

Дмитрий Зиновьев



# Проектирование в Autodesk Inventor



© Студия Vertex. Зиновьев Дмитрий Валериевич

Все права защищены

<http://inventor.autocad-lessons.ru>

## СОДЕРЖАНИЕ

СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ.....	3
СОГЛАШЕНИЕ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИИ .....	4
ОБ АВТОРЕ .....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	8
ОБЗОР ИНТЕРФЕЙСА И НАСТРОЙКА ПРОГРАММЫ.....	11
РАБОТА С ПЛОСКИМ ЭСКИЗОМ .....	18
ОПЕРАЦИИ «ВЫДАВЛИВАНИЕ» И «ВРАЩЕНИЕ».....	31
ОПЕРАЦИИ ЛОФТ, СДВИГ И ПРУЖИНА.....	42
ОПЕРАЦИИ С ДЕТАЛЯМИ .....	53
ПОНЯТИЕ О ПРОЕКТАХ, ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ДЕТАЛЬ .....	64
АНАЛИЗ НАПРЯЖЕНИЙ ДЕТАЛИ.....	73
СОЗДАНИЕ СБОРКИ.....	83
ОПЕРАЦИИ СО СБОРКОЙ.....	95
СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА.....	104
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	119
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ СЕКРЕТНЫЙ ПОДАРОК! .....	120

## СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Вы также можете приобрести полную видео-версию нашего видео курса «Проектирование в Autodesk Inventor», по мотивам которого была написана эта книга, со скидкой 50% и мгновенным получением всех уроков через интернет уже в течение ближайших 10 минут.



Воспользуйтесь этой выгодной возможностью прямо сейчас

<http://inventor.autocad-lessons.ru/videocours/>

## СОГЛАШЕНИЕ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИИ

Электронная книга «Проектирование в Autodesk Inventor» защищена законом об авторском праве и смежных правах на территории Украины, России, стран СНГ и Балтии, Ближнего и Дальнего Зарубежья.

Все авторские и смежные права принадлежат Зиновьеву Дмитрию Валериевичу.

Читатель электронной книги «Проектирование в Autodesk Inventor» имеет право распечатать один ее экземпляр с использованием печатающего устройства (принтера) и пользоваться этой копией во время ее чтения.

Дальнейшее воспроизведение всей электронной книги «Проектирование в Autodesk Inventor», или любой ее части, даже абзаца, сохранения текста или всей электронной книги в какой-либо форме и какими-либо средствами (электронные или механические, включая печатные формы, фотокопирование, запись на магнитный, оптический носители) или обращение любым способом в иную форму хранения информации запрещается!

Электронная книга «Проектирование в Autodesk Inventor» предназначена для личного использования и поставляется в виде «как есть». Она подготовлена для того, чтобы предоставить наиболее точную и достоверную информацию об обсуждаемом в ней предмете, доступную автору на момент ее подготовки.

Электронная книга «Проектирование в Autodesk Inventor» имеет единственной своей целью предоставление читателю информации по рассматриваемому в ней вопросу и распространяется с пониманием, что автор, издатель и законный распространитель этой книги не претендуют на предоставление каких-либо юридических, финансовых или профессиональных рекомендаций и советов. Если необходима юридическая или профессиональная помощь по затронутой тематике, следует обращаться к соответствующим официальным службам. Автор, издатель и законный распространитель этой книги не несут никакой юридической или финансовой ответственности за действия третьих сторон, ошибки, непонимание и (или) неправильное применение ее материалов.

В электронной книге «Проектирование в Autodesk Inventor» выражено мнение автора по данному вопросу. Мнение издателя и законного

распространителя этой книги может кардинально отличаться от мнения читателя. Ни издатель, ни автор, ни законный распространитель этой книги не несут какой-либо ответственности за действия, которые будут выполнены читателем после прочтения электронной книги «Проектирование в Autodesk Inventor», а также за неверную интерпретацию ее содержания.

Все действия, предпринимаемые читателем на основе изложенной в данной книге информации, совершаются им на собственный риск и не накладывают ни каких обязательств на автора, издателя или законного распространителя настоящего издания.

## ОБ АВТОРЕ



Меня зовут Дмитрий Зиновьев.

Уже более 5-ти лет я помогаю людям освоить черчение и трехмерное проектирование и моделирование в программах компании Autodesk.

Когда я только начинал разбираться во всем этом сам более семи лет назад, я испытывал абсолютно те же проблемы, с которыми Вы, возможно, сейчас толкнулись.

С чего начать создание нового проекта? Как настроить программу под свои нужды и специфику работы?

Правильно ли Вы начинаете свой проект? Ведь, важно не отступить с самого начала, чтобы не прийти в тупик со своими проблемами и все не забросить.

Все говорят о преимуществе в скорости 3D моделирования по сравнению с 2D черчением. Но чувствуете ли Вы эту скорость? Или все еще есть желание вернуться к традиционному черчению?

Вам знакомы эти вещи? Я на собственной шкуре испытал их все!

И чувствовал я себя тогда просто ужасно, когда не получалось самостоятельно освоить ту или иную функцию, когда сидел часами над одной и той же несложной деталью, когда не мог оформить чертеж в соответствии со стандартом предприятия и в результате задерживал выдачу проекта.

Для того чтобы успешно решить эти проблемы и научиться правильной, комфортной и быстрой работе в программе мне потребовалось очень много времени, я перебрал огромное количество информации (большинство из которой полная ерунда).

После получения необходимых навыков я годами их совершенствую.

В итоге я приобрел просто ГРОМАДНЫЙ ОПЫТ в области трехмерного проектирования и получил следующие конкретные РЕЗУЛЬТАТЫ:

Я организовал компанию, которая уже более пяти лет помогает людям в обучении работе в программах компании Autodesk: Inventor, AutoCAD, 3ds Max, Revit.

Наверняка, Вам хорошо известна наша компания – Студия Vertex.

На момент написания этих строк мы помогли более чем 17 000 ученикам!

Мы ведем собственный сайт и рассылку, создаем обучающие видео уроки и курсы. Активно пропагандируем профессиональный подход к подаче обучающих материалов (можете убедиться, посмотрев наши уроки, находящиеся в свободном доступе).

От недавнего времени очень успешно реализуем он-лайн консультирование по работе в этих программах.

Кроме того, наша Студия выполняет большое количество проектов для реальных клиентов. Наши проекты отличаются высокой точностью и скоростью их реализации.

По разработанным нами проектам уже только в Днепропетровске (Украина) реально построено 127 коттеджей (на момент написания этих строк).

Активно развиваем направление машиностроения. Работаем со многими представителями данного бизнеса.

И наше движение вперед продолжается.

Желаю Вам удачи!

С уважением, Дмитрий Зиновьев

## ВВЕДЕНИЕ

Прошло более 25 лет с тех пор, как компания Autodesk впервые вышла на рынок систем автоматизированного проектирования (САПР). За это время в отрасли многое изменилось.

Мощная технология цифровых прототипов поменяла взгляд профессионалов на проектирование, позволив выстроить весь рабочий процесс вокруг единой цифровой модели (прототипа).

Что такое цифровой прототип? Цифровой прототип является виртуальным опытным образцом готового изделия и служит для его оптимизации и проверки.

Основой таких технологий является программа Autodesk Inventor.

Autodesk Inventor позволяет в кратчайшие сроки создавать конструкции и механизмы различной сложности, благодаря наглядности процесса создания.

Нет больше необходимости прокручивать все в голове, представляя, как будет выглядеть Ваше изделия в законченном виде. Вы это увидите на своем мониторе еще до публикации чертежей и отправки их на производство.

Кроме того, Вы сможете выполнить расчет механизма и подобрать подходящие материалы.

Забудьте о подсчете мелких деталей и компонентов сборки – за Вас это сделает программа и создаст готовую спецификацию автоматически!

В последние годы все более актуальной становится проблема освоения нашими конструкторами программ трехмерного проектирования.

Вы не задумывались над тем, как много времени Вы тратите, прорисовывая в сборке одни и те же детали в различных проекциях? А затем нужно думать, какие детали попадут в разрез, какие линии видимые, а какие нет?

Теперь об этом за Вас будет думать программа Autodesk Inventor, а Вам всего лишь нужно в 2-3 операции создать деталь и вставить ее на свое место в сборке механизма. Также создать наглядную изометрическую проекцию не составит труда.

Благодаря обширной библиотеке компонентов не придется рисовать стандартные детали, такие как прокатные профили, крепежные изделия, подшипники, детали трубопроводов и многие другие. Вы всего лишь открываете библиотеку компонентов, выбираете необходимый типоразмер и размещаете компонент в сборке.

Autodesk Inventor на сегодняшний день является одной из лучших программ для трехмерного проектирования механизмов. С ее помощью можно создавать саму 3D модель, затем выполнять ее анализ и расчет, и в результате создавать чертежи, оформленные по необходимому стандарту, включая ЕСКД.

Благодаря программе Autodesk Inventor можно создавать конструкции и механизмы различной сложности с максимальной точностью и наглядностью.

Ведь проектируя посредством двумерных чертежей, конструктор должен иметь хорошо развитое пространственное мышление, но заказчик не всегда умеет хорошо читать чертежи и из-за этого бывает сложно найти общий язык.

Трехмерное проектирование облегчает создание сложных конструкций благодаря максимальной наглядности процесса и позволяет найти общий язык между конструктором и заказчиком.

При оформлении чертежа в AutoCAD как часто Вы переключаетесь между слоями? Какое количество заготовленных блоков используете для обозначения разрезов, выносок, сварки и прочего?

Теперь можно забыть и об этом! В Autodesk Inventor все аннотации сгруппированы на удобных панелях, а все типы линий группируются на соответствующих слоях. Это намного ускоряет и оформление чертежа.

Бывало ли у Вас такое, что необходимо внести изменения в конструкцию механизма? И даже небольшое изменение влекло за собой исправления на многих связанных с ним чертежах.

В Autodesk Inventor при внесении изменений в 3D модель, соответствующие чертежи изменяются, и Вы не тратите время на их корректировку.

При первом запуске новой программы всегда возникает вопрос: с чего начать? Важно с самого начала пойти по правильному пути и избежать последующих ошибок.

Благодаря данной книге вы поймете с чего начинать проектирование и как создавать детали и сборки наиболее быстрым и правильным способом.

Конечно, создавать 3D модель можно несколькими способами, но правильным будет только тот, на который Вы потратите меньше времени.

Эта книга рассчитана как на людей, которые только начинают осваивать трехмерное проектирование, так и для опытных инженеров, желающих улучшить свои навыки благодаря советам профессионалов.

Благодаря данной книге Вы в кратчайшие сроки освоите принципы работы в программе Autodesk Inventor, сможете создавать свои 3D модели высокой сложности.

Итак, если Вы хотите научиться 3D проектированию, выполнять свою работу качественно и в кратчайшие сроки, быть конкурентоспособным на современном рынке труда, то данная книга – для Вас!

## ОБЗОР ИНТЕРФЕЙСА И НАСТРОЙКА ПРОГРАММЫ

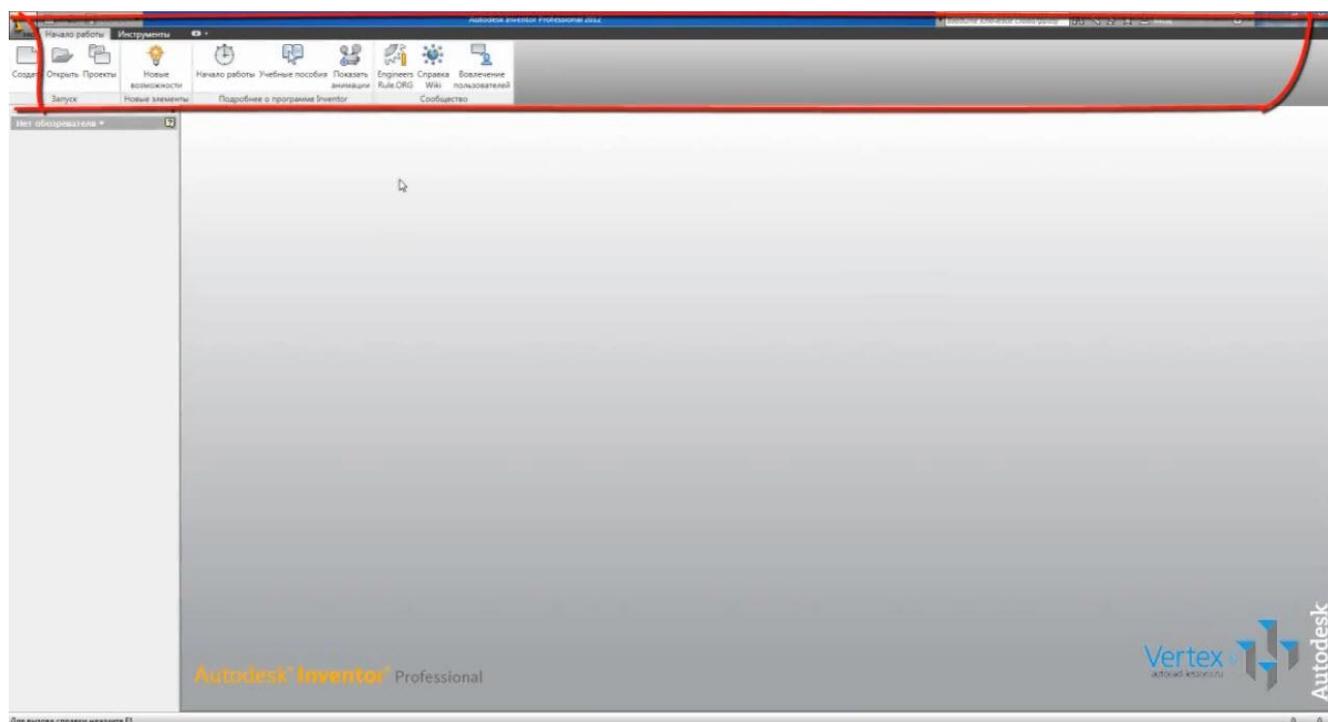
Программа Autodesk Inventor представляет собой параметрическую систему трехмерного проектирования, предназначенную для создания 3d модели, ее анализа и создания двухмерных чертежей.

Вы можете спросить: «Зачем нам создавать 3d модель, если конечная цель – 2d чертеж?». Ответ Вам могут дать опытные пользователи.

Дело в том, что для создания 3d модели и всех необходимых проекций и разрезов изделия требуется почти в три раза меньше времени, чем при черчении традиционным способом, в разы снижается вероятность совершить ошибку. К тому же Inventor позволяет совершать расчет изделия и отдельных его элементов на прочность, выполнять подбор наиболее подходящих материалов, визуализацию работы изделия и многое другое.

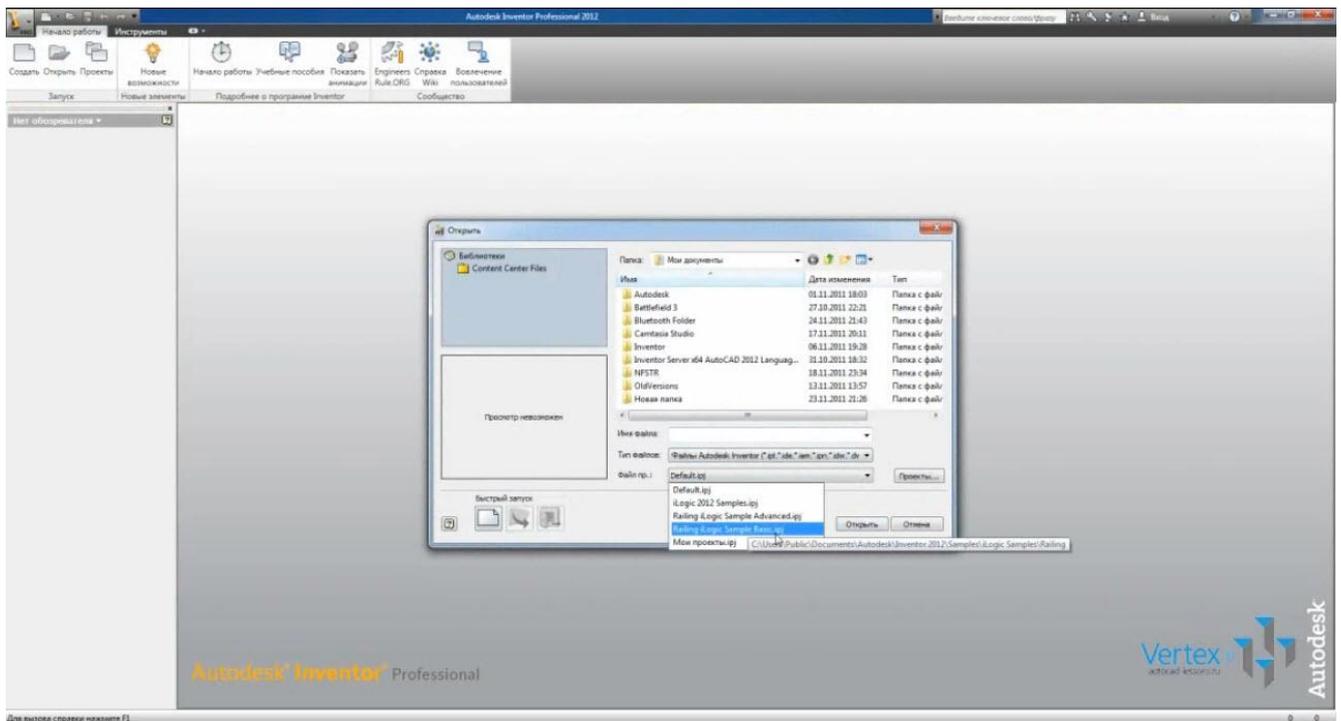
Итак, рассмотрим интерфейс программы Autodesk Inventor.

Основным рабочим пространством является лента:

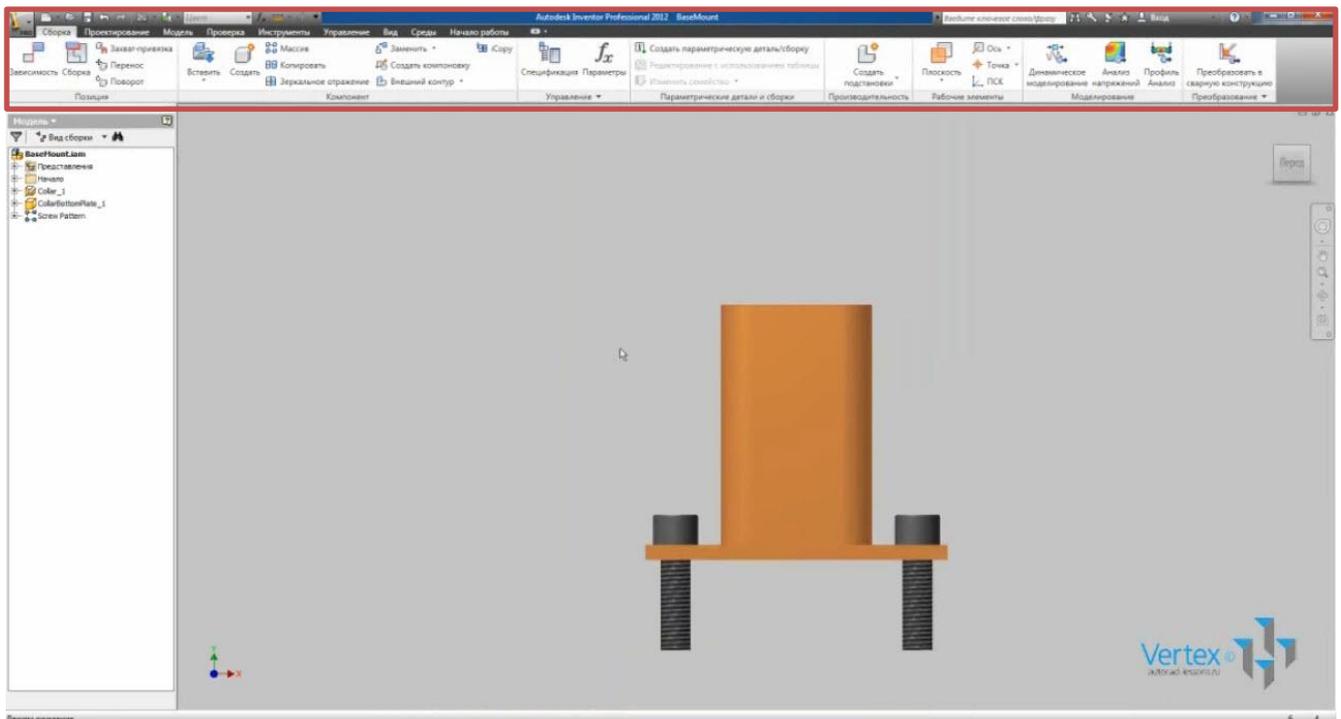


Она по умолчанию отображается в верхней части окна. Функции ленты отображаются при открытии и создании какого-либо файла.

Нажмем «Открыть файл» и в появившемся окне выберем стандартный файл проекта:



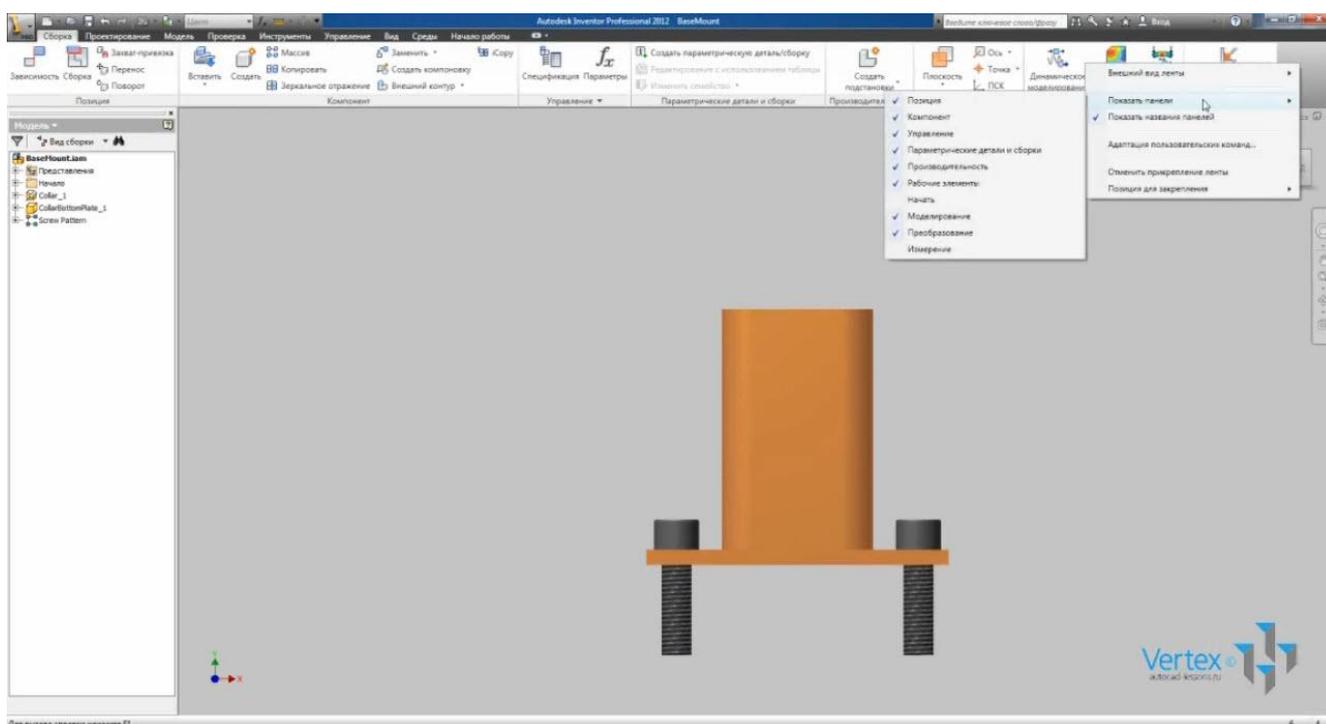
Откроем файл сборки. После открытия файла становятся доступными функции ленты для данного типа файлов. Они отличаются для деталей сборок и чертежей.



Лента представляет собой палитру инструментов, на которой отображаются кнопки и элементы управления, используемые при работе с бета-чертежами, для 3d моделирования, просмотра и визуализации.

Лента состоит из набора панелей, размещенных на вкладках. Вкладки имеют название, соответствующее их назначению. На некоторых панелях ленты имеются стрелки раскрывающихся меню. Наличие стрелки раскрывающегося меню показывает, что имеются дополнительные команды, относящиеся к данной панели. Доступ к этим командам можно получить, нажав на стрелку.

На ленте могут быть отображены не все панели. Для того чтобы показать скрытую панель, нужно перевести курсор на свободное место ленты и нажать на правую кнопку мыши и выбрать «Показать панели»:

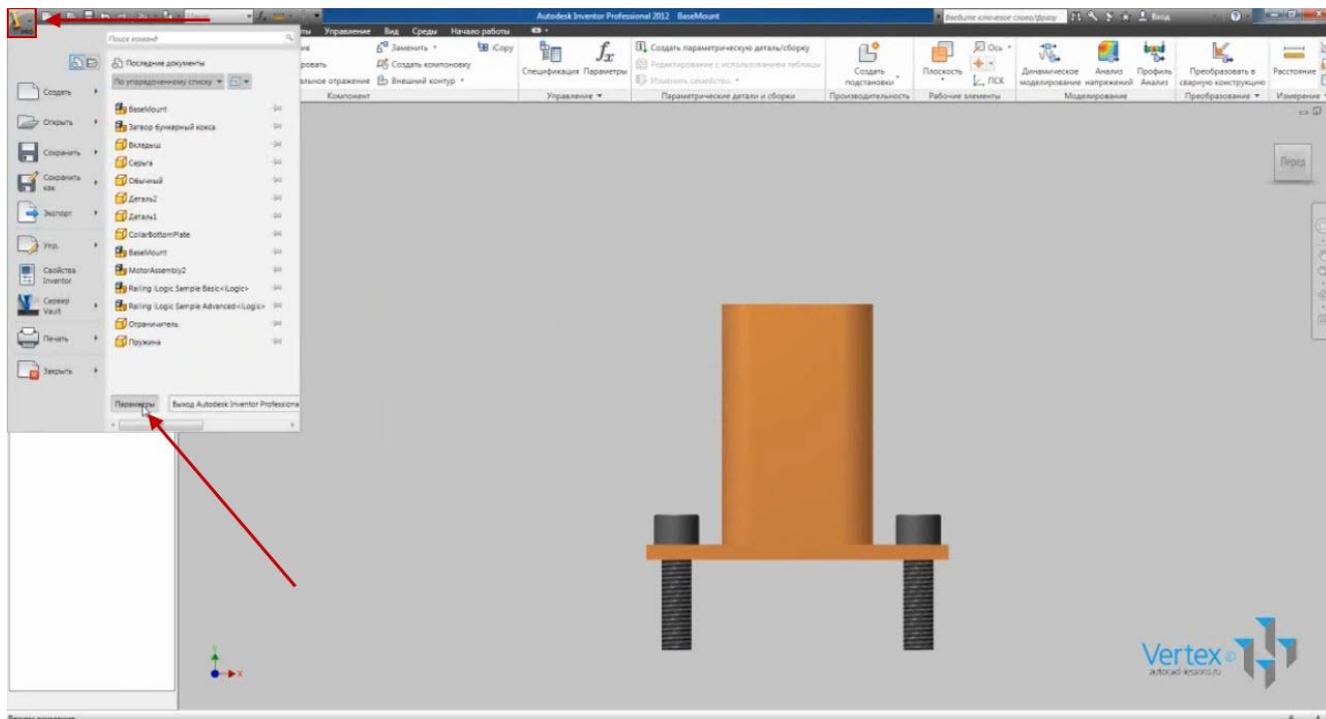


Чтобы показать скрытую панель, ставим галочку возле имени панели.

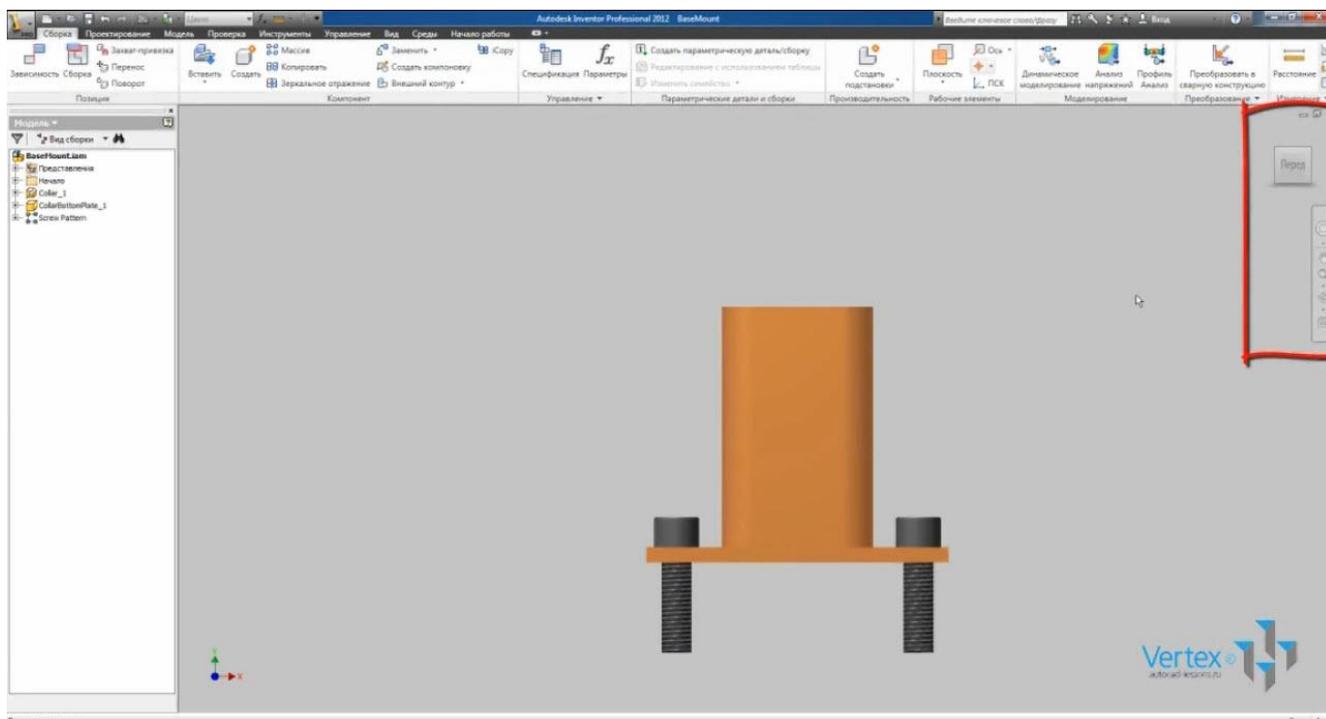
Для многих команд ленты имеются расширенные подсказки, которые отображают информацию о взаимодействии команд. Изначально отображаются имя и краткое описание команды. Если курсор мыши удерживать над командой, то подсказка расширяется и отображается дополнительная информация.

Некоторые подсказки являются пронумерованными. Также в скобках возле имени команды указана «горячая» клавиша для этой команды, т.е. не обязательно переключаться по ленте в поисках нужной команды. Достаточно запомнить «горячую» клавишу для этой команды. Например, если нажать клавишу «P», откроется окно для вставки малого компонента.

Если у Вас отключены подсказки, их можно включить. Заходим в «Параметры» и на вкладке «Общие» осуществляется управление подсказками:



Основными элементами навигации являются «Видовой куб» и «Панель навигации», которые по умолчанию находятся в правом верхнем углу:



Для приближения или удаления, применяется колесо мыши.

«Куб» служит для переключения между стандартными и изометрическими видами модели. При наведении курсора на «Куб», он становится активным. Переключение между видами осуществляется путем нажатия стрелок или нажатием на соответствующие стрелки «Куба». Поворот вида на 90° осуществляется путем нажатия стрелок в верхнем углу «Куба». В контекстном меню «Куба» можно построить «Куб». Можно выбрать его положение, размер и другие настройки.

«Панель управления»:

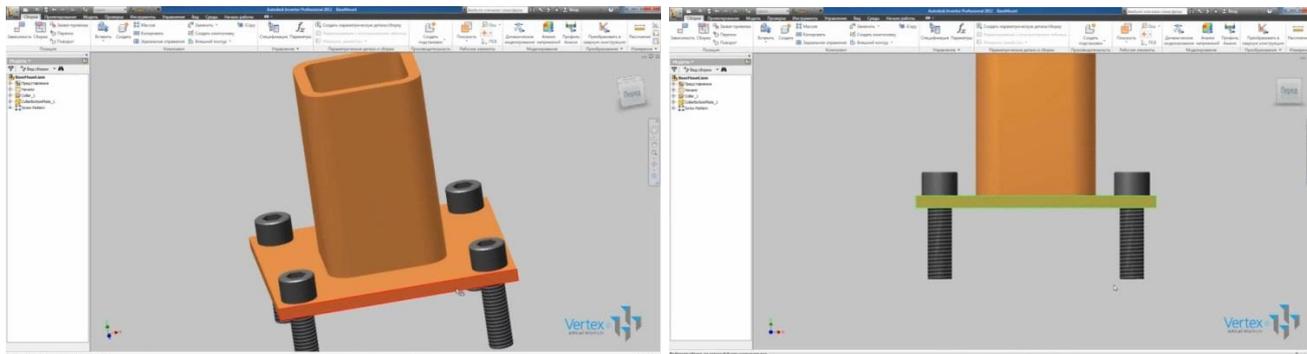


Основная функция: «Панорамировать» – перемещение вида в любом направлении и плоскости. Функцию «Панорамировать» можно также вызывать нажатием на колесо мыши.

Следующая функция: «Показать все». Как понятно из названия, размещает на экране все видимые объекты.

Следующая функция: «Свободная орбита». Это вращение объекта вокруг оси экрана или центра с помощью курсора. Для выбора оси вращения, нужно подвести курсор к соответствующему отрезку оси, для свободного вращения удерживаем левую клавишу мыши. Положение курсора определяет центр вращения.

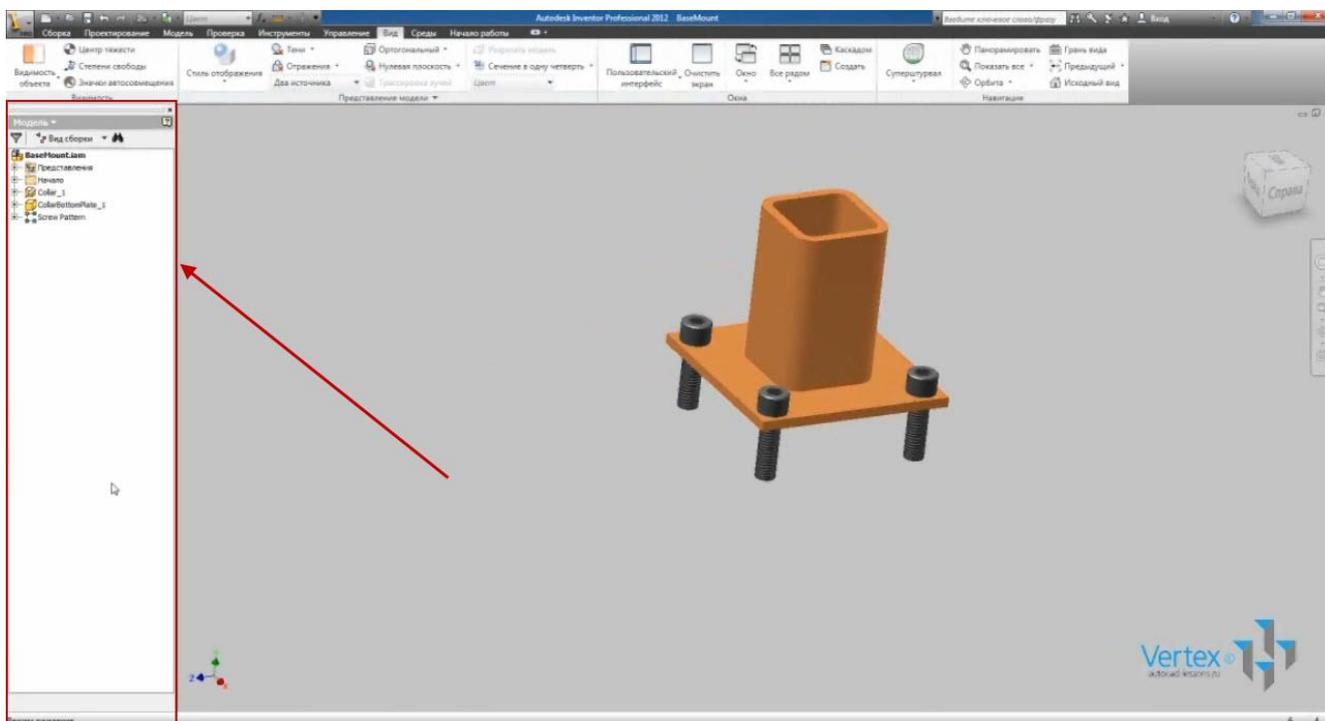
Следующая функция: «Вид грани» – проецирование выбранной плоскости параллельно экрану или выбранной линии параллельно горизонту.



Функция «Супер штурвал» – по сути, повторение вышеперечисленных функций, которые находятся на одной панели с некоторыми дополнениями.

Чтобы скрыть или отобразить «Видовой куб» или «Панель управления», перейдите во вкладку «Вид», панель «Окна» – «Пользовательский интерфейс» и снимите/поставьте соответствующие галочки.

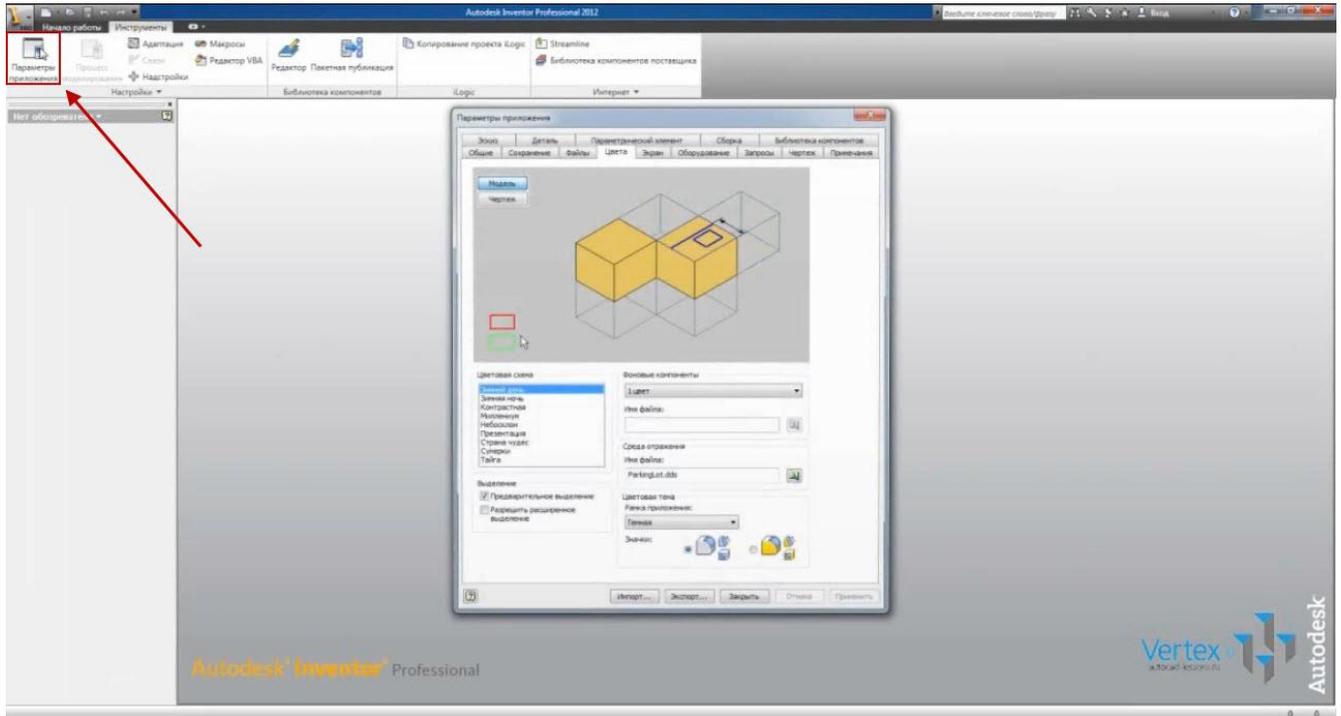
В левой части экрана находится браузер:



Здесь последовательно отображаются все операции, проводимые с изделием. Работу с браузером более подробно рассмотрим ниже.

Закроем эту деталь и произведем некоторые настройки приложения.

На вкладке «Инструменты» откроем «Параметры приложения»:



Здесь на вкладке «Общие» помимо управления подсказками можно также указывать действия при запуске: открывать определенные файлы или создавать файл, также есть возможность указать имя пользователя.

На вкладке цвета можно указать внешний вид программы, выбрать фоновый цвет или рисунок, задать тему приложения и цвет значков: серый или желтый.

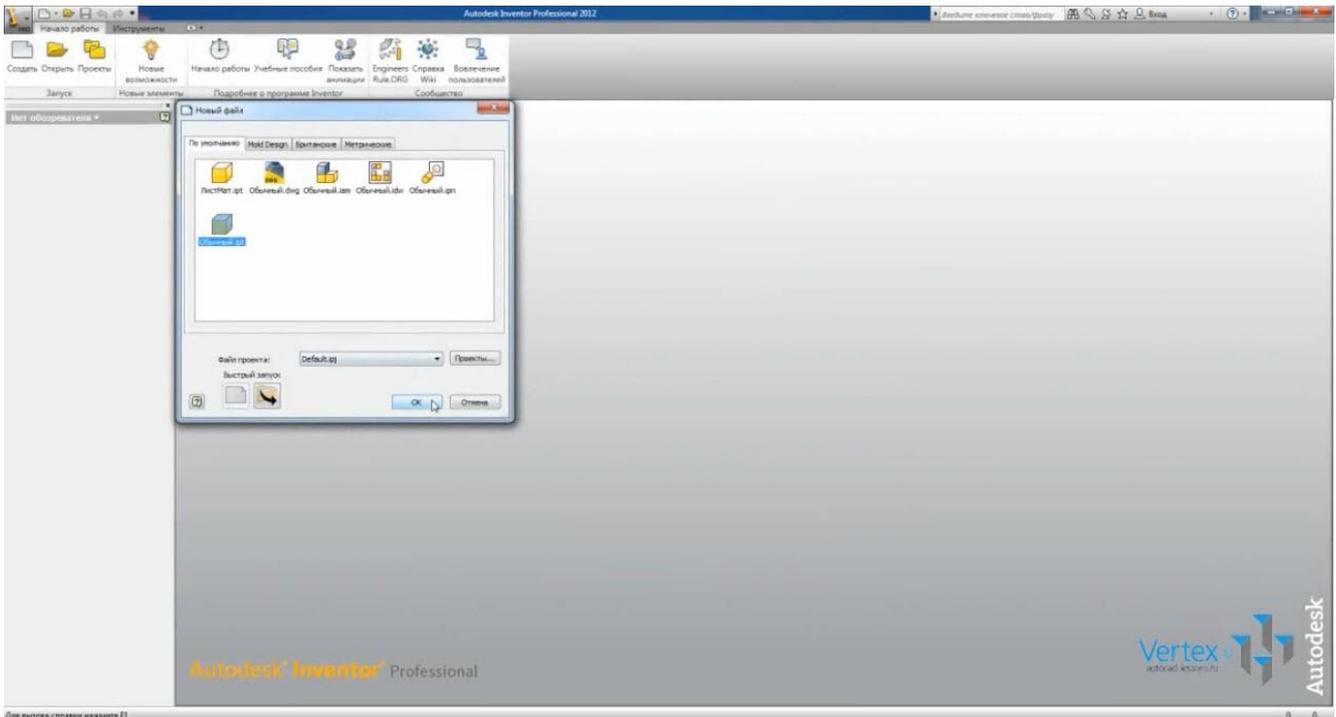
Чтобы сохранить настройки, нажмем «Применить».



На вкладке «Деталь» по умолчанию установлено автоматическое создание эскизов в плоскости XY. Можно указать другие плоскости создания эскиза или не создавать эскиз.

Выберем «Не создавать эскиз», чтобы вручную указать плоскость эскиза.

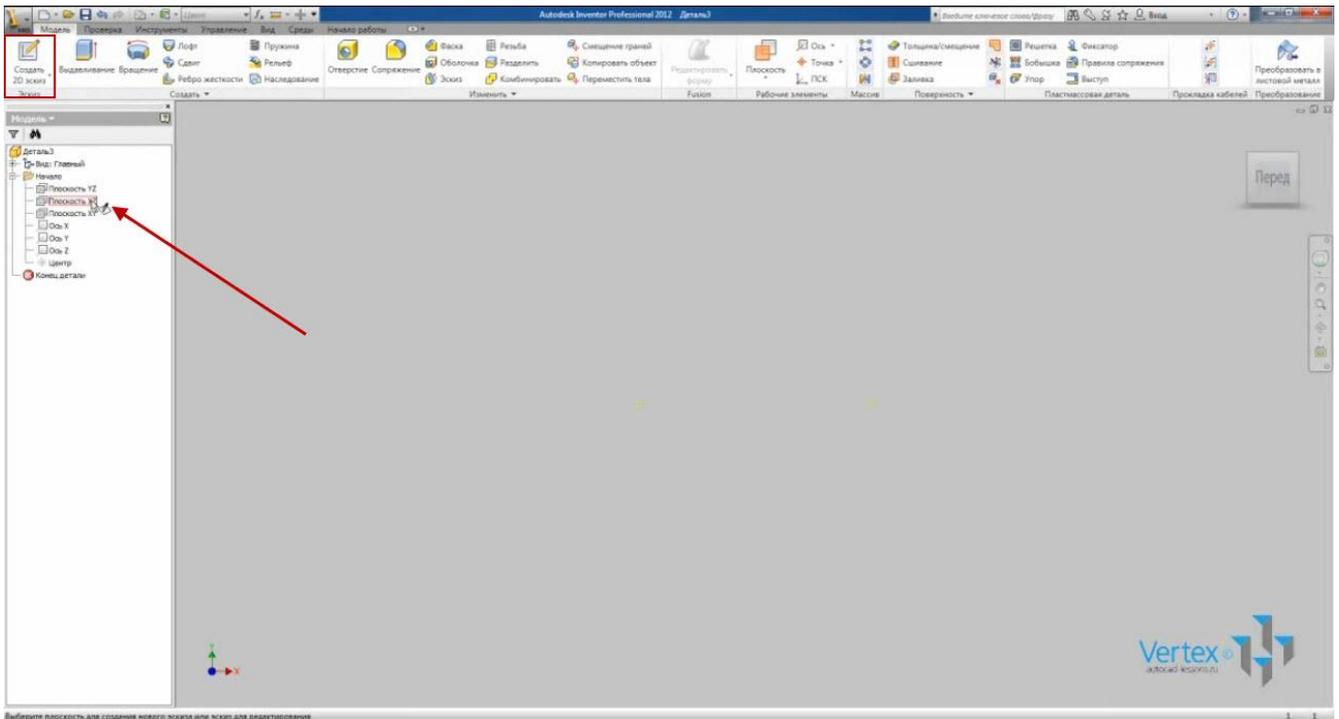
Создадим файл детали. Нажмем «Создать» и укажем файл проекта Default. Выбираем файл детали «Обычный.ipt»:



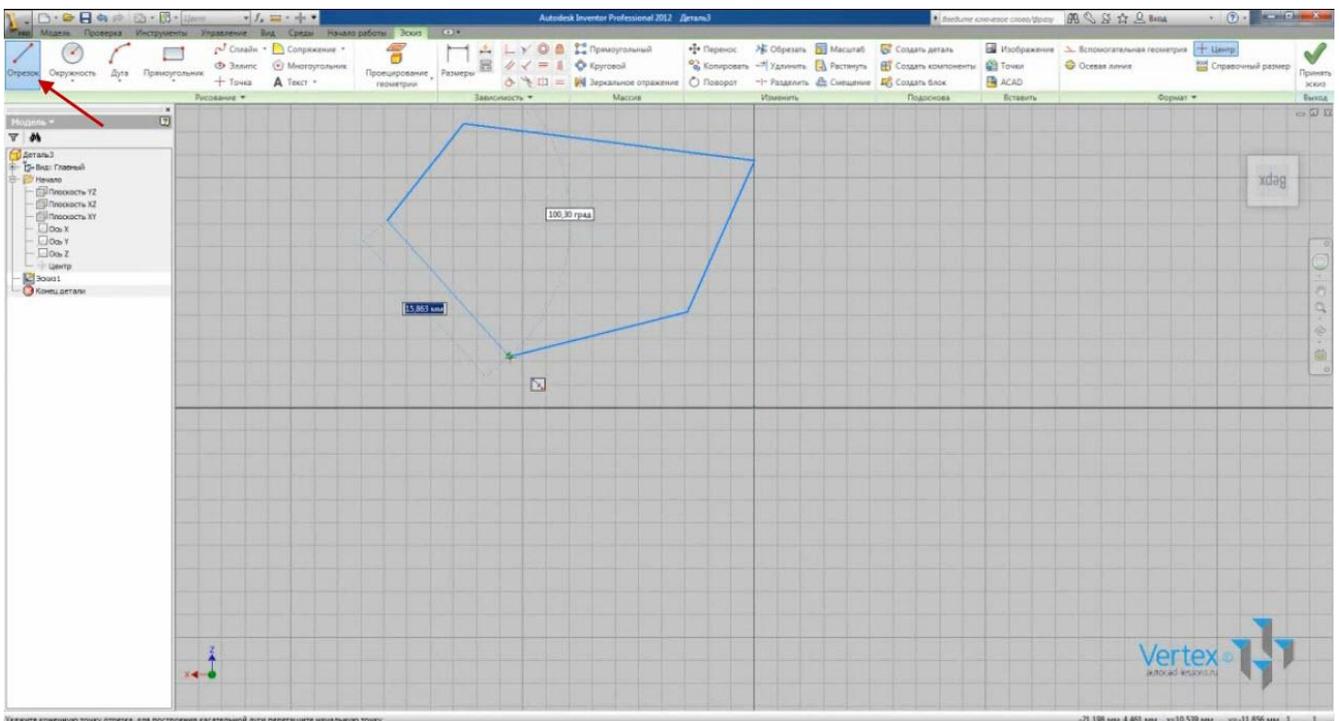
Нажимаем «Ок».

В открывшемся файле нажимаем функцию «Создать эскиз».

Теперь нужно выбрать плоскость для создания эскиза. В браузере раскроем папку «Начало». В ней находятся плоскости и координатные оси. Выбираем плоскость XY:



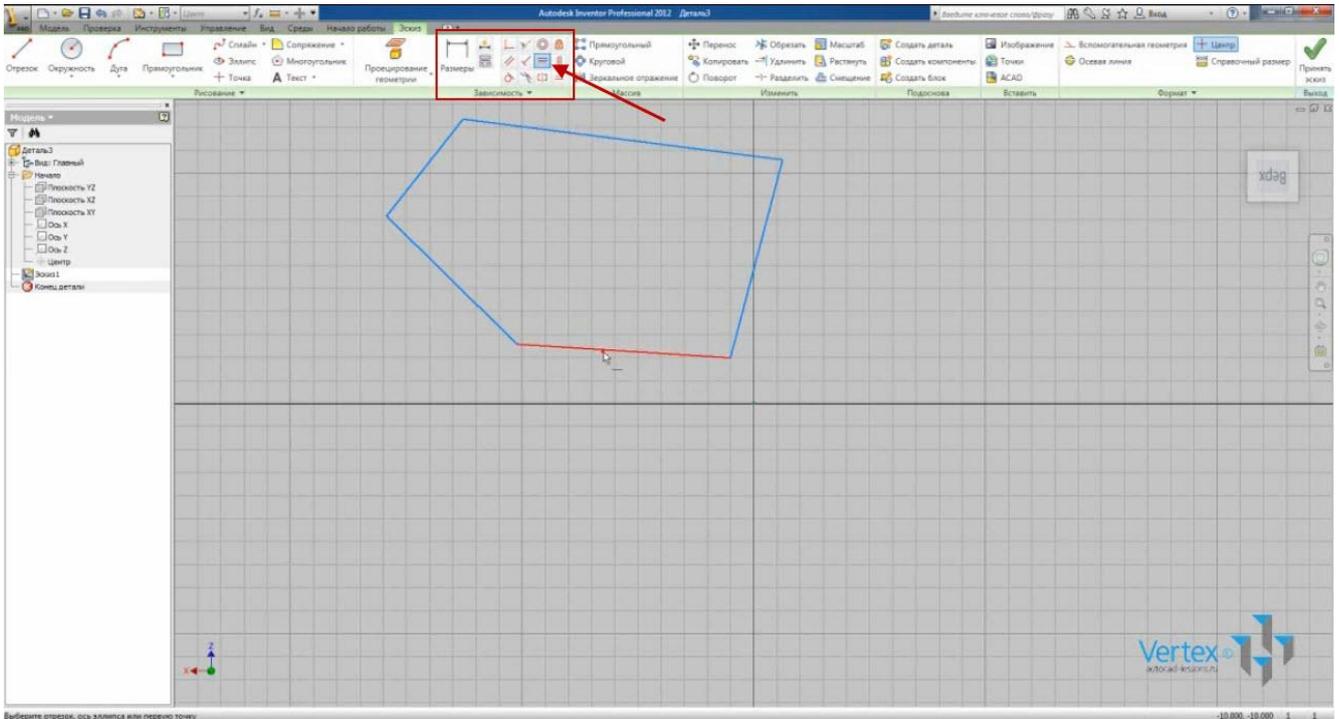
Создадим произвольную фигуру из пяти отрезков, стараясь располагать их не горизонтально и не вертикально, также не параллельно и не перпендикулярно между собой. Конец последнего отрезка подведем к началу первого, при этом появляется зеленая точка – привязка. Завершим создание отрезков нажатием клавиши Esc.



Концы полученных отрезков связаны между собой зависимостью совмещения. Мы можем это видеть, потянув левой кнопкой мыши за любой отрезок или конец отрезка.

Теперь наложим некоторые зависимости для отрезков.

Зададим «Зависимость горизонтальности» для нижнего отрезка.

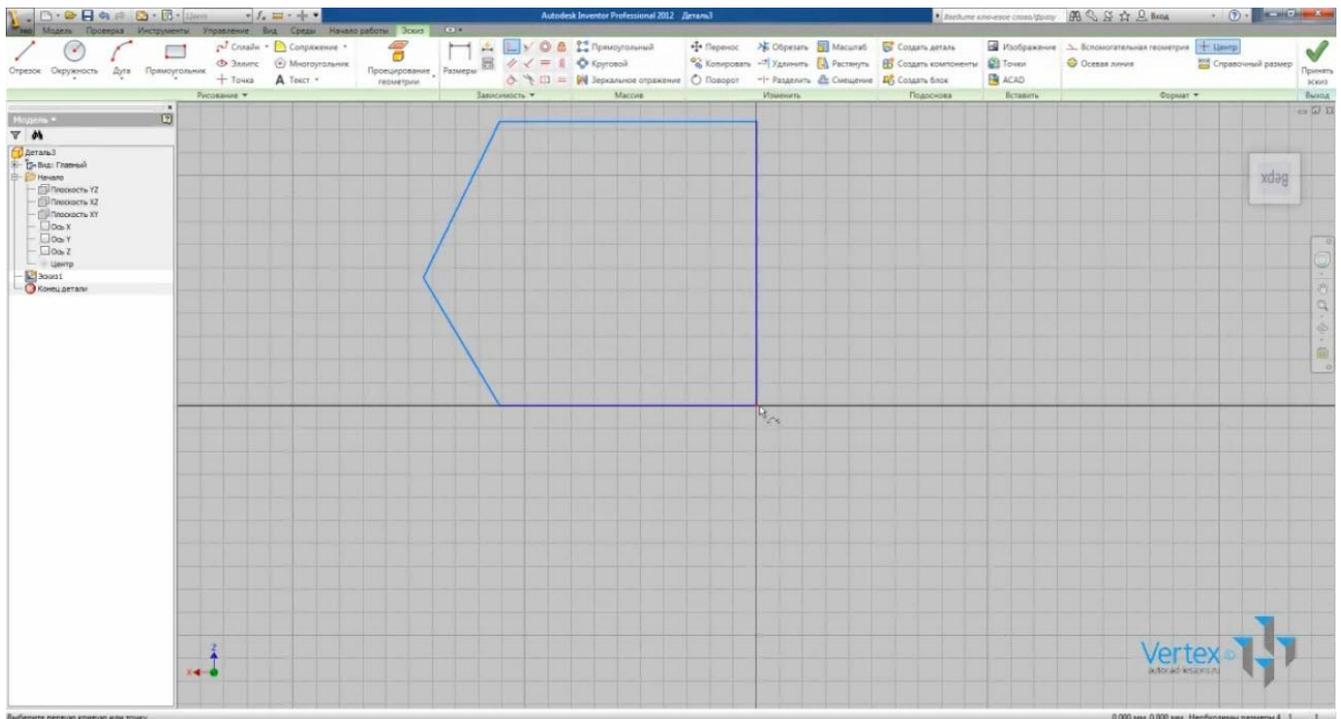


Далее – перпендикулярность нижнего и правого отрезков.

Также зададим параллельность для нижнего и верхнего отрезков.

И укажем равенство нижнего и верхнего отрезков. Зависимость равенства указывает, что данные отрезки будут равной длины.

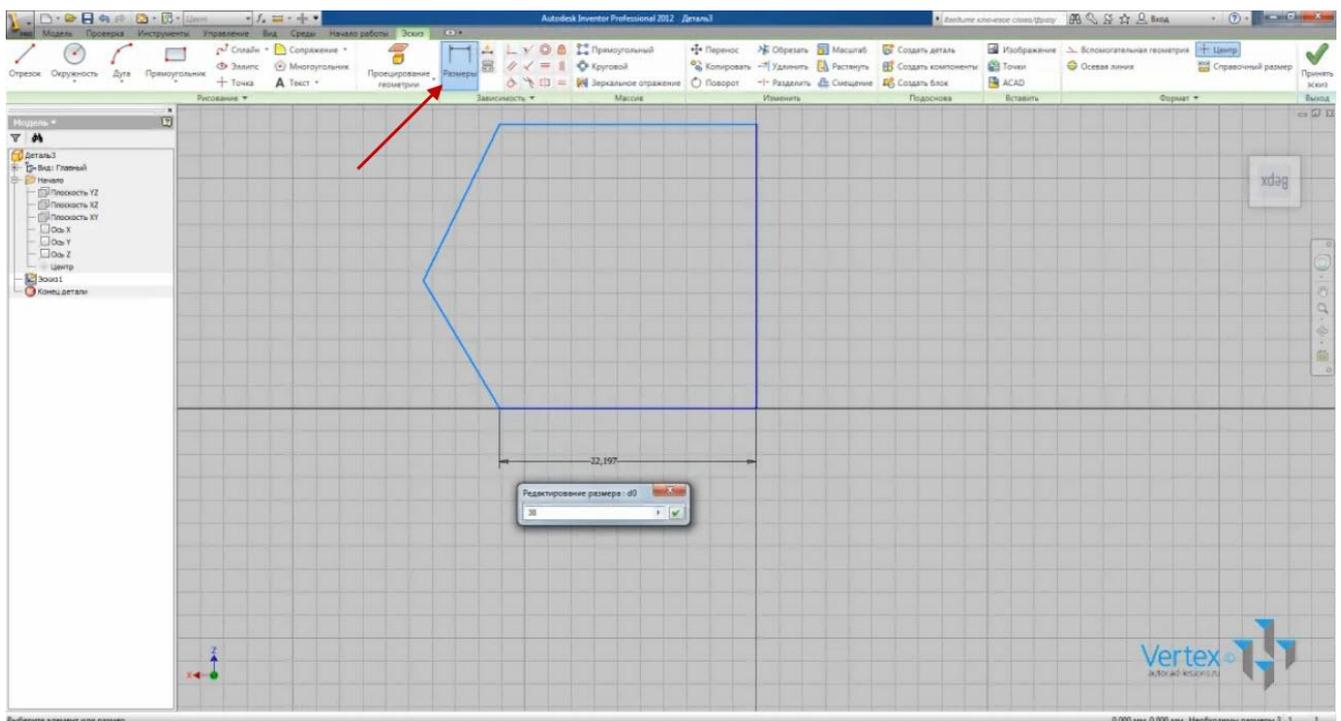
Укажем зависимость совмещения правой нижней точки с началом координат.



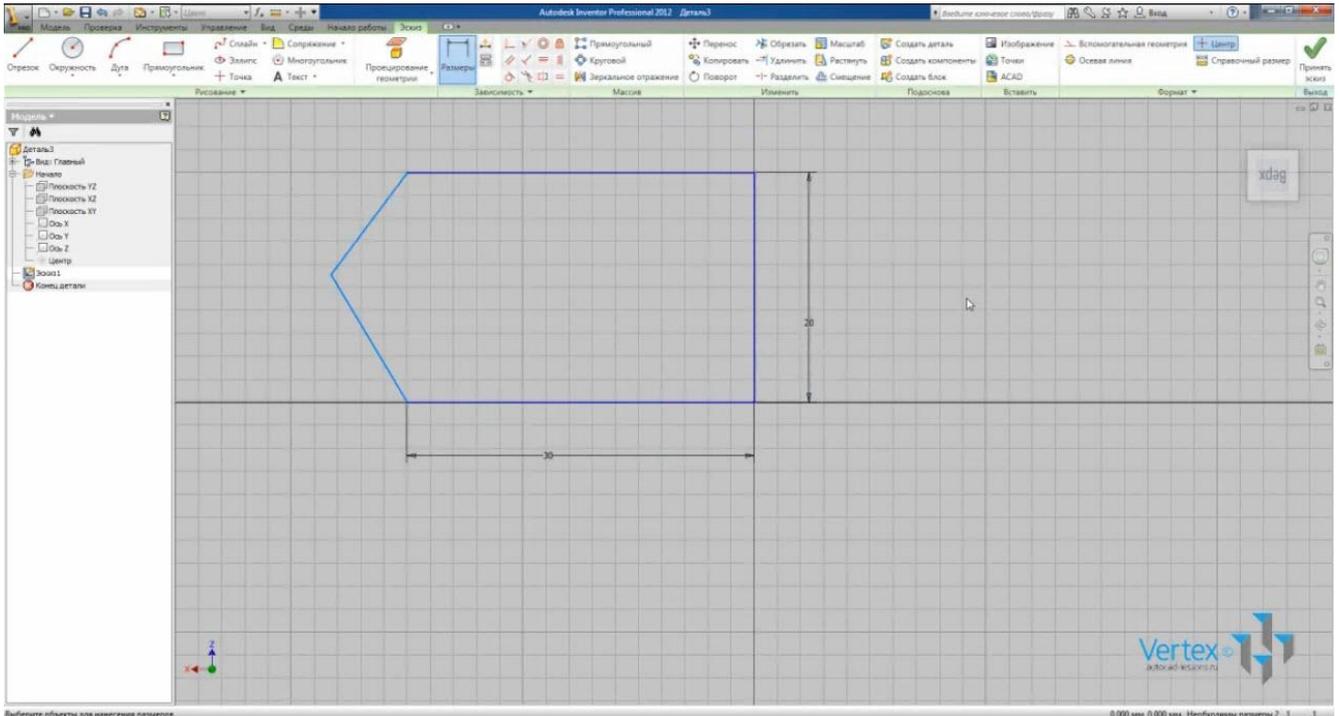
Положение правого и нижнего отрезков – определено. Поэтому они поменяли свой цвет на синий.

Их длина по-прежнему может меняться, т.к. не заданы размерные зависимости.

Зададим размеры для данного эскиза. Выберем функцию «Размер». Размер отрезка можно указывать, нажав на сам отрезок или на его конечные точки:



Укажем размер нижнего отрезка – 30, правого отрезка – 20.



Если мы захотим указать размеры для верхнего отрезка, программа выдаст предупреждение о том, что этот размер будет лишним т.к. существует зависимость равенства верхнего и нижнего отрезков.

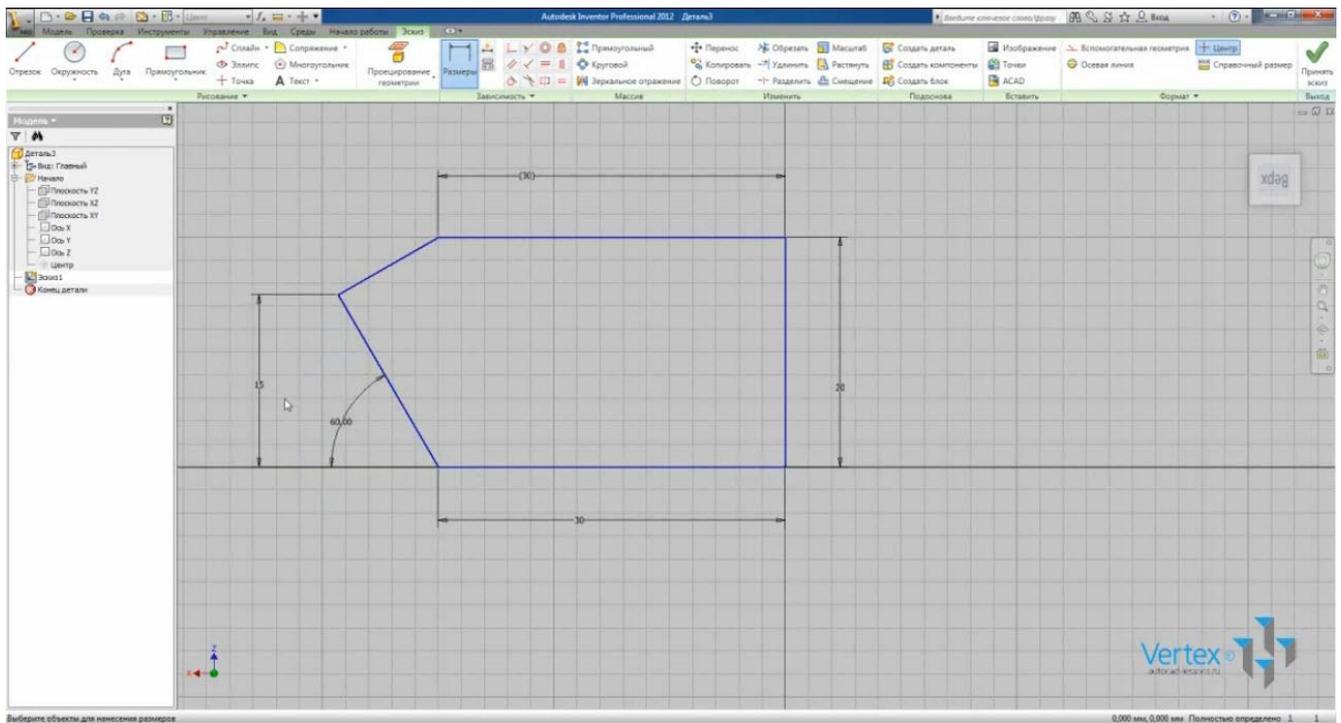
Данный размер может быть проставлен только как справочный.

Итак, зависимости размеров и положения трех отрезков – заданы. Они отображены синим цветом.

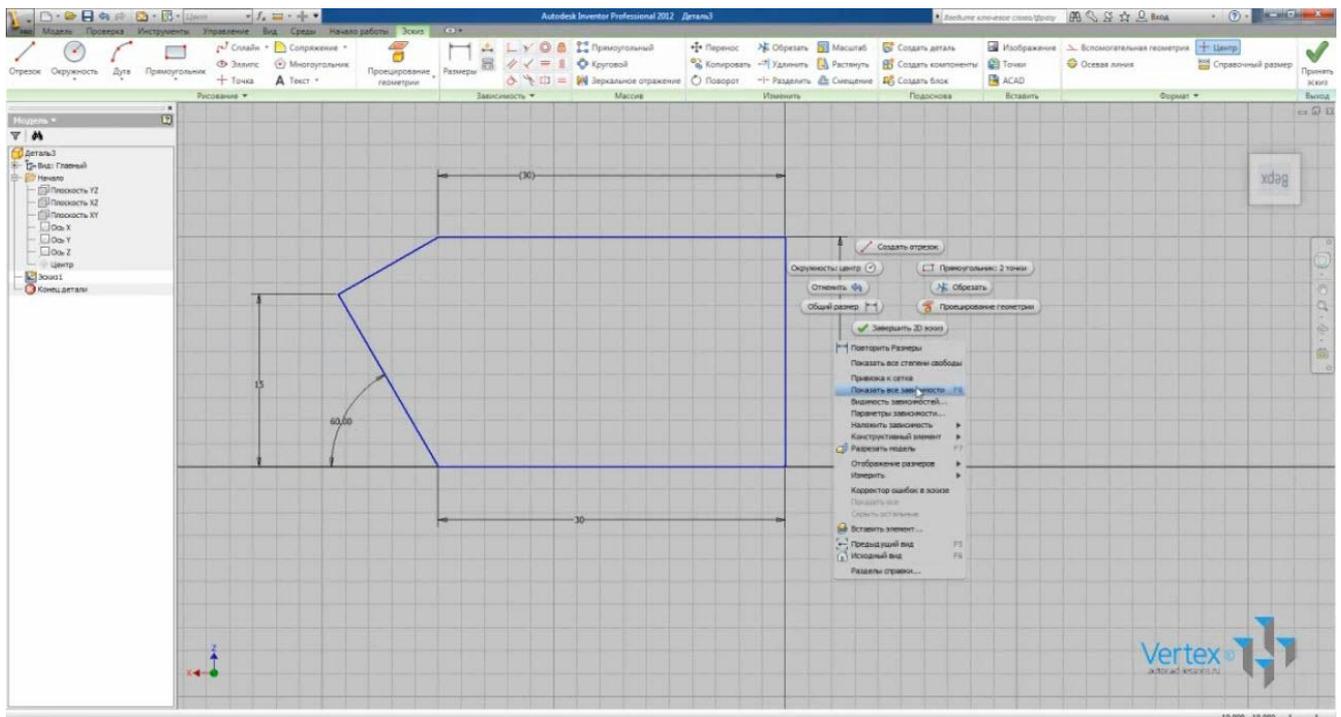
Выберем функцию «Размер» и укажем угол наклона левого отрезка. Для этого нажмем на сам отрезок и на нижний отрезок. Выберем положение угла – слева. Укажем угол -  $60^\circ$ .

Можно также указать размер отрезка по высоте и ширине. А также длину отрезка. Укажем размер по высоте – 15 мм.

Теперь положение эскиза полностью определено и все отрезки выделены синим цветом.

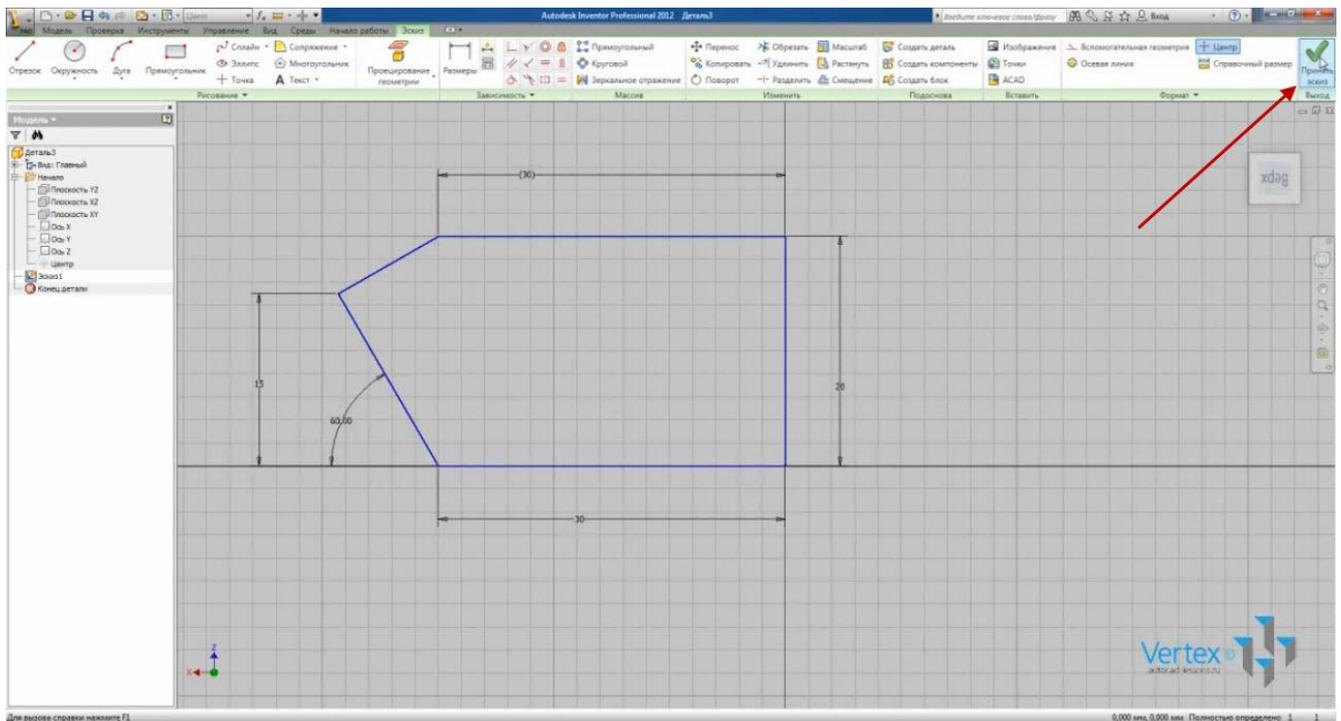


Увидеть все наложенные зависимости можно нажав по свободному месту правой кнопкой мыши и выбрать показать все зависимости:



Также можно скрыть зависимости.

Принимаем эскиз и сохраним файл под именем «Деталь 1».



Закроем этот файл.

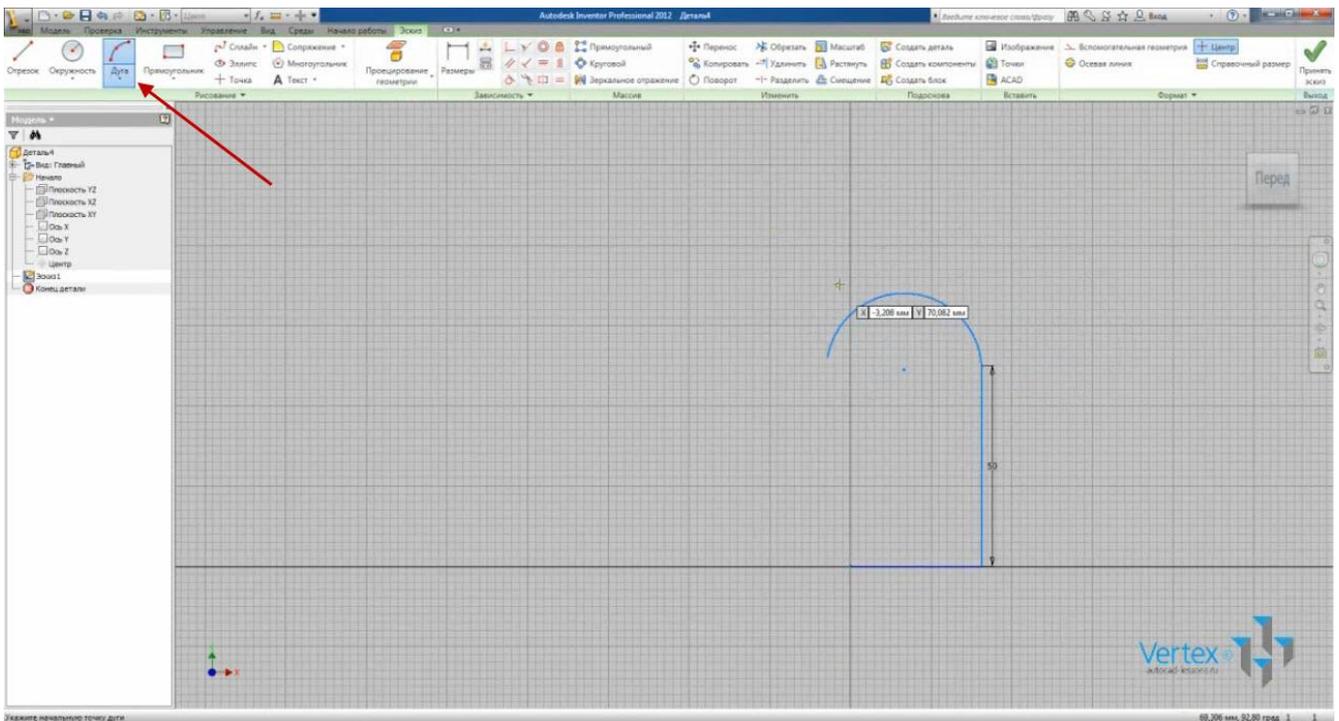
Наложение зависимостей может осуществляться также автоматически.

Создадим новую деталь и создадим эскиз в плоскости XY.

Создадим отрезок. Начало отрезка подведем к началу координат до появления зеленой точки. Это срабатывает привязка «Зависимость совмещения». Вторую точку отрезка визуально располагаем горизонтально – видим возле курсора мыши знак зависимости горизонтальности. Создаем отрезок.

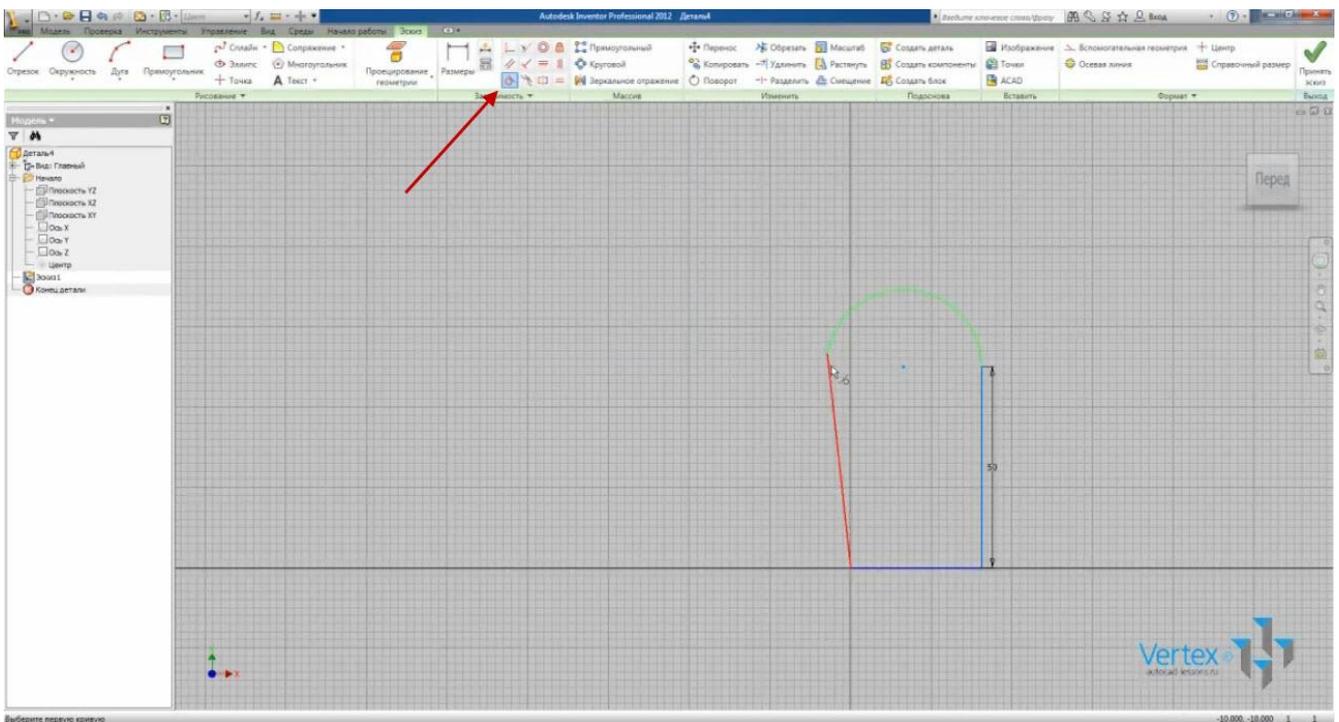
Второй отрезок направим вертикально вверх. Срабатывает привязка вертикальности или перпендикулярности в зависимости от приоритета расстановки зависимостей. Вторую точку не указываем и введем с клавиатуры длину отрезка 50 мм.

Построим дугу, начальная точка которой будет в конце отрезка. При этом указываем начальную точку, конечную точку и радиус.



Замкнем контур отрезком.

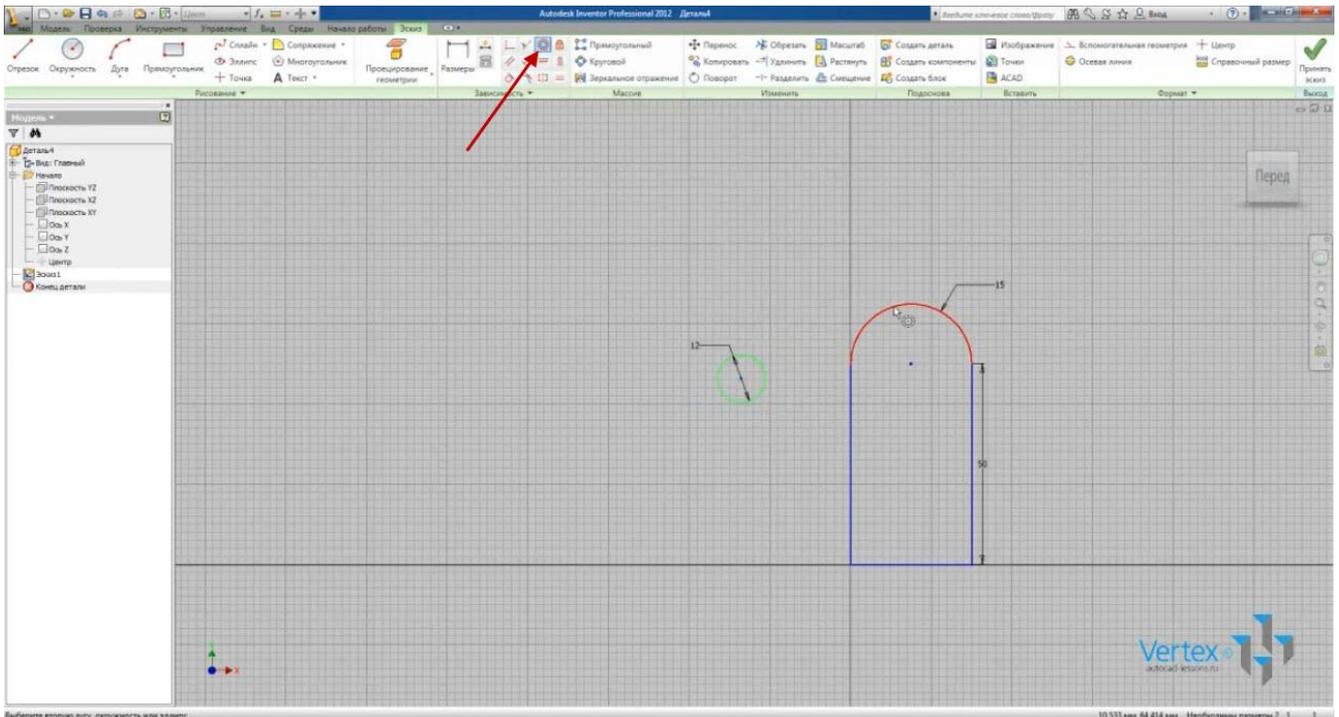
Зададим касательность дуги и смежных отрезков.



Для левого отрезка укажем зависимость вертикальности.

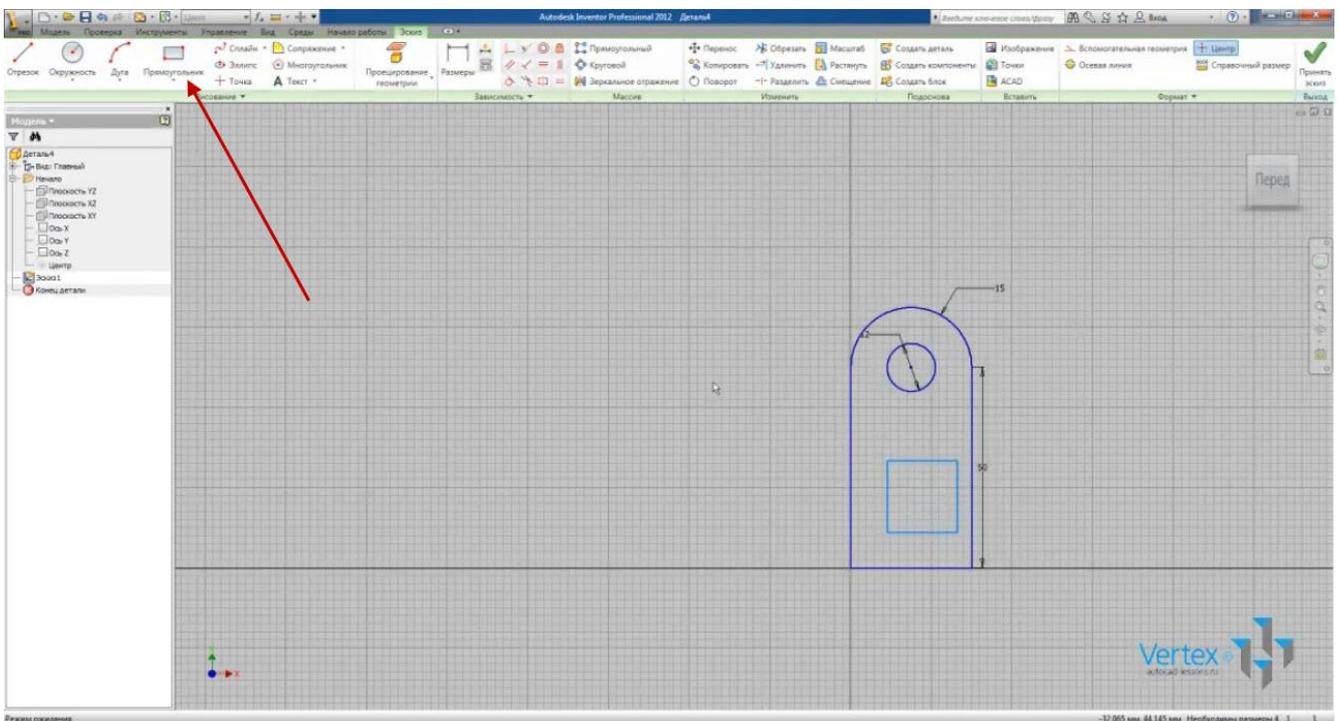
Создадим окружность в произвольном месте диаметром 12 мм – ставим точку центра и указываем с клавиатуры радиус 12 мм, нажимаем Enter.

Зададим ей зависимость концентричности с дугой.



Внутри этого эскиза рисуем прямоугольник.

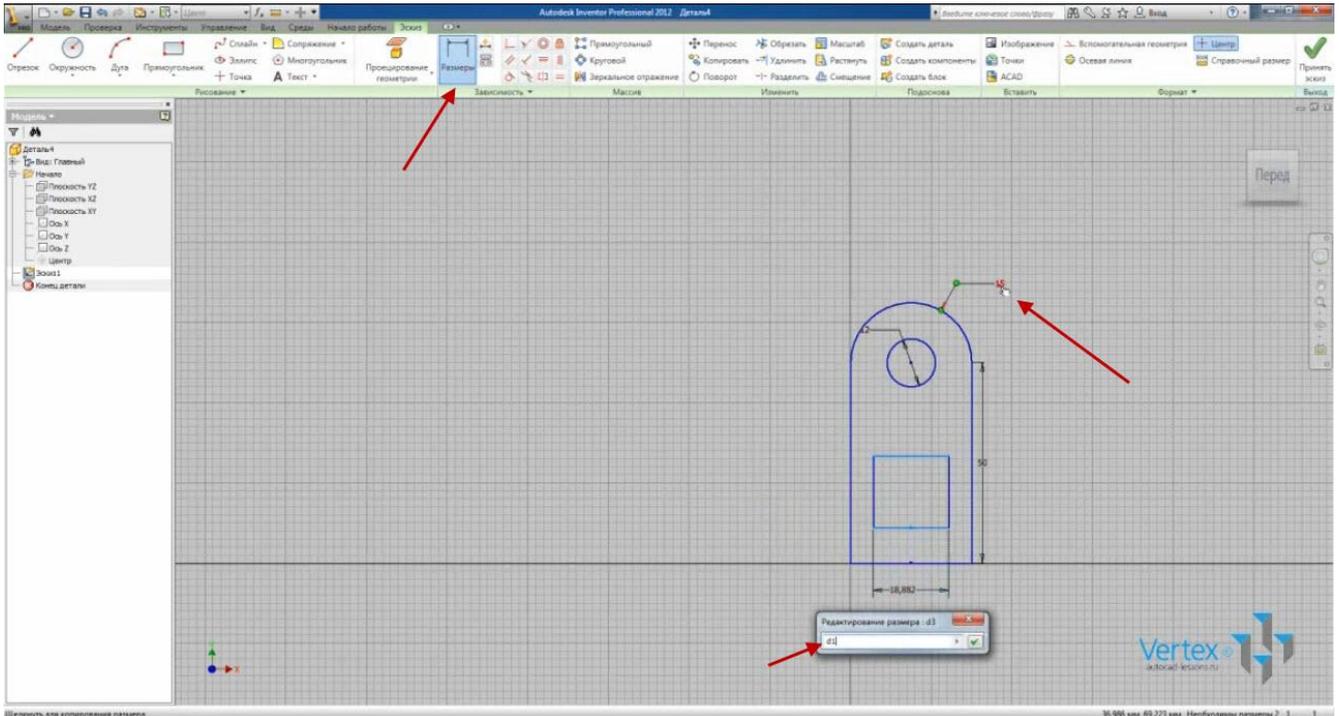
В нем уже созданы зависимости параллельности и равенства противоположных объектов, а также перпендикулярности смежных.



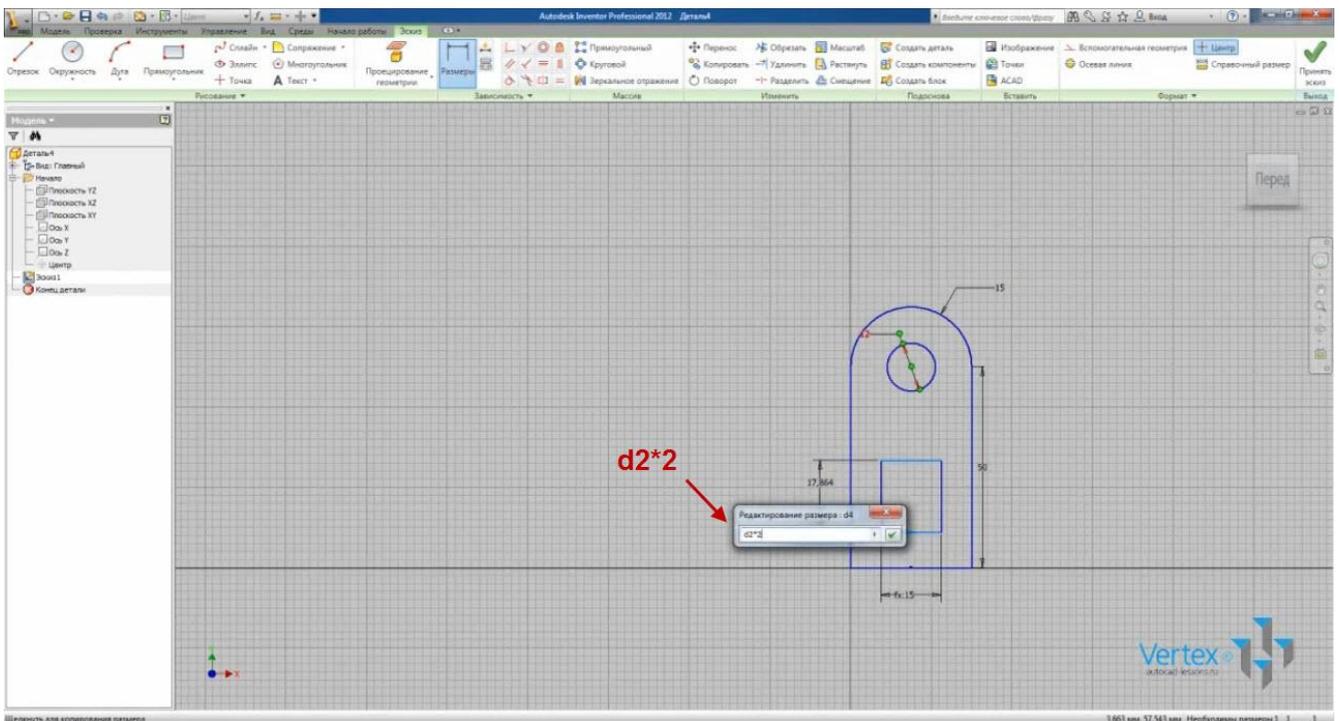
Зададим зависимость вертикальности средней точки прямоугольника и нижнего отрезка. Прямоугольник разместился симметрично эскизу.

В качестве размеров можно указать выражение с использованием других размеров эскиза.

Укажем, что ширина прямоугольника равна радиусу дуги.



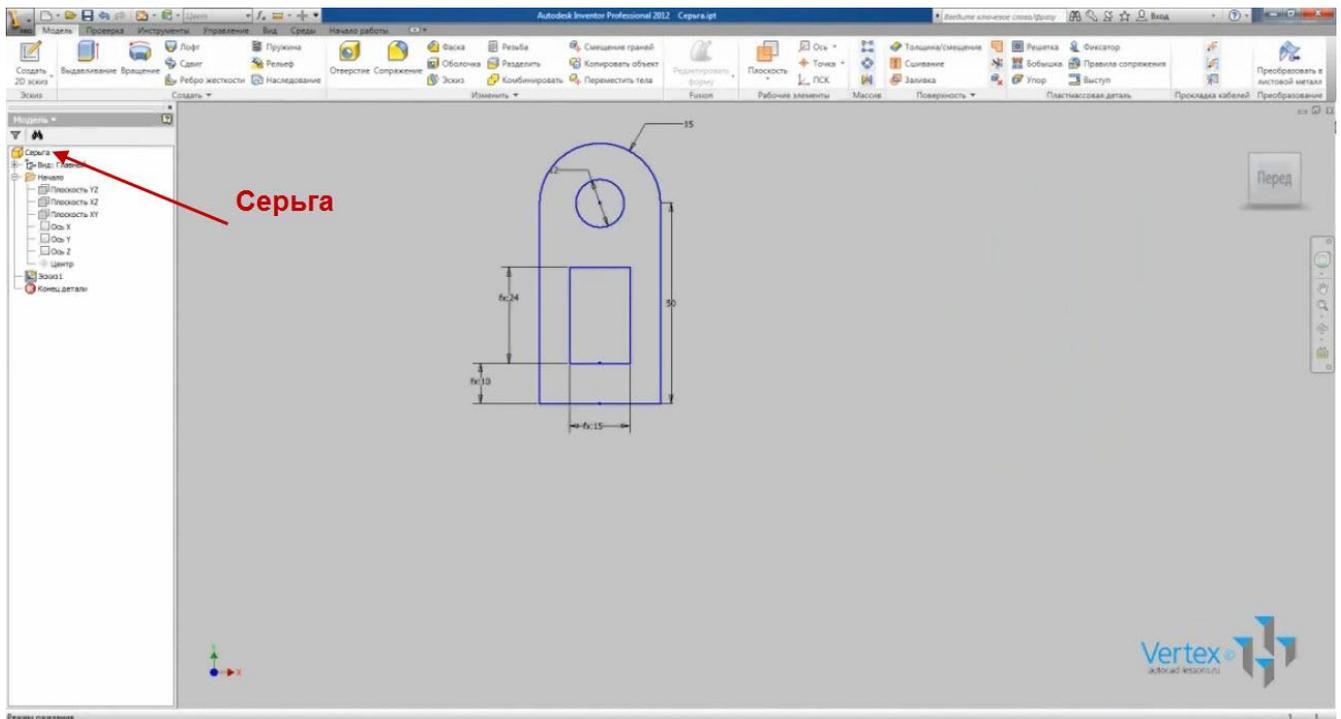
Высоту прямоугольника сделаем равной двум диаметрам окружности:



Укажем расстояние от нижней линии до прямоугольника равной высоте вертикального отрезка, деленной на 5.

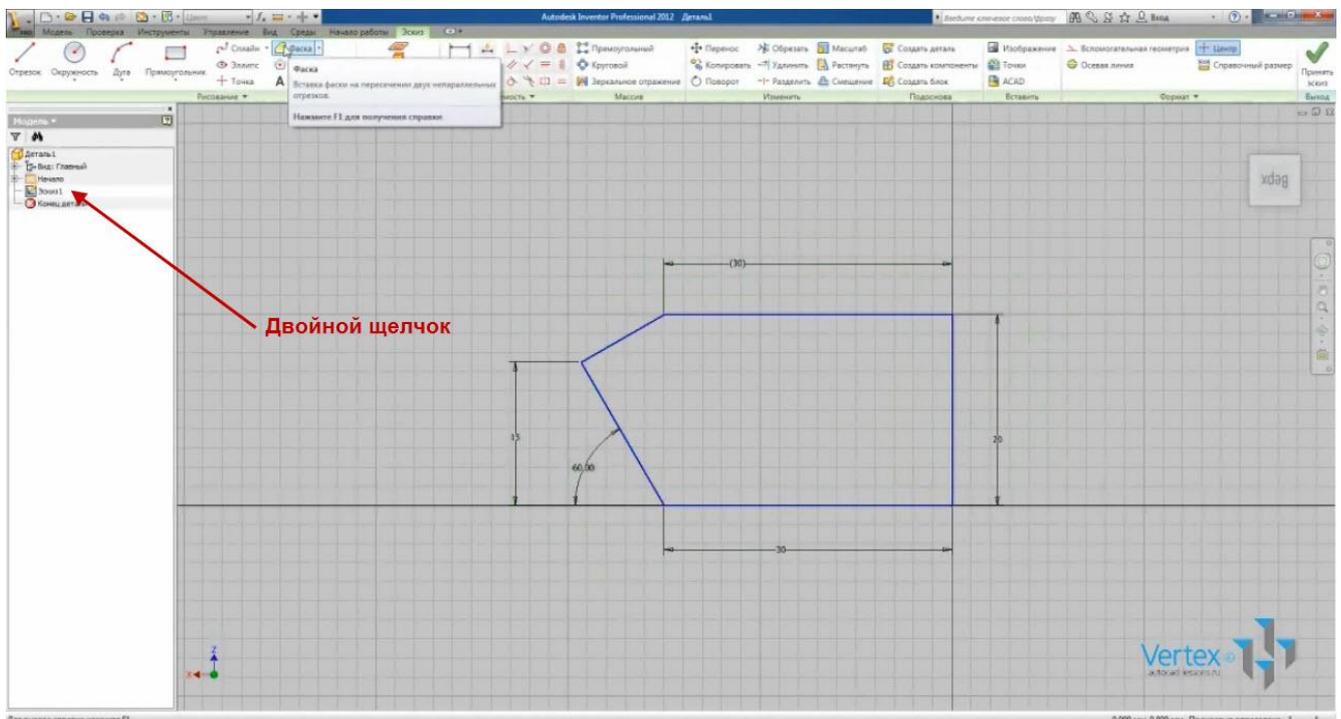
Нажимаем на ленте «Принять эскиз».

Изменим имя детали на «Серьга». И сохраним деталь.

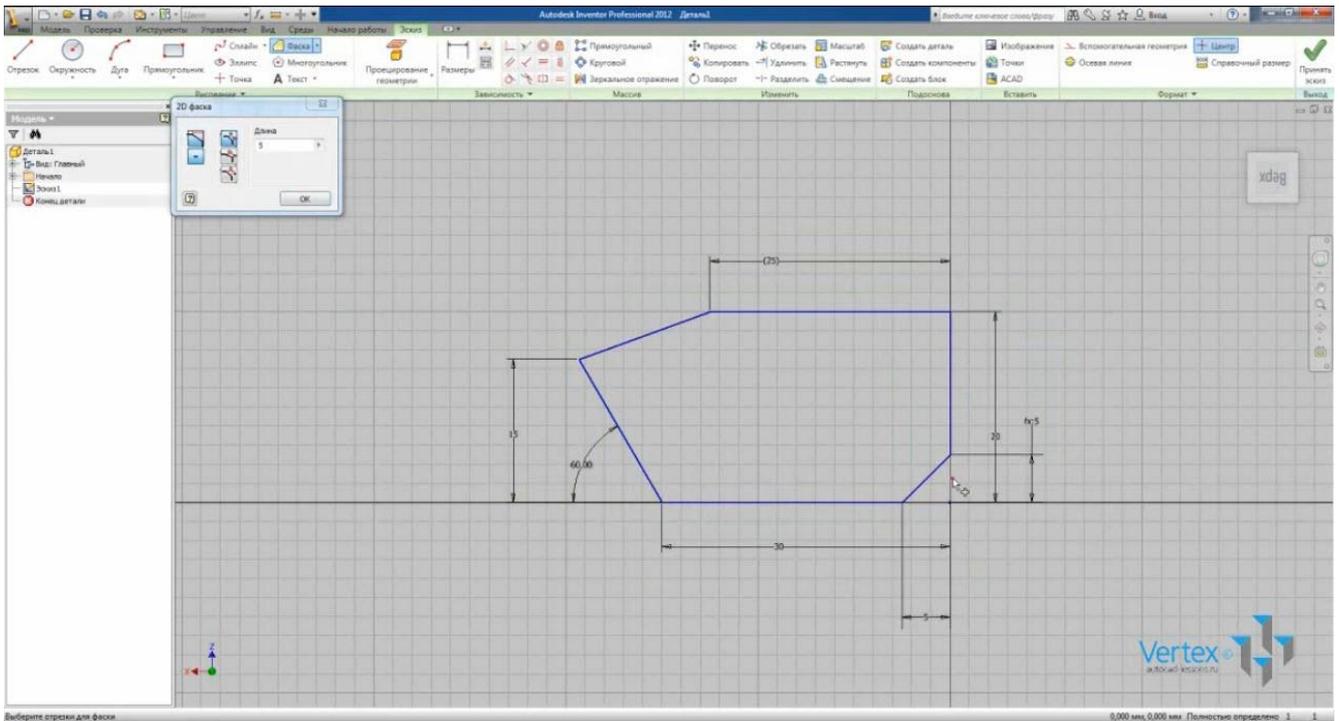


В эскизе можно также выполнять фаски и сопряжения.

Откроем нашу первую деталь «Деталь 1». В браузере сделаем двойной щелчок по эскизу, чтобы он открылся для редактирования. При этом на ленте становится доступно меню эскиза.



Сделаем фаску 5 мм для нижнего правого угла:

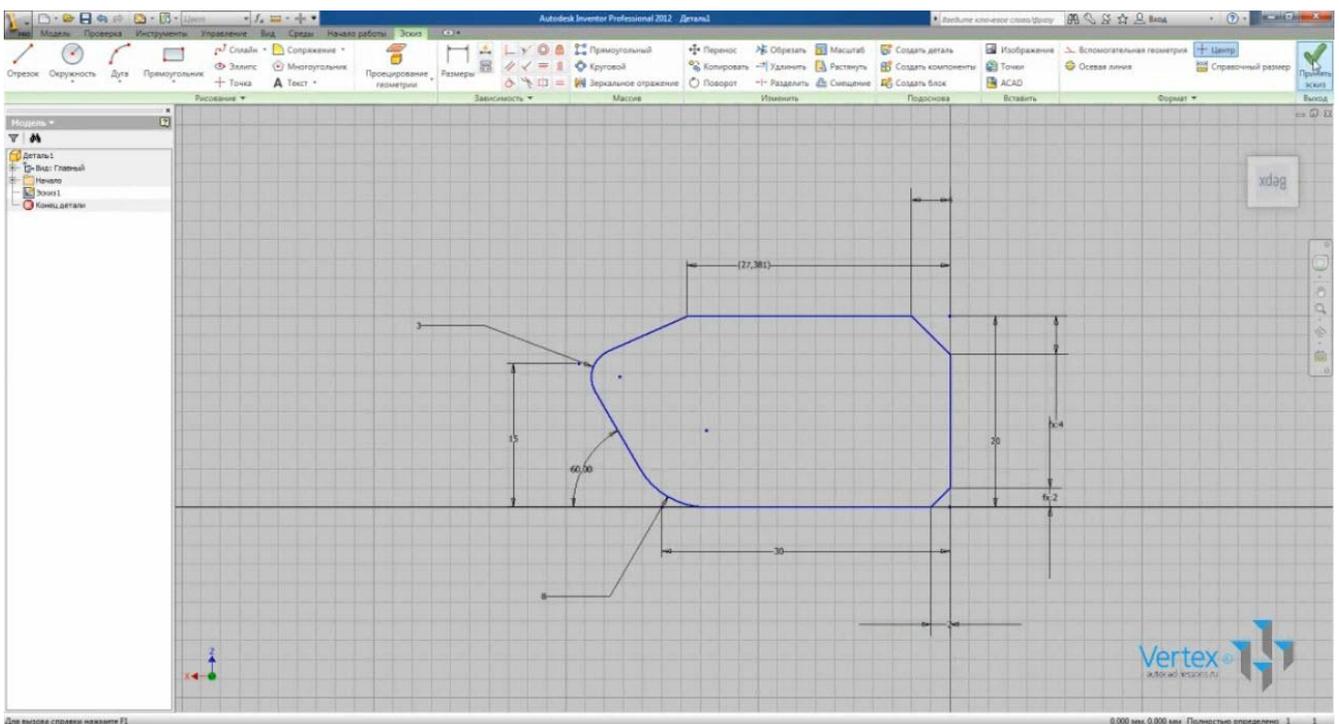


А также фаску 3 мм для верхнего правого угла.

Укажем сопряжение нижнего левого отрезка радиусом 8 мм, а также сопряжение левого отрезка радиусом 3 мм.

Размеры фасок можно редактировать. При этом изменяются два размера, определяющие фаску.

Принимаем эскиз. Сохраним деталь.

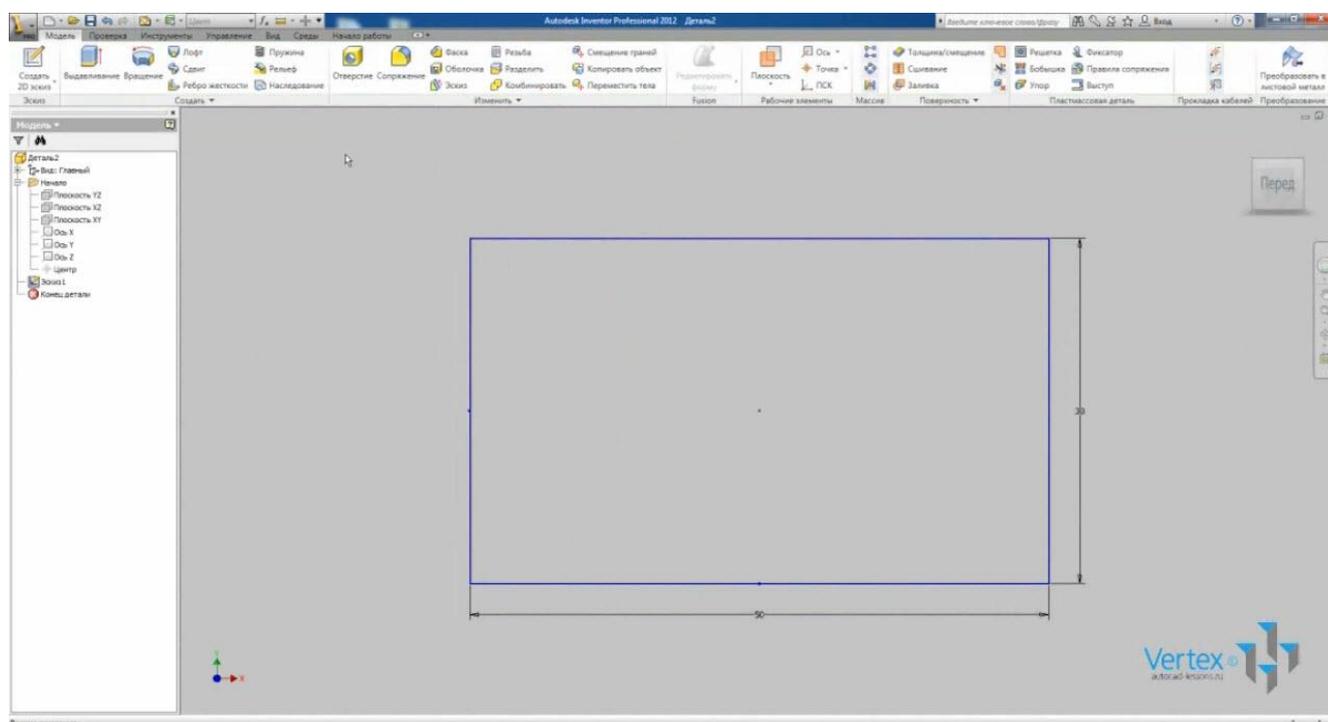


## ОПЕРАЦИИ «ВЫДАВЛИВАНИЕ» И «ВРАЩЕНИЕ»

Для создания твердых тел, основными операциями являются «Выдавливание» и «Вращение». Рассмотрим их.

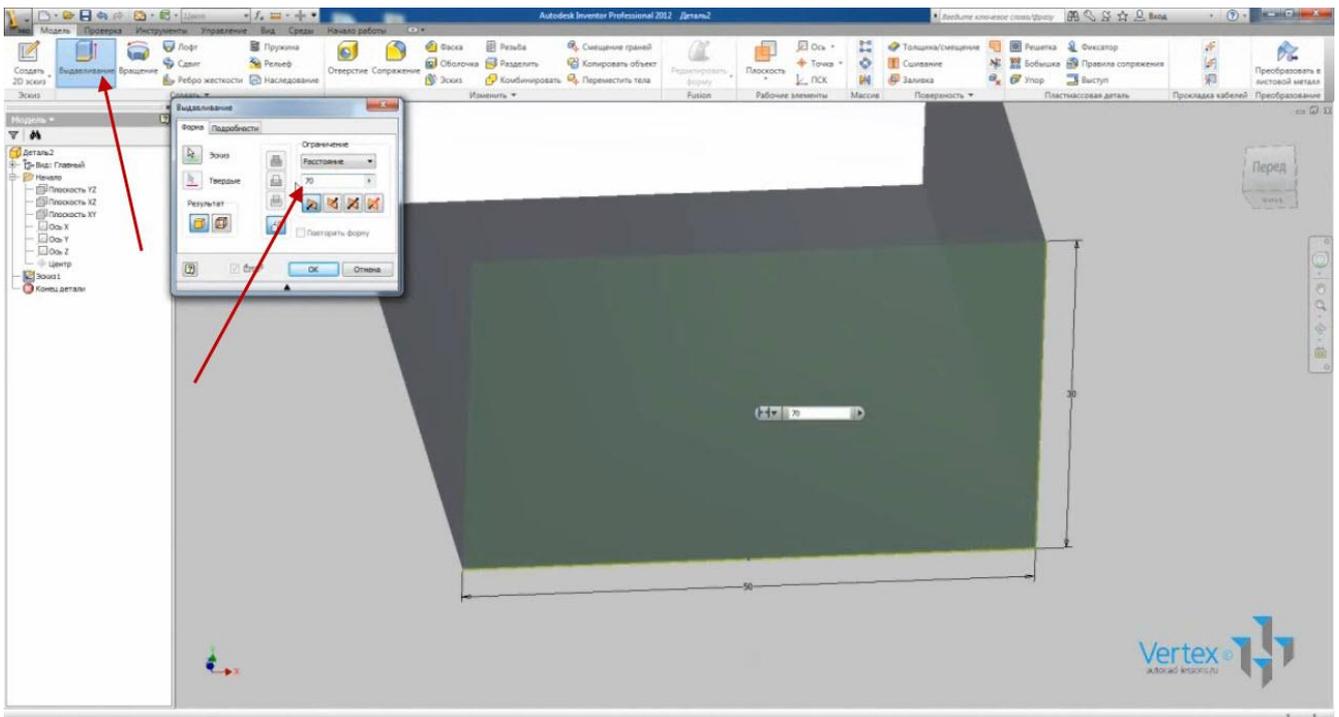
Создадим новую деталь. Создадим эскиз. В качестве плоскости эскиза выбираем плоскость XY. Создадим прямоугольник со сторонами 50 и 30 мм – выберем функцию «Прямоугольник», введем с клавиатуры 50, клавиша Tab и 30.

Сделаем прямоугольник симметричным относительно начала координат. Для этого зададим вертикальность середины нижнего отрезка прямоугольника с началом координат и горизонтальность середины левого отрезка с началом координат. Принимаем эскиз.

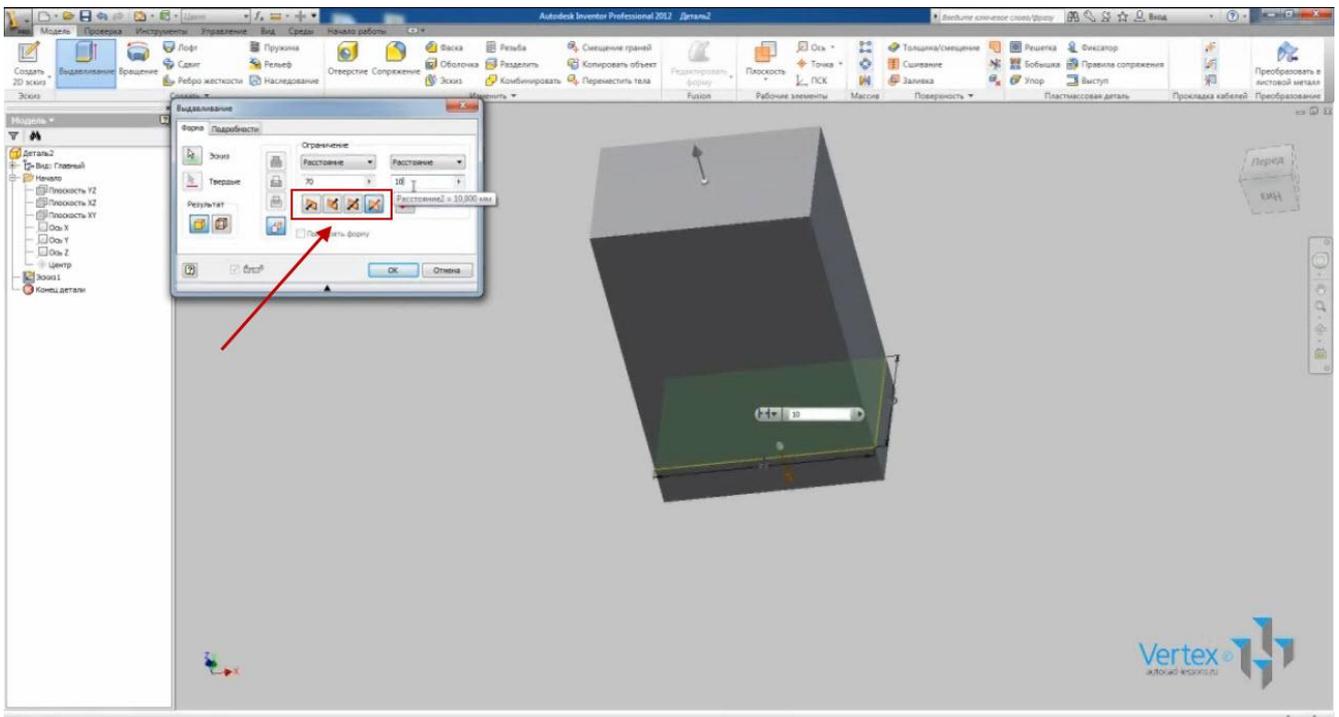


Далее – операция «Выдавливание». В качестве эскиза сразу выберем прямоугольник т.к. это единственная замкнутая фигура.

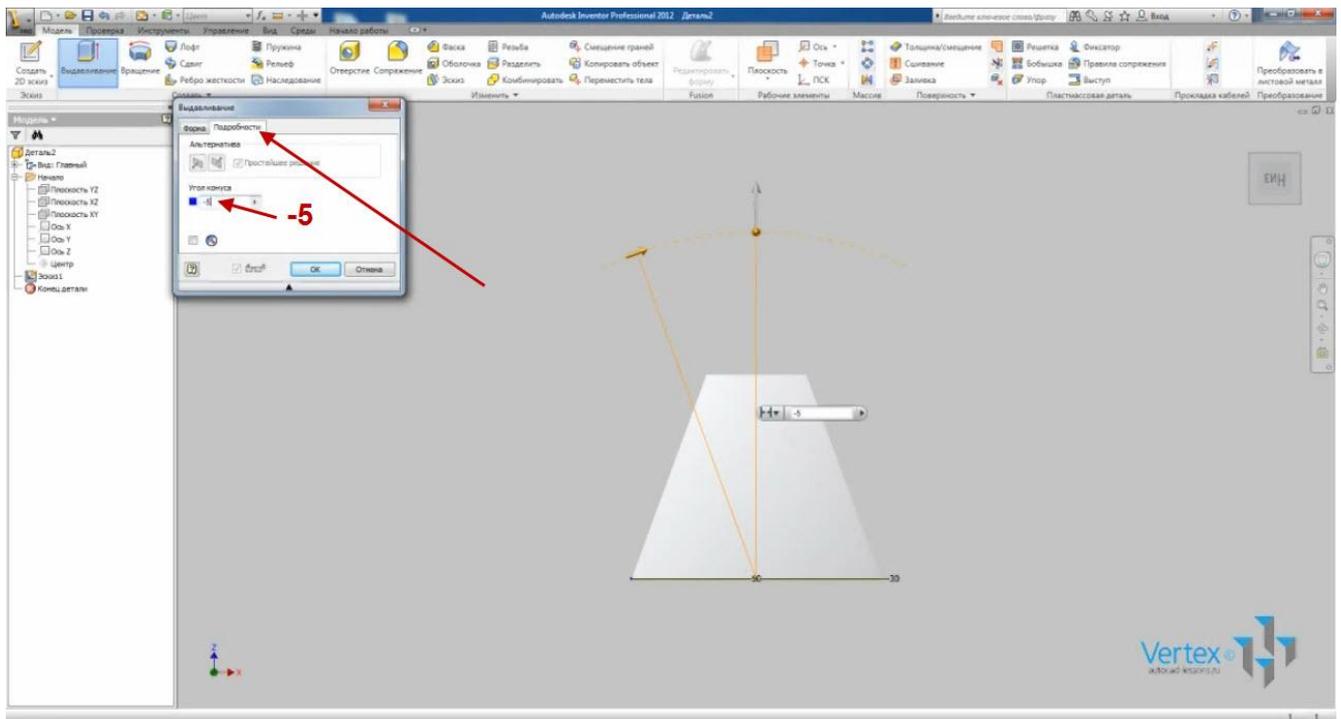
В поле «Расстояние» введем 70.



Можно также указывать направление выдавливания относительно начальной плоскости: вверх, вниз или симметрично, а также ассиметрично с вводом расстояния одной из граней.



На вкладке «Подробности» можно ввести угол выдавливания как положительный, так и отрицательный.

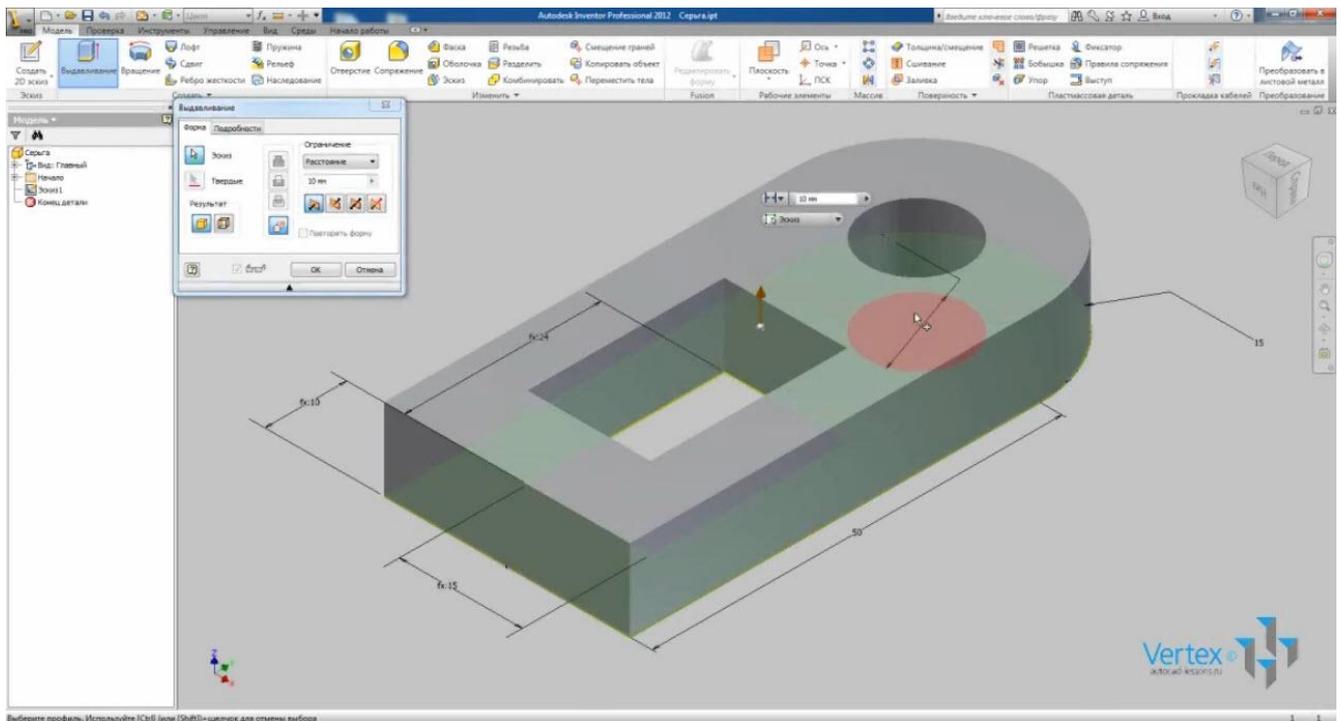


Оставим угол -  $0^\circ$  и выдавливание – вверх, расстояние – 70. Нажимаем Ок.

Сохраним деталь под именем «Деталь 2» и закроем ее.

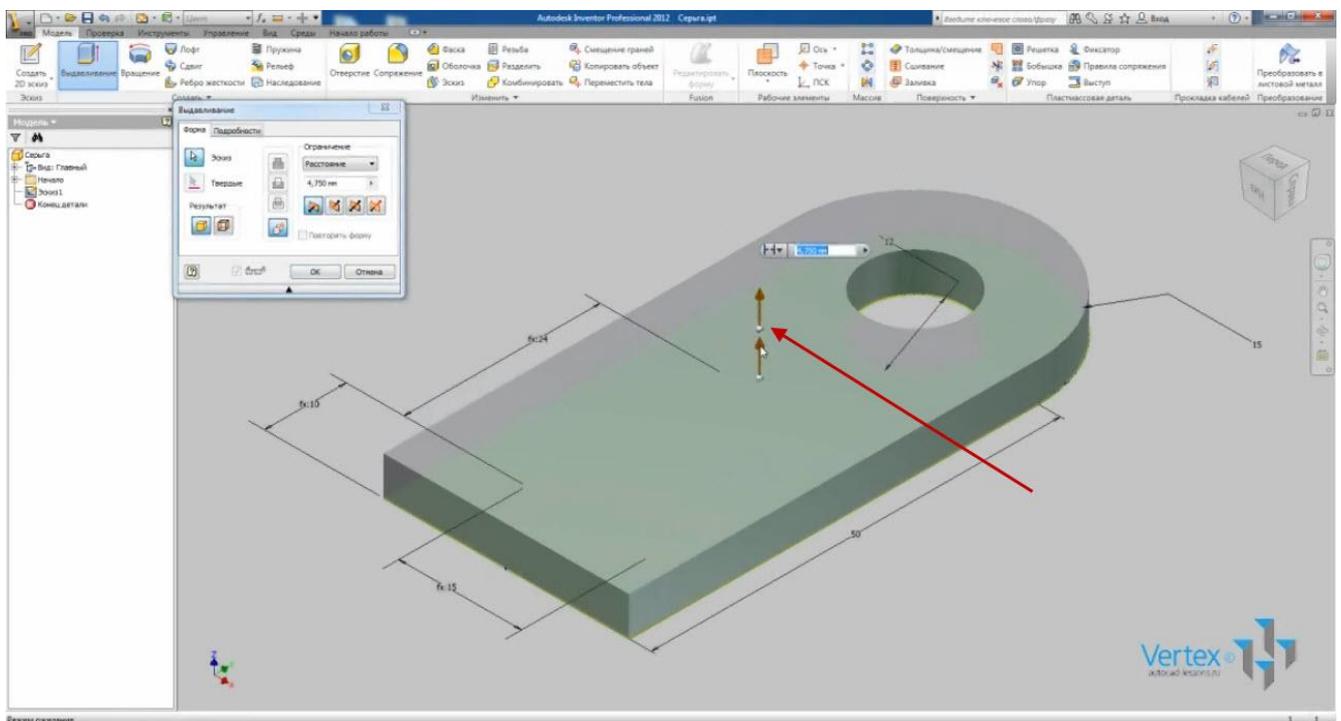
Откроем уже созданную нами ранее деталь «Серьга».

Выполним операцию «Выдавливание» для нее. Т.к. на эскизе несколько замкнутых контуров, то эскиз автоматически не выбирается. В качестве эскиза можно выбрать каждый замкнутый контур. Исключение контура производится удержанием клавиши Shift или Ctrl.



Выберем все эскизы, за исключением окружности.

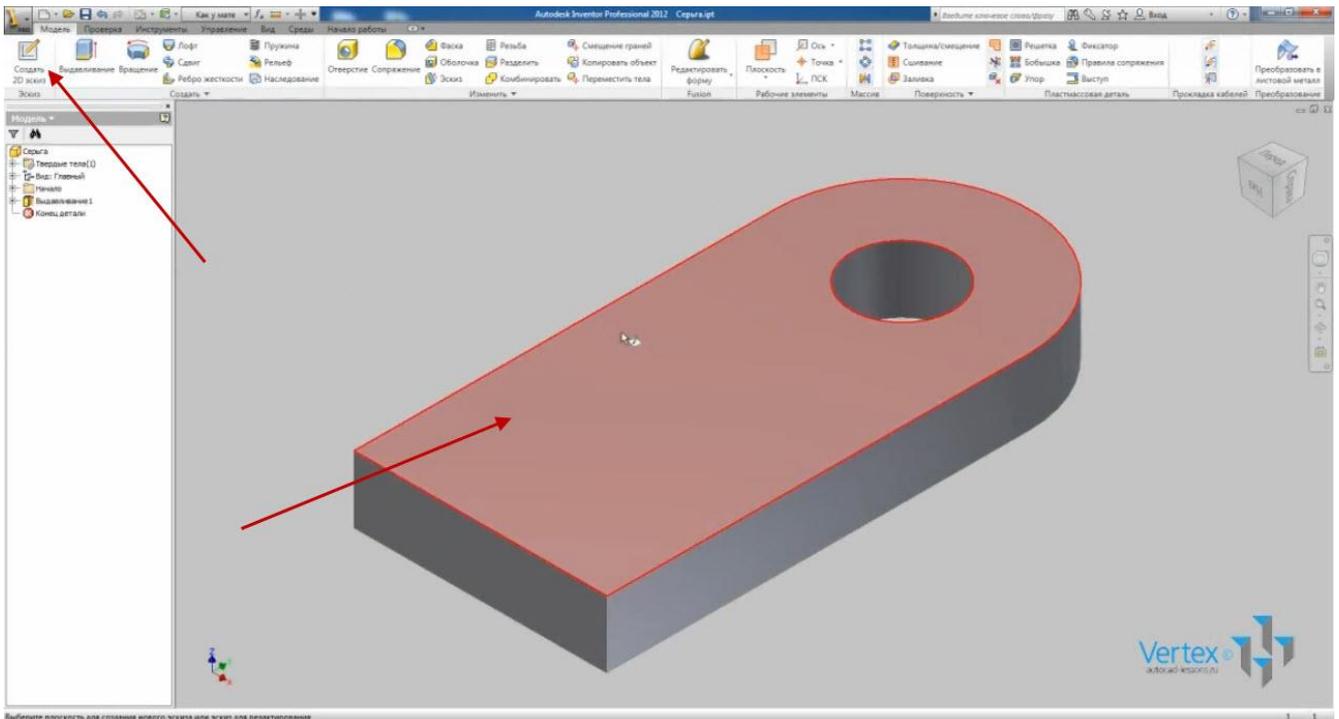
Глубину выдавливания можно регулировать с помощью инструмента «Ручка», который изображен в виде стрелки:



Введем точное значение выдавливания – 8 мм.

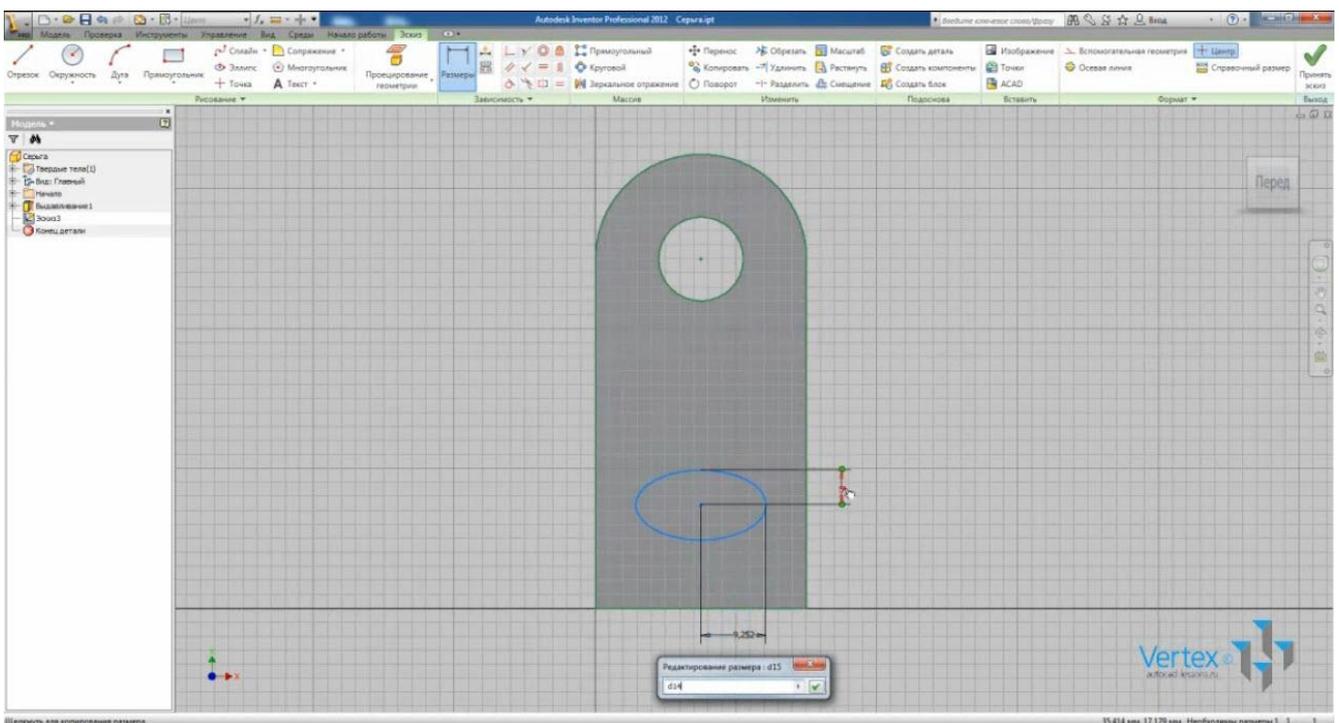
На верхней плоскости полученной детали создадим еще один эскиз.

Для этого нажимаем функцию «Эскиз» и выбираем в качестве плоскости переднюю плоскость детали:



На полученный эскиз спроецировались контуры данной грани.

Создадим эллипс. Укажем зависимость вертикальности центра с центром окружности. Укажем размер малого радиуса эллипса – 5 мм. Большой радиус – равным двум малым радиусам:

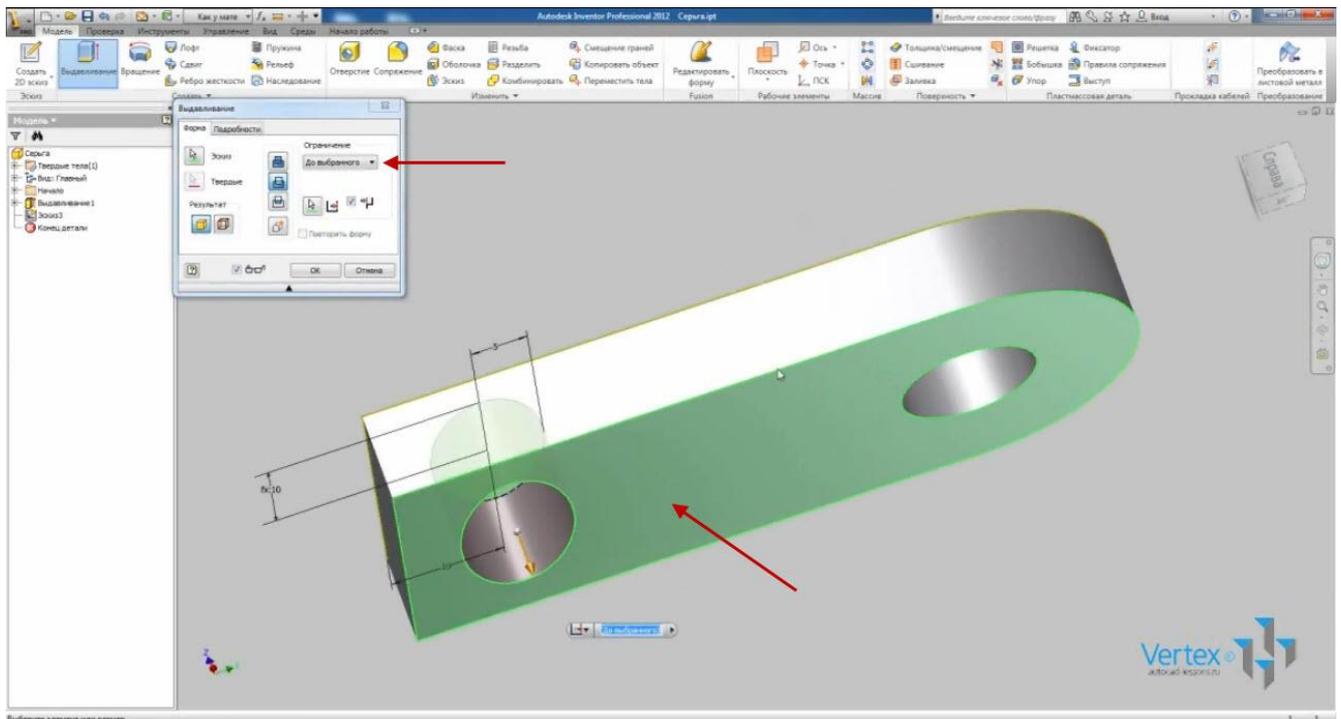


Привяжем центр эллипса к нижней грани на расстояние 10 мм. Принимаем эскиз.

Выбираем операцию «Выдавливание». В качестве эскиза выберем эллипс.

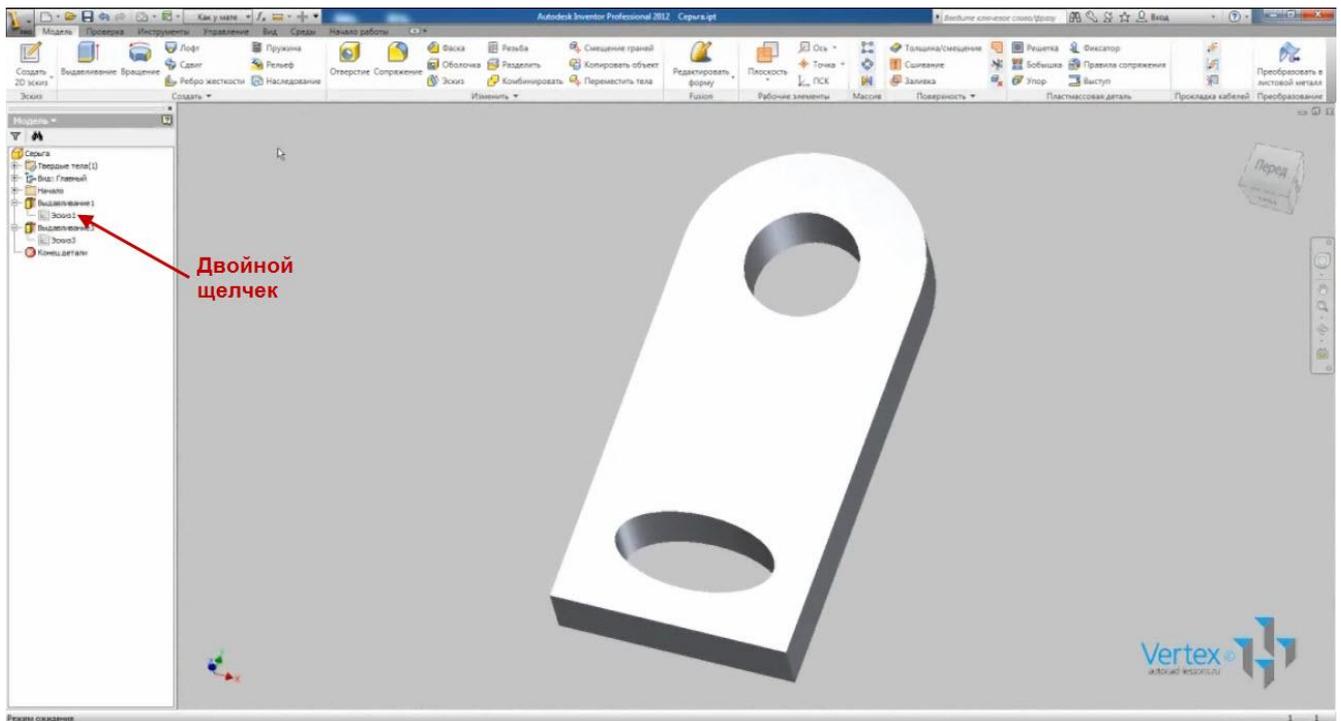
Выдавливание можно производить с объединением, вычитанием и пересечением полученных тел. Исключим эллипс из нашей детали.

В качестве ограничения выберем не «Расстояние», а «До выбранного» и выберем противоположную грань детали:



Теперь можно увидеть, что в браузере отображаются все действия с деталью и можно в любой момент отредактировать эскиз или операцию. Например, отредактируем первый эскиз.

Введем значение радиуса первой окружности – 14 мм. Принимаем эскиз и видим, что деталь изменилась.

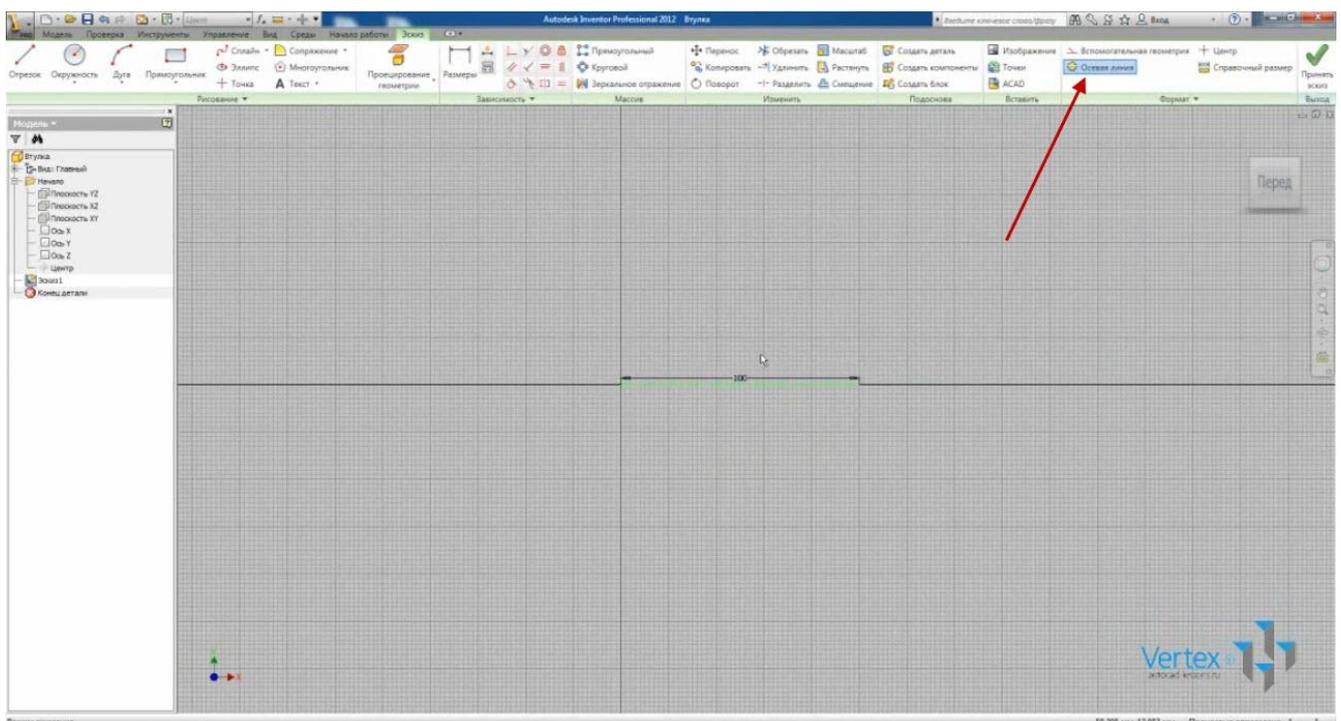


Сохраним деталь и закроем ее.

Рассмотрим операцию «Вращение».

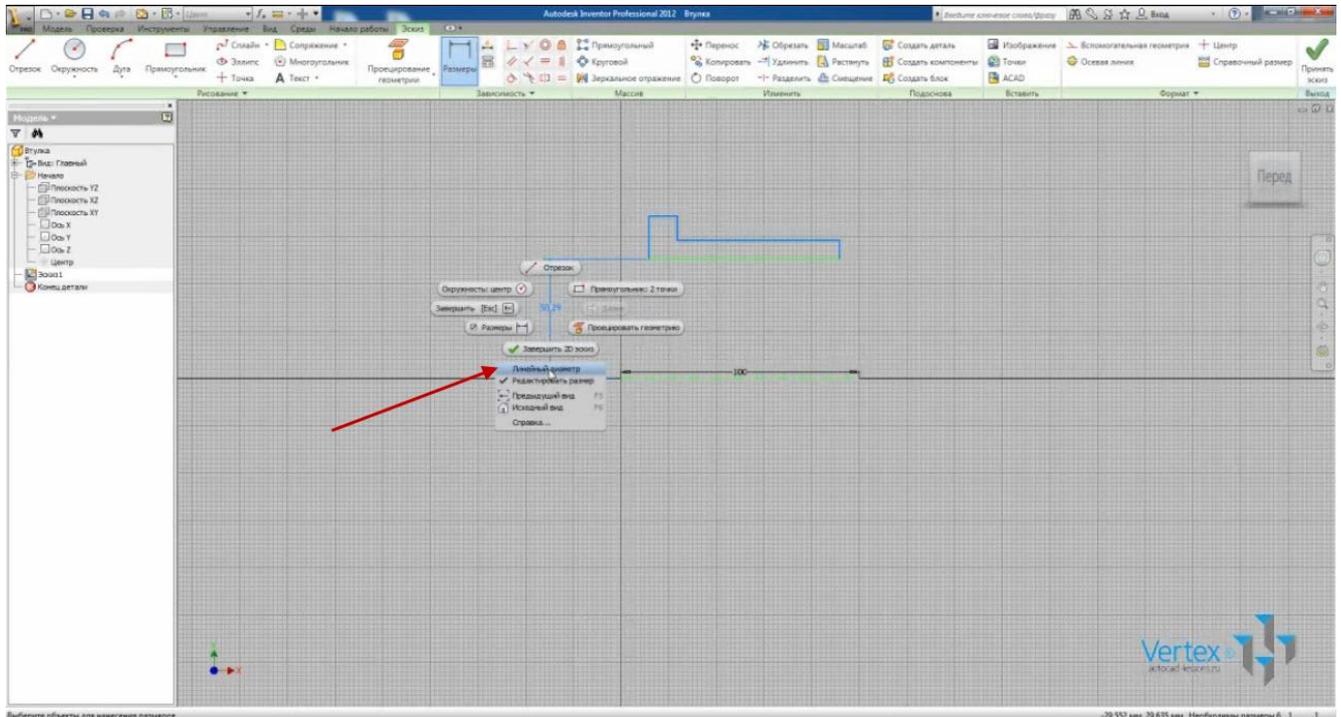
Создадим новую деталь. Назовем ее «Втулка». В плоскости XY создадим эскиз. Нарисуем горизонтальный отрезок длиной 100 мм с началом в начале координат.

После этого выделим отрезок и на вкладке «Формат» нажмем «Осевая линия». Этот отрезок будет осью вращения.



Нарисуем далее контур детали. При этом зависимости параллельности и перпендикулярности накладываются автоматически.

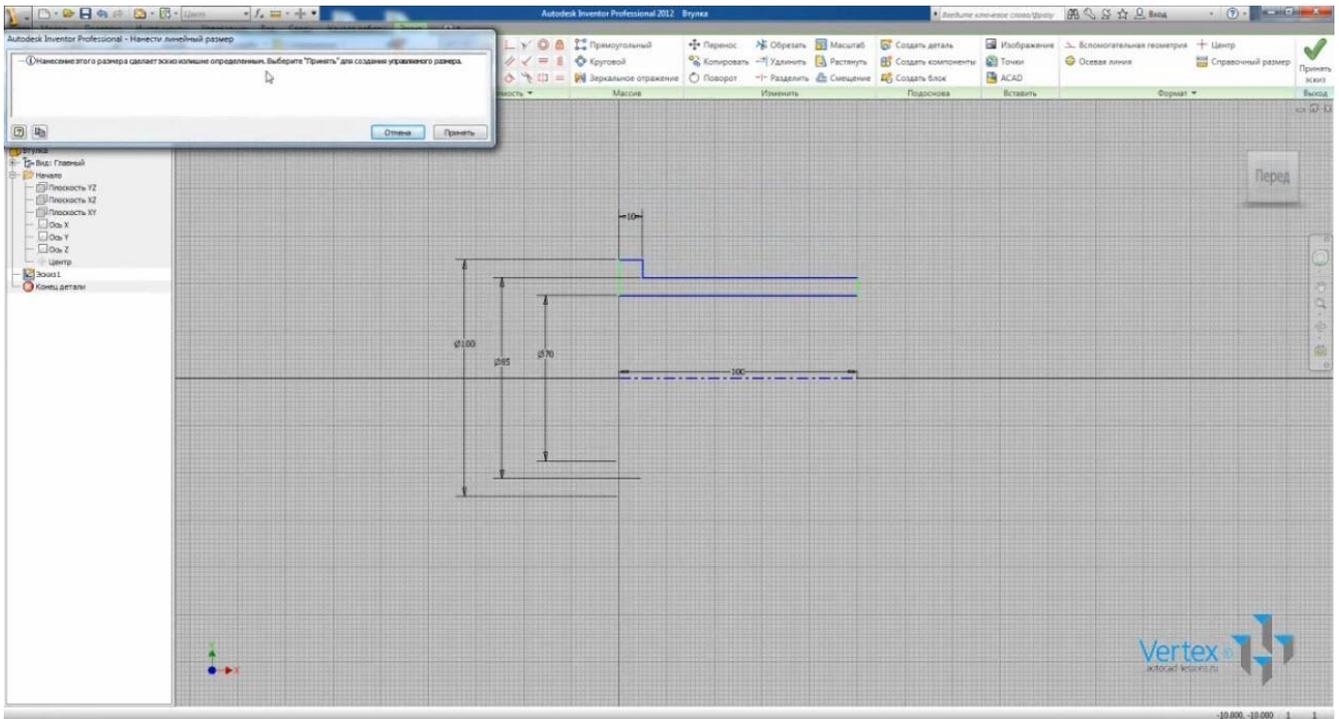
Проставим размеры эскиза. К осевой линии размер автоматически проставляется как диаметр, но с помощью правой кнопки мыши можно установить его как линейный размер:



Укажем значение внутреннего диаметра – 70 мм, внешнего – 85 мм. Диаметр бортика – 100 мм. И ширина бортика – 10 мм.

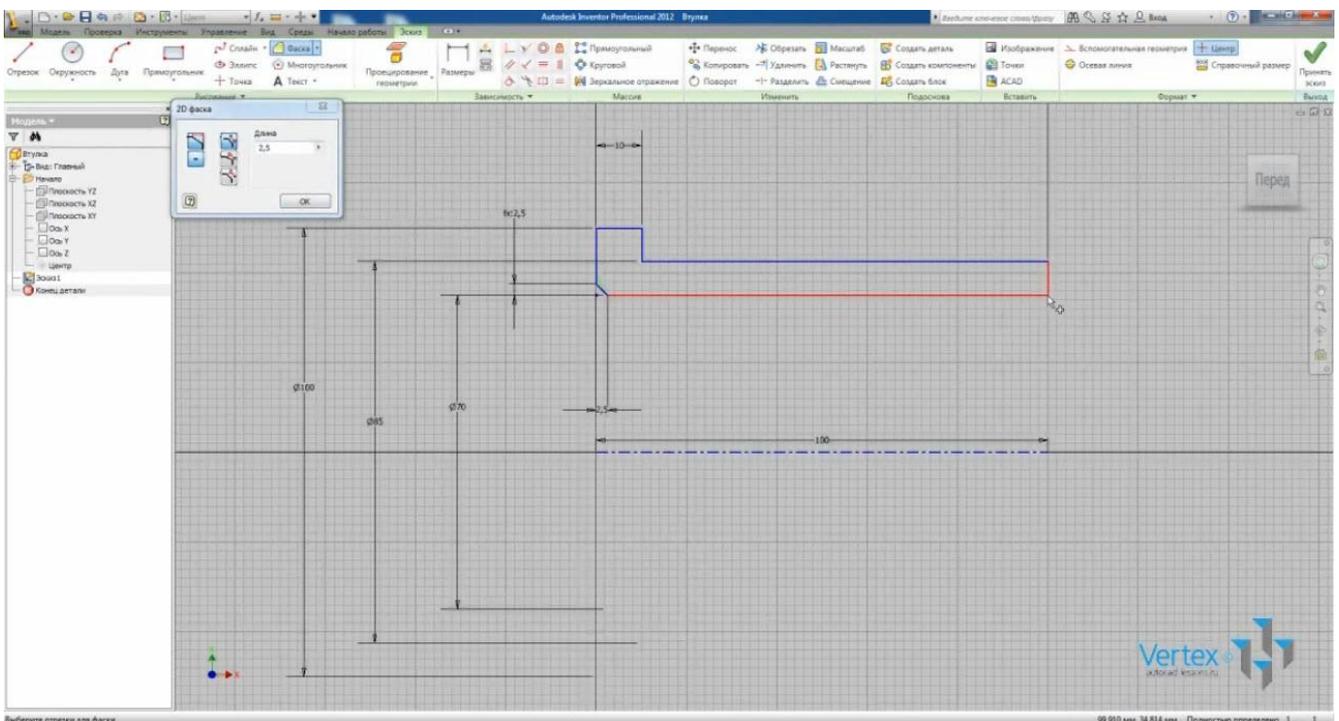
Зададим зависимость вертикальности крайних отрезков с крайней точкой осевой линии.

Теперь если мы захотим проставить размер между крайними отрезками, программа выдаст предупреждение, что этот размер – лишний.



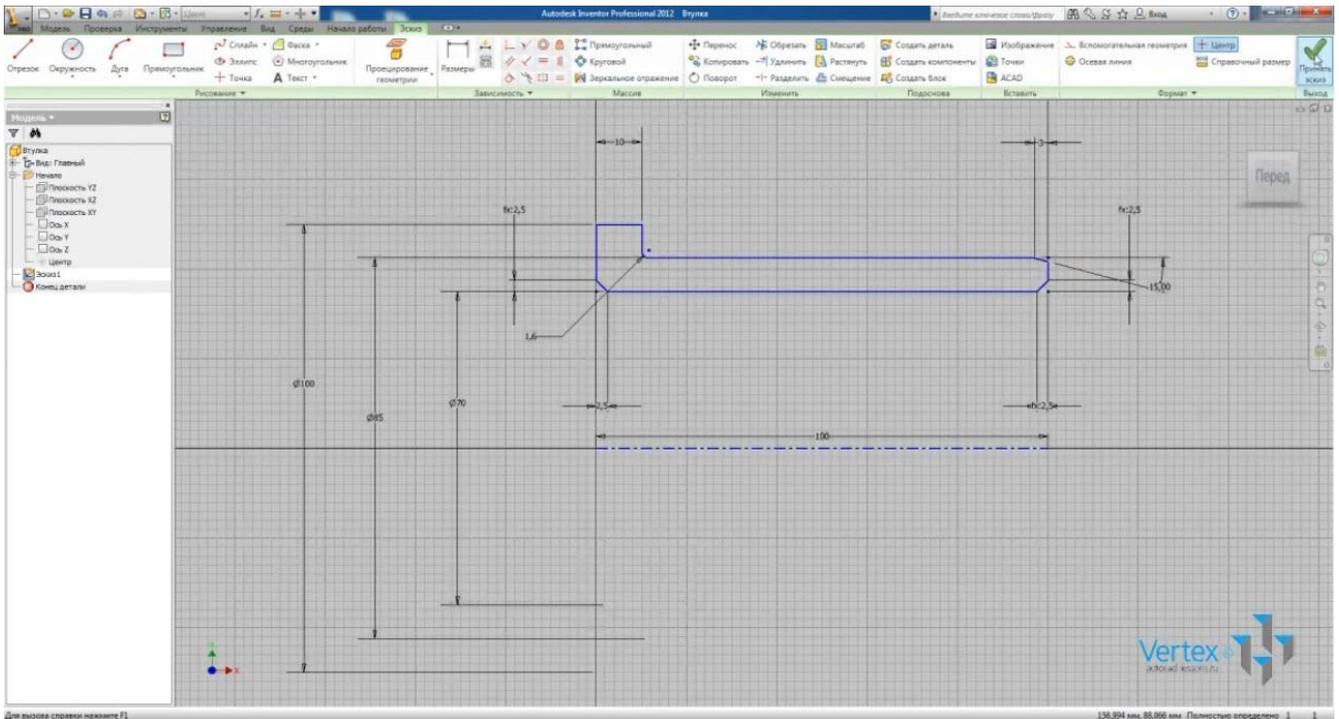
Проставим его как справочный размер. Теперь эскиз полностью определен и все отрезки стали синего цвета.

Сделаем две внутренние фаски размером 2,5 мм. Для создания фаски можно указывать два смежных отрезка или же на точку между отрезками.



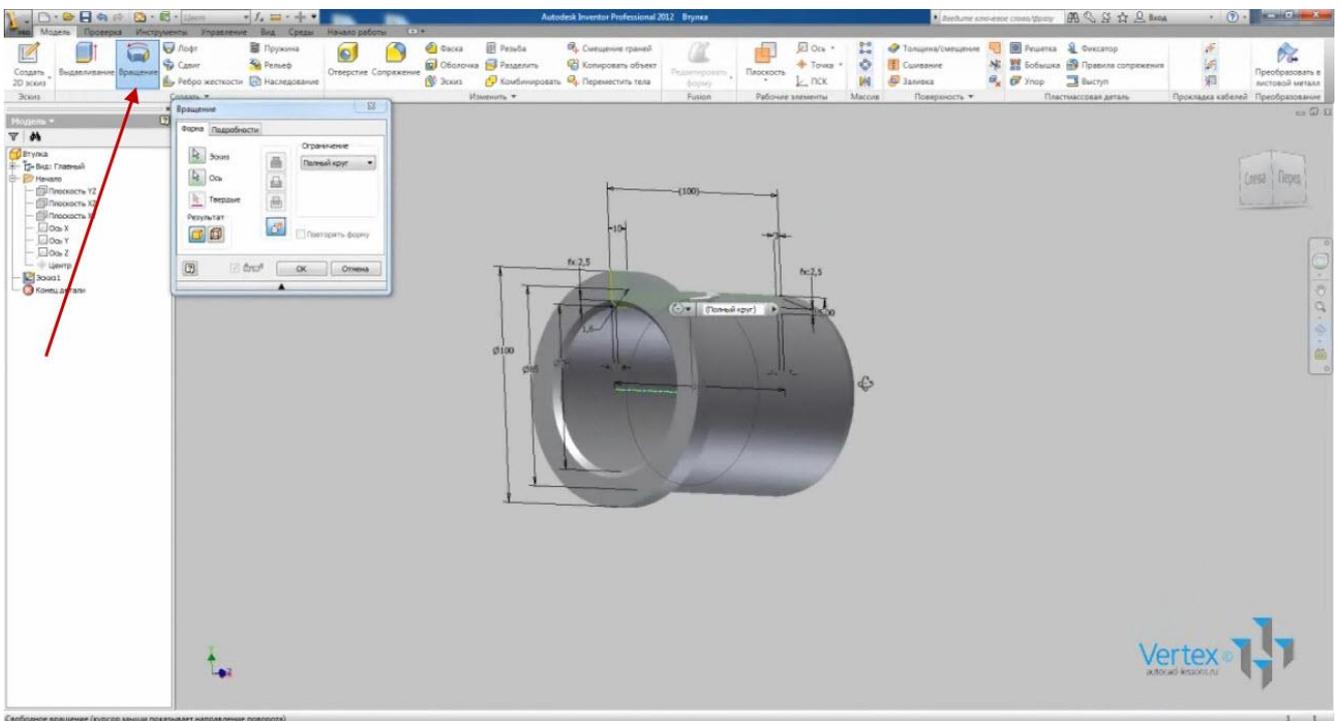
Укажем радиус сопряжения с бортиком – 1,6 мм.

Укажем внешнюю фаску длиной 3 мм под углом 15°.

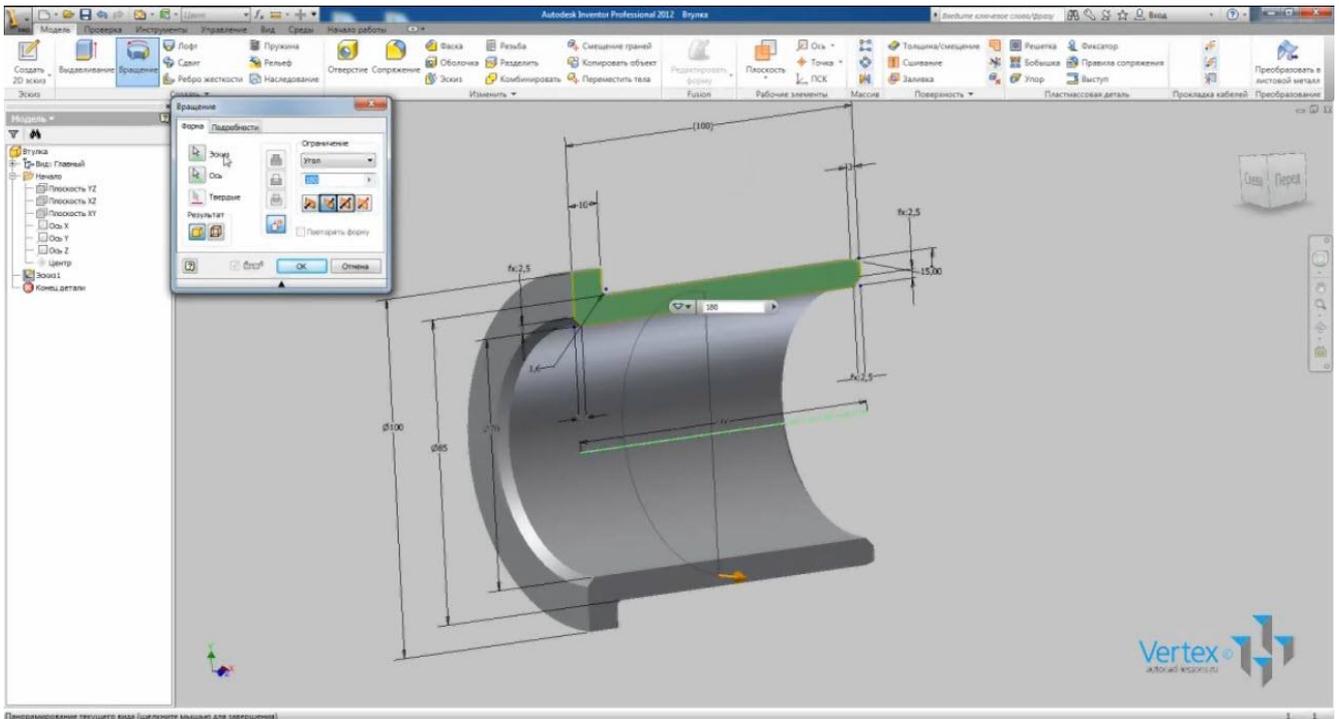


Принимаем эскиз.

Выбираем операцию «Вращение». Т.к. у нас единственный замкнутый контур, он выбран в качестве эскиза.

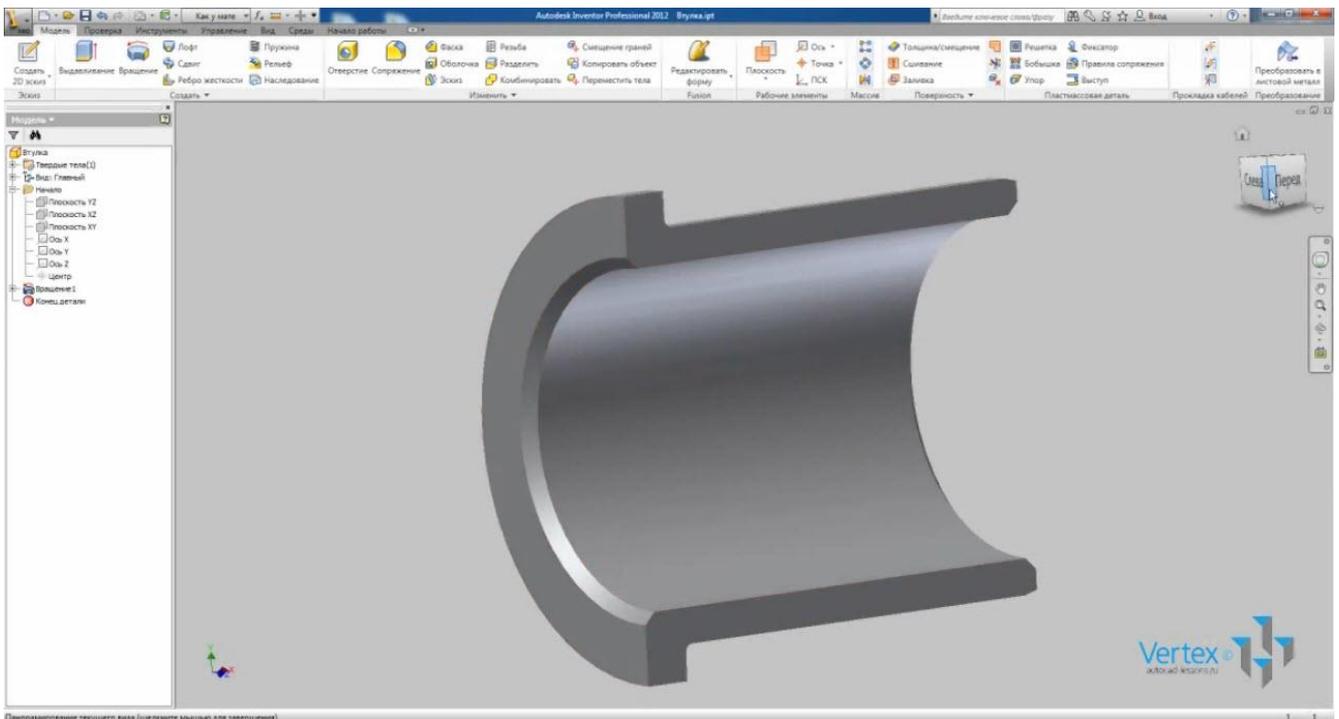


Укажем угол вращения - 180° в обратном направлении.



Также можно изменить выбранную ось вращения. Нажав на функцию «Ось» при удержании Shift, отменяем выбранную ось и выбираем новую. В качестве новой оси вращения может быть выбран любой отрезок на эскизе. Таким же образом его можно отменять и выбирать новую ось.

Укажем первоначальную ось вращения и нажмем Ок. Получили твердое тело с помощью операции «Вращение».



Сохраним деталь и закроем ее.

## ОПЕРАЦИИ ЛОФТ, СДВИГ И ПРУЖИНА

Дополнительными операциями для создания деталей являются «Лофт», «Сдвиг» и «Пружина».

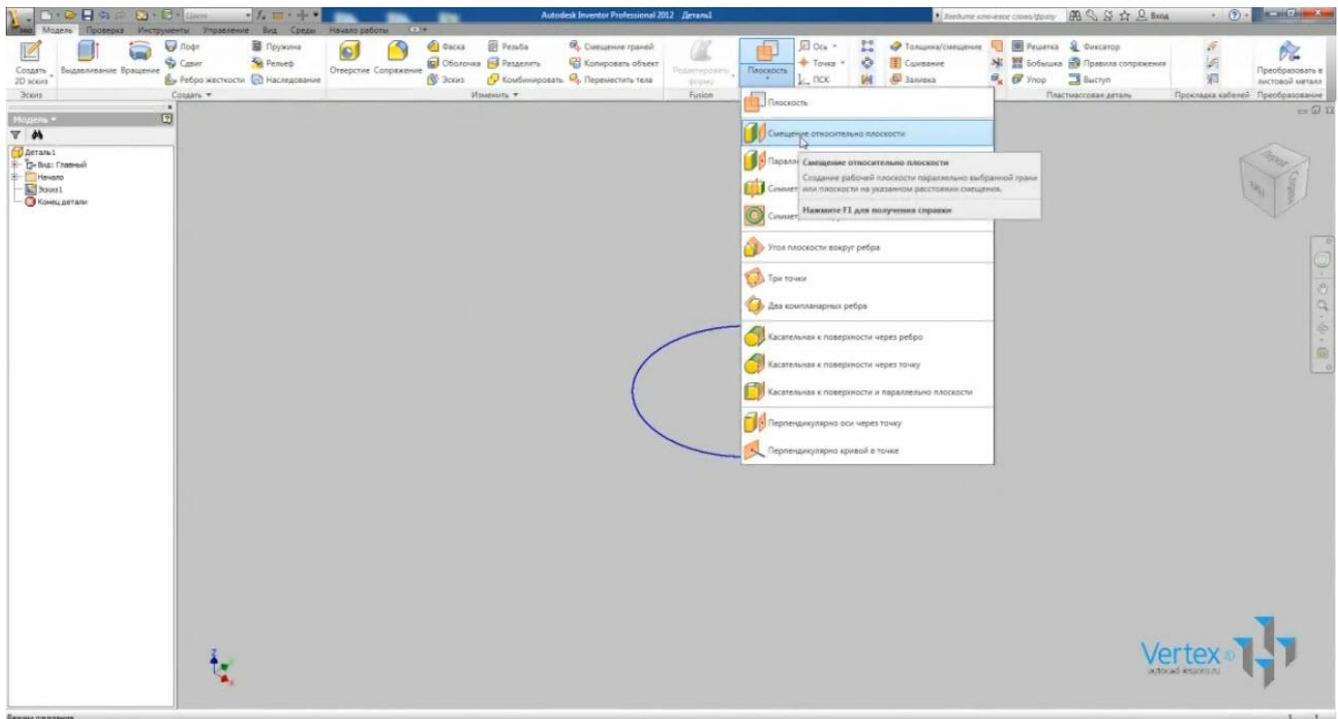
Операция «Лофт» применяется когда нужно создать деталь с переменным сечением.

Откроем «Параметры приложения». На вкладке «Деталь» укажем – создавать эскиз в плоскости XY. Применяем и закрываем.

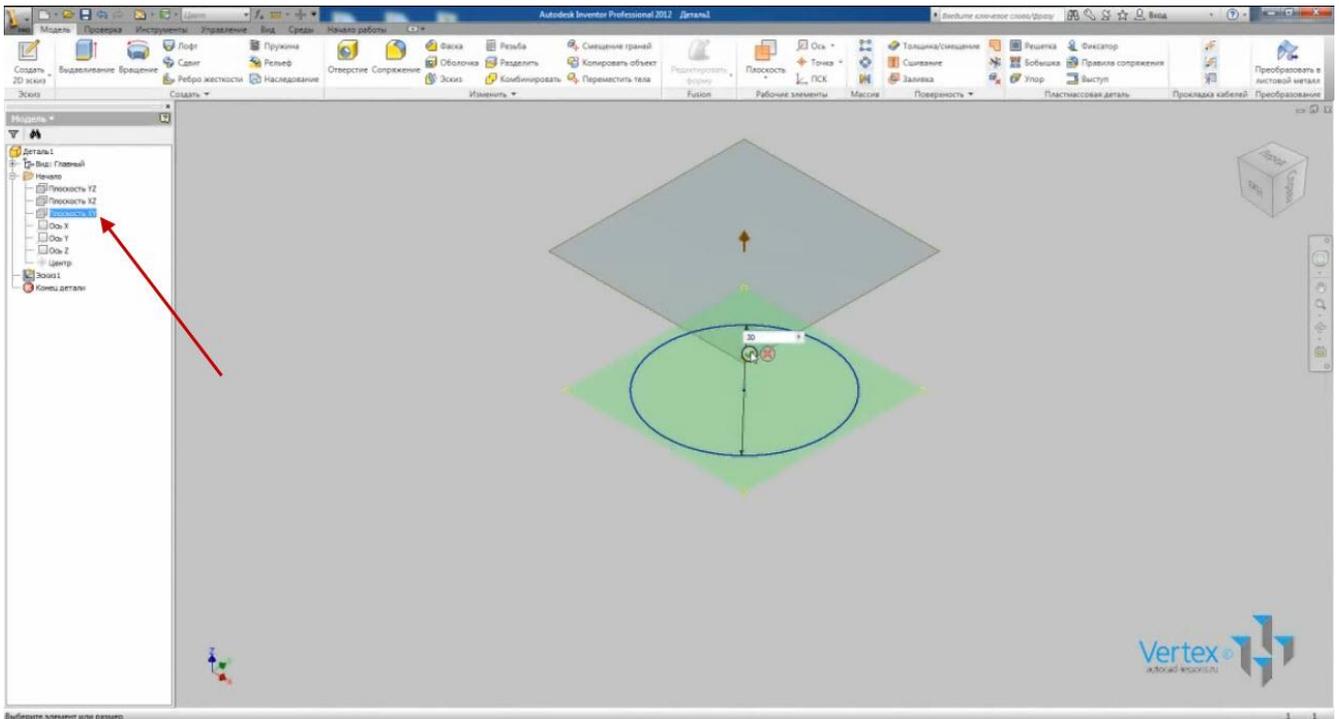
Создадим новую деталь. В ней сразу создался эскиз в плоскости XY.

Нарисуем окружность с центром в начале координат и диаметром 40 мм. Принимаем эскиз. Создадим вспомогательный рабочий элемент – плоскость, которая будет параллельна плоскости XY и будет на расстоянии 30 мм от данной плоскости.

Для этого выбираем элемент «Плоскость» и в раскрывающемся меню – «Смещение относительно плоскости»:

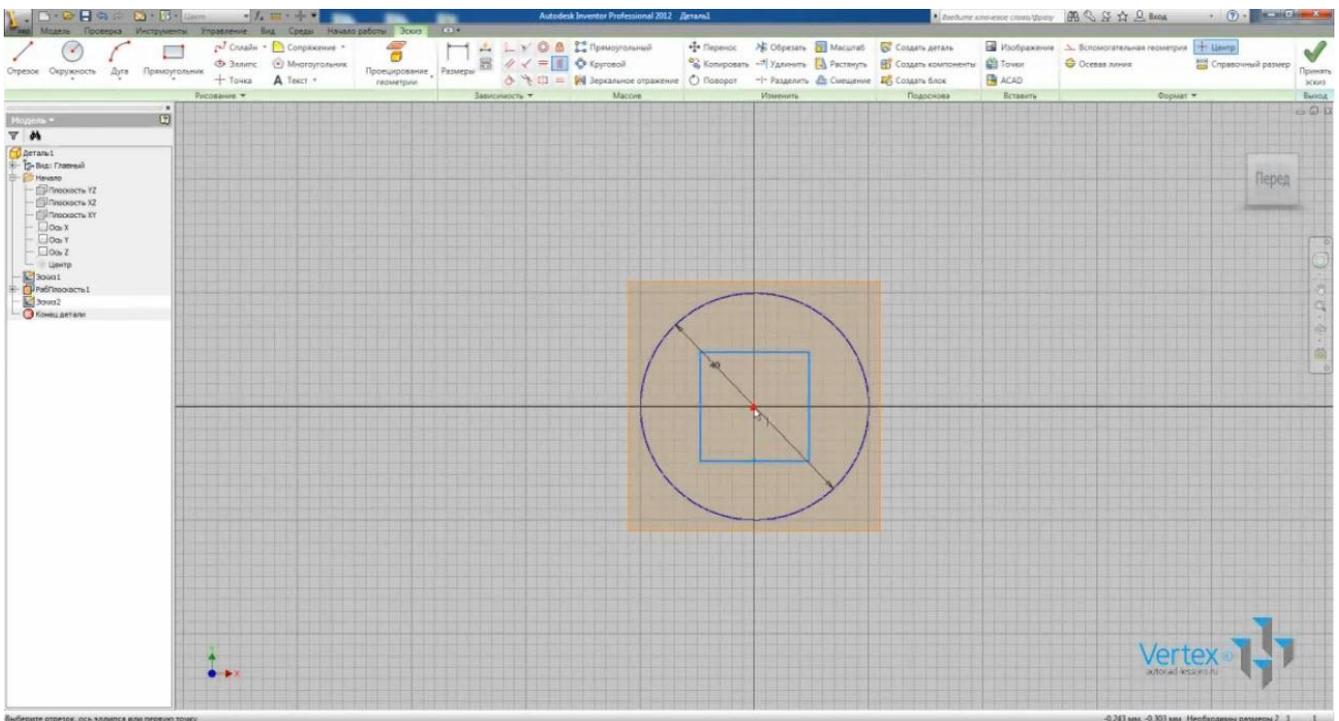


В качестве исходной плоскости выбираем плоскость XY и введем значение смещения – 30 мм.



Создадим эскиз в этой плоскости. Нарисуем квадрат. Выбираем «Прямоугольник» и зададим равенство его смежных сторон.

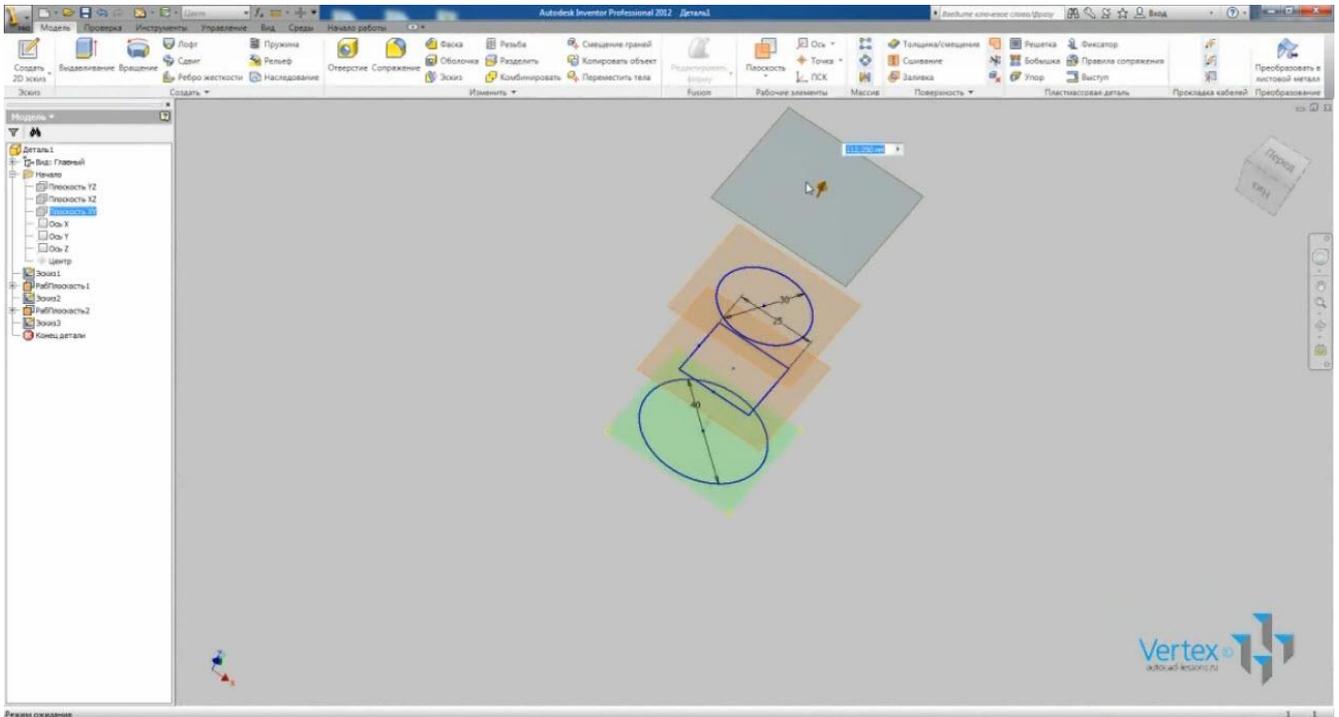
С помощью зависимости вертикальности и горизонтальности выровняем квадрат относительно начала координат:



Укажем размер грани – 25 мм. Принимаем эскиз.

Создадим еще одну плоскость на расстоянии 60 мм от плоскости XY. Создадим в этой плоскости эскиз. Нарисуем еще одну окружность с центром в начале координат. Укажем диаметр – 30 мм. Принимаем эскиз.

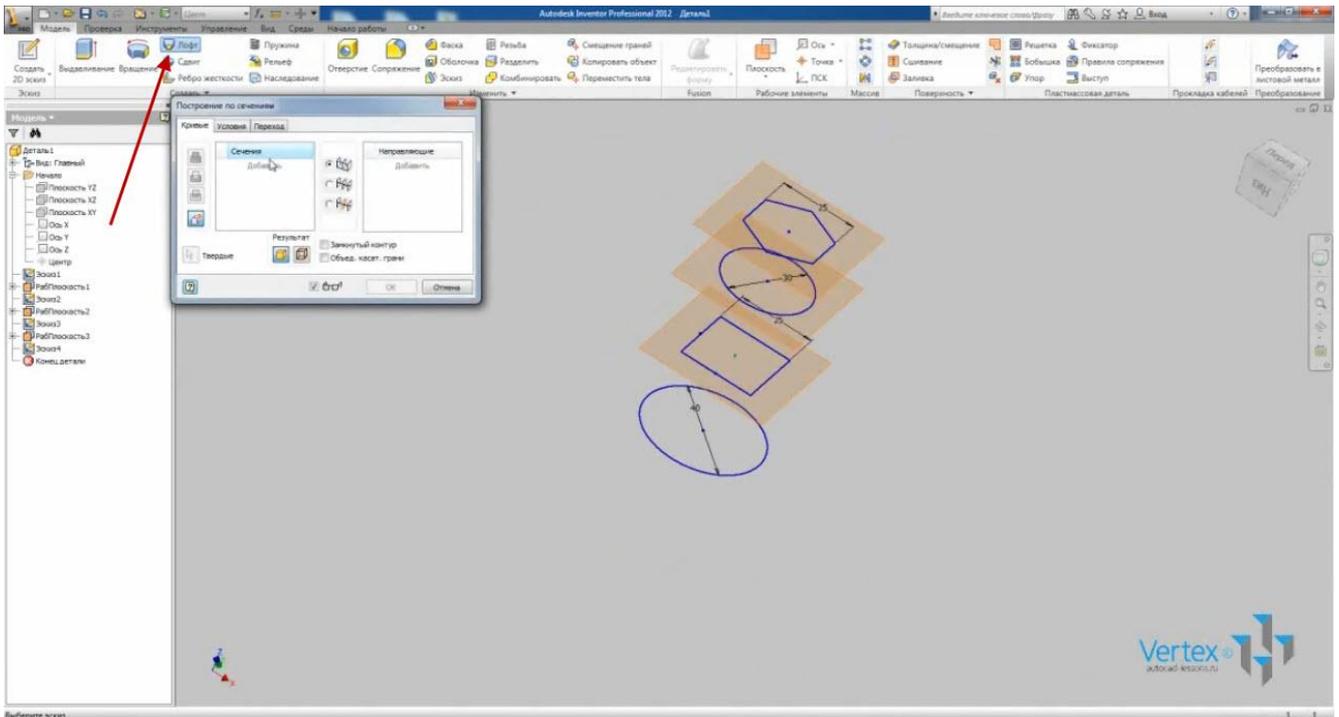
Создадим третью плоскость на расстоянии 80 мм от плоскости XY. Можно указывать расстояние с помощью инструмента «Ручки»:



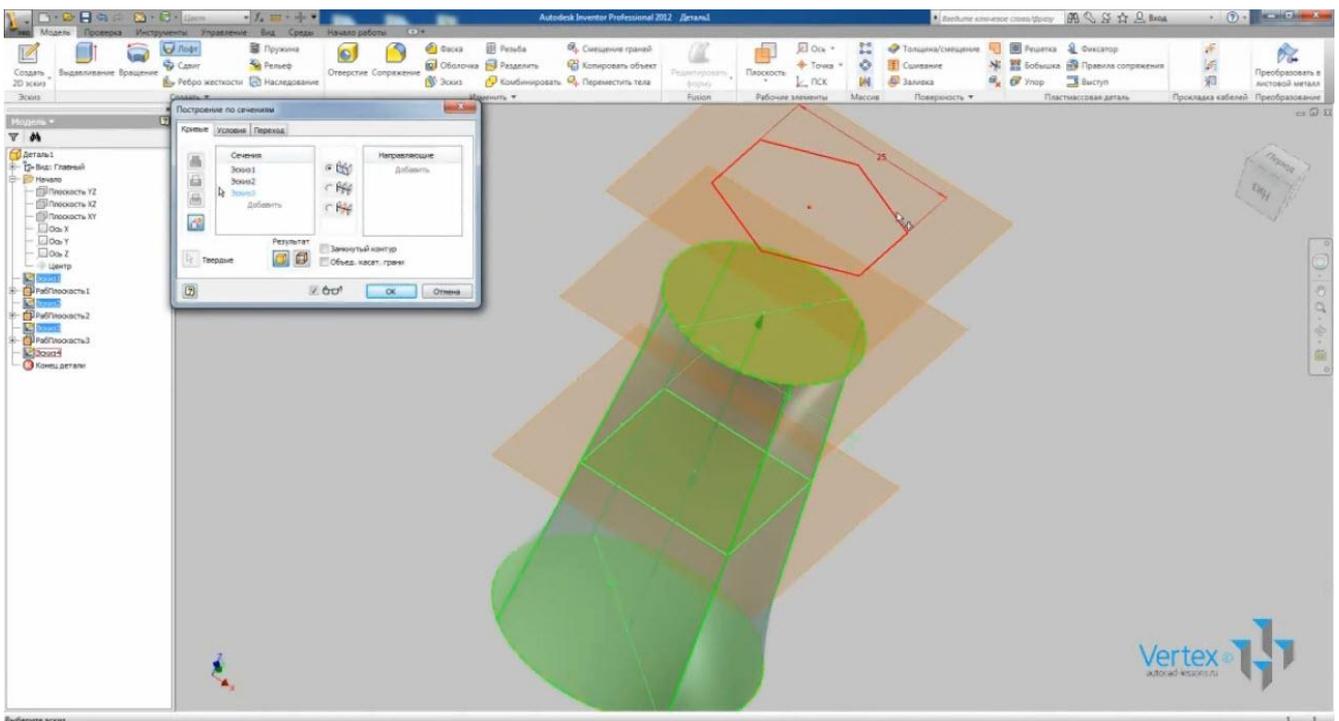
Укажем точное значение – 80 мм.

Создадим эскиз в этой плоскости. Нарисуем многоугольник. Количество сторон укажем – 6. С помощью зависимости вертикальности выровняем его и зададим размер под ключ – 25 мм. Принимаем эскиз.

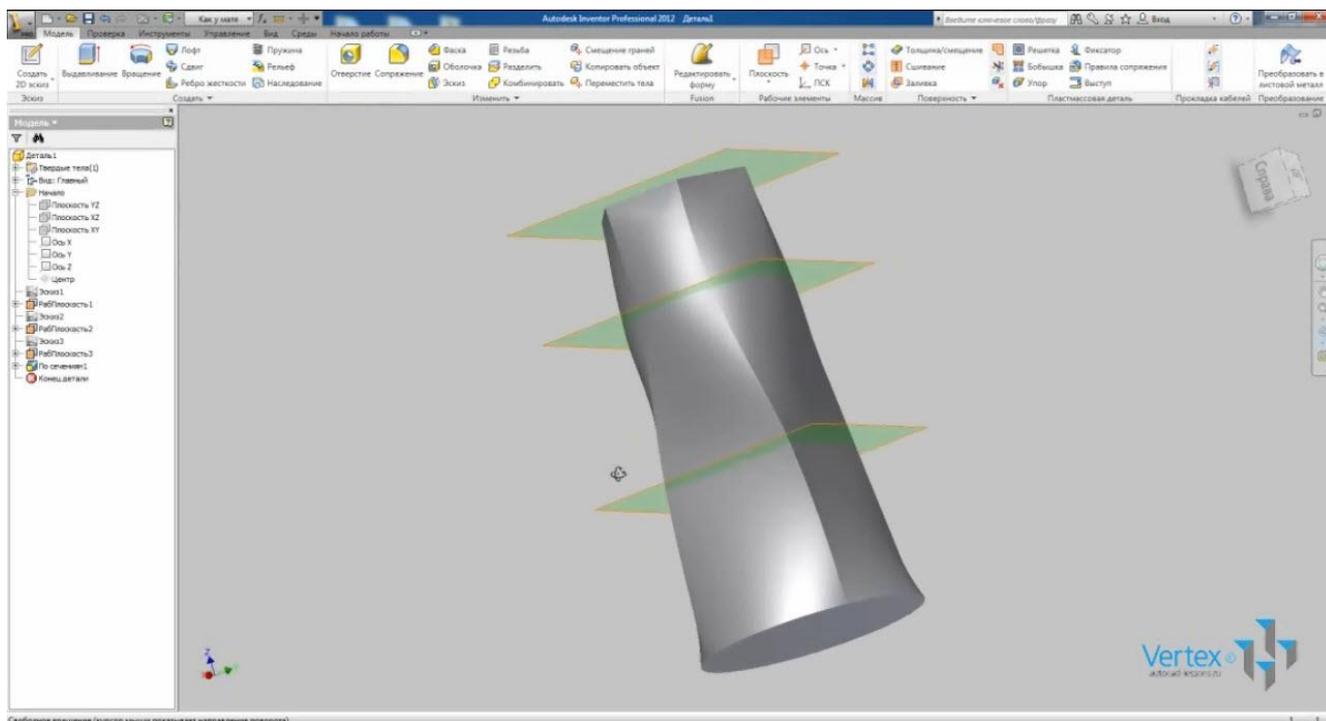
Полученные эскизы будут служить сечениями для операции «Лофт».



Указываем поочередно полученные эскизы:



Нажимаем Ок и получаем фигуру с плавными переходами от одного сечения к другому:



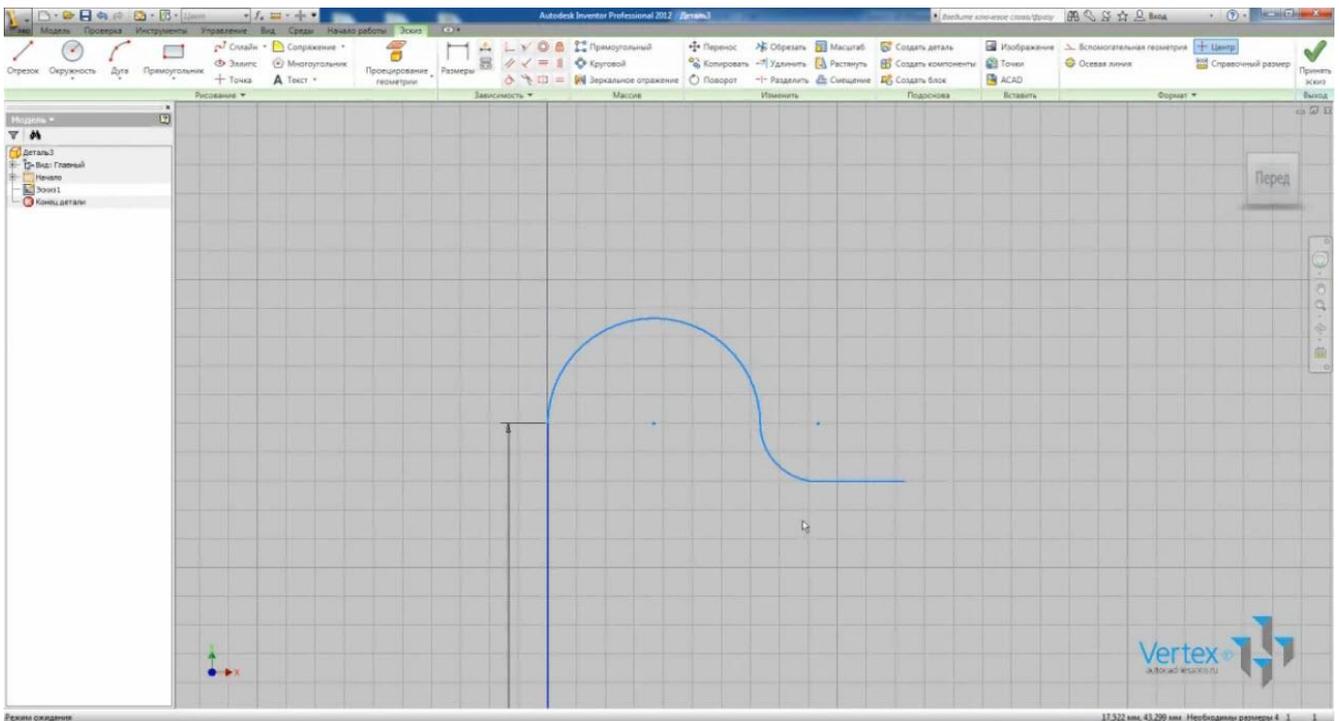
Можно убрать видимость вспомогательных плоскостей. Для этого в браузере щелкаем правой кнопкой мыши на названии плоскости и снимаем «галочку» напротив «Видимость».

Назовем деталь «Лофт» и сохраним ее. Закроем деталь.

Операция «Сдвиг» служит в основном для создания гнутых деталей.

Создадим новую деталь. В эскизе с помощью функции «Отрезок» создадим отрезок длиной 50 мм. Далее не завершая функцию «Отрезок», подводим курсор к кону отрезка до появления серой точки. Жажимаем левую кнопку мыши и отводим курсор в сторону – создается дуга. Ведем курсор до образования примерно  $180^\circ$ .

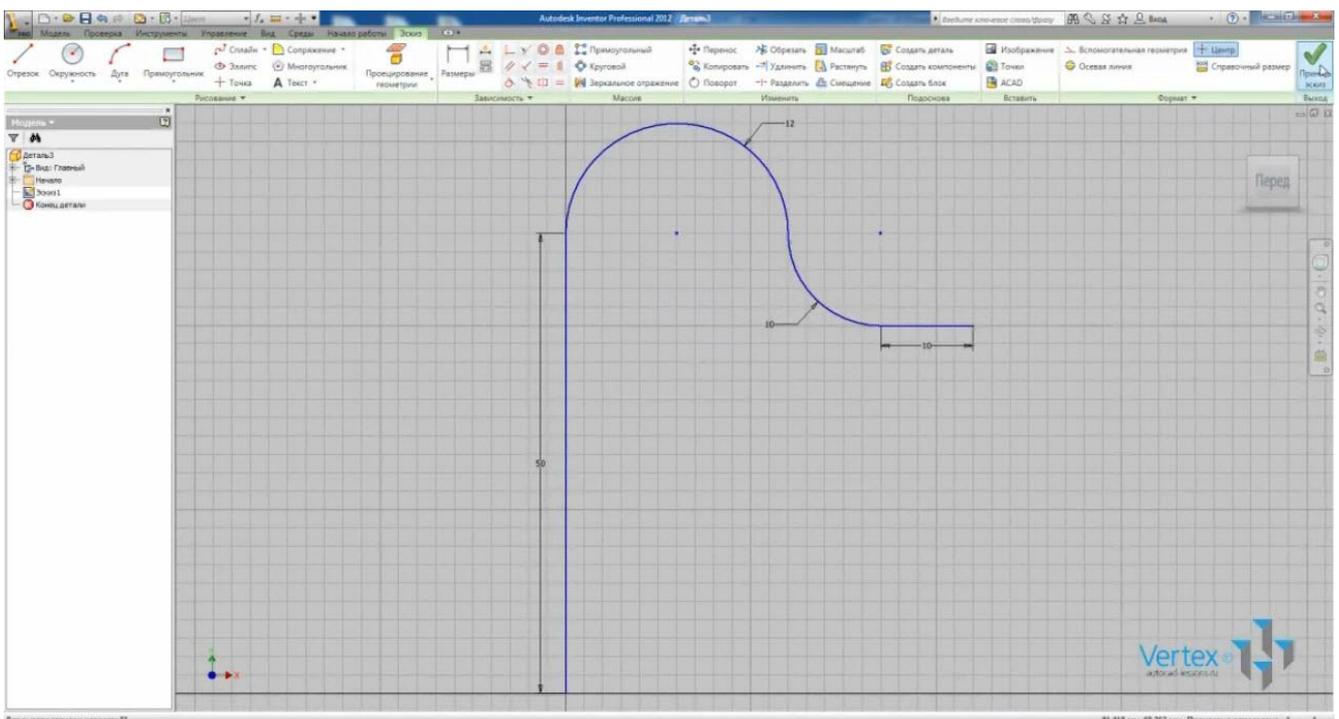
Таким же образом создадим еще одну дугу на  $90^\circ$ :



Продолжим эскиз отрезком. На созданные дуги уже наложены зависимости касательности между собой и со смежными отрезками.

Укажем радиус первой дуги – 12 мм, радиус второй дуги – 10 мм, длину отрезка – 10 мм.

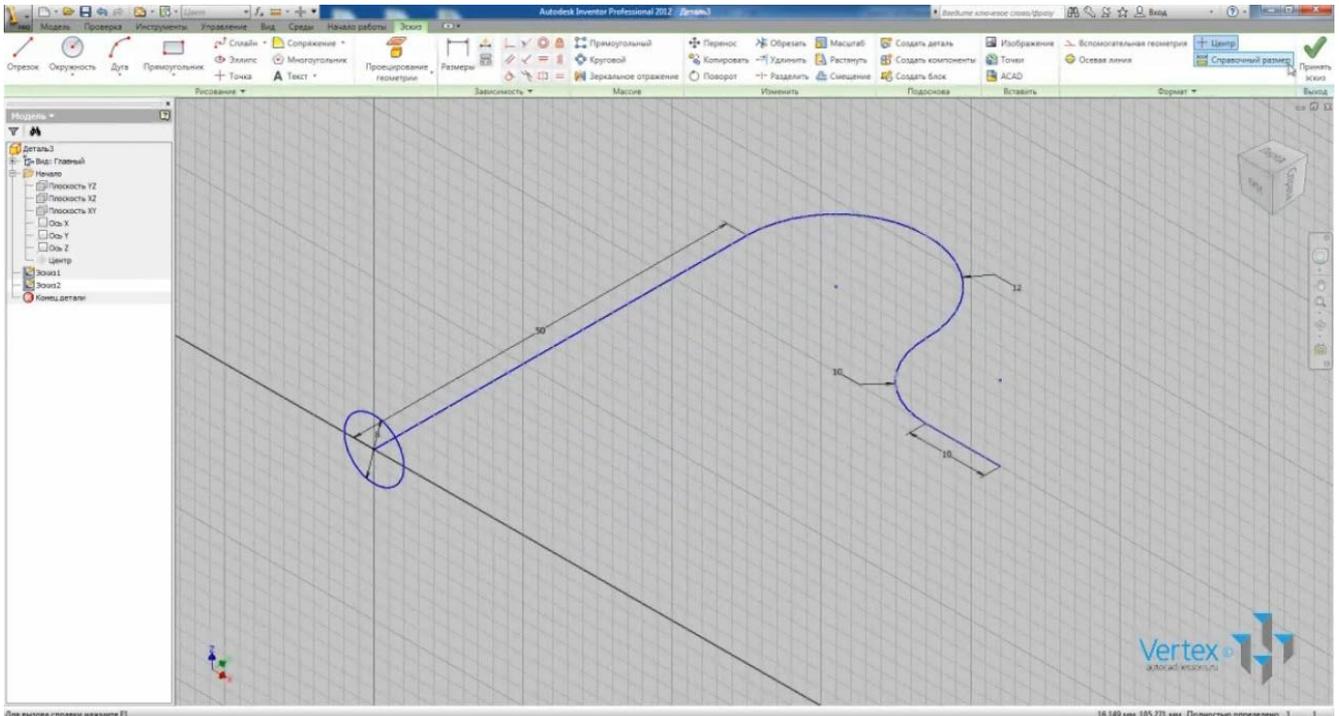
Также зададим зависимость горизонтальности для начала и конца первой дуги. Теперь дуга образует 180°. Эскиз полностью определен. Все линии отображаются синим цветом.



Принимаем эскиз.

Создадим еще один эскиз, только в плоскости, перпендикулярной начальному отрезку. В данном случае это плоскость XZ.

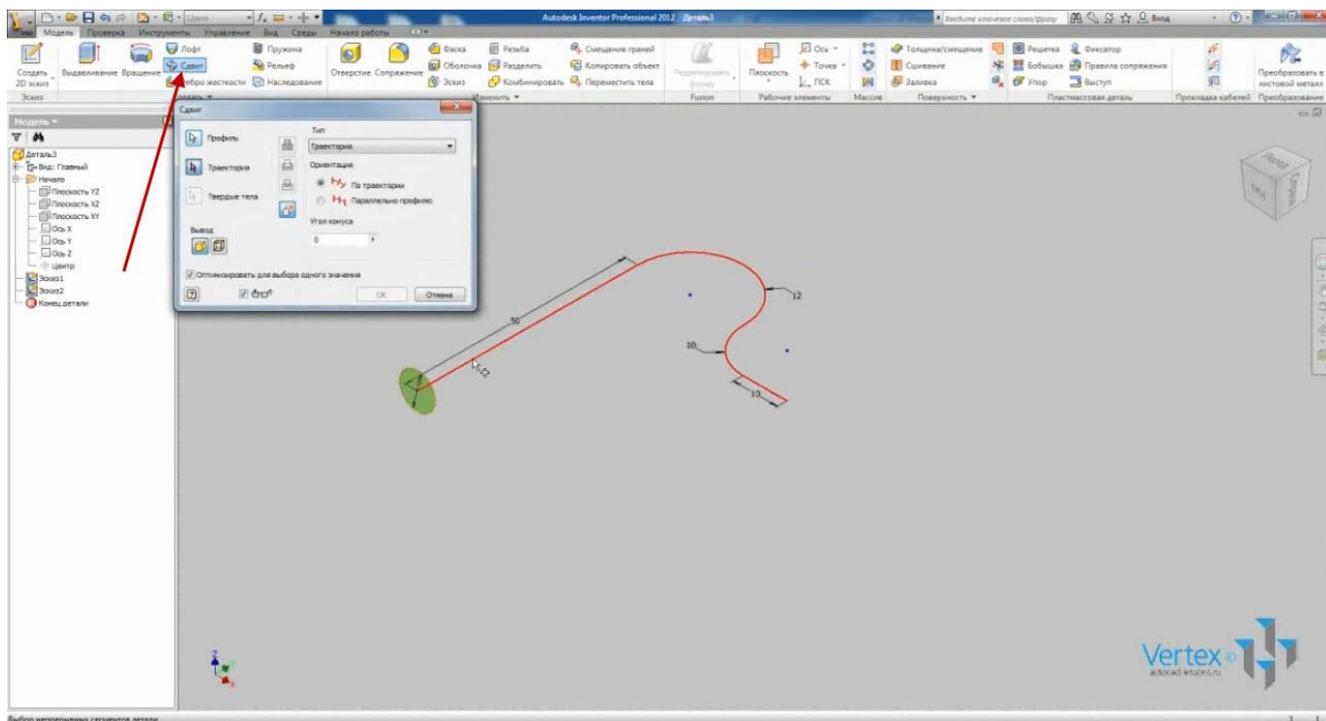
Начало координат этого эскиза совпадает с началом координат первого отрезка. Нарисуем окружность диаметром 8 мм.



Принимаем эскиз.

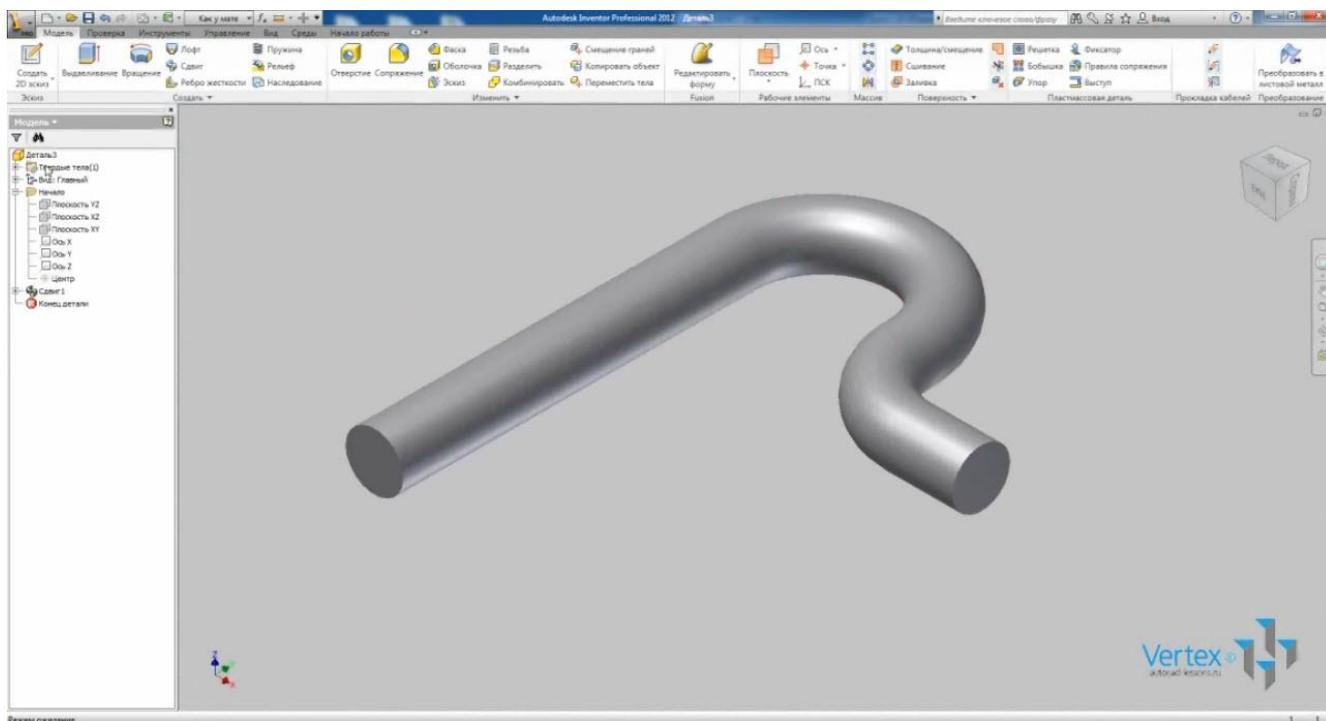
Выбираем операцию «Сдвиг». Окружность, как замкнутый контур, автоматически выбрана в качестве профиля.

Укажем первый эскиз в качестве траектории:



Нажимаем Ок.

Таким образом, можно получать гнутые детали из различных профилей по любой траектории. Назовем деталь «Скоба».



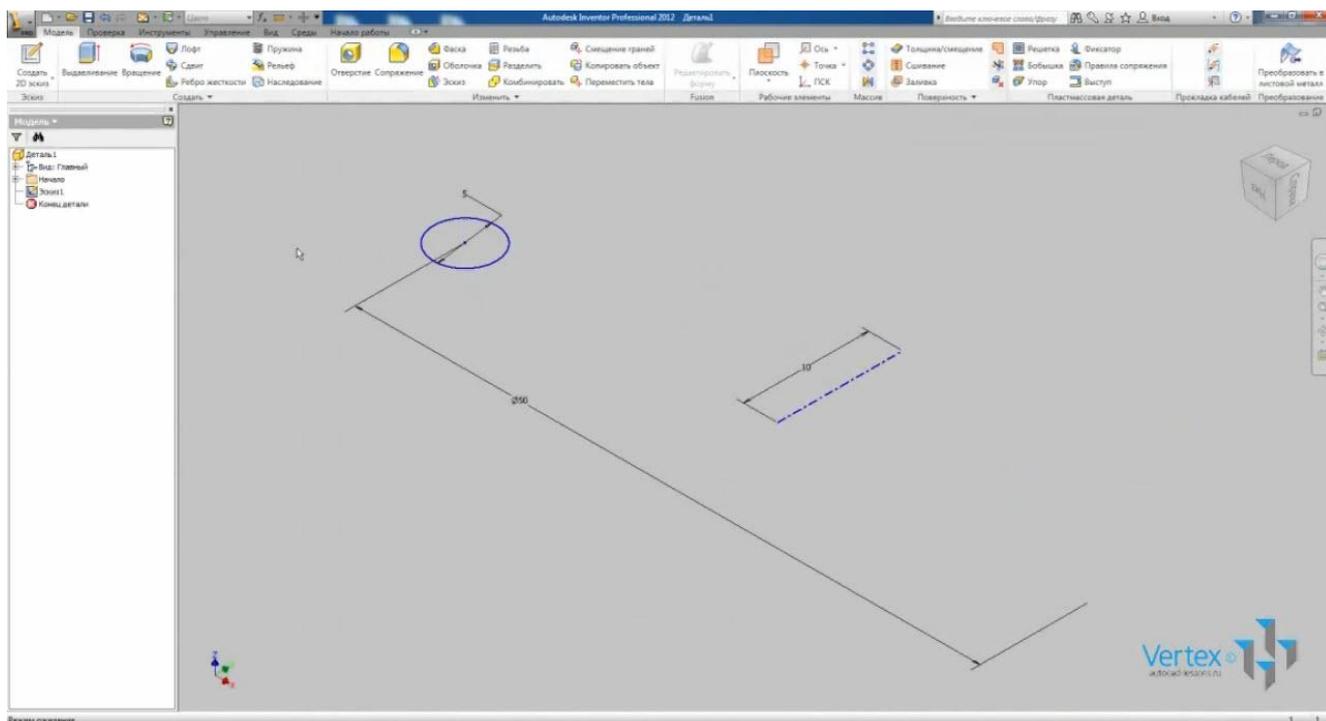
Сохраним ее и закроем.

Для создания пружины, можно воспользоваться операцией «Пружина».

Создадим новую деталь. Нарисуем вертикальный отрезок произвольной длины. Например, 10 мм. Зададим отрезку свойства осевой линии.

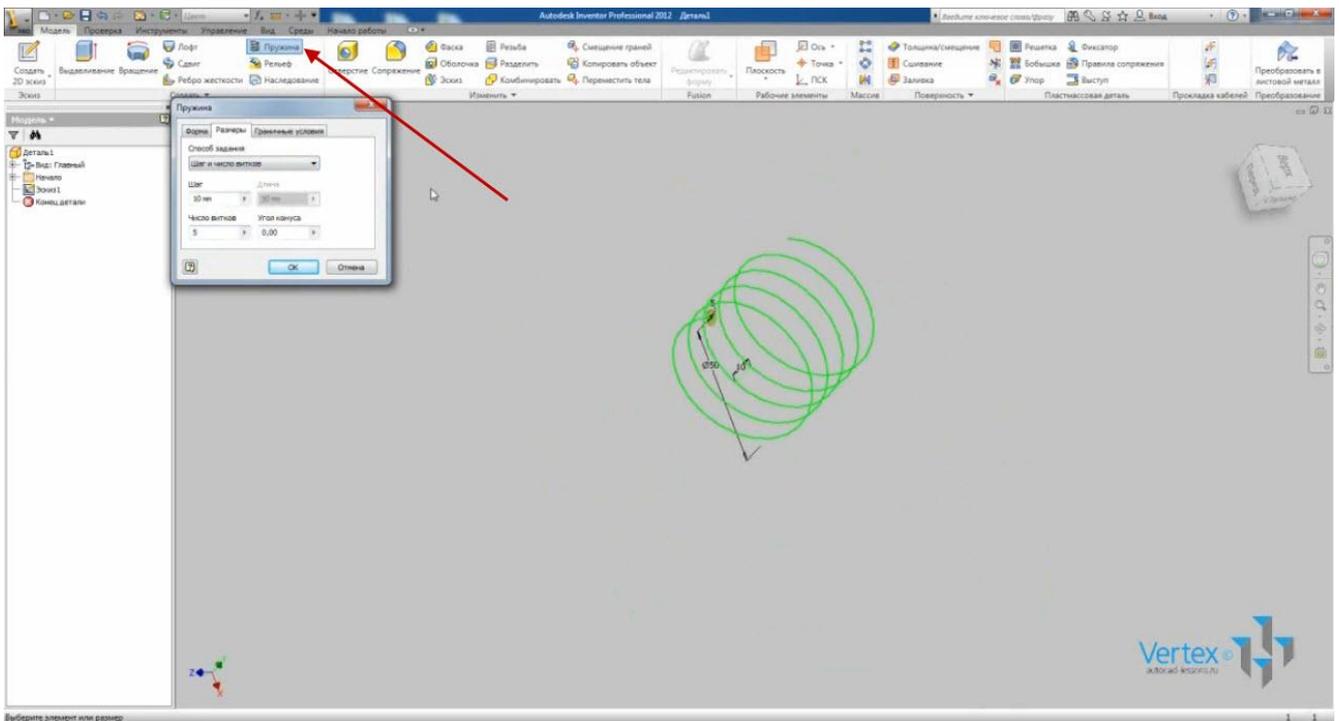
Нарисуем окружность, диаметром 5 мм. Зададим зависимость горизонтальности центра окружности с началом координат. Кажем размер от центра окружности до оси. Он проставляется как диаметр. Введем 50 мм. Это будет диаметр пружины.

Принимаем эскиз.

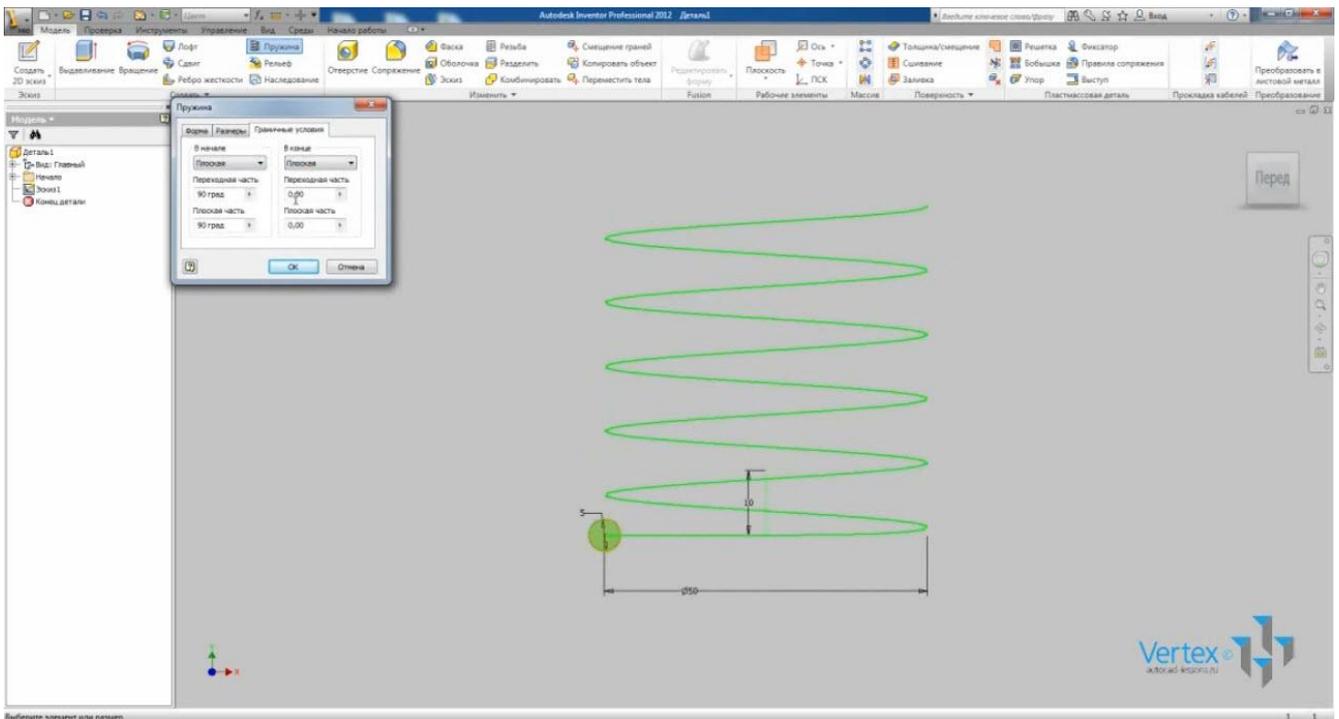


Выбираем операцию «Пружина». Выбираем окружность в качестве эскиза и отрезок в качестве оси. Здесь же можно выбрать направление вращения пружины.

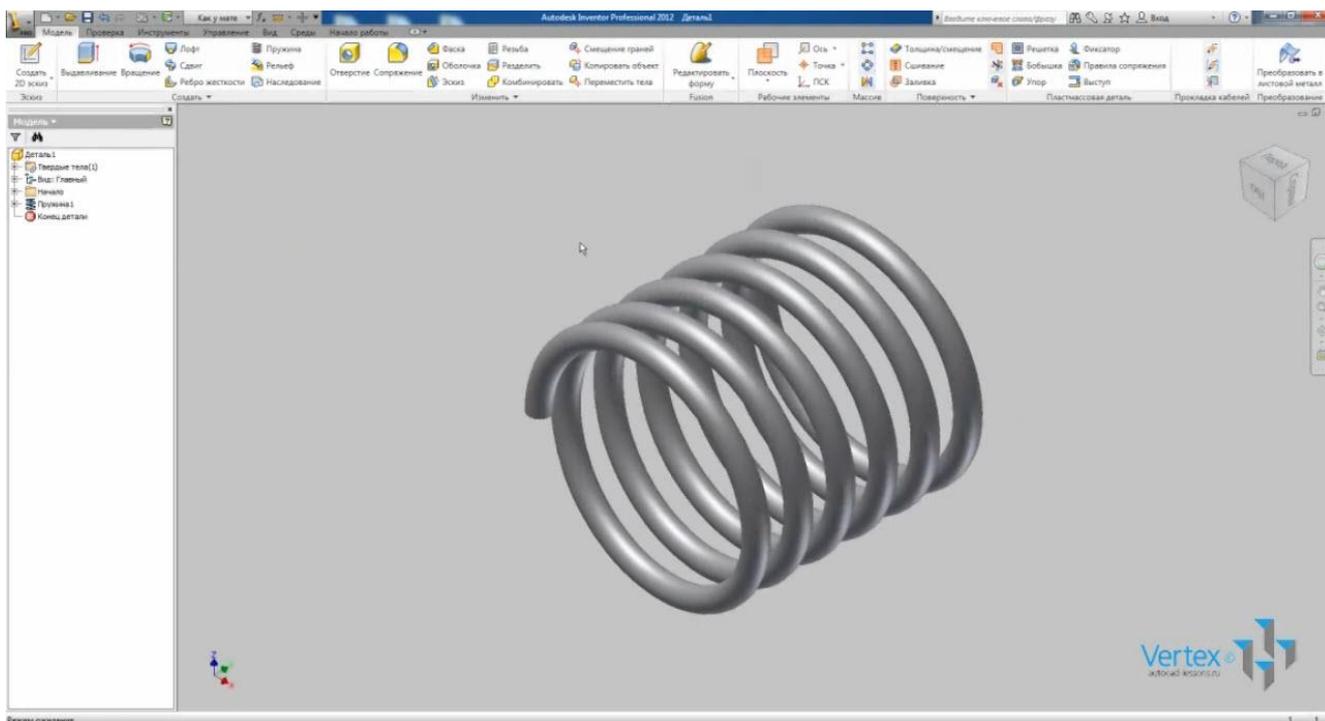
На вкладке «Размеры» выбираем способ задания, например, «Шаг и число витков». Указываем шаг – 10 мм, Число витков – 5.



На вкладке «Граничные условия» можно задать плоской переходящей частью в начале и в конце. Укажем по  $90^\circ$ .



Нажимаем Ок. Получили пружину с заданными параметрами.



Назовем деталь «Пружина». Сохраним деталь и закроем.

## ОПЕРАЦИИ С ДЕТАЛЯМИ

Для редактирования деталей существует ряд операций. Рассмотрим некоторые из них.

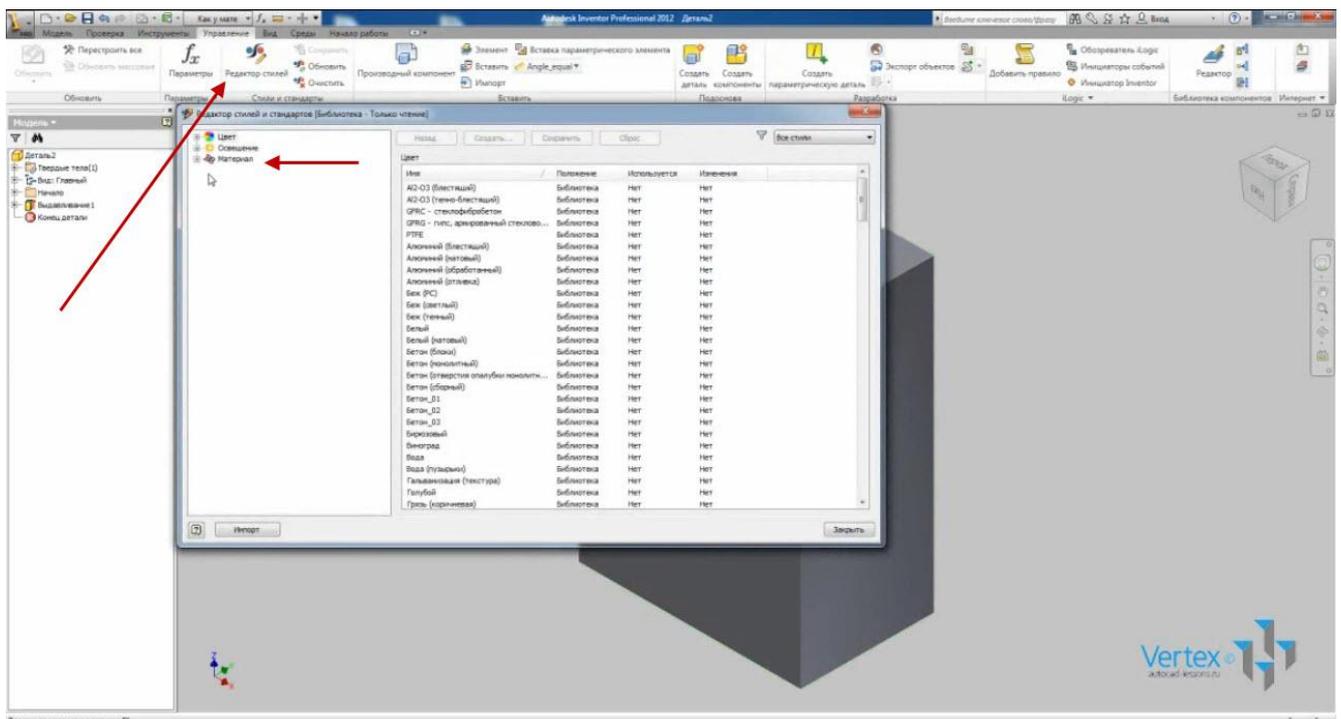
Откроем созданную ранее «Деталь 2».

Программа позволяет задавать деталям свойства различных материалов. Нажмем правой кнопкой мыши по названию детали (в браузере) и выберем «Свойства Inventor». На вкладке «Физические» отображаются текущие материалы: плотность объем, масса.

Можно выбрать любой из доступных материалов. Выберем сталь низкоуглеродистую.

При этом изменилась плотность детали и масса.

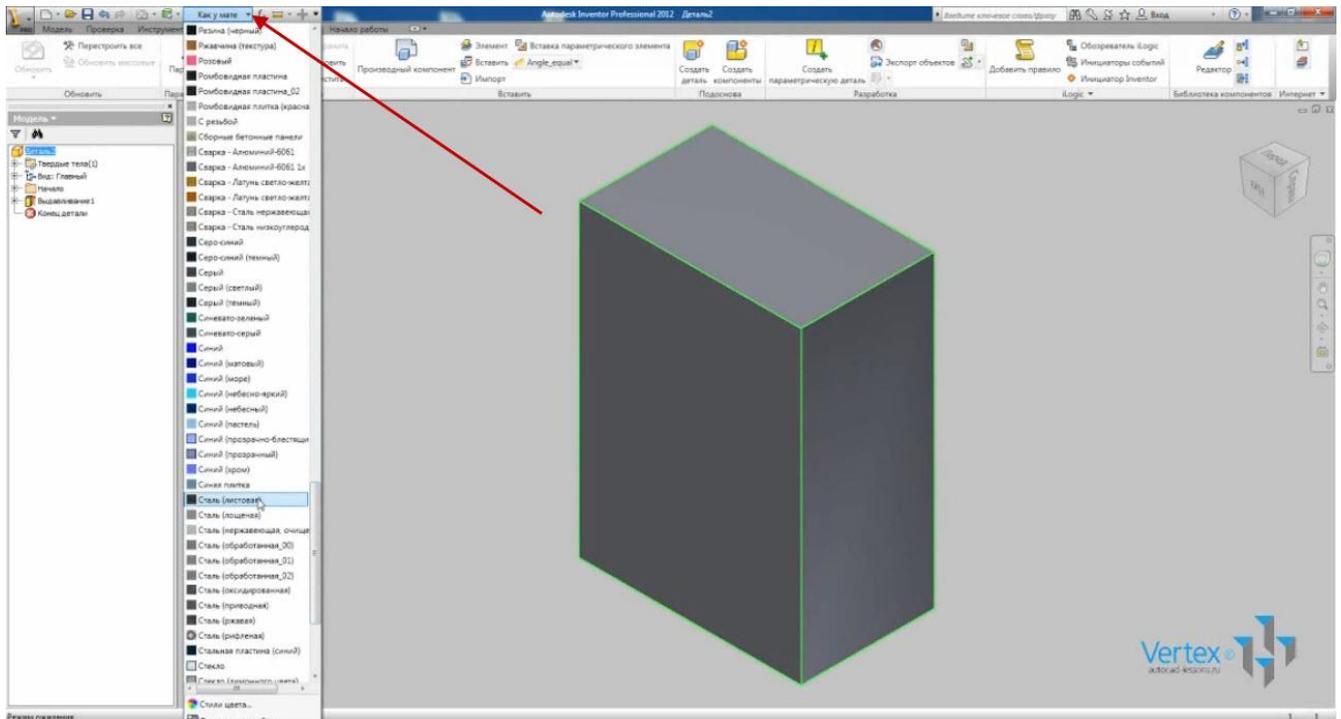
Если Вы хотите указать другую плотность для данного материала, это можно сделать, открыв на вкладке «Управление» «Редактор стилей».



Находим необходимый материал и указываем другую плотность. Также можно указывать другие физические свойства. Укажем плотность – 7,85 и сохраним.

Проверяем, что в свойствах детали действительно поменялась плотность и масса.

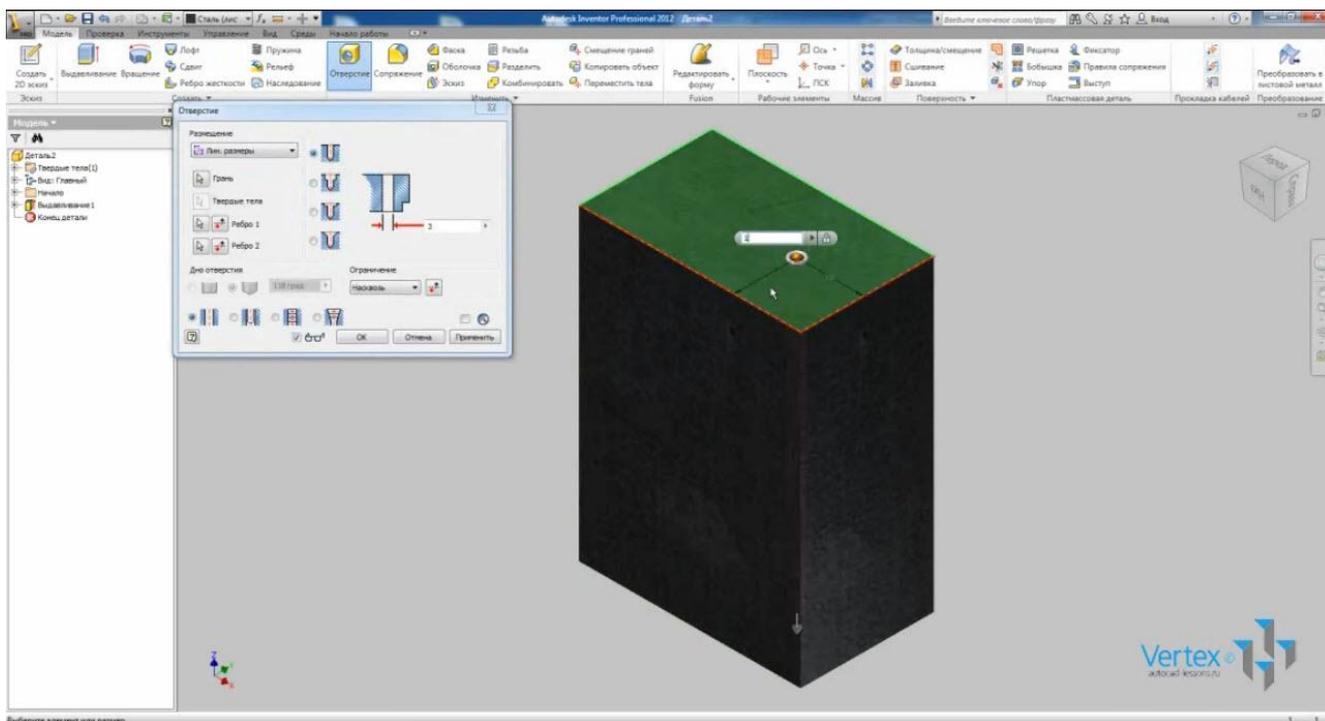
Также можно указывать любую текстуру материала. В раскрывающемся меню при определении цвета, выберем «Сталь листовая».



Текстура детали изменилась.

Теперь рассмотрим варианты задания отверстий. Выберем функцию «Отверстие».

Размещение отверстий оставляем в линейных размерах. Указываем начальную грань отверстия и выберем ребра для привязки положения отверстия:

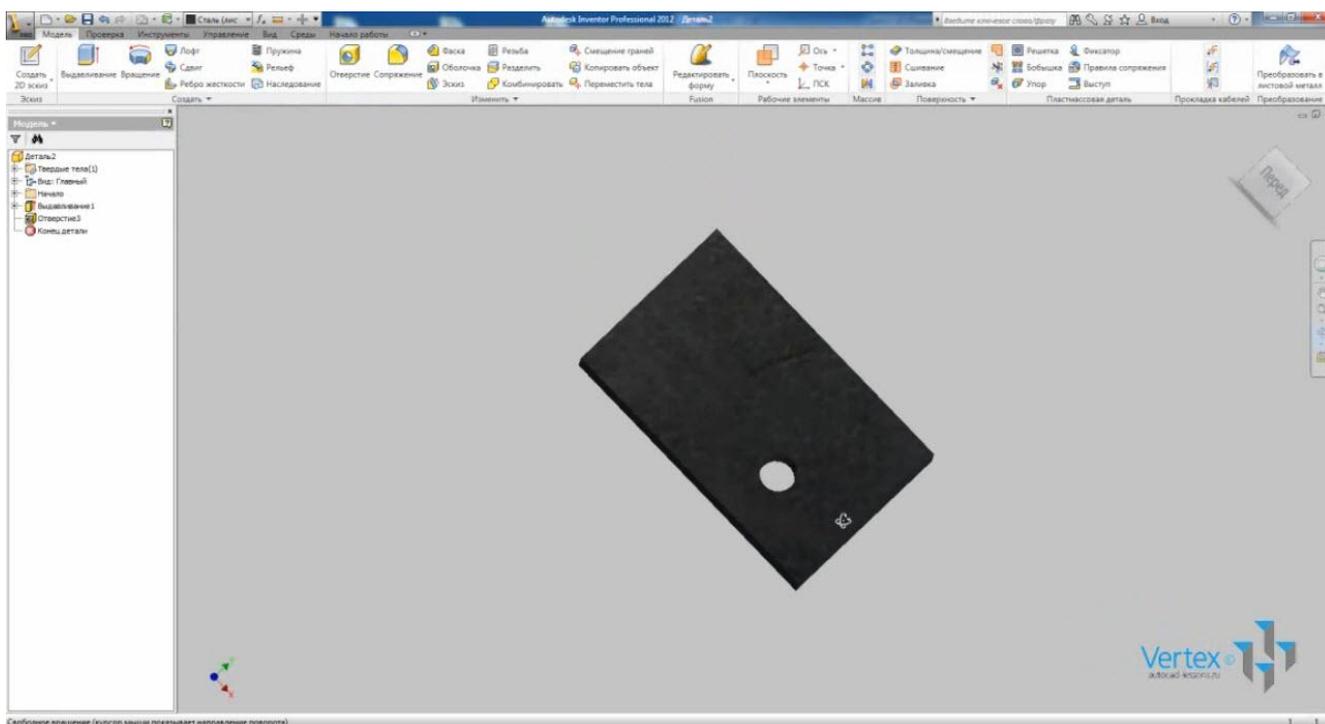


Введем от первого ребра – 15, от второго – 10.

Можно указывать отверстия различной конфигурации, простое или резьбовое отверстие.

В качестве ограничения можно выбирать «До выбранного» или «Насквозь».

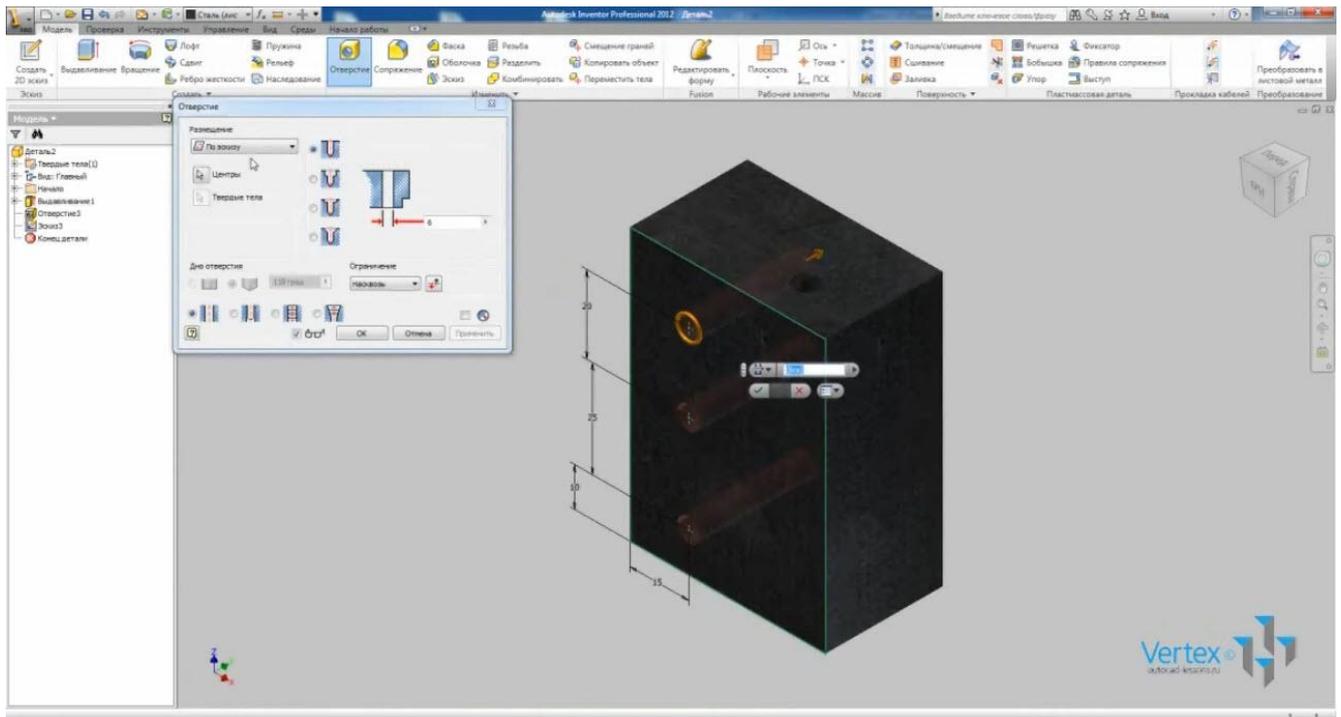
Выбираем простое отверстие диаметром 6 мм насквозь. Получили отверстие с заданными параметрами.



Второй способ задания отверстия – по предварительно нарисованному эскизу.

Создадим эскиз на боковой грани детали. Поставим в нем три точки и зададим им зависимость вертикальности между собой. Поставим размеры между точками, а также от нижней точки – к ребрам. Принимаем эскиз.

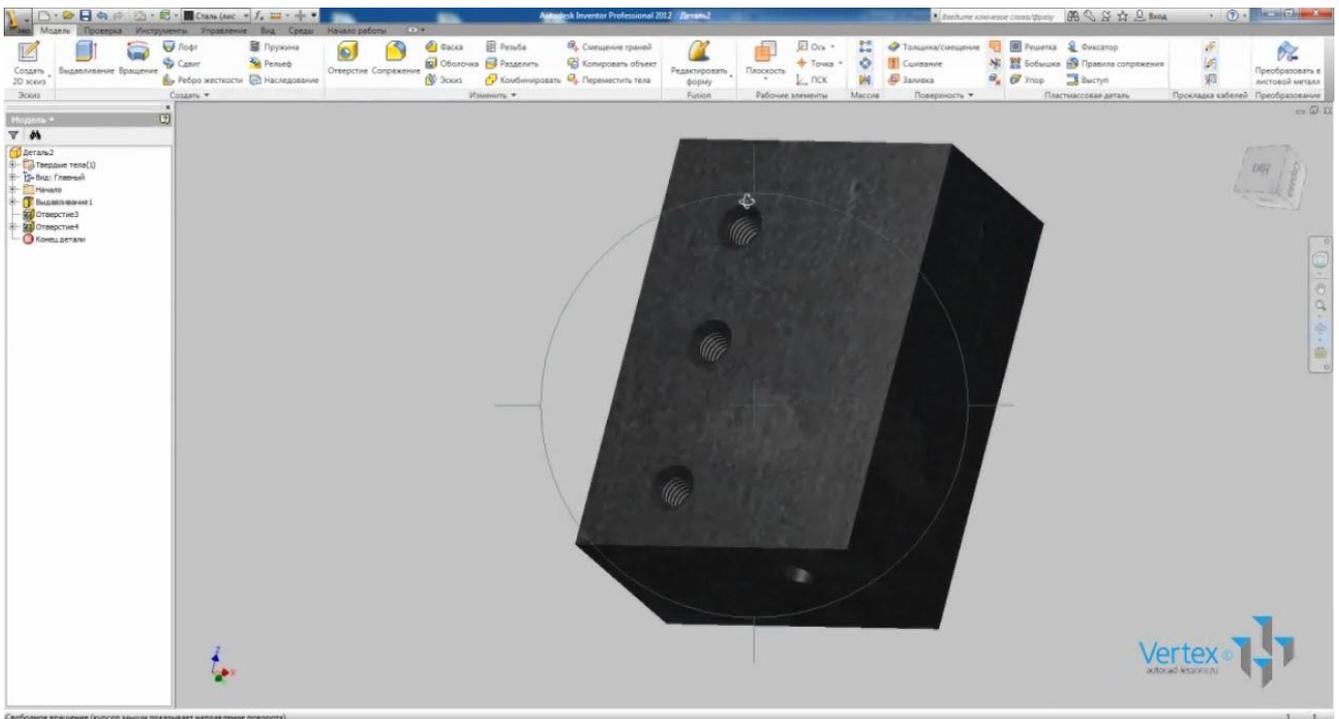
Выбираем операцию «Отверстие». Отверстия сразу располагаются по точкам эскиза. Размещение выбрано – «По эскизу».



Нажав на точку в центре удерживая Shift, можно отменять выбранные точки.

Выберем резьбовое отверстие с фаской.

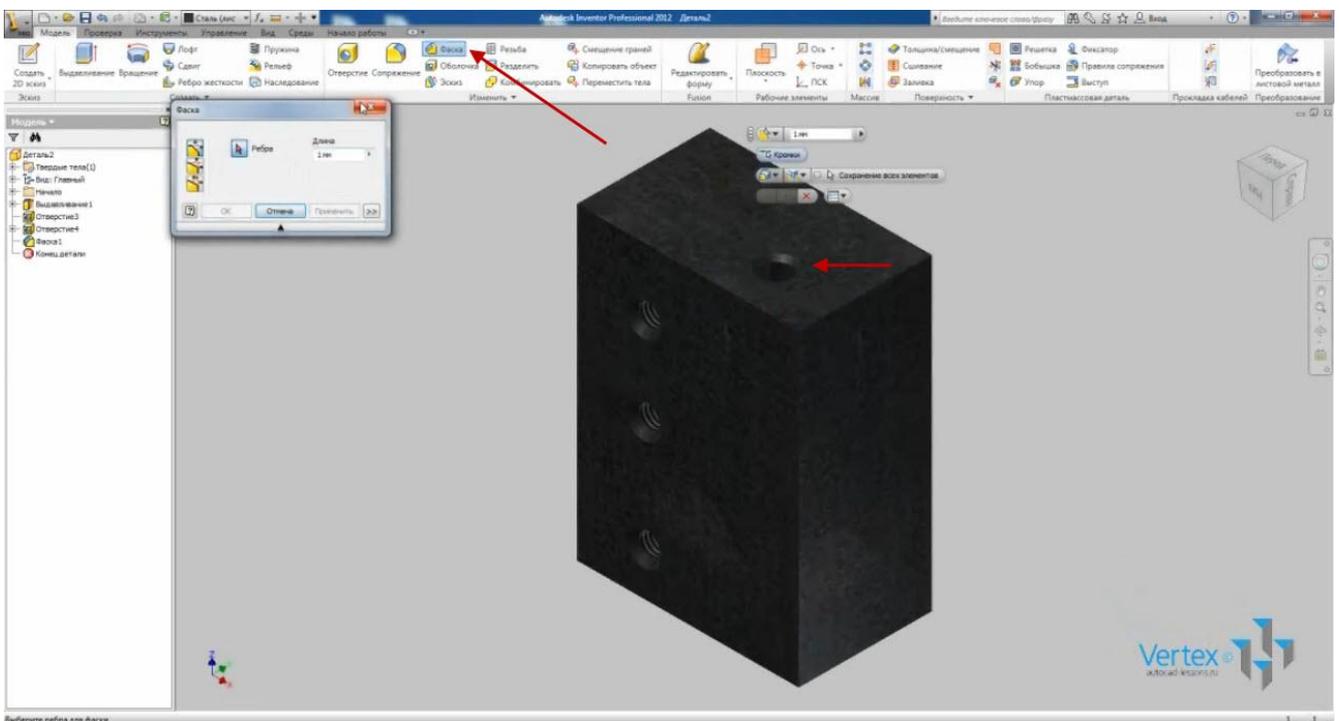




Сохраним деталь.

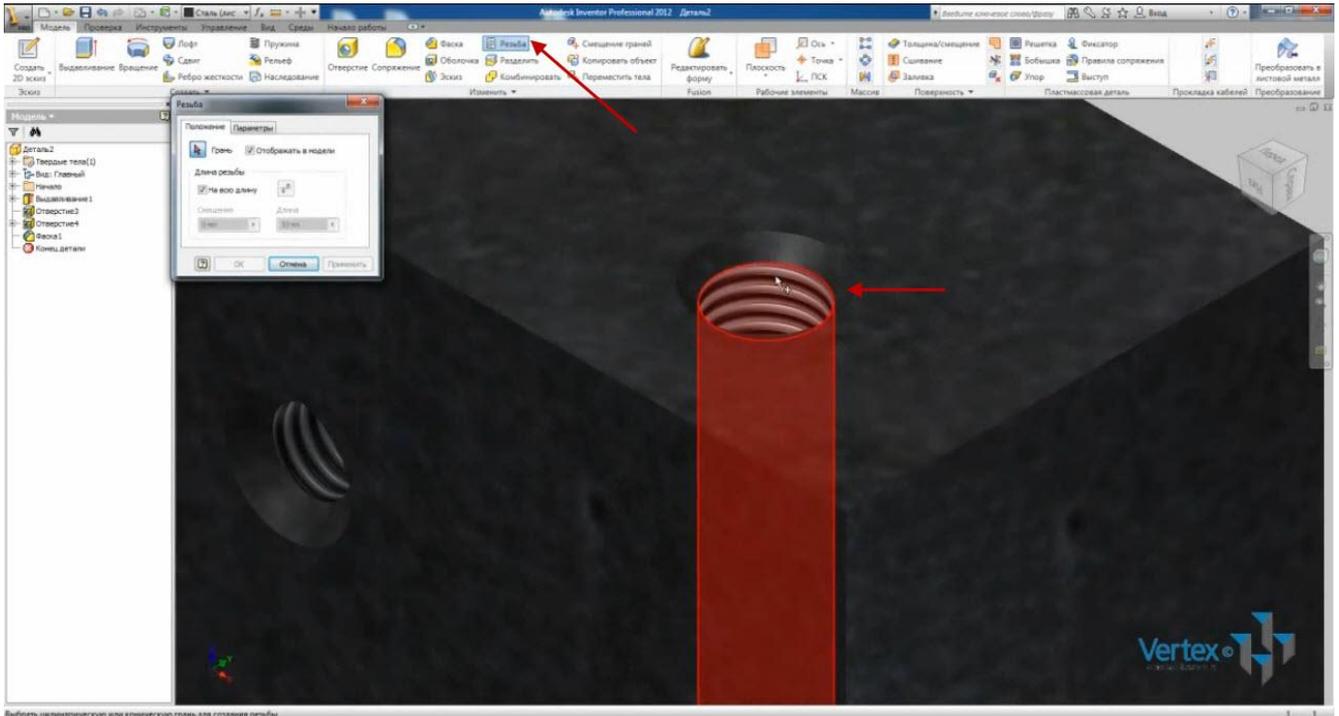
Непосредственно на детали можно также создавать фаски и сопряжения.

Создадим фаску для первого отверстия. Укажем длину – 1 мм, выберем ребро. Применяем.



Теперь выберем операцию «Резьба» и укажем резьбу для первого отверстия.

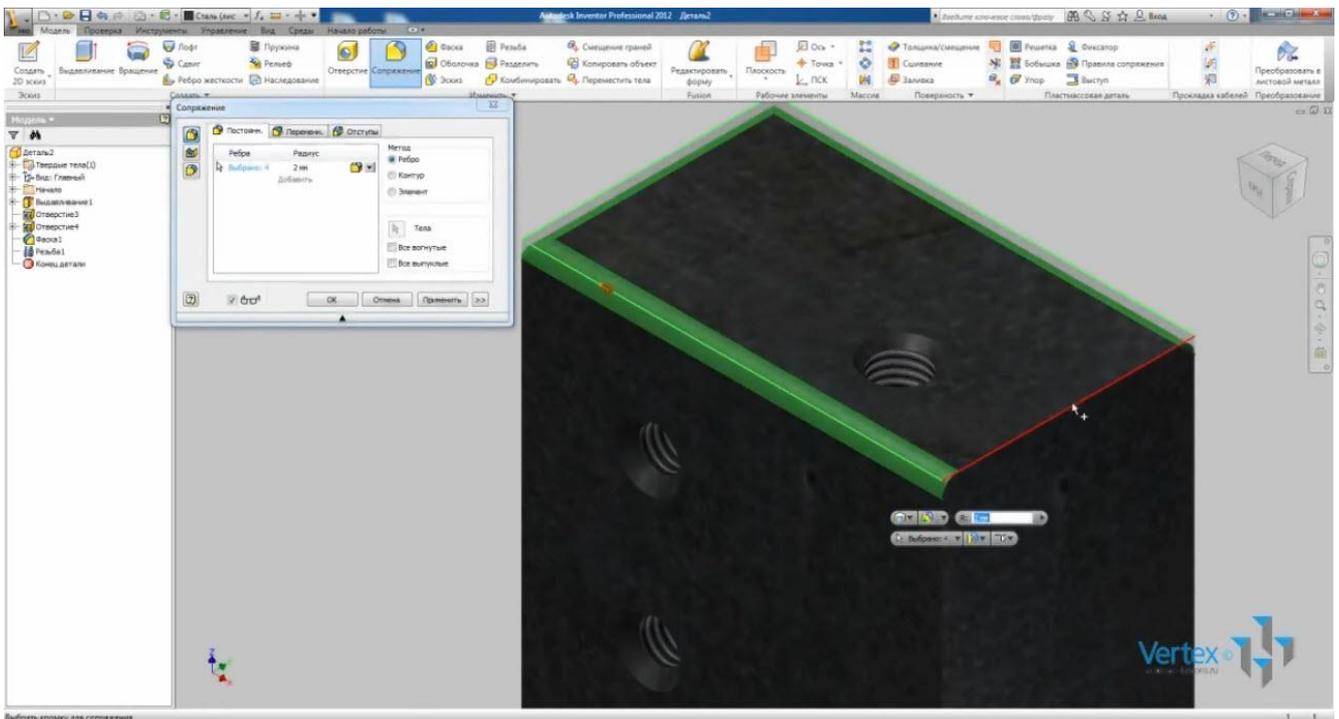
## Выбираем грань.



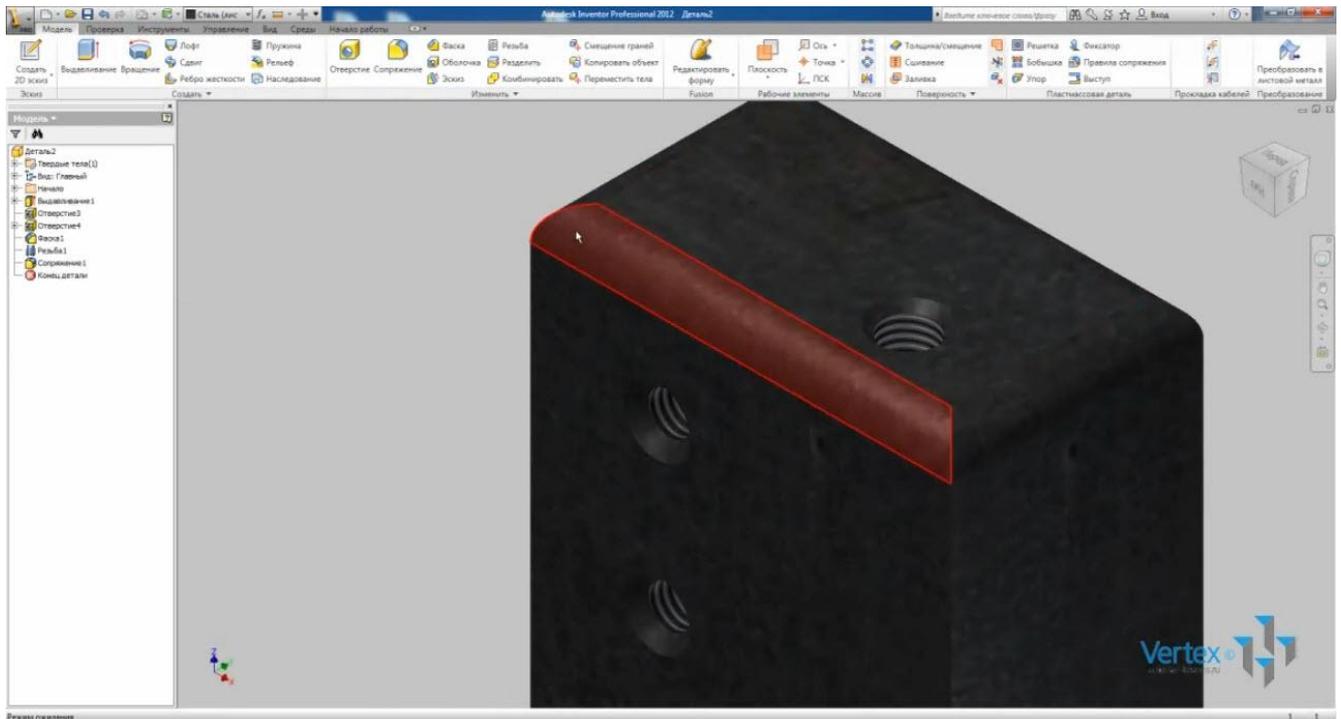
На вкладке «Параметры» выбираем – ISO метрическая. Размер – М6. Можно выбрать направление – правое или левое. Применяем.

Выбираем операцию «Сопряжение».

В качестве ребер выберем верхние ребра детали.

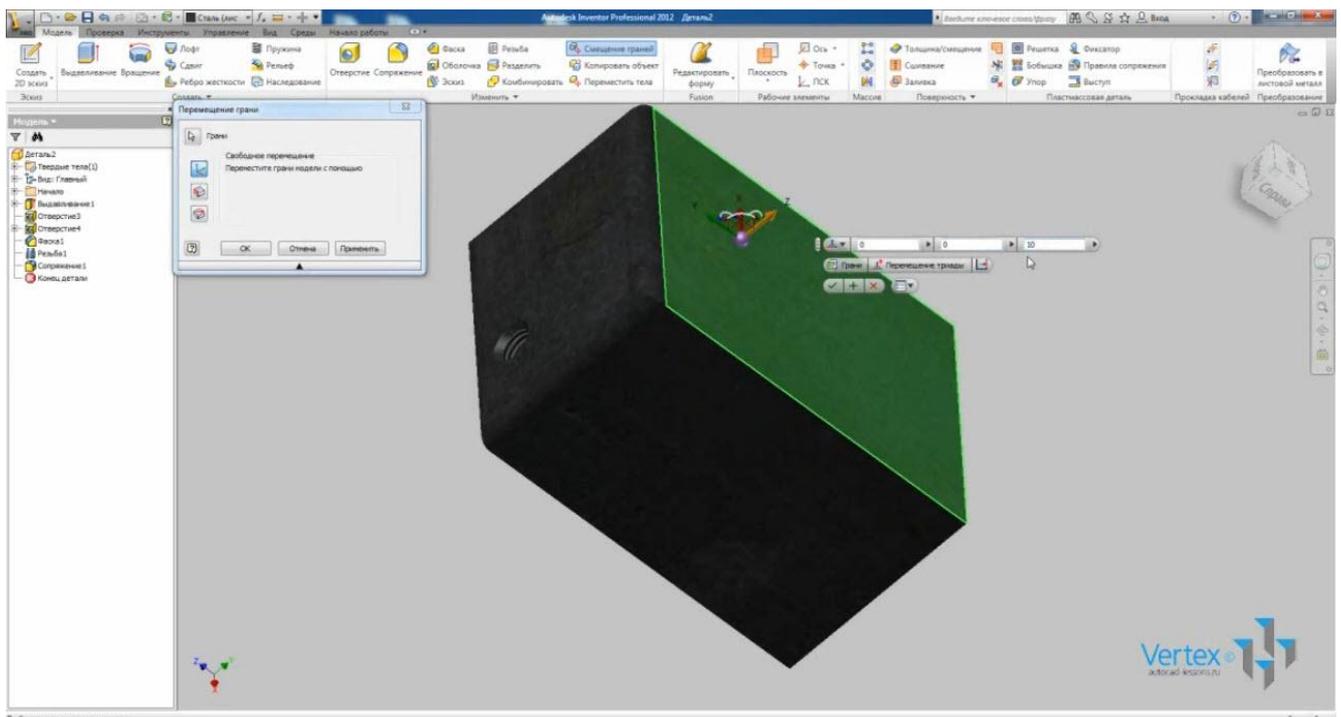


С помощью операции «Ручки» можно регулировать радиус сопряжения. Введем точное значение – 4 мм. Нажимаем Ок.

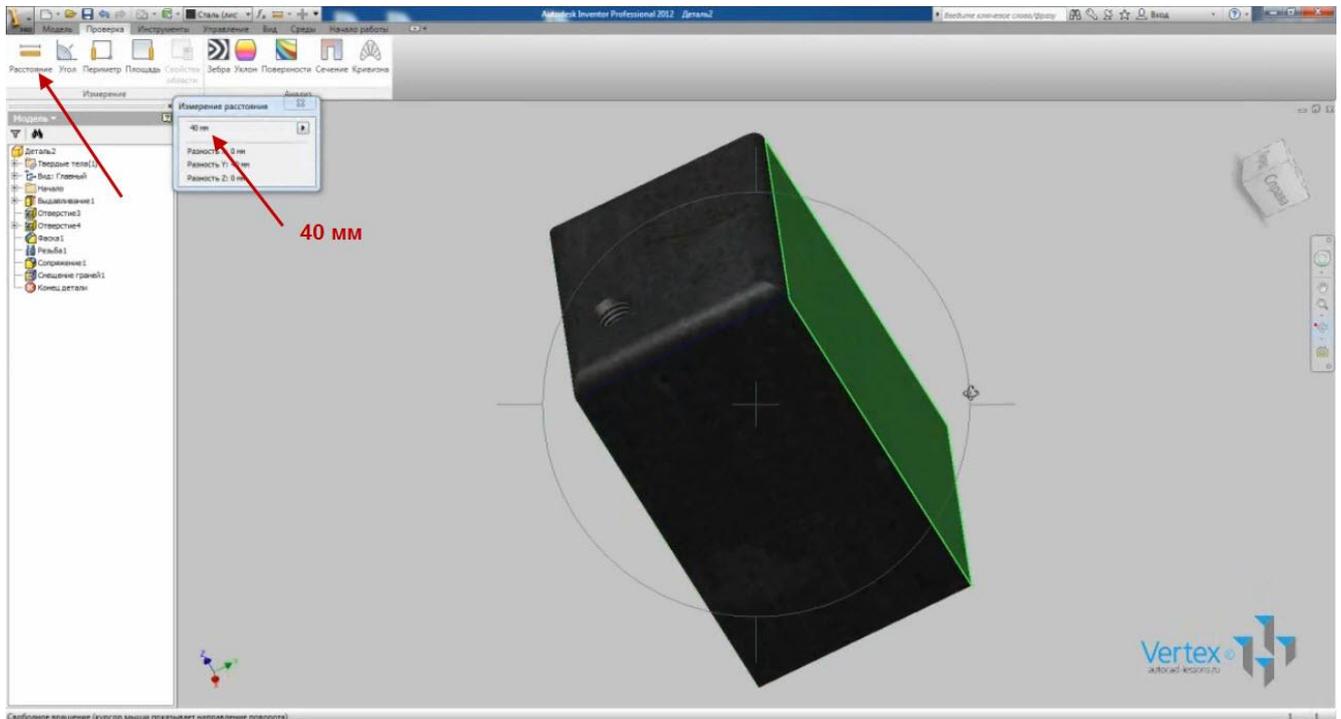


Операция «Смещение граней» используется для изменения геометрии детали.

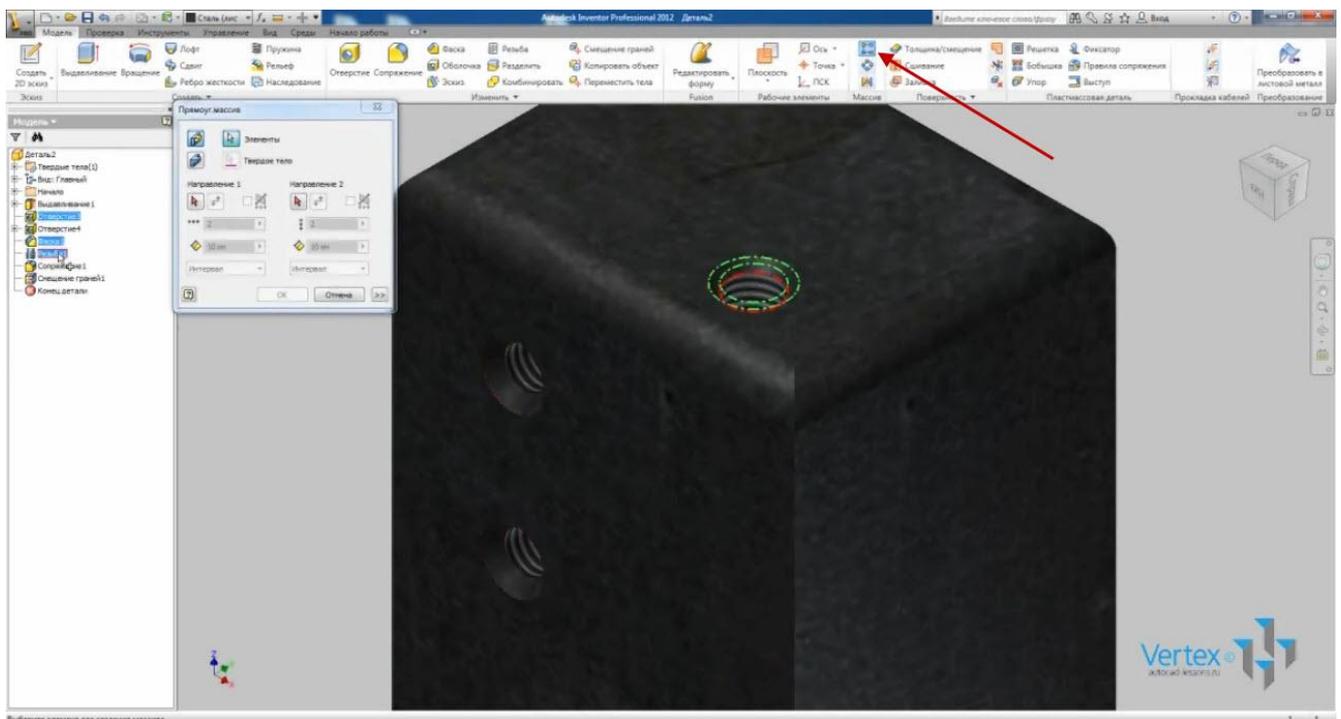
Сместим верхнюю грань на 10 мм. Выбираем операцию «Смещение грани», выбираем верхнюю грань. С помощью операции «Ручки» можно регулировать смещение. Введем точное значение: X=0, Y=0, Z=10.



Проверить размеры детали можно нажав на вкладке «Проверка» функцию «Расстояние». Можно выбирать расстояние между гранями или ребрами. Также можно проверять расстояние до отверстий.

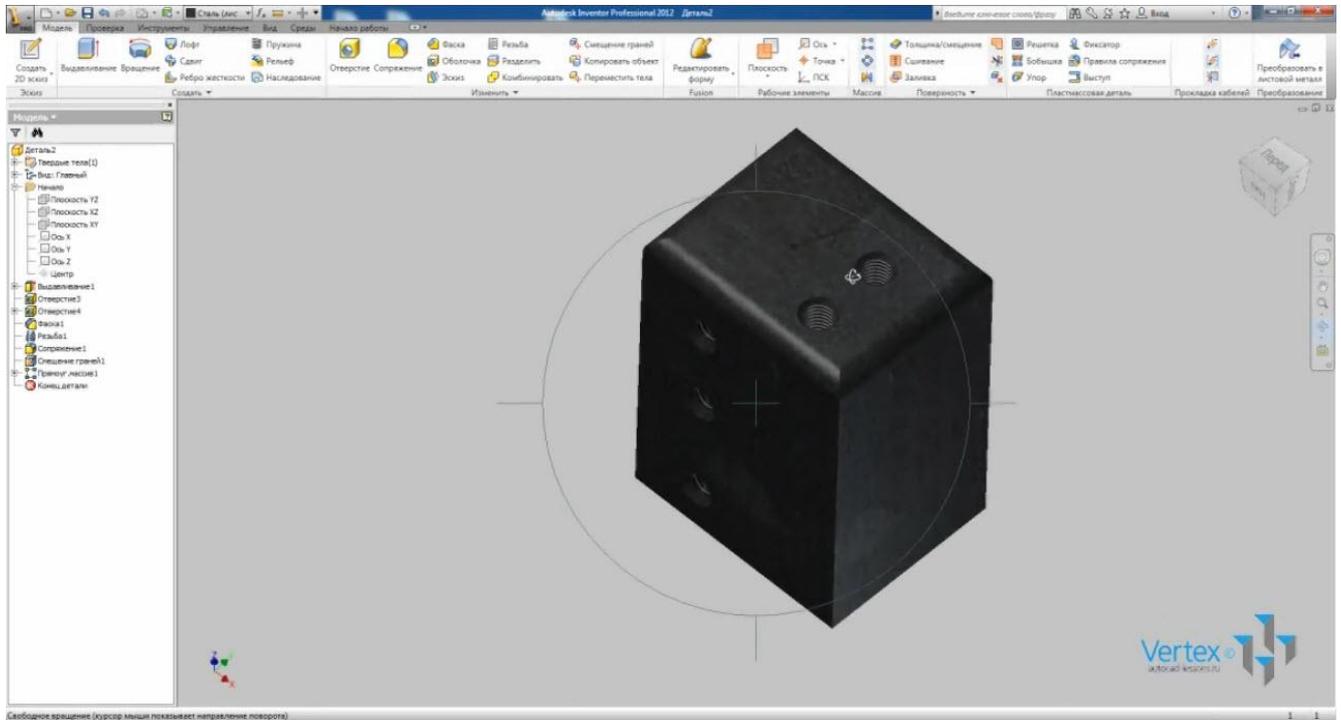


С помощью операции «Массив» можно делать прямоугольный или круговой массив элементов. Например, выберем прямоугольный массив и выберем элементы: первое отверстие, фаску и резьбу.



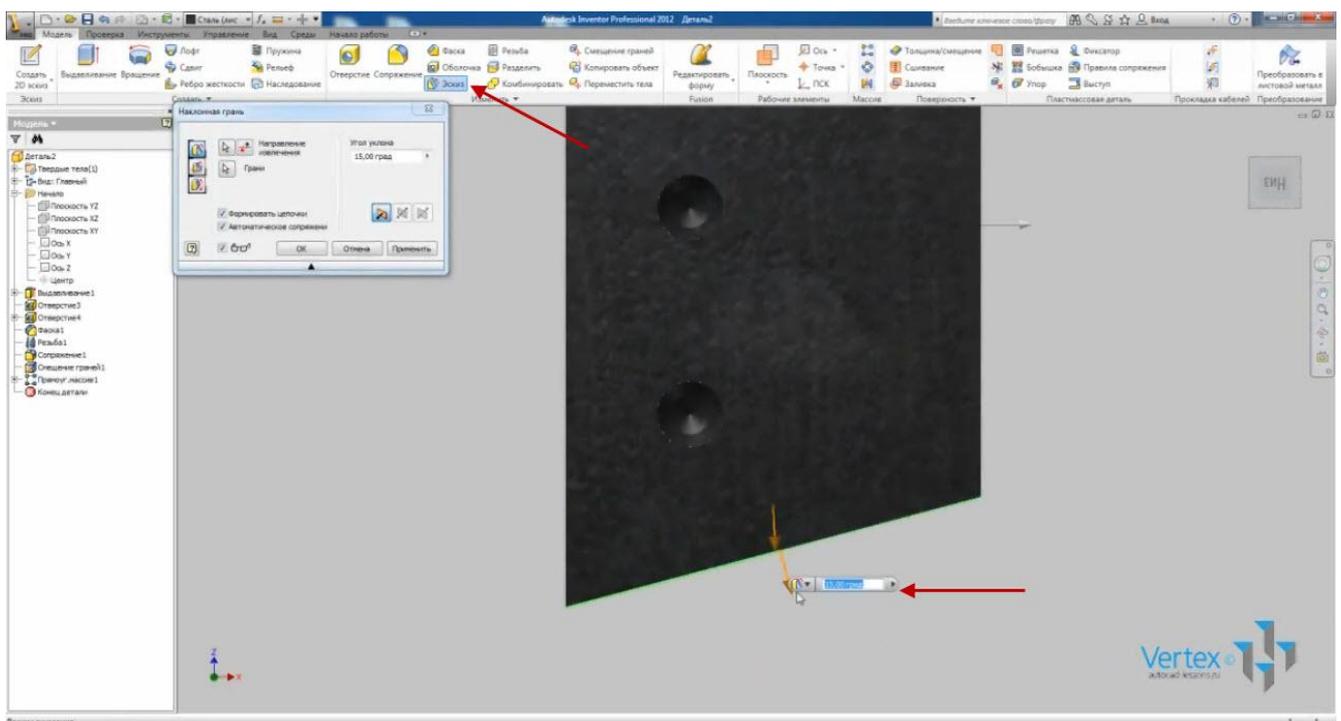
В качестве направления можно выбирать любую грань, но лучше выбирать оси детали. В качестве направления выберем ось XY. Количество элементов – 2. Расстояние – 15 мм.

Получили два отверстия на расстоянии 15 мм.

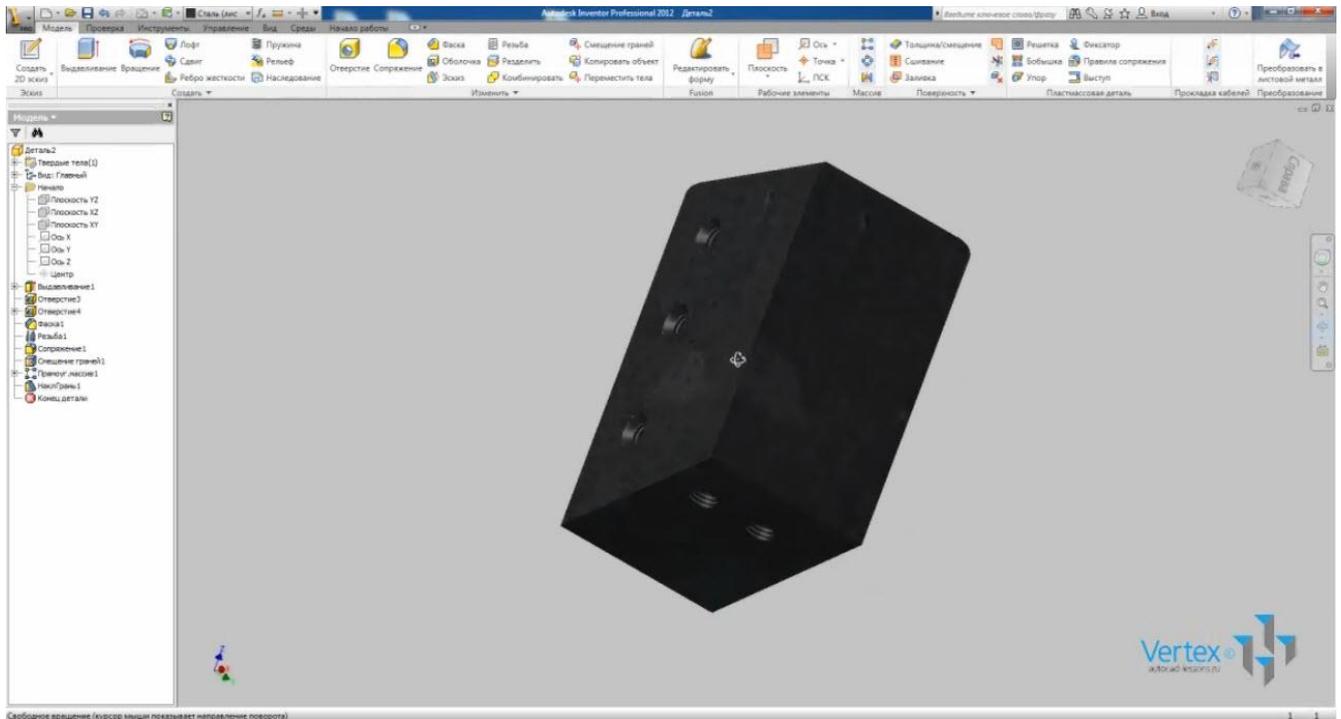


Операция «Наклонная грань» служит для изменения угла наклона выбранных граней.

Изменим угол наклона задней грани относительно правой на  $12^\circ$ .



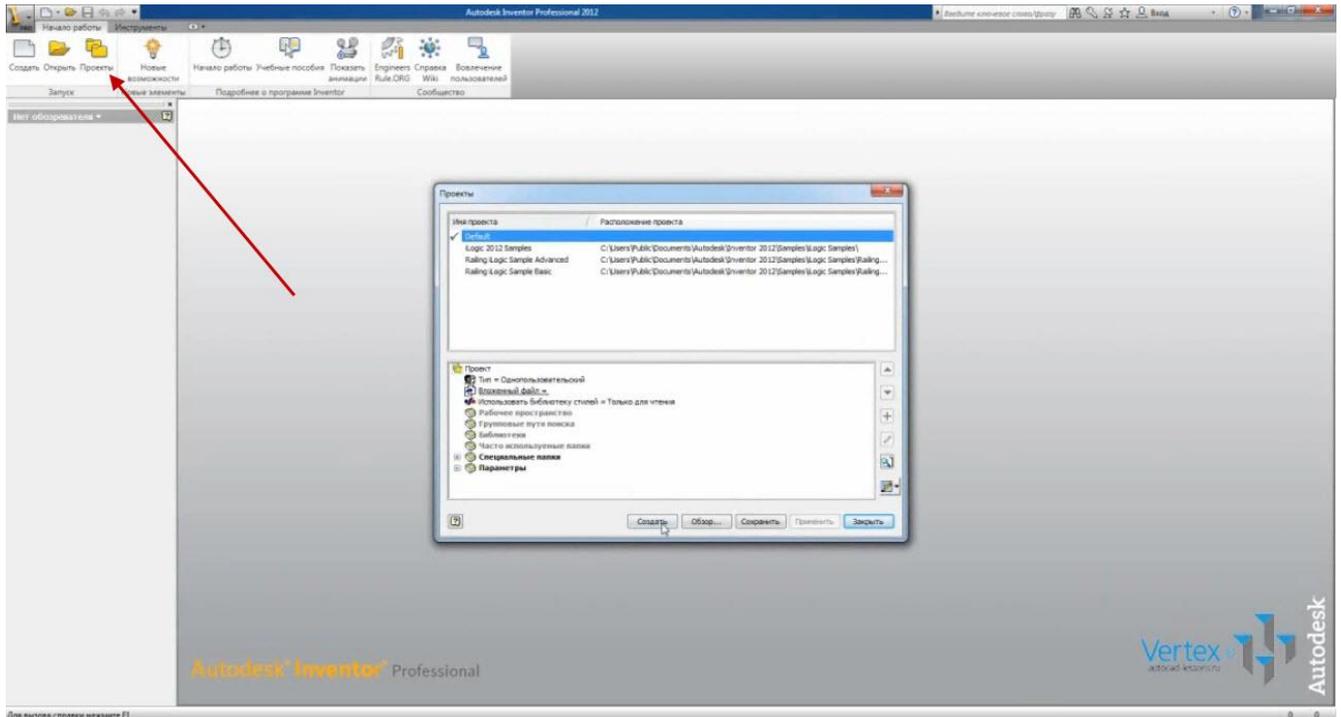
Угол наклона грани можно регулировать с помощью инструмента «Ручки» или ввести точное значение. Применяем. Получили наклон грани под углом  $12^\circ$ . Сохраняем.



## ПОНЯТИЕ О ПРОЕКТАХ, ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ДЕТАЛЬ

В Inventor существуют файлы проекта. В проекте определяется расположение всех файлов, связанных с данным проектом. Другими словами, файл проекта определяет все файлы, входящие в определенное изделие и исключает потерю связей между деталями, сборками и чертежами.

Создадим новый проект. Нажмем «Проекты». Открывается список доступных проектов.



Нажмем «Создать». Если у Вас используется сетевое хранилище для хранения данных, то можно выбрать «Новый проект хранилища». Если же Вы работаете за отдельным компьютером, то выбираем «Новый однопользовательский проект». Нажимаем «Далее».

Указываем имя проекта «Уроки Inventor» и указываем путь к папке для хранения файлов.

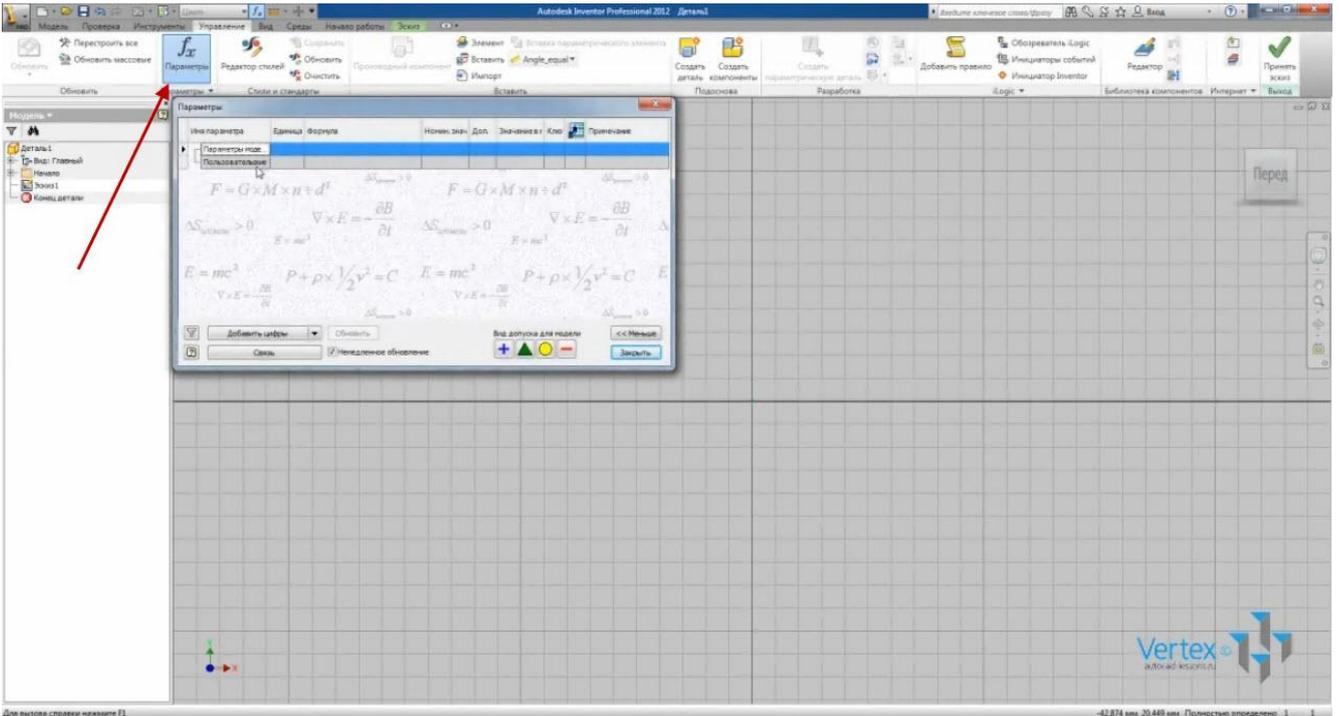
Библиотеки оставим без изменения.

Нажимаем «Готово». Создается новый проект.

Создадим новую деталь. При создании детали, она создается в текущем проекте в указанной папке.

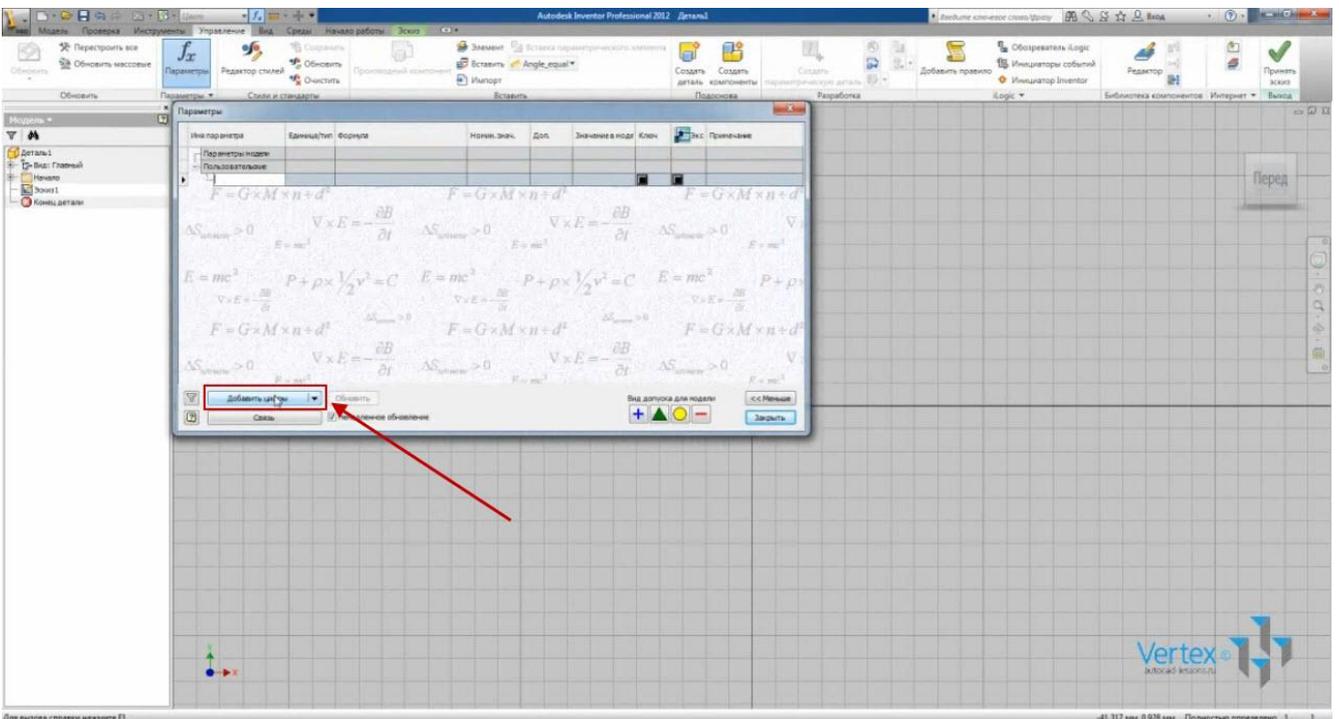
Сделаем данную деталь параметрической, т.е. управление размерами детали будет осуществляться параметрами.

На вкладке «Управление» откроем «Параметры».



Здесь отображаются все параметры модели, а также пользовательские параметры.

Добавим пользовательские цифровые параметры.



Для первого параметра введем имя L1. В графу «Формула» введем 200, в примечание запишем «Длина 1».

Создадим еще один параметр L2, значение – 300, примечание – «Длина 2».

Третий параметр назовем H1, значение – 10, в примечании – «Высота».

Далее создадим параметр D1, значение – 8 мм, примечании – «Диаметр».

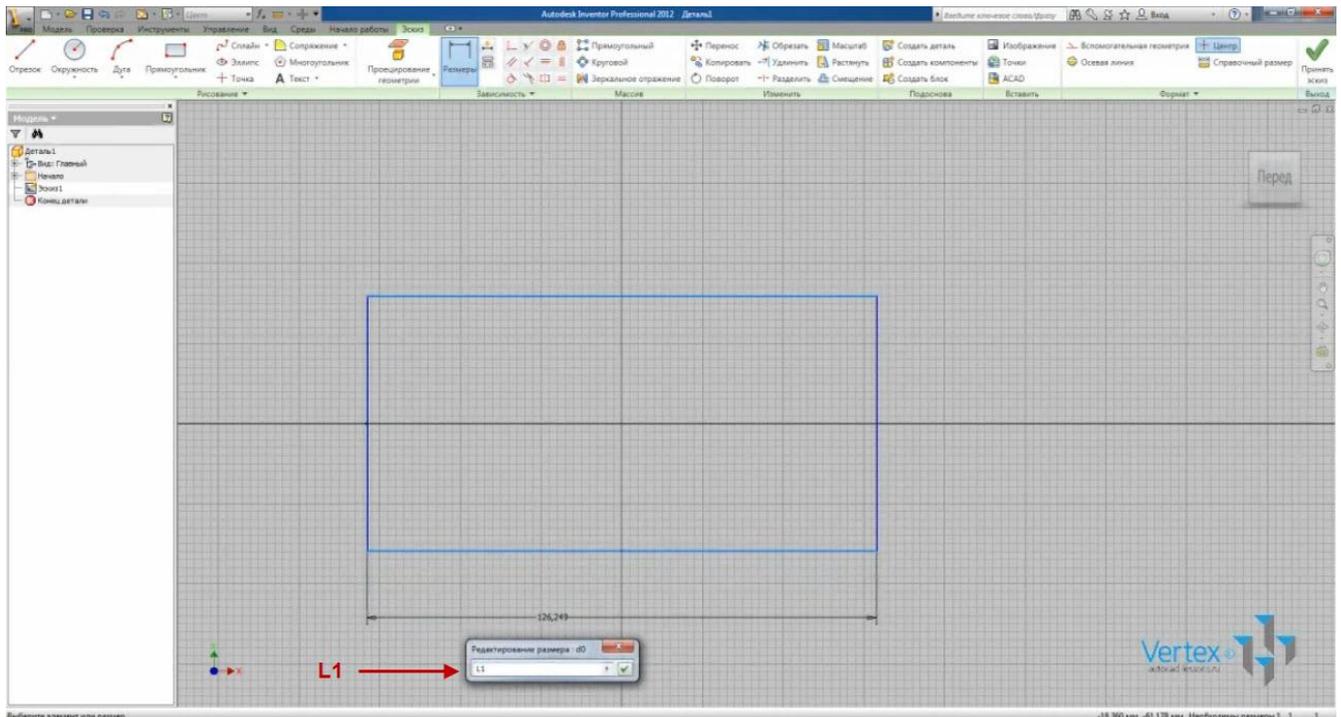
Еще один параметр LD1, значение – 15 мм, примечание – «Длина до отв. 1».

И последний параметр – LD2, значение – 20 мм, примечание – «Длина до отв. 2».

Закрываем окно параметров.

Нарисуем в эскизе прямоугольник. С помощью зависимости вертикальности и горизонтальности выровняем его относительно начала координат.

В качестве длины горизонтального отрезка введем L1.

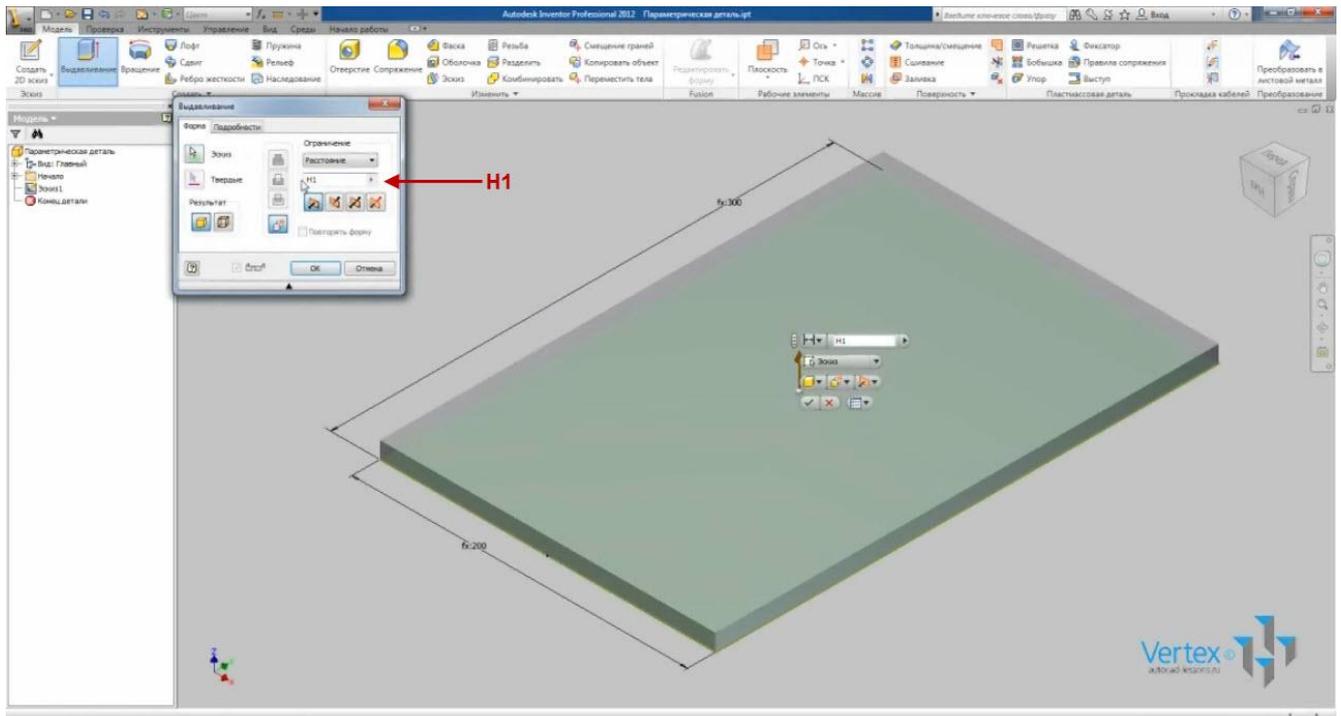


В качестве длины вертикального отрезка введем L2.

Теперь длины сторон соответствуют введенным параметрам L1 и L2. Принимаем эскиз.

Изменим имя детали – «Параметрическая деталь» и сохраним ее.

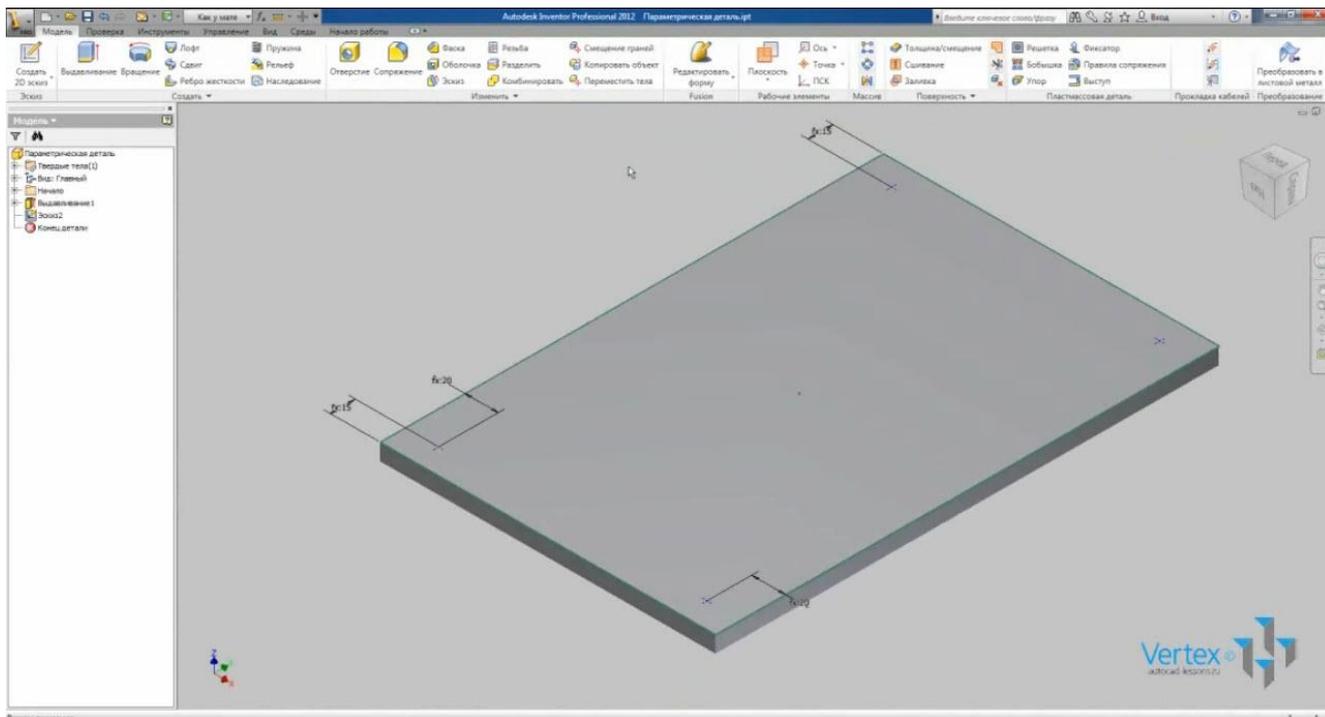
Выбираем операцию «Выдавливание». В качестве расстояния выдавливания введем H1.



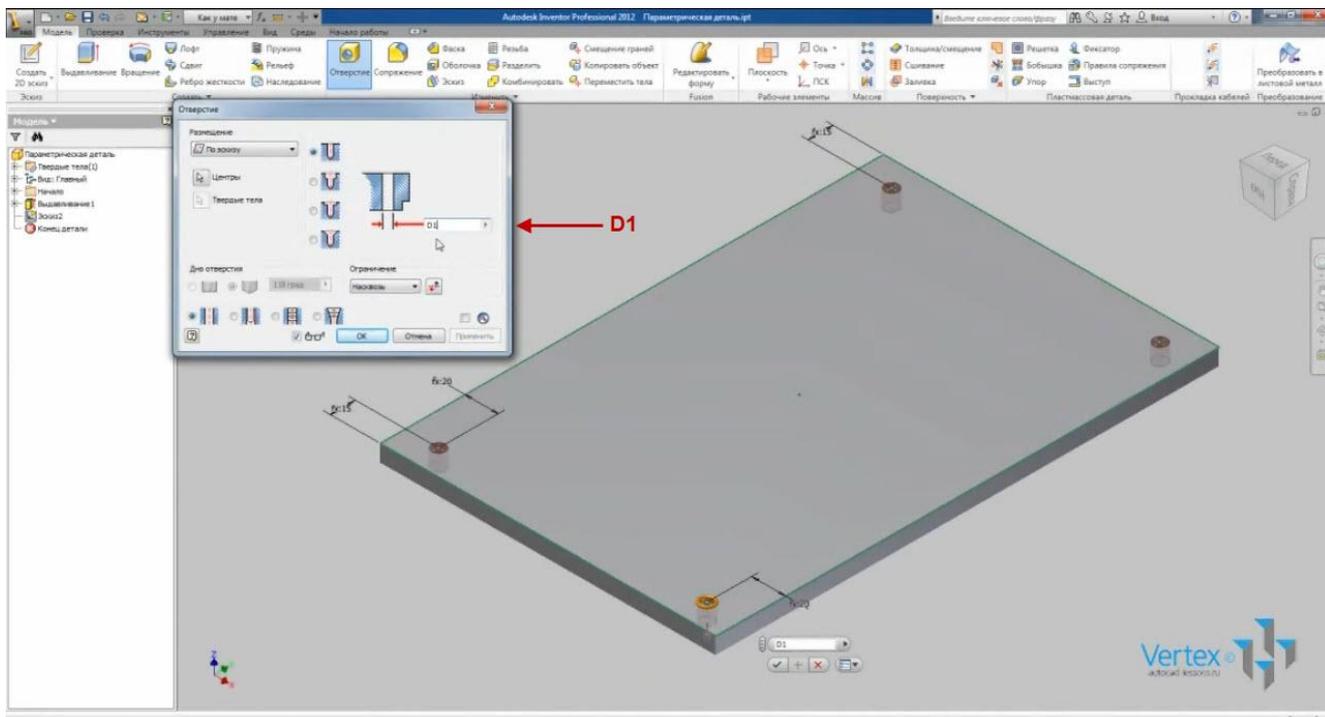
Нажимаем Ок. Эскиз выдавился на расстояние H1, заданное в параметрах.

На передней грани детали создадим эскиз. Поставим 4 точки, которые будут определять центры отверстий. Выровняем все точки между собой с помощью зависимости вертикальности и горизонтальности. Проставим размер от точки до грани – LD1. Второй размер указываем равным первому.

Расстояние от боковой грани – LD2. Последний размер укажем равным предыдущему. Принимаем эскиз.



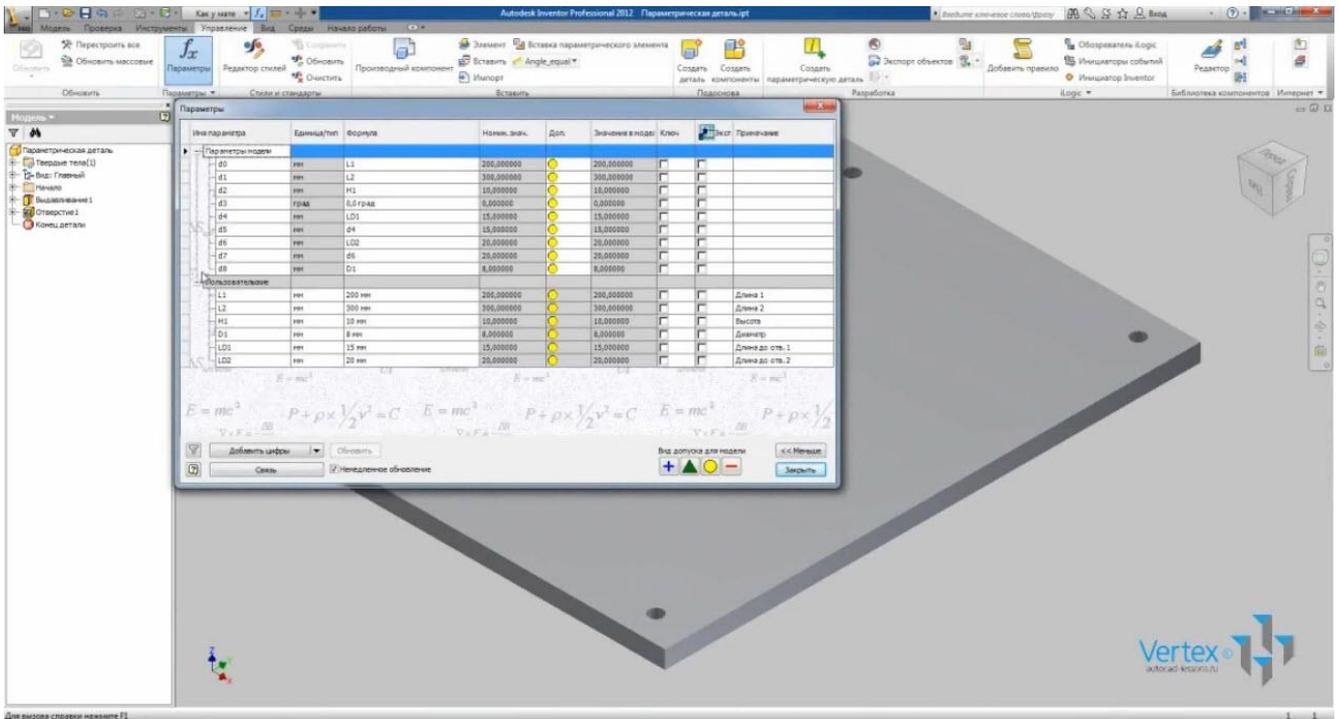
Выбираем операцию «Отверстие». Отверстия располагаются по точкам эскиза. Выберем ограничение – насквозь. В качестве диаметра отверстия введем параметр D1.



Нажимаем Ок и видим созданное отверстие, диаметром 8 мм.

С помощью проверки расстояния можно проверить, что размеры деталей соответствуют введенным параметрам.

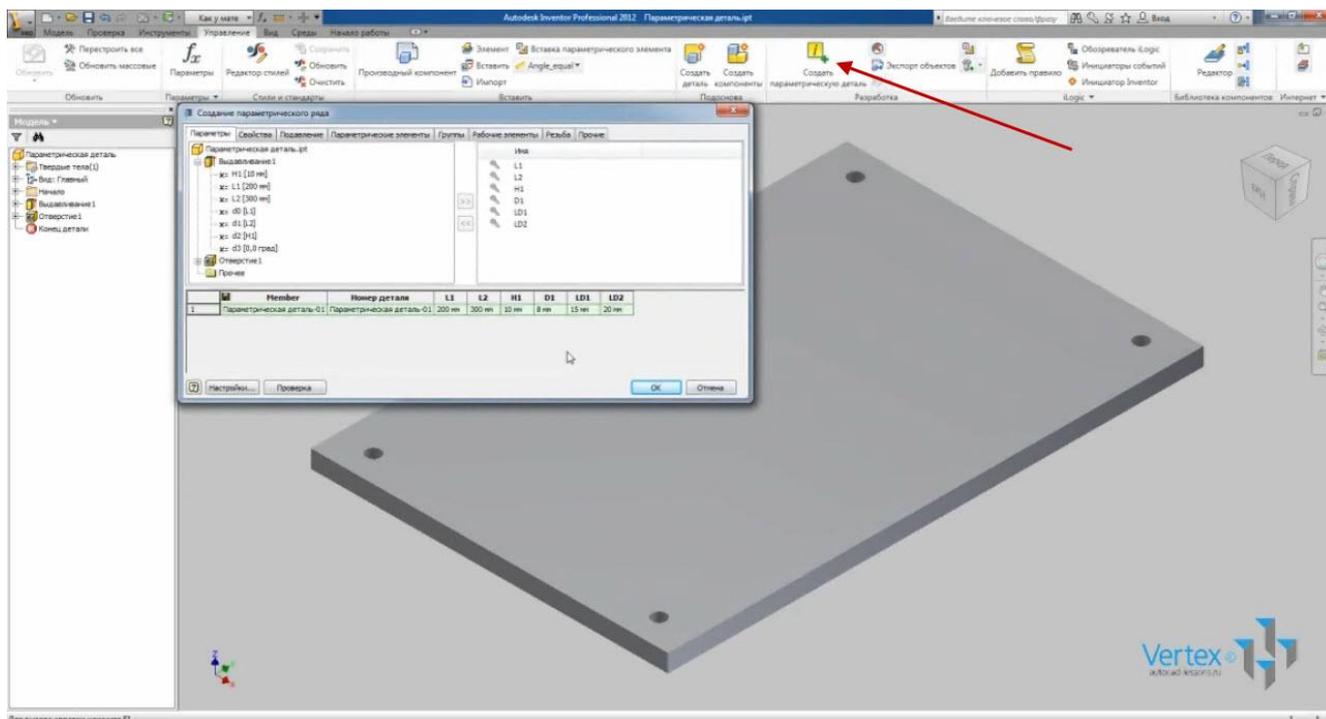
Если открыть «Параметры приложения», то можно увидеть, что помимо пользовательских параметров появились параметры модели, которым присвоены пользовательские параметры.



Сделаем деталь параметрической, т.е. зададим различные размеры для нескольких исполнений этой детали.

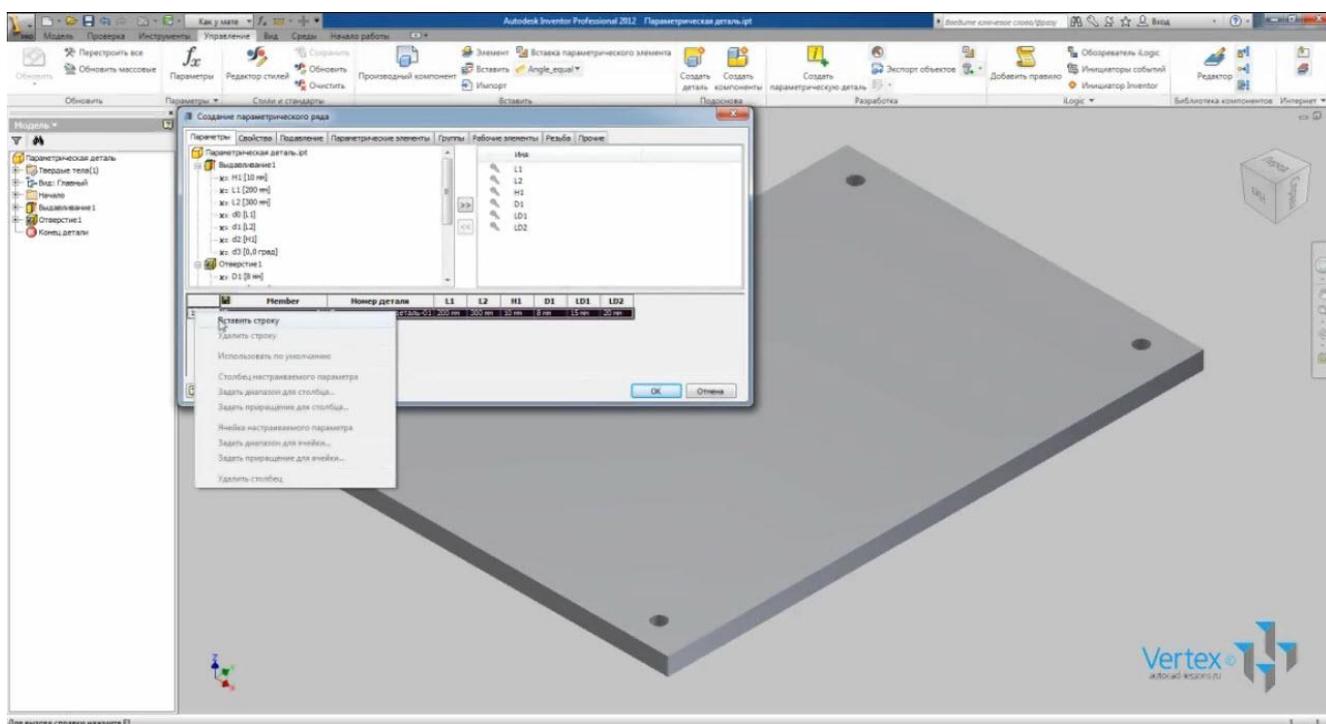
На вкладке «Управление» – панель «Разработка» нажмем «Создать параметрическую деталь».

Можем увидеть строку для первого исполнения, в которую уже внесены пользовательские параметры.



Сюда же можно добавлять другие параметры или удалять не нужные.

Создадим еще одно исполнение детали. Для этого нажимаем правой кнопкой мыши на номер строки. Нажимаем «Вставить строку».

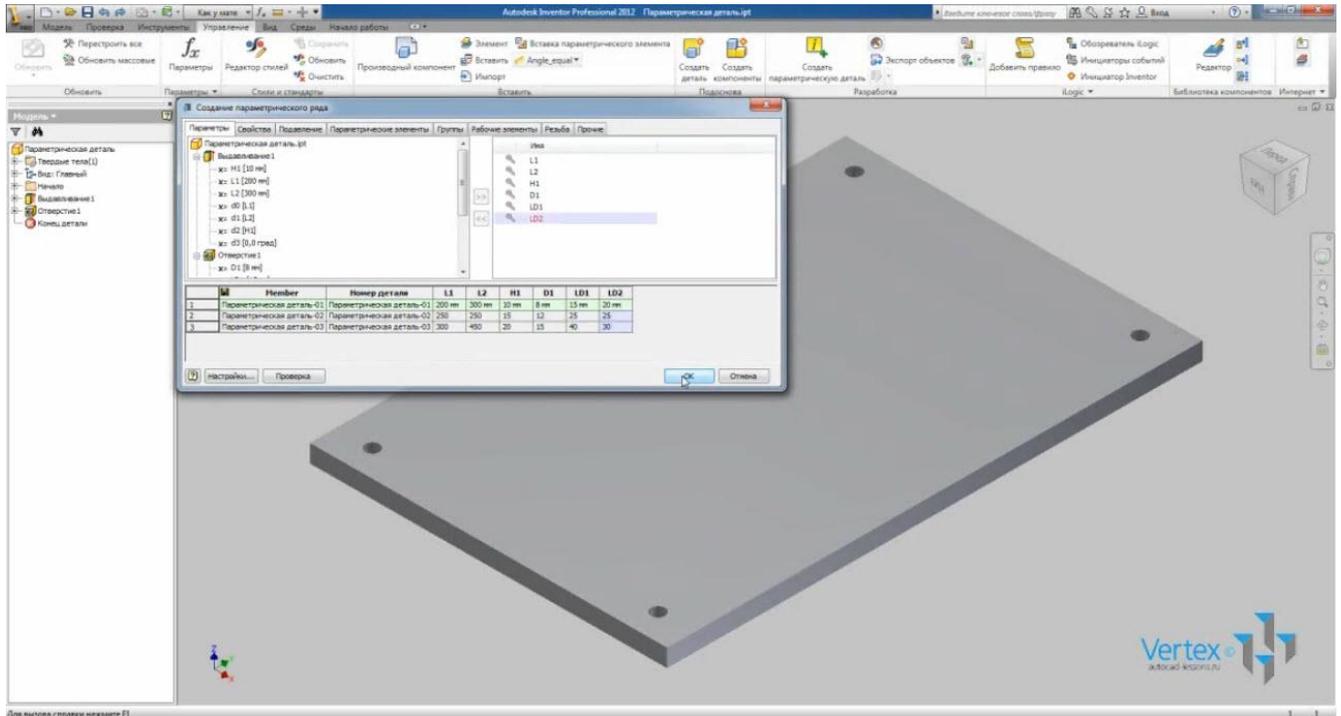


Вставилась строка с такими же параметрами, которые можно отредактировать.

Введем: L1 = 250, L2 = 250, H1 = 15, D1 = 12, LD1 = 25, LD2 = 25

Вставим еще одну строку для третьего исполнения.

Для нее введем:  $L1 = 300$ ,  $L2 = 450$ ,  $H1 = 20$ ,  $D1 = 15$ ,  $LD1 = 40$ ,  $LD2 = 30$

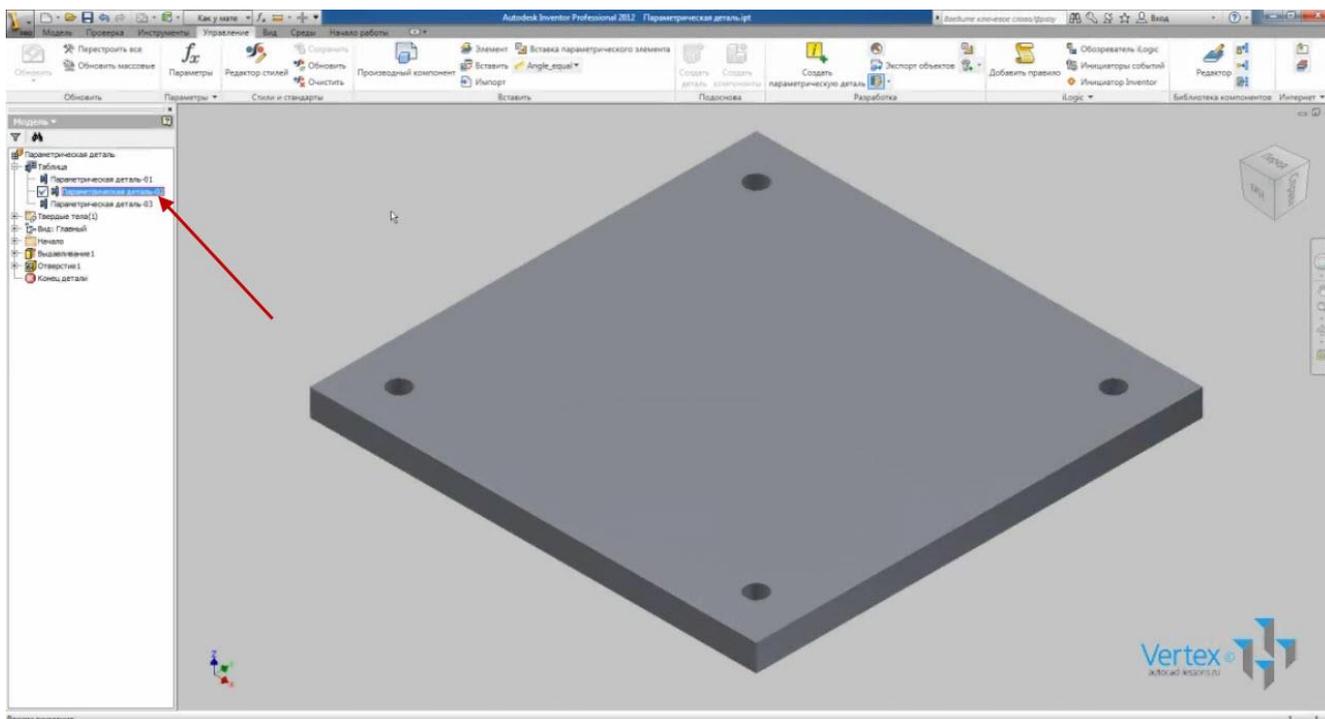


Нажимаем Ок.

В браузере значок детали изменился на значок параметрических деталей и появилась таблица исполнений.

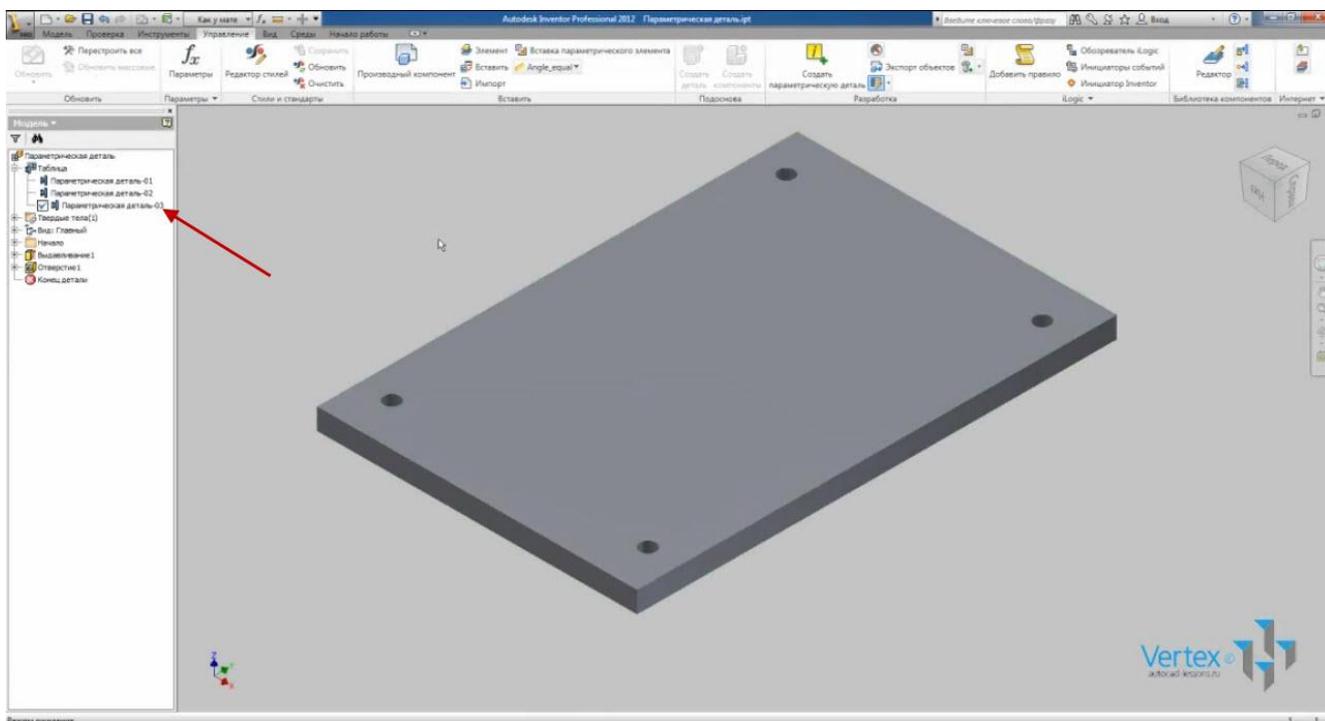
Откроем свойства Inventor и на вкладке «Физические» зададим материал – Сталь низкоуглеродистая. Теперь можно определить массу детали.

Двойным щелчком мыши выберем второе исполнение.



Открыв свойства Inventor, можно увидеть результат расчета массы.

Выбираем третье исполнение и видим, что масса соответственно изменилась и для него.



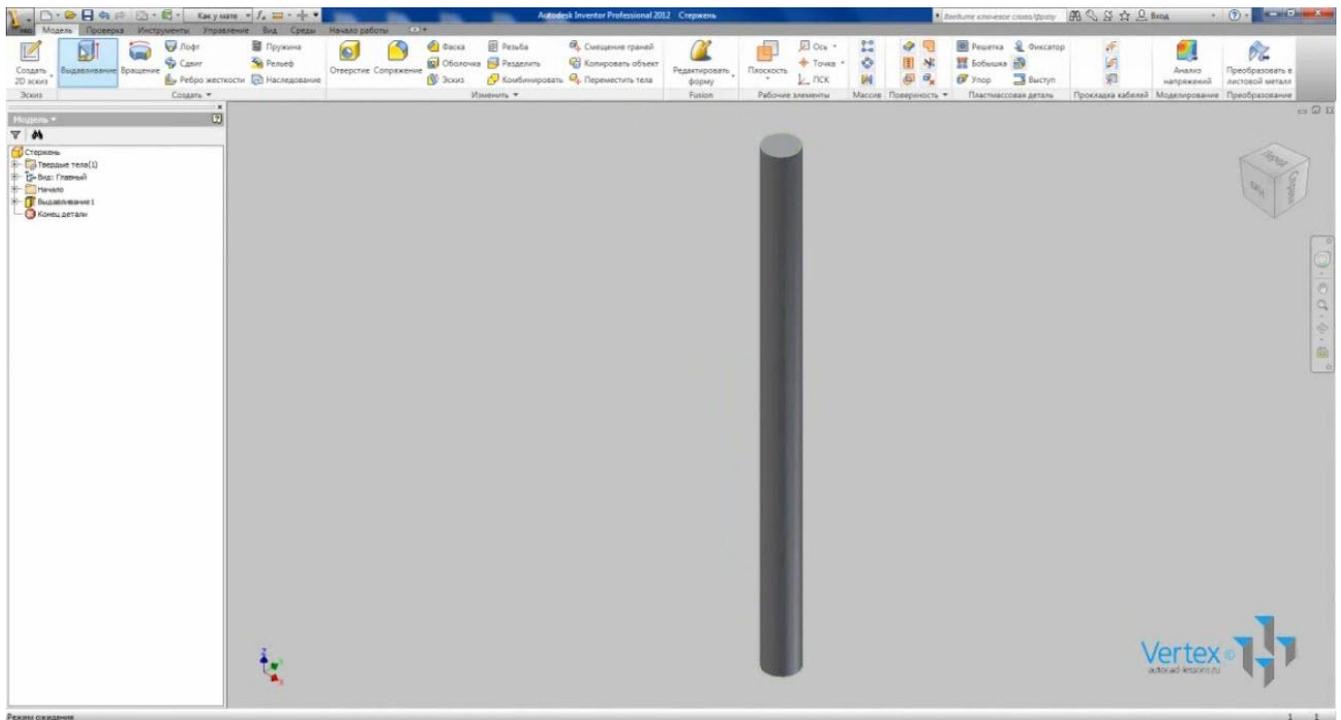
Сохраним деталь.

## АНАЛИЗ НАПРЯЖЕНИЙ ДЕТАЛИ

Inventor позволяет выполнять расчет детали на прочность. Расчет выполняется методом конечных элементов.

Создадим новую деталь. Нарисуем окружность диаметром 20 мм с центром в начале координат. Принимаем эскиз.

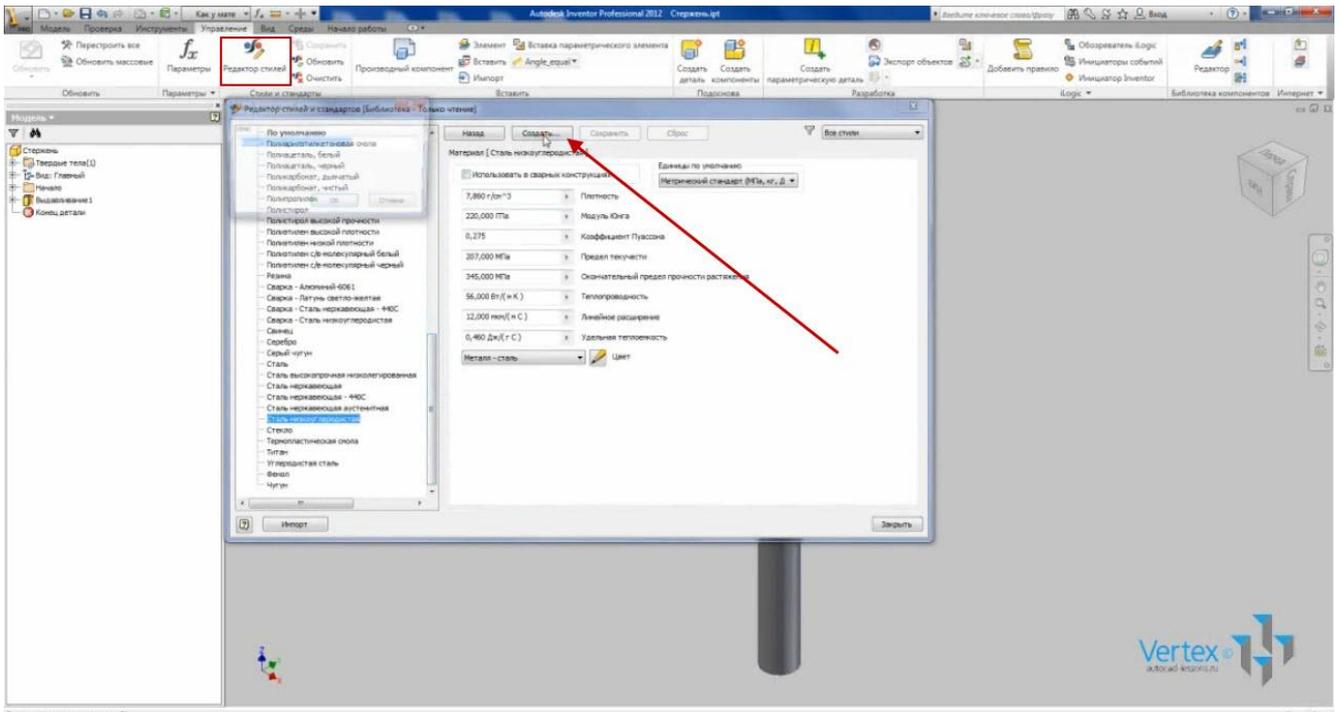
Выполним операцию «Выдавливание». Введем значение 300 мм. Нажимаем Ок. Назовем деталь «Стержень» и сохраним ее.



Для более точного выполнения расчета рекомендуем создать новый материал с подходящими физическими параметрами.

На вкладке «Управление» откроем редактор стилей и создадим новый материал на основе материала Сталь низкоуглеродистая.

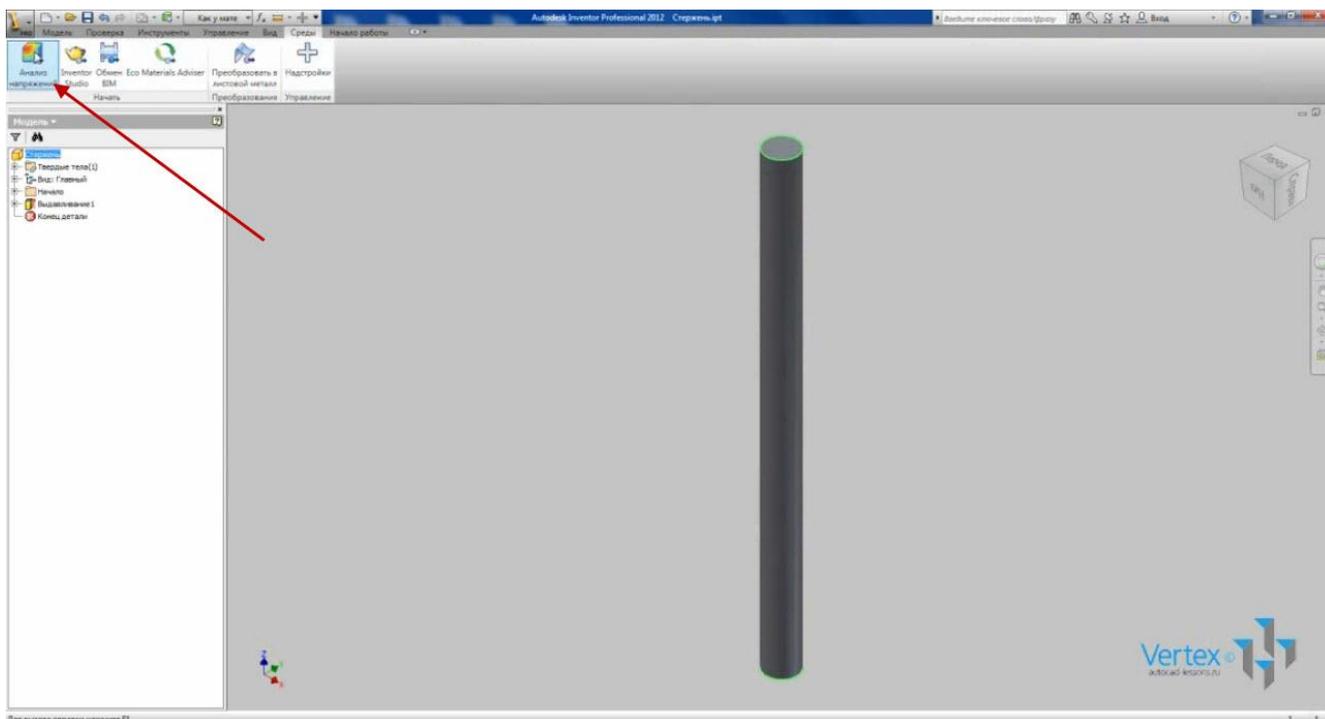
Выбираем «Сталь низкоуглеродистая» и нажимаем «Создать»



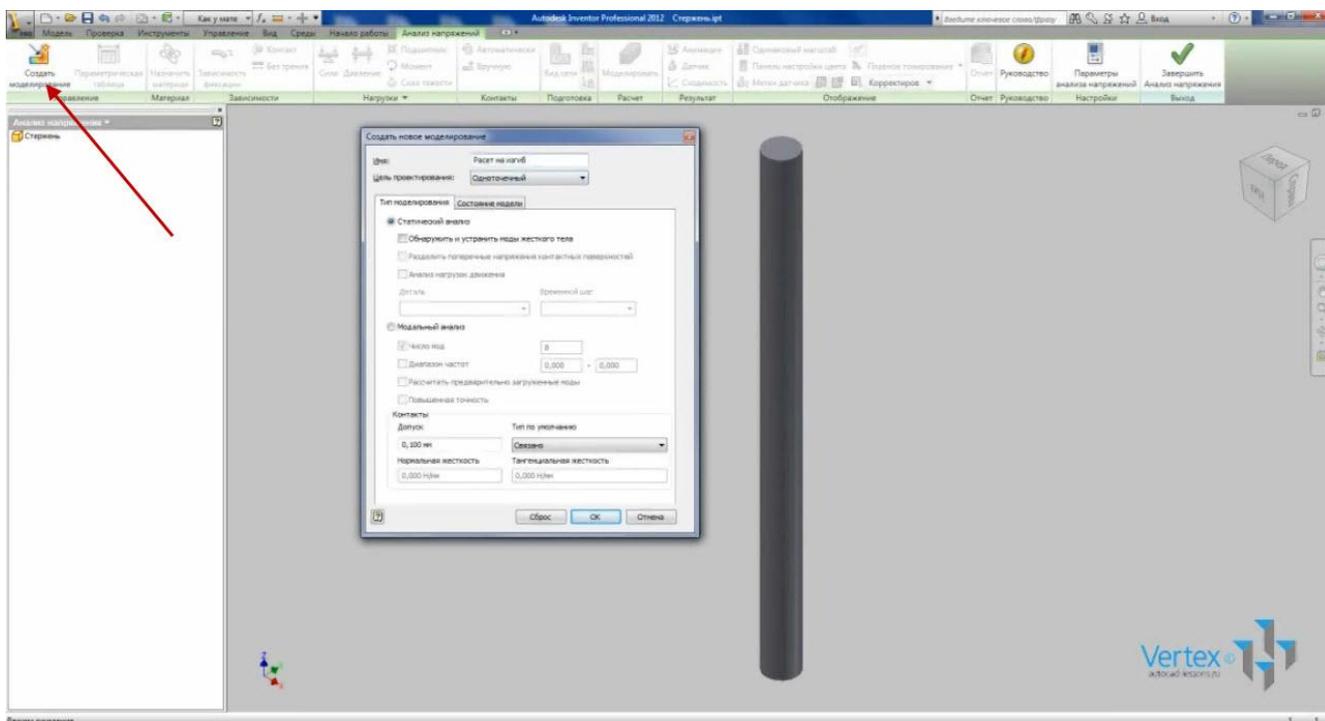
Введем имя «Сталь 3 пс». Укажем плотность – 7,85, модуль Юнга – 210, коэффициент Пуассона – 0,3, предел текучести – 245, временное сопротивление (окончательный предел текучести) – 450 и сохраним данный материал.

Закроем Редактор стилей. Правой кнопкой нажмем на названии детали и откроем «Свойства Inventor». На вкладке «Физические» выберем созданный нами материал «Сталь 3 пс», применим и закроем.

На вкладке «Среды» выбираем «Анализ напряжений».

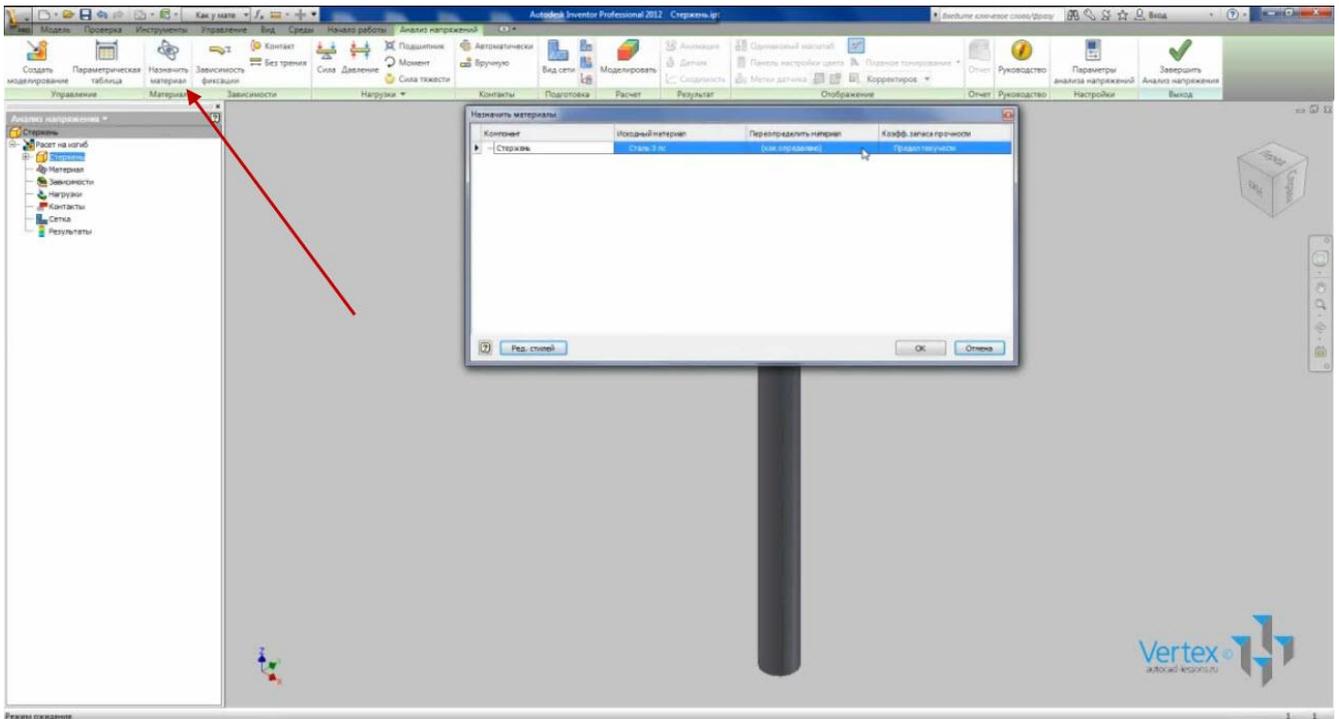


На ленте становится доступным меню анализа напряжений. Нажмем «Создать новое моделирование», назовем его «Расчет на изгиб». Остальные настройки оставим пока без изменений.



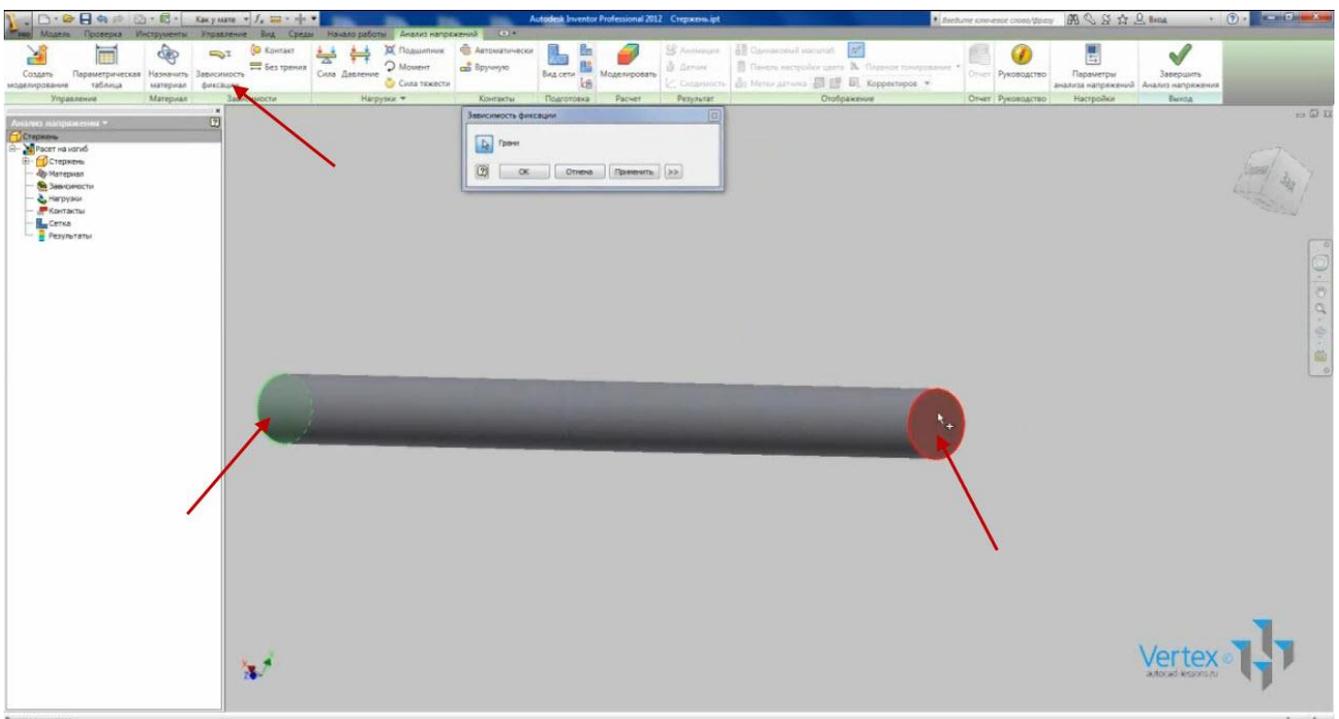
Нажимаем Ок.

Для начала проверяем, правильно ли назначен материал для расчета. Откроем «Назначить материал», видим, что действительно назначена «Сталь 3 пс».



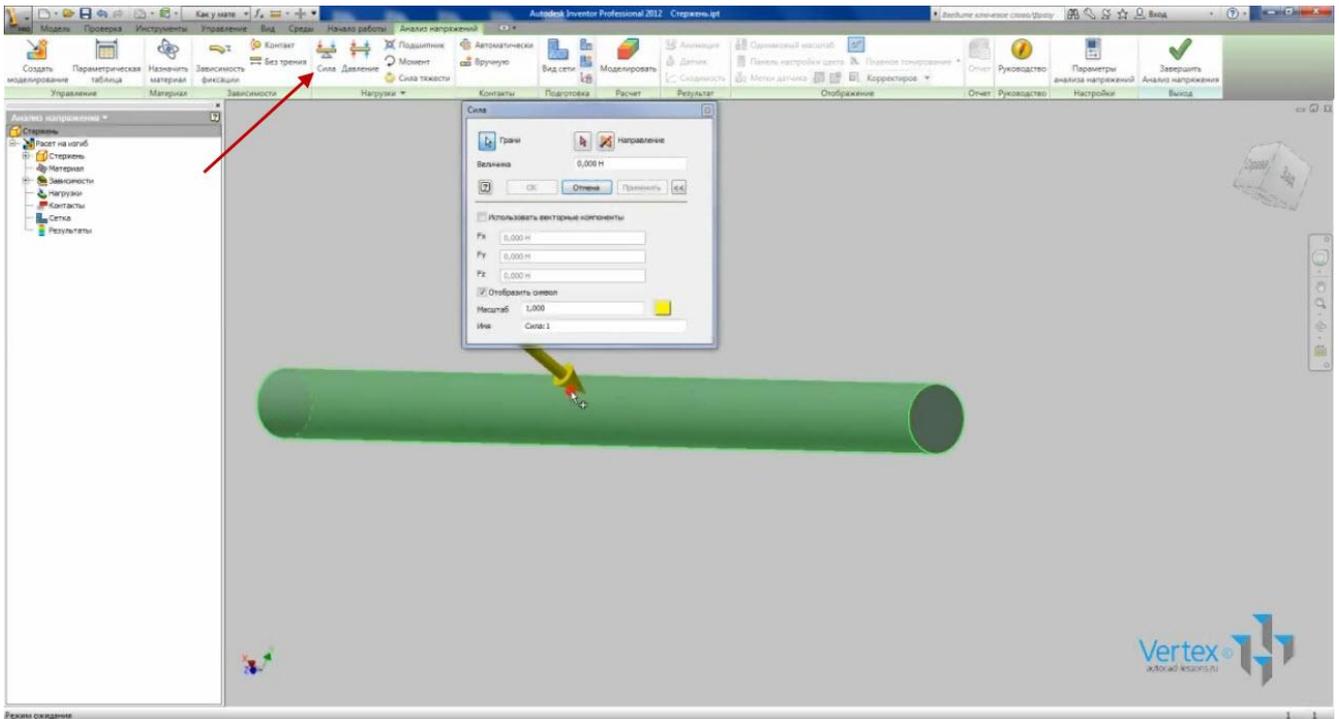
Здесь же можно переопределить материал для расчетов на любой из доступных. Нажимаем Ок.

Далее укажем зависимость для расчетов. Выберем «Зависимость фиксации». Укажем на торцевые плоскости стержня.



Применяем.

На панели «Нагрузки» выберем «Сила». Положение силы укажем на поверхности стержня.



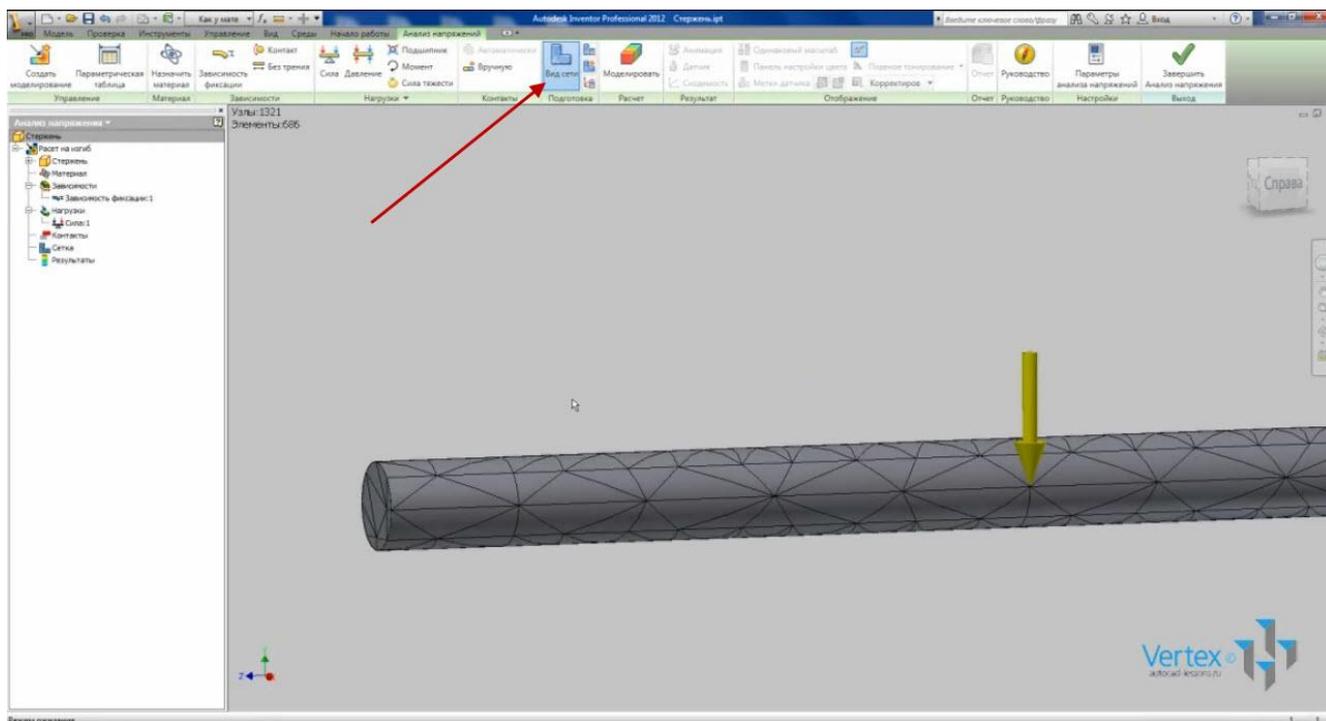
Поставим галочку «Использовать векторные компоненты». Введем точное значение силы – 1000 Н по оси Y/ Поставим -1000 (минус), чтобы выбрать обратное направление силы. Применяем.

В браузере отображаются соответствующие папки с зависимостями и нагрузками и можно в любой момент их отредактировать.

Теперь когда заданы нагрузки и ограничения фиксации, разберемся со способами разделения детали на конечные элементы.

Метод конечных элементов заключается в разделении объемного тела на конечное число фигур – тетраэдров.

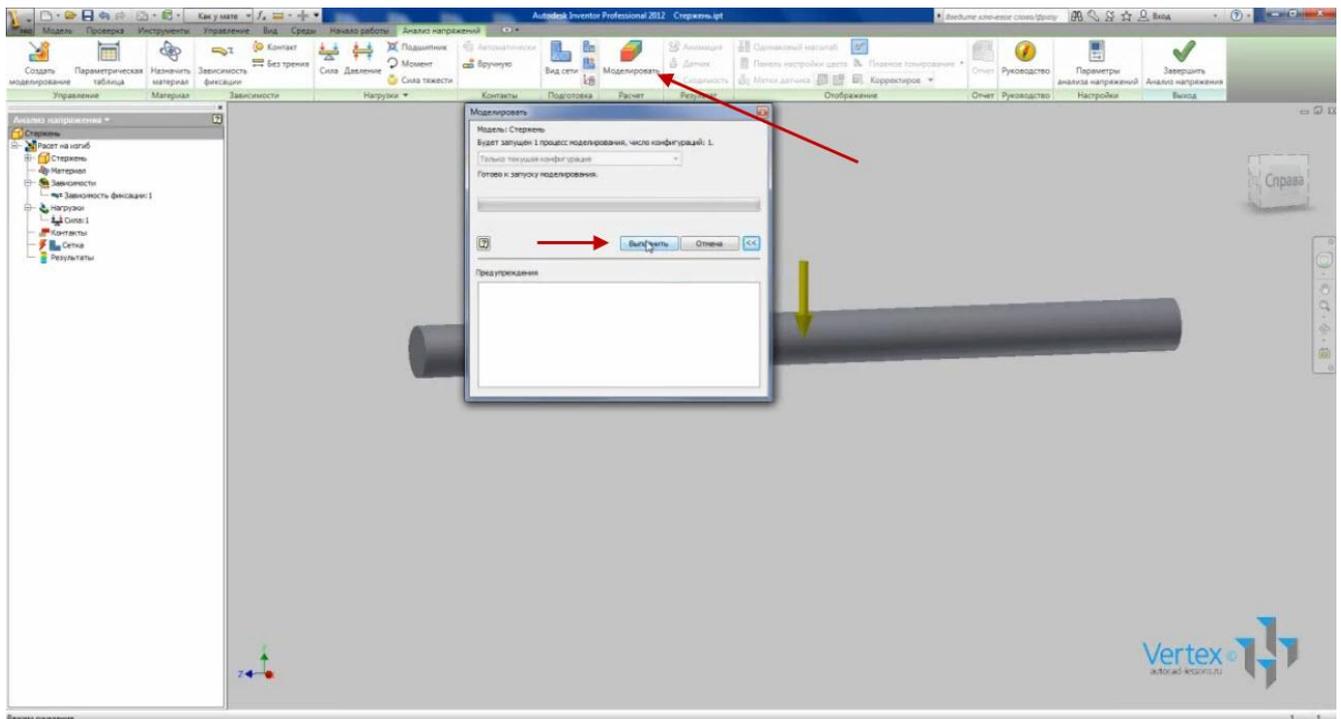
На панели «Подготовка» есть пункт «Вид сетки».



Для более точного получения результатов желательно настроить сетку. Нажмем значок «Настройка сетки». Здесь можно задавать средний размер элементов. Введем 0,05, максимальный размер введем 0,1, коэффициент разнородности оставим без изменений, максимальный угол поворота -  $20^\circ$ .

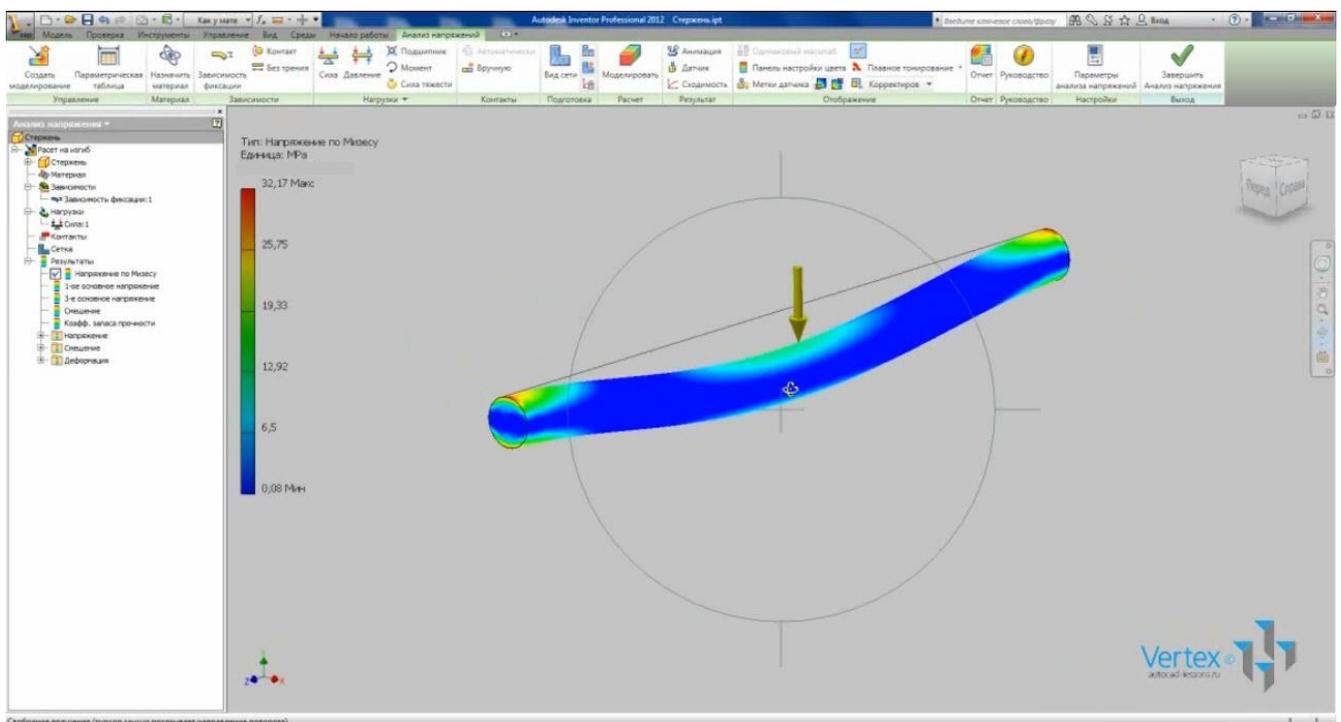
В зависимости от мощности компьютера, можно задавать и меньшие значения – от этого будет зависеть точность расчетов.

Для выполнения расчета нажмем «Моделировать». Нажимаем «Выполнить».



Трехмерные напряжения и нагрузки образуются в нескольких направлениях. Эти многонаправленные напряжения суммируются для получения эквивалентного напряжения, которое также называется напряжением по Мизесу.

Результат расчета представляется именно напряжением по Мизесу.



Результат представляется в виде окрашивания детали различными цветами. Каждому цвету соответствует напряжение. Синий – минимальное.

Красный – максимальное. В левой части экрана в виде графика показано соответствие цвета определенному числовому значению.

В браузере двойным щелчком мыши можно также выбирать другие полученные результаты.

Также в раскрывающихся папках можно просматривать напряжение, смещение и деформацию в каждом направлении.

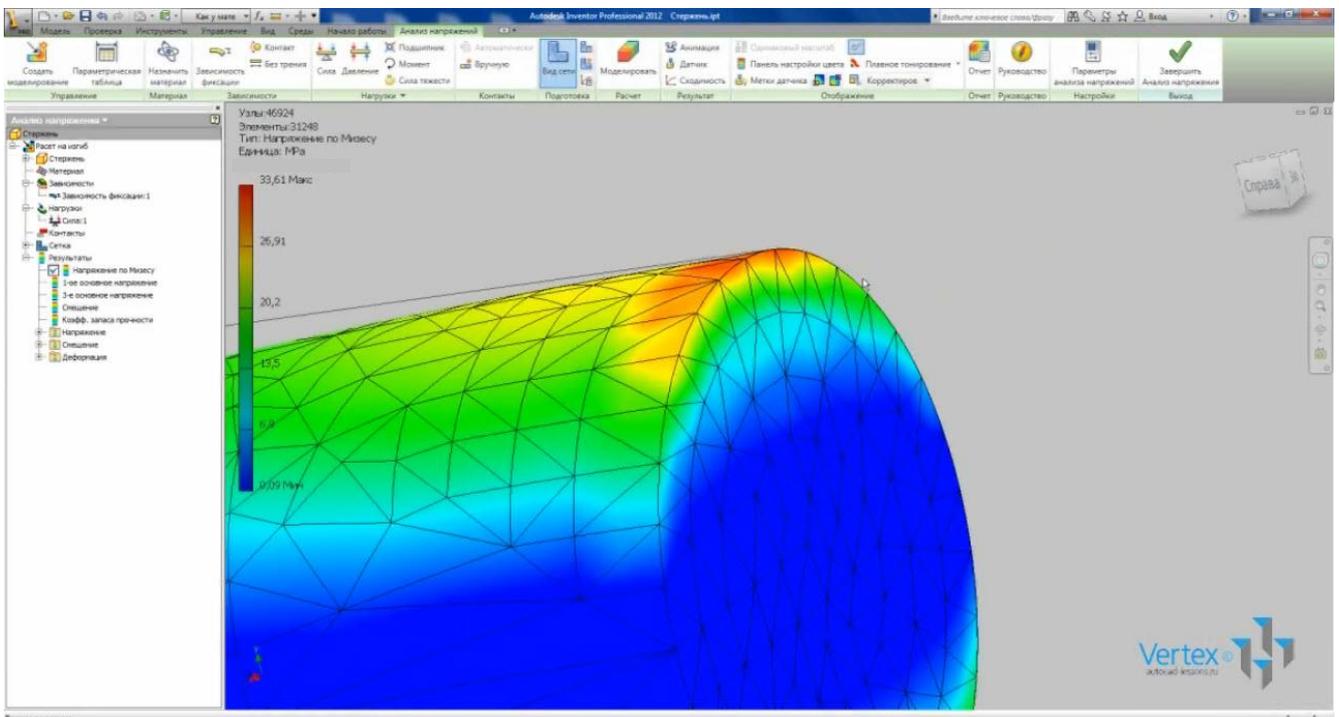
Если нажать вид сетки, то можно увидеть, что деталь разделилась на меньшие элементы.

С помощью функции «Управление локальной сеткой» можно задавать меньшие значения сетки для определенных участков детали. Это повышает точность расчетов.

Укажем торцевые плоскости стержня и зададим для них размер сетки 2 мм.

Еще раз выполним моделирование.

Можем увидеть, что сетка на данных гранях стала более мелкой.

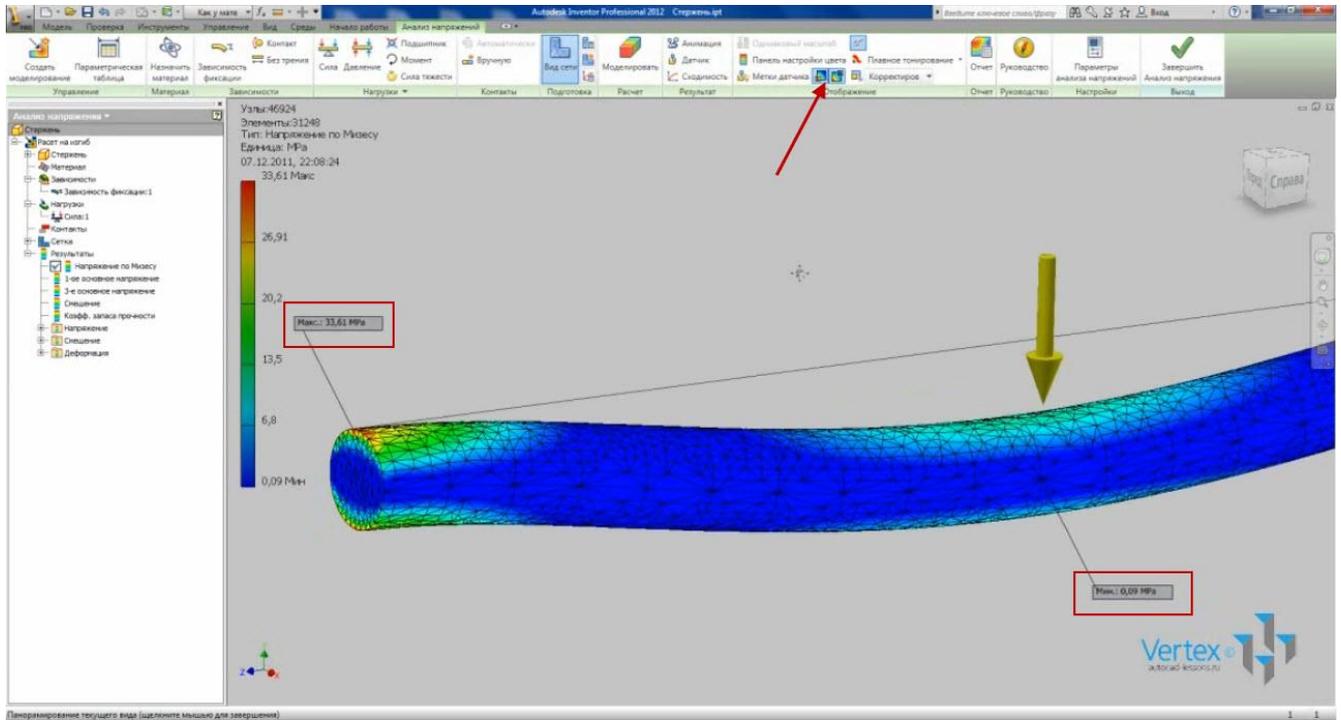


Результат расчета немного изменился.

На панели «Результат» можно просматривать анимацию нагружения.

Также можно указывать точку для датчика и просматривать результат расчета для любой точки на поверхности детали.

На панели «Отображение» можно включить отображение минимального и максимального результата расчетов.



С помощью отображения корректировки смещения можно выбирать множитель для более наглядного просмотра результатов.

На панели «Отчет» можно создавать отчет по всем результатам расчета. Он сохраняется в HTML файле. В отчете указываются все данные по расчету.

Показаны все нагрузки, зависимости, материал, а также все результаты расчетов.

Материал: Сталь 3 пс  
Плотность: 7,85 г/см<sup>3</sup>  
Масса: 0,739845 кг  
Площадь: 19477,9 мм<sup>2</sup>  
Объем: 94247,8 мм<sup>3</sup>  
Центр масс: x=0 мм, y=0 мм, z=159 мм

Примечание: физические значения могут отличаться от физических значений, используемых в АМКЭ, описанных ниже.

**Расчет на изгиб**

**Общая цель и параметры:**

Цель проектирования	Одноконечный
Тип моделирования	Статический анализ
Дата последнего изменения	07.12.2011, 22:07
Обнаружить и устранить моды жесткого тела	Нет

**Дополнительные параметры:**

Средний размер элемента (дробное значение от диаметра модели)	0,05
Минимальный размер элемента (дробное значение от среднего размера)	0,1
Коэффициент разгладности	1,5
Макс. угол поворота	20 град.
Создать изолирующие элементы сетки	Да

**Материал(-ы)**

Имя	Сталь 3 пс
Общие	Массовая плотность: 7,85 г/см <sup>3</sup> Предел текучести: 245 МПа Окончательный предел прочности растяжения: 450 МПа
Напряжение	Модуль Юнга: 210 ГПа Коэффициент Пуассона: 0,3 бр. Модуль упругости при сдвиге: 80,7692 ГПа Коэффициент расширения: 0,000012 бр/С
Тепловое напряжение	Температурность: 56 ВТ( н.К ) Удельная теплотемность: 460 Дж( кг С )
Имена деталей	Стержень

**Рабочие условия**

**Сила:1**

Тип нагрузки	Сила
Величина	1000,000 Н
Вектор X	0,000 Н
Вектор Y	-1000,000 Н
Вектор Z	0,000 Н

**Выбранные грани**

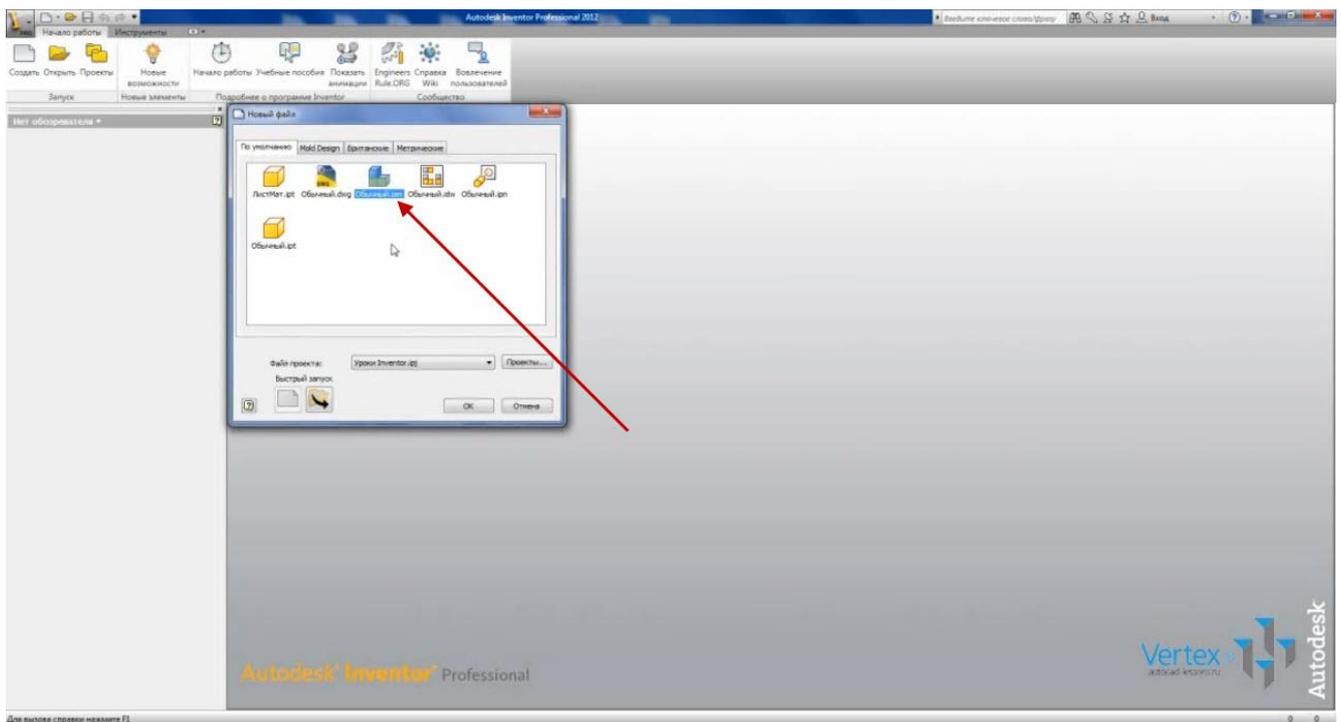
Завершим анализ напряжений и сохраним деталь.

## СОЗДАНИЕ СБОРКИ

Сборка – это набор зависящих друг от друга компонентов. Сборка может состоять из деталей, других более простых сборок, стандартных компонентов и различных элементов.

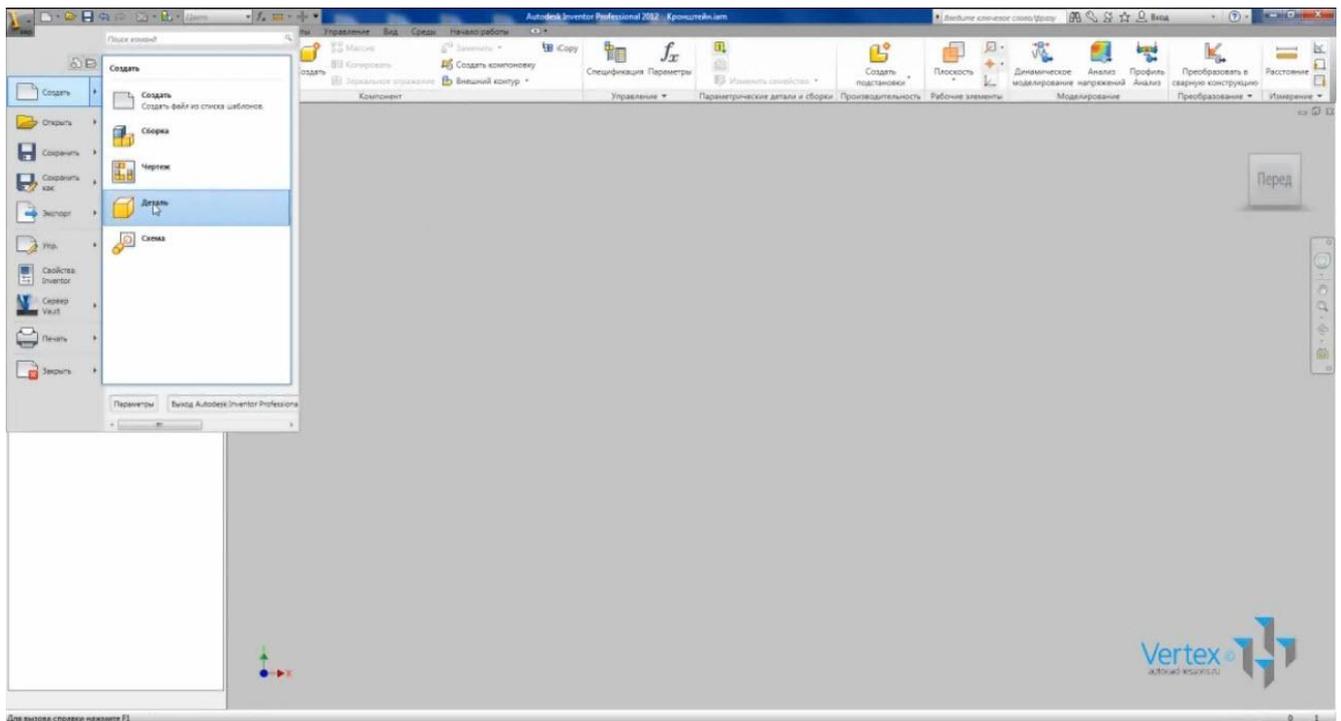
Рассмотрим основные функции для создания сборки.

Создадим сборку. Нажимаем «Создать» и выбираем файл сборки «Обычный.iam».



Назовем сборку «Кронштейн» и сохраним ее.

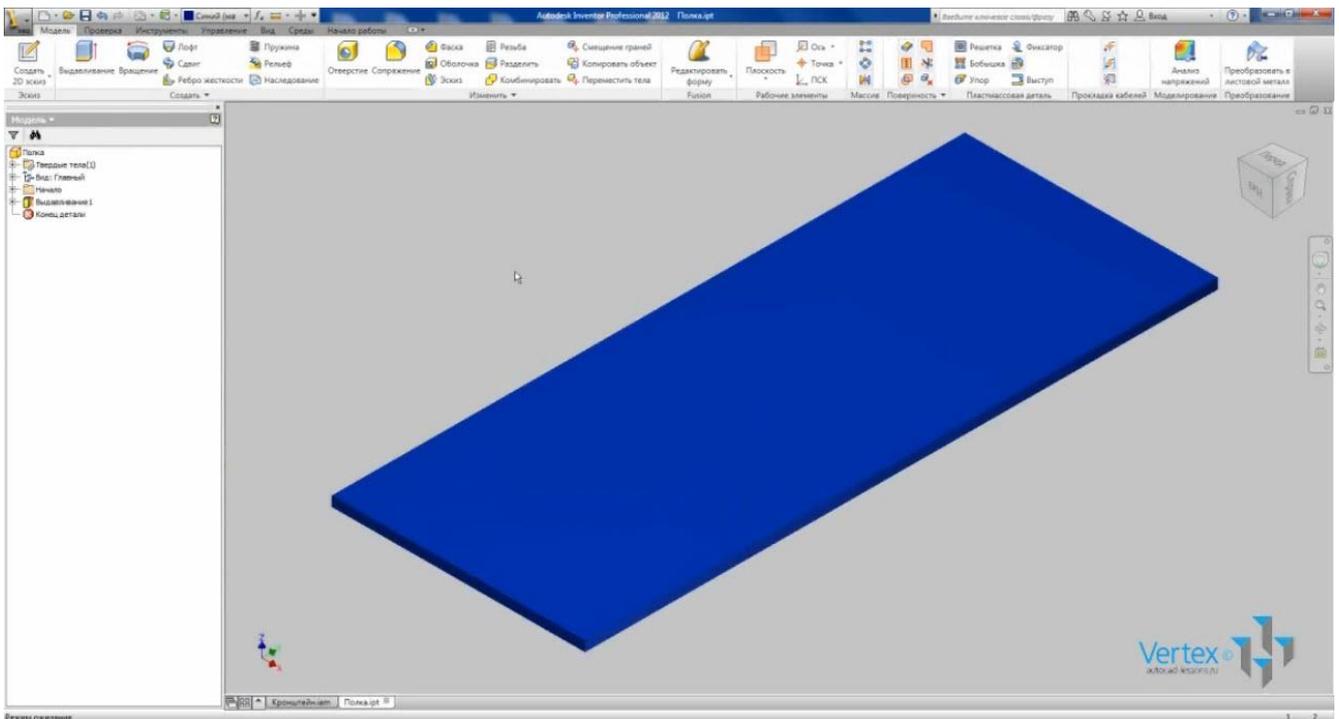
Т.к. наша сборка будет состоять из деталей, то сначала нужно создать эти детали. Создадим деталь.



В эскизе нарисуем прямоугольник 200x500 мм с начальной точкой в начале координат. Выбираем «Прямоугольник», указываем начальную точку, вводим с клавиатуры 200, затем нажимаем клавишу Tab, 500 и Enter. Принимаем эскиз.

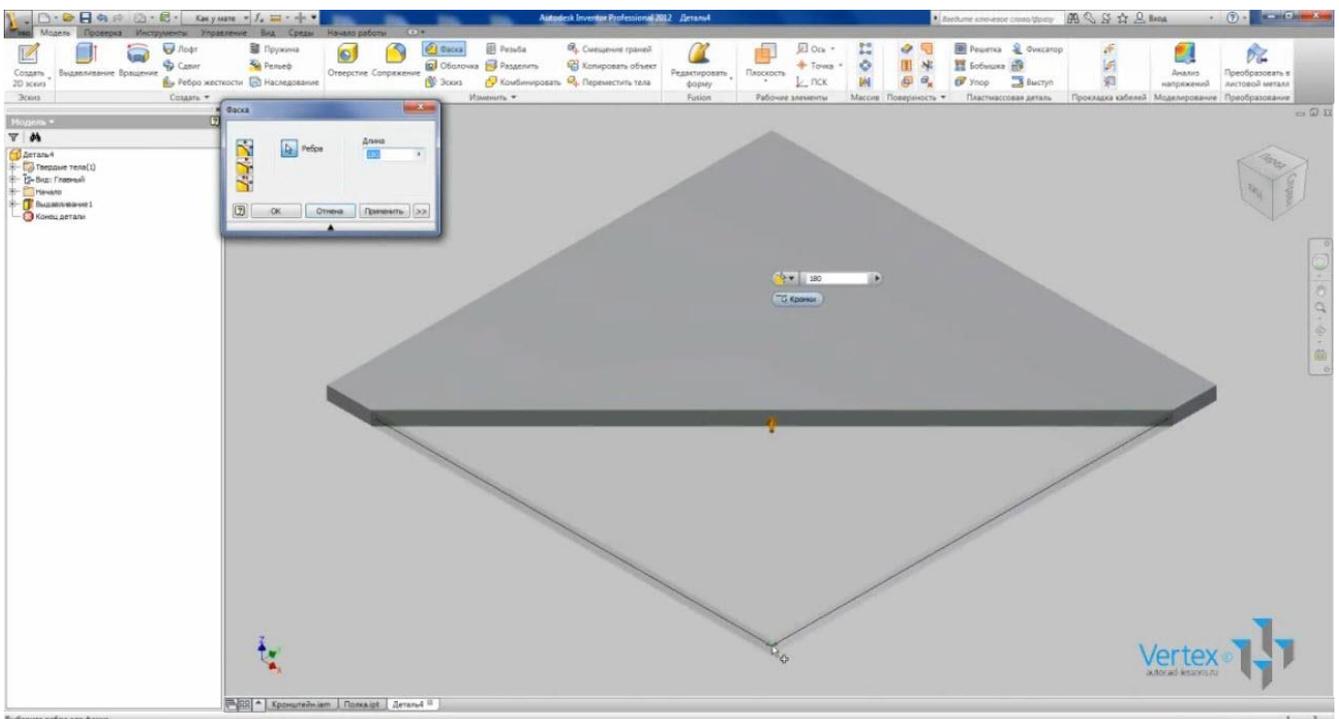
Выбираем операцию «Выдавливание». Глубина выдавливания – 8 мм. Нажимаем Ок. Назовем деталь «Полка».

Откроем «Свойства Inventor» и выберем материал «Сталь». Выберем текстуру – «Синий матовый». Сохраним деталь.



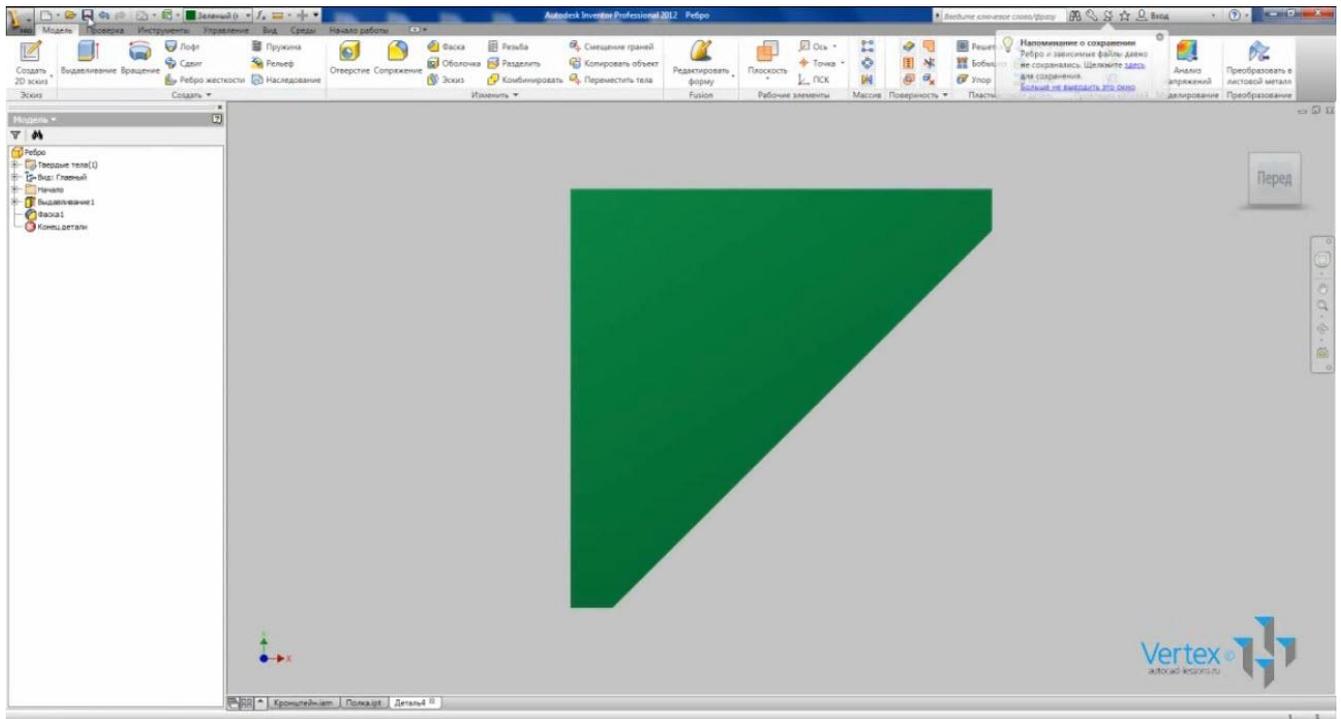
Создадим еще одну деталь. В эскизе нарисуем прямоугольник 200x200 мм с началом в начале координат. Применяем эскиз и выбираем операцию «Выдавливание». Глубина – 6 мм.

Выберем операцию «Фаска». Сделаем скос одной из граней размером 180 мм.



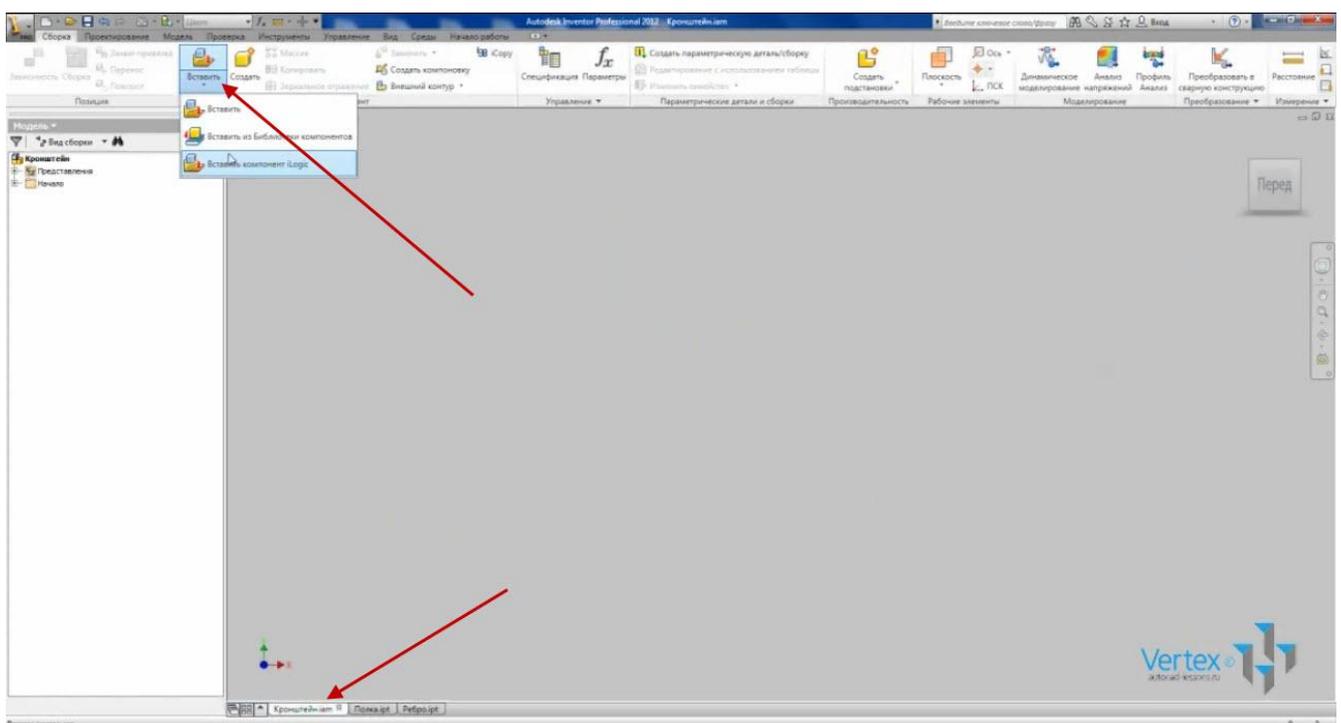
Назовем деталь «Ребро». Откроем «Свойства Inventor» и назначим материал «Сталь». Применим и закроем.

Для нее также выберем текстуру «Зеленый матовый». Сохраним данную деталь.



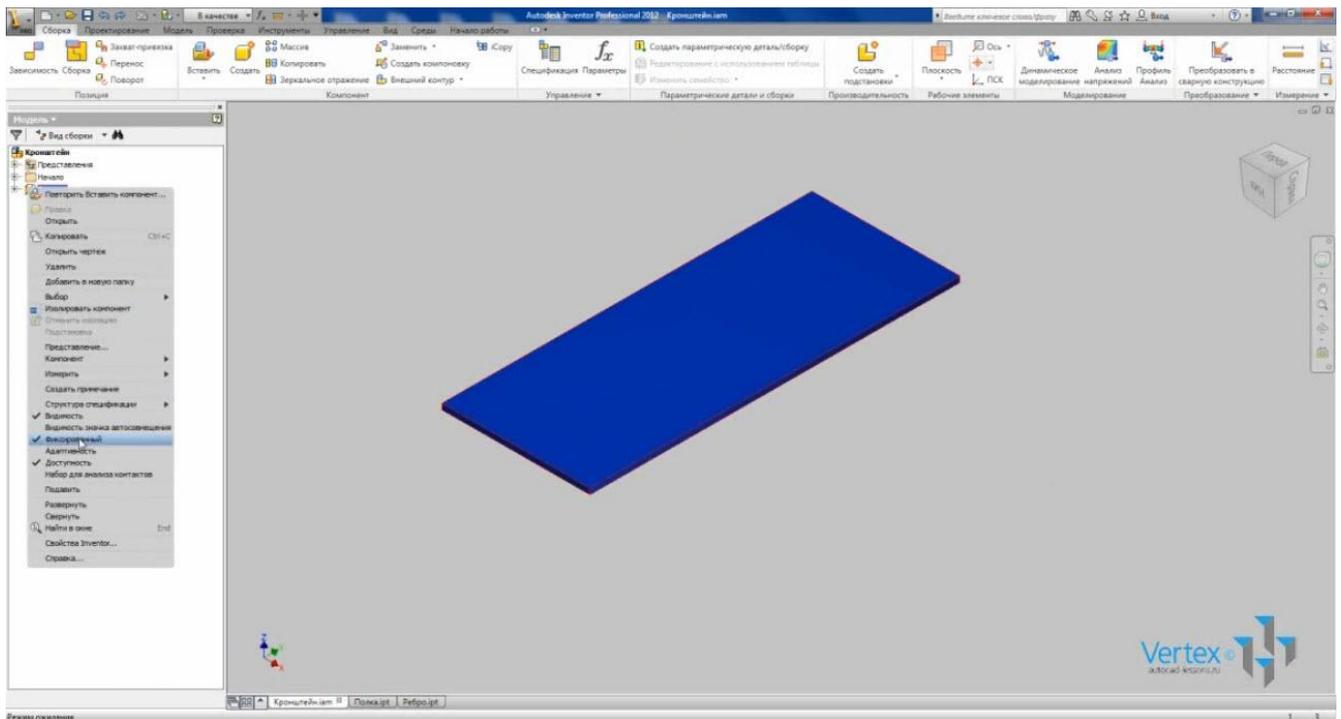
Все созданные детали и сборка отображаются в нижней части окна в виде вкладок.

Откроем сборку. На ленте в меню «Сборка» панель «Компонент» есть пункт «Вставить» - для вставки компонента в сборку.



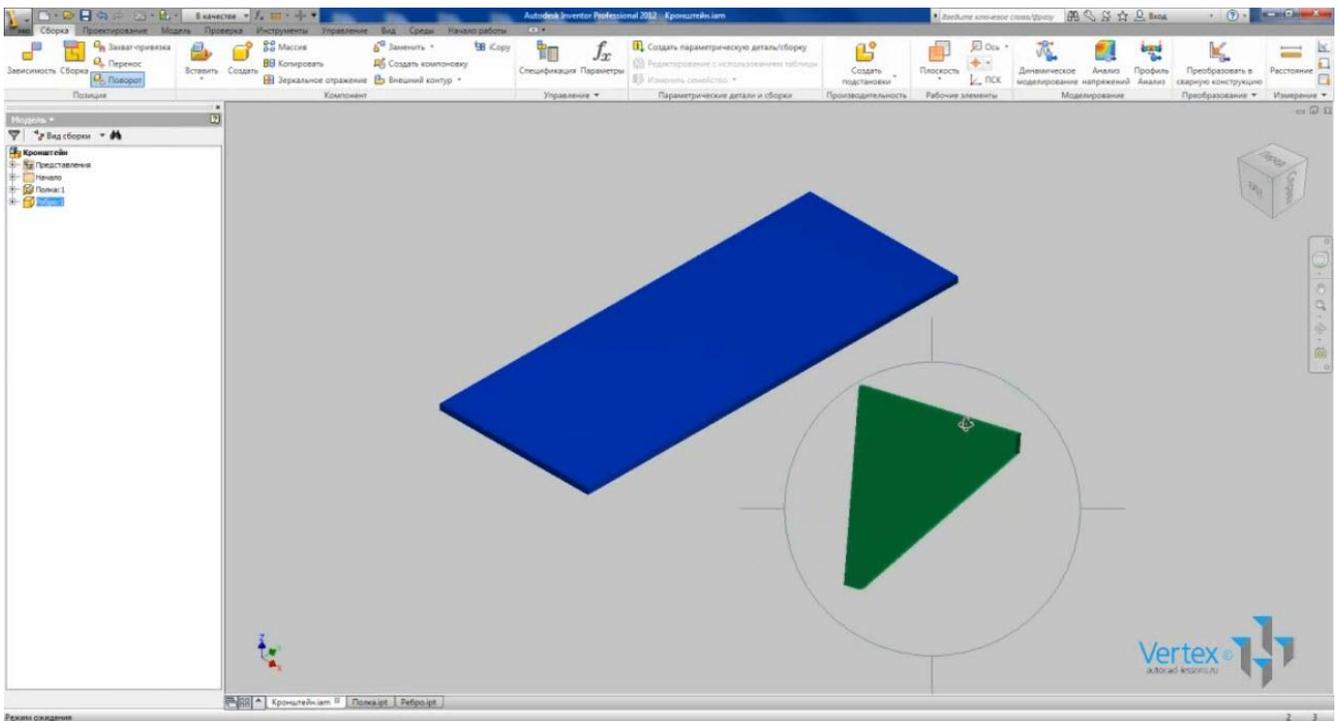
Нажимаем «Вставить». Открывается папка текущего проекта. Выбираем деталь «Полка», нажимаем «Открыть». Одна деталь сразу вставилась в сборку. Можно выбрать это положение для еще нескольких копий детали или нажимаем Escape (Esc).

В браузере появилась вставленная деталь со значком скрепки. Это означает, что положение данной детали – зафиксировано. Мы не можем ее перемещать. Если нажать правой кнопкой мыши по названию детали, то можно видеть соответствующий флажок – «Фиксированный».



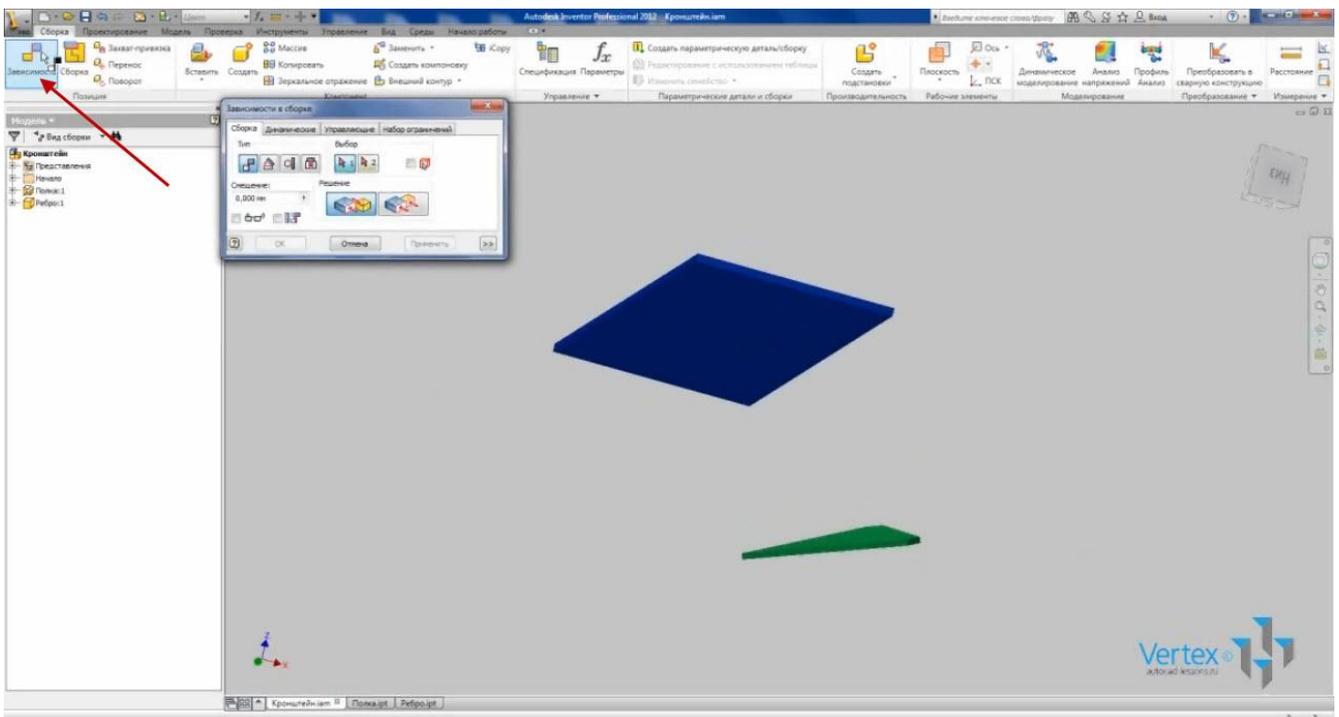
Вставим еще одну деталь в сборку. Выбираем «Ребро». Вставляем одну деталь и нажимаем Escape (Esc).

Как мы можем видеть, положение этой детали не зафиксировано.



Она имеет 6 степеней свободы, и мы можем перемещать ее и вращать. Перемещение осуществляется удержанием левой кнопки мыши на выбранной детали. Вращение осуществляется с помощью функции «Поворот».

Для определения положения деталей относительно друг друга, существуют зависимости.

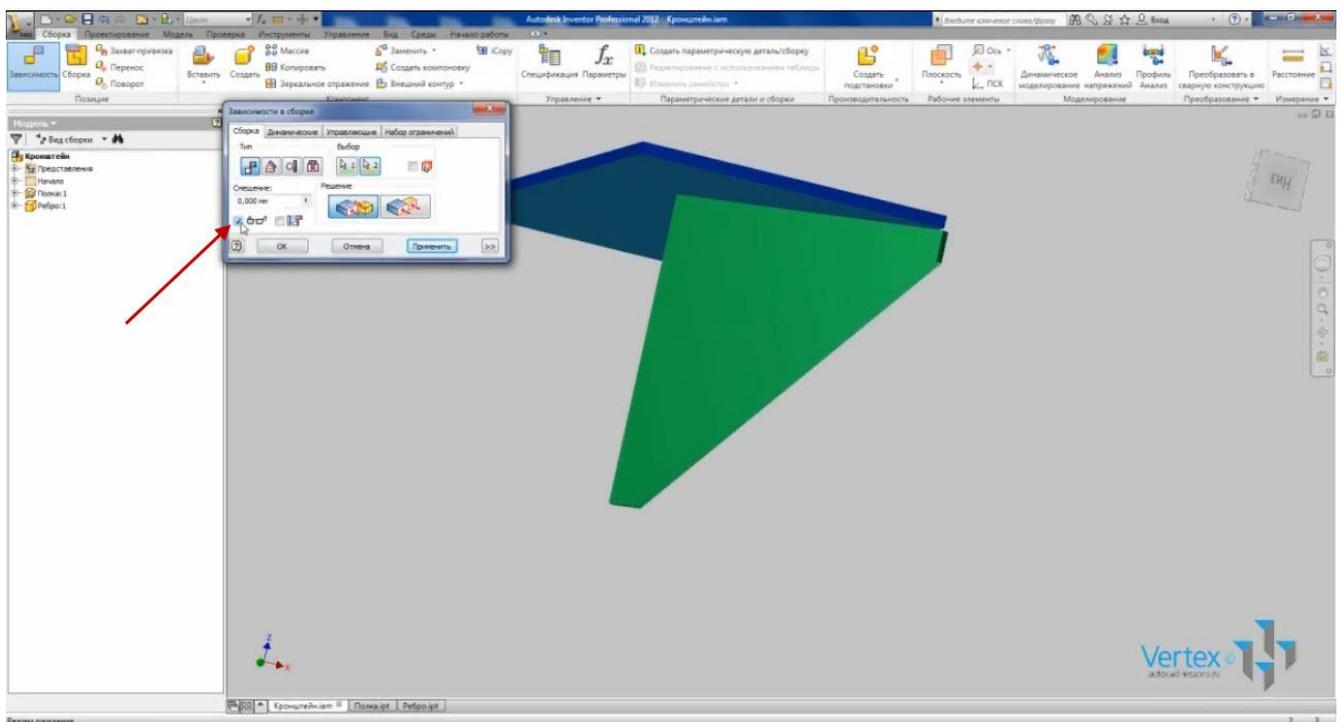


Рассмотрим зависимости сборки.

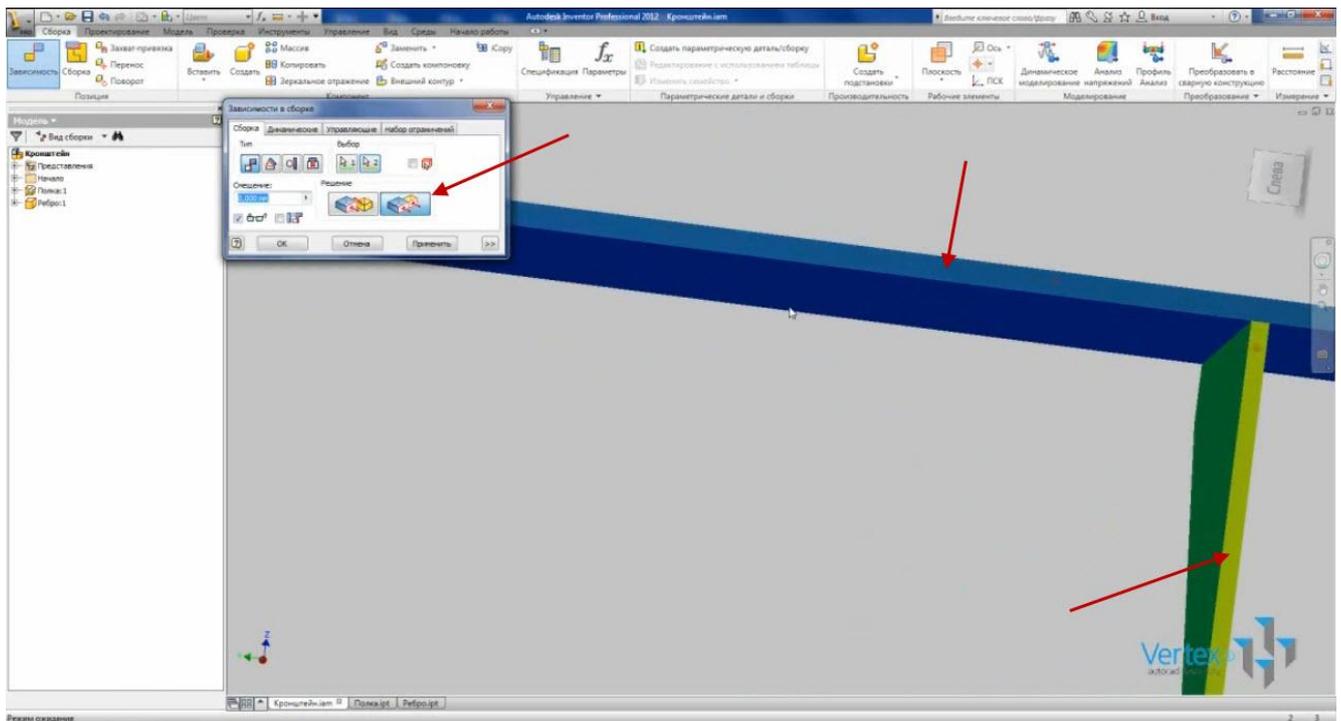
По типу они отличаются на совмещение, угол, касательность и вставку. Для зависимости совмещения существует два решения: «Совмещение» и «Заподлицо».

Выбираем зависимость «Совмещение» и укажем на грань «Полки», затем на грань «Ребра».

Если поставить галочку «С просмотром», то сразу сможем увидеть совмещение данных деталей. Можно указать расстояние смещения между деталями. Оставим смещение 0 и нажимаем «Применить».

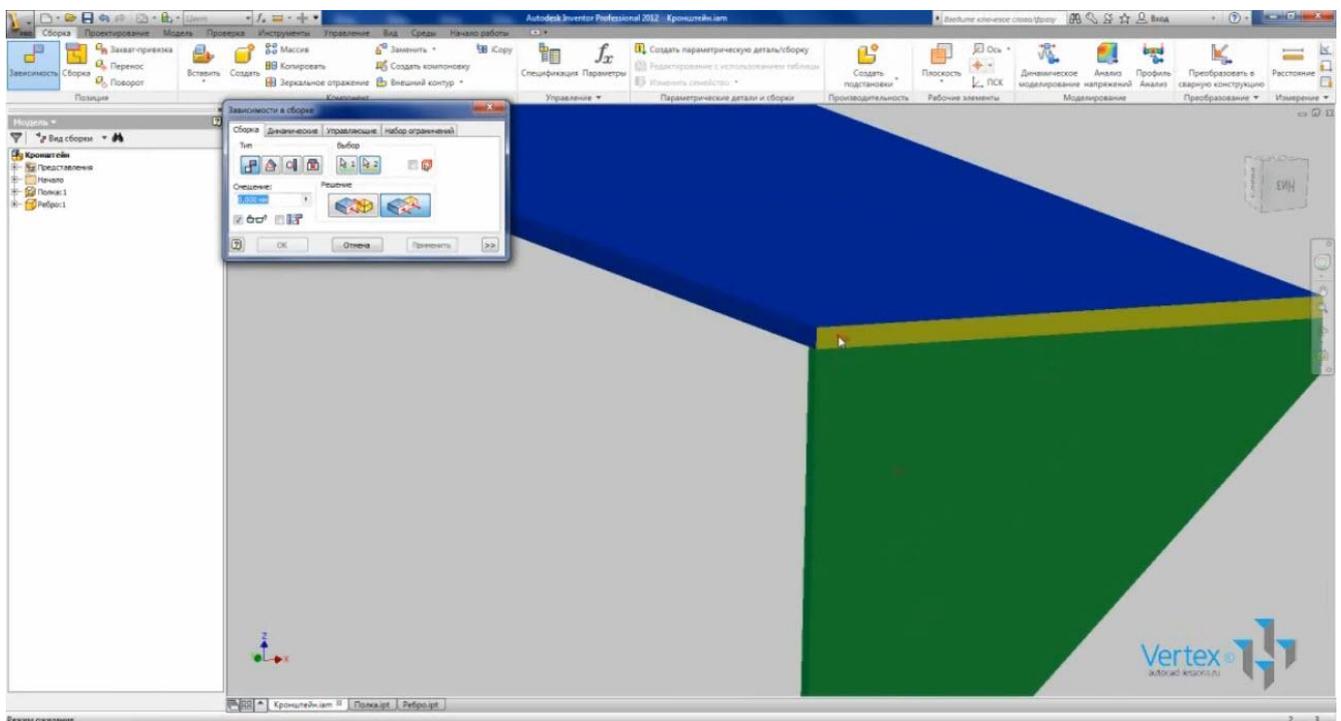


Создадим еще одну зависимость совмещения, только теперь «Заподлицо». Выбираем соответствующие грани на «Полке» и на «Ребре». Нажимаем «Применить».

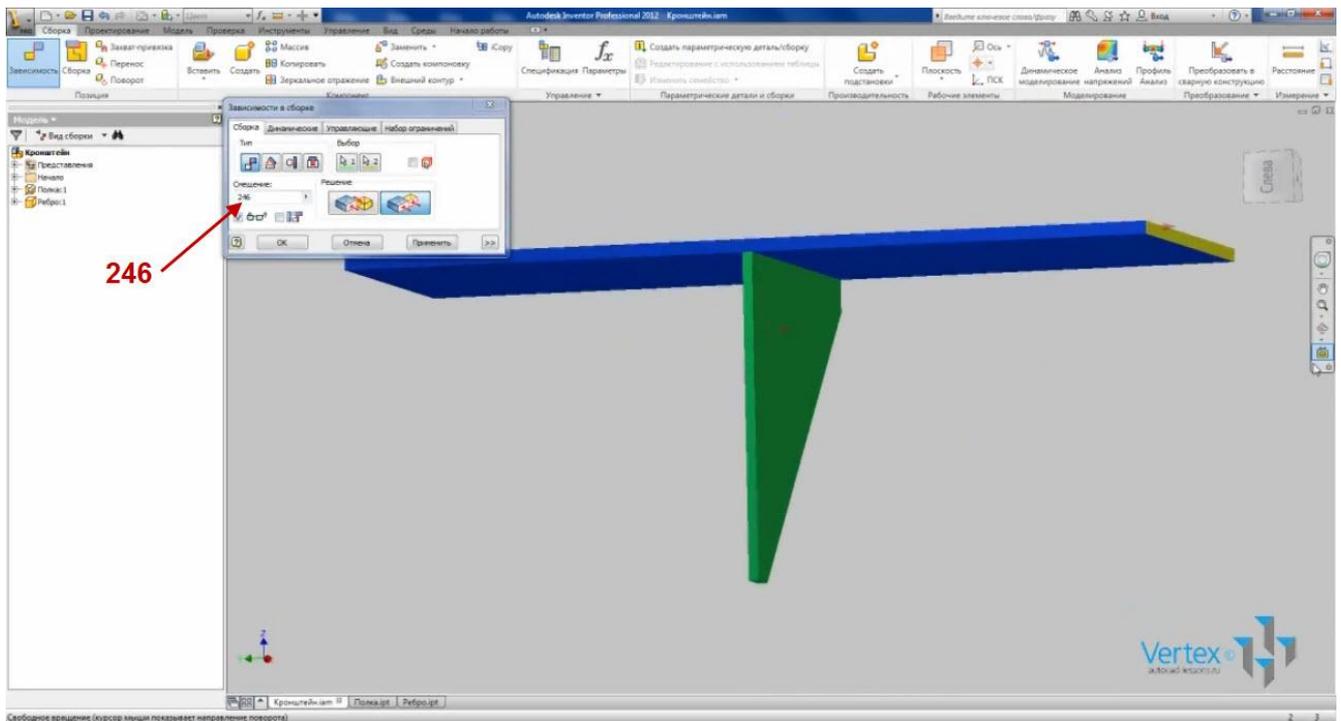


У детали «Ребро» осталась одна степень свободы. Применим операцию «Зависимость совмещения» - «Заподлицо».

Выберем боковую грань «Ребра» и торцевую грань «Полки».



Зададим значение смещения 246.

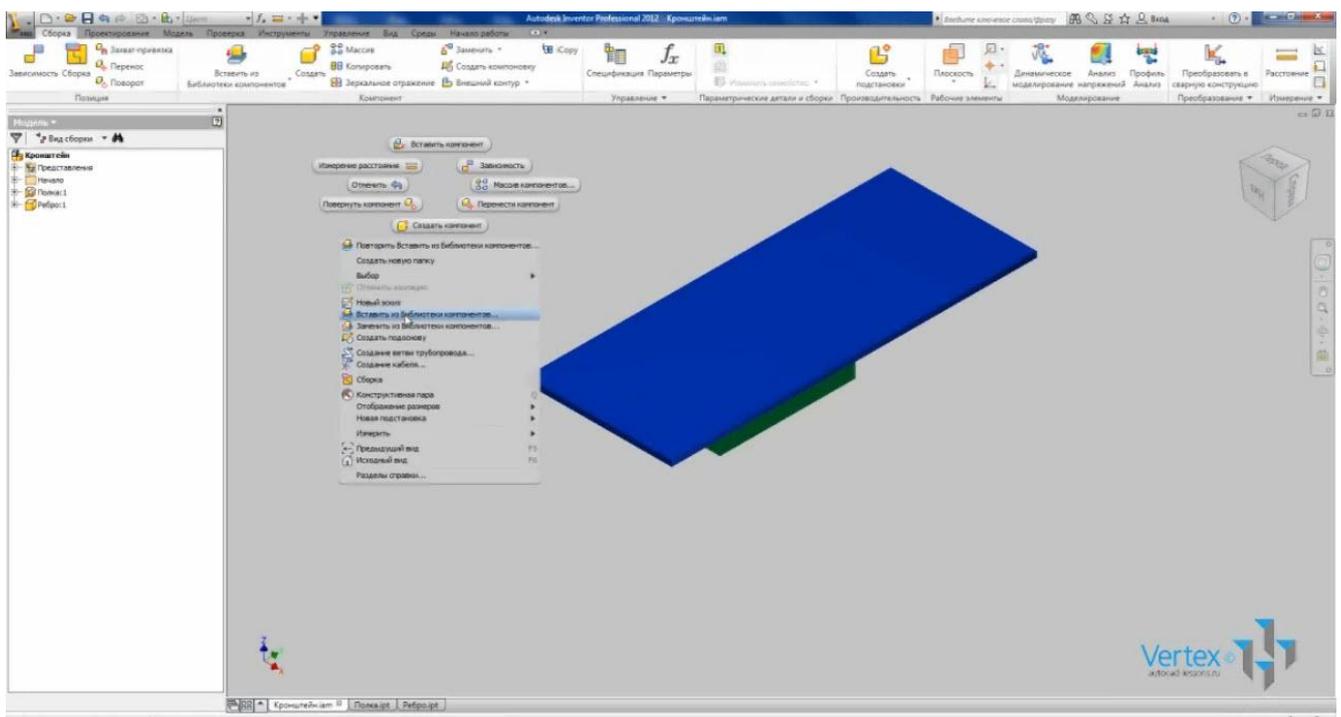


Нажимаем «Применить».

Теперь положение «Ребра» полностью зафиксировано.

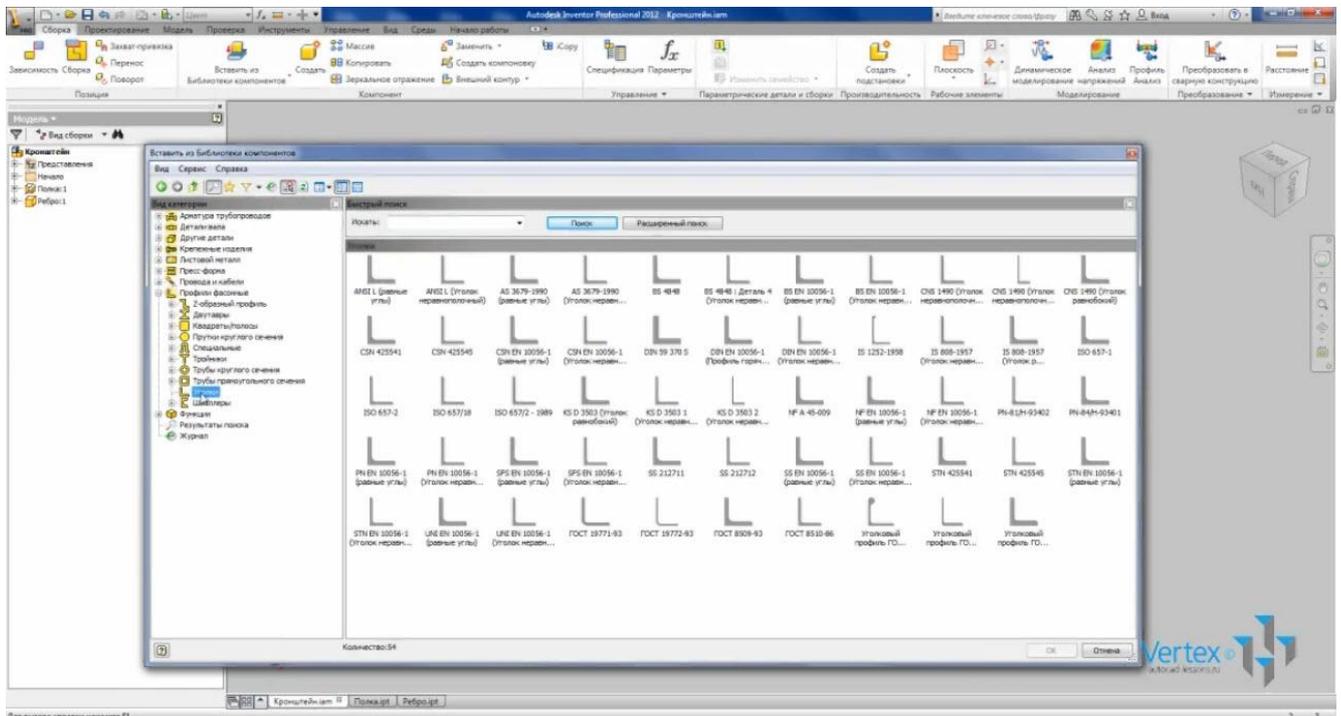
Сохраним сборку.

Далее вставим стандартный «Уголок» из библиотеки компонентов. Для этого можно выбрать из раскрывающегося меню функции «Вставить» пункт «Вставить из библиотеки компонентов» или же нажав правой кнопкой мыши можно выбрать тот же пункт.

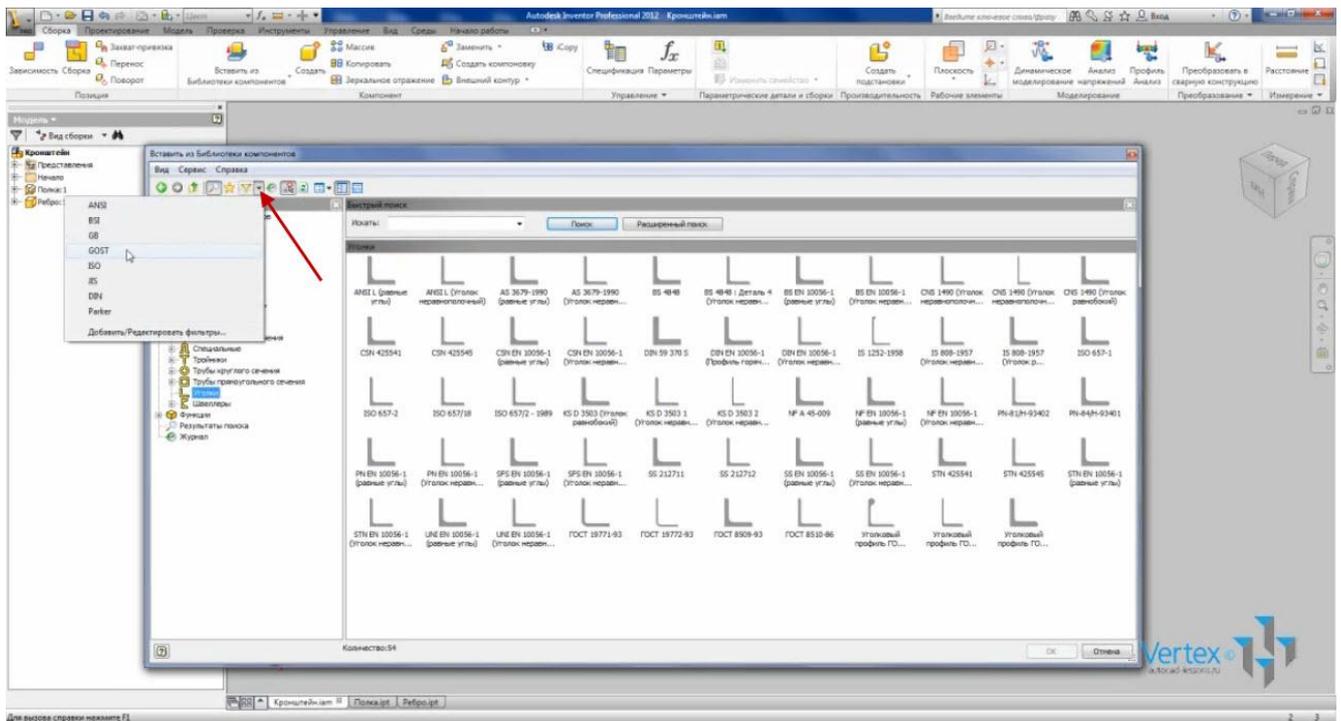


Открывается окно для выбора стандартных компонентов. В левой части окна находится дерево, в котором все компоненты сгруппированы в папки. Также можно находить компонент, вводя в «Поиск» номер соответствующего стандарта.

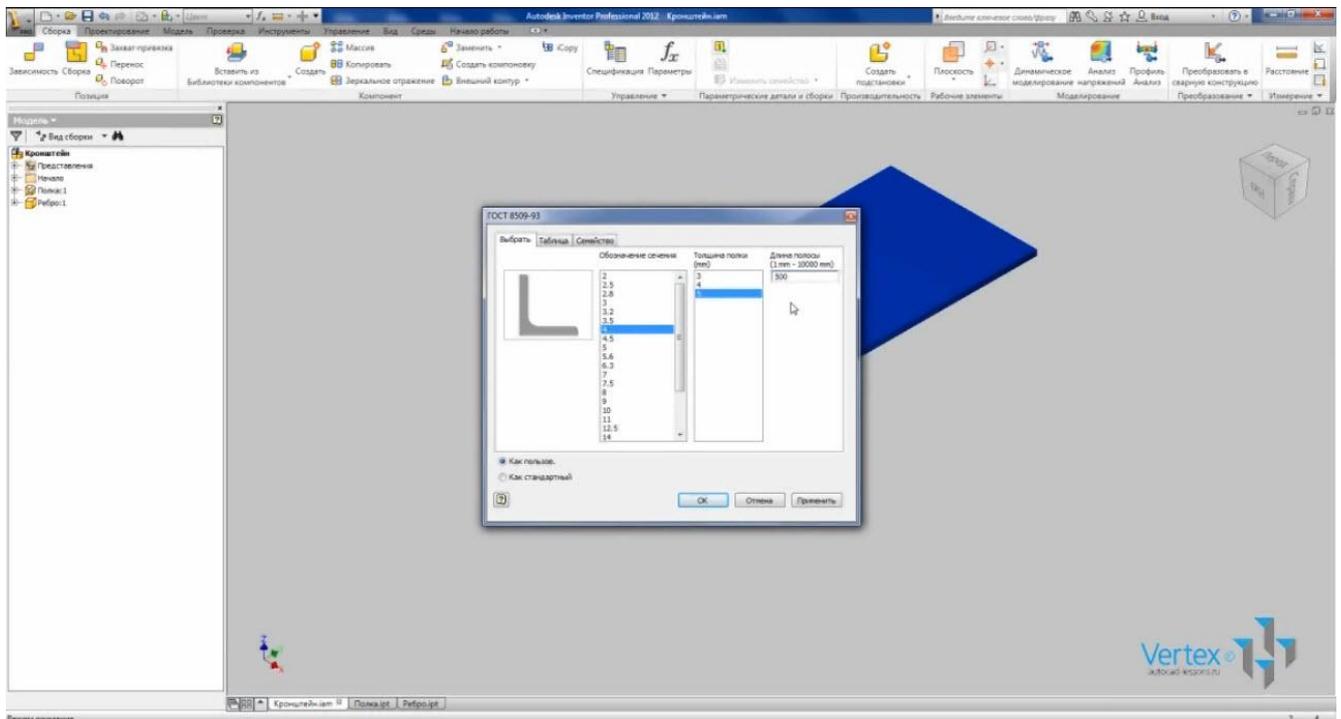
Раскроем «Профили фасонные» и выберем «Уголки».



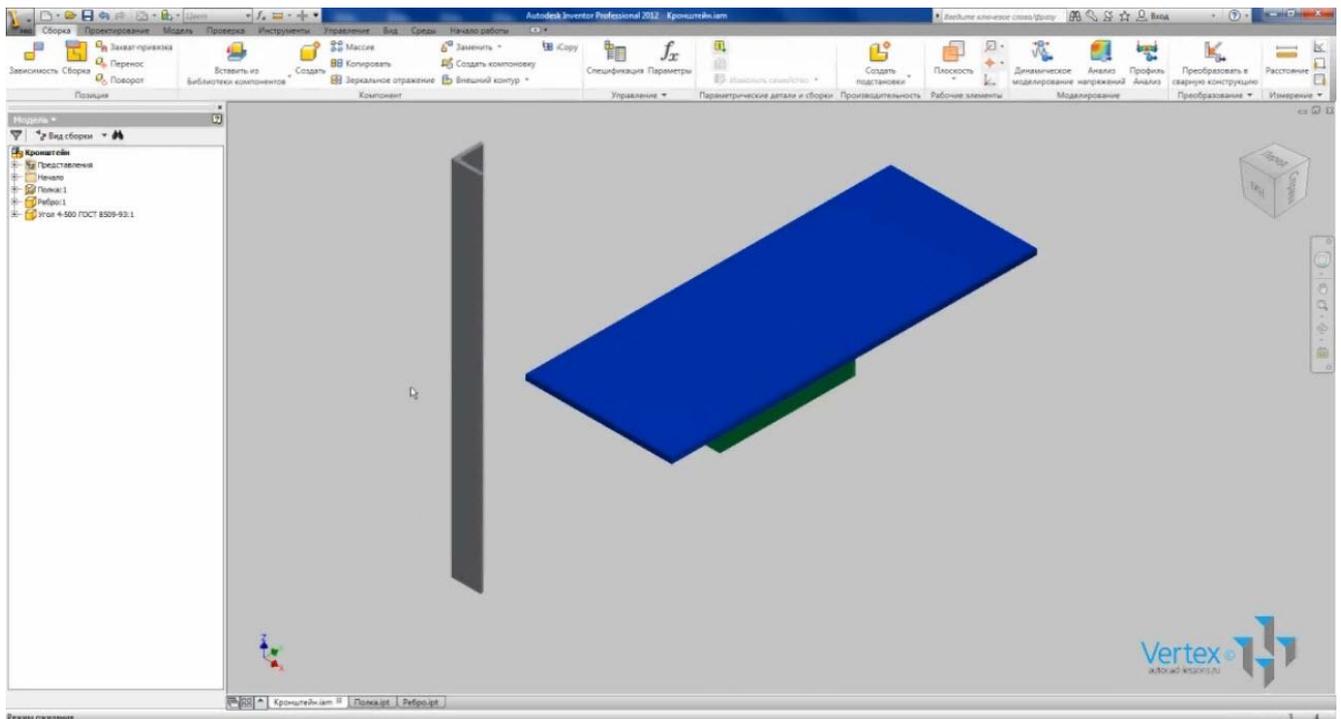
Отображаются уголки по всем установленным библиотекам. Если мы хотим, чтобы отображались только уголки по ГОСТу, применим фильтр и поставим галочку «GOST».



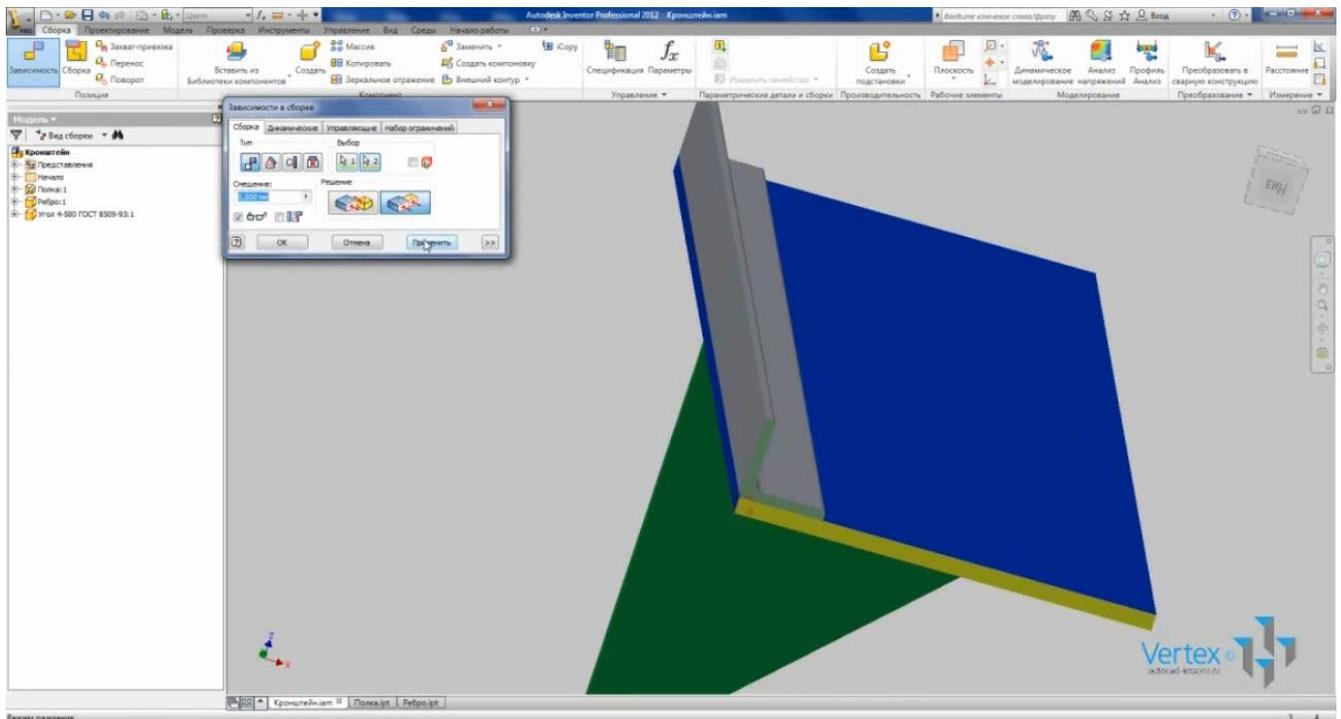
Выбираем уголок по ГОСТу 8509-93. В открывшейся таблице имеются все типоразмеры уголков. Выберем уголок 4 с толщиной полки 5. Введем длину 500.



Нажимаем Ок и сохраняем его как новую деталь и вставляем в сборку.



С помощью зависимости совмещения совместим полку уголка с деталью «Полка». Применим. Далее выберем «Заподлицо». Совместим торцевые плоскости уголка и «Полки». Применяем зависимости.



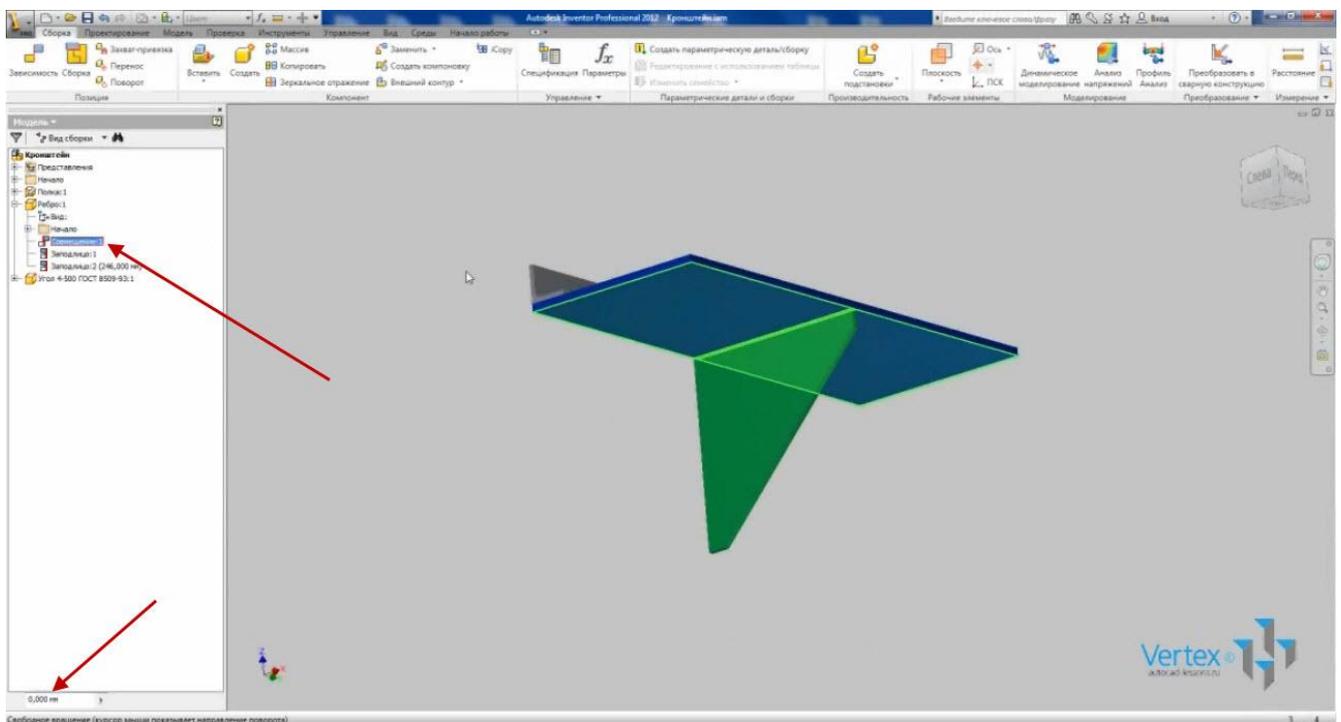
В следующей главе рассмотрим операции по редактированию сборок и завершим данную сборку.

## ОПЕРАЦИИ СО СБОРКОЙ

Существует ряд операций для редактирования сборки. Откроем созданную ранее сборку «Кронштейн».

Можно отредактировать наложенные ранее зависимости. Отредактируем значение смещения для «Ребра». Для этого в браузере нажмем + возле названия детали и находим необходимую зависимость. При выделении зависимости подсвечиваются плоскости, которые были выбраны для ее создания.

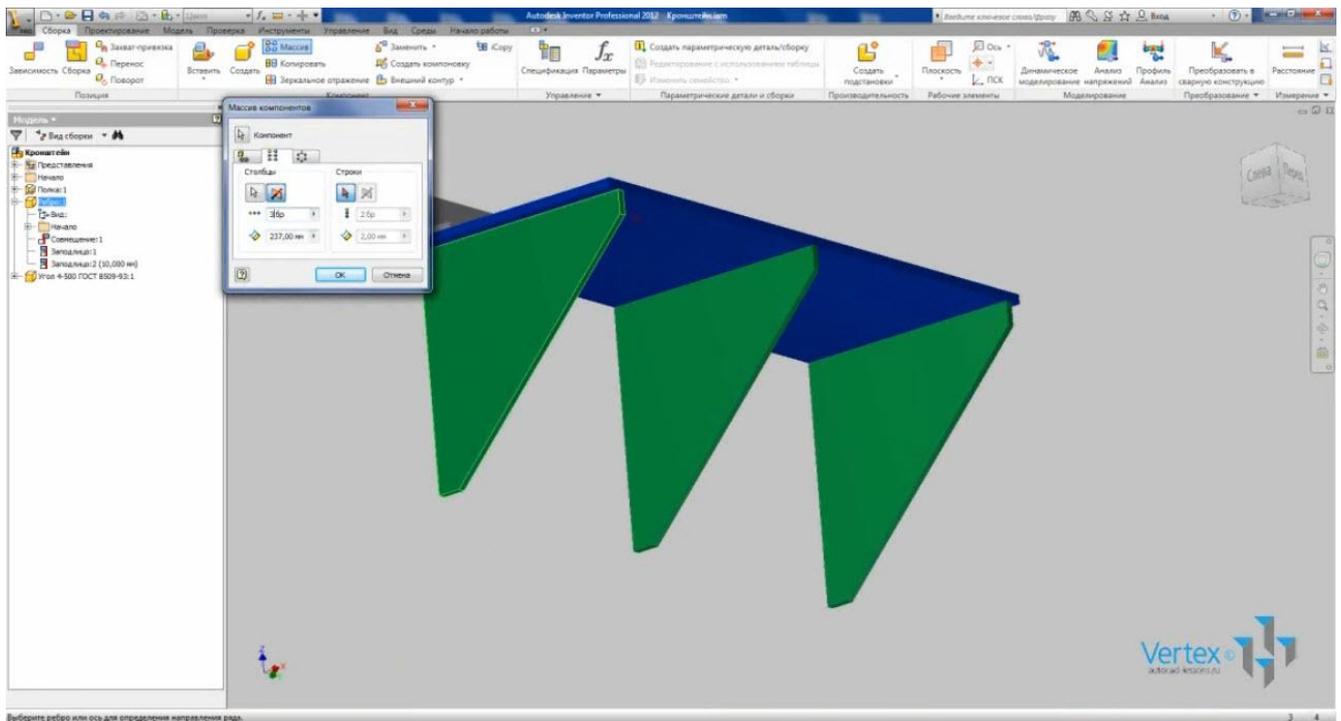
В нижней части браузера отображается значение смещения в данном случае 246.



Заменяем это значение на 10. Мы вставили в сборку деталь «Ребро». Нам нужно вставить в сборку 3 таких ребра.

Можно вставлять каждое и задавать им зависимость смещения, а можно сделать массив. На панели «Компонент» выбираем «Массив». Для выбора компонента укажем ребро. На вкладке «Прямоугольный» можно выбрать два направления создания массива: столбцы и строки. Нам понадобится только один. Нажимаем на стрелку направления столбца и указываем линию направления массива. Можно выбирать линию на любой детали.

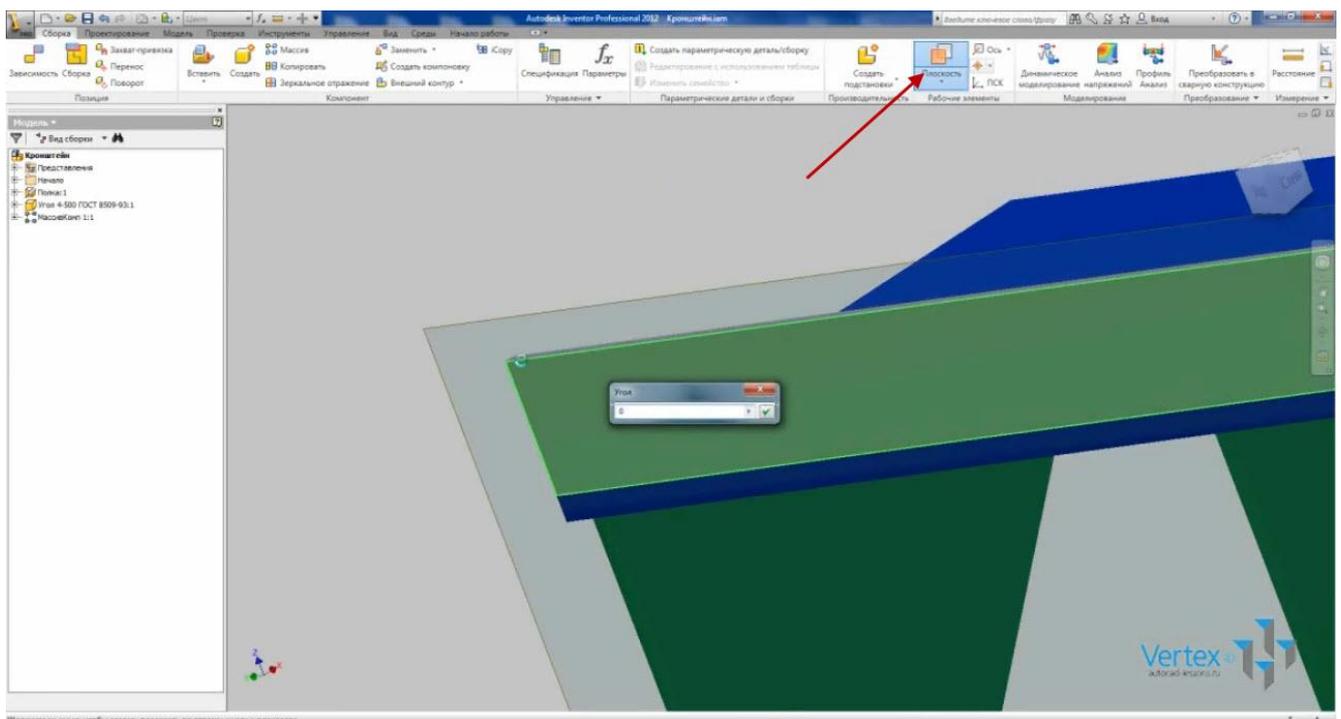
После указания линии нажмем на указание количества элементов – 3 и расстояние – 237.



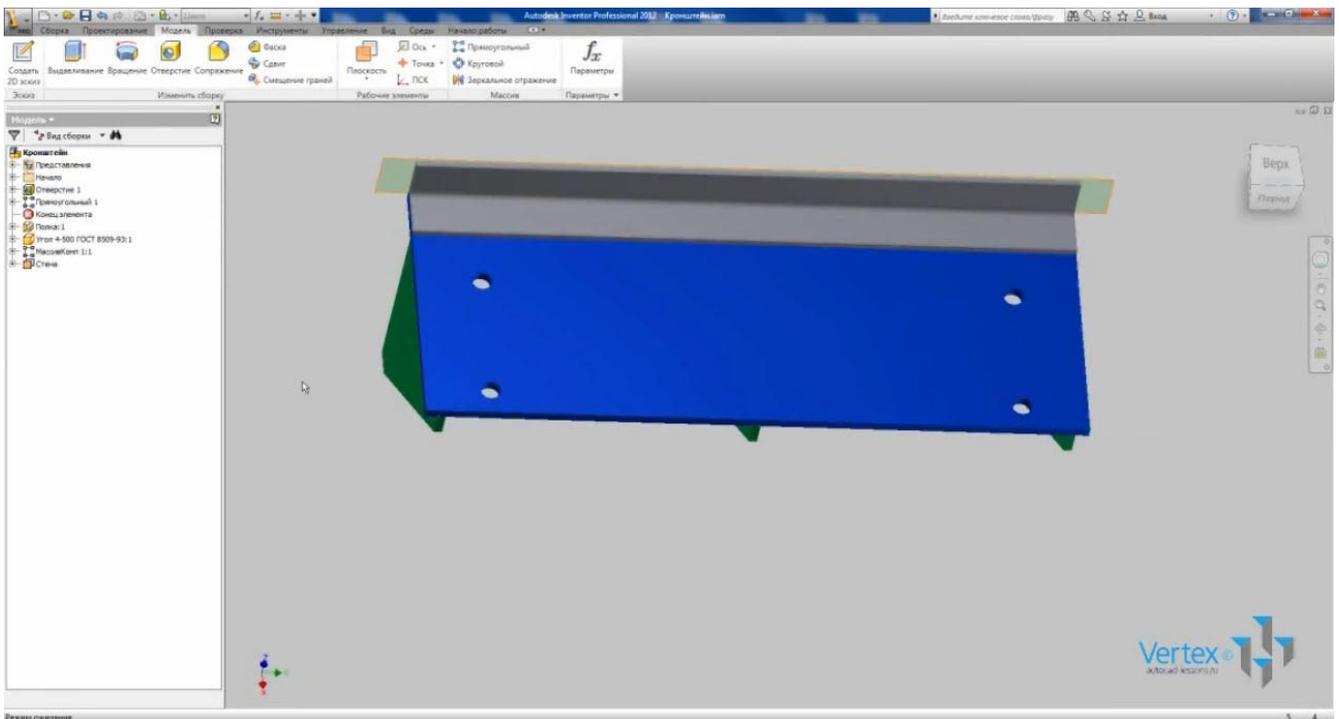
В браузере появился значок массива. Его можно отредактировать в любой момент.

В сборке можно также создавать вспомогательную геометрию: плоскости, оси и точки. Создадим рабочую плоскость на задней поверхности «Уголка».

Укажем заднюю плоскость «Уголка», ребро «Уголка» и угол поворота плоскости – 0.

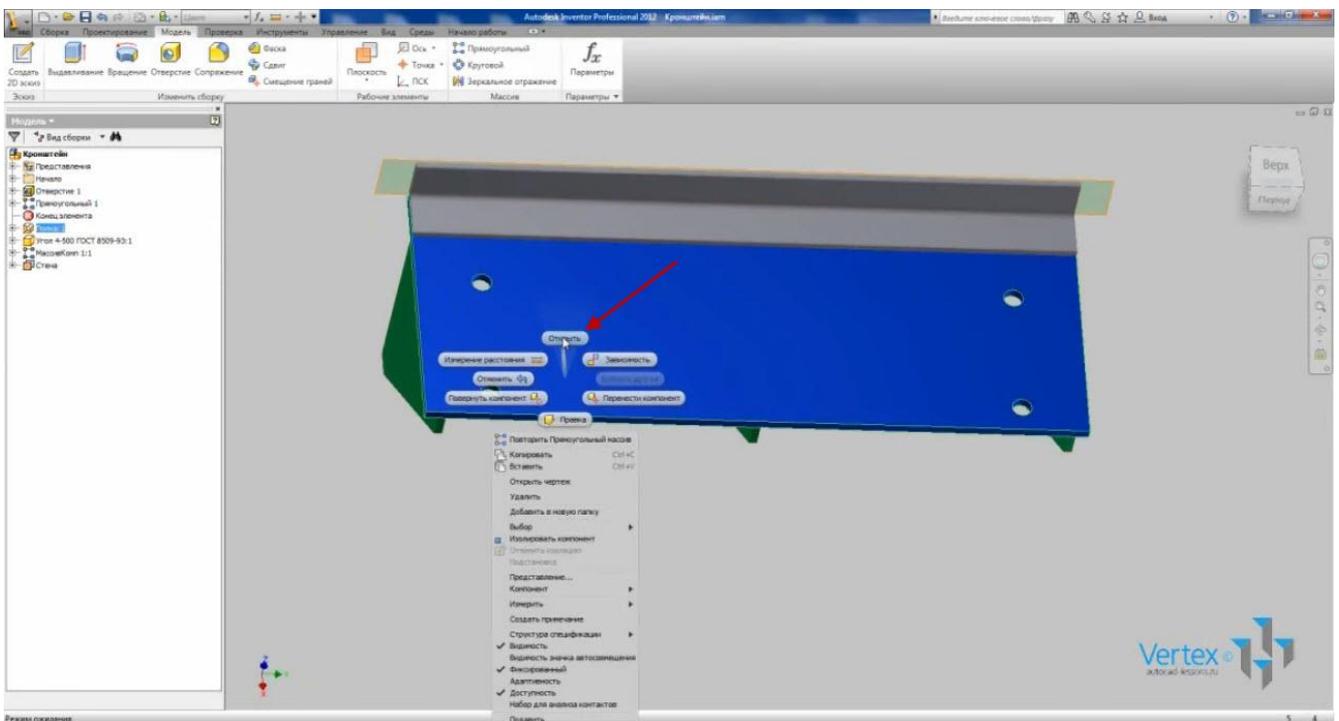




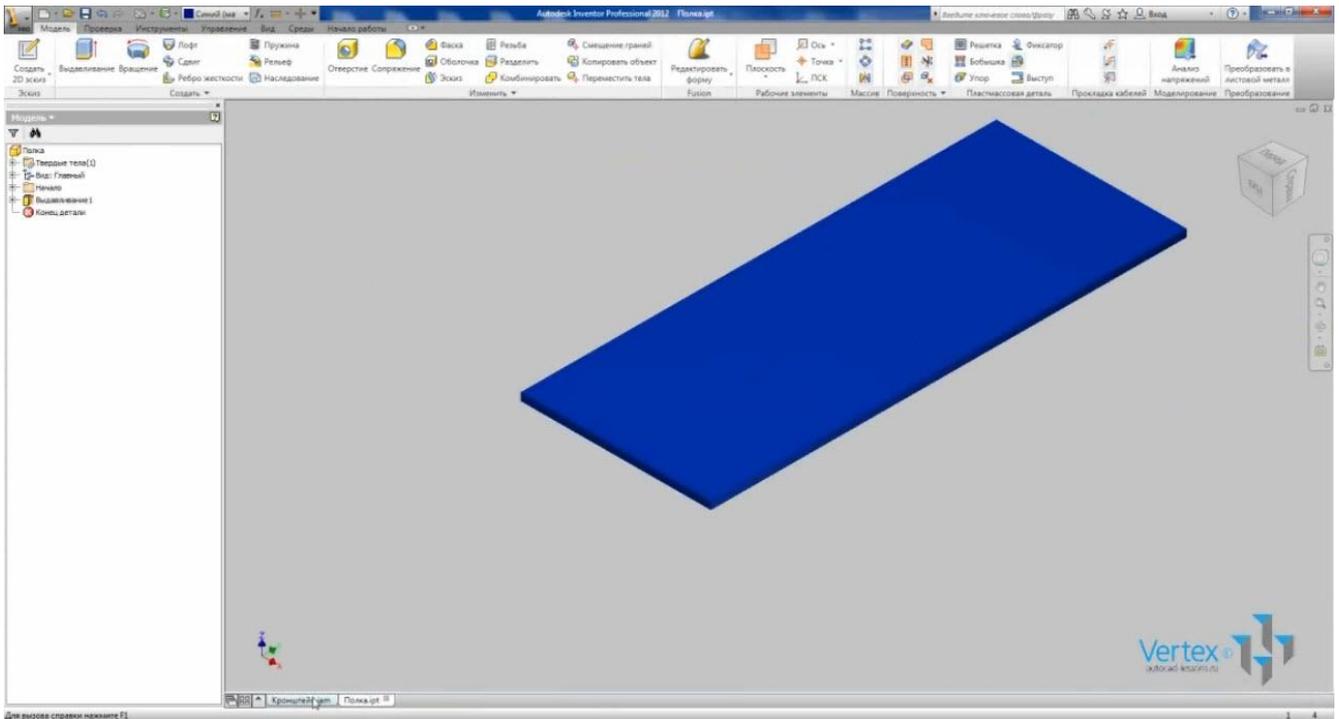


Получили массив отверстий.

Откроем деталь «Полка». Нажмем по ней правой кнопкой мыши и нажмем «Открыть».

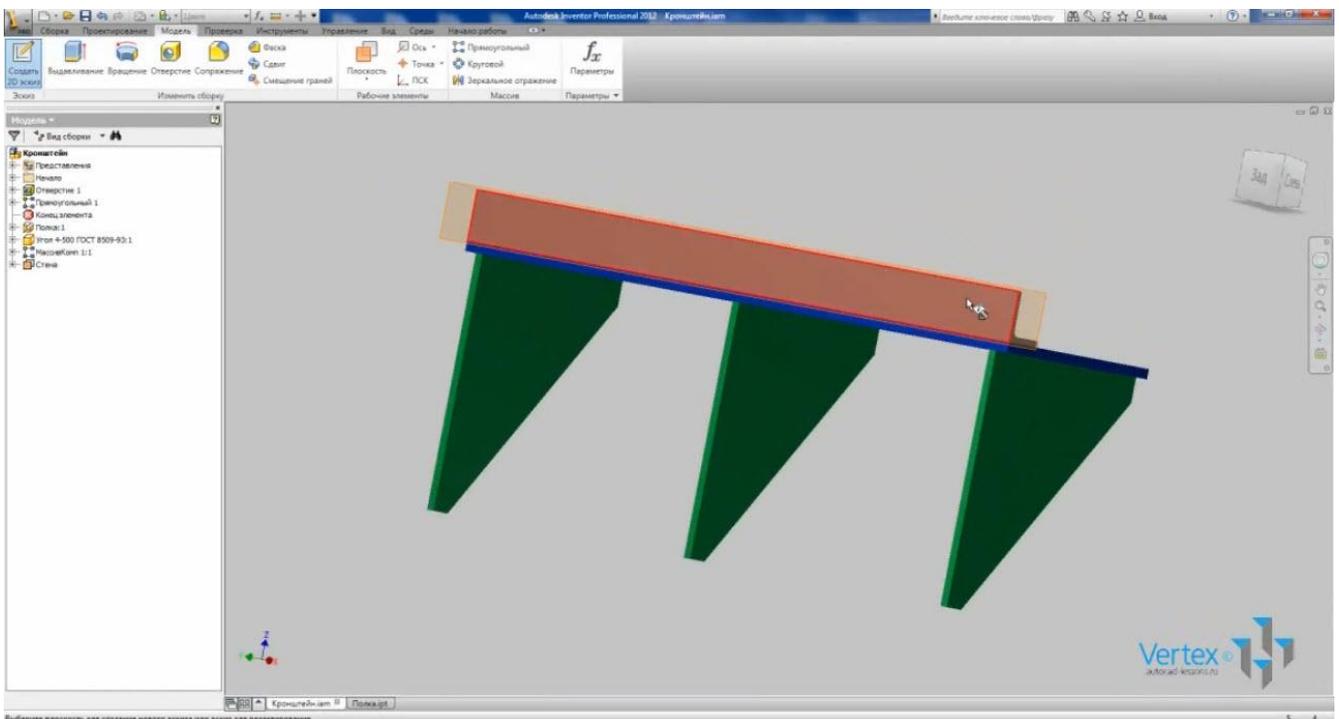


Видим, что созданные в ней отверстия видны только в сборке.

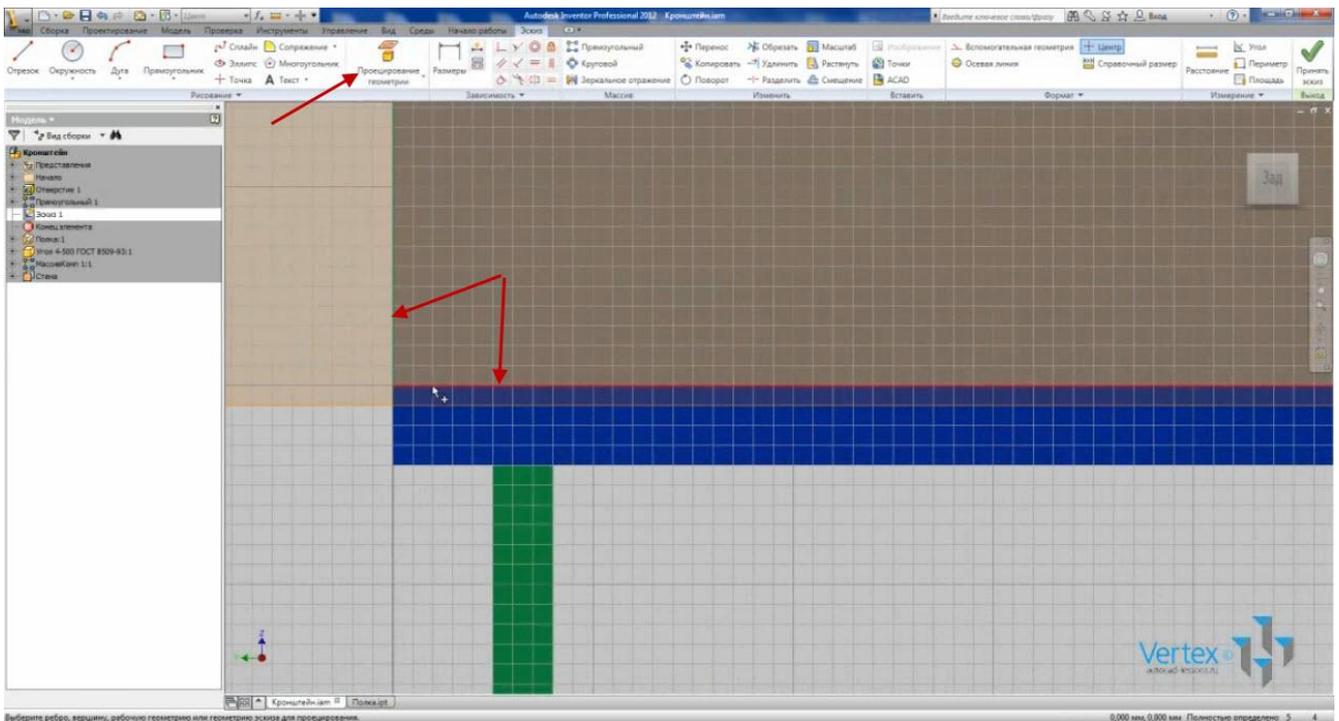


Создадим пазы в уголке. Для этого сделаем выдавливание одного паза и сделаем массив.

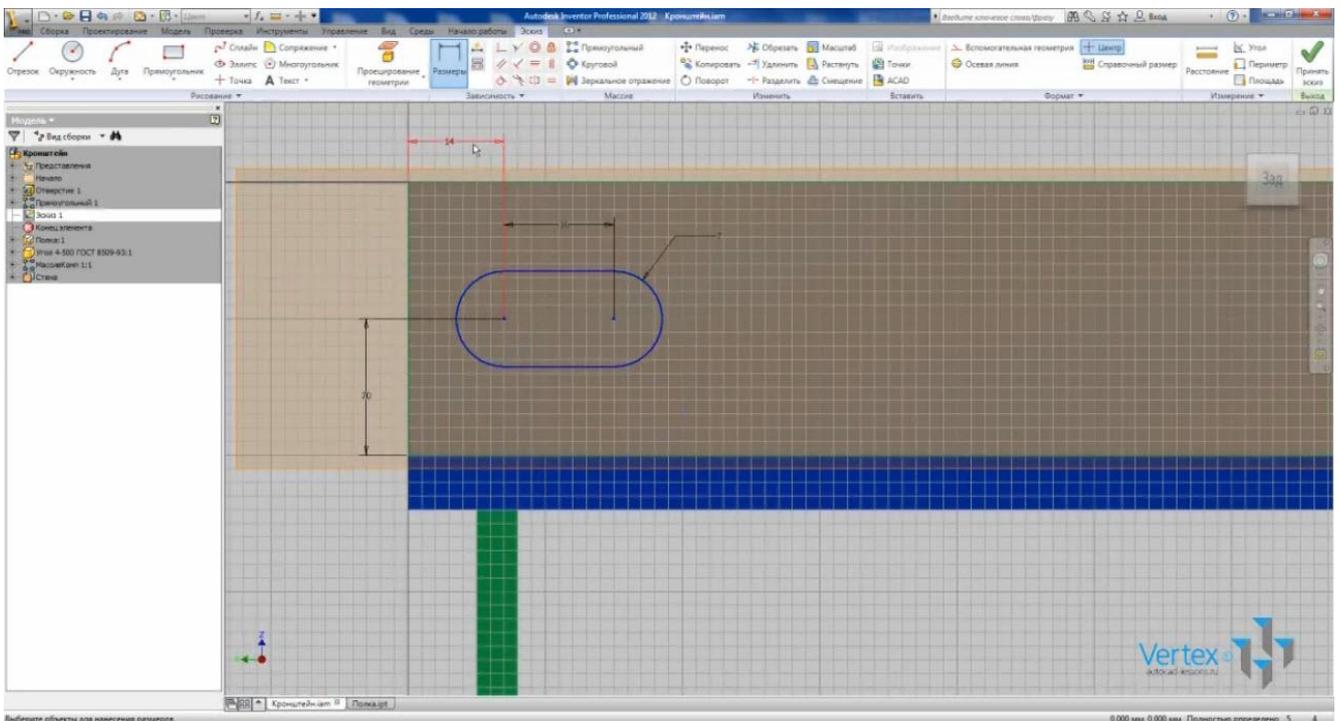
Выбираем «Создать эскиз» и выбираем плоскость для создания эскиза – заднюю стенку уголка.



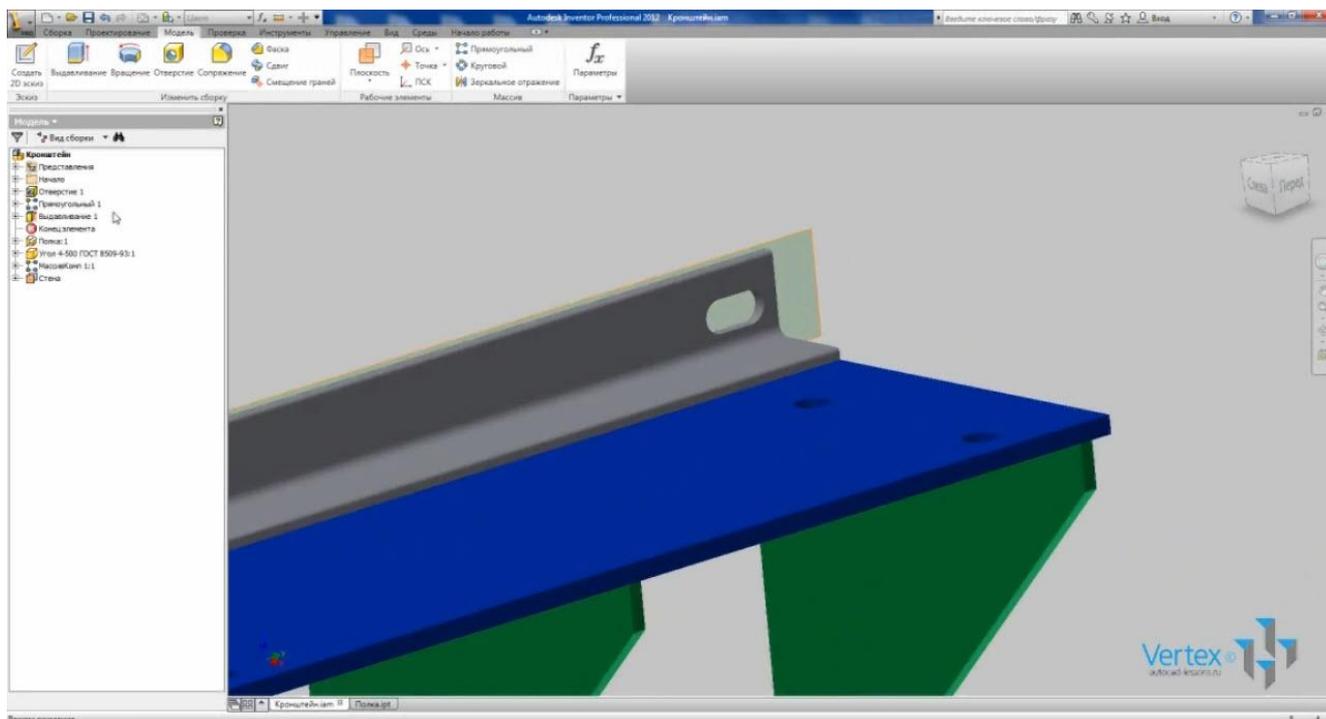
При создании эскиза сборки, на него не проецируются линии выбранной детали. Нажмем «Проецирование геометрии» и выберем необходимые ребра.



С помощью функции «Отрезок» нарисуем паз. Зададим размеры паз. Радиус – 7 мм, расстояние между центрами дуг – 16 мм, от низа уголка до центра – 20 мм и от края уголка до центра – 14 мм.



Принимаем эскиз и выберем операцию «Выдавливание». Выберем паз и укажем расстояние – «До выбранного». Выбираем обратную грань уголка и нажимаем Ок.

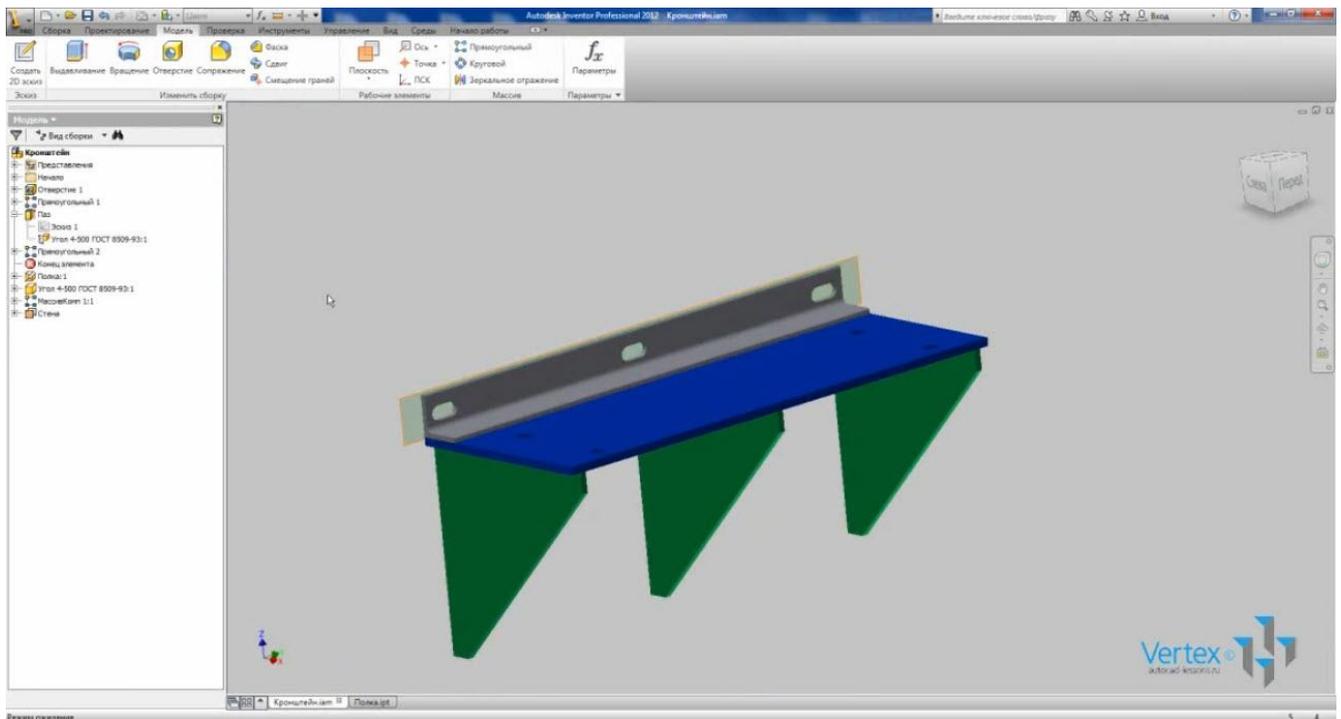


В браузере все операции со сборкой отображаются в начале списка отдельно от деталей.

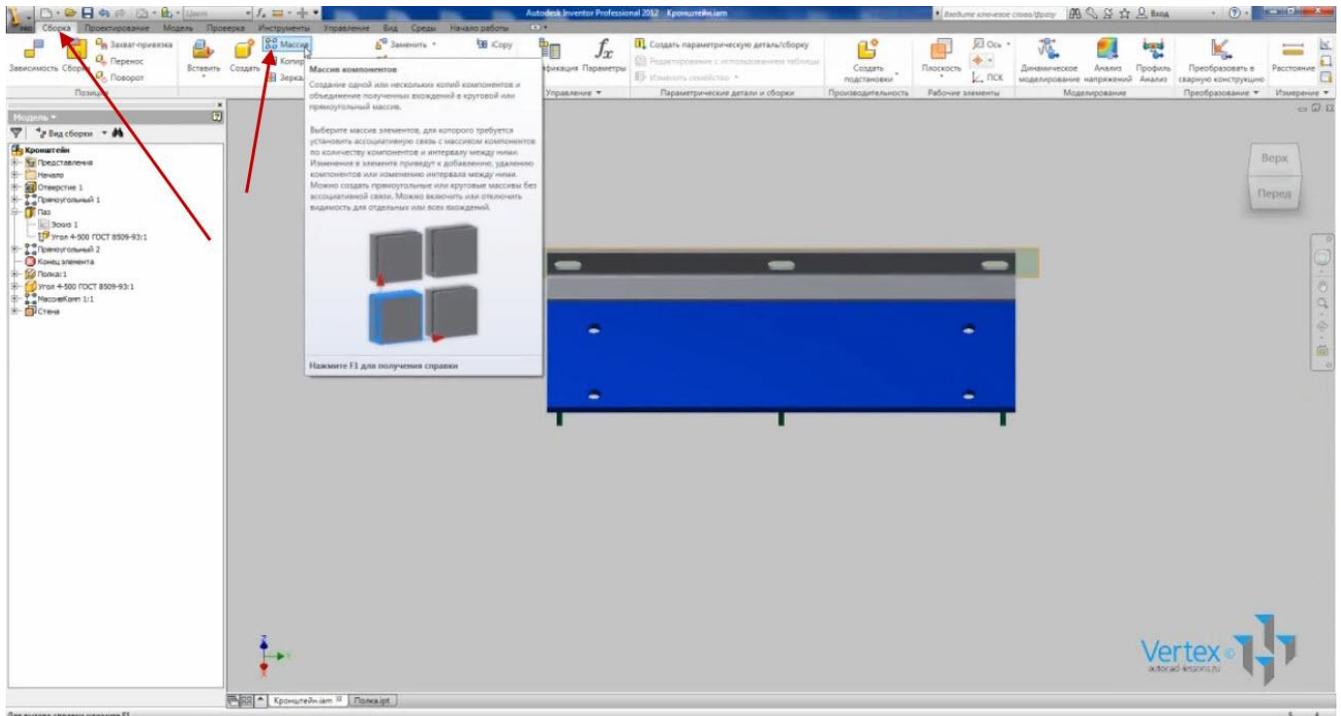
Переименуем «Выдавливание» - назовем его «Паз». При необходимости двойным щелчком мыши можно отредактировать операцию или эскиз.

Нажимаем операцию «Прямоугольный массив». Выбираем элемент – «Паз», указываем направление массива, расстояние введем – 228 мм, количество элементов – 3. Нажимаем Ок.

Получили массив из трех пазов.

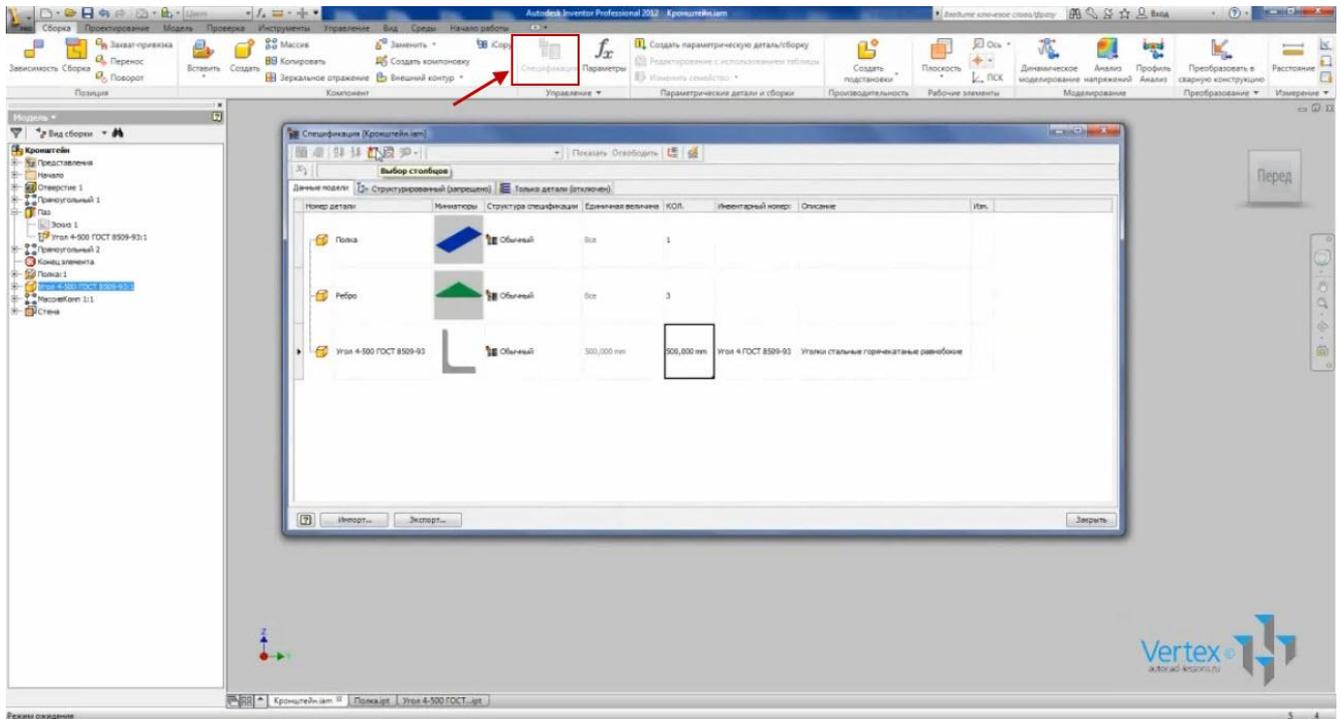


Важно не путать массив элементов, который находится на вкладке «Модель» и отвечать за массив элементов, созданный с помощью этой панели, с массивом компонентов, который отвечает за создание массива деталей и компонентов.

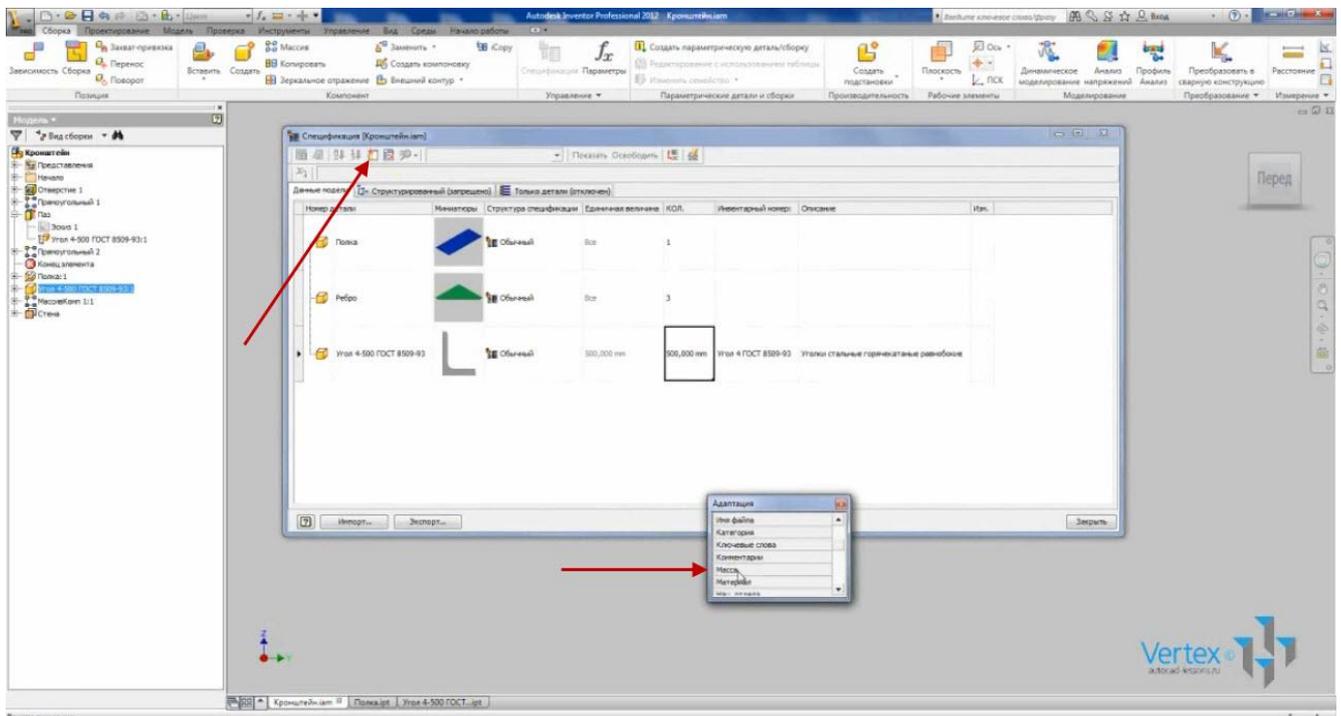


Откроем деталь «Уголок». Видим, что на детали пазы также не появились, а отображены только в сборке.

На вкладке «Сборка» – «Панель управления» можно посмотреть спецификацию сборки. В ней отображается наименование и количество всех вставленных деталей, а также длина вставленных стандартных профилей.



Можно добавлять в таблицу различные данные, нажав на значок «Выбор столбцов». Добавим свойство массы.

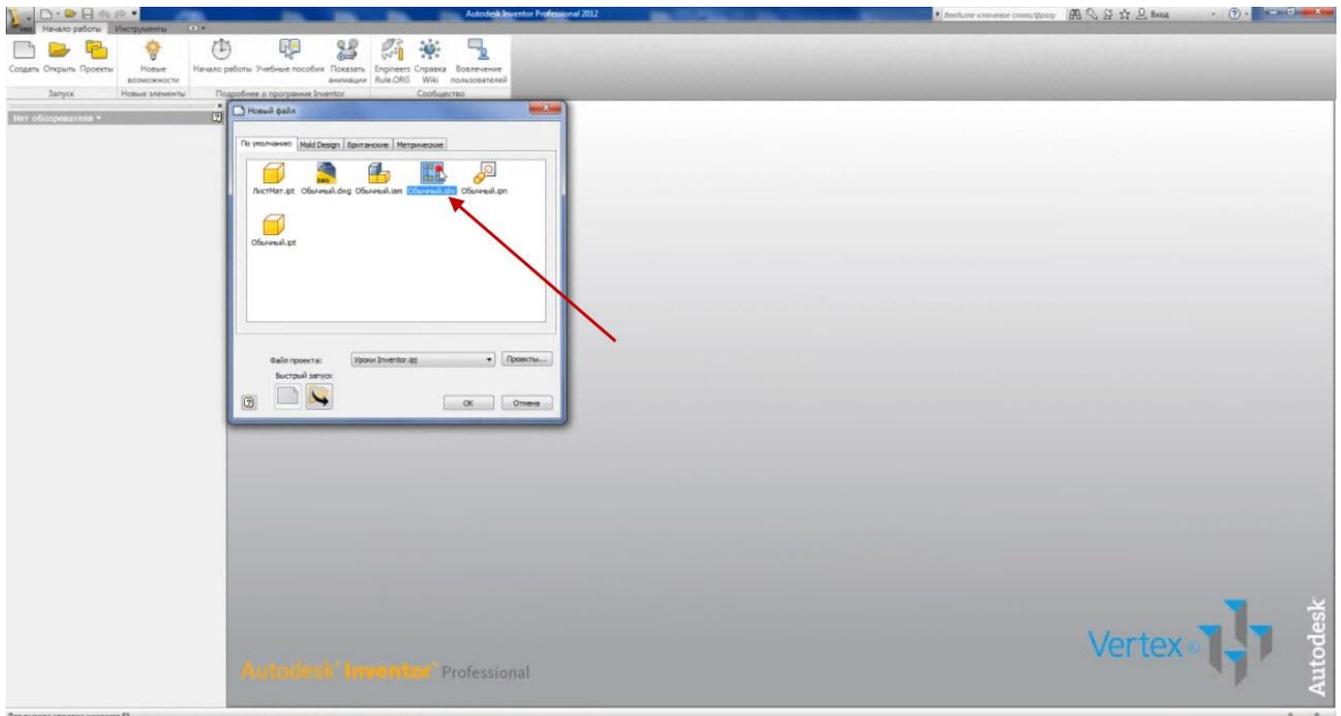


Сохраним сборку, закроем ее и детали.

## СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА

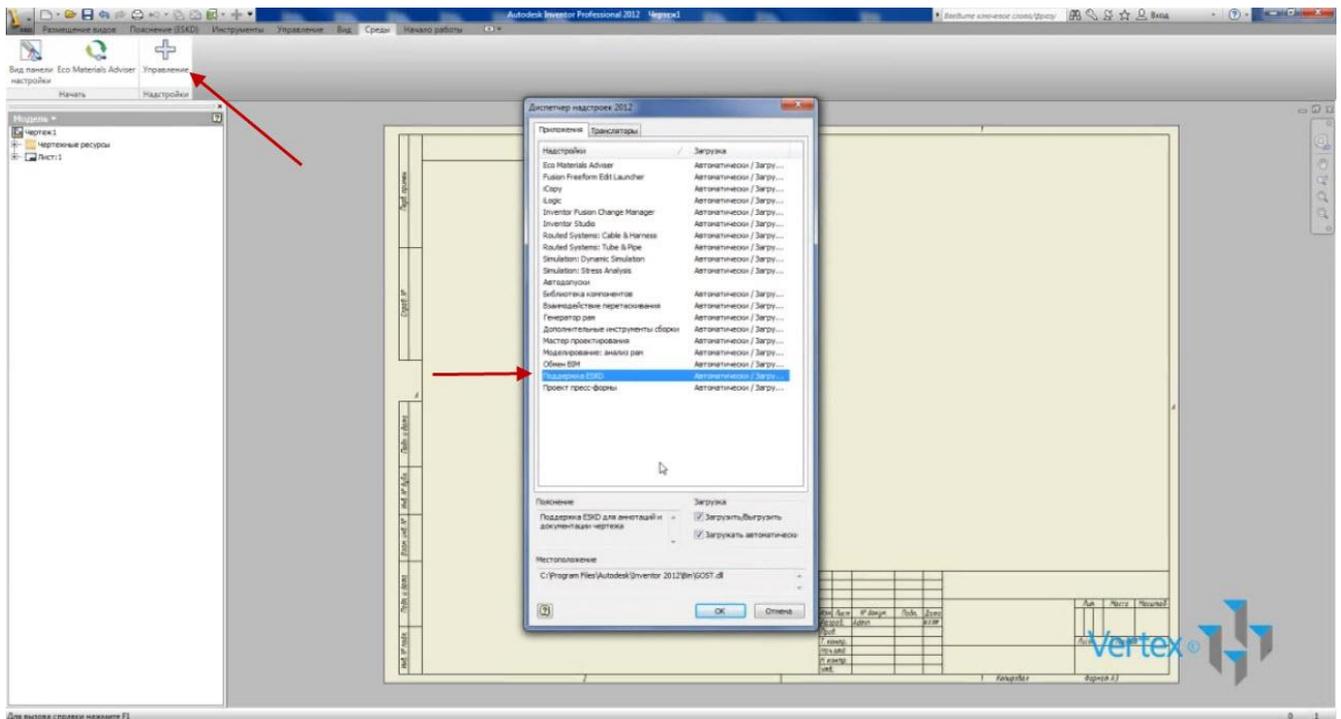
Inventor позволяет оформлять чертежи созданных деталей и сборок. Создадим чертеж сборки кронштейна.

Создадим файл чертежа.



На ленте становятся доступны функции для создания чертежа.

Для начала проверьте, включена ли у Вас поддержка ЕСКД. На вкладке «Среды» откроем меню «Управление», находим пункт «Поддержка ЕСКД».

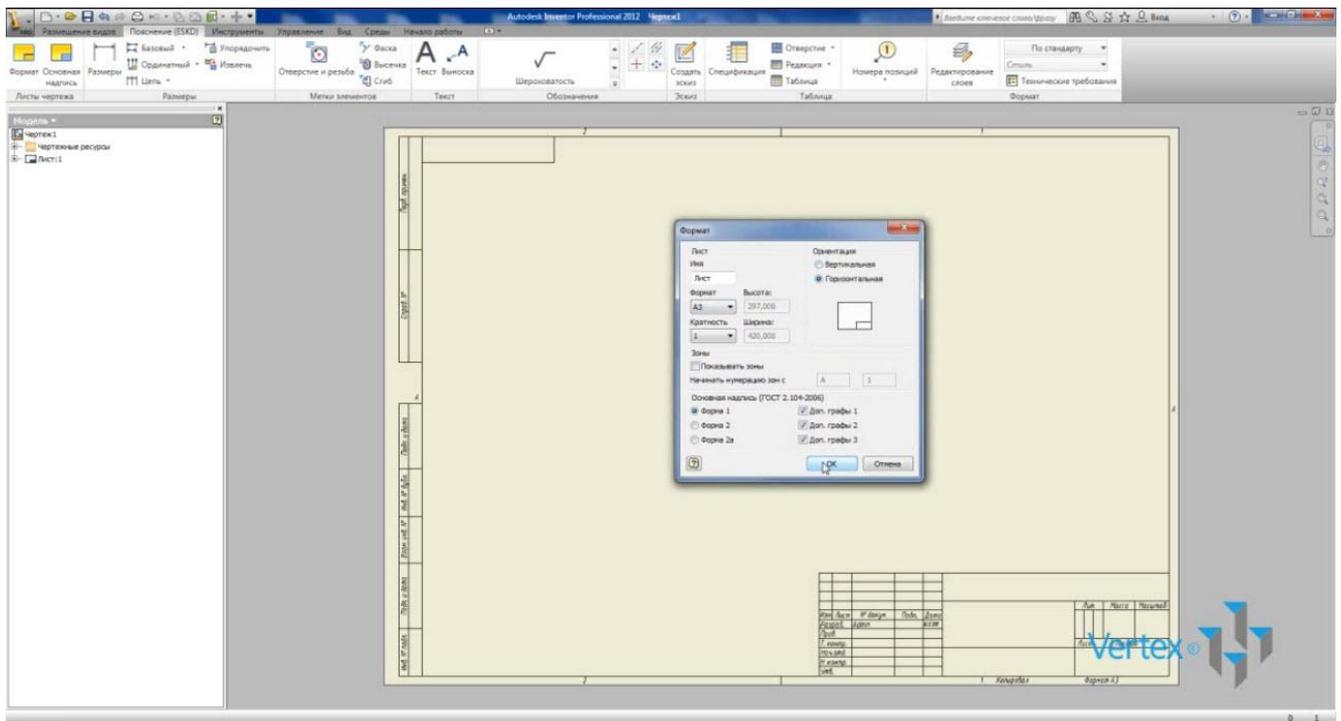


Если у Вас не стоят галочки «Загрузить», «Загрузить автоматически», то их нужно поставить.

Настроим формат чертежа.

На вкладке «Пояснения» откроем «Формат». Здесь можно задавать формат листа, положение, показывать зоны, выбирать тип основной надписи и дополнительные графы.

Выберем формат А3, горизонтальный, зоны уберем, основную надпись оставим «Форма 1» и оставим дополнительные графы.



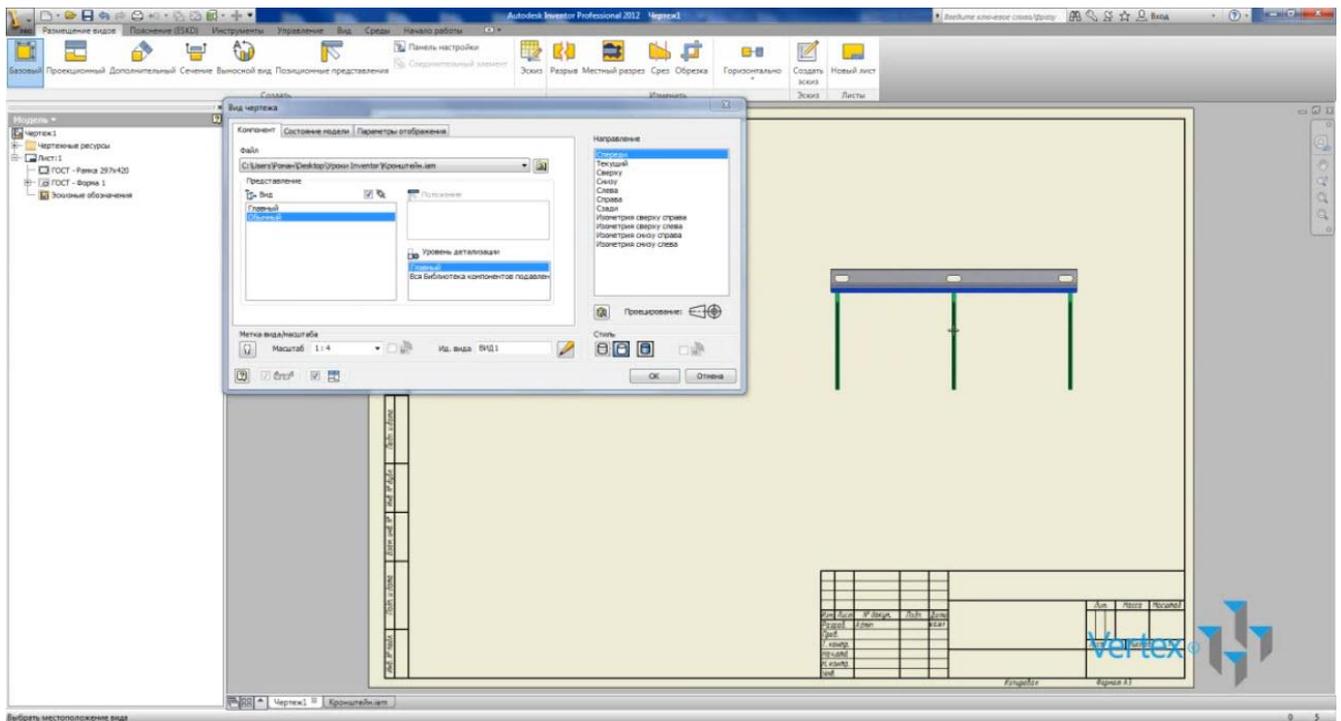
Разместим чертеж сборки на листе.

На вкладке «Размещение видов» выберем «Базовый». В появившемся окне можно указывать ссылку на сборку или если сборка была открыта ранее, ссылка на нее определится автоматически.

Представление оставим без изменений, направление оставим «Спереди». При необходимости можно выбирать другое направление базового вида.

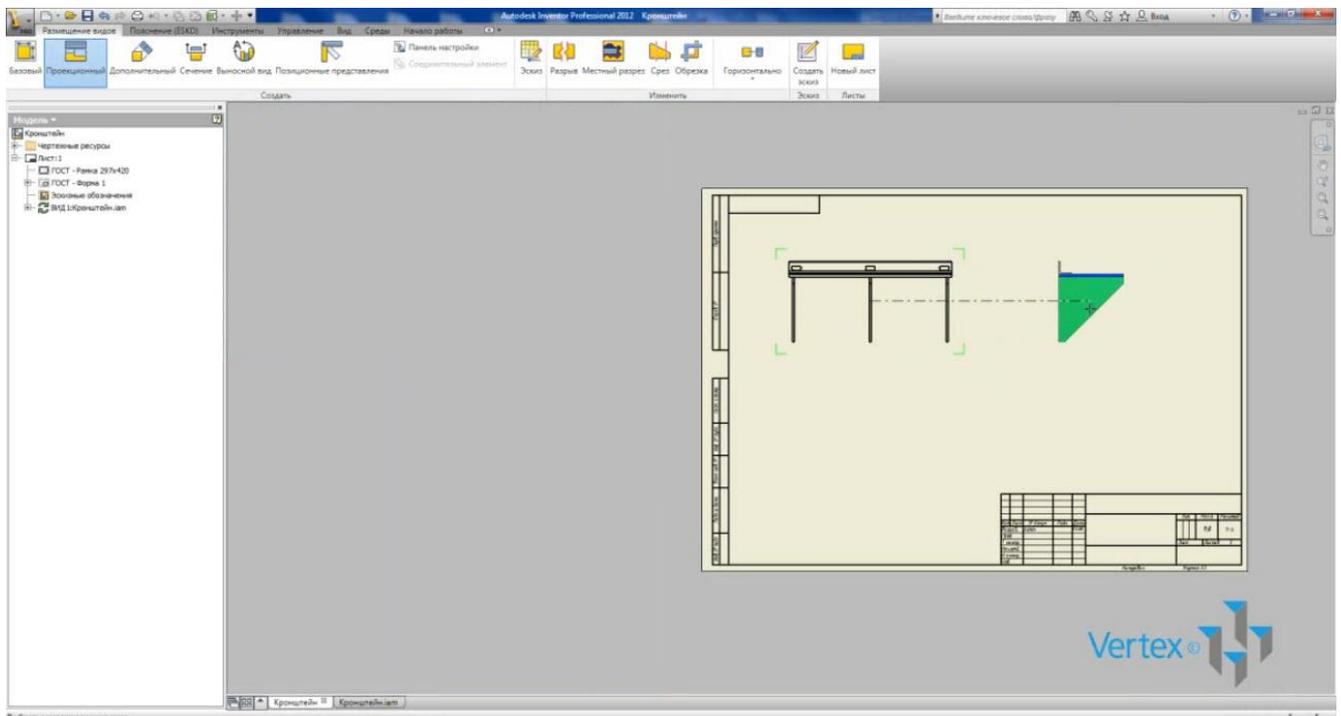
В поле «Стиль» можно выбирать отображение невидимых линий и тонирование деталей. Масштаб по умолчанию стоит 1:1.

При перемещении курсора на поле чертежа появляется предварительный просмотр вида и изменяется масштаб.

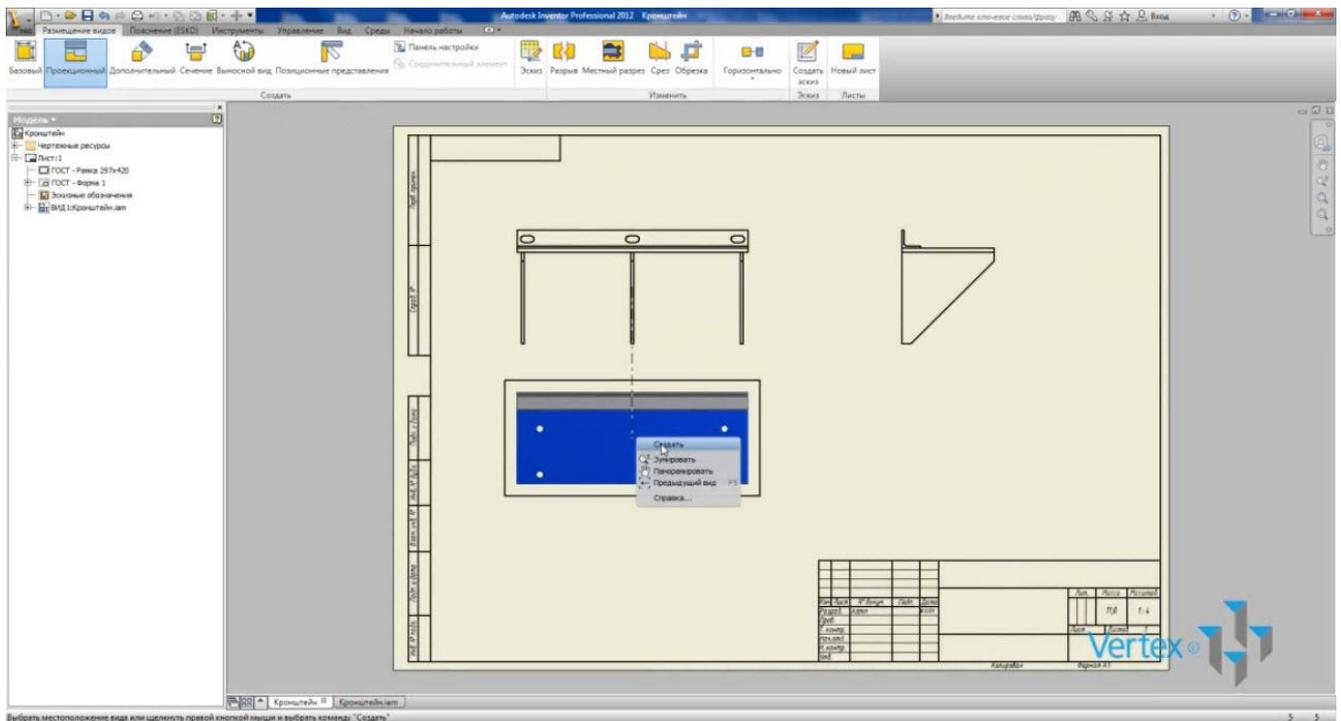


Восстановим масштаб 1:1 и установим положение вида на чертеже. Нажимаем левую кнопку мыши.

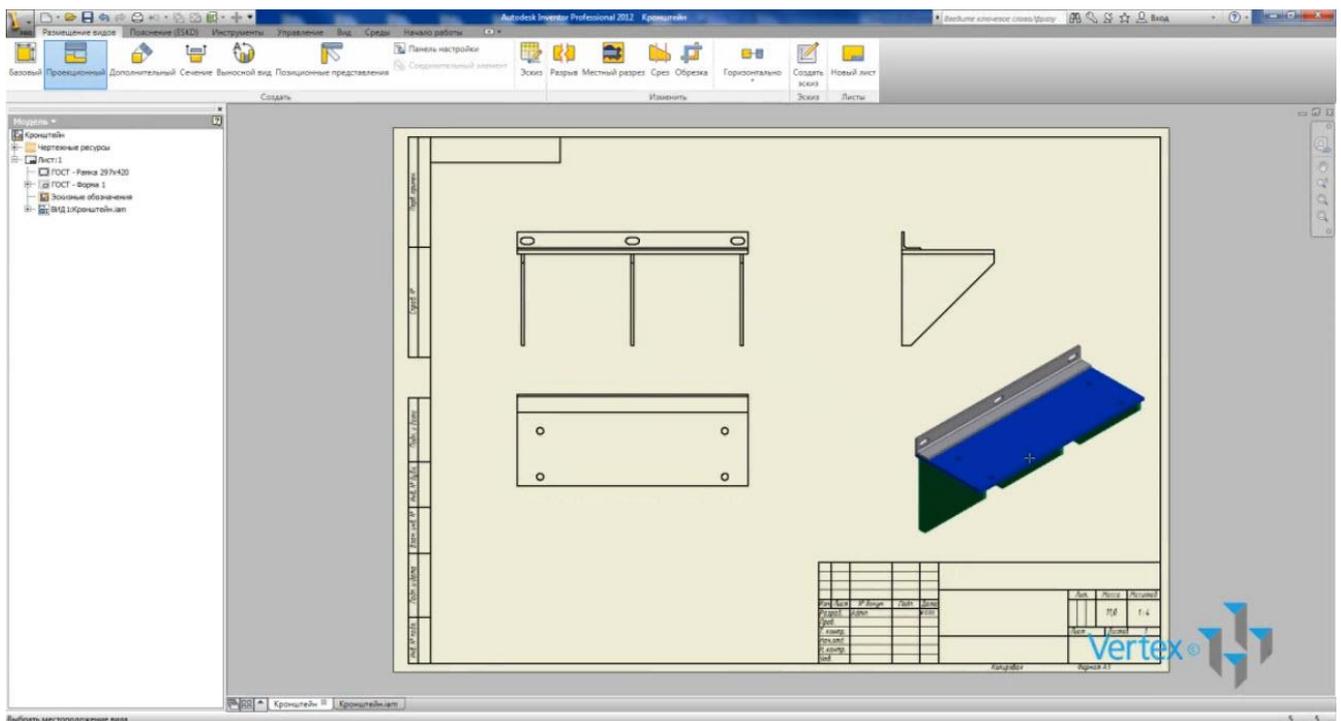
После размещения главного вида становится доступна функция размещения проекционного вида. Выбираем положение вида Слева и нажимаем Esc (Esc).



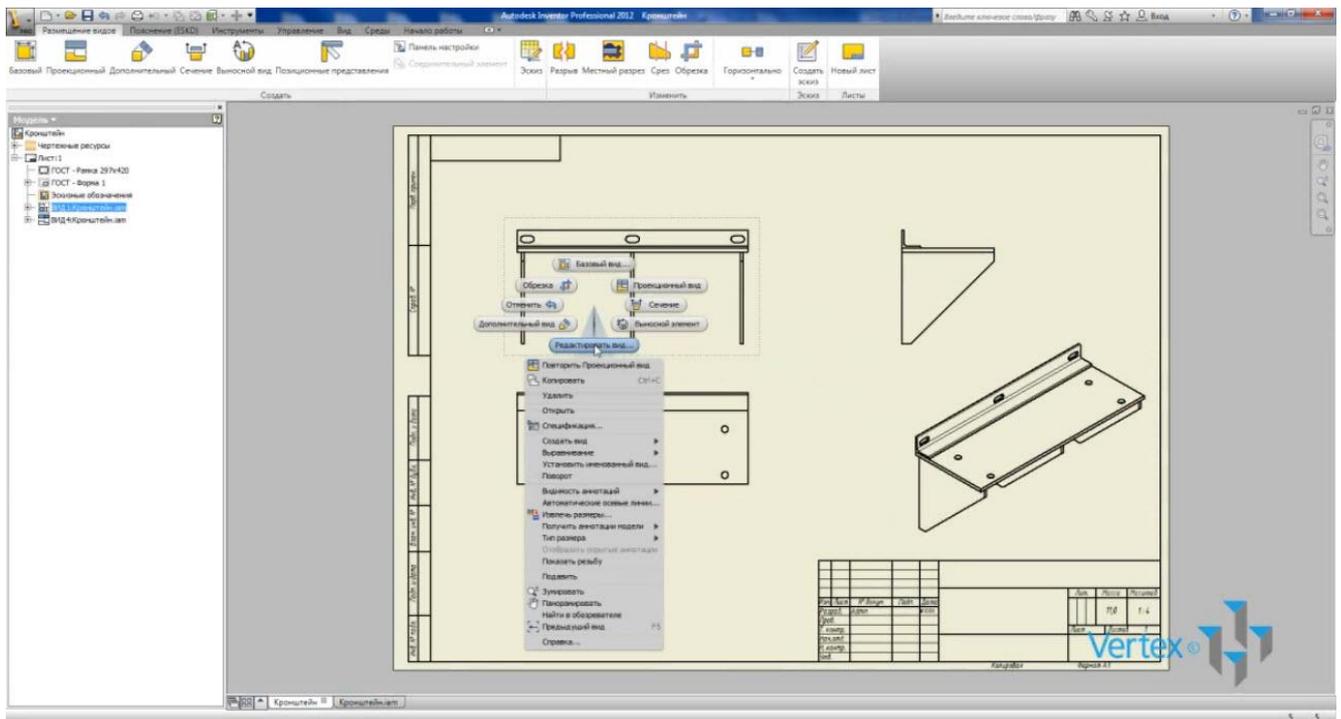
Для размещения еще одного вида нажимаем функцию «Проекционный». Укажем на базовый вид и выберем место для размещения вида сверху.



Можно также создать изометрический вид.



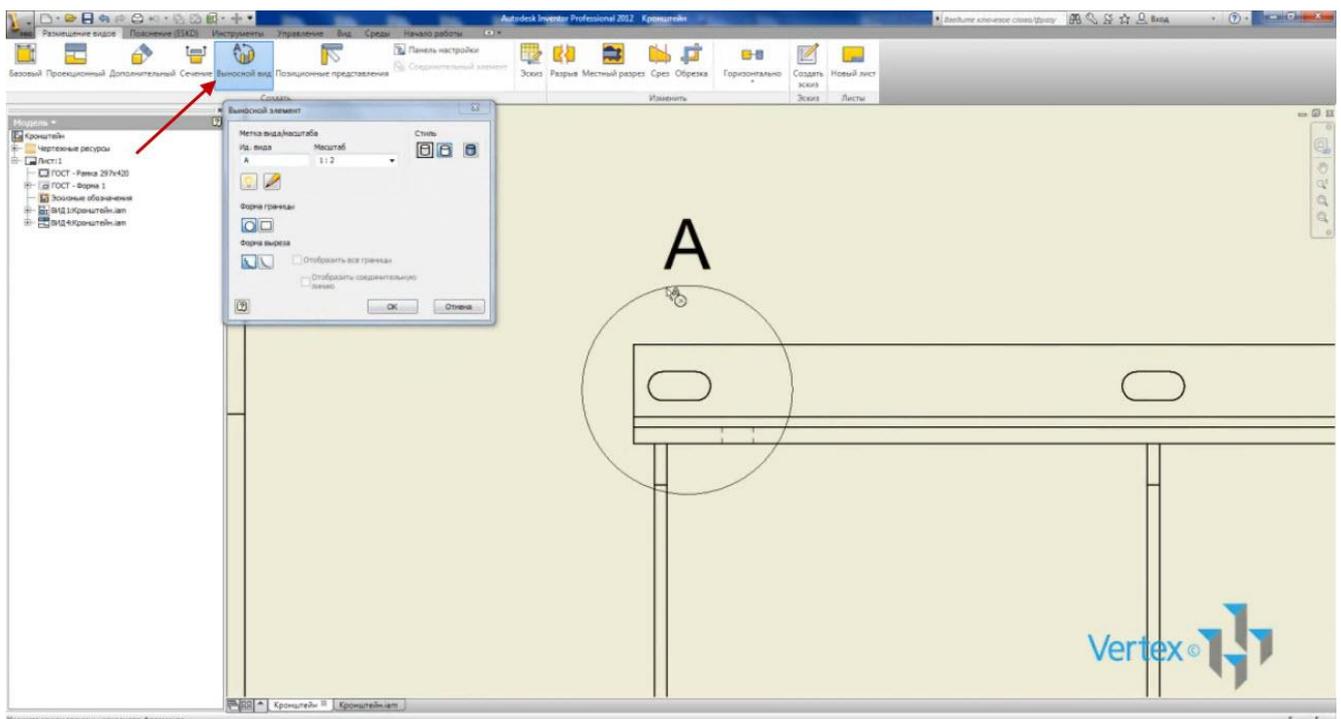
Теперь включим отображение скрытых линий. Нажмем правой кнопкой мыши по базовому виду и нажмем «Редактировать вид».

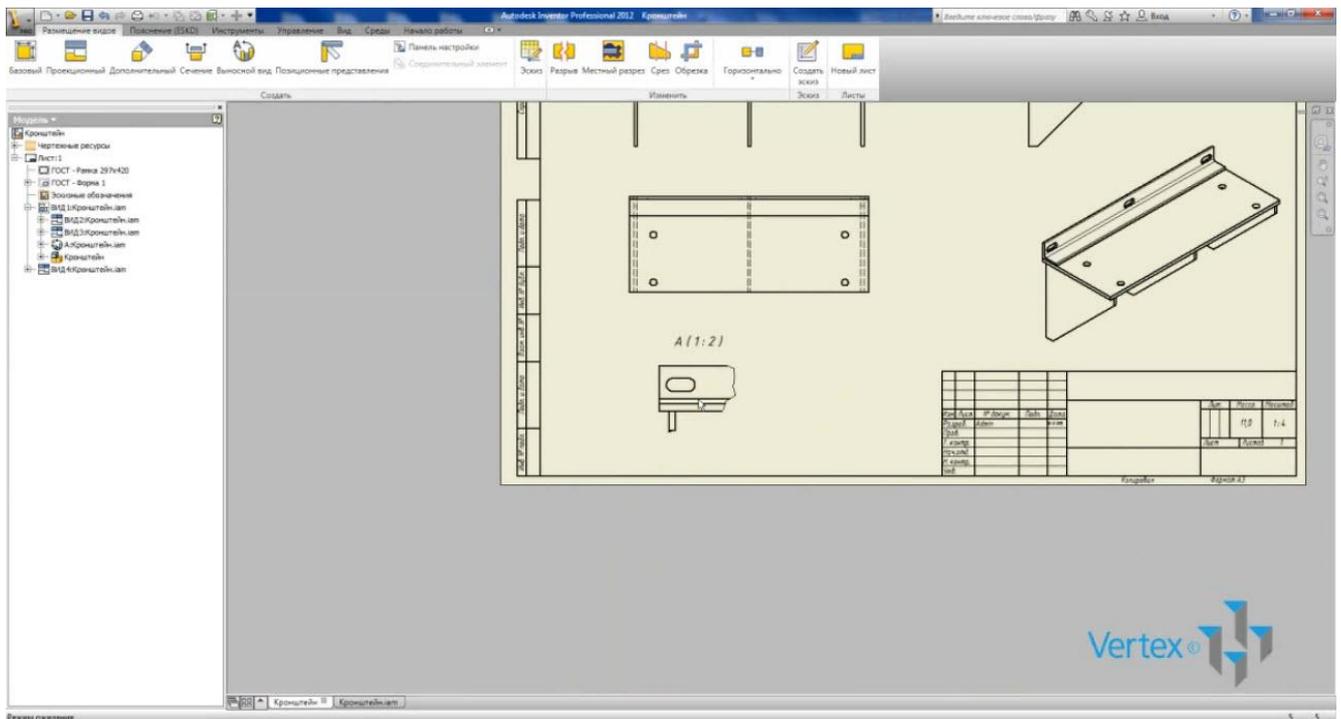


Выберем стиль с невидимыми линиями и нажмем Ок.

Для размещения выносного вида воспользуемся функцией «Выносной вид». Выбираем базовый вид и в появившемся окне можно выбрать масштаб для выноски, стиль, форму границы и форму выреза.

Выбираем стиль «с удалением невидимых линий». Выбираем на главном виде место для положения выноски, размер окружности, а затем место для размещения выносного вида.



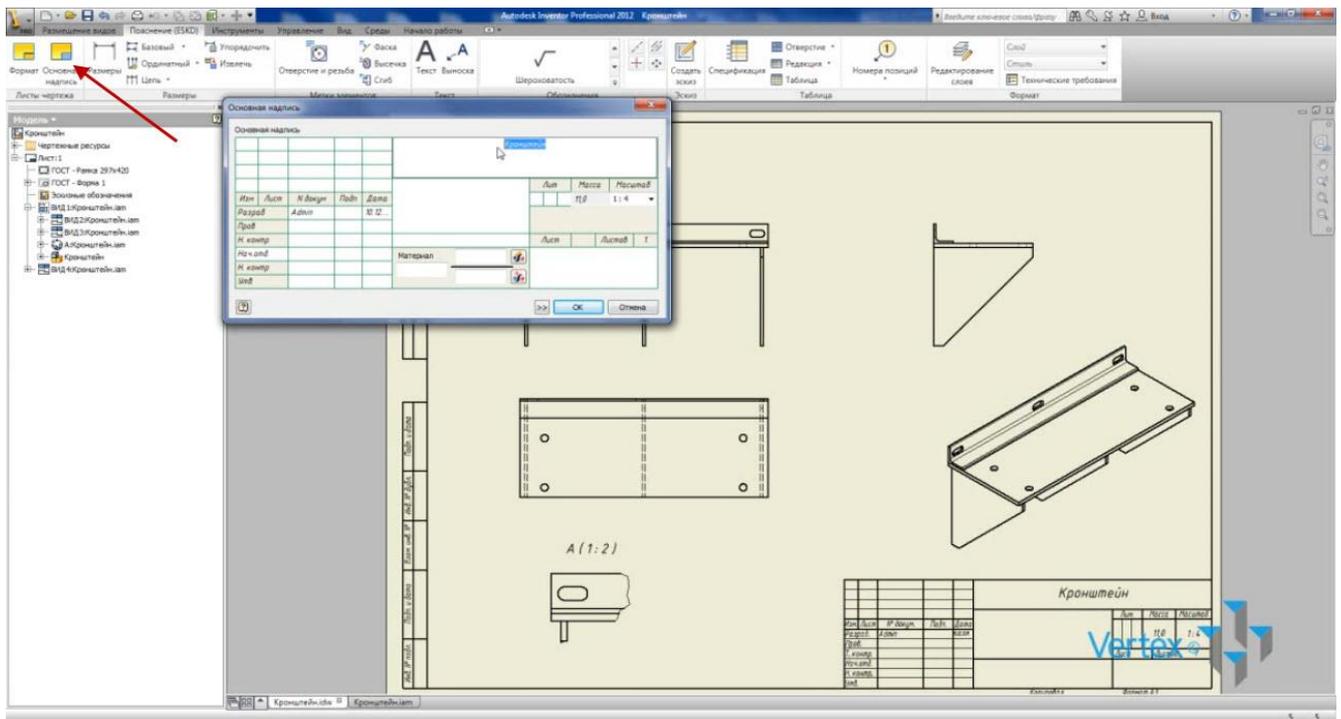


Для создания выносной линии для буквы вида нажмем правой кнопкой мыши по ней и поставим галочку «Выноска». Теперь можно переместить букву в любое место и появится выноска.

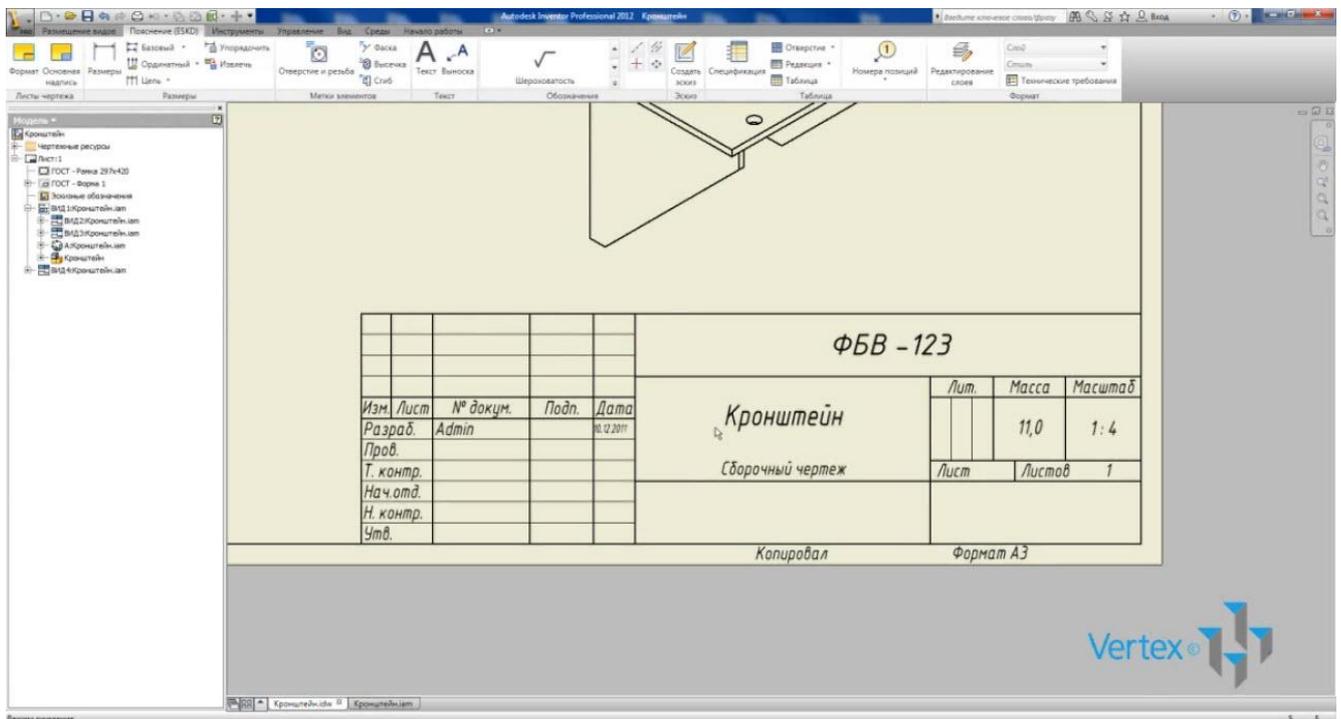
После вставки вида на чертеж его название автоматически изменилось на название сборки. В браузере отображаются все созданные виды.

Сохраним чертеж. Появляется окно для подтверждения сохранения чертежа и сборки, т.к. в сборку добавилась ссылка на чертеж.

На вкладке «Пояснения» выберем «Основная надпись». Здесь можно полностью заполнить штамп.



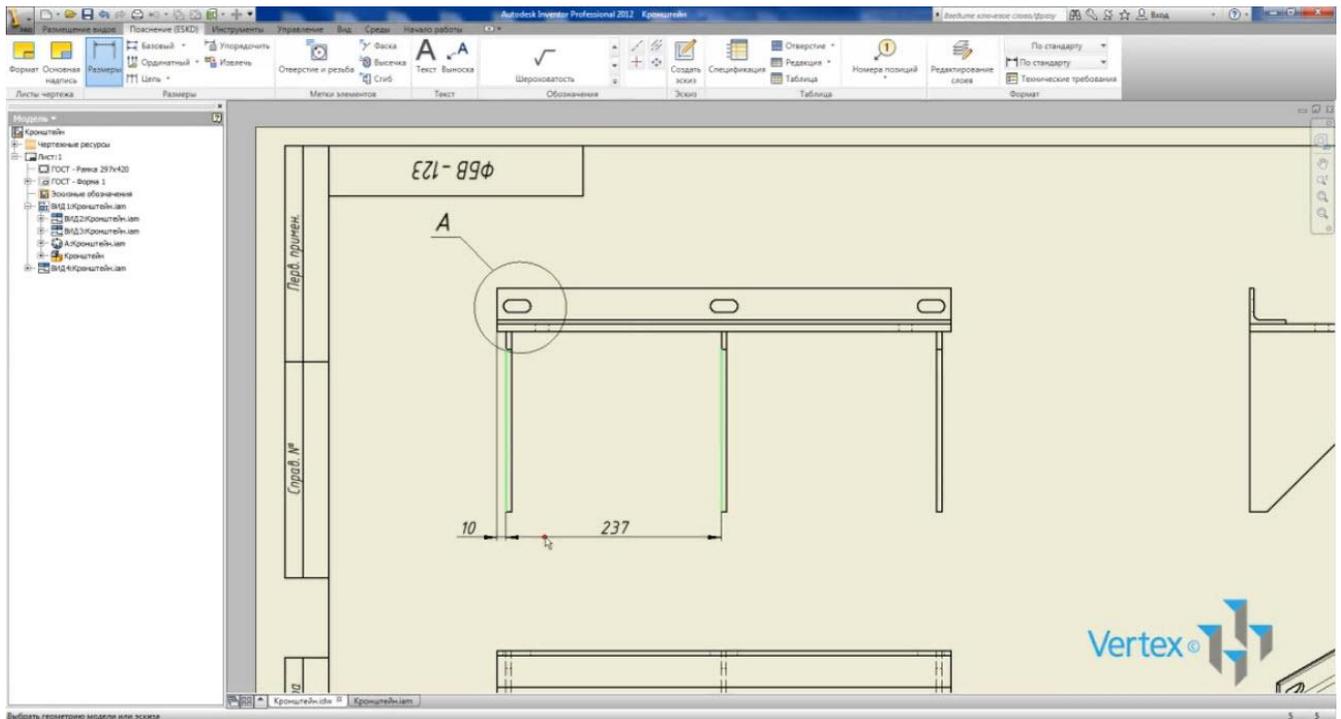
Если Вы делаете чертеж детали, то можно выбрать материалы из библиотеки либо добавить в нее свой. Масса сборки внесена автоматически, можно ее отредактировать вручную.



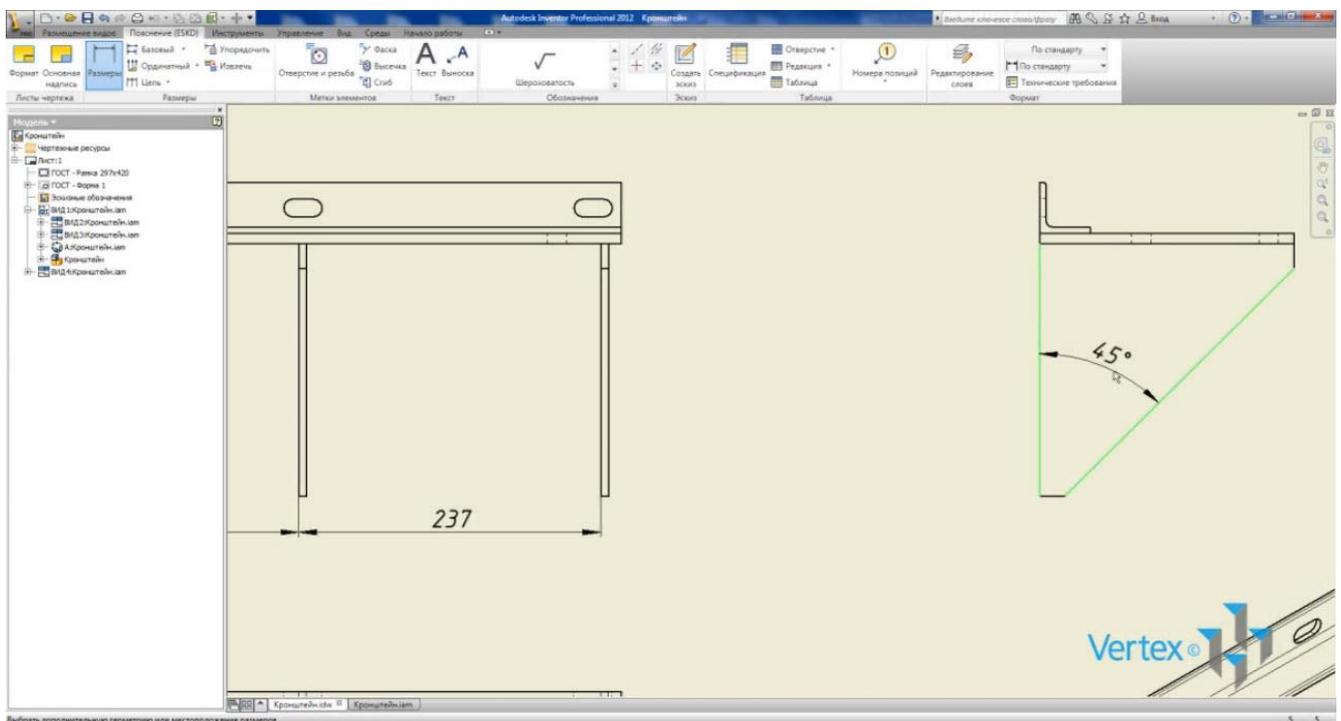
Размеры на чертеже проставляются таким же образом, как на эскизе.

Для проставления размеров нужно нажать на сам отрезок или на крайние его точки. Можно редактировать размер при внесении или снять галочку.

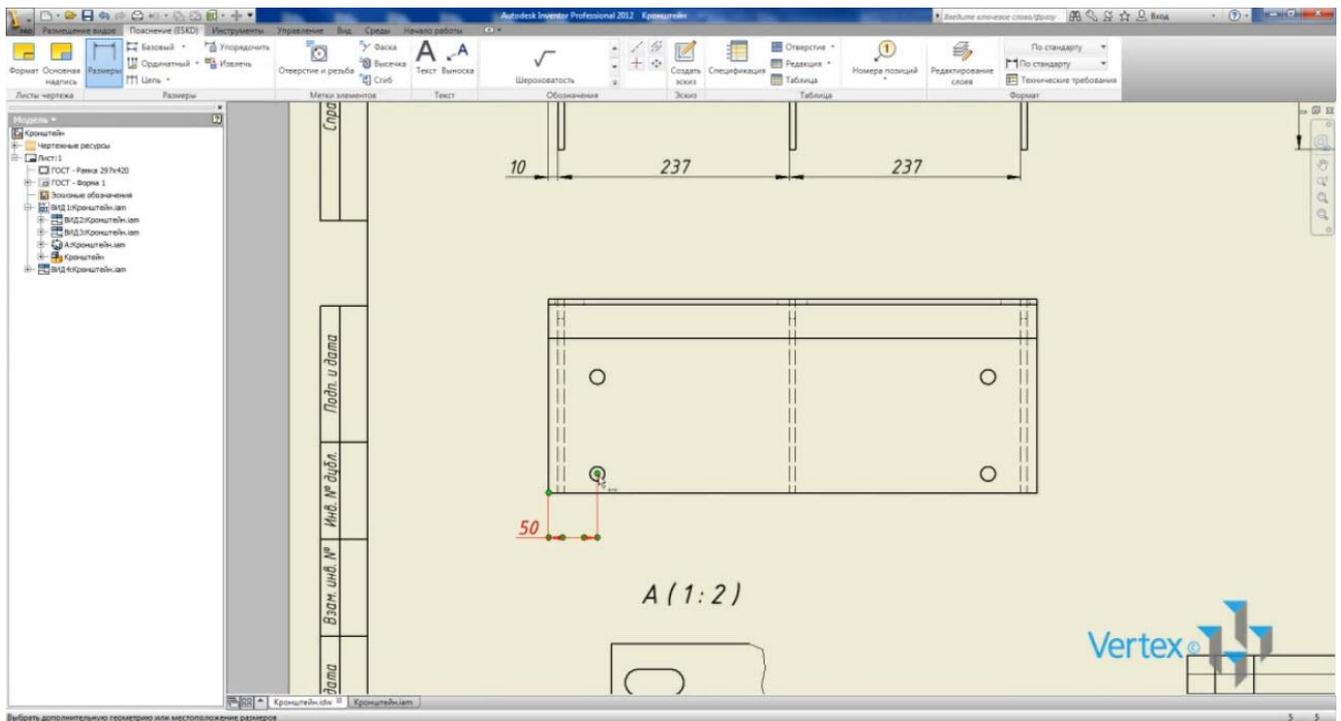
Проставлять размеры можно также между параллельными линиями.



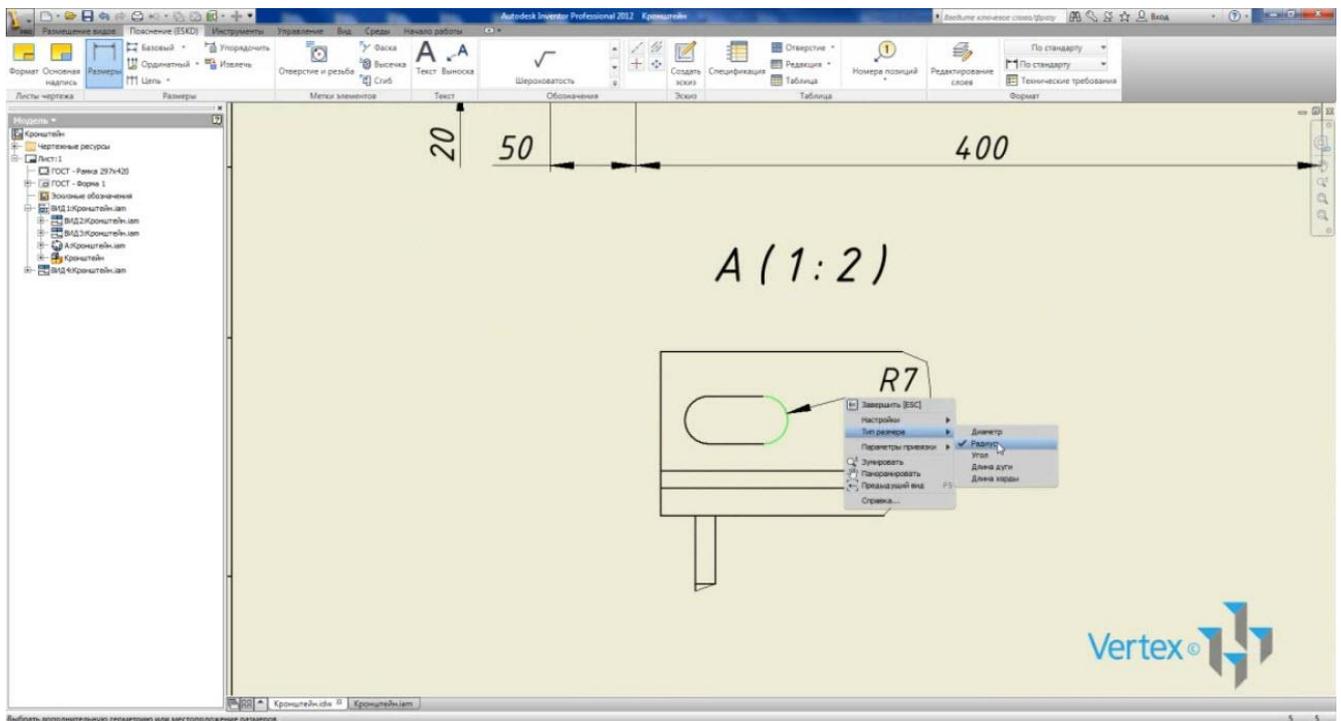
Для проставления угла следует последовательно нажать на требуемые линии.



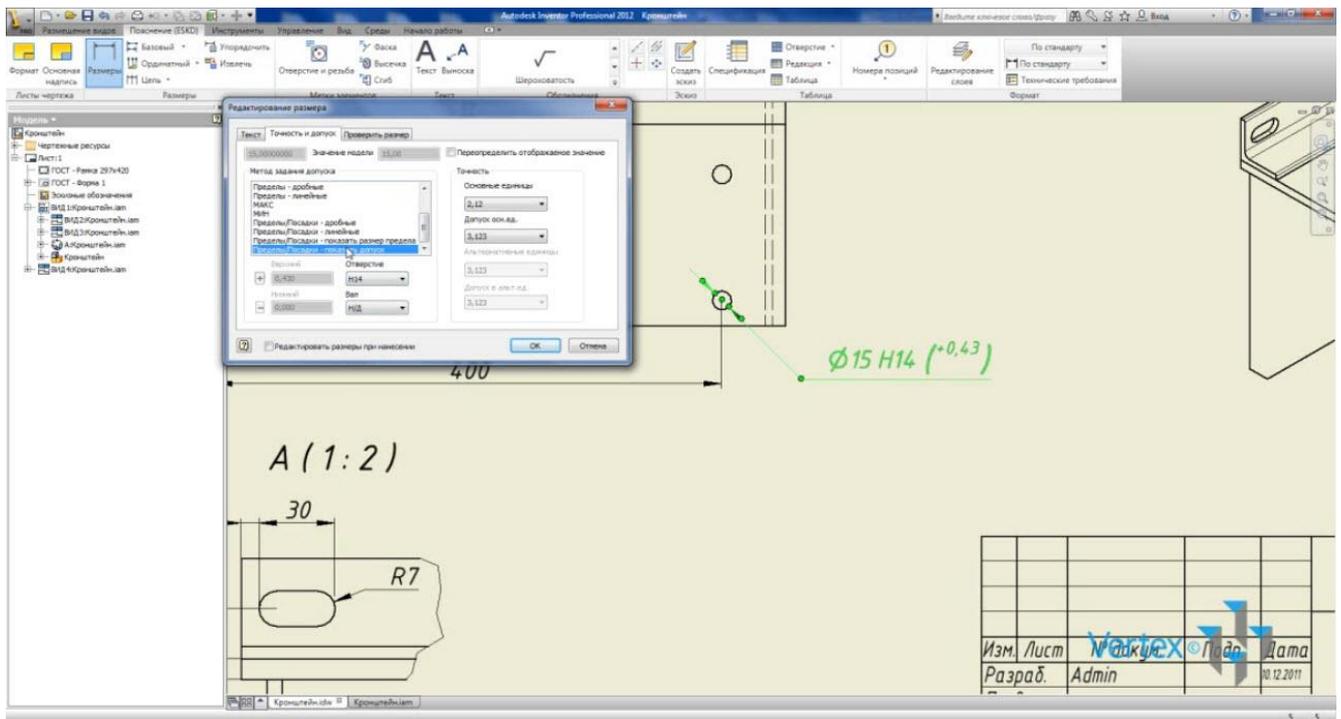
Чтобы поставить размер от отрезка до центра окружности, подводим курсор к центру окружности. Также проставляем размер между окружностями.



Чтобы поставить диаметр, указываем на соответствующую окружность. Также проставляется радиус. В контекстном меню можно выбрать тип размера диаметр или радиус.

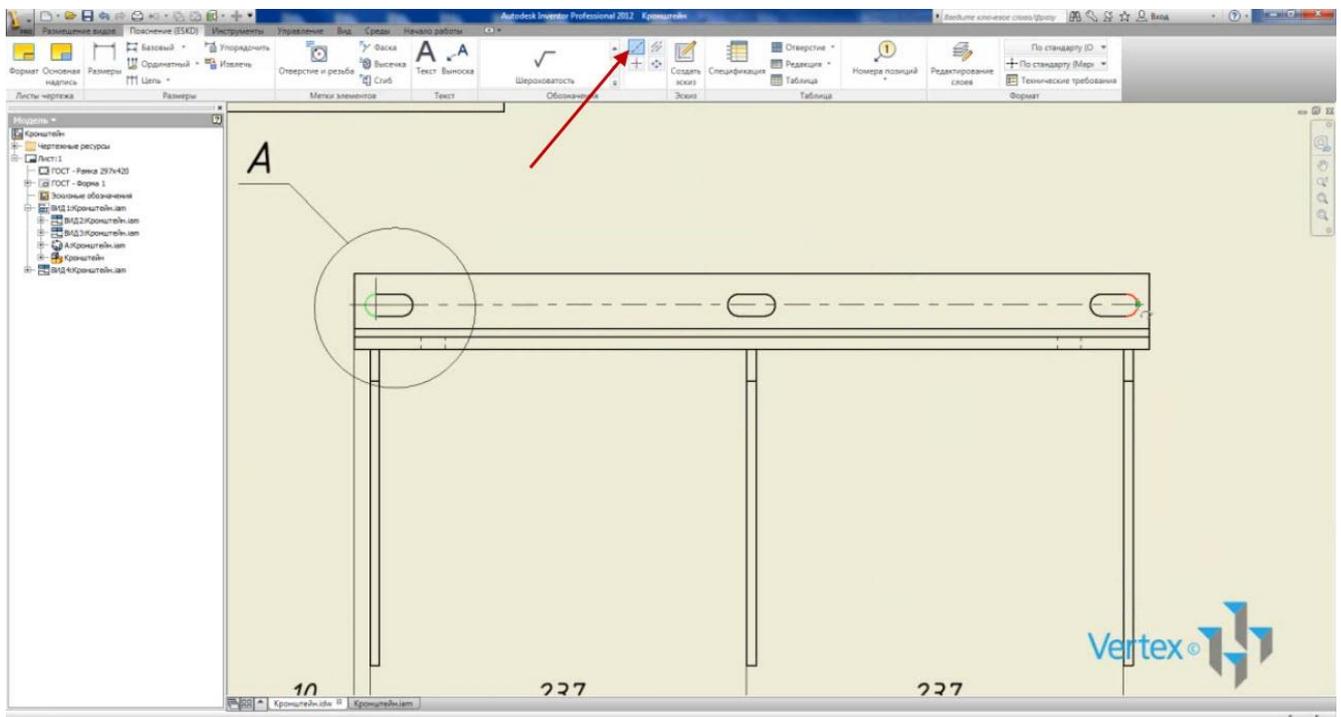


Можно указывать допуск до размера. Для этого нажмем на размер. На вкладке «Точность и допуск» выбираем необходимый метод задания допуска и требуемый допуск. Здесь же можно указать точность размера.

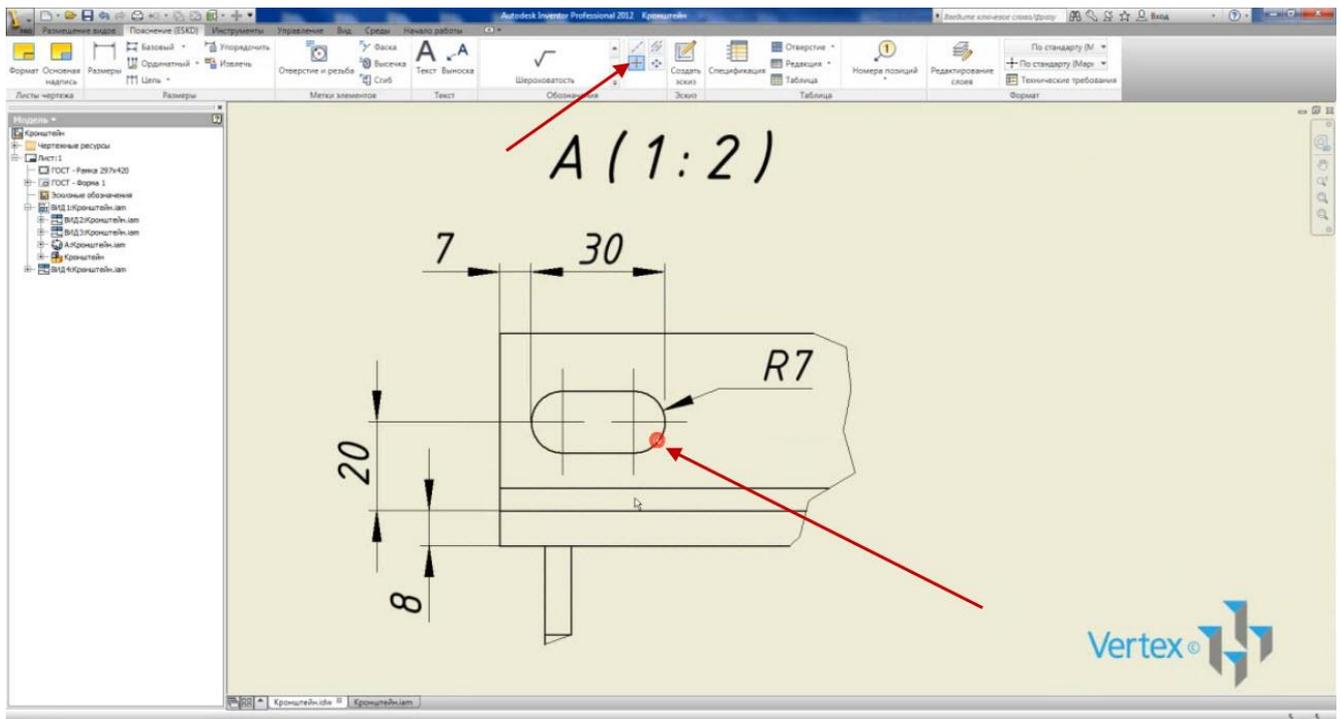


На панели «Обозначения» есть функция для проставления осевых линий и маркеров центров.

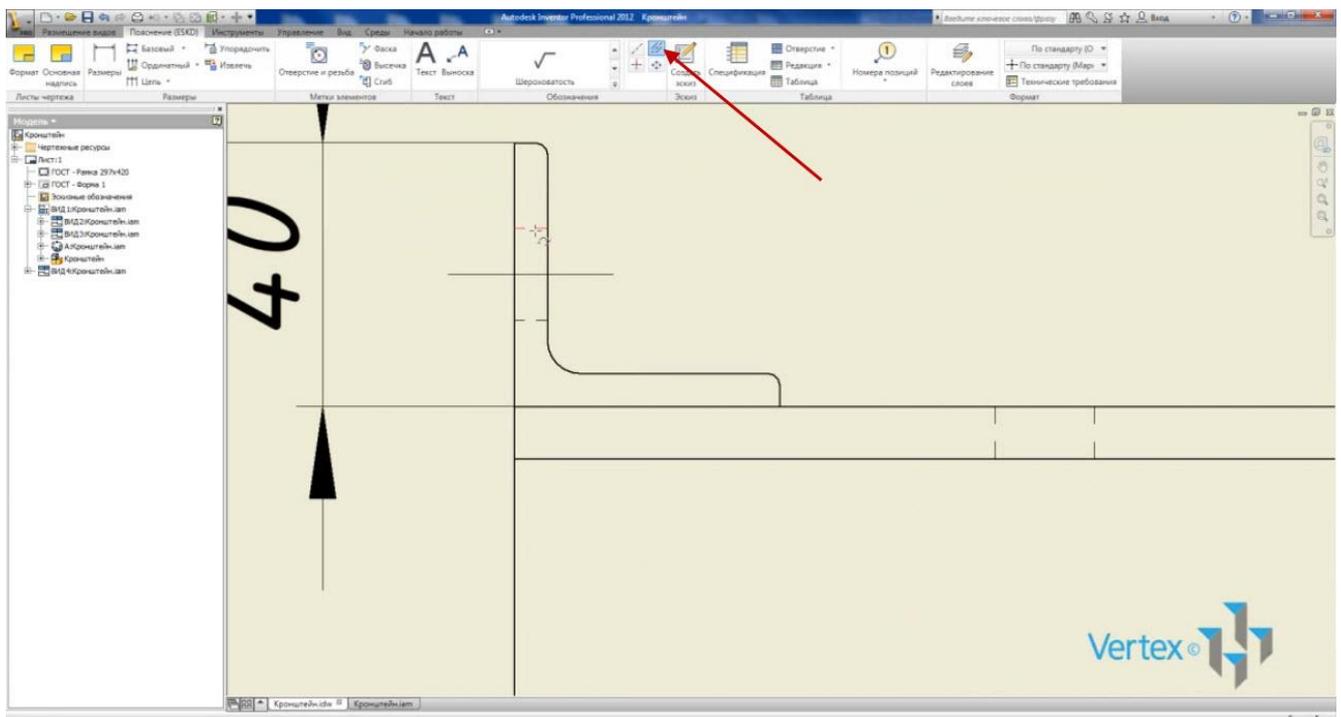
Осевую линию можно ставить по двум точкам или указав две окружности.



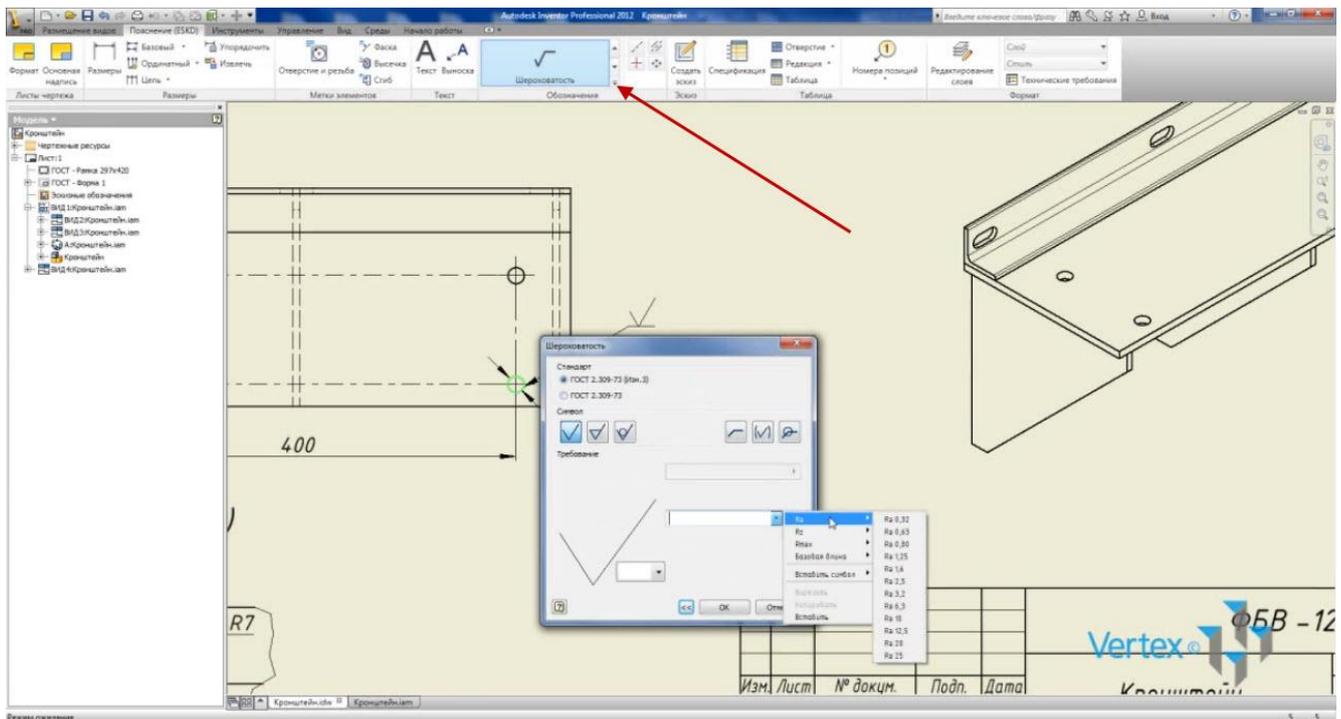
Маркеры центра создают отрезки с пересечением в центре окружности или дуги.



Также можно выбрать проставление осевой линии между двумя параллельными отрезками.

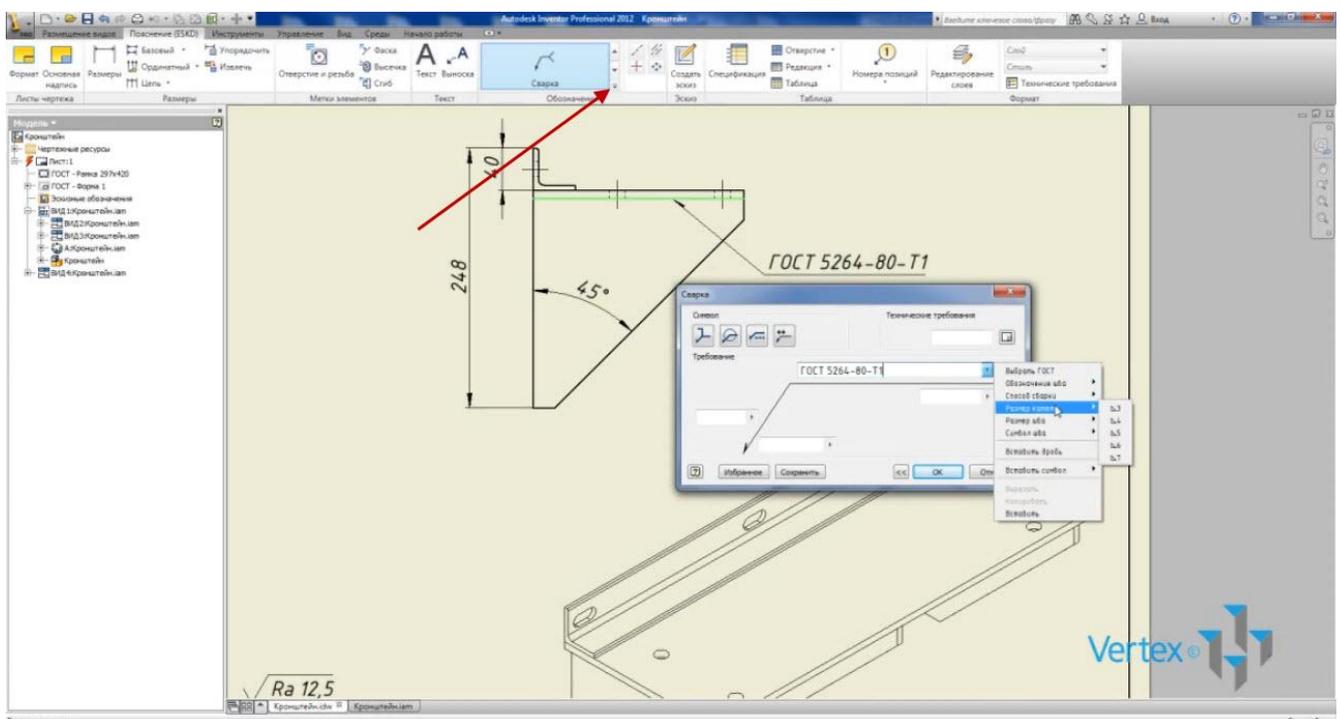


На панели «Обозначения» в раскрывающемся меню есть функция для проставления обозначений чертежа. Проставим шероховатость на отверстие и паз. Выбираем тип шероховатости.

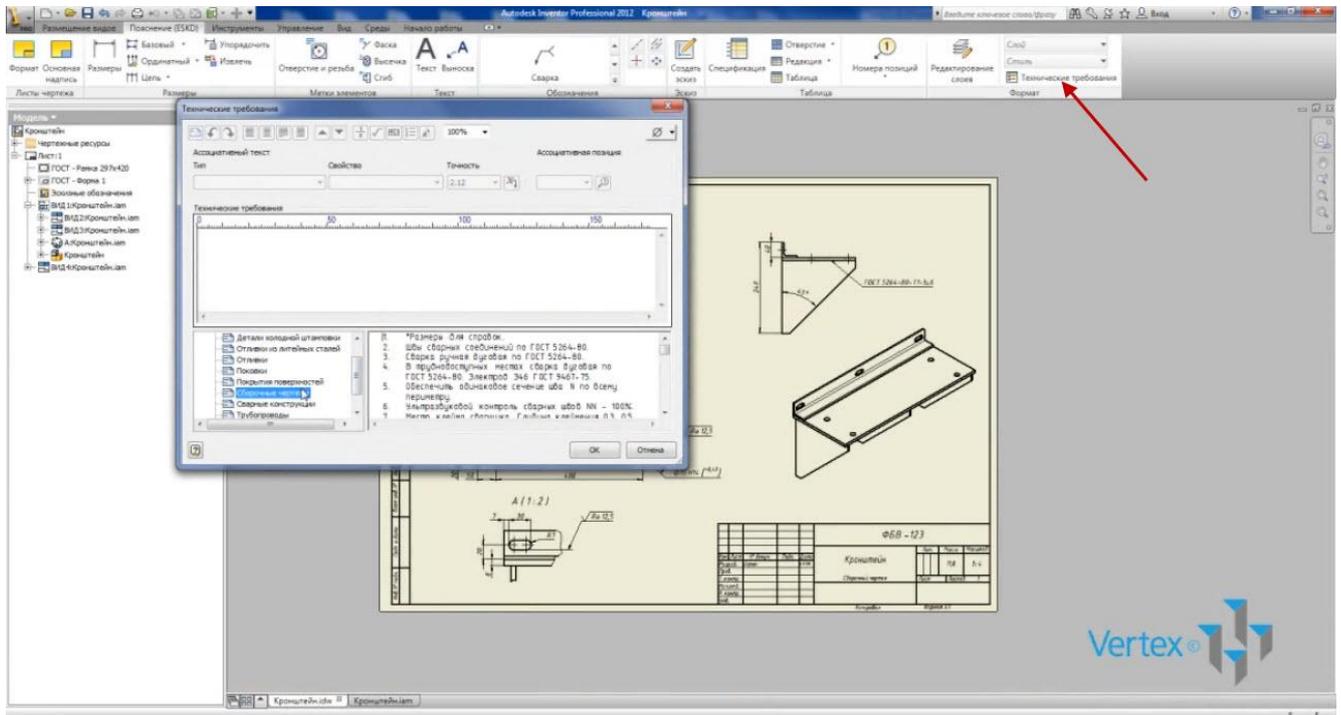


Автоматически создается выноска для шероховатости.

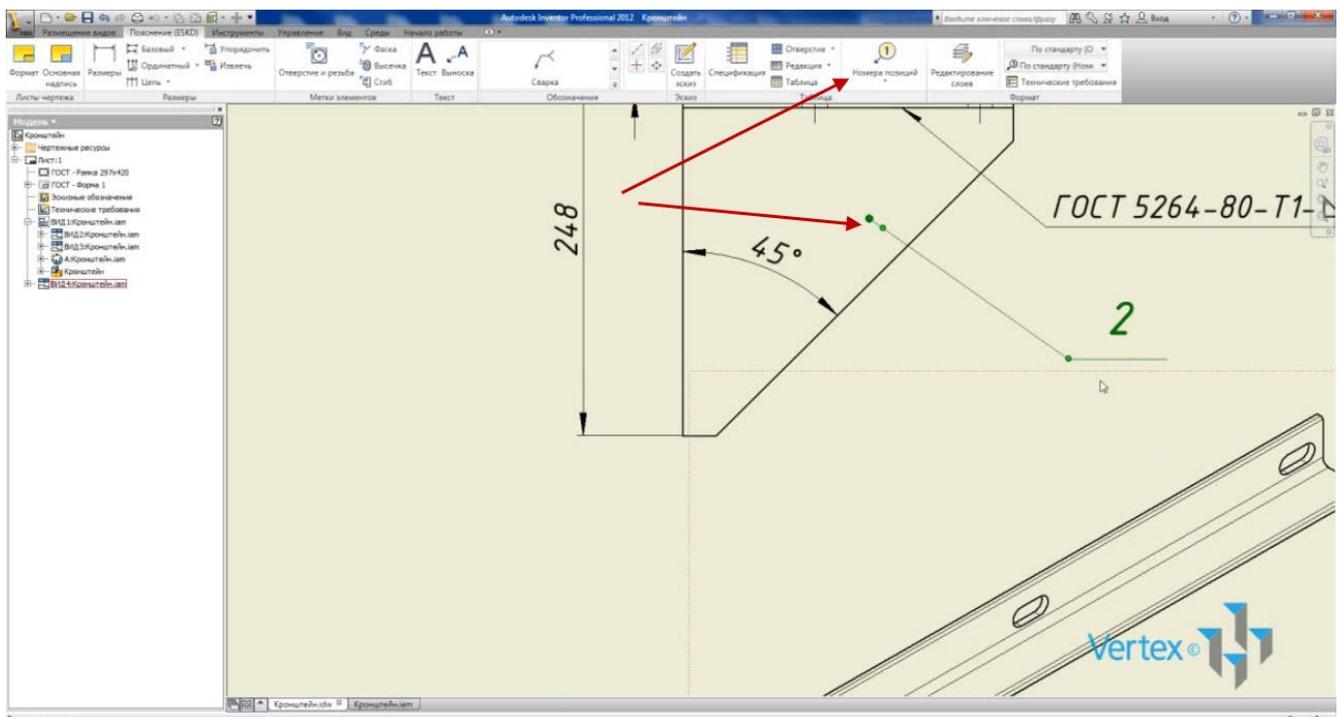
Укажем сварочные швы на сборке. Выбираем линию. В меню «Сварки» имеются существующие ГОСТы для обозначения швов соединений, а также типы сварных швов. Можно ввести свое обозначение. Далее выбираем катет шва. Нажимаем Ок.



На панели «Формат» нажмем «Технические требования». В открывшемся окне можно записать технические требования или выбирать пункты из стандартных разделов



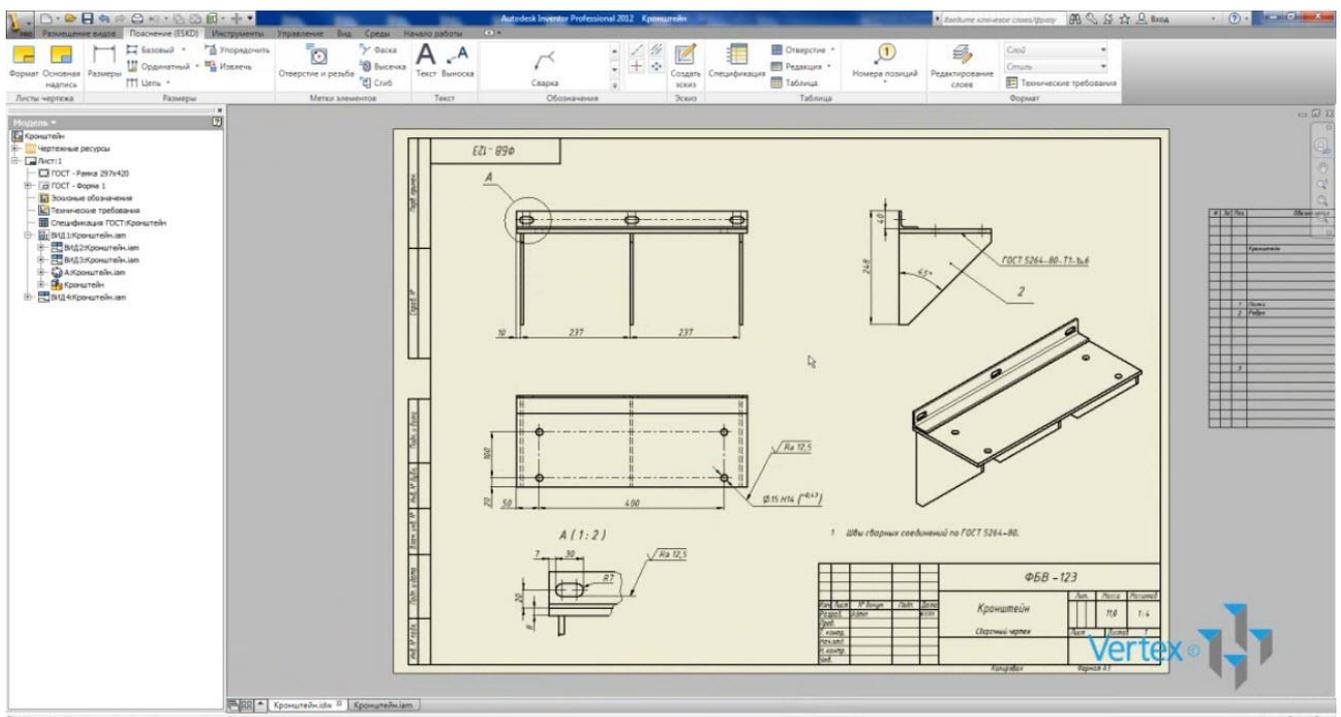
На панели «Таблица» нажмем «Номера позиций». Поставим позицию детали. Изначально позиции проставляются со стрелкой. Для появления точки тянем за стрелку в сторону.



На той же панели нажмем «Спецификация». Появляется спецификация с деталями, которые можно вставить в поле чертежа. В обозначении указывается имя детали. Поэтому, в дальнейшем желательно задавать детали вместо имени обозначение, а наименование записывать в свойства детали. Для оформления спецификаций по ЕСКД нажмем «Просмотр». Спецификация открывается в Excel. Далее ее можно сохранить и распечатать.

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Документация		
Кронштейн	Сборочный чертеж	1	
	Детали		
1	Полка	1	
2	Рябра	3	
	Стандартные изделия		
3	Шпак 4-500 ГОСТ 8509-93	500	
		,00	
		0	
		шт	

Также вставим спецификацию на поле чертежа. Сохраним чертеж.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ну, вот и подошло к концу наше с Вами обучение работе в программе Autodesk Inventor.

Если Вы узнали что-то новое, прочтя данную книгу, и у Вас появились новые идеи – отлично! Пора внедрять их на практике.

Еще лучше, если Вы не только сами попробуете перейти на Inventor, но и расскажете об этой программе и ее преимуществах другим людям.

Если Вам было мало, и Вы хотите пройти обучение работе в Inventor более легким путем, то Вам помогут наши видео уроки и видео курсы.

Рекомендую для закрепления информации и ее лучшего усвоения пройти наш видео курс «Проектирование в Autodesk Inventor» (<http://inventor.autocad-lessons.ru/videocours/>).

Буду очень рад, если мои советы помогут Вам в сфере проектирования.

Успехов!

*Дмитрий Зиновьев  
и Студия Vertex*

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ СЕКРЕТНЫЙ ПОДАРОК!

Уважаемый читатель! Если, прочтя данную книгу, Вы извлекли какую-то пользу и готовы написать об этом несколько строк, у нас есть для Вас специальный секретный подарок.

Я не сообщаю заранее, что именно, – сохраним интригу ☺. Но подарок будет действительно очень приятный и ценный.

### **Условия получения подарка просты:**

1. Оставьте отзыв о нашей книге. С Вашей фотографией и контактными данными (например, страничка в соц.сети).
2. Поставьте этот же отзыв со ссылкой на <http://inventor.autocad-lessons.ru> у себя «Вконтакте», «Фейсбуке», «ЖЖ» или «Твиттере».
3. Пришлите нам на e-mail [admin@autocad-lessons.ru](mailto:admin@autocad-lessons.ru) сам отзыв и ссылку на пост в Вашей соц.сети, где Вы разместили отзыв, указав в теме письма «»Отзыв о книге».
4. После этого Вы получите от нас подарок. Обещаем – он Вам понравится ☺.