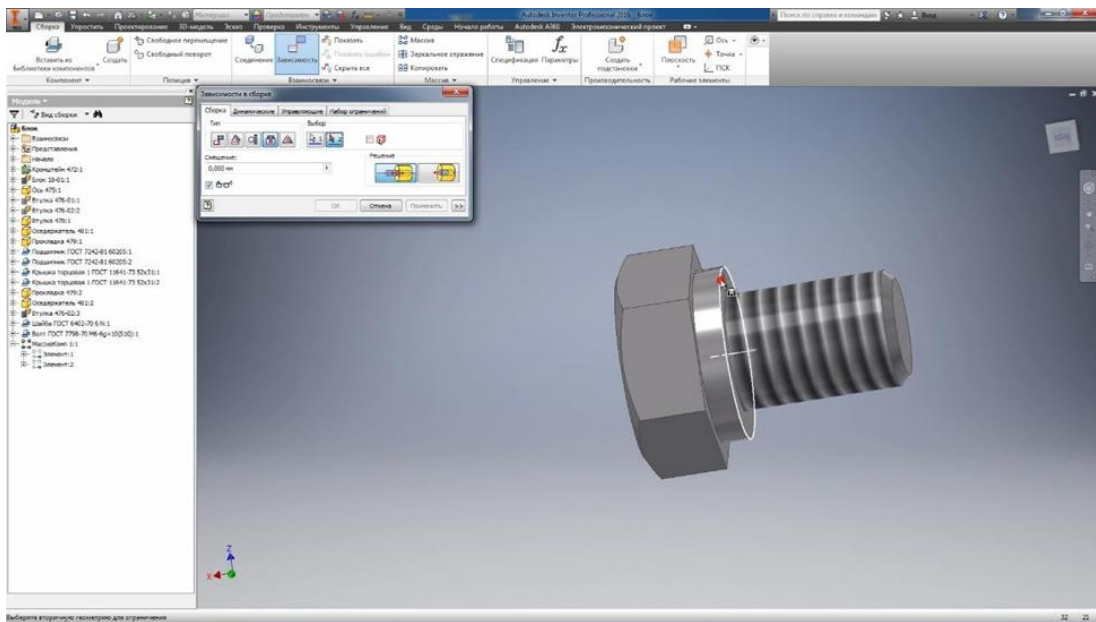
Итак, для этого массива выделено 4 компонента и сделан массив из них.



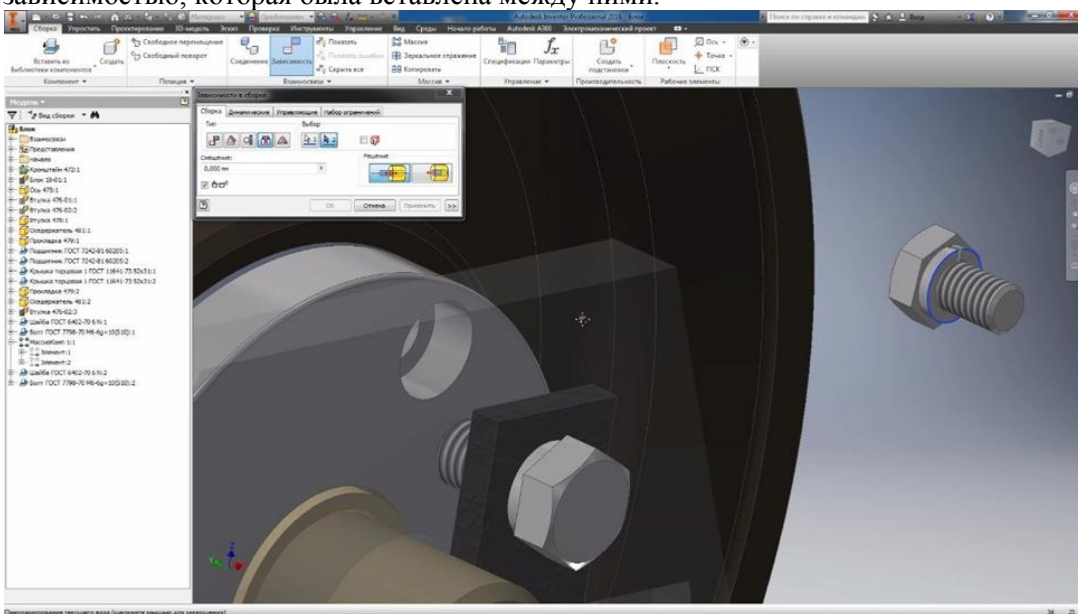
Дальше выключим видимость кронштейна.



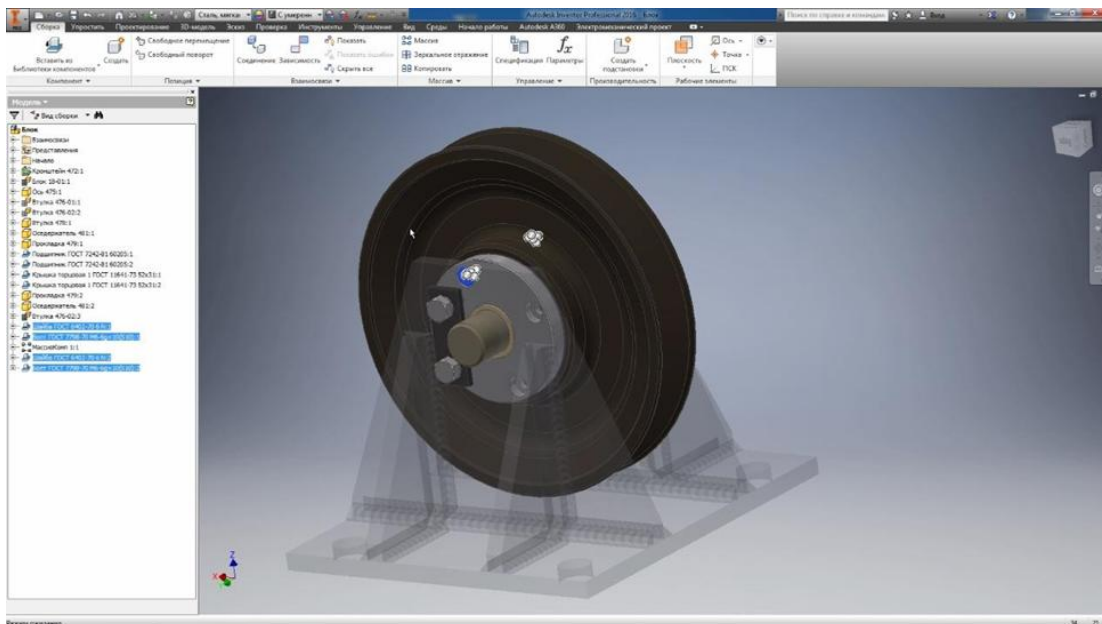
И с помощью **Зависимости вставки** вставим шайбу с болтом в отверстие в крышке.



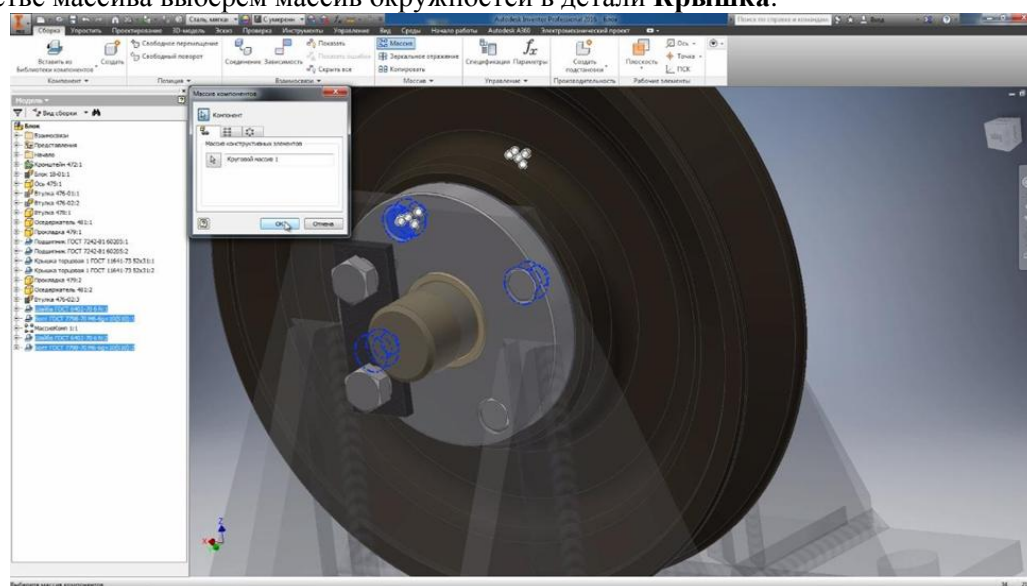
Выделим в браузере эту шайбу и болт. Копируем их и вставим с обратной стороны сборки. Они также вставились с зависимостью, которая была вставлена между ними.



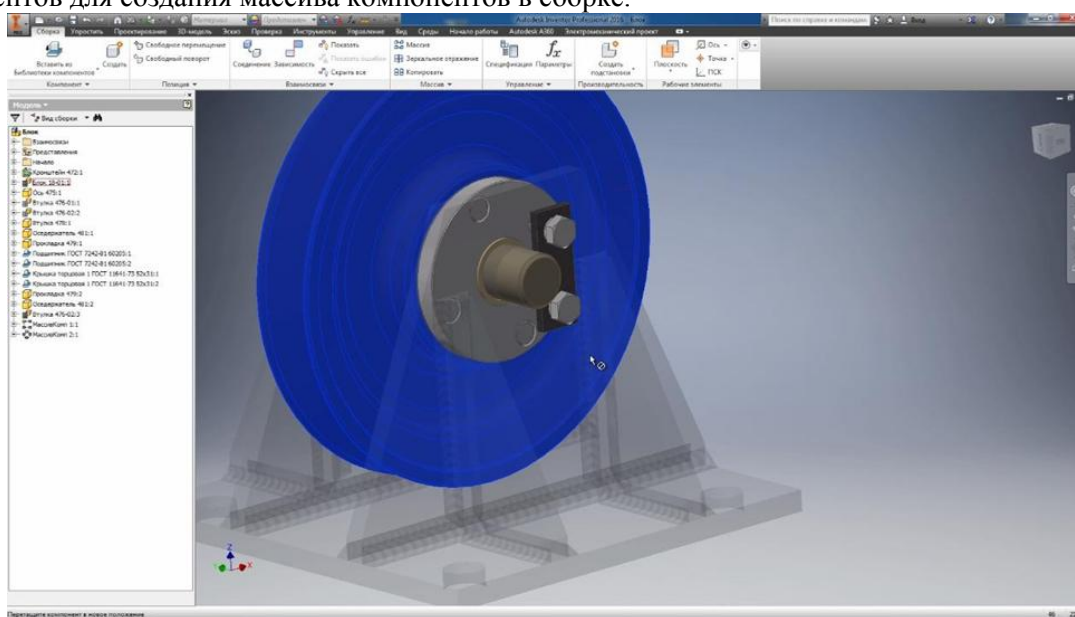
Совместим их с отверстием в крышке с обратной стороны. Выделим все эти 4 компонента и сделаем массив из них.



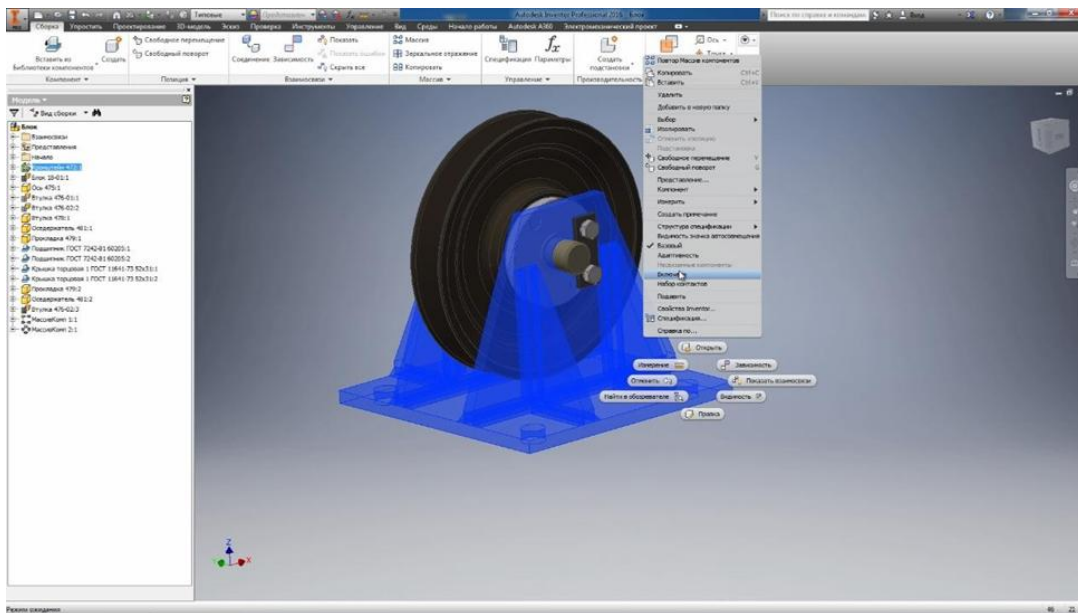
В качестве массива выберем массив окружностей в детали Крышка.



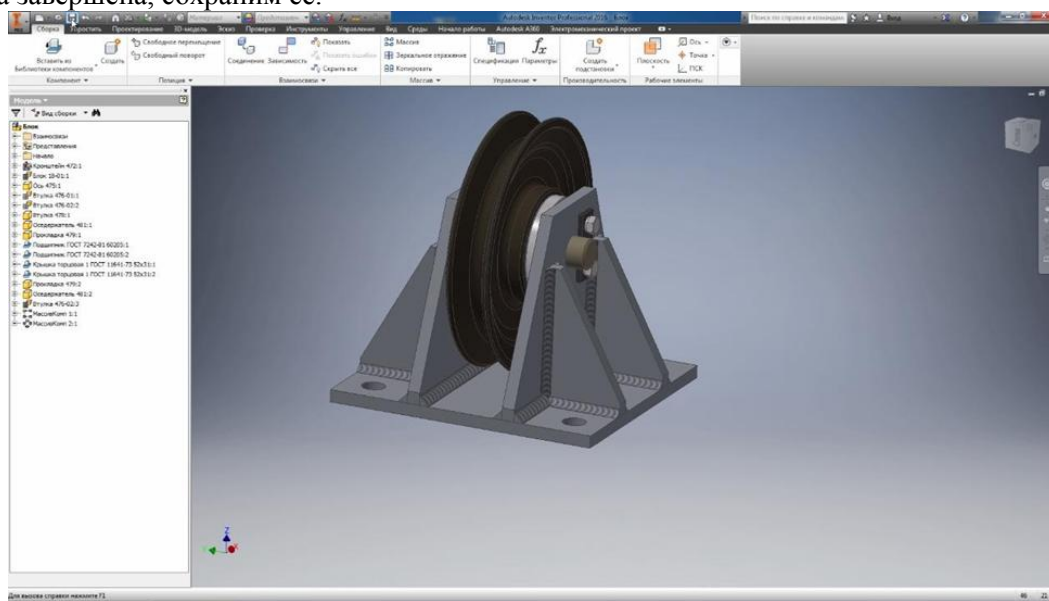
Эти отверстия были сделаны массивом элементов в крышке. Поэтому мы можем использовать этот массив элементов для создания массива компонентов в сборке.



Включим видимость кронштейна.



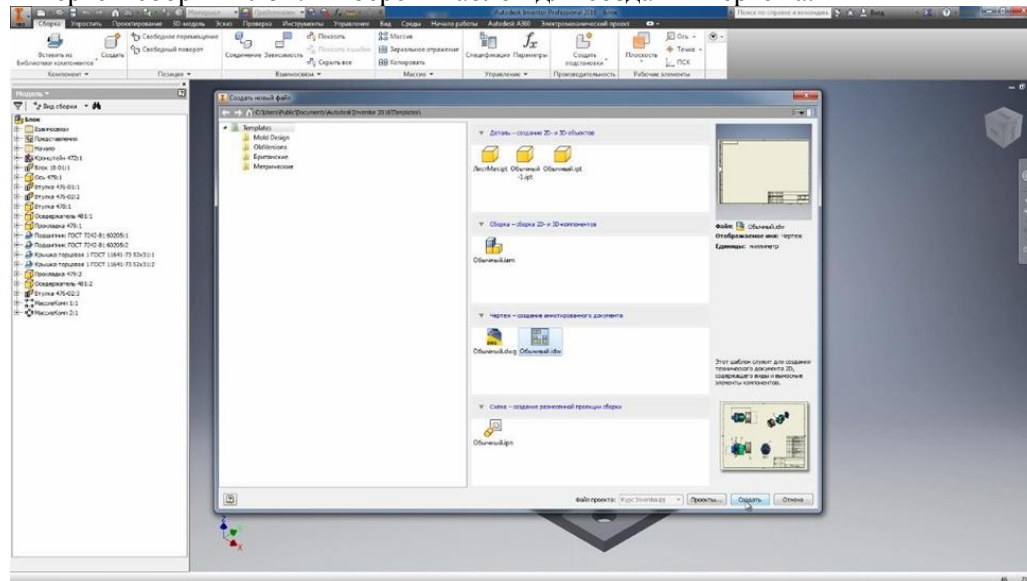
Сборка завершена, сохраним ее.



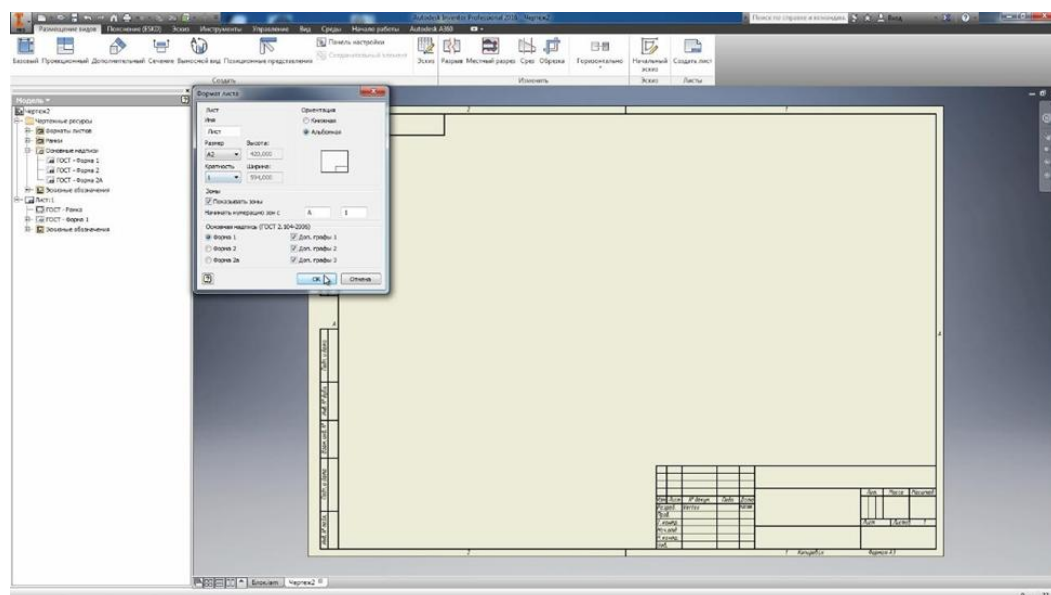
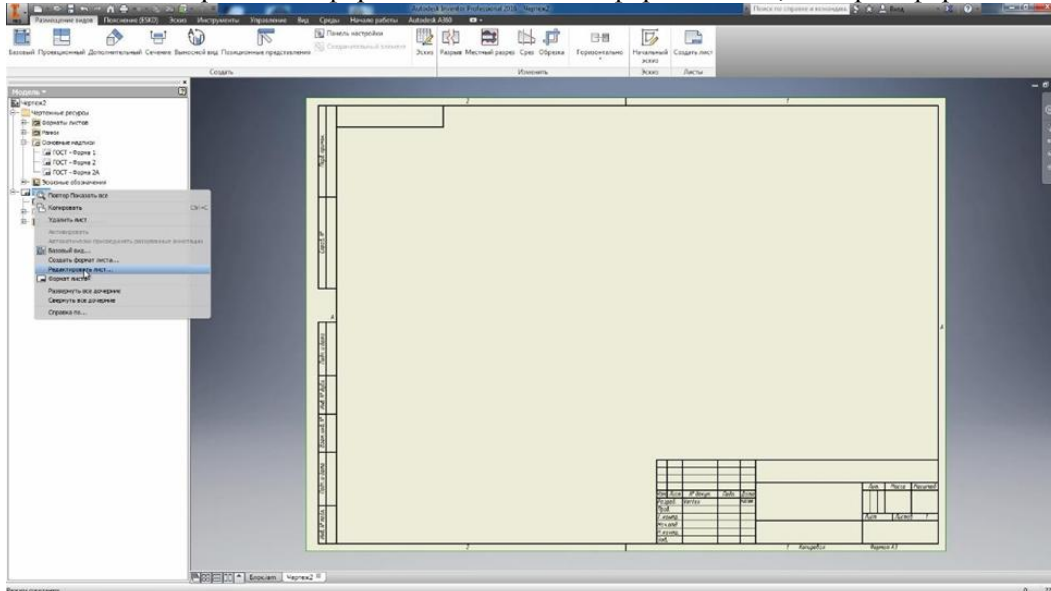
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15

Создание чертежа

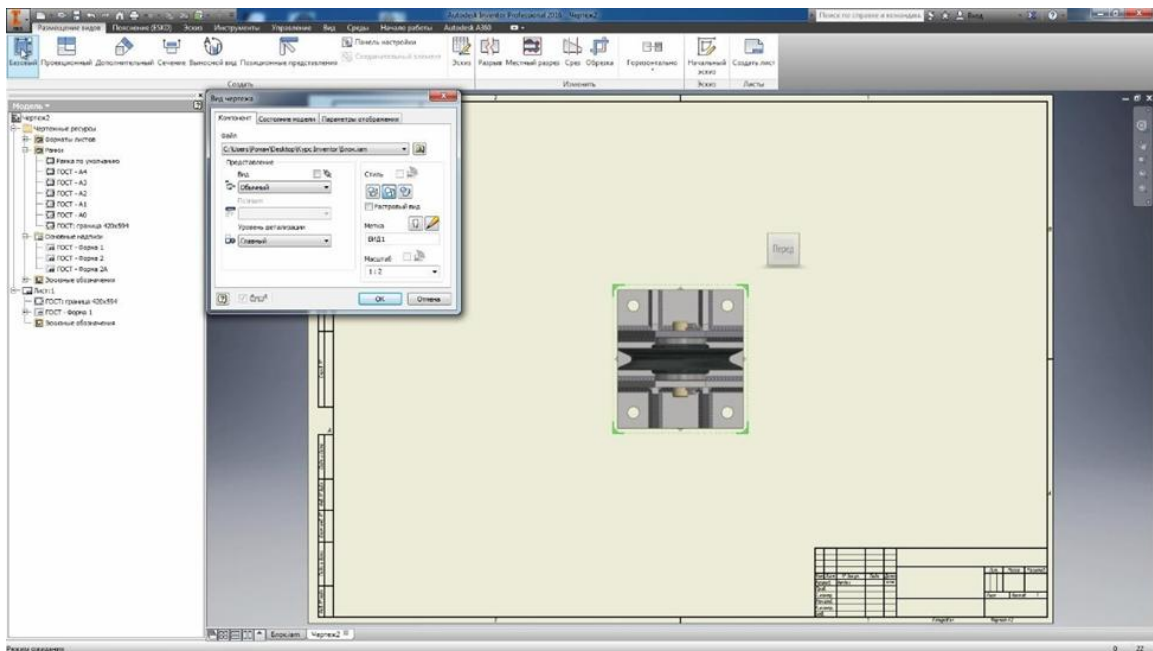
Создадим чертеж сборки **Блок**. Выберем шаблон для создания чертежа.



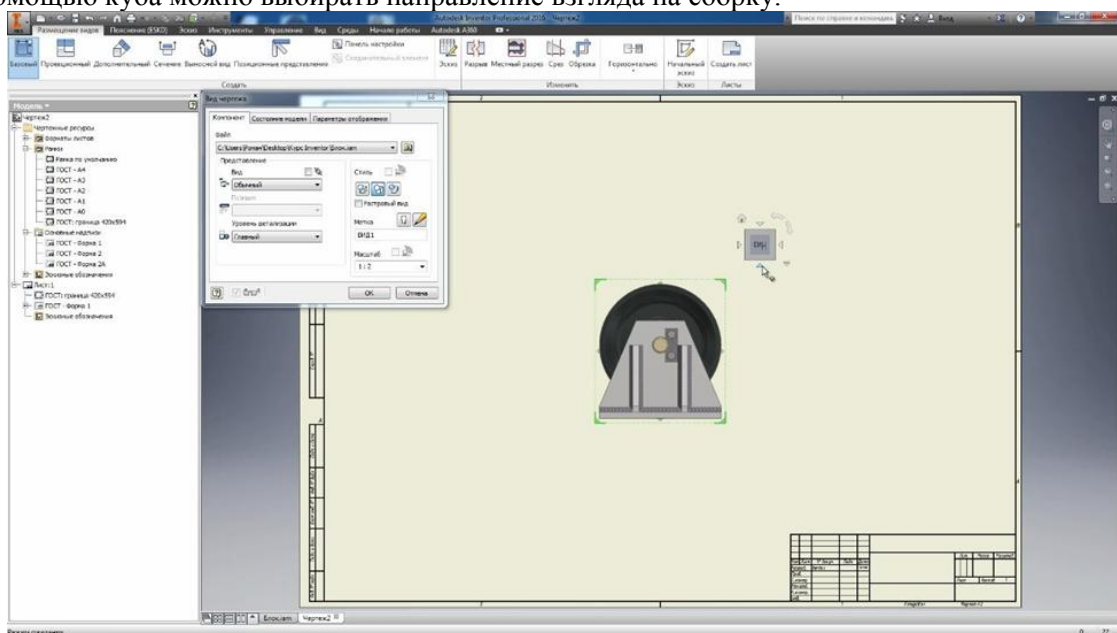
Открывается лист с чертежом в формате А3. Изменим формат листа, выберем формат А2 и нажмем ОК.



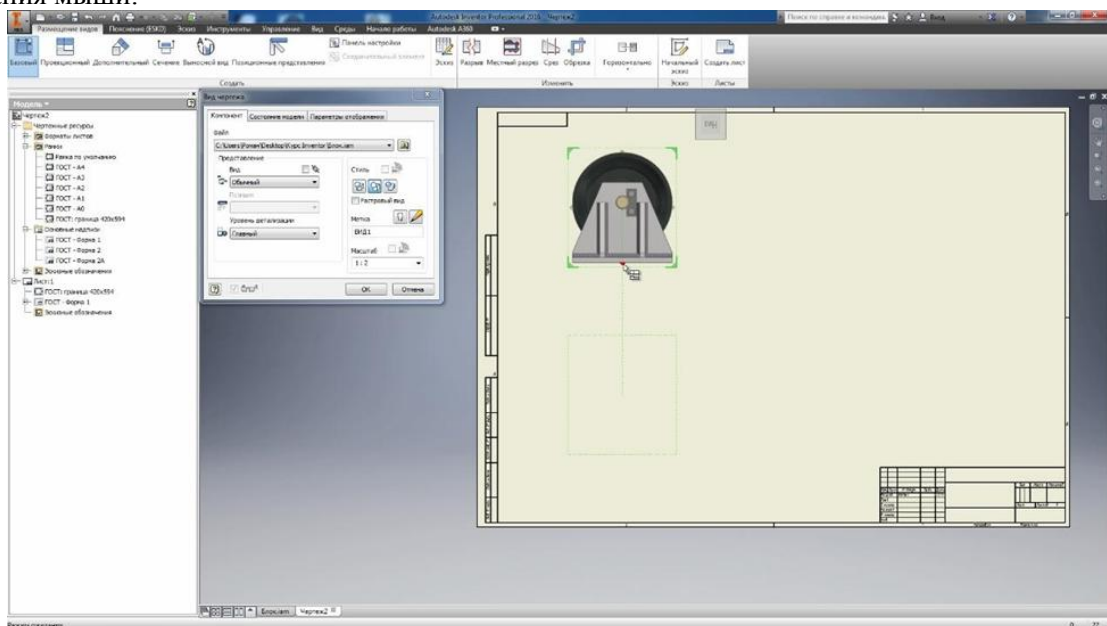
Вставим базовый вид блока.



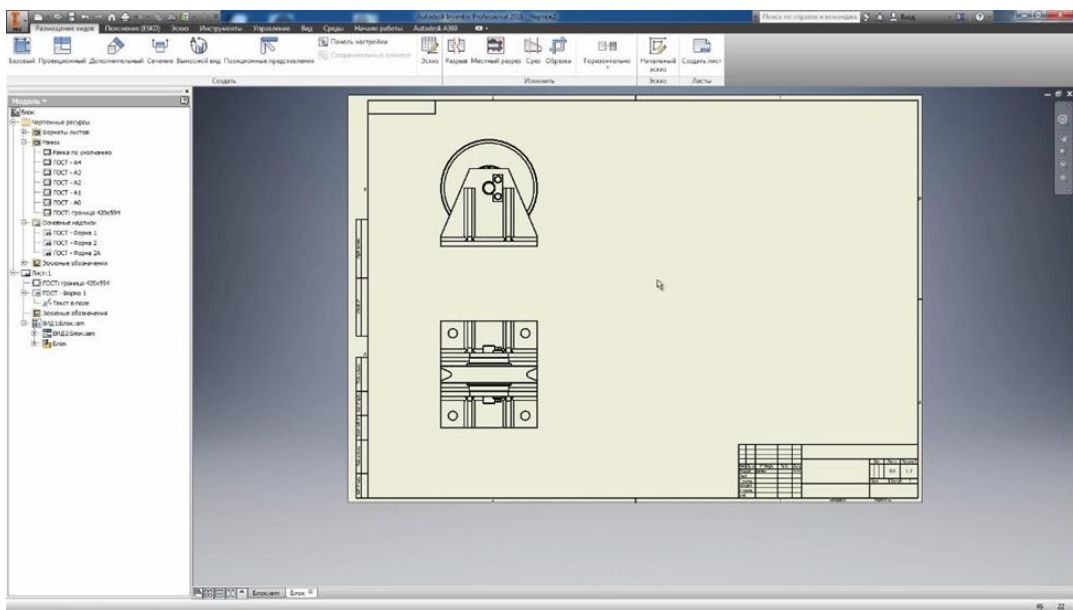
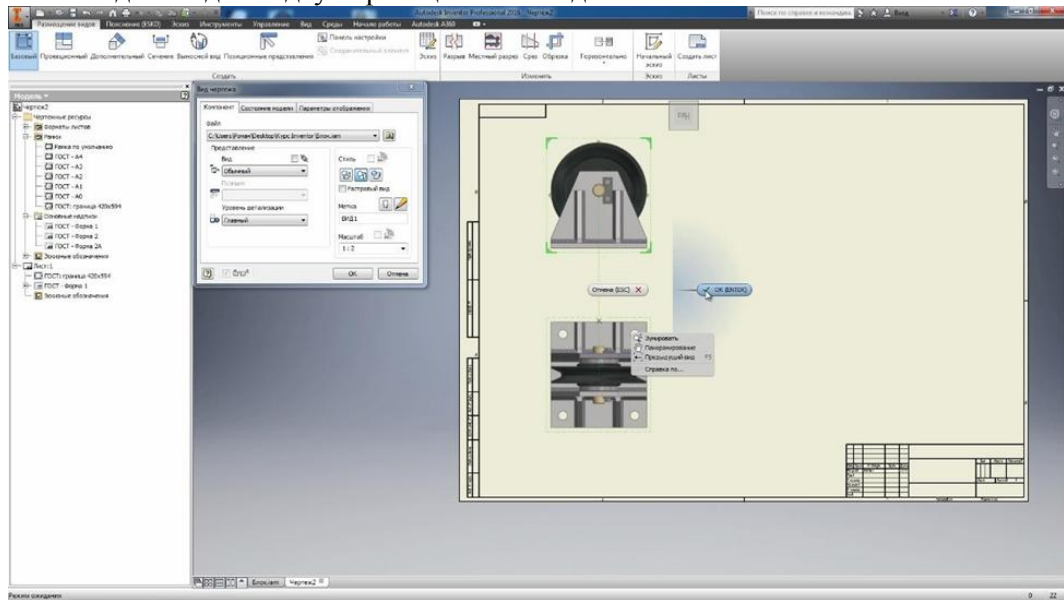
С помощью куба можно выбирать направление взгляда на сборку.



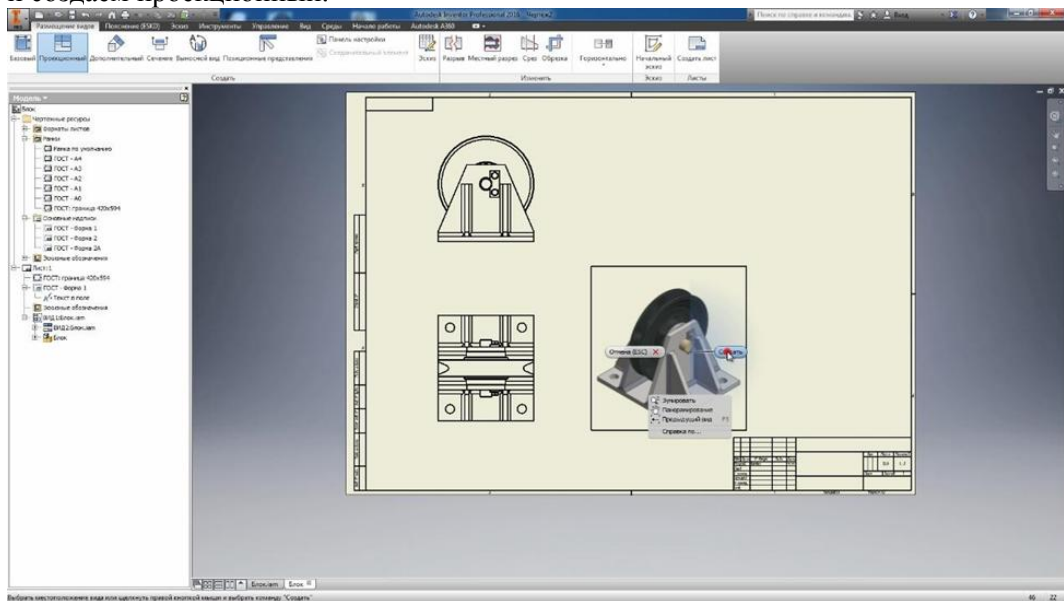
Далее с помощью стрелок можно добавлять проекционные виды или же просто с помощью перетаскивания мыши.



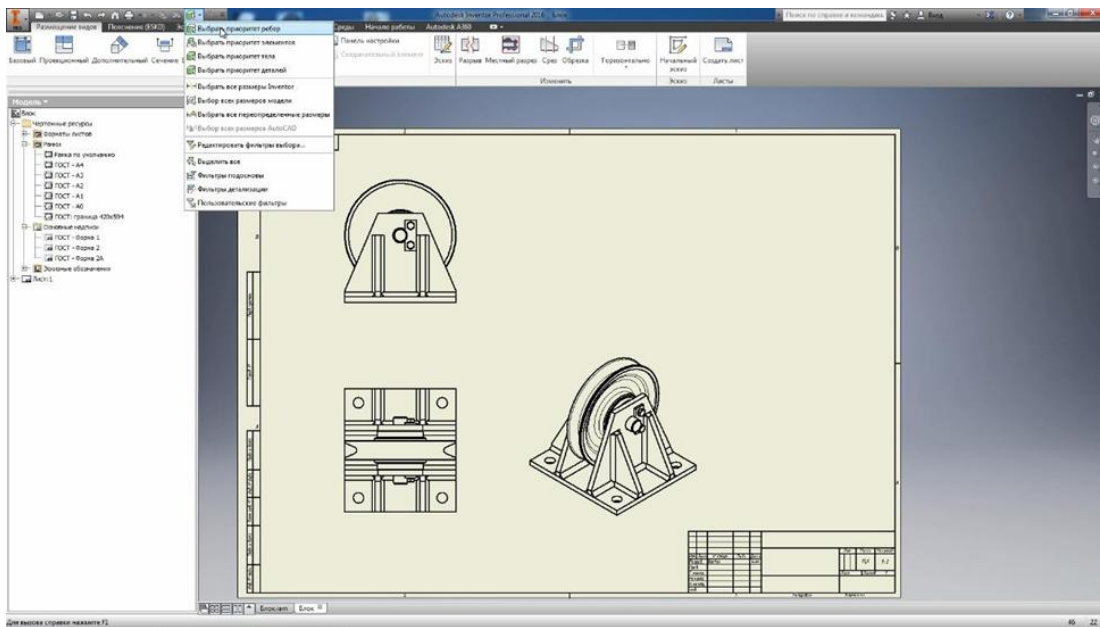
Нажимаем **ОК** для создания двух проекционных видов.



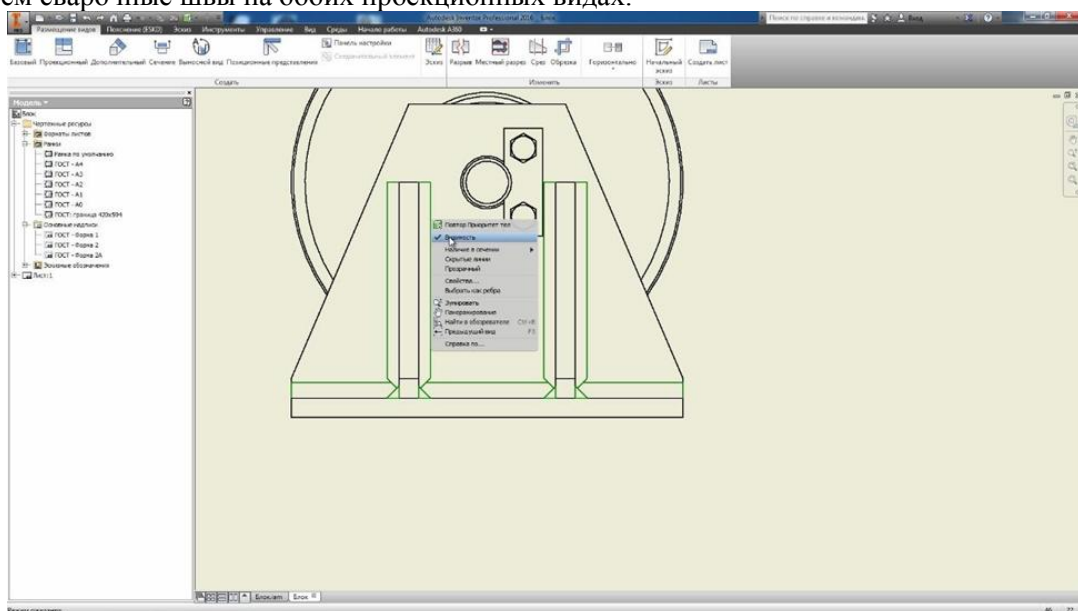
Для создания дополнительных проекционных видов выбираем функцию **Проекционный**, выбираем **Базовый вид** и создаем проекционный.



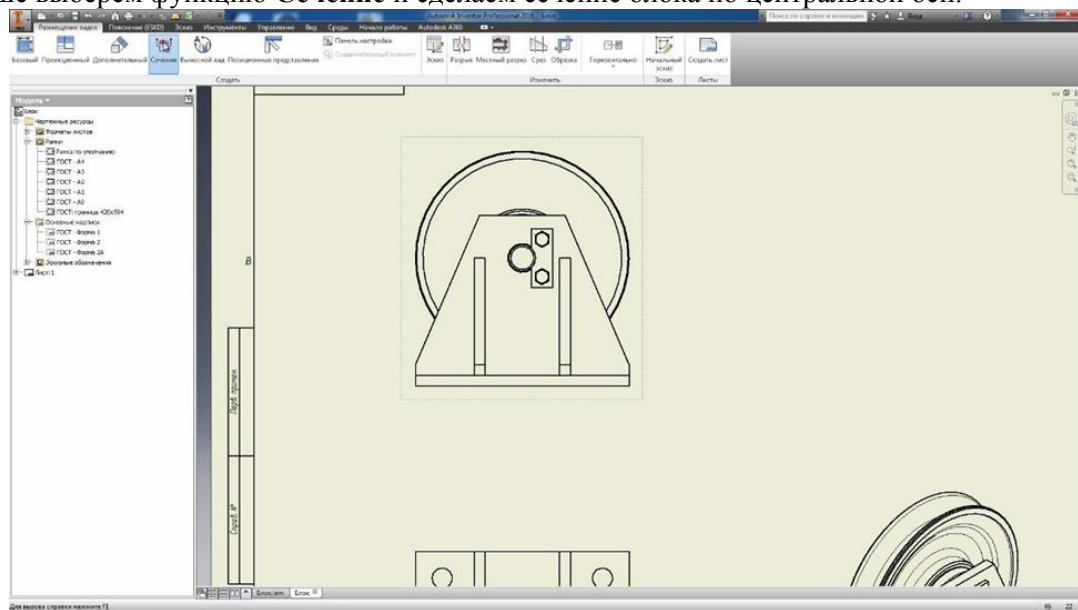
Выберем приоритет выбора ребер для выбора ребер в чертеже или приоритет выбора деталей для выбора деталей. Также можно выбрать приоритет выбора тел.

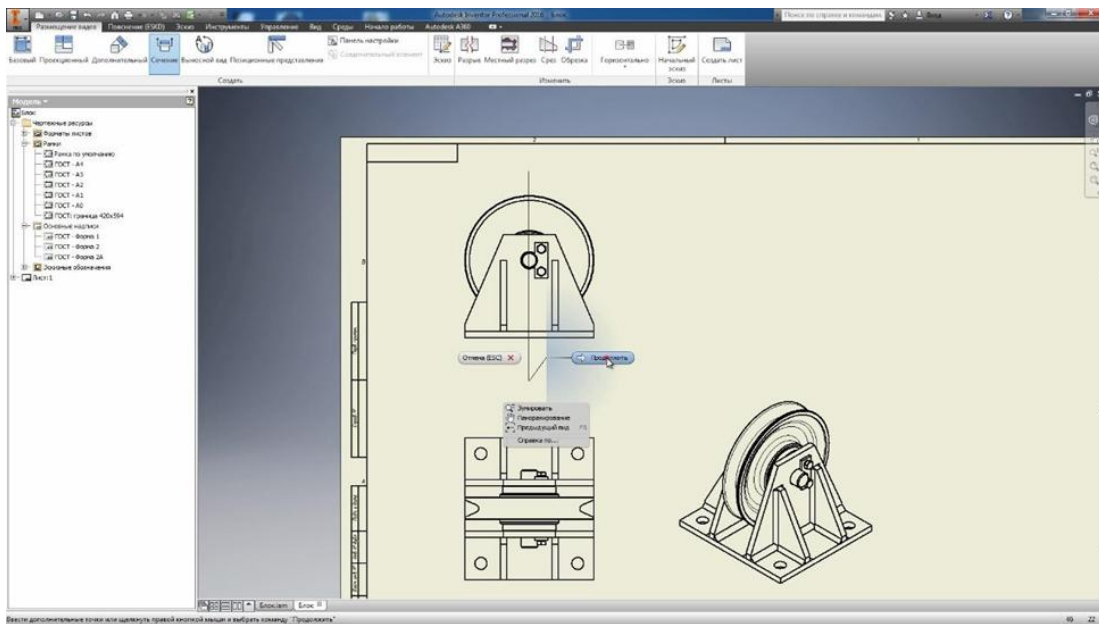


Выберем тела, которые соответствуют сварочным швам и уберем их видимость. На чертеже они нам не нужны. Уберем сварочные швы на обоих проекционных видах.

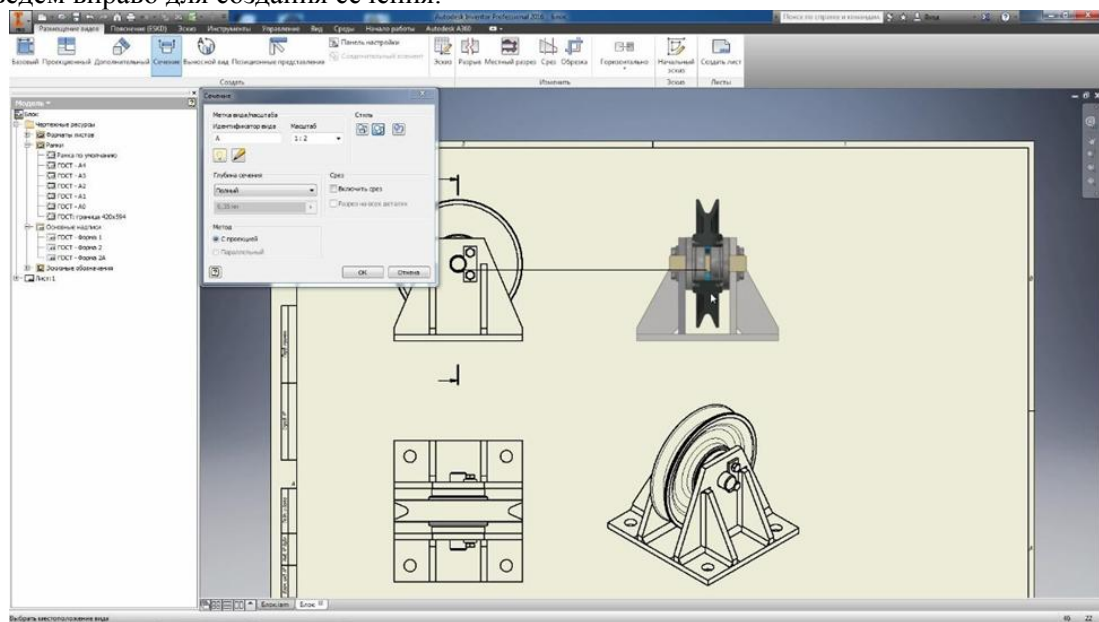


Далее выберем функцию **Сечение** и сделаем сечение блока по центральной оси.

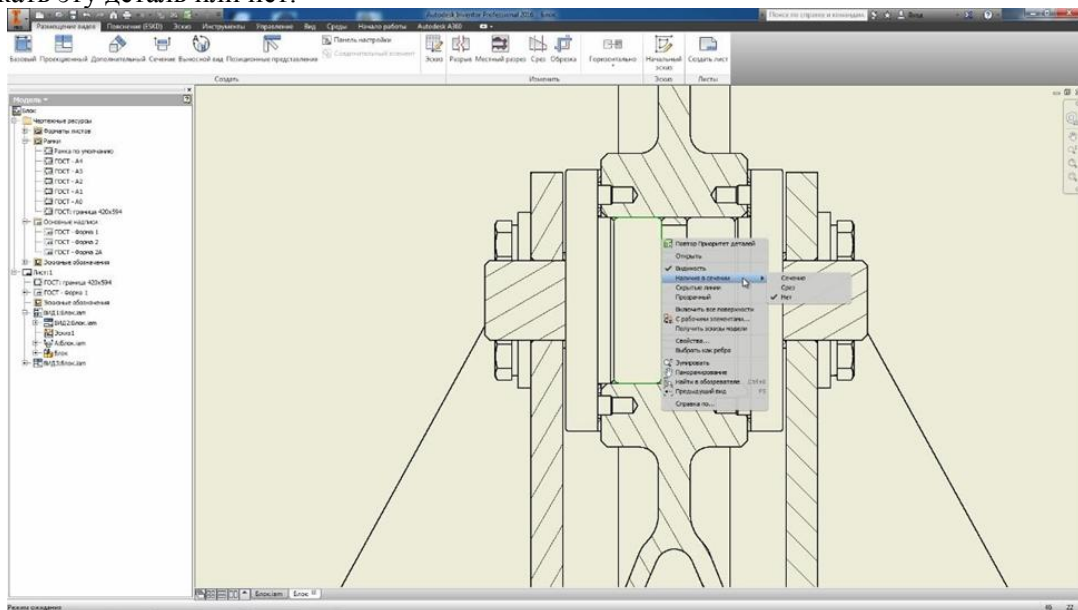




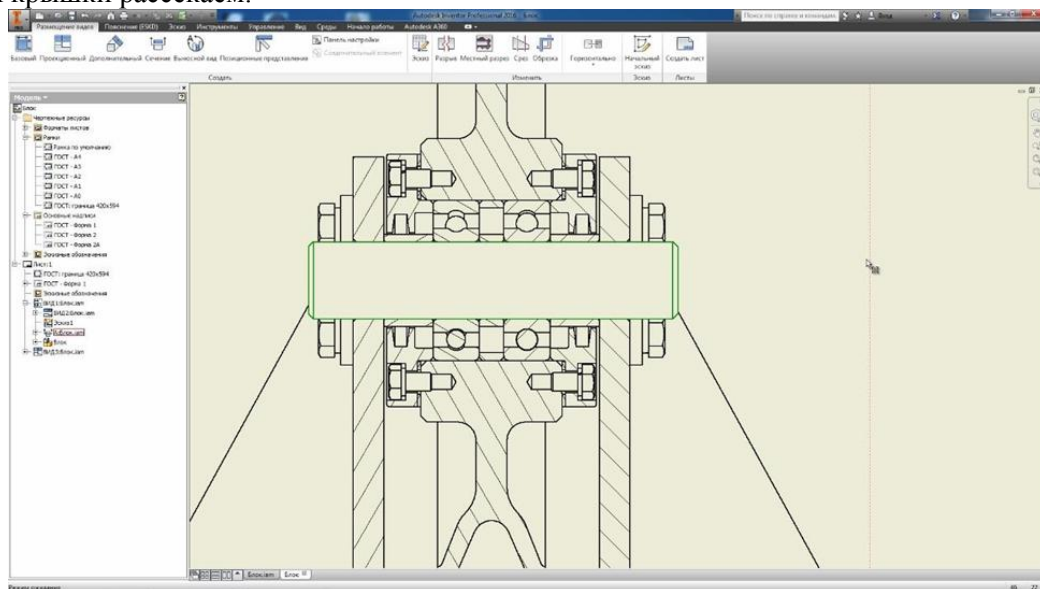
Проведем вправо для создания сечения.



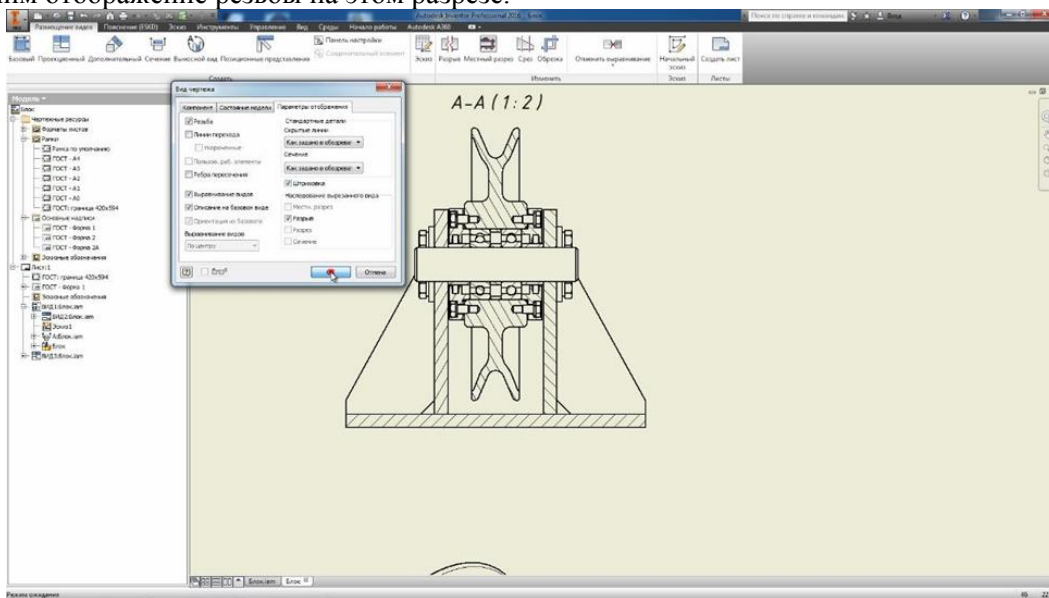
На сечении по умолчанию стандартные детали не рассекаются. Выберем приоритет деталей и с помощью **правой кнопки мыши**, нажимая на соответствующие детали, можно выбрать наличие в сечении и задать, рассекать эту деталь или нет.



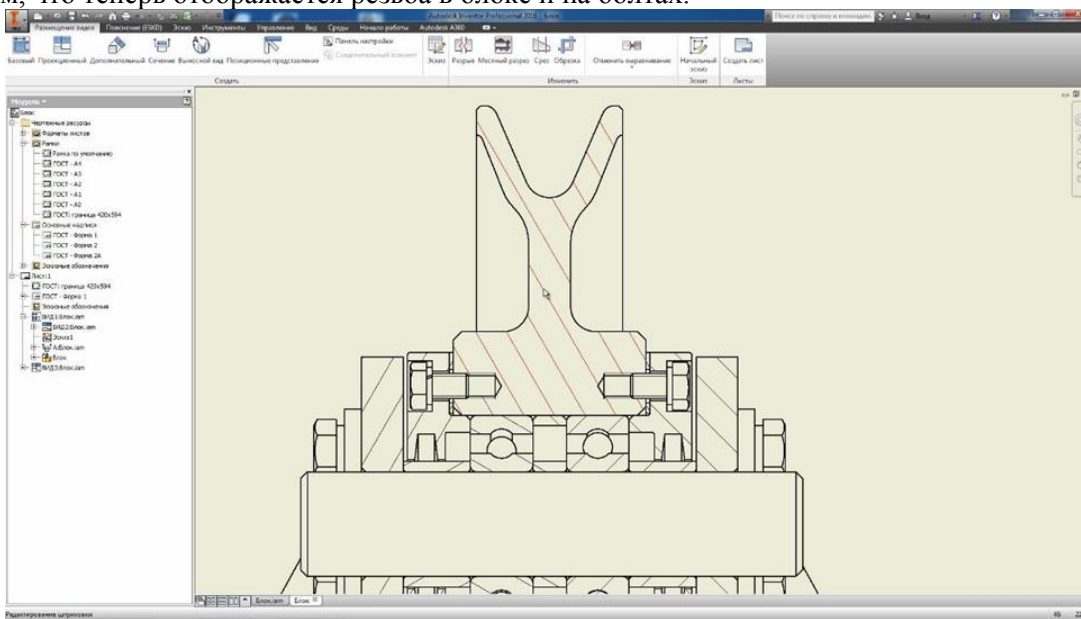
Можно сразу выбрать несколько деталей и задать для них соответствующее свойство. Ось не рассекаем, подшипники и крышки рассекаем.



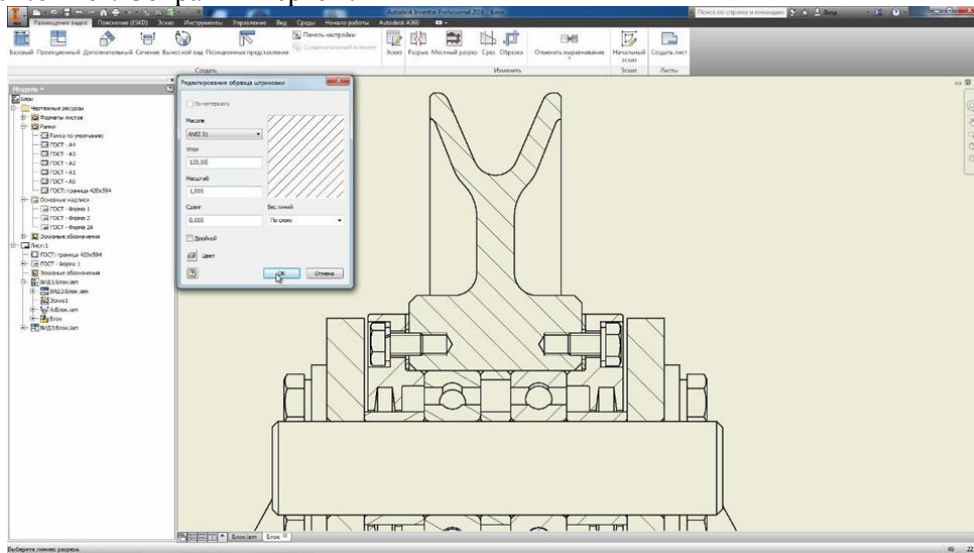
Включим отображение резьбы на этом разрезе.



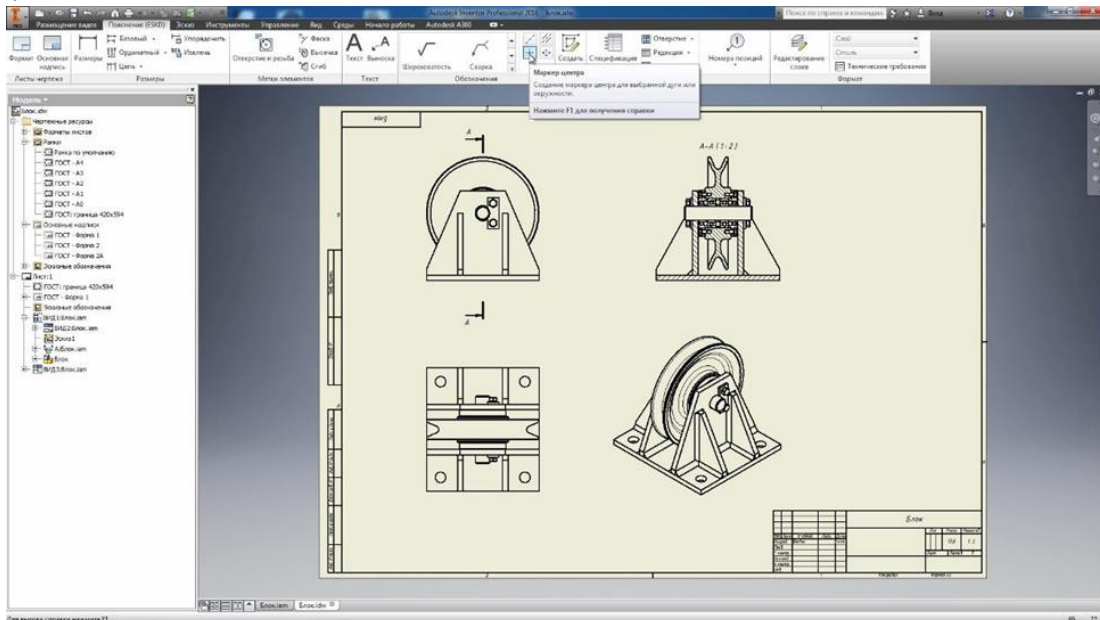
Видим, что теперь отображается резьба в блоке и на болтах.



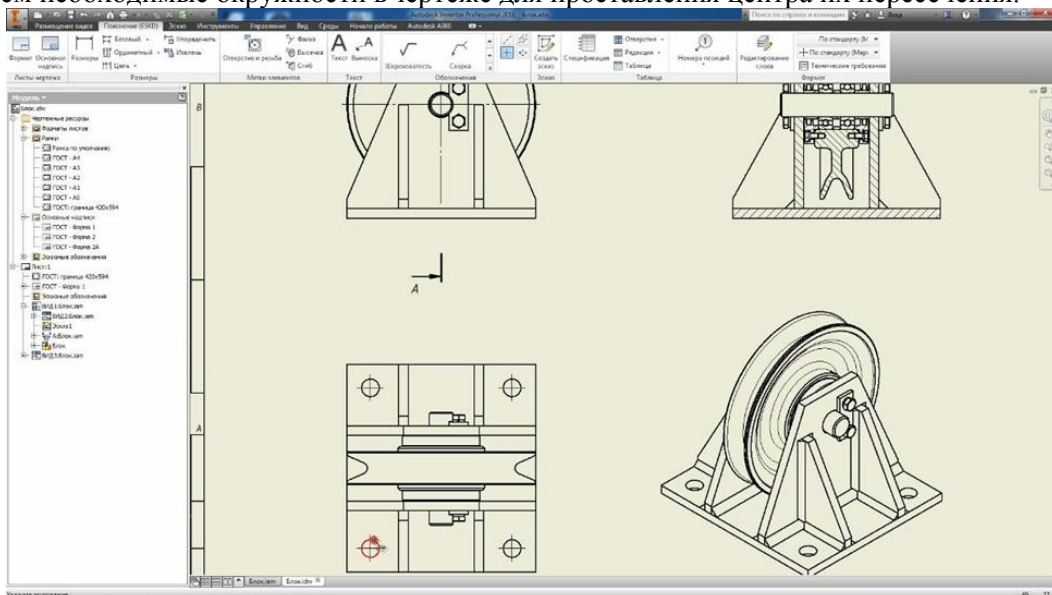
Для редактирования штриховки двойным щелчком мыши активируем ее, и введем угол и масштаб для этой штриховки. Каждую штриховку придется редактировать отдельно, функции копирования чертежей штриховки в **Inventor** нет. Сохраним чертёж.



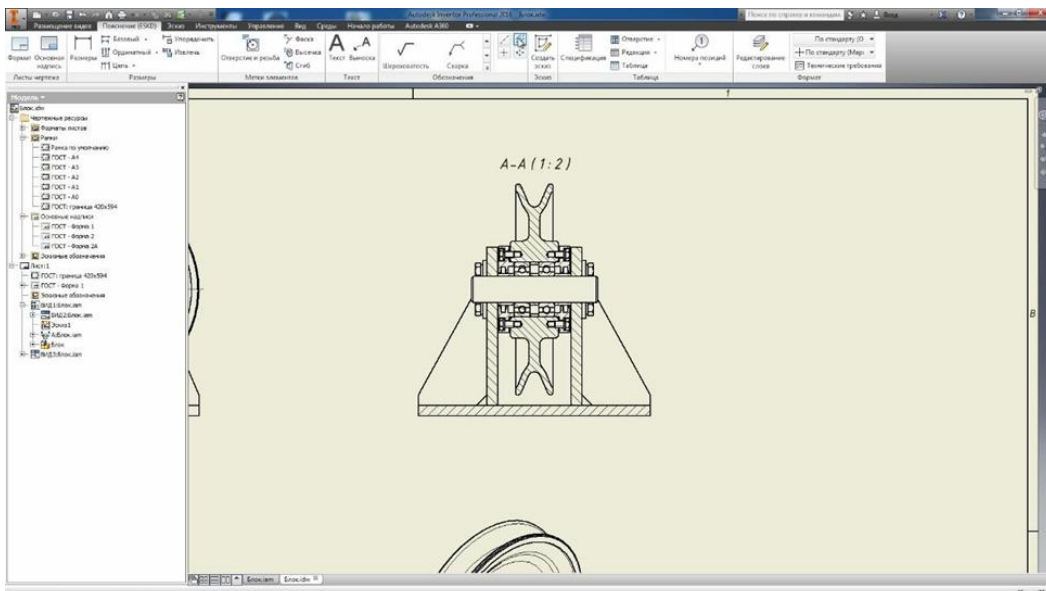
На соседней вкладке **Пояснение ESKD** выберем маркер центра для проставления центра пересечения окружностей.



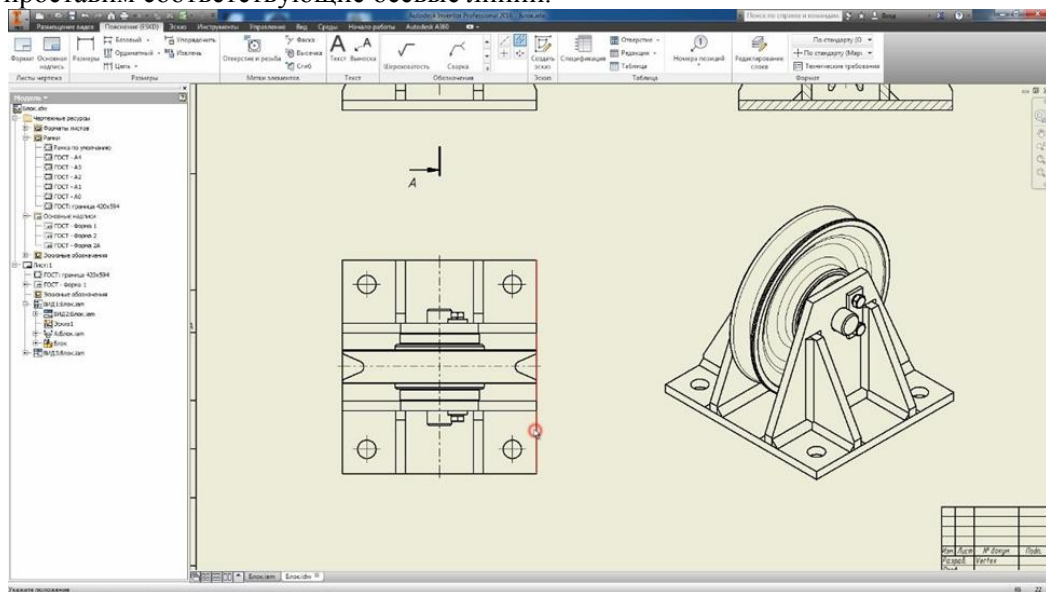
Выберем необходимые окружности в чертеже для проставления центра их пересечения.



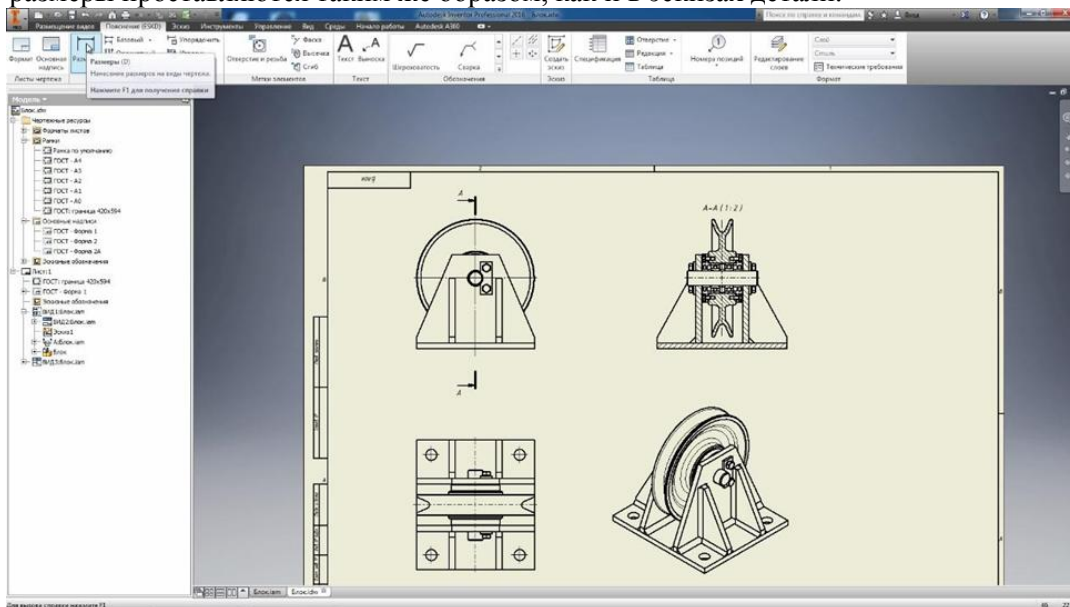
Следующая функция позволяет проставить осевую линию между двумя параллельными отрезками.



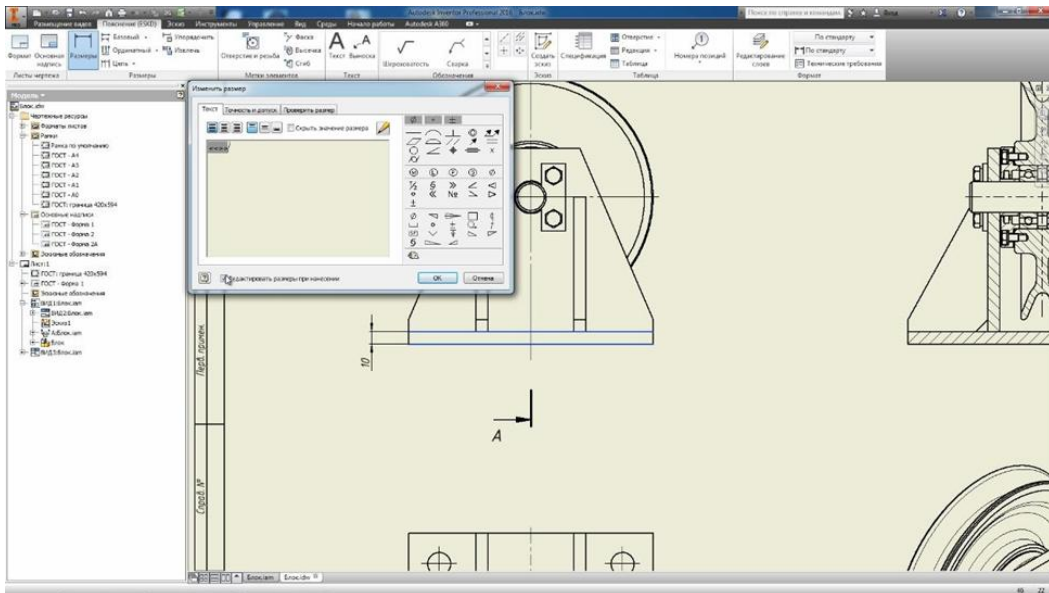
Проставим осевые линии для блока и для оси. А также на виде сверху выберем крайние грани кронштейна и проставим соответствующие осевые линии.



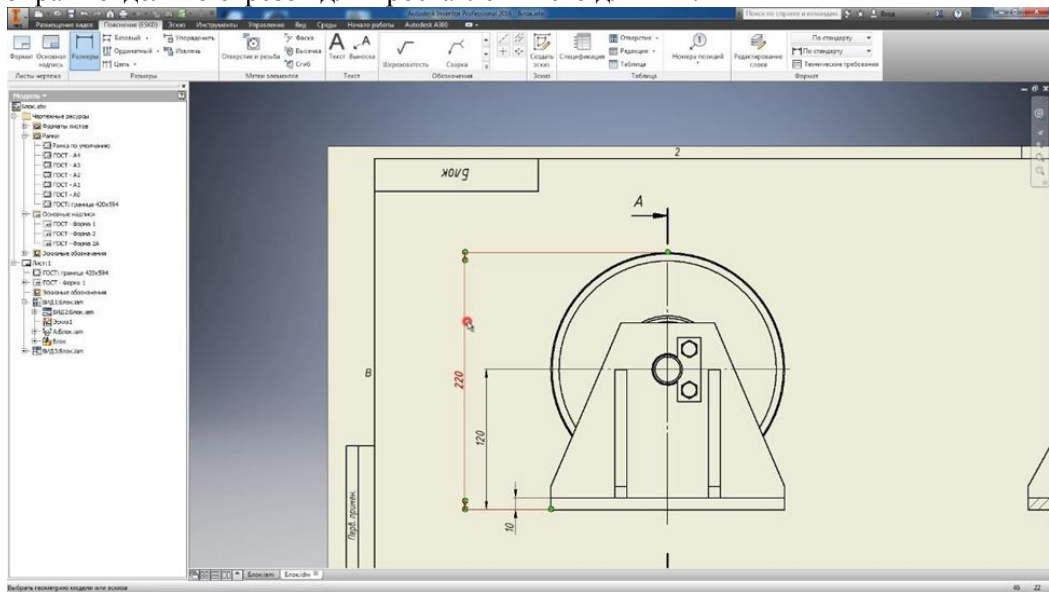
Далее размеры проставляются таким же образом, как и в эскизах детали.



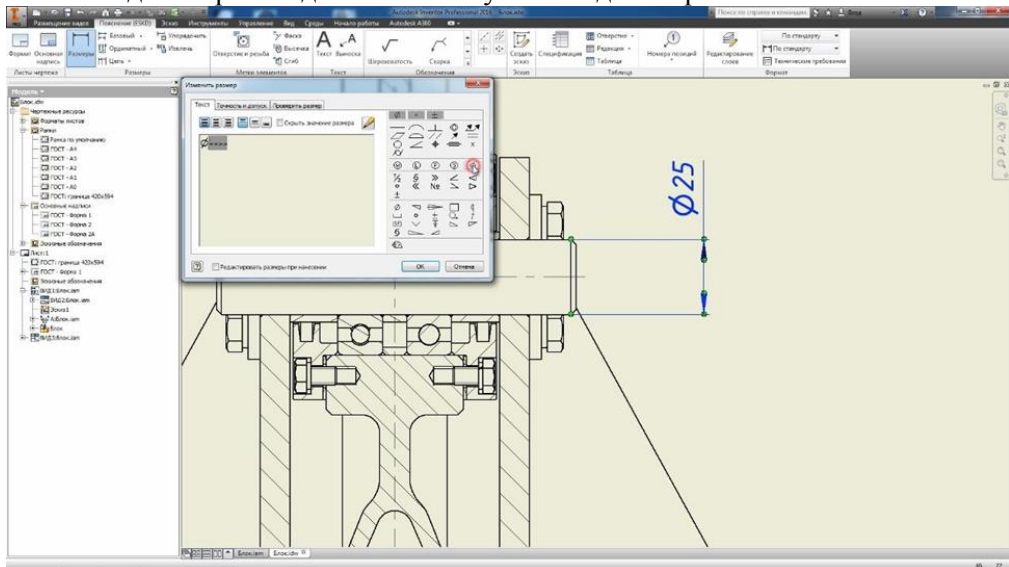
По умолчанию размер сразу открывается для редактирования. Можно убрать галочку, чтобы не редактировать размер при нанесении.



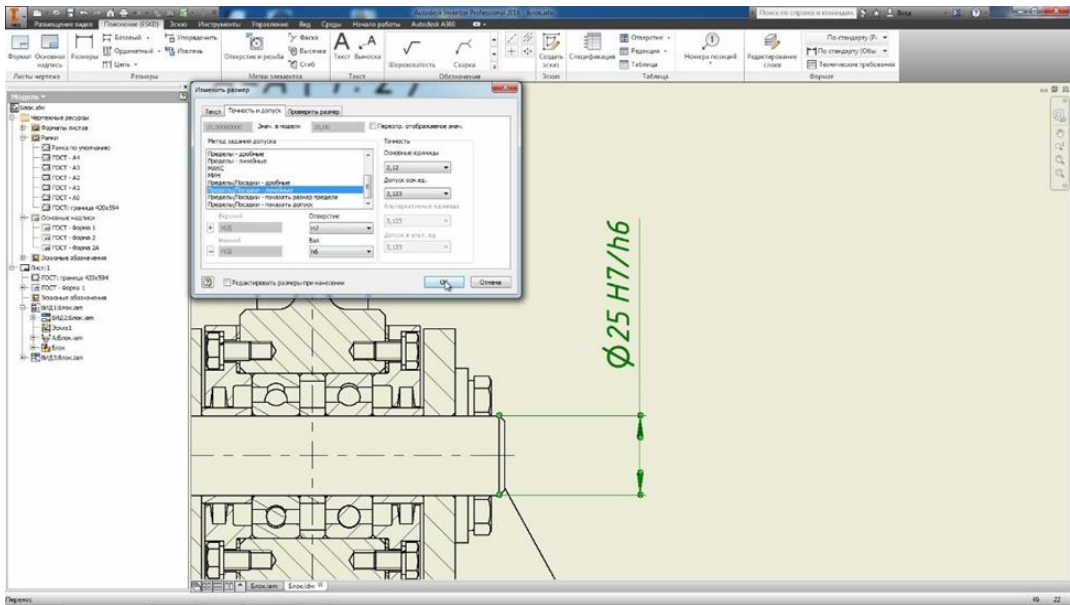
И так же, как в эскизах размеры ставятся выбором между двумя отрезками, между отрезком и точкой. Или можно выбирать отдельно отрезок для проставления его длины.



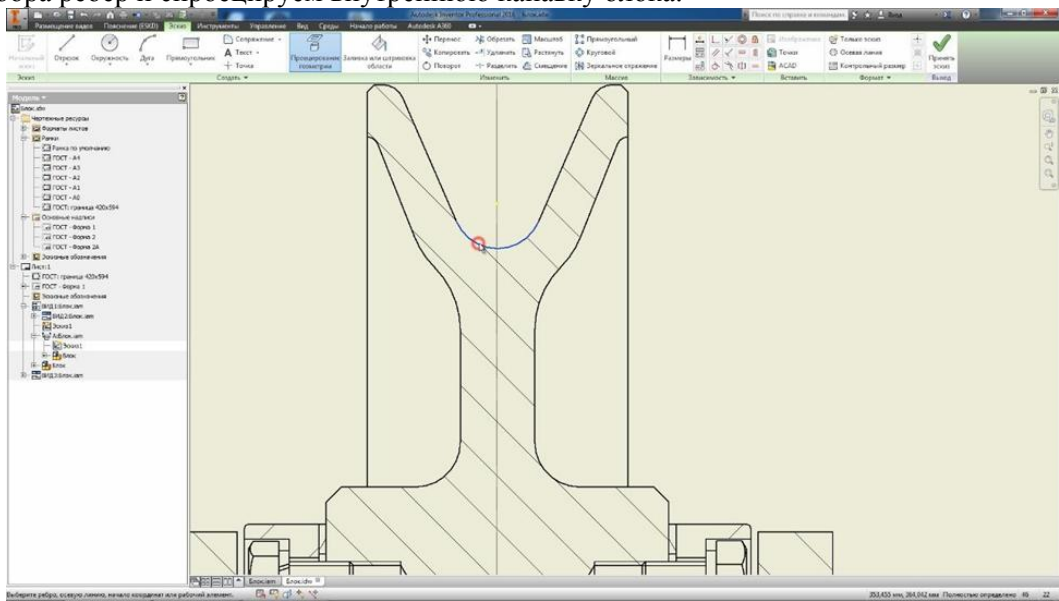
Для проставления диаметра оси добавим к нему значок диаметра и нажмем **ОК**.



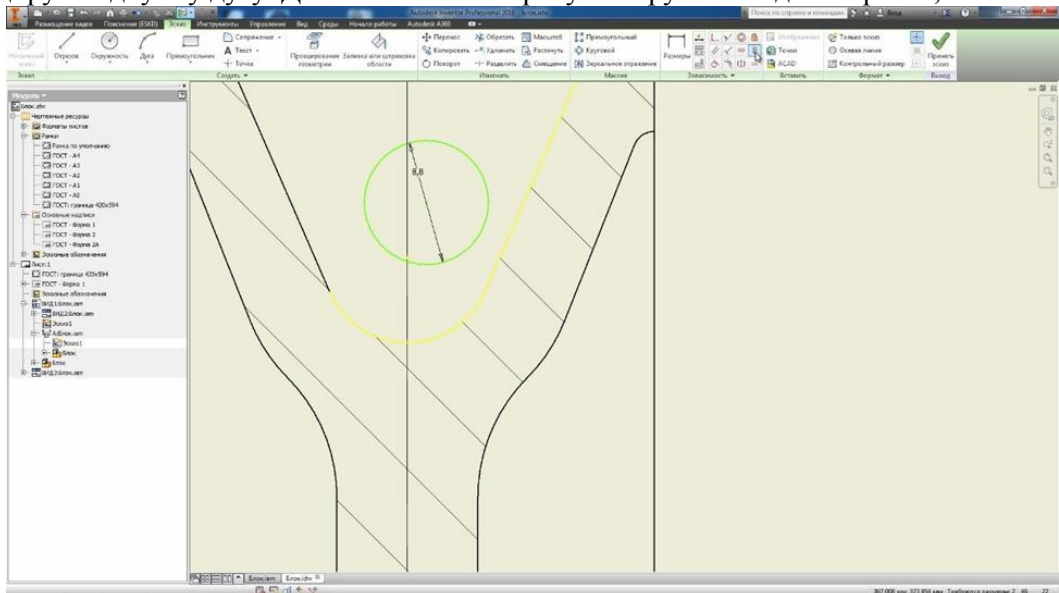
Этот размер можно отредактировать, и на соседней вкладке **Точность и допуск**. Задать допуск для этого размера. Можно выбирать любой из стандартных допусков или, если необходимо задать посадку, то можно выбрать соответствующую посадку из списка существующих допусков. Поставим посадку **H7** на **H6** и значение через дробь.



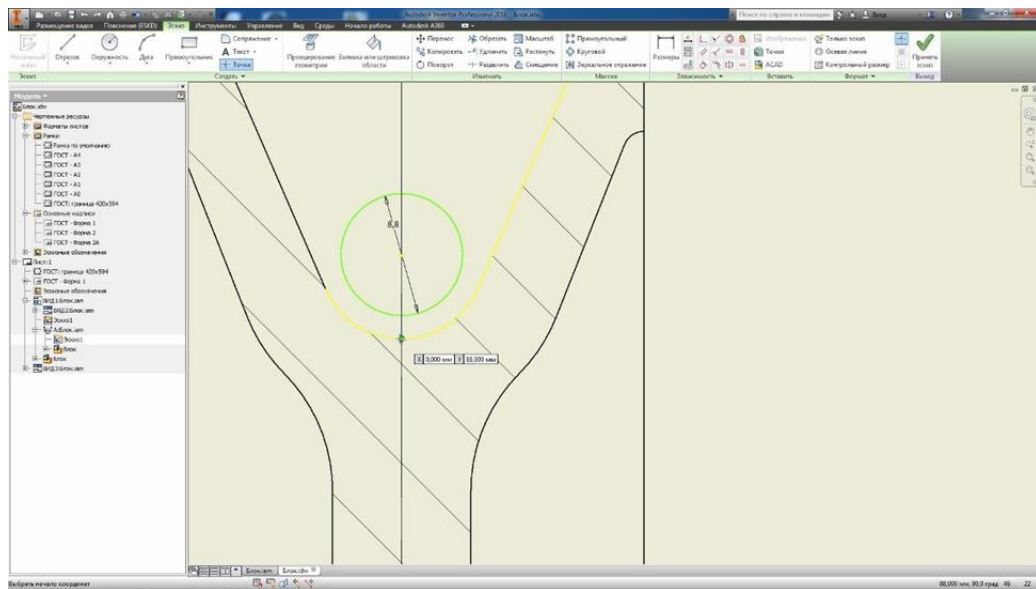
Также на видах чертежа можно создавать эскизы с дополнительными обозначениями. Выберем приоритет выбора ребер и спроецируем внутреннюю канавку блока.



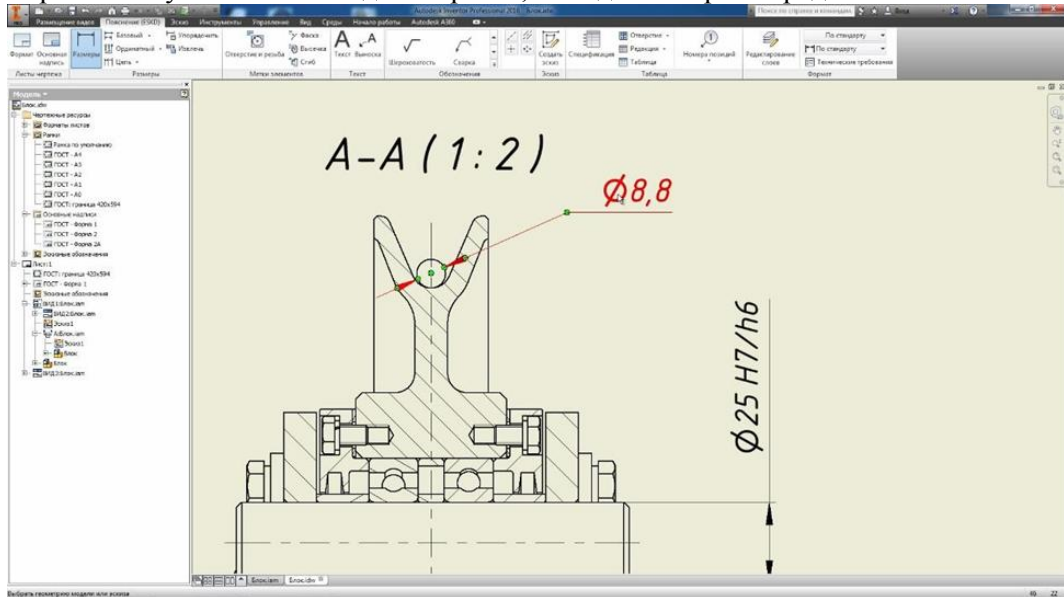
Спроецируем одну эту дугу. Далее в эскизе нарисуем окружность диаметром **8,8 мм**.



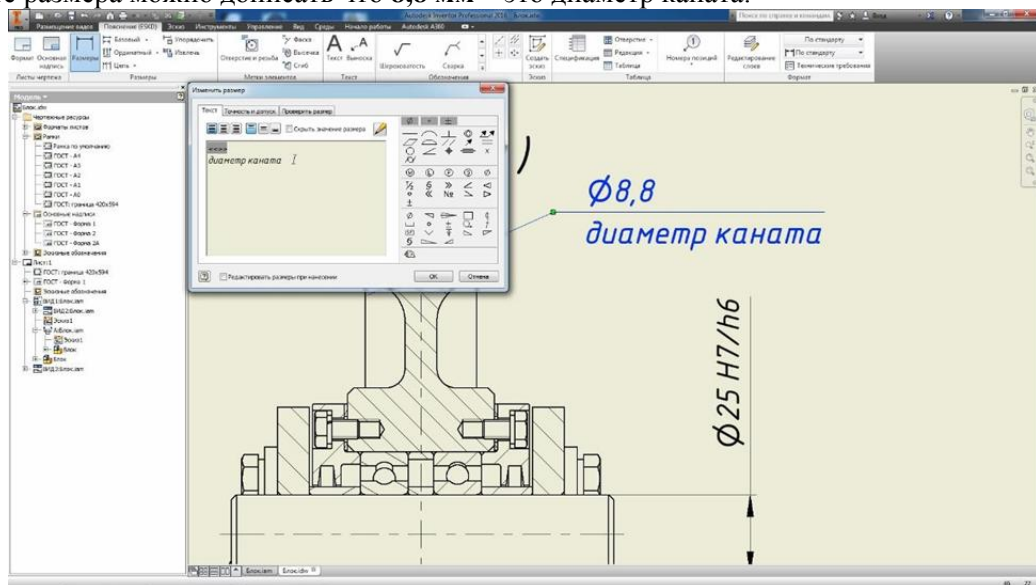
С помощью **Зависимости вертикальности** выровняем ее с центром проектируемой дуги. И дальше поставим дополнительную вспомогательную точку и привяжем окружность к этой точке.



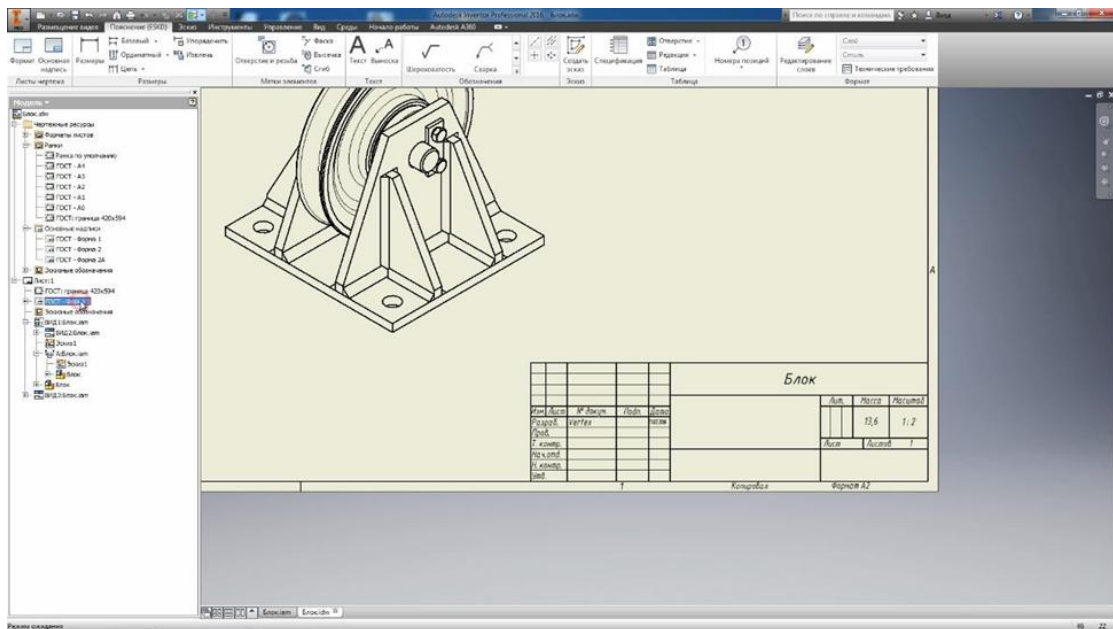
Таким образом мы укажем канат с диаметром **8,8 мм** для которого предназначен этот блок.



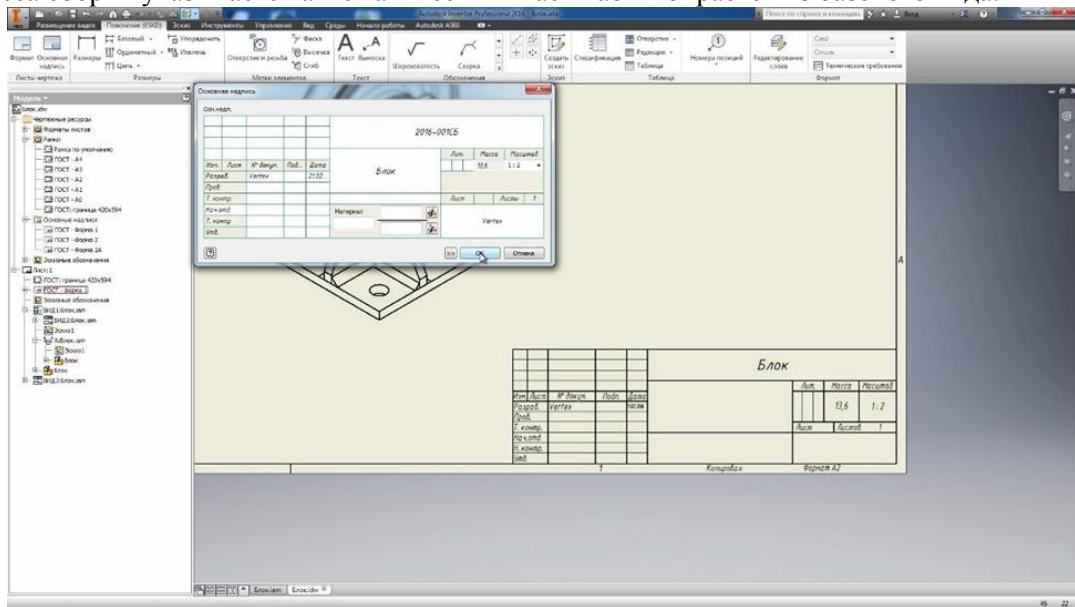
В тексте размера можно дописать что **8,8 мм** – это диаметр каната.



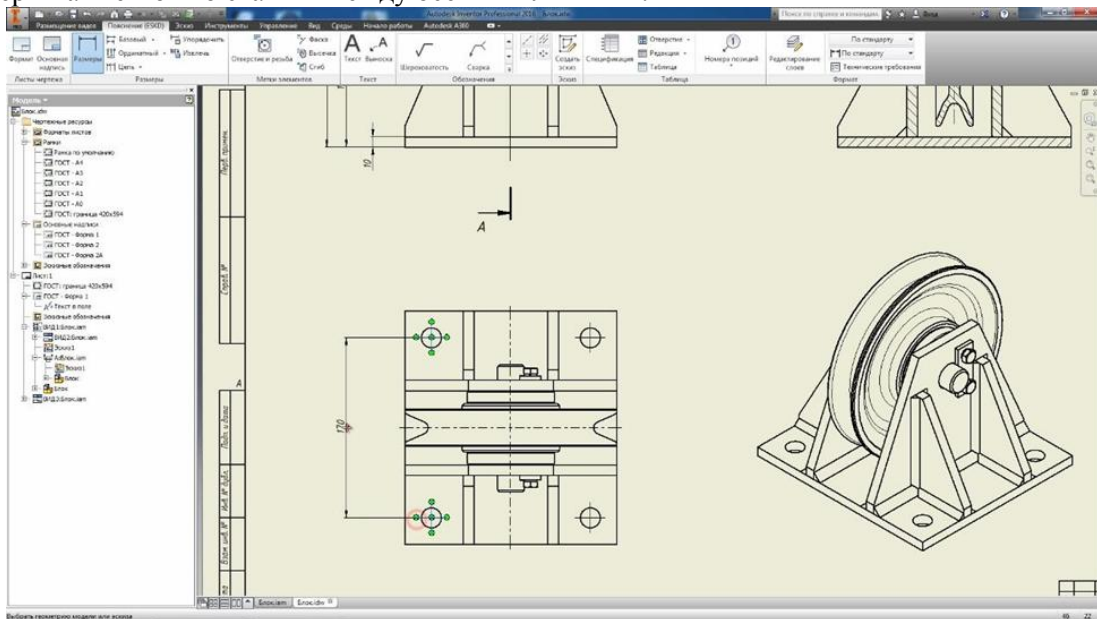
Для заполнения основной надписи чертежа **двойным щелчком мыши** активируем ее.



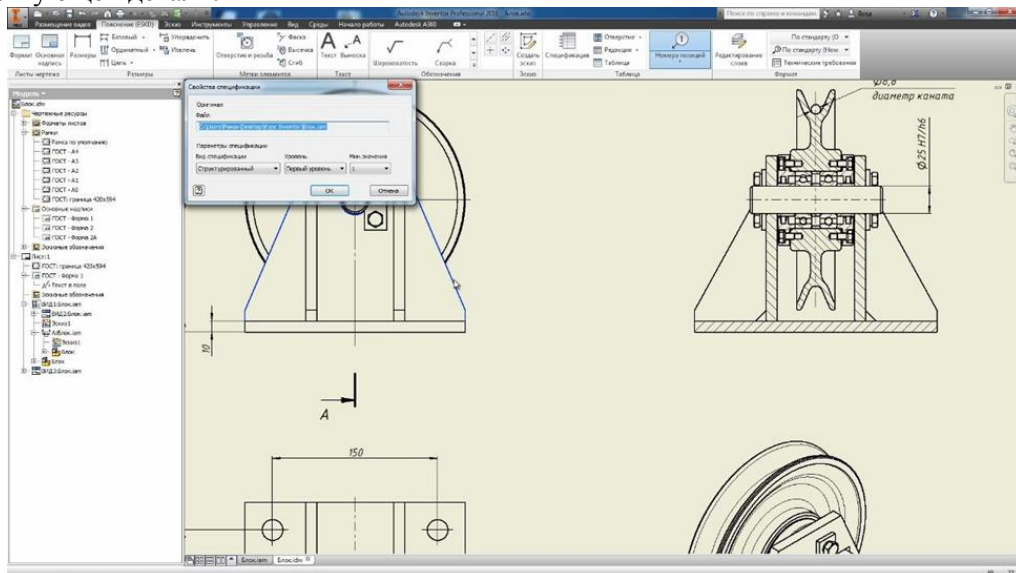
Укажем обозначения этого чертежа, например, **2016-001СБ**. Далее название **Блок**, в соответствующей графе организацию, которая выпускает чертеж, для деталей можно заполнить материал в дробном формате или обычном. Масса сборки указывается автоматически и масштаб выбирается из базового вида.



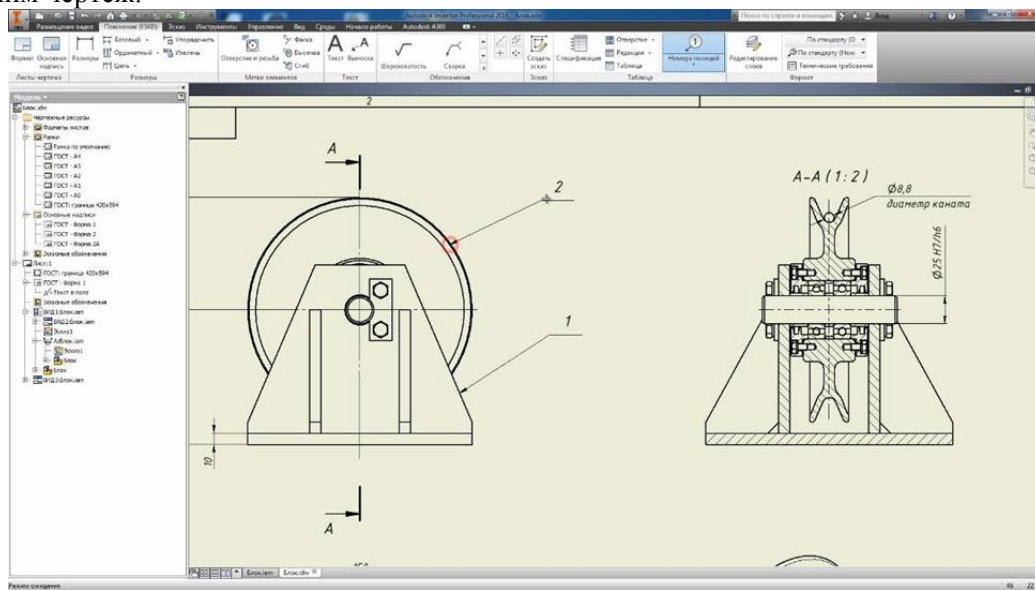
Размеры также можно ставить между осевыми линиями.



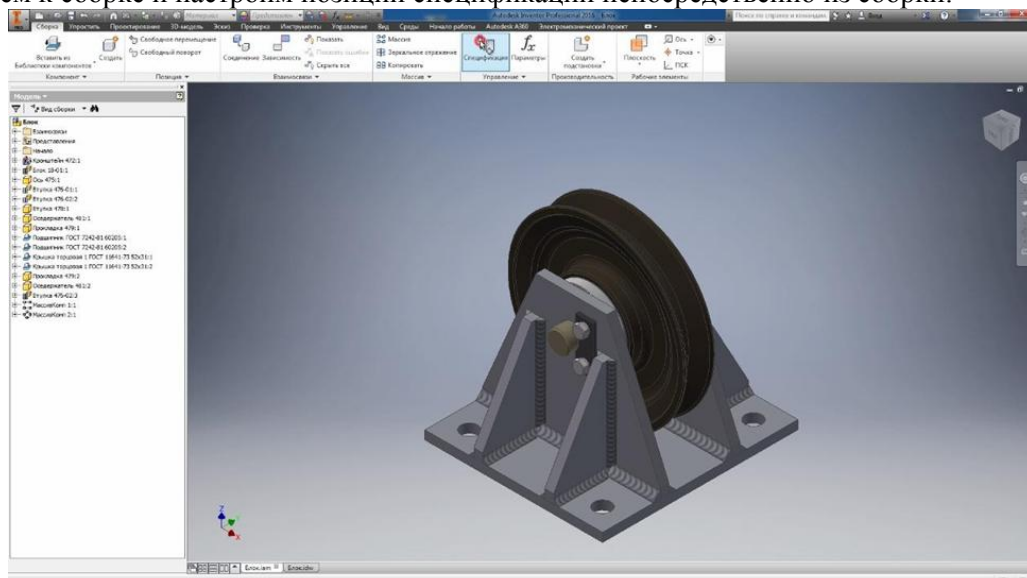
Для проставления позиций нужно включить вид спецификации и позиции проставляются выбором граней соответствующей детали.



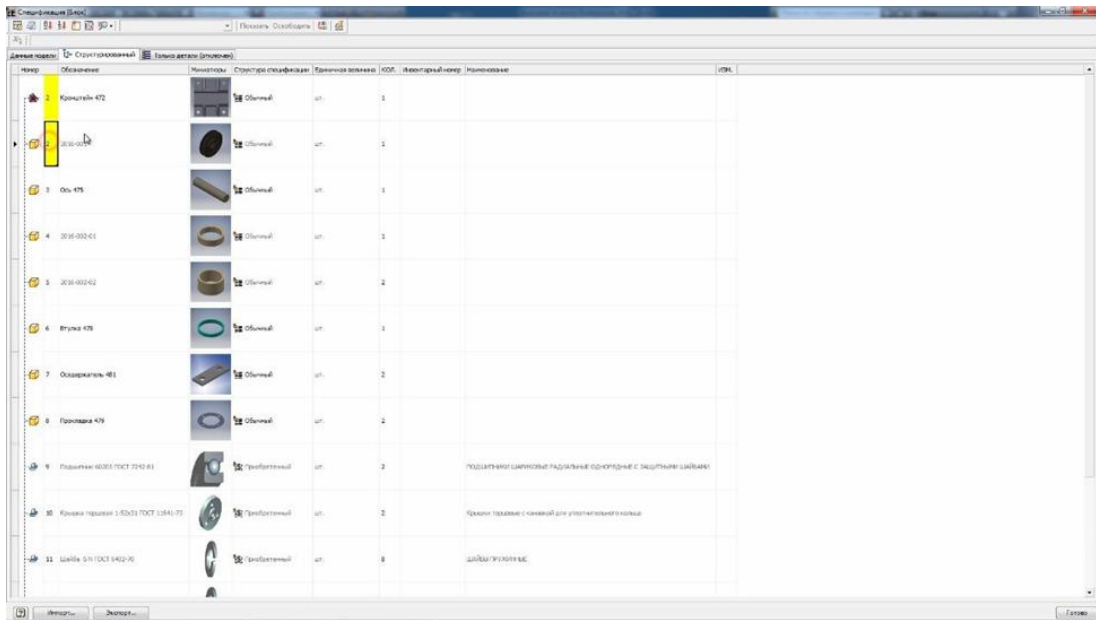
Сохраним чертеж.



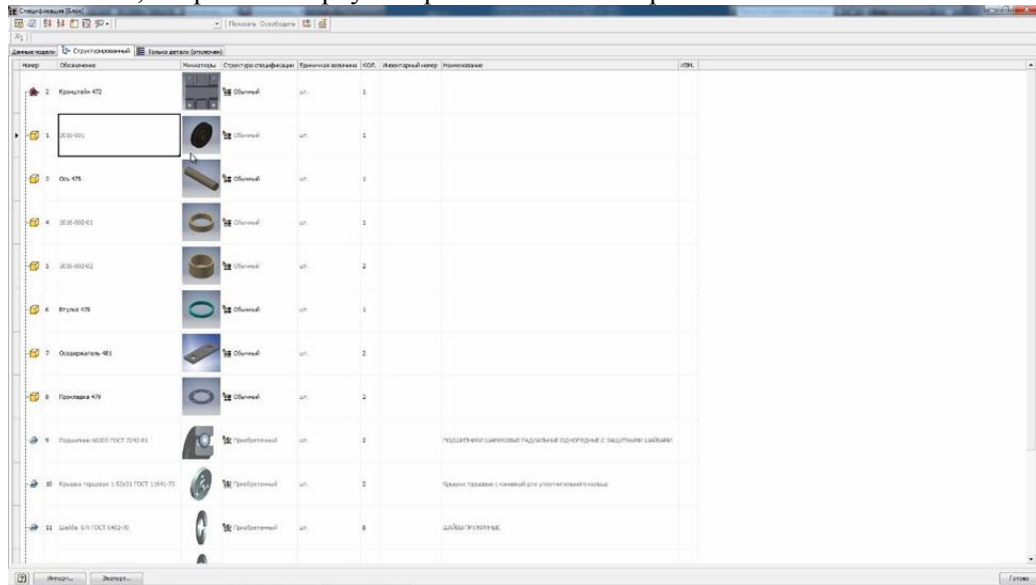
Перейдем к сборке и настроим позиции спецификации непосредственно из сборки.



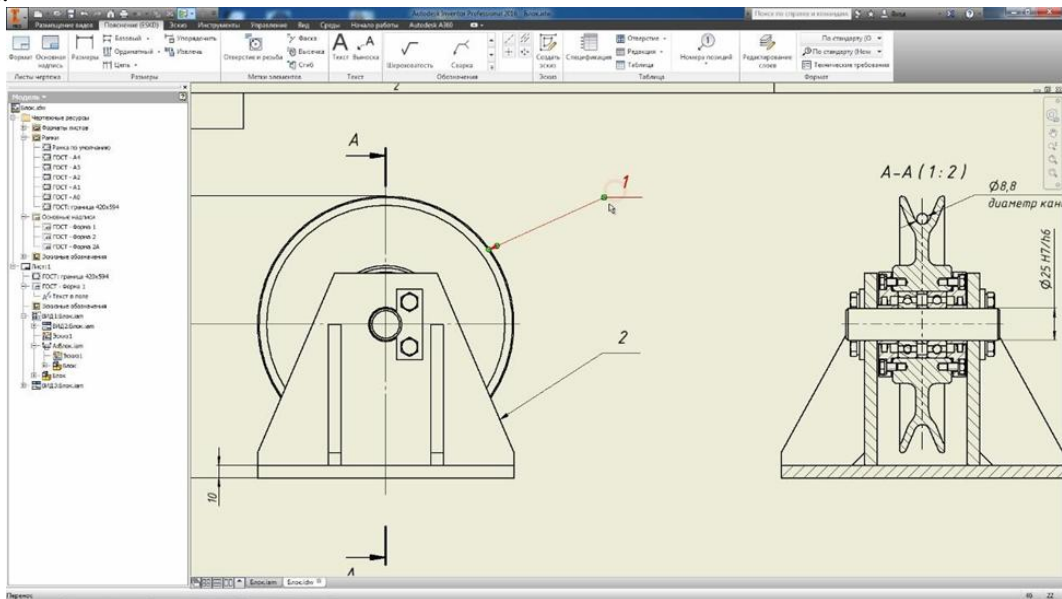
Здесь позиции пронумерованы в том порядке, в котором были вставлены детали в сборку. Номера позиций можно менять. Если позиции повторяются, то они подсвечиваются желтым цветом.



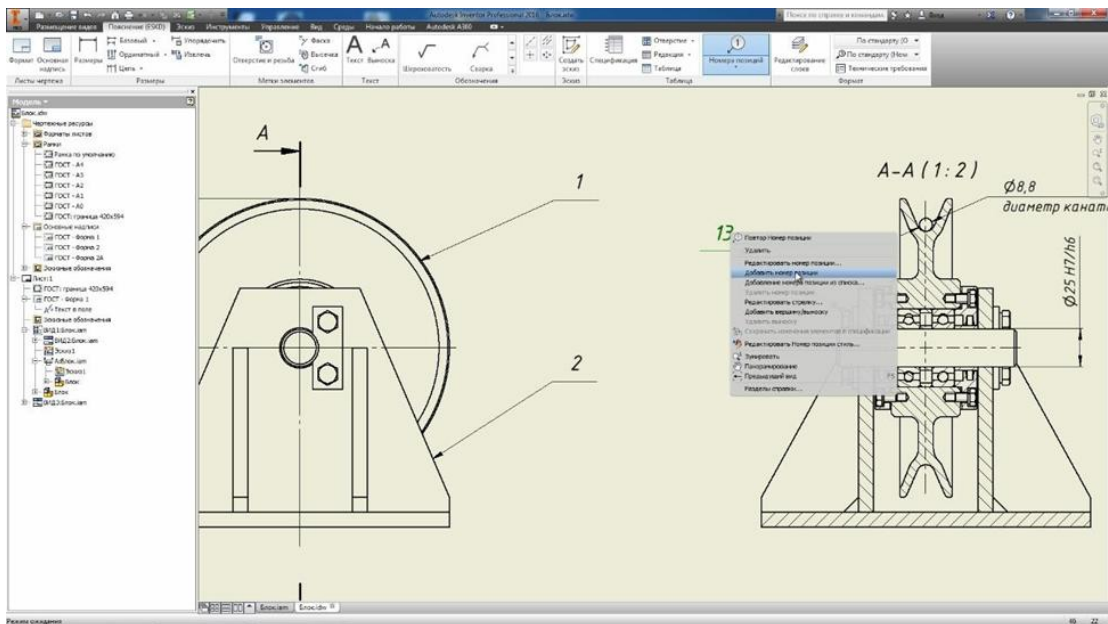
Поменяем позиции для блока и для кронштейна и посмотрим, как эти изменения отобразятся на чертеже. Нажмем **Готово**, сохраним сборку и переключимся на чертёж.



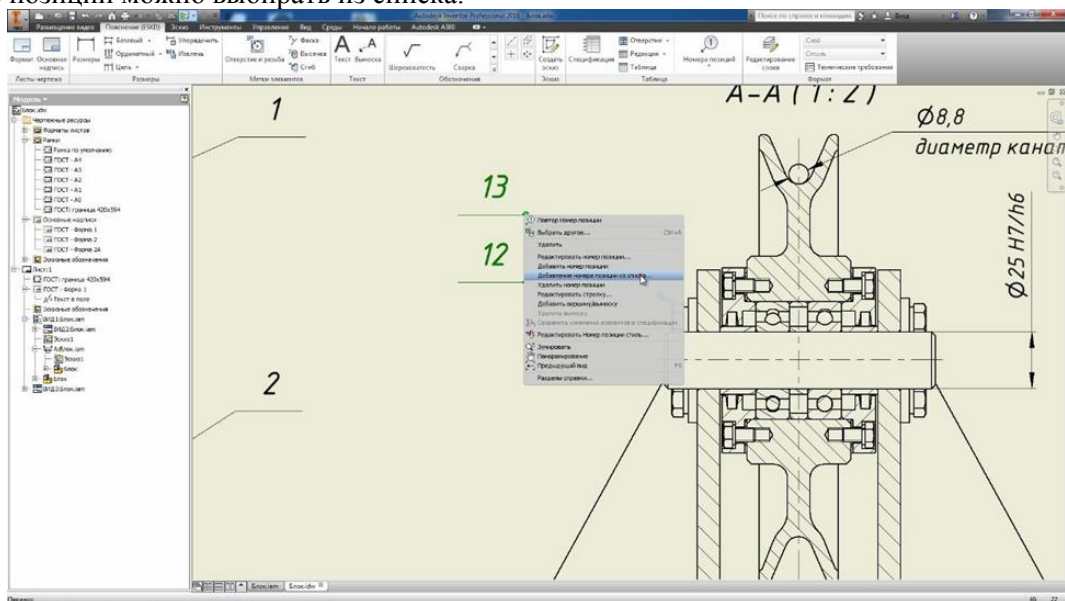
Видим, что на чертеже позиции поменялись местами, и теперь блоку соответствует **1** позиция, а кронштейну **2**.



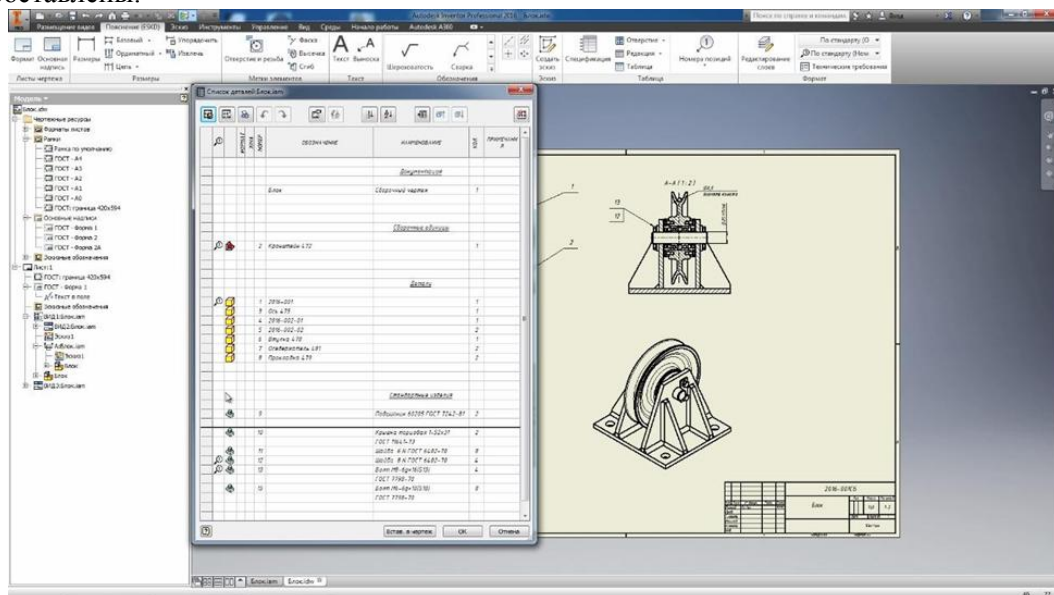
Также позиции можно группировать при помощи функции **Добавить номер позиции**. Указываем на соответствующую деталь для добавления ее позиции к предыдущей позиции.



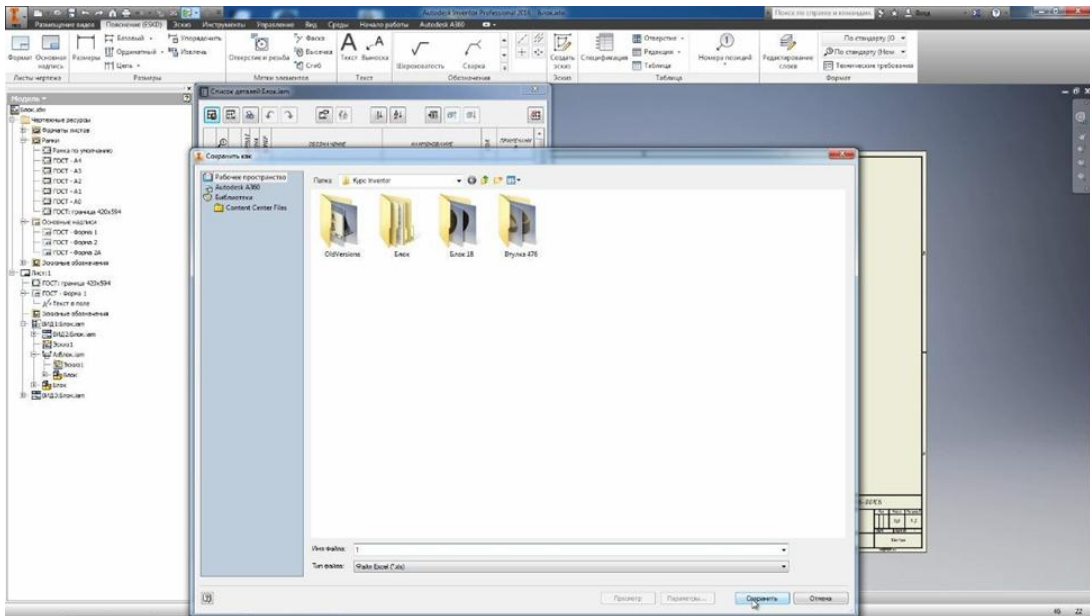
Также позиции можно выбирать из списка.



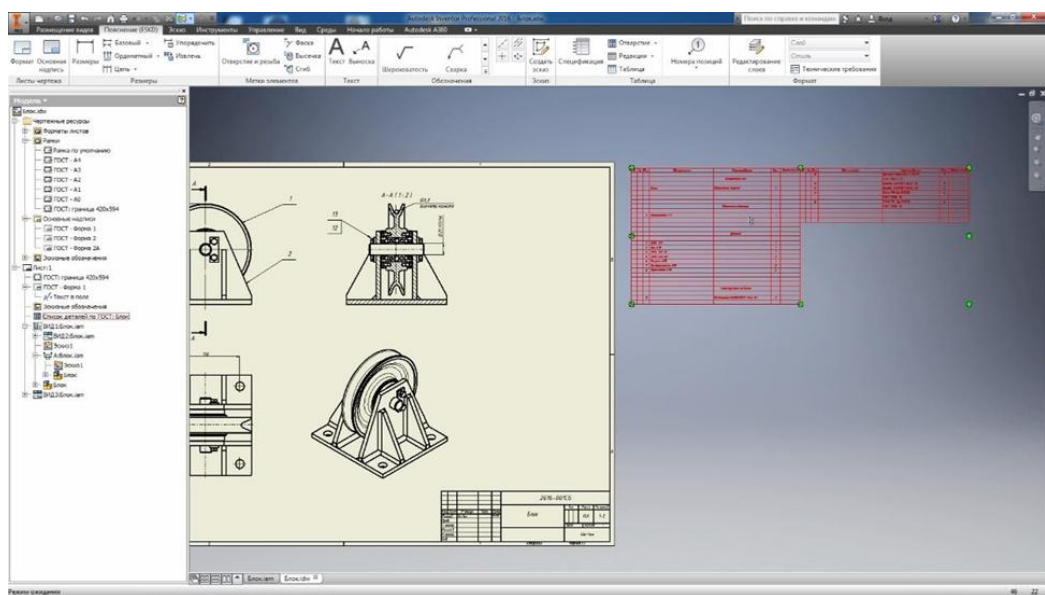
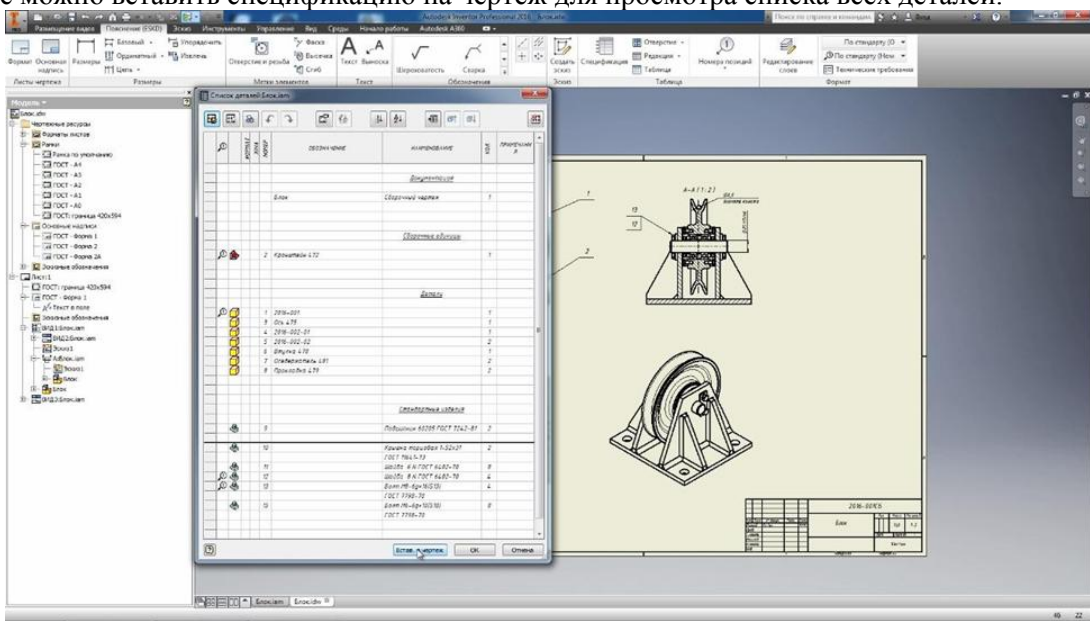
На чертеже можно открыть спецификацию для просмотра списка всех деталей. В левой части окна указываются позиции, которые уже проставлены в сборке в чертеже. Таким образом мы не пропустим позиции, которые не проставлены.



Можно экспортировать эту спецификацию в файле Excel.



Также можно вставить спецификацию на чертеж для просмотра списка всех деталей.



Сохраним чертеж. Можно проставить остальные размеры и позиции для завершения чертежа.