

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И.Т. Трубилина»**

А.В. Огняник, Е.И. Трубилин

3D КОНСТРУИРОВАНИЕ

Практикум

Краснодар
КубГАУ
2019

Рецензент:

Е.И. Винецкий - доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией механизации и агротехнологии ФГБНУ ВНИИТТИ

3D конструирование: практикум / сост. А.В. Огняник, Е.И. Трубилин – Краснодар: КубГАУ, 2019.- 126 с.

В практикуме представлены упражнения и кейс-задания разработанные на основе лицензионного пакета программы АСКОН КОМПАС-3D. Рекомендуется для аудиторной и самостоятельной работы.

Предназначены для магистрантов направлений подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», очной и заочной форм обучения.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией факультета механизации, протокол № 6 от 26.11.2019.

Председатель методической комиссии, доцент

В.Ю. Фролов

©Огняник А.В., Трубилин Е.И., 2019
©ФГБОУ ВПО «Кубанский
государственный аграрный
университет имени И.Т. Трубилин», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРФЕЙСА КОМПАС-3D.....	4
1. Создание модели вкладыш	15
2. Создание модели лопасть	35
3. Создание модели держатель	51
4. Создание модели чертежей и спецификации по сборке	70
5. Создание модели корпус	92
6. Создание модели планка	101
7. Создание модели вал.....	114
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	123

ВВЕДЕНИЕ

Применение графических пакетов для автоматизации выполнения конструкторской документации в различных областях народного хозяйства — реалии сегодняшнего дня. Поэтому важно уже на этапе получения образования получить представление о возможностях современных графических пакетов и применять их в разных дисциплинах.

Изучив правила выполнения чертежей на уроках инженерной графики, выполнив достаточное количество чертежей вручную, можно воспользоваться инструментарием специализированных пакетов для выполнения чертежных работ.

Важно осваивать компьютерную графику именно на уроках инженерной графики, при содействии преподавателя этой дисциплины. Так как необходимо не только уметь проводить линии, окружности, дуги и т.д., но, зная законы формообразования и правила оформления чертежей, создавать трехмерные модели и чертежи по ним.

В системе КОМПАС-3D трехмерную модель можно построить с использованием различных технологий и методик. Их совместное использование позволяет решать самые разнообразные конструкторские задачи.

Построение трехмерной твердотельной модели заключается в последовательном выполнении операций объединения, вычитания и пересечения над простыми объемными элементами (призмы, цилиндры, пирамиды и т.д.), из которых и состоит большинство механических деталей. Многократно выполняя эти простые операции над различными объемными элементами, можно построить сложную модель.

Для создания объемных элементов и простых поверхностей используется перемещение плоских фигур в пространстве. Плоская фигура, в результате перемещения которой образуется объемное тело или поверхность, называется эскизом, а само перемещение — операцией.

Эскиз может располагаться на одной из стандартных плоскостей проекций, на плоской грани созданного ранее элемента (или поверхности) или на вспомогательной плоскости. Эскизы создаются средствами модуля плоского черчения и состоят из одного или нескольких контуров.

Система АСКОН КОМПАС-3D располагает разнообразными операциями для построения объемных элементов и поверхностей,

В данном пособии представлены примеры построения трехмерных моделей в современной отечественной программе АСКОН КОМПАС-3D.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРФЕЙСА КОМПАС-3D

Ознакомимся с элементами управления окна КОМПАС-3D на примере готовой модели Держатель.а3d, которая находится в папке C:\Program Files ...\Ascon\Kompas-3D\[версия]\Tutorials\Азбука КОМПАС-3D\5Держатель\Результат.

Открытие готового документа

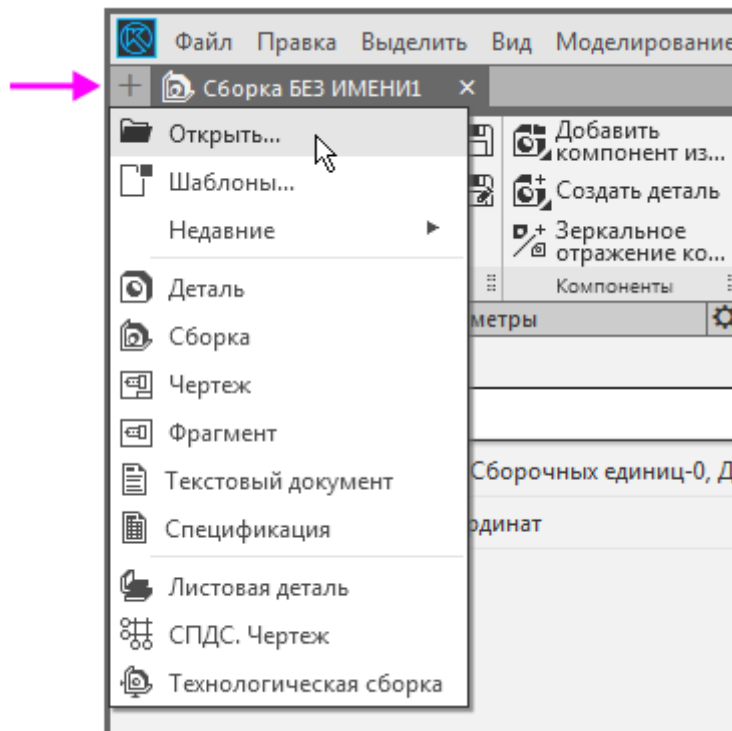
После запуска системы КОМПАС-3D откройте документ **Держатель.а3d** одним из способов.

1. Если вы находитесь на стартовой странице, откройте меню **Файл** и вызовите из него команду **Открыть**.

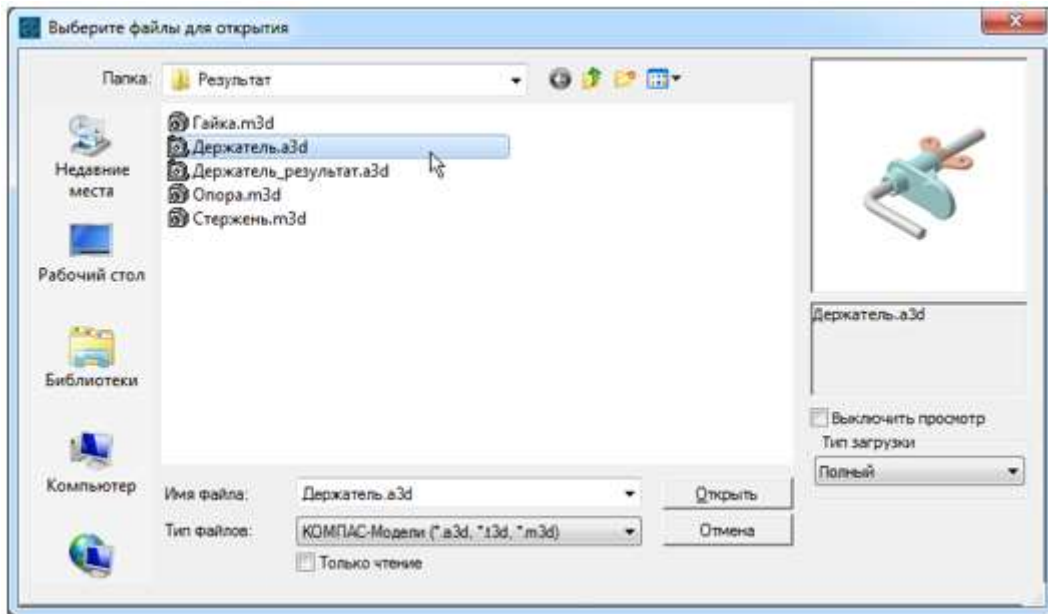
Если в системе уже открыт какой-либо документ, вы также можете нажать кнопку **Открыть...**



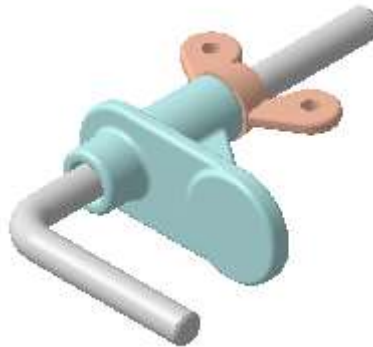
на панели **Системная**. Кроме того, для открытия документов можно нажать кнопку **+** и вызвать из меню команду **Открыть...** щелчком мыши.



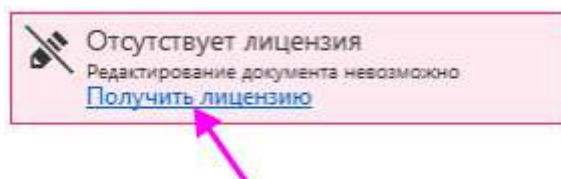
2. В папке \Tutorials\Азбука КОМПАС-3D\5Держатель\Результат укажите модель **Держатель.а3d** и нажмите кнопку **Открыть** диалога.



На экране появится изображение Держателя.



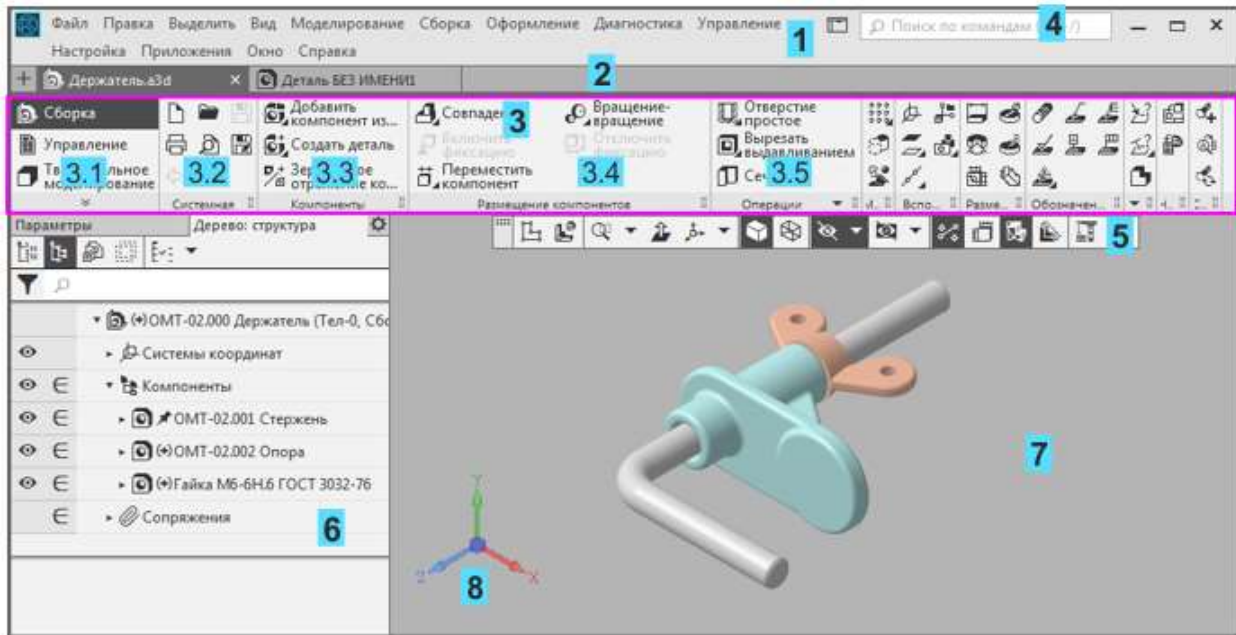
3. Если вы используете сетевой ключ аппаратной защиты, перед началом работы получите лицензию на работу с КОМПАС-3D. Для этого в графической области щелкните мышью по ссылке **Получить лицензию на КОМПАС-3D** или вызовите команду **Настройка — Получить лицензию на КОМПАС-3D**.



Сообщение исчезнет, а лицензия будет получена.

4. Просмотрите внешний вид Главного окна и ознакомьтесь с кратким описанием элементов управления.

Главное окно системы



1 - Главное меню

2 - Строка закладок документов

3 - Инструментальная область (на рисунке обведена рамкой):

3.1 - Список наборов инструментальных панелей

3.2 - Системная панель

3.3–3.5 - Инструментальные панели **Компоненты**, **Размещение компонентов**, **Операции** и другие

4 - Строка поиска команд

5 - Панель быстрого доступа

6 - Панель управления (активна панель Дерева построения)

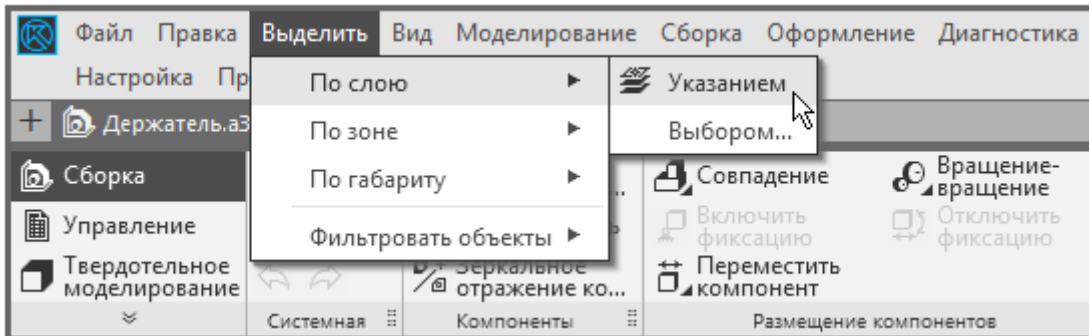
7 - Графическая область документа

8 - Элемент управления ориентацией

Главное меню и вызов команд

Главное меню содержит все основные меню системы. В каждом из них хранятся команды, сгруппированные по темам. Команда, доступная для выбора, может быть вызвана как из меню, так и в инструментальной области щелчком мыши по названию или пиктограмме.

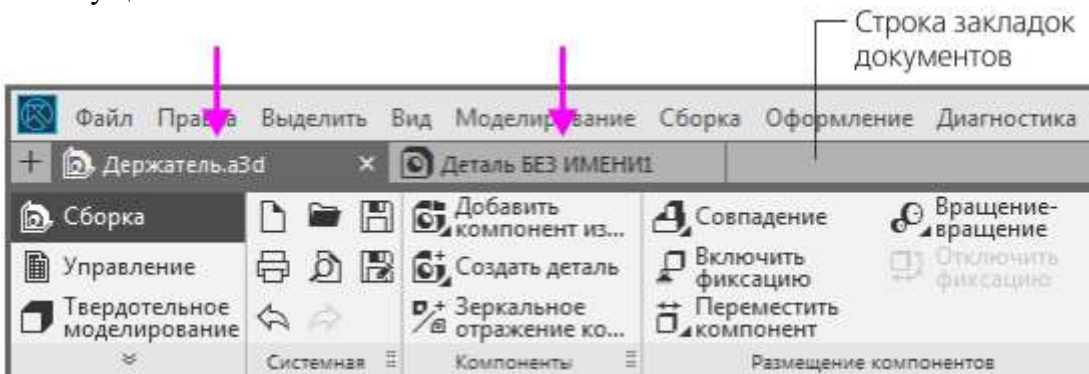
*Фраза в тексте «Вызовите команду **Выделить** — По слою — Указанием» означает последовательность действий: откройте меню **Выделить**, подведите курсор к строке **По слою** и вызовите команду **Указанием**.*



Доступность или недоступность команды определяется целесообразностью ее применения. Например, команды, предусмотренные исключительно для чертежа, будут недоступны в текущем документе-модели.

Закладки документов

Если открыто несколько документов, щелчок мышью по закладке делает тот или иной документ текущим.



Для последовательного переключения между окнами документов можно использовать комбинацию клавиш <Ctrl>+<Tab>.

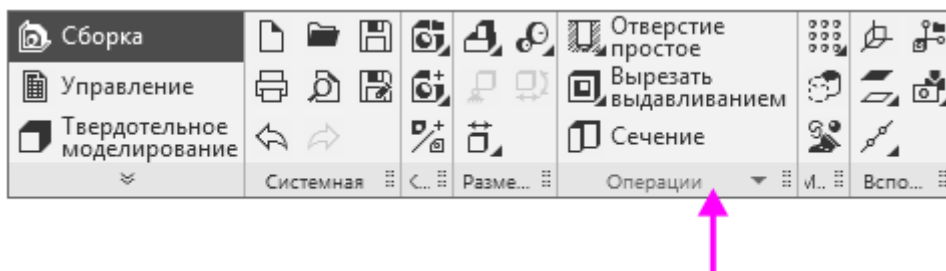
Двойной щелчок мышью в свободном месте строки закладок вызывает диалог создания документа.

Инструментальная область

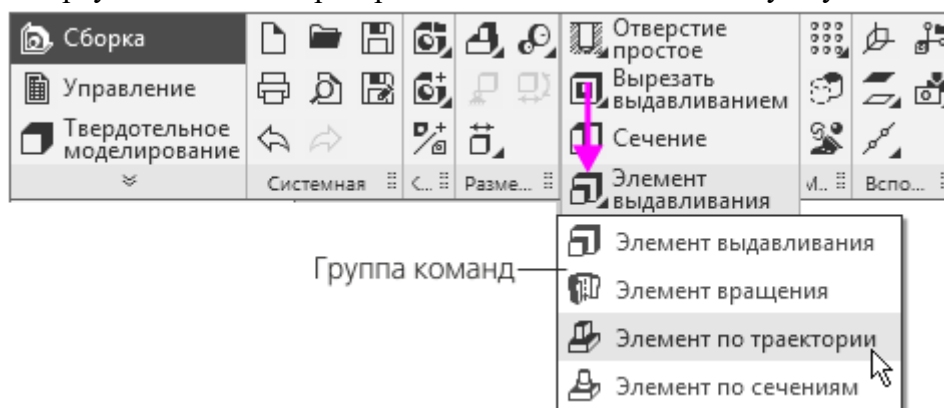
В инструментальной области видимы команды, пиктограммы которых расположены на трех строках. Команды распределены по панелям в соответствии с их назначением: **Системная, Компоненты, Операции, Вспомогательные объекты и другие**. Для компактности некоторые команды объединены в группы, и на панели представлена только одна команда группы. Рядом с пиктограммой команды группы изображен треугольник.


Чтобы вызвать команду, нужно щелкнуть мышью по ее пиктограмме или названию.



1. Если команда или группа команд невидима, разверните панель. Для этого щелкните мышью по полю названия панели.

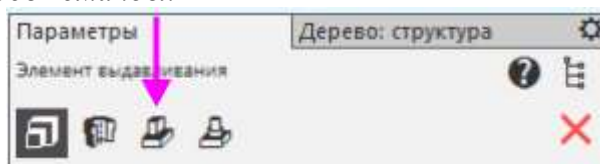


2. Если команда находится в группе, раскройте группу. Для этого щелкните мышью по пиктограмме с треугольником. Из раскрывшегося меню вызовите нужную команду.



В тексте для вызова таких команд будет использоваться следующая фраза: «Нажмите кнопку **Элемент по траектории**  на панели **Операции** (группа **Элемент выдавливания**)».

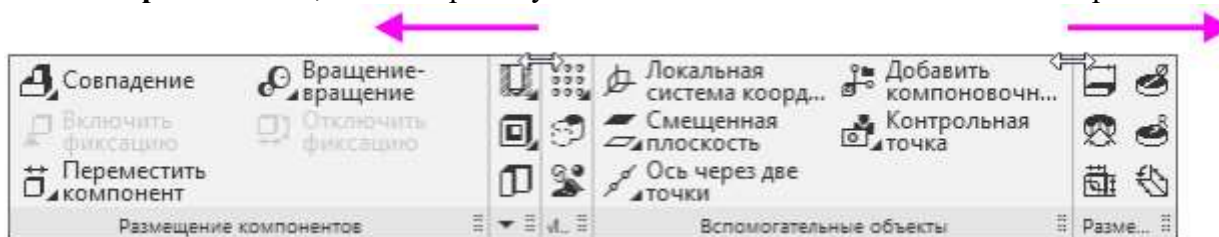
Вы можете вызывать команду из группы другим способом. Нажмите кнопку **Элемент выдавливания**  на панели **Операции**, а затем нажмите кнопку **Элемент по траектории**  на **Панели параметров команды**.



Чтобы рядом с пиктограммами отображались названия команд, нужно раздвинуть ту или иную панель, «перетаскивая» ее правую границу мышью. Отображение названий для нескольких панелей одновременно возможно только при условии, что в раздвинутом состоянии они полностью помещаются в Главном окне.

Если раздвинуть еще одну панель невозможно, то в этом случае необходимо предварительно свернуть одну из раздвинутых панелей.

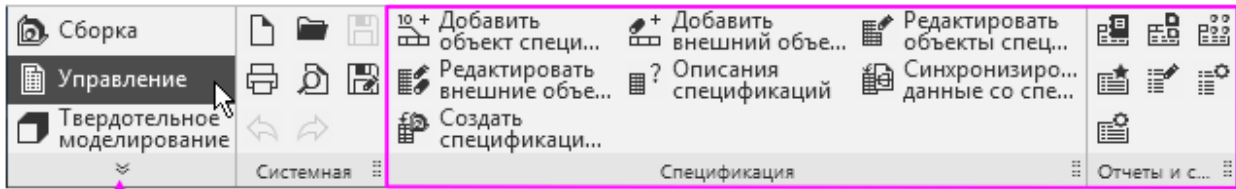
Например, по умолчанию раздвинуты панели **Размещение компонентов**, **Операции** и другие. Чтобы раздвинуть панели **Вспомогательные объекты**, нужно «перетащить» границу панели **Операции** влево, а затем границу панели **Вспомогательные объекты** вправо




Список наборов инструментальных панелей

Список наборов инструментальных панелей включает в себя панели **Сборка** (для сборок), **Твердотельное моделирование**, **Каркас и поверхности**, **Листовое моделирование**, **Управление**, **Элементы эскиза** и другие.

Переключение на другой набор выполняется щелчком мыши по его строке. Например, щелчок по строке **Листовое моделирование** переключает на набор панелей команд создания листового тела, а щелчок по строке **Управление** — на набор панелей команд создания спецификаций и отчетов.



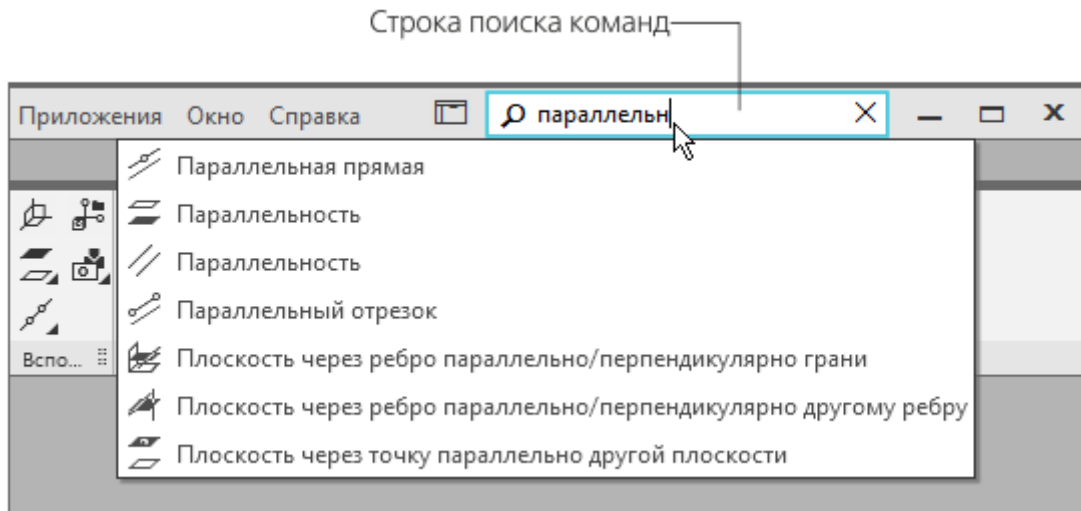
Набор панелей включает в себя как типовые панели команд для данного вида работы, так и общие, находящиеся в нем для удобства использования. Например, общие панели **Вспомогательные объекты** и **Эскиз** входят в наборы **Твердотельное моделирование**, **Листовое моделирование** и другие.

Для каждого типа документа в инструментальной области отображаются три панели по умолчанию. Кнопка  открывает список панелей, из которого щелчком мыши могут быть выбраны другие наборы.

Также в этом списке доступны панели приложений, подключенных по умолчанию. Приложение представляет собой дополнительный функционал, в котором собраны команды определенной тематики.

Поиск команд

Чтобы вызвать команду по слову или части слова, находящимся в ее названии, следует ввести их с клавиатуры в Строку поиска, а затем в появившемся списке щелкнуть мышью по названию команды.

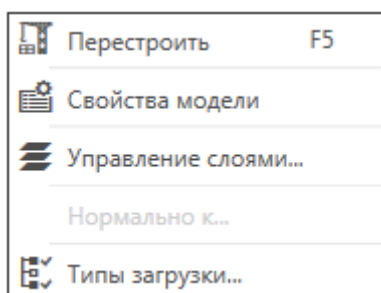


Сделать активной Строку поиска можно при помощи клавиатурной команды **<Alt>+</>**.

Контекстное меню

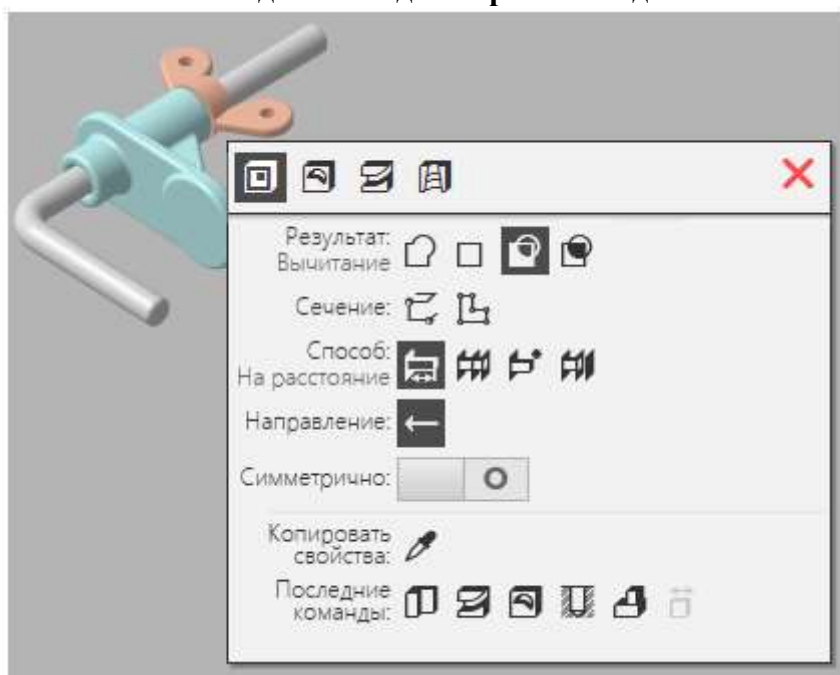
Контекстное меню вызывается щелчком правой кнопки мыши в графической области. В меню собраны команды, часто используемые в данный момент работы.

Например, если меню вызвано вне процесса работы какой-либо команды, то оно представляет собой список общих команд.



Если меню вызвано в процессе работы команды, то оно включает в себя различные элементы управления построением объекта (кнопки, переключатели, списки и др.), а также кнопки вызова последних использованных команд.

На рисунке меню показано для команды **Вырезать выдавливанием**

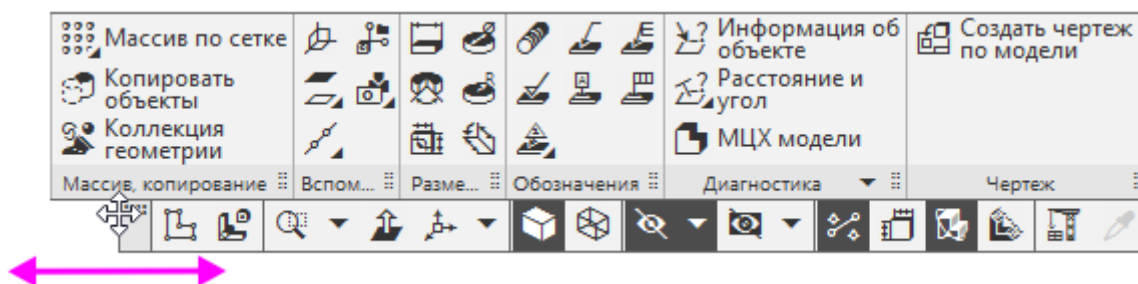


Панель быстрого доступа

Панель быстрого доступа содержит кнопки вызова команд выбора режима, управления изображением активного документа и другие. Ее состав зависит от выполняемого действия.

По умолчанию Панель быстрого доступа находится под инструментальной областью.


Панель можно «перетащить» мышью влево-вправо вдоль границы инструментальной области.

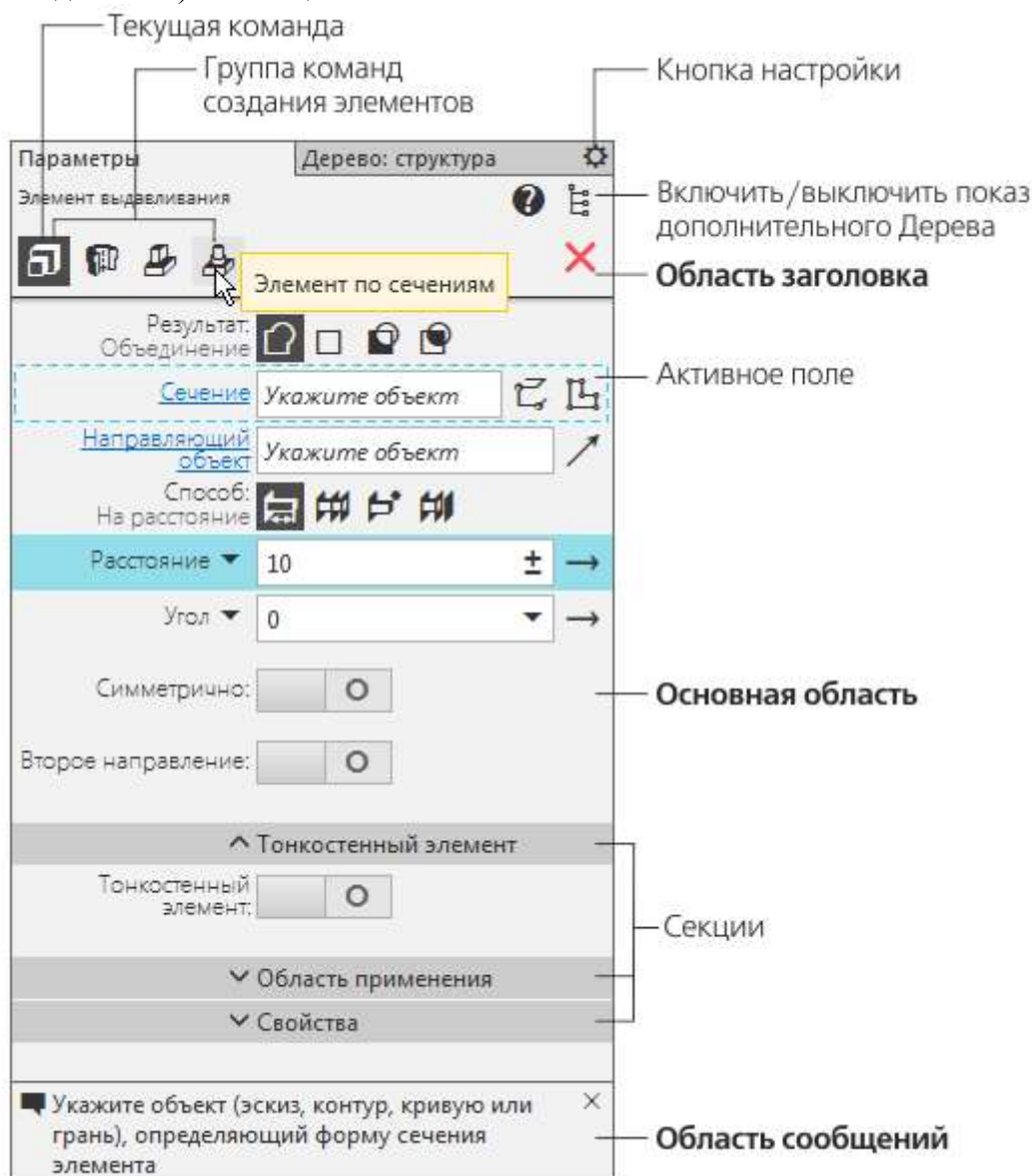


Панель управления и Панель параметров

Панель управления предназначена для изменения параметров документа. Она включает в себя несколько панелей — по умолчанию Панель параметров и Панель дерева.

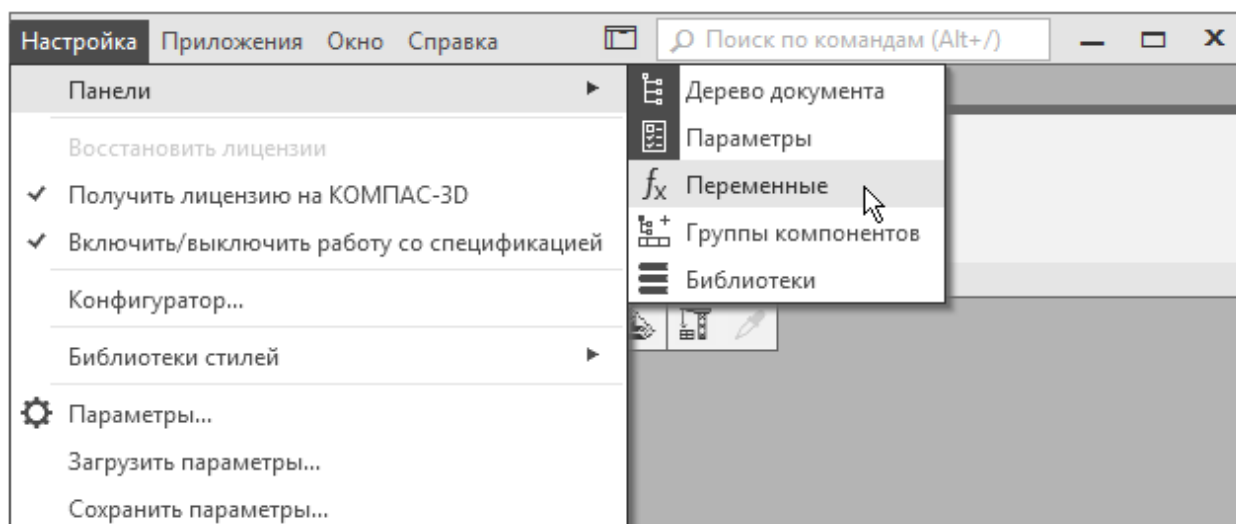
Панель параметров включает в себя три области.

- Область заголовка содержит название команды, кнопки вызова команд группы и кнопку настройки .
- Основная область содержит элементы управления для задания параметров и свойств объекта.
- Область сообщений содержит подсказки (в процессе работы команды — описание ожидаемого действия) и сообщения системы.

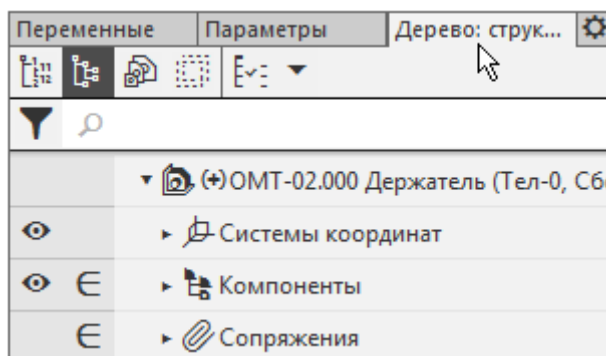


Если вызвана команда, то в Основной области будут находиться элементы управления ее процессом. Если выделен один или несколько объектов вне работы команды, то в Основной области появится список их свойств, которые можно изменить. Если не выделен ни один объект и не запущена ни одна команда, то Основная область пуста.

Вы можете добавить или удалить панели, выбрав или отказавшись от них в меню **Настройка** — **Панели**. Например, чтобы добавить Панель переменных, выберите вариант **Переменные**.

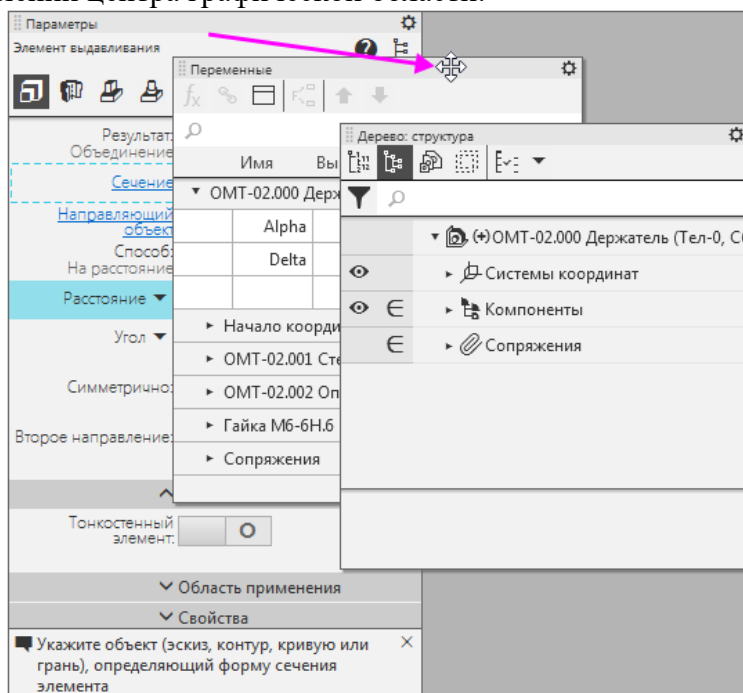


Чтобы активизировать панель, например, Панель дерева, нужно щелкнуть мышью по ее заголовку.

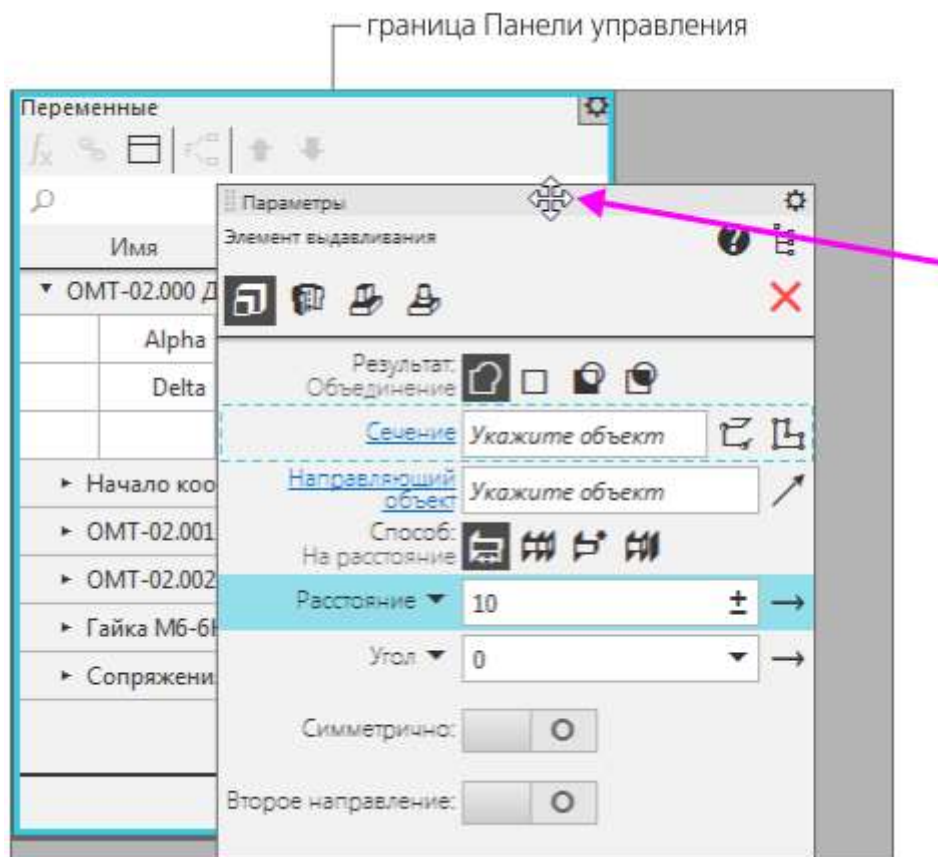


«Плавающие» и зафиксированные панели

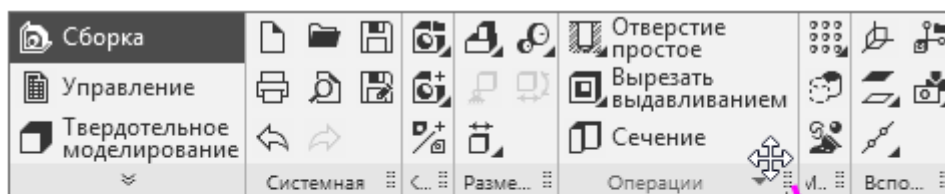
Чтобы перевести панель в «плавающее» состояние, «перетащите» ее мышью за заголовок в направлении центра графической области.



Чтобы зафиксировать панель слева или справа в графической области, нужно «перетащить» панель за заголовок к нужной границе, а после того как граница подсветится, отпустить кнопку мыши.

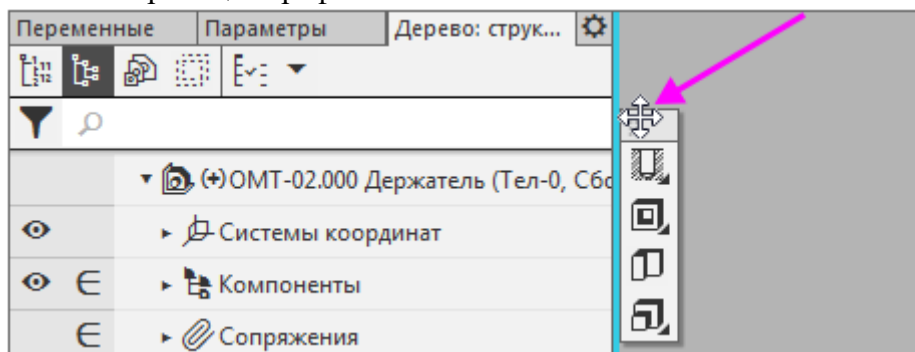


Аналогичные действия вы можете выполнять с панелями инструментальной области. Разница состоит лишь в том, что панели следует «перетаскивать» не за заголовок, а за маркер перемещения.




Маркер перемещения

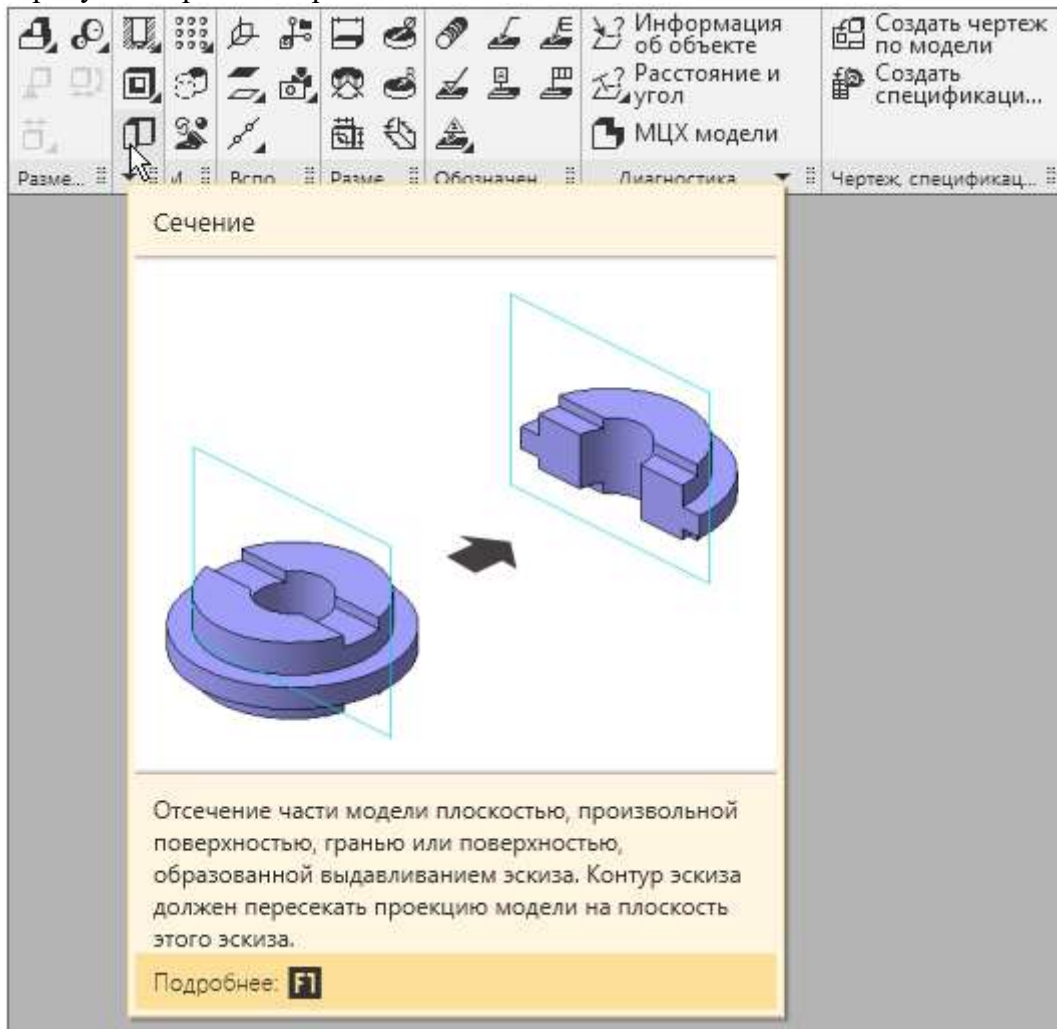
Инструментальные панели можно фиксировать как в инструментальной области, так и рядом с вертикальной границей графической области.




Короткая справка

Короткая справка о работе команды появляется на экране, если подвести курсор к ее пиктограмме в инструментальной области или на Панели параметров и задержать его.

На рисунке короткая справка показана для команды **Сечение** 



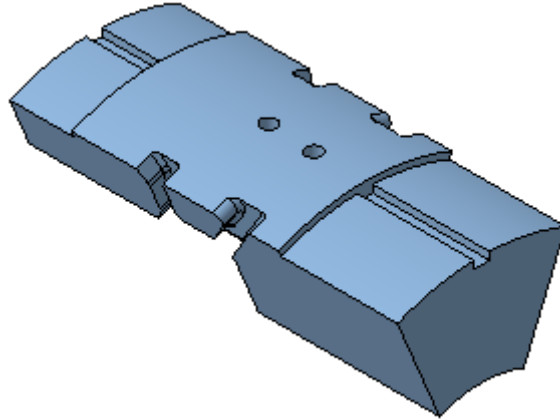
Более подробное описание команды можно получить, наведя курсор на кнопку **Сечение**  и нажав клавишу <F1>.

1. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ВКЛАДЫШ

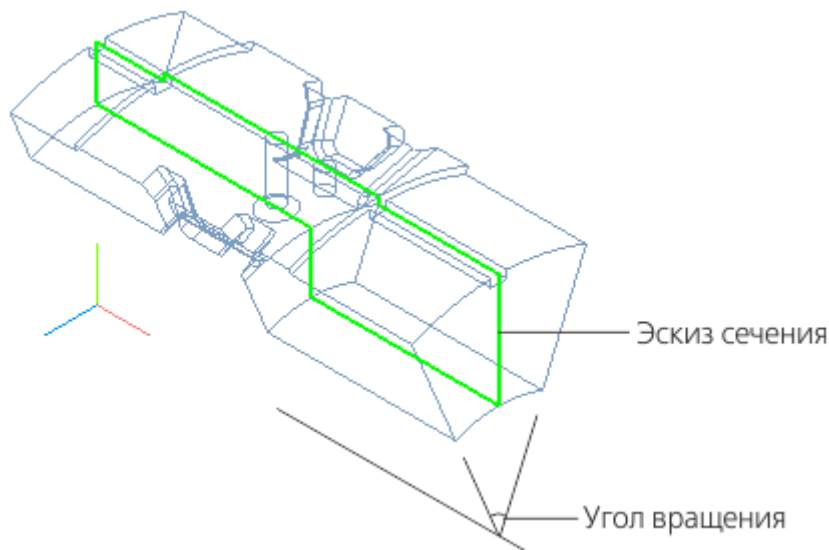
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

В этом задании на примере детали **Вкладыш** показано применение операций вращения и вырезания вращением.



Деталь **Вкладыш** будет создана как тело вращения.




Деталь, которую требуется построить, представляет собой тело, которое будет создано вращением эскиза относительно оси и последующим вырезанием из него другого тела вращения.



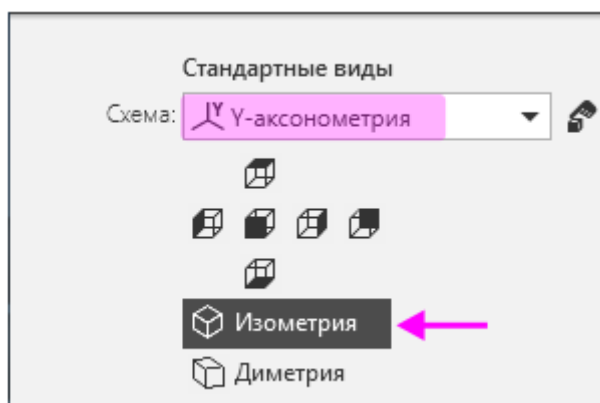
Задание 1. Создание пользовательской ориентации


1. Создайте  новую деталь и сохраните  ее под именем **Вкладыш_ФамилияСтудента**

Установим ориентацию **Y-аксонометрия**, которая будет задаваться автоматически при выборе ориентации Изометрия.

2. Нажмите кнопку **Ориентация...**  на Панели быстрого доступа. Выберите из списка вариант **Настройка**.

3. В группе **Схема** на Панели параметров выберите из списка вариант **Y-аксонометрия**. Затем нажмите кнопку **Изометрия**.



4. После того как появится сообщение системы об изменении ориентации, завершите работу команды кнопкой **Завершить** .

Также вы можете сохранить ориентацию, заданную произвольно. Это будет показано в процессе создания детали после построения проточки.

Задание 2. Построение контура в эскизе

1. Создайте эскиз  на плоскости XY.

2. Нажмите кнопку **Параметрический режим**  на Панели быстрого доступа или убедитесь, что она нажата.

Контур будет располагаться справа от точки начала координат эскиза. Для того чтобы на экране было достаточно места для черчения, можно сдвинуть изображение влево, выполнив следующие действия.

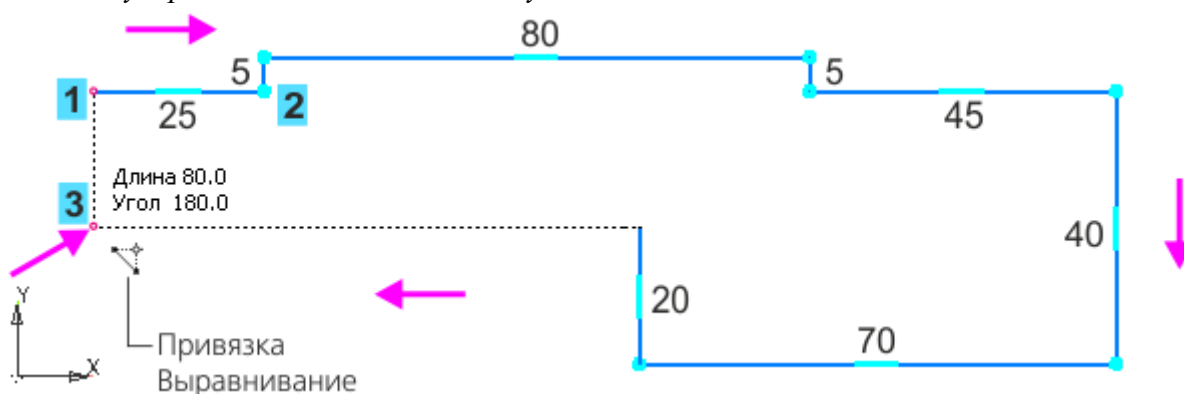
3. Нажмите колесо мыши до щелчка и, не отпуская его, «перетащите» символ начала координат эскиза в левую часть экрана. Отпустите колесо мыши.

4. Нажмите кнопку **Автолиния**  на панели **Геометрия**.

5. Из любой точки, указанной справа от начала координат, постройте замкнутую ломаную линию, состоящую из взаимно перпендикулярных отрезков.

На рисунке схематично показано построение контура, начиная с отрезка 1–2, и указаны длины отрезков. Длины двух последних отрезков будут получены из построения. Параметры очередного отрезка отображаются в процессе черчения рядом с курсором.

Для рисования горизонтальных и вертикальных линий нажмите и удерживайте нажатой клавишу <Shift> при указании вершин. Чтобы временно отключить привязки, нажмите и удерживайте также клавишу <Alt>.




6. При указании последней промежуточной вершины (точки 3) включите привязку **Выравнивание**, если она была отключена. Подведите курсор ближе к точке 1, сохраняя

горизонтальность линии. Когда сработает привязка **Выравнивание** по отношению к точке 1, укажите точку 3 щелчком мыши. Угол на курсоре при этом должен иметь значение 180.

7. В завершение замкните контур — укажите точку 1.

При построении нет необходимости сразу получить контур именно с такими размерами. Главное — получить контур с нужным количеством ступеней приблизительно

*нужных размеров. Если вы совершили ошибку, нажмите кнопку **Отменить**  на панели **Системная** и повторите построение участка, где была допущена ошибка. Если ошибка была замечена позже, продолжайте построения. Ее можно исправить после завершения построений контура.*

8. Нажмите кнопку **Завершить** .

Выровняйте отрезки, если они имеют отклонение от вертикали или горизонтали.

9. Если какой-либо отрезок получился наклонным, например, вместо горизонтального,

нажмите кнопку **Выравнивание**  на панели **Ограничения**.

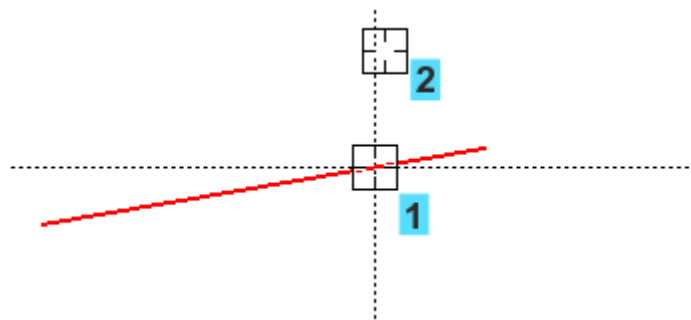
10. Если отклонения небольшие, то установите переключатель режима на Панели параметров в положение **Авто** и щелкните по отрезку, но не по его вершине.



В этом режиме отрезку будет задано ближайшее направление — вертикальное или горизонтальное (в данном примере — горизонтальное).


11. Чтобы задать определенное направление отрезку, установите переключатель режима в положение **По прямым**. Щелкните по отрезку, но не по его вершине (курсор 1).

12. Укажите фантом вертикальной линии (курсор 2).

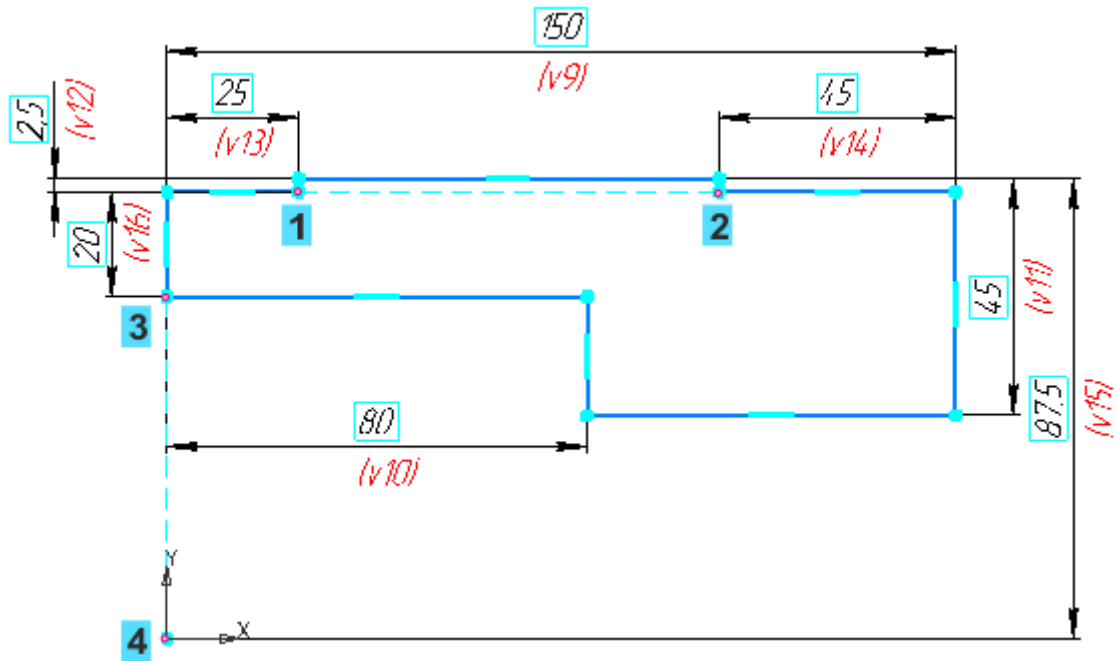



Отрезок станет вертикальным. Продолжим построение.



Задание ограничений вертикальности и горизонтальности на отрезки недостаточно. Чтобы эскиз был полностью определен, выровняем контур относительно начала координат.

13. Наложите ограничение **Выравнивание**  на точки 1 и 2, выровняв их по горизонтали, а затем на точку 3 и начало координат 4, выровняв их по вертикали.

Чтобы получить точную геометрию контура, проставим размеры.



14. Нажмите кнопку **Линейный размер**  на панели **Размеры**.

15. Постройте размеры, присваивая им значения, показанные на рисунке. Для придания размерам нужной ориентации используйте кнопки **Горизонтальный**  или **Вертикальный**  в группе **Тип** на Панели параметров. Для простановки горизонтальных размеров указывайте попарно точку 1 и точку контура. Для создания размеров в правой части эскиза удобнее использовать крайнюю точку справа.

Также вы можете использовать команду **Авторазмер** .


16. Обратите внимание на вертикальный размер **87,5**, который равен расстоянию до оси вращения.

*Ось вращения в данном примере не строится, так как мы будем использовать координатную ось. В случае если ось не является сегментом контура, ее необходимо построить в виде отрезка стилем линии **Осевая**.*

Задание 3. Выполнение операции вращения

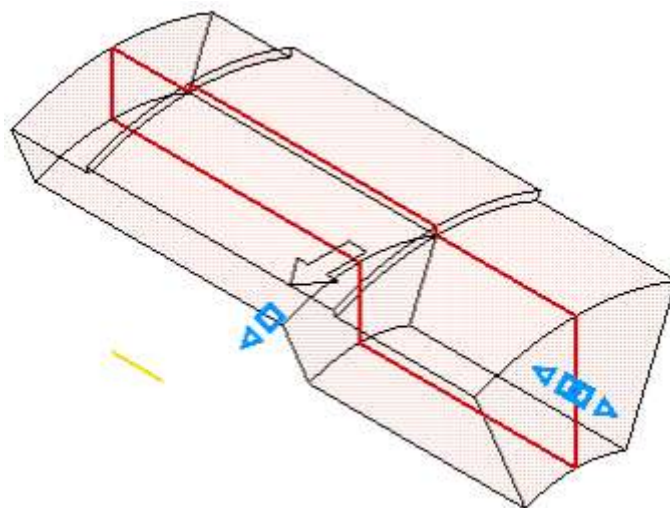
1. Нажмите кнопку **Элемент вращения**  на панели **Элементы тела** (группа **Элемент выдавливания**).

2. Укажите ось вращения — ось X в Дереве построения.

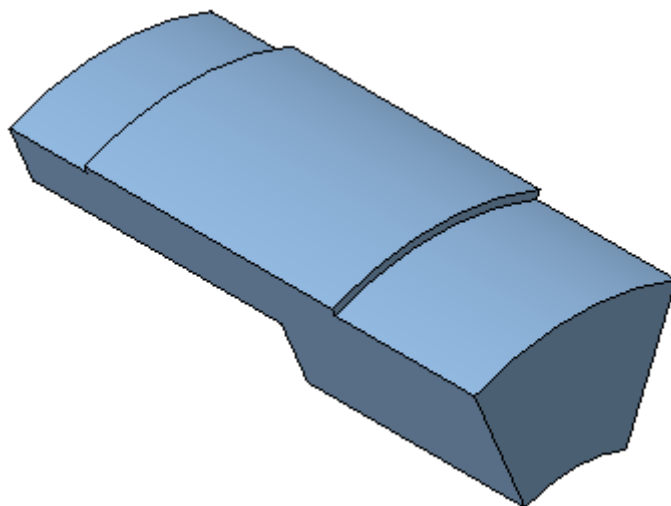
3. По умолчанию выбран способ вращения **На угол** . В поле **Угол** задайте угол вращения **45**.

4. Установите переключатель **Симметрично** в положение **I** (включено).

Фантом изменяется при выборе параметров. Для наглядности на рисунке показан фантом, у которого скрыты все условные обозначения.

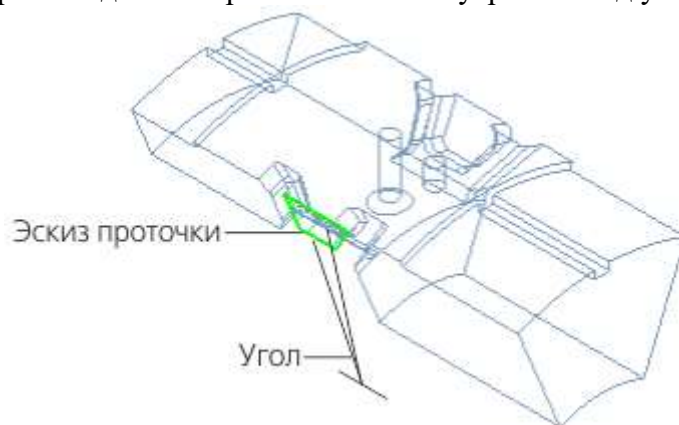




5. Нажмите кнопку **Создать объект** — будет построено тело вращения.

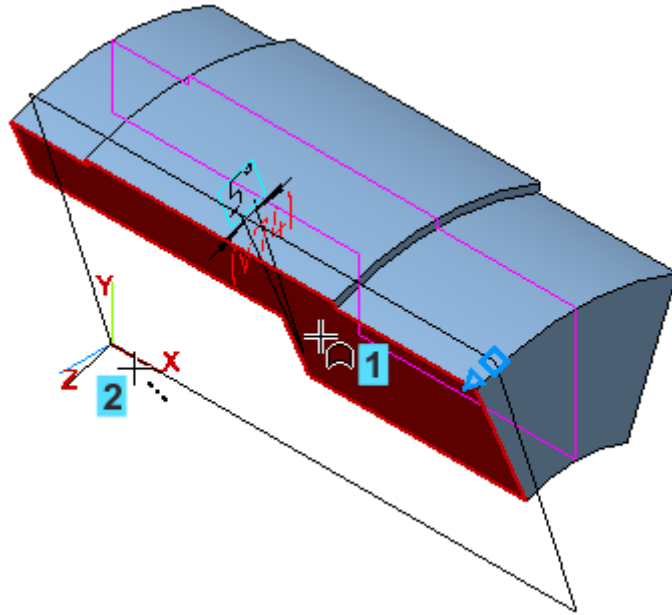


Задание 4. Плоскость под углом

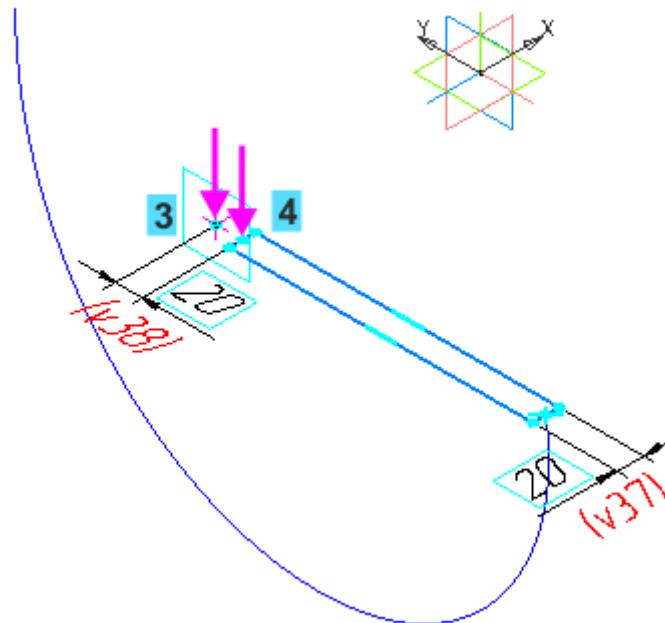
Для построения проточки — элемента вырезания выдавливания — построим вспомогательную плоскость, которая будет служить границей выполнения операции. Она должна проходить через ось детали и располагаться внутри нее под углом 5° к поверхности.




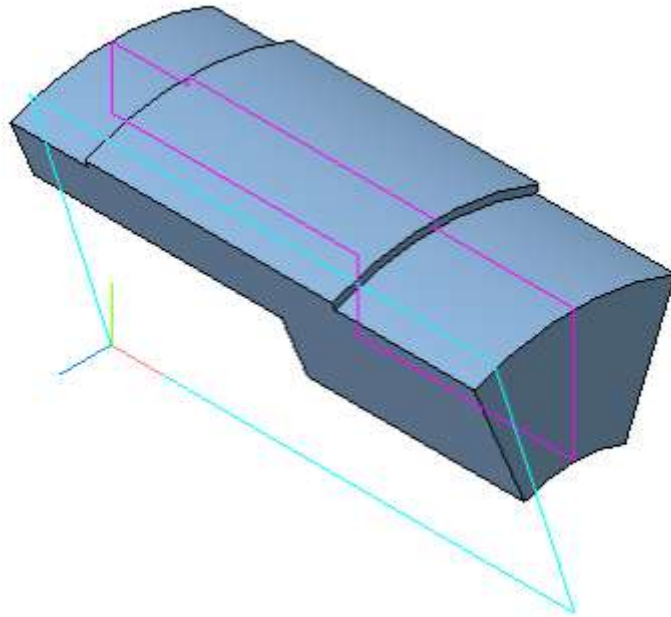
1. Нажмите кнопку **Плоскость под углом**  на панели **Вспомогательные объекты** (группа **Смещенная плоскость**).
3. Укажите объекты, щелкнув по ним мышью:
 - плоскую грань детали (курсор 1);
 - ось X — прямолинейный объект, через который должна пройти создаваемая плоскость (курсор 2).
4. Сделайте видимой систему координат.
5. На Панели параметров введите в поле **Угол** значение **5**. Нажмите кнопку **Сменить направление** .



Плоскость создается автоматически.




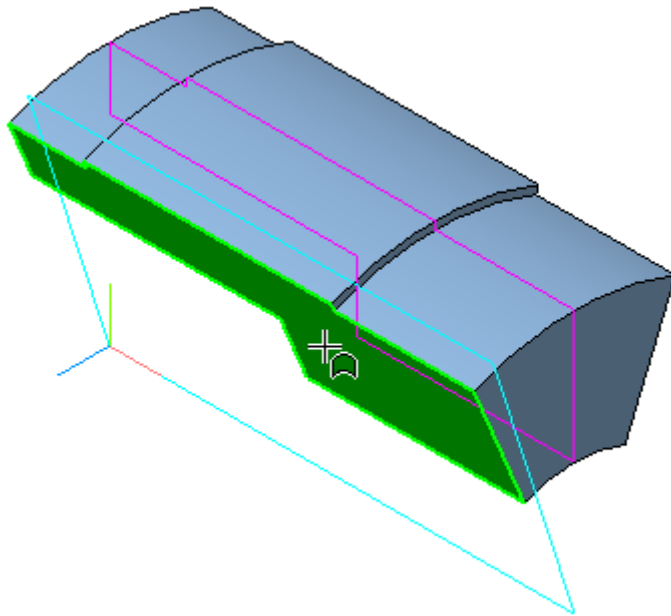
6. Чтобы убедиться в правильности выбранного направления, смените ориентацию — установите ее **Нормально к...**  по отношению к торцевой грани.






Задание 5. Вырезать элемент вращения

Создание эскиза проточки

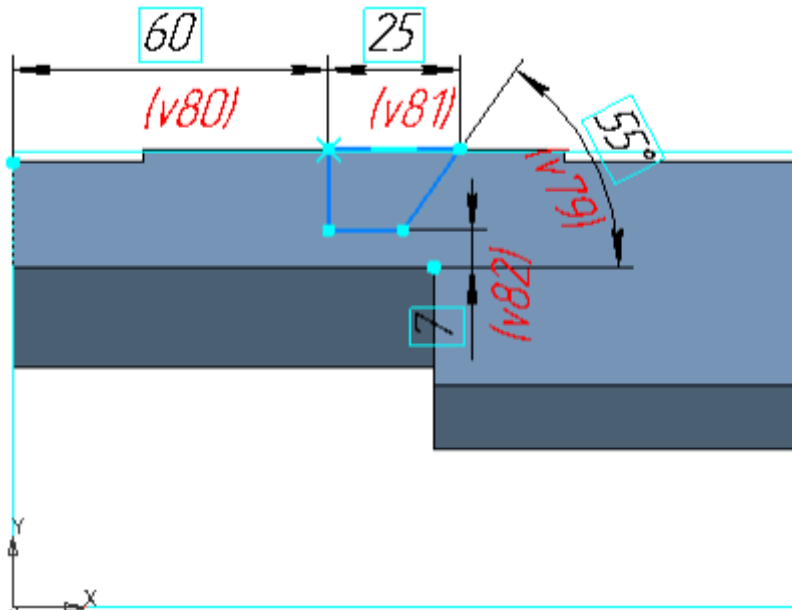
1. Создайте эскиз  на грани детали.







2. Постройте контур по форме проточки — трапецию, как показано на рисунке.

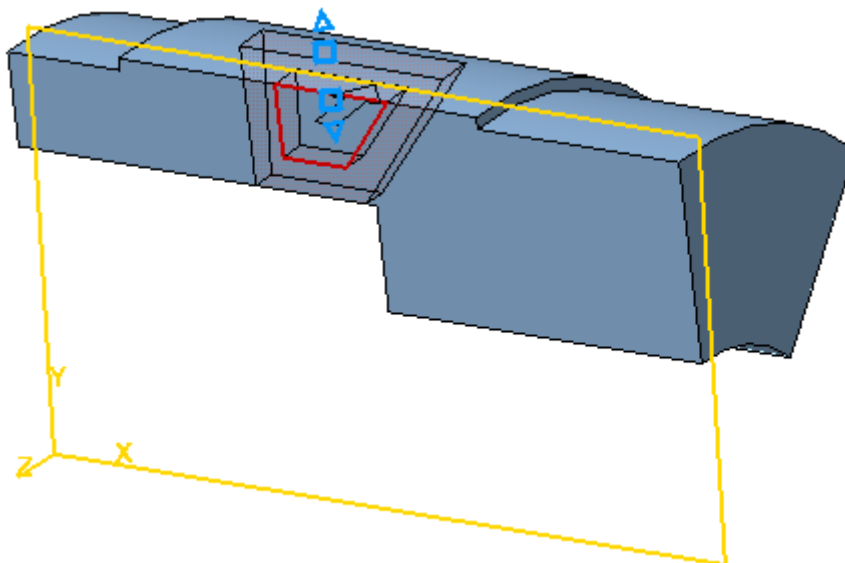
Используйте команды **Прямоугольник**  и **Отрезок**  на панели **Геометрия**. Для удаления «лишних» отрезков примените команду **Усечь кривую**  на панели **Изменение геометрии**.

3. Проставьте размеры  и присвойте им значения.



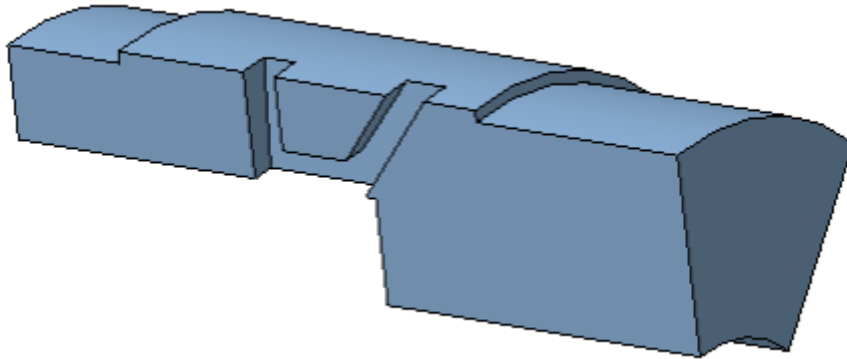
Задание 6. Выполнение операции вырезания

1. Нажмите кнопку **Вырезать вращением**  на панели **Элементы тела** (группа **Вырезать выдавливанием**).
Если эскиз был выделен, то он выбирается автоматически.
2. Укажите ось вращения — ось X.
3. В группе **Способ** выберите вариант **До объекта** . Активизируйте поле **Объект** и укажите **Плоскость под углом**.
4. Нажмите кнопку **Сменить направление** .
5. Раскройте секцию **Тонкостенный элемент**. Установите переключатель **Тонкостенный элемент** в положение **I** (включено). Задайте значение в поле **Толщина 1 - 7**.
6. Увеличьте изображение и поверните модель так, чтобы вырез был хорошо виден, например, при помощи правой кнопки мыши . Убедитесь, что вырез расположился с внешней стороны от контура эскиза.



На рисунке все вспомогательные объекты скрыты.

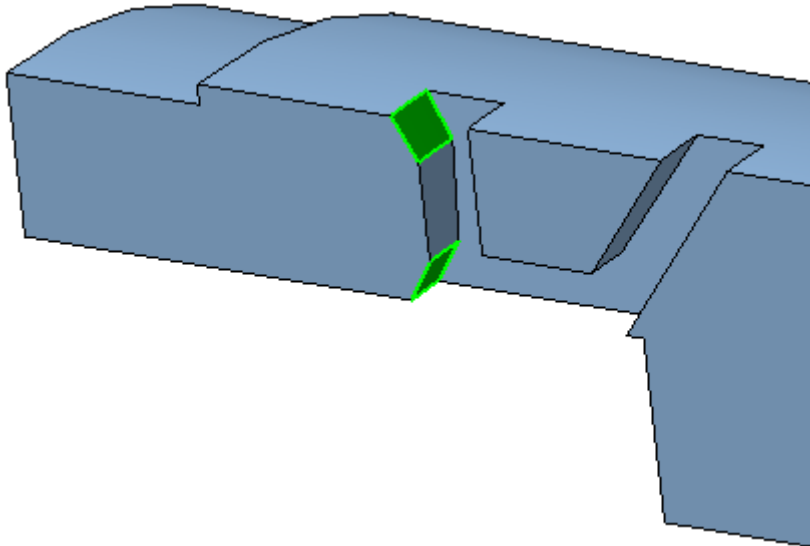
7. Нажмите кнопку Создать объект .




Задание 7. Фаски и скругления

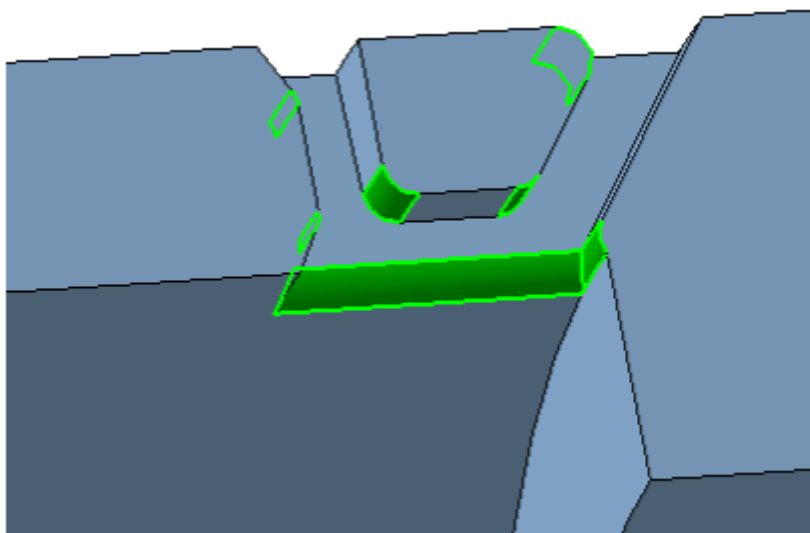
1. Постройте 2 фаски при помощи команды **Фаска**  на панели **Элементы тела** (группа **Скругление**).

Задайте значения длины фаски **3** и угла **60**.

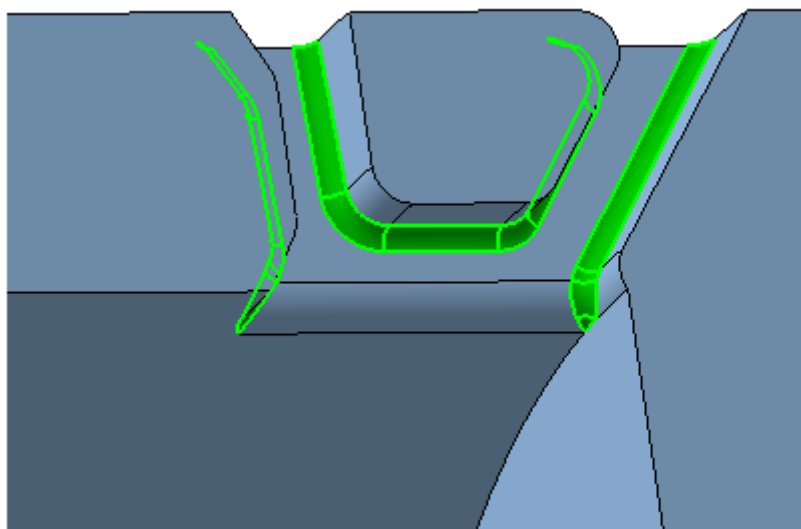


2. Постройте скругления при помощи команды **Скругление**  на панели **Элементы тела**.

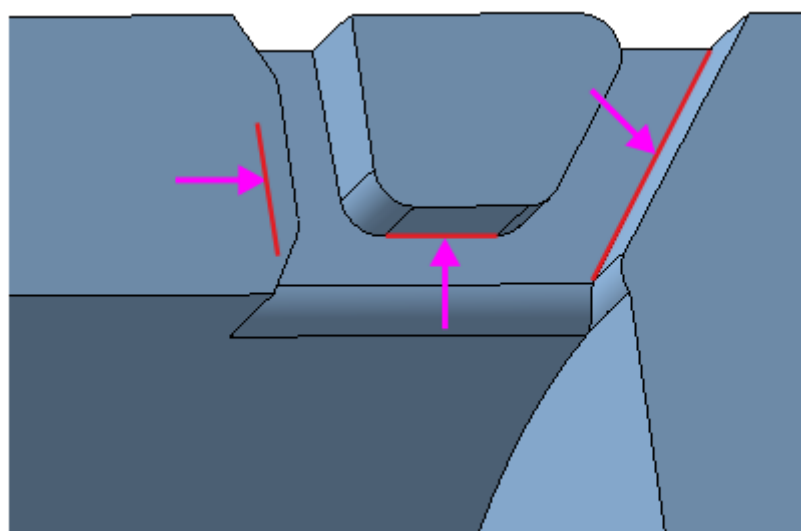
На участках, показанных на рисунке, задайте радиус скругления **3**.



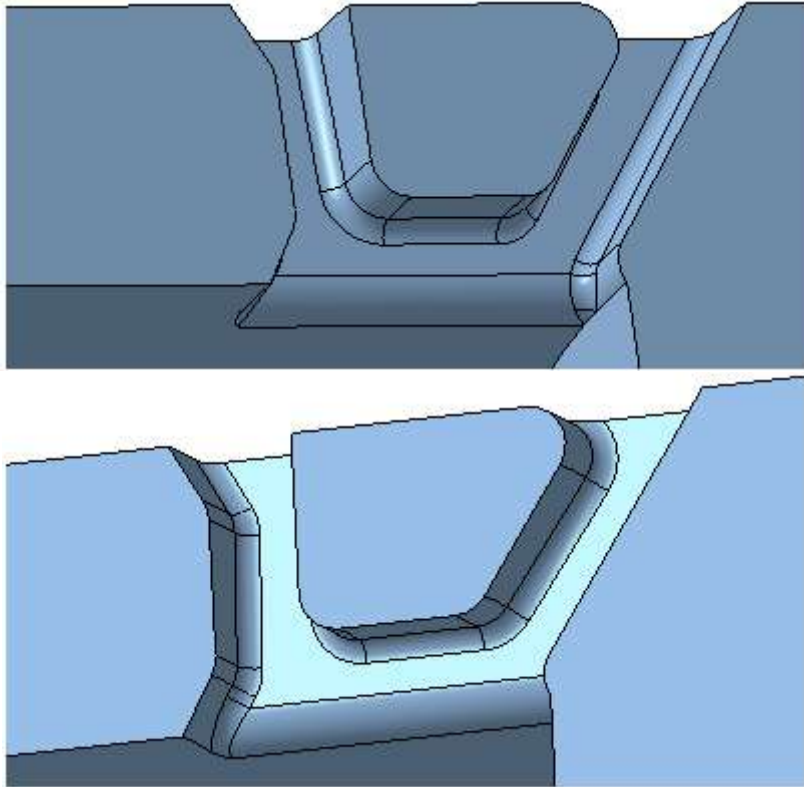
На участках, показанных на рисунке, задайте радиус скругления **1,5**.




Обратите внимание на то, что на Панели параметров по умолчанию включена опция **По касательным ребрам**. Вы можете указать только по одному ребру в цепочке.




В результате должны быть построены фаски и проточки, как показано на рисунках.




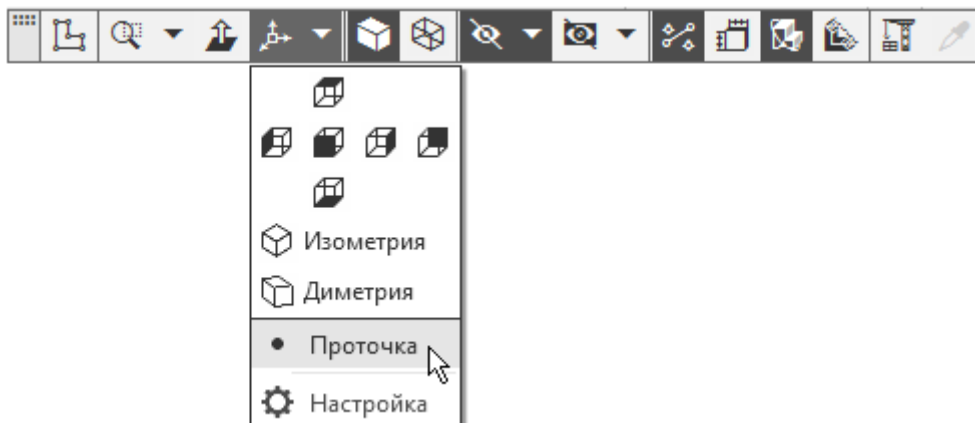
Сохраним текущую ориентацию, в которой хорошо видна проточка.

3. Нажмите кнопку **Ориентация...**  на Панели быстрого доступа. Выберите из списка вариант **Настройка**.

4. Нажмите кнопку **Добавить**  поля **Сохраненные виды** на Панели параметров.

5. Нажмите кнопку **Редактировать**  и введите с клавиатуры любое имя для новой ориентации, например, **Проточка**, и нажмите клавишу **<Enter>**.

6. Откройте меню кнопки **Ориентация...**  на Панели быстрого доступа и убедитесь, что созданная ориентация доступна для выбора.



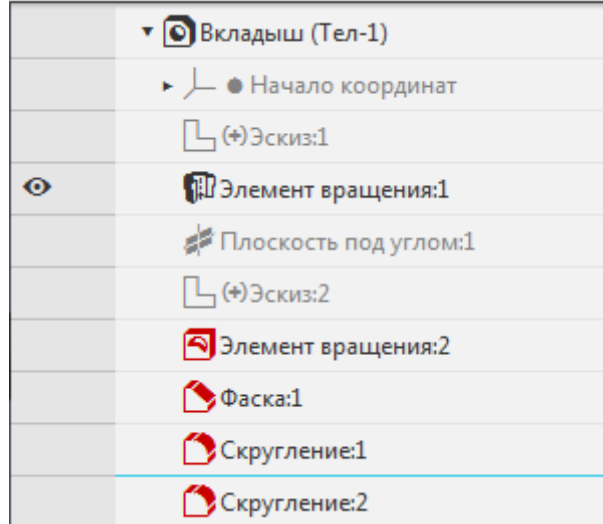
Задание 8. Зеркальный массив геометрический

Проточку, построенную в предыдущих операциях, можно зеркально отразить относительно плоскости симметрии **Проушины** и создать массив из объектов — результатов этих операций.

1. Нажмите кнопку **Зеркальный массив**  на панели **Массив, копирование** (группа **Массив по сетке**).

2. Нажмите кнопку **Операции**  в группе **Тип** на Панели параметров.

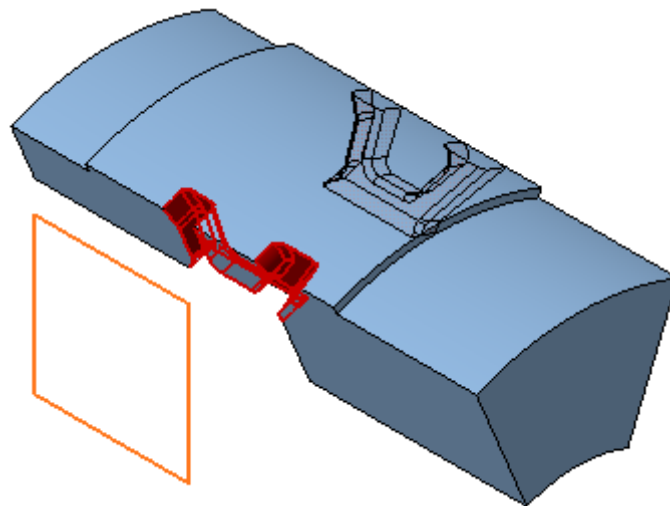
3. В Дереве щелчком мыши укажите операции, составляющие проточку, начиная от операции **Элемент вращения 2**.




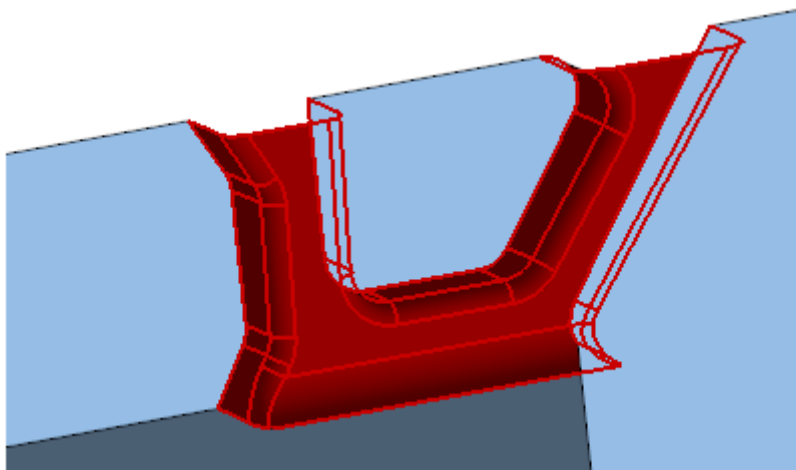
4. В секции **Параметры массива** установите переключатель **Геометрический массив** в положение **I** (включено).

5. Активизируйте поле **Плоскость** и укажите плоскость XY в графической области или в Дереве.

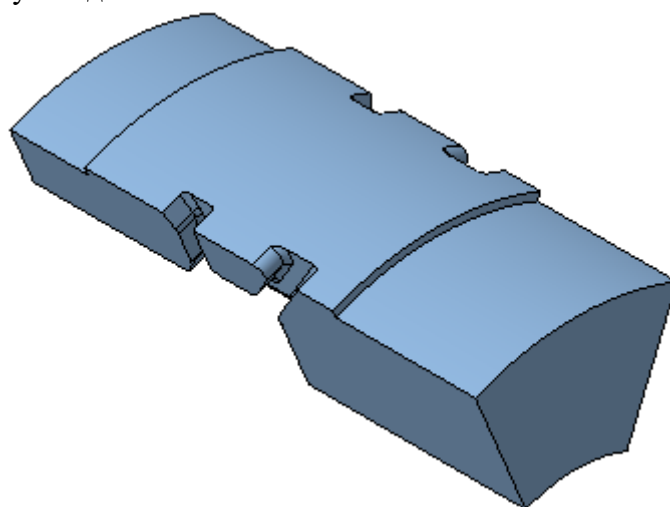
6. Установите ориентацию **Изометрия**, чтобы хорошо был виден появившийся на детали фантом зеркального массива.



Установите ориентацию **Проточка**, выбрав ее в меню кнопки **Ориентация...**  на Панели быстрого доступа. Убедитесь, что операция для зеркального массива указана корректно.





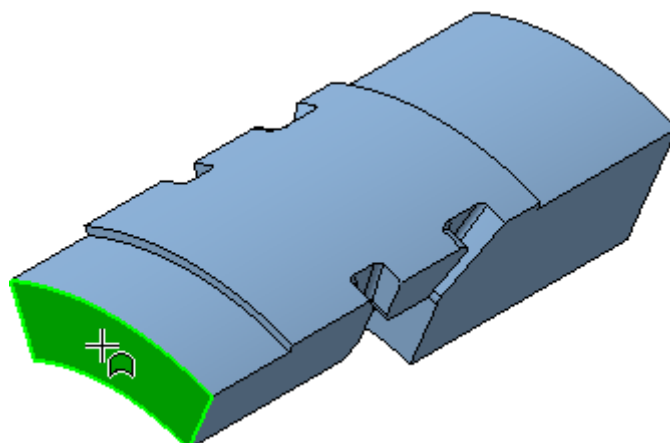
Нажмите кнопку **Создать объект** .



Задание 9. Вырезать выдавливанием


Создание эскиза


1. Поверните модель так, чтобы стал виден малый торец детали .
2. Создайте эскиз  на грани детали.



Построим в эскизе квадрат и расположим его центр на середине верхнего ребра грани.

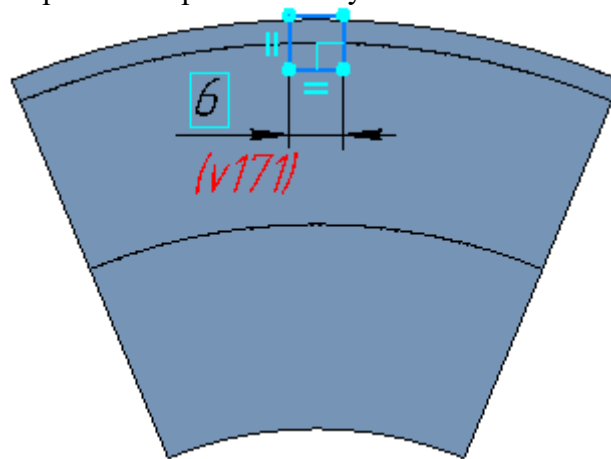
3. Постройте прямоугольник командой **Прямоугольник**  в любом месте ребра, не привязываясь к нему.

4. Чтобы получить квадрат, задайте ограничение равенства длин. Для этого нажмите кнопку **Равенство**  на панели **Ограничения**. Укажите две смежные стороны прямоугольника.

5. Вызовите команду **Выравнивание** , затем укажите середину вертикальной стороны квадрата и середину ребра при помощи привязки **Ближайшая точка**, выровняв их по горизонтали.

6. Выровняйте по вертикали середину горизонтальной стороны квадрата и середину ребра.

7. Проставьте размер  и присвойте ему значение 6.

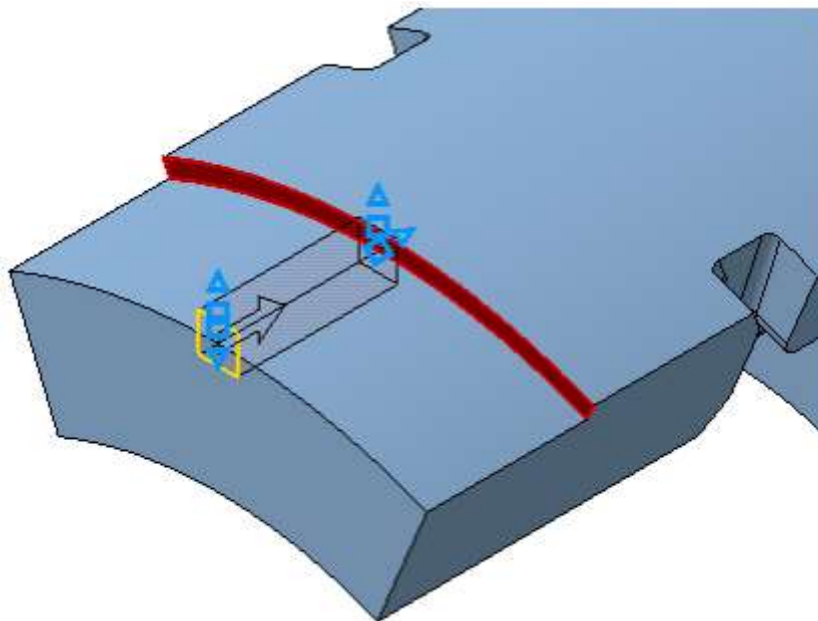


Задание 10. Выполнение операции вырезания



1. Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием**  на панели **Элементы тела**.

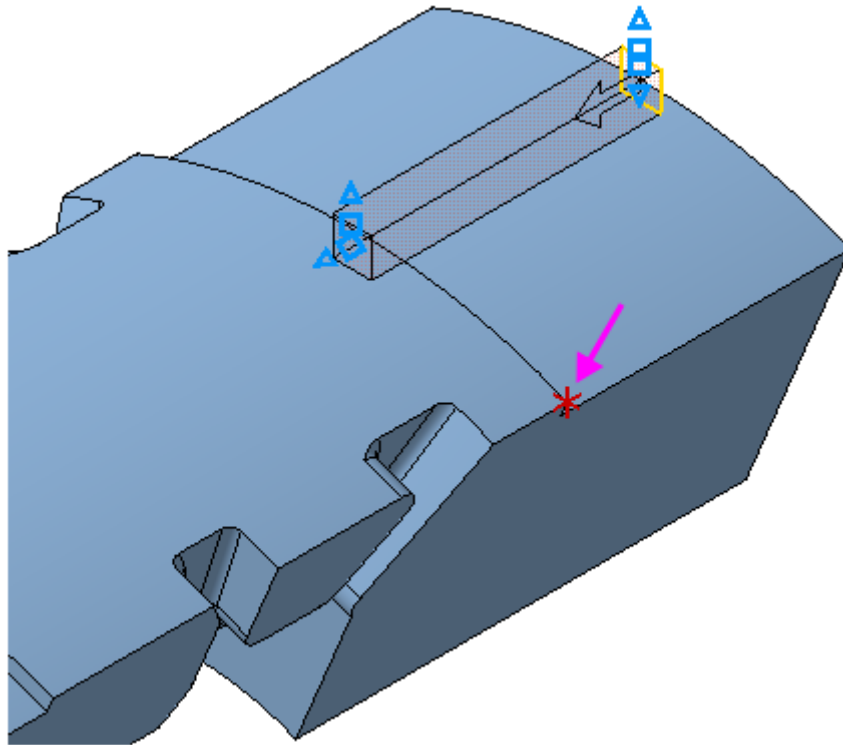
2. Нажмите кнопку **Сменить направление** .

3. Выберите способ **До объекта** . Укажите плоскую грань.

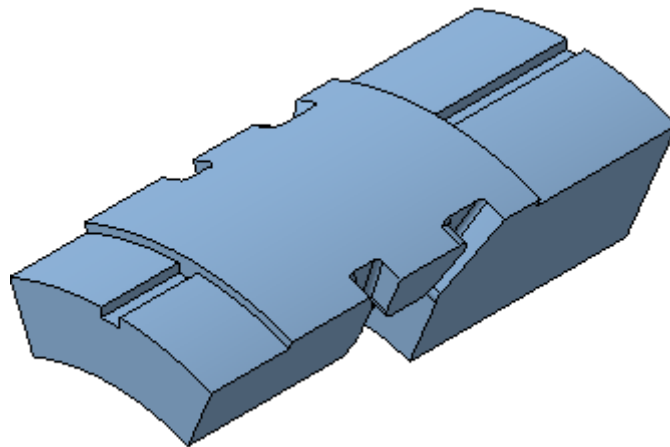


4. Нажмите кнопку **Создать объект** .

5. Постройте такой же паз с другой стороны. Задайте способ выдавливания **До объекта**  и вместо плоскости укажите вершину .

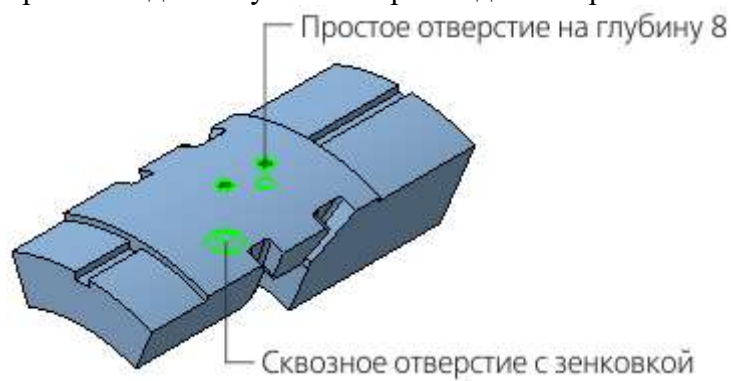


Построение вырезов завершено.




Задание 11. Отверстия

На оси симметрии Вкладыша нужно построить два отверстия.




Задание 12. Построение отверстия с зенковкой

1. Нажмите кнопку **Отверстие с зенковкой**  на панели **Элементы тела** (группа **Отверстие простое**).

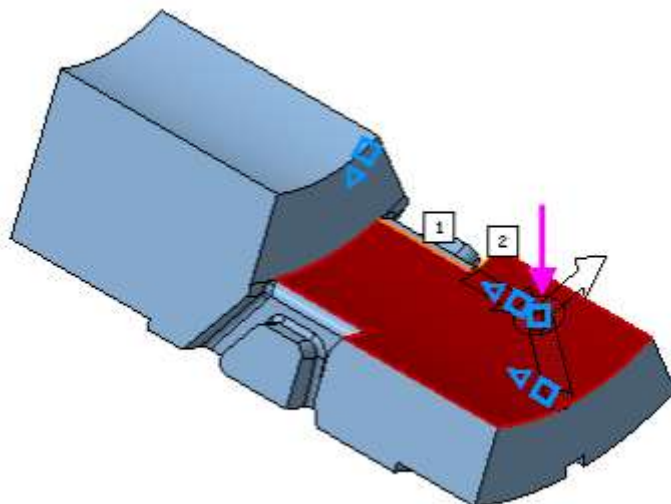
2. В группе **Глубина** выберите способ задания глубины отверстия — **Через все** .

3. Введите значения в поля Панели параметров: **Диаметр** — **6**, **Диаметр (зенковки)** — **12**, **Угол (зенковки)** — **120**. Остальные параметры оставьте без изменений.


4. Поверните модель в пространстве так, чтобы стала видна нижняя грань .

5. В секции **Дополнительные параметры** установите переключатель **Перпендикулярно поверхности** в положение **0** (отключено).

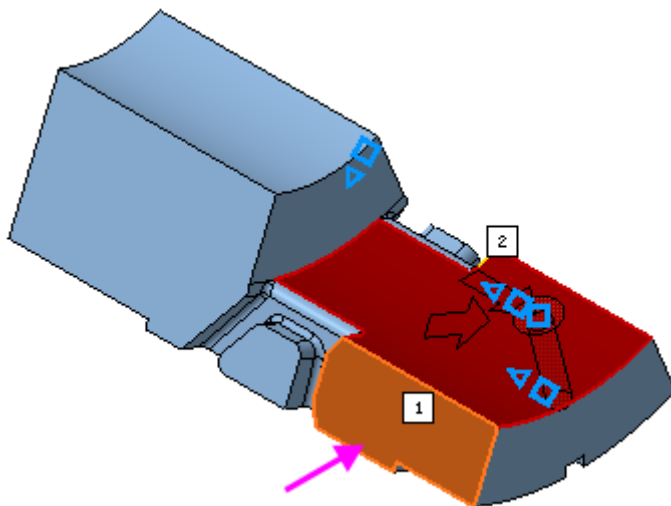
6. Переверните модель. Укажите поверхность, на которой будет размещено отверстие.




Отверстие разместится в точке указания курсором. Зададим его точное положение.

7. Убедитесь, что в секции **Размещение** в группе **Смещение** нажата кнопка **По смещениям от двух объектов** .

8. Активизируйте поле **Объект 1** и укажите первый опорный объект — плоскую грань, проходящую через ось вращения (см. объект 1 на рисунке).



По умолчанию на Панели параметров отобразятся параметры отверстия в точке указания поверхности. Автоматически кнопка **Угловой**  переходит в нажатое состояние.

Зададим условие, состоящее в том, что угол расположения отверстия должен быть связан с величиной угла Операции вращения 1 и равен его половине.

9. Добавьте на Панель управления Панель переменных, если она у вас отсутствует, при помощи команды **Настройка — Панели — Переменные**.

На Панели переменных раскройте ветвь **Элемент вращения 1**. Угол вращения соответствует переменной **v42**.

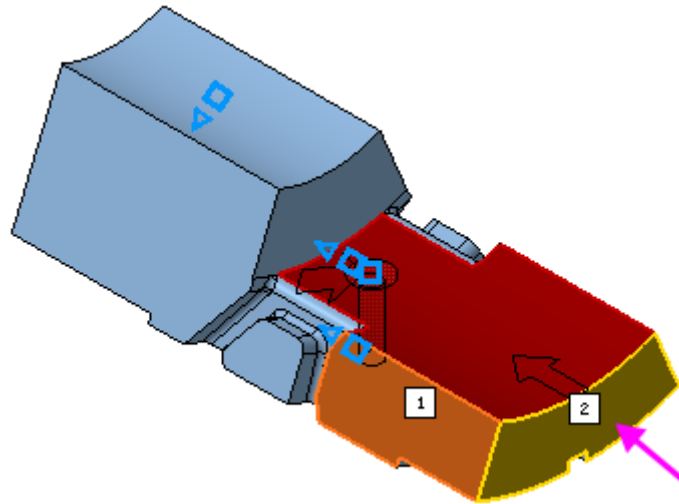
Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
▼ Вкладыш (Тел-1)				
▶ Начало координат				
▶ Эскиз:1				
▼ Элемент вращения:1				
	v39	0	Исключит...	
	v42	45	Угол 1	
▶ Плоскость под углом:1				
▶ Эскиз:2				
▼ Элемент вращения:2				

10. На Панели параметров в поле **Угол 1** введите с клавиатуры выражение **v42/2** и нажмите **<Enter>**.

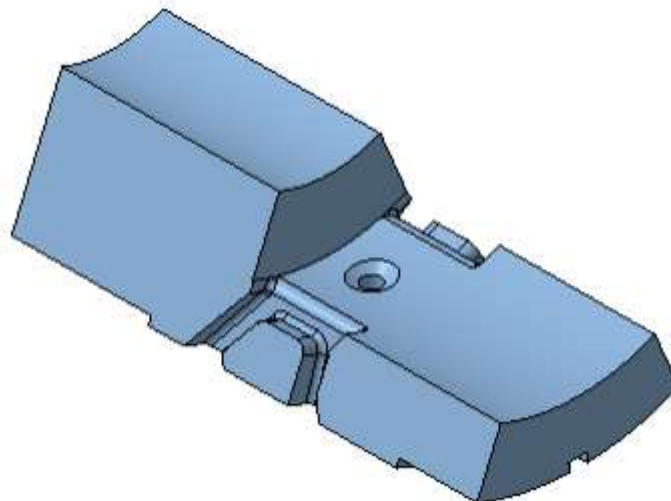
В поле **Угол 1** будет показано значение переменной **22,5=v42/2**.

11. В качестве **Объекта 2** укажите второй опорный объект — торцевую грань (см. объект 2, обозначенный на рисунке квадратом).



12. Задайте в поле **Расстояние 2** значение **67**.

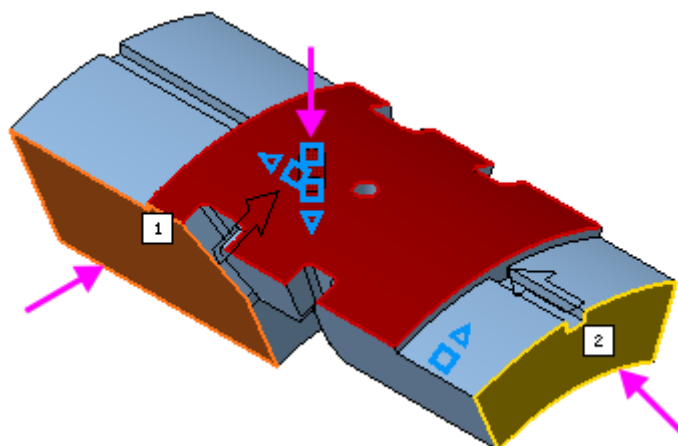


Нажмите кнопку Создать объект .

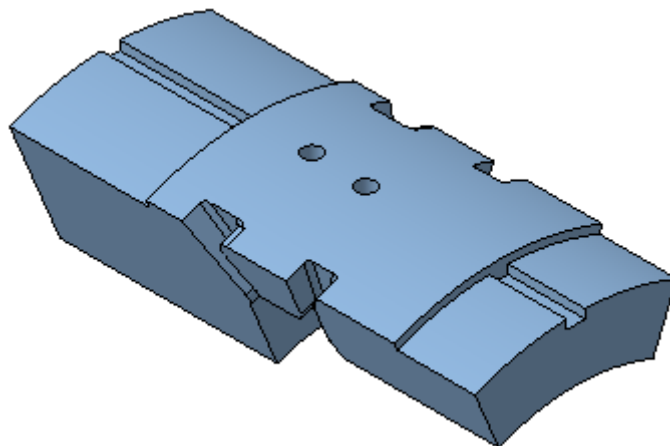


Задание 13. Построение глухого отверстия

1. В заголовке Панели параметров нажмите кнопку **Отверстие простое** .
2. Выберите способ задания глубины отверстия **На расстояние** .
3. Введите значение **8** в поле **Расстояние**. Остальные параметры оставьте без изменений.
4. Переверните модель и укажите верхнюю грань в качестве поверхности размещения. Разместим второе отверстие, выполнив такие же действия, как для первого отверстия.
6. В секции **Размещение** укажите первый объект. Задайте угловой размер через переменную **v42**.
7. Укажите второй объект. Задайте в поле **Расстояние 2** значение **85**.




Нажмите кнопку Создать объект 

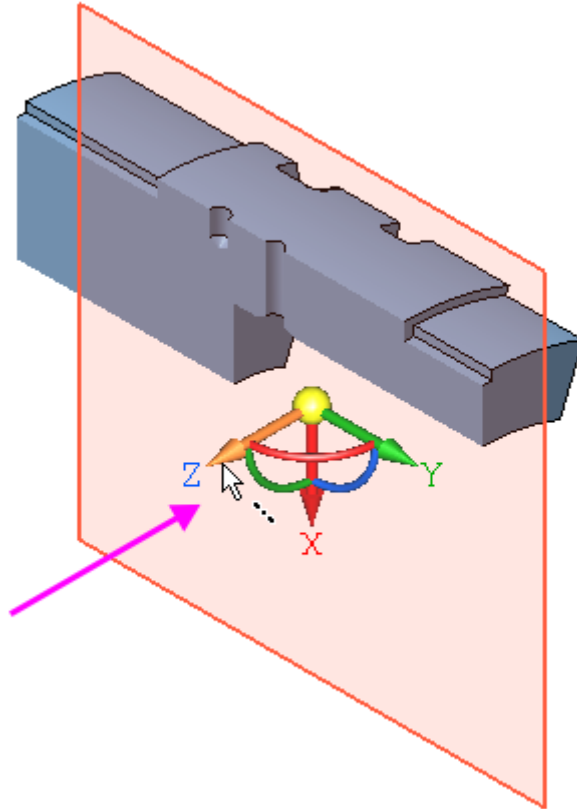


Нажмите кнопку Завершить 

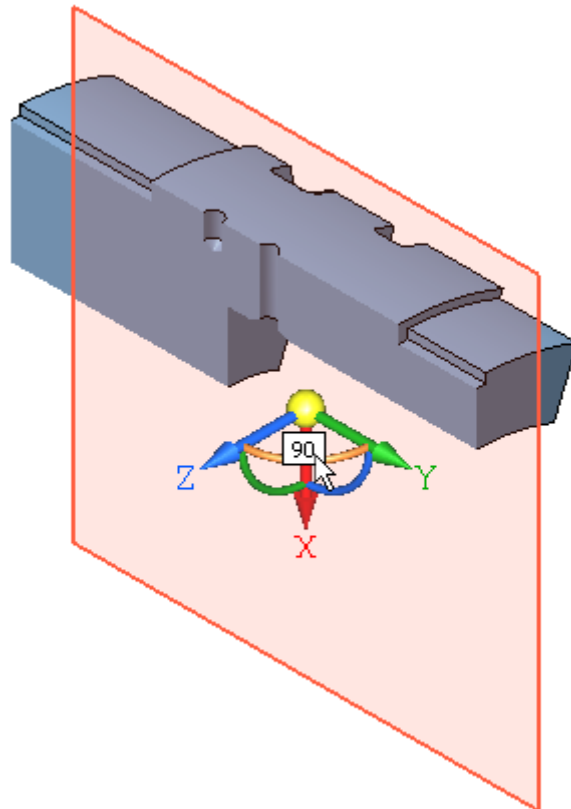
Задание 14. Модель в режиме рассечения

Проверим расположение отверстий.


1. Нажмите кнопку **Отображать сечение модели**  на Панели быстрого доступа.
2. Чтобы рассечь модель по плоскости XY, на Панели параметров в поле **Координаты** задайте значение координаты Z равно **0** или переместите за ось Элемент базирования плоскости.

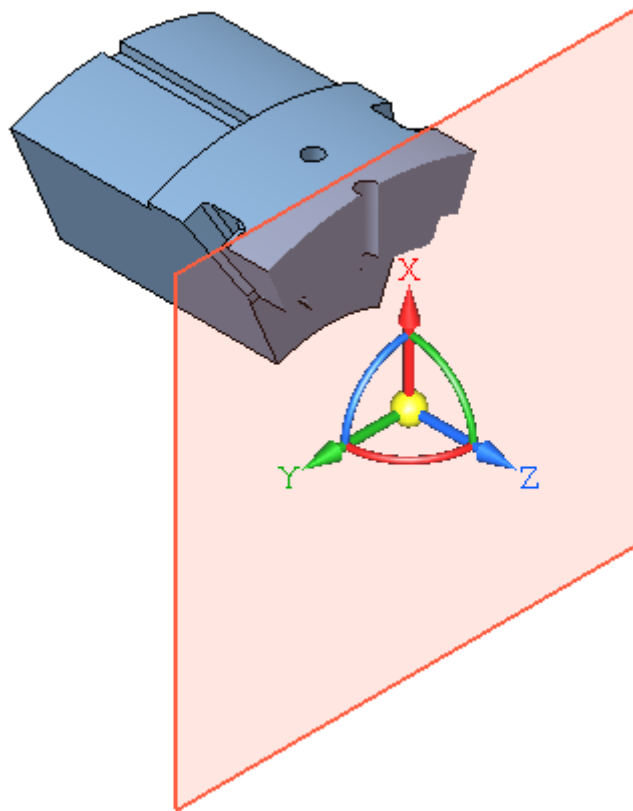


3. Смените направление отсечения, развернув плоскость сечения в пространстве. Для этого задайте оси Z Элемента базирования угол, щелкнув мышью по дуге Элемента базирования и введя значение 90.




4. После ввода значения нажмите клавишу **<Enter>**. Будет показана другая часть модели.

5. Чтобы сменить отсеченную часть, в группе **Ориентация** нажмите кнопку **Сменить направление** .



6. Нажмите кнопку **Завершить** .

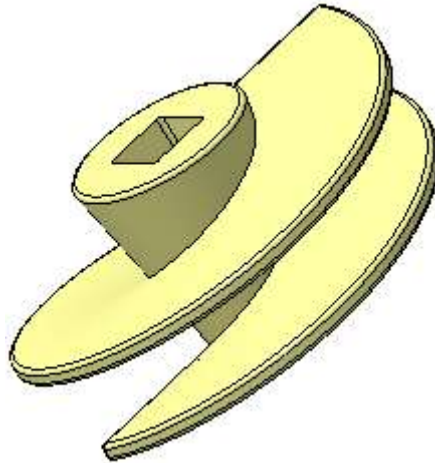
7. Сохраните модель .

2. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ЛОПАСТЬ

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

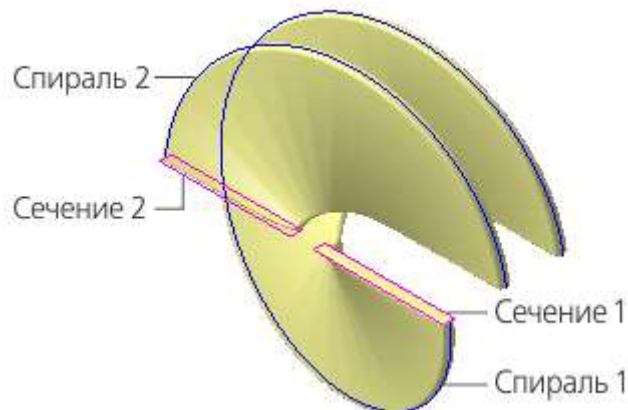
В этом задании на примере детали **Лопасть** показано применение кинематической операции.



Деталь **Лопасть** будет создана как два кинематических элемента, построенных перемещением эскизов вдоль пространственных кривых — спиралей.




Задание 1. Спираль цилиндрическая

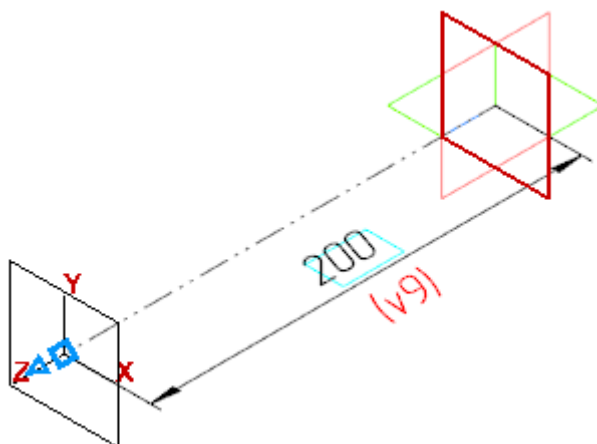
Деталь, которую требуется построить, представляет собой тело, состоящее из частей. Тело будет создано при помощи кинематических операций по направляющим — Спирали 1 и Спирали 2.



1. Создайте  новую деталь и сохраните  ее под именем **Лопасть_ФамилияСтудента**. Задайте наименование в Дереве построения.

2. Установите ориентацию **Y-аксонометрия**.

3. При помощи команды **Смещенная плоскость**  постройте вспомогательную плоскость, на которой будут располагаться спирали. Задайте значение расстояния смещения **200** от плоскости XY.



4. Нажмите кнопку **Создать объект** .

5. На Панели переменных раскройте раздел **Смещенная плоскость**. Введите с клавиатуры для переменной **v11** выражение **L**.

Переменные		Дерево		Параметры	
Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий	
▼ Лопасть (Тел-0)					
L	200	200			
► Начало координат					
▼ Смещенная плоскость:1					
v10		0	Исключит...		
v11	L	200	Расстояние		

Переменная **L** и ее значение появятся в разделе главных переменных.

Задание 2. Построение Спирали 1

1. Выделите смещенную плоскость щелчком мыши в графической области.

2. Нажмите кнопку **Спираль цилиндрическая**  на панели **Элементы каркаса**.

3. В группе **Способ построения** нажмите кнопку **По числу витков и шагу** .

4. Задайте значения в поля Панели параметров: **Количество витков** — **1**, **Шаг** — **L**, введя это выражение с клавиатуры.

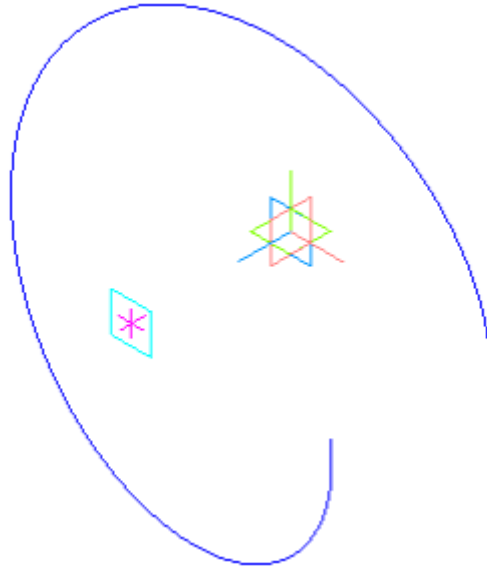
В поле **Шаг** будет показано значение переменной **200=L**.

5. Смените направление построения .

6. В поле **Диаметр** задайте значение диаметра **500**. Остальные параметры оставьте без изменения.

7. Нажмите кнопку **Создать объект** .

После завершения построения, кроме самой спирали, создается также эскиз, содержащий один объект — точку привязки спирали. Этот эскиз располагается на плоскости, выбранной для построения спирали.



На панели **Переменные** раскройте раздел **Спираль 1**. Введите с клавиатуры для переменной **v500** выражение **Diam**.

Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
▼ Лопасть (Тел-0)				
	L	200	200	
	Diam	500	500	
► Начало координат				
▼ Смещенная плоскость:1				
	v10		0	Исключит...
	v11	L	200	Расстояние
► Эскиз:1				
▼ Спираль:1				
	v26		0	Исключит...
	v29		1	Направлен...
	v28	L	200	Шаг
	v27		1	Число витк...
	v16		0	Направлен...
	v19	Diam	500	Диаметр 1
	v23		0	Угол

Задание 3. Построение Спирали 2

Оставаясь в команде **Спираль цилиндрическая**, выделите **Смещенную плоскость** щелчком мыши по ней в графической области.

При построении спирали имеет значение способ указания плоскости, на которой создается спираль. Если плоскость указывается до вызова команды, как это было сделано для Спирали 1, то точка привязки спирали по умолчанию располагается в начале локальной системы координат. Если плоскость указывается после вызова команды, то возможно

расположение ее в точке указания на плоскости. В любом случае можно задать точные параметры точки привязки спирали.

Разместим Спираль 2 в той же точке привязки, что и Спирали 1, заданной по умолчанию.

1. Раскройте секцию **Размещение** на Панели параметров и введите с клавиатуры координату точки привязки (0;0).

2. Убедитесь, что выбраны способ **По числу витков и шагу** n,t и направление спирали

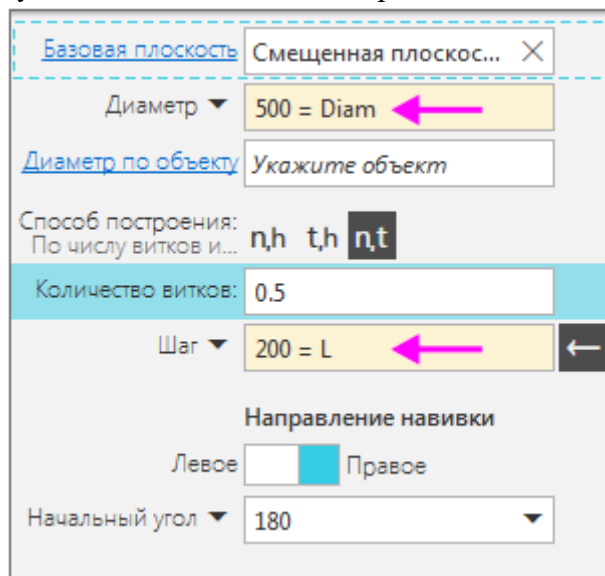


3. Задайте значения в поля Панели параметров: **Число витков** — 0,5, **Шаг** — L, **Начальный угол** — 180.

В поле Шаг также, как и для Спирали 1, будет показано значение переменной $200=L$.

4. В поле **Диаметр** задайте значение диаметра **Diam**.

В поле **Диаметр** будет показано значение переменной $500=Diam$.



8. Нажмите кнопку **Создать объект**

9. Нажмите кнопку **Завершить**

Задание 4. Построение эскизов сечений

Для выполнения кинематических операций по созданным направляющим необходимо построить Сечение 1 и Сечение 2.

1. Создайте эскиз на плоскости ZX.

2. Нажмите кнопку **Параметрический режим** на Панели быстрого доступа или убедитесь, что она нажата.

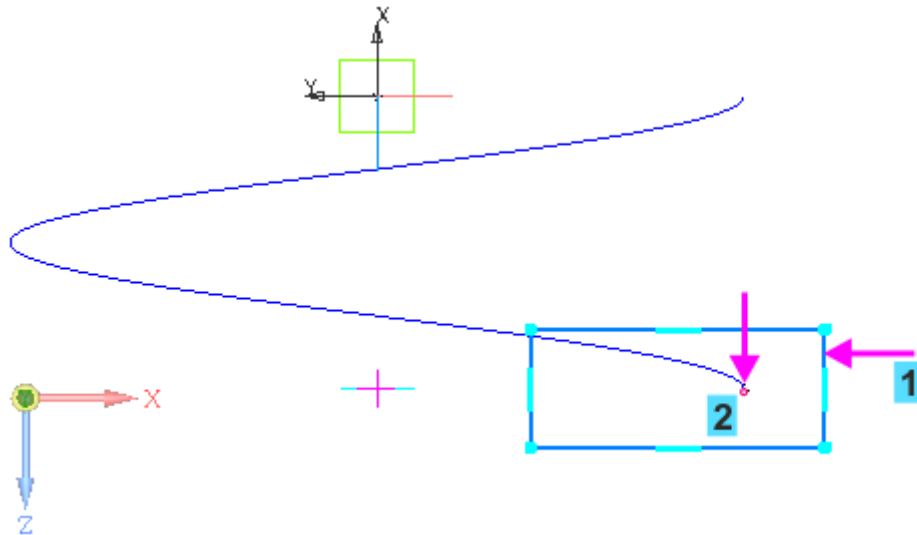
3. Для удобства указания объектов погасите в Дереве отображение Спирали 2 и Эскиза 2.

4. Постройте эскиз сечения для Спирали 1 — прямоугольник.

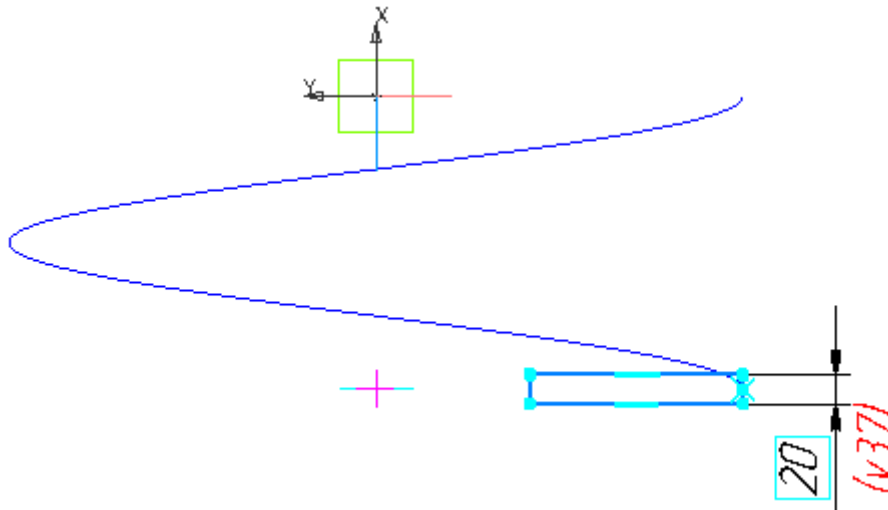
5. Расположите середину короткой стороны прямоугольника в граничной точке Спирали 1, как показано на рисунке. Для этого нажмите кнопку **Точка на середине кривой**



на панели **Ограничения** (группа **Объединить точки**). Укажите мышью сторону прямоугольника (стрелка 1), а затем граничную точку спирали (точка 2).

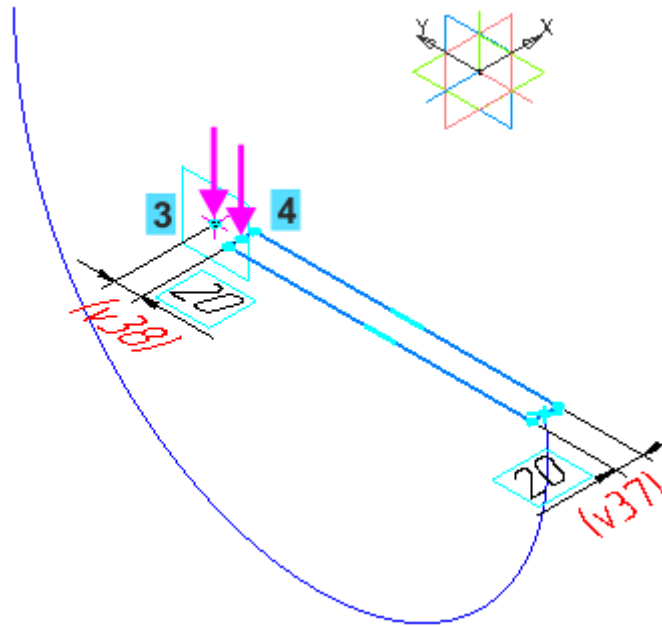



6. Задайте его короткой стороне размер 20.

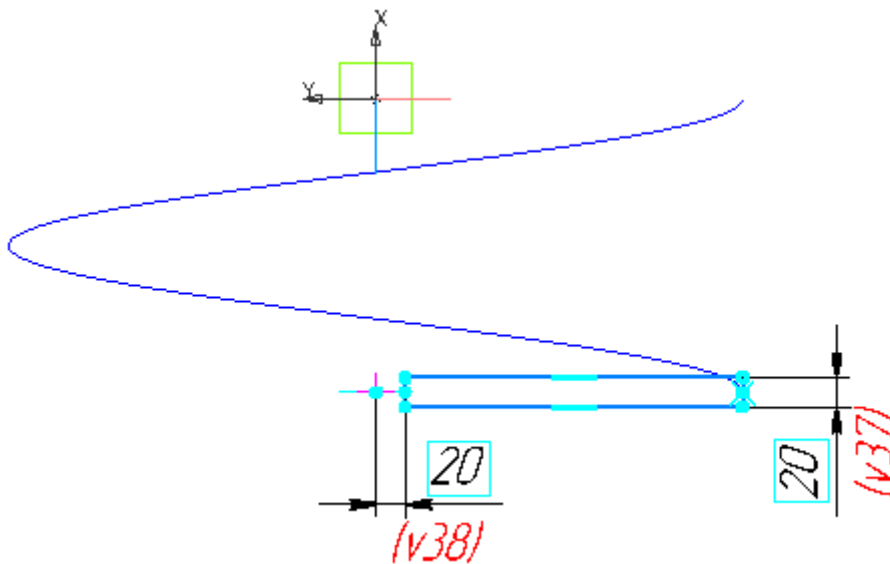


7. Проставьте размер 20 между вспомогательной точкой (точкой 3) и серединой ближайшей к ней стороны прямоугольника (точка 4).


Вспомогательная точка на оси спирали была создана автоматически при построении спирали. При простановке размера на вспомогательной точке должна сработать привязка **Ближайшая точка**. Если вам не удастся добиться результата, установите для эскиза изометрическую ориентацию и повторите простановку размера.



8. Вернитесь к ориентации эскиза при помощи кнопки **Нормально к...**  на Панели быстрого доступа.

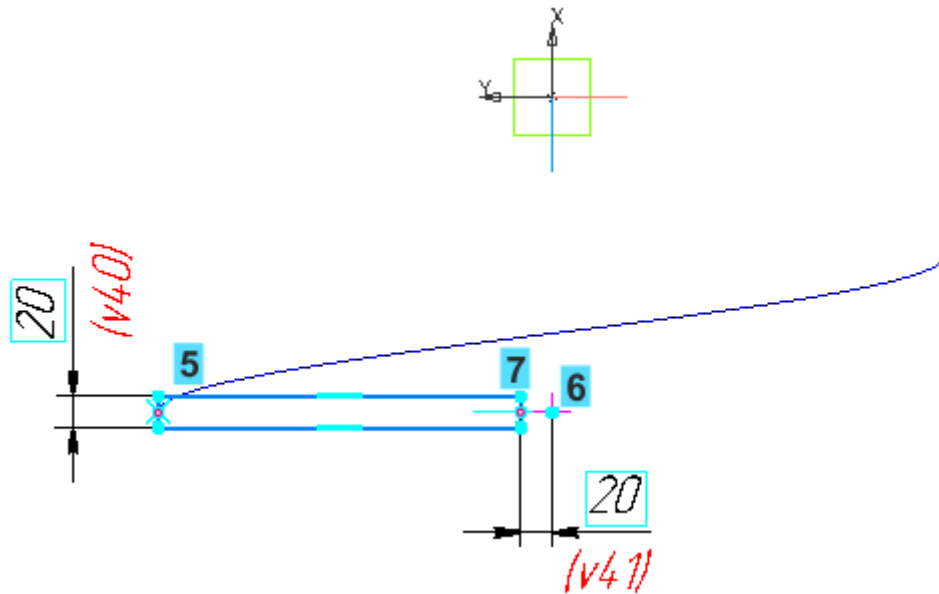


9. Включите в Дереве отображение Спирали 2 и Эскиза 2, погасите отображение Спирали 1, Эскиза 1 и Эскиза 3.

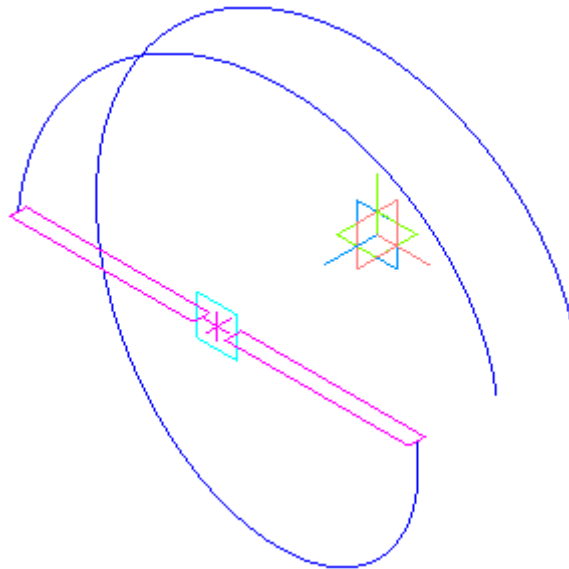
10. Создайте новый эскиз  на плоскости ZX. Постройте прямоугольник для Спирали 2, как показано на рисунке. Расположите середину короткой стороны прямоугольника в граничной точке Спирали 2 (точка 5).

Обратите внимание, что в графической области показана вспомогательная точка для Спирали 2.


11. Проставьте размер 20 между вспомогательной точкой (точкой 6) и серединой ближней к ней стороны прямоугольника (точка 7).

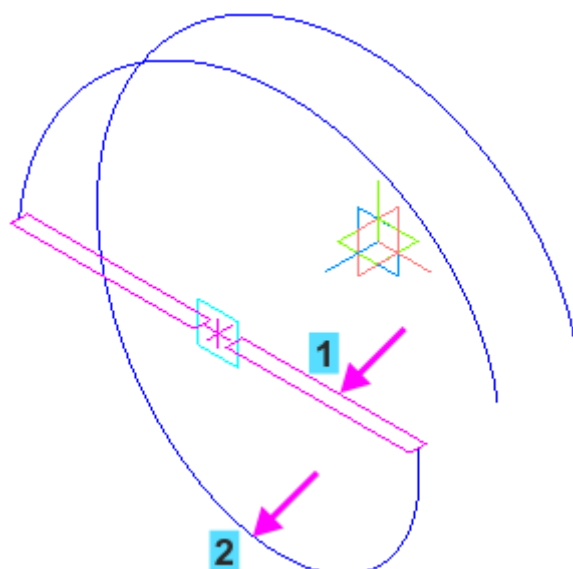


Включите в Дереве построения отображение спиралей и эскизов. Для наглядности установите ориентацию **Изометрия**.

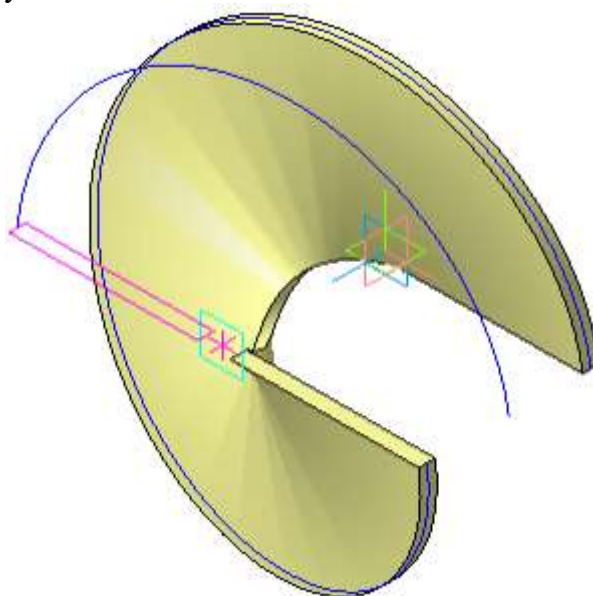


Задание 5. Кинематическая операция


1. Нажмите кнопку **Элемент по траектории**  на панели **Элементы тела** (группа **Элемент выдавливания**).
2. Укажите в данной последовательности: сначала Эскиз 3, а затем Спираль цилиндрическую 1 в Дереве или графической области.

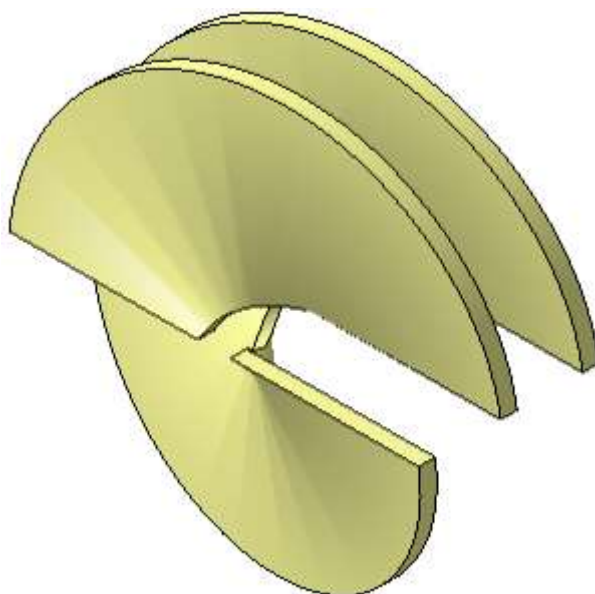


3. Нажмите кнопку **Создать объект** 



4. Аналогично постройте кинематический элемент для Спирали 2, указав Эскиз 4 и Спираль цилиндрическую 2 в Дереве.

5. Скройте вспомогательные объекты при помощи команды **Скрыть все вспомогательные объекты**  на Панели быстрого доступа.

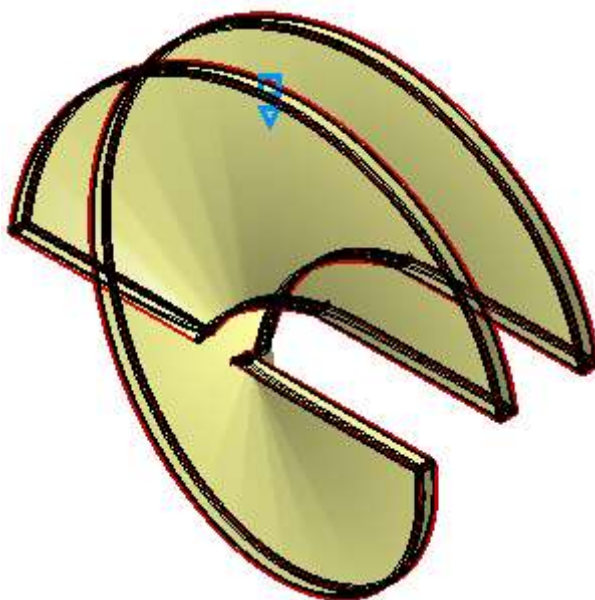


Задание 6. Скругление по слою

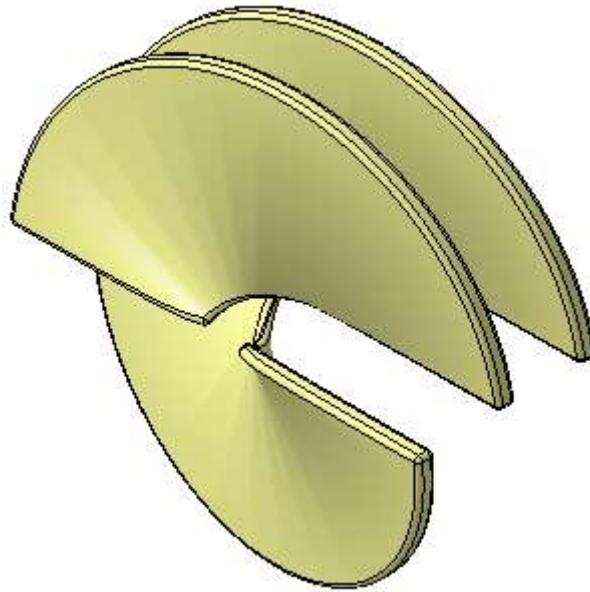
Построим скругление всех ребер. Применим команду скругления следующим способом.

1. Вызовите команду **Выделить — По слою — Указанием**.
2. Затем щелкните мышью по детали в графической области. Так как Лопасть лежит на одном слое, выделятся все ее объекты.

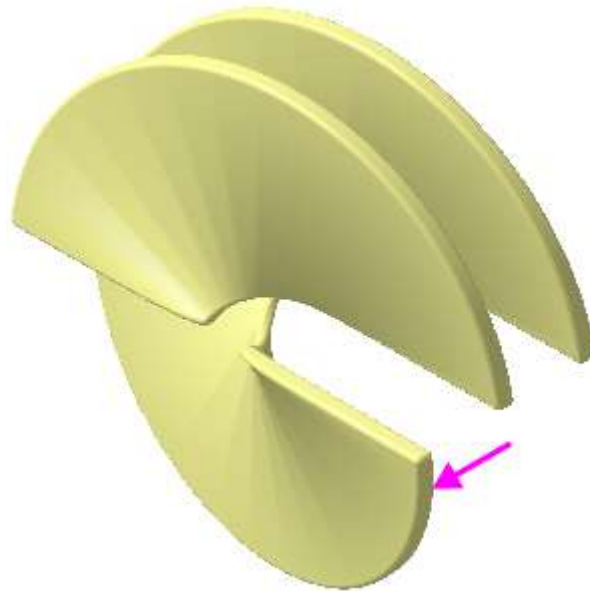
3. Нажмите кнопку **Скругление**  на панели **Элементы тела** и задайте радиус скругления **5**.



Нажмите кнопку Создать объект 






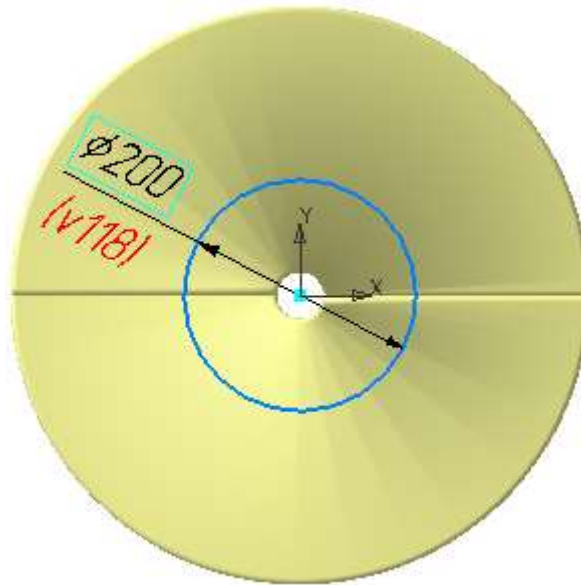
Для наглядности отключите отображение линий каркаса при помощи команды **Вид — Отображение модели — Полутоновое**.




Задание 7. Операция выдавливания в двух направлениях



Осевая часть Лопастей представляет собой конус с отверстиями. Построим сначала конус, а затем вырежем в нем отверстия.

1. Создайте эскиз основания конуса  на плоскости XY, указав ее в Дереве построения. Постройте окружность . Проставьте размер 200 .



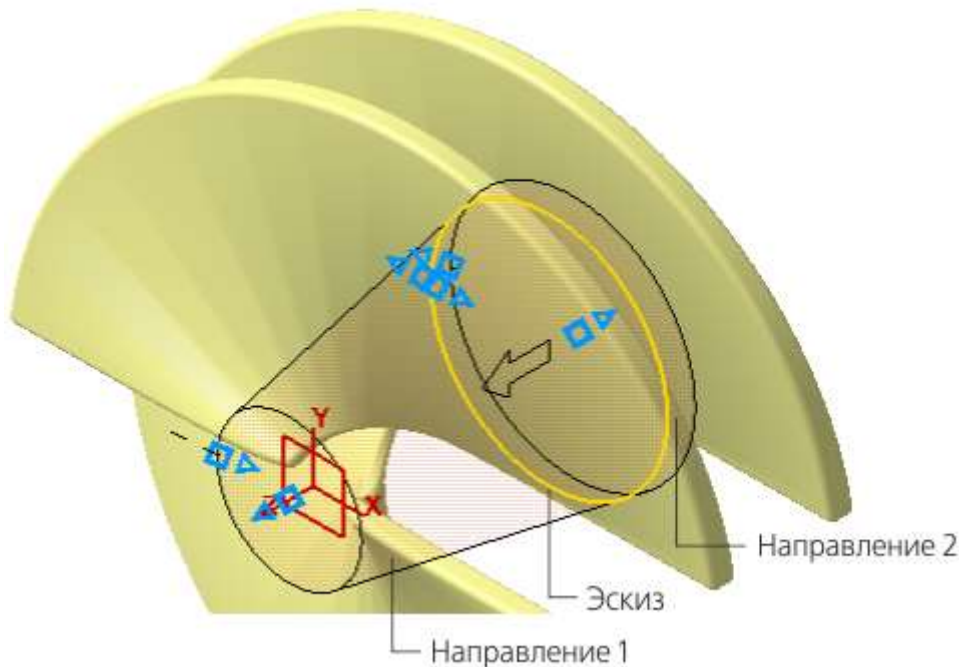
Выдавим окружность одновременно в двух направлениях.

1. Нажмите кнопку Элемент выдавливания  на панели Элементы тела.

2. Задайте параметры для первого направления: **Способ** — До объекта , **Объект** — Смещенная плоскость 1 (укажите в Дереве построения), **Смещение** — 20, **Угол** — 10. Смените направление уклона .

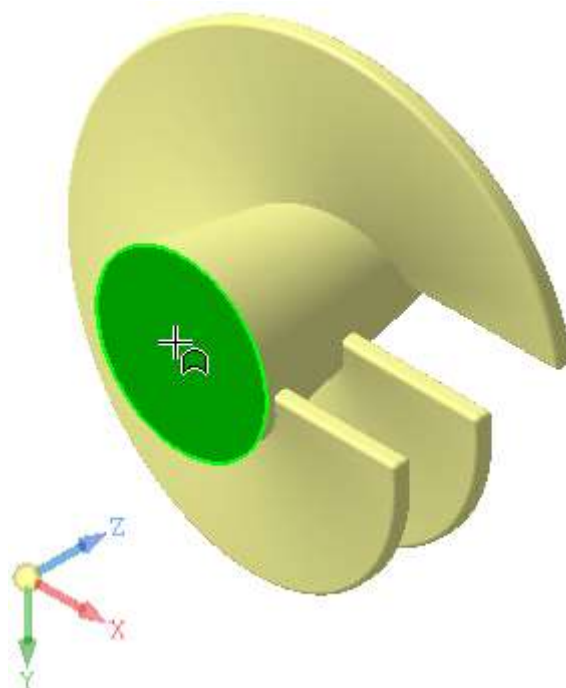
3. Установите переключатель **Второе направление** в положение **I** (включено).





4. Задайте параметры для второго направления: **Способ** — На расстояние, **Расстояние** — 20, **Угол** — 10.

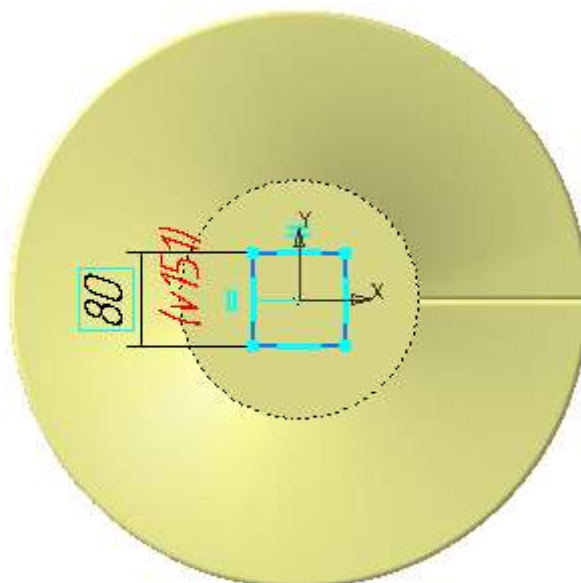



5. После завершения операции выдавливания убедитесь в корректности построения. Разверните модель в пространстве, например, нажатием клавиш **<Str1>+<Shift>** и щелчком по стрелке Z Элемента управления ориентацией.


6. Создайте эскиз  на плоскости большого основания конуса.

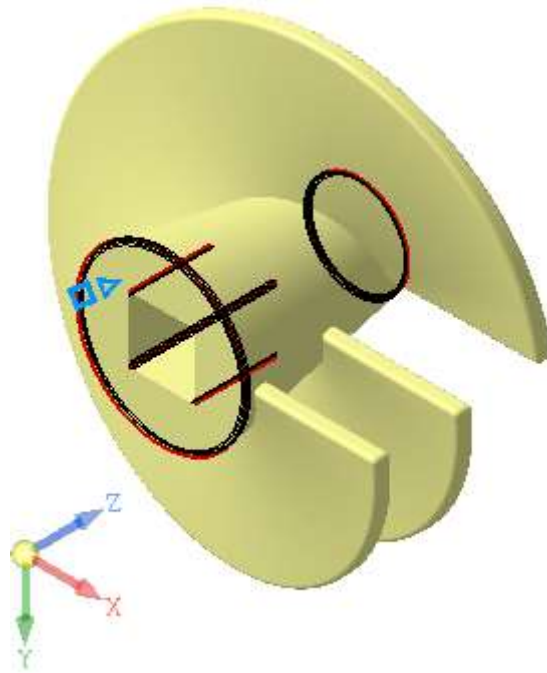


7. Постройте в нем квадрат  со стороной **80**. Выровняйте его по горизонтали и вертикали  относительно начала координат детали. Задайте ограничение Равенство . Проставьте размер .

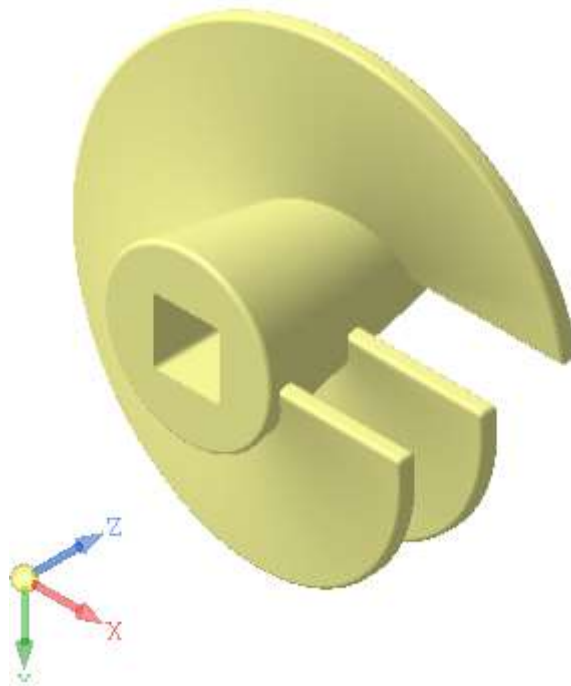


8. Вырежьте выдавливанием эскиз  на расстояние **100** без уклона, задав необходимые параметры.

9. Выполните скругление ребер построенной оси  радиусом **5**.

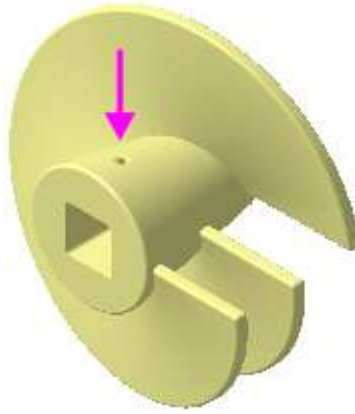






Модель примет окончательный вид.

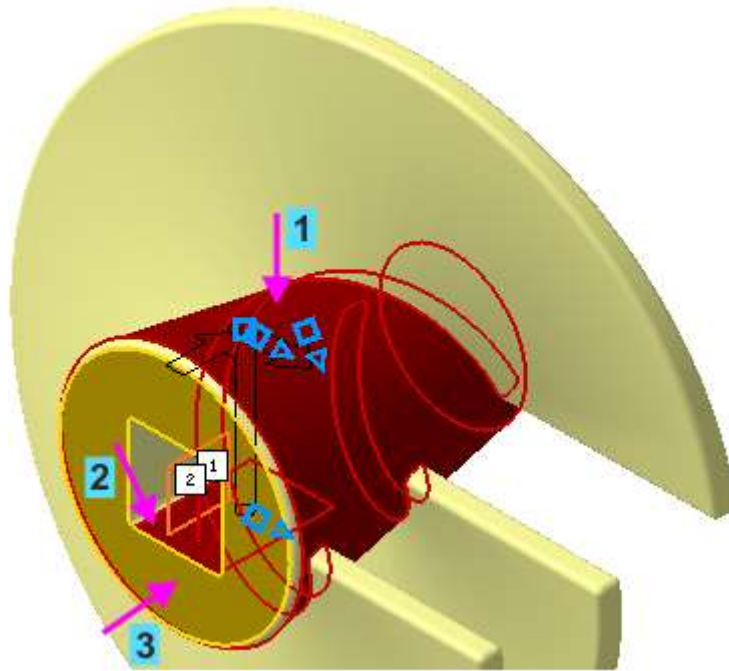


Задание 8. Построение отверстия в заданном направлении

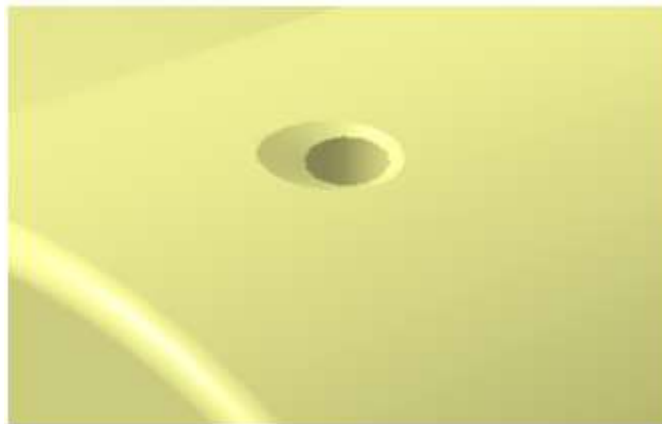
Построим вертикальное отверстие на расстоянии **60** от торца детали, как показано на рисунке.



1. Нажмите кнопку **Отверстие с зенковкой**  на панели **Элементы тела** (группа **Отверстие простое**).
2. В графической области укажите коническую грань приблизительно в точке размещения отверстия (стрелка 1).
3. На Панели параметров задайте параметры отверстия: **Диаметр** — 12, **Глубина** — **До объекта** , **Объект** — грань Элемента выдавливания 2 (укажите нижнюю горизонтальную грань квадратного отверстия, стрелка 2). Задайте параметры зенковки: **Диаметр** (зенковки) — 20, **Угол** (зенковки) — 120.
Зададим параметры размещения отверстия.
4. В секции **Размещение** убедитесь, что в группе **Смещение** выбран способ **По смещениям от двух объектов** .
5. Активизируйте поле **Объект 1** и укажите в Дереве плоскость ZY.
6. Нажмите кнопку **Линейный/Радиальный**  и задайте **Расстояние 1** — 0.
7. Активизируйте поле **Объект 2** и укажите грань большого основания конуса (стрелка 3).
8. Задайте расстояние 60.
Зададим наклон оси отверстия.
9. В секции **Дополнительные параметры** установите переключатель **Перпендикулярно поверхности** в положение 0 (отключено).
10. Активизируйте поле **Направление** оси и укажите в Дереве ось Y.




Нажмите кнопку Создать объект .

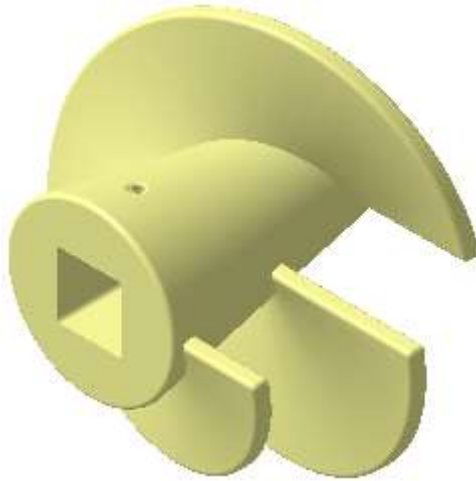



Задание 9. Проверка работы переменных

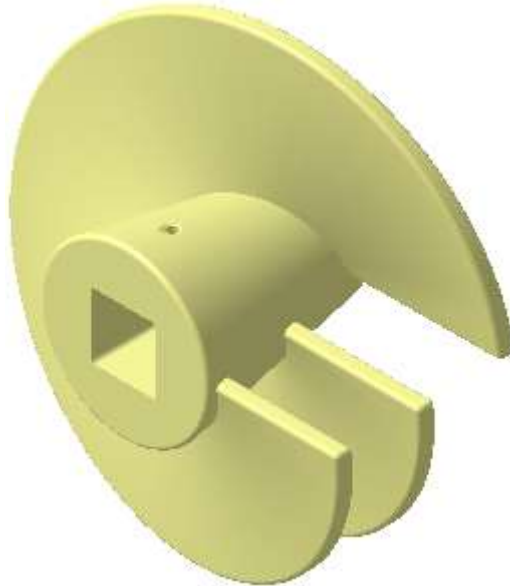
1. На Панели переменных в разделе главных переменных измените значения $L=260$ и $Diam=380$.


Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
▼ Лопасть (Тел-1)				
L		260	260	
Diam		380	380	
▶ Начало координат				
▶ Смещенная плоскость:1				
▶ Эскиз:1				

2. Перестройте модель 
 Расстояние между лопатками увеличится, а диаметр уменьшится.



3. Верните значения переменным $L=200$ и $Diam=500$ и перестройте модель .
Модель вернется к прежнему виду.



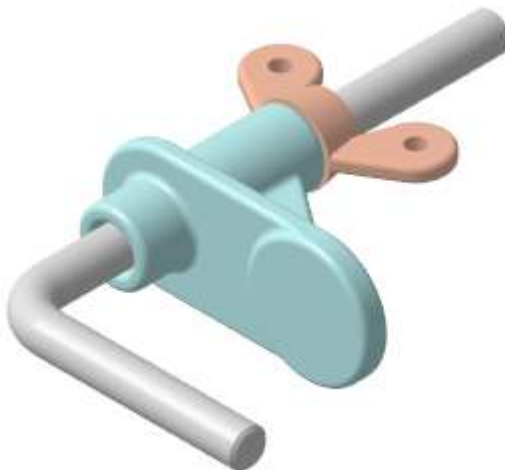
Сохраните модель .

3. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ДЕРЖАТЕЛЬ

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ


В этом задании показан процесс создания сборки **Держатель** из заранее подготовленных деталей.


Сборка строится методом снизу вверх с размещением компонентов.



Задание 1. Вставка с созданием сопряжений

Создадим документ-сборку.


1. Нажмите кнопку **Создать**  на панели **Системная**.
2. В диалоге **Новый документ** укажите тип создаваемого документа **Сборка**. На экране появится окно новой сборки.

3. Сохраните сборку  под именем **Держатель_ФамилияСтудента** в папку **\5 Держатель** — папку с деталями, которые будут добавлены в сборку.

При выполнении Заданий сохраняйте документы — детали, сборку, созданные по ним чертежи и спецификации — в одной папке.

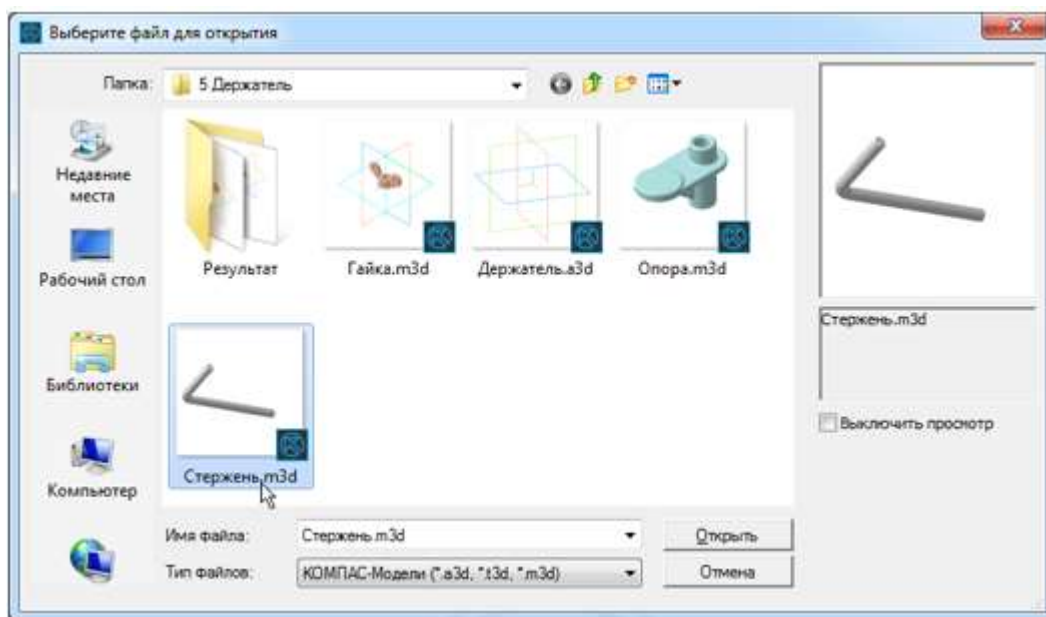
4. Задайте свойства сборки — обозначение **ОМТ-02.000** и наименование **Держатель**.
5. Установите для сборки ориентацию **Y-аксонометрия**.

Задание 2. Добавление деталей

1. Чтобы добавить в сборку компонент, уже имеющийся на диске в виде файла, нажмите кнопку **Добавить компонент из файла...**  на панели **Компоненты**.


2. Если на вашем компьютере открыт другой документ-модель, то на экране появится диалог **Открытые документы**. Нажмите в нем кнопку **Выбрать с диска...** Если открытых документов нет, то появится диалог открытия файлов.

3. В диалоге открытия файлов, в папке **\5 Держатель**, укажите файл **Стержень.m3d** и нажмите кнопку **Открыть**.

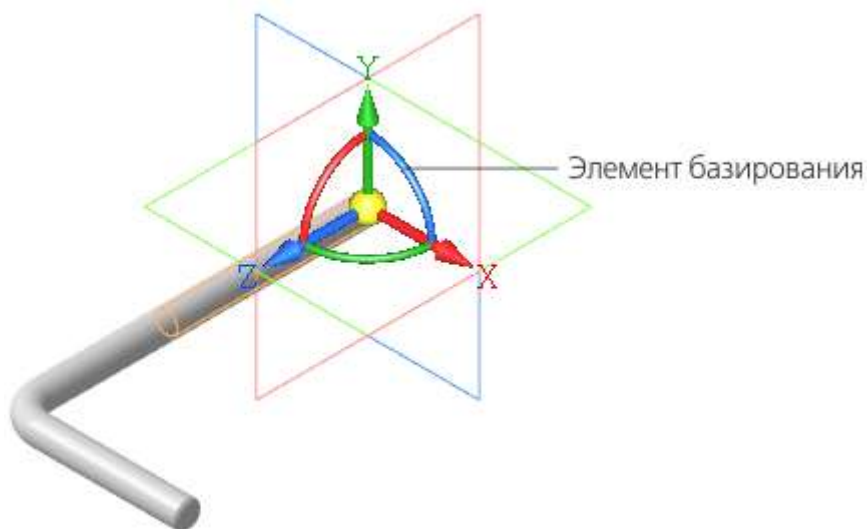


Обычно в качестве первого выбирают тот компонент сборки, к которому удобнее добавлять все прочие компоненты. Часто процесс создания сборки повторяет реальные сборочные операции. В этом задании на Стержне нужно разместить Опору и Гайку.

В графической области появится фантом выбранного компонента. Изменение положения компонента в модели производится путем перемещения Элемента базирования.

4. Укажите точку начала координат сборки. Для этого подведите курсор к этой точке — он будет находиться в режиме указания начала координат .

Для того чтобы совместить вставляемый элемент с началом координат, достаточно нажать комбинацию клавиш **<Ctrl>+<0>**, а затем клавишу **<Enter>**.




5. Нажмите кнопку **Создать объект** .

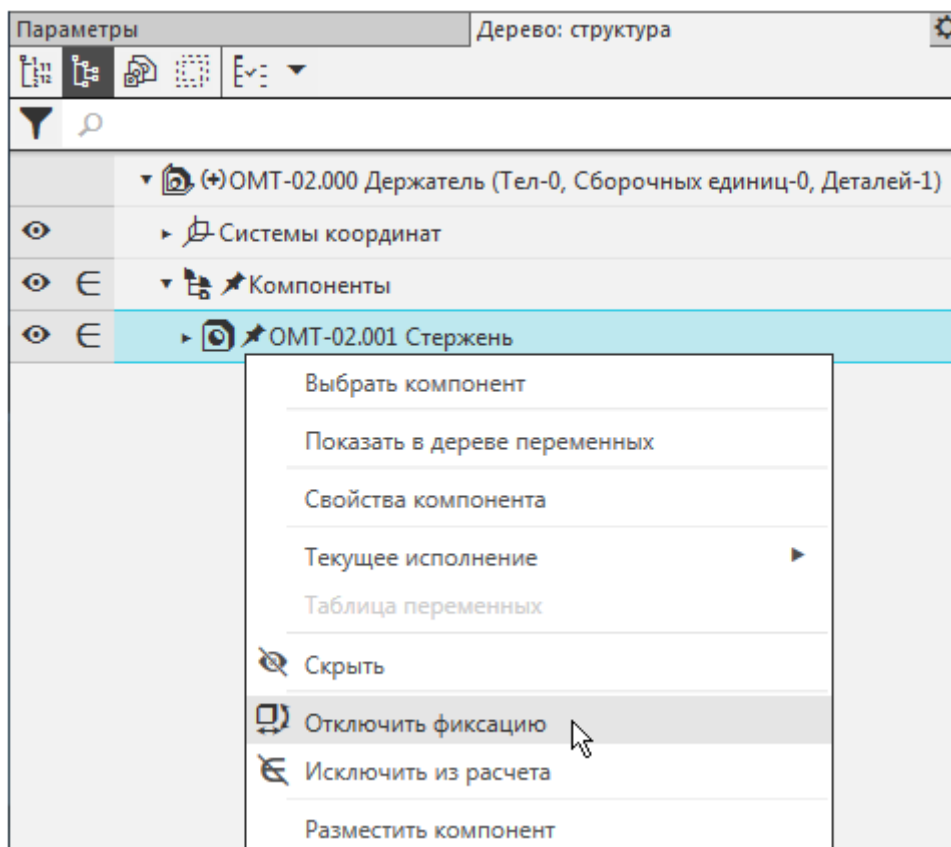
После вставки компонента в сборку его начало координат, направление осей координат и системные плоскости совмещаются с аналогичными элементами сборки.

Совмещение точек начала координат сборки и вставляемого компонента необязательно. Это нужно в тех случаях, когда требуется совпадение систем отсчета координат. Также иногда важно, чтобы построения, выполненные для компонента, в сборке имели такую же особенность — например, вставляется симметричная деталь, для которой плоскостью симметрии должна служить системная плоскость.

Задание 3. Фиксация компонентов

Первый компонент автоматически фиксируется в сборке в том положении, в котором он был вставлен. Признаком фиксации элемента служит значок  слева от имени компонента в Дереве построения. Зафиксированный компонент не может быть перемещен или повернут в системе координат сборки. Фиксацию компонентов можно выключать и включать с помощью команд контекстного меню.

1. Отключите фиксацию и ознакомьтесь с тем, как изменились значки в Дереве построения.




2. Включите фиксацию.

Задание 4. Добавление деталей с созданием сопряжений

Сопряжение — параметрическая связь между гранями, ребрами, вершинами, плоскостями или осями разных компонентов сборки.

Процесс наложения сопряжений можно запустить непосредственно в процессе вставки. Таким образом все необходимые сопряжения можно наложить на компонент еще до завершения вставки. Объекты компонента, участвующие в сопряжениях, можно указывать как в графической области, так и в дополнительном окне, содержащем только вставляемый компонент и Дерево его построения.

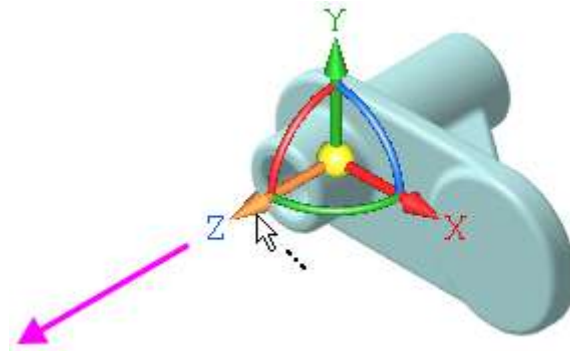
Для того чтобы определить положение Опоры, нужно создать три сопряжения — разместить деталь на оси Стержня, задать расстояние от его вершины, задать угол поворота вокруг оси.

1. Добавьте в сборку деталь **Опора**. Для этого вновь вызовите команду **Добавить компонент из файла...** .

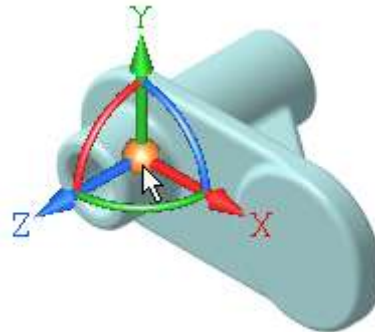
2. После того, как вы выбрали деталь в диалоге открытия файлов, укажите положение вставляемой детали, щелкнув мышью в любом месте графической области.

Ознакомимся с работой Элемента базирования.

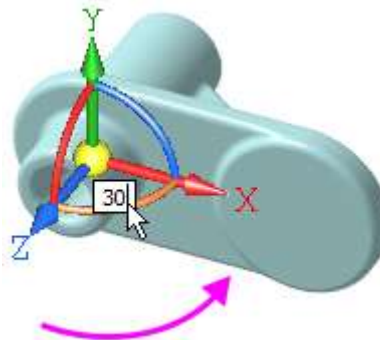
3. Подведите курсор к оси Z элемента, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, «перетаскивайте» деталь в направлении оси.



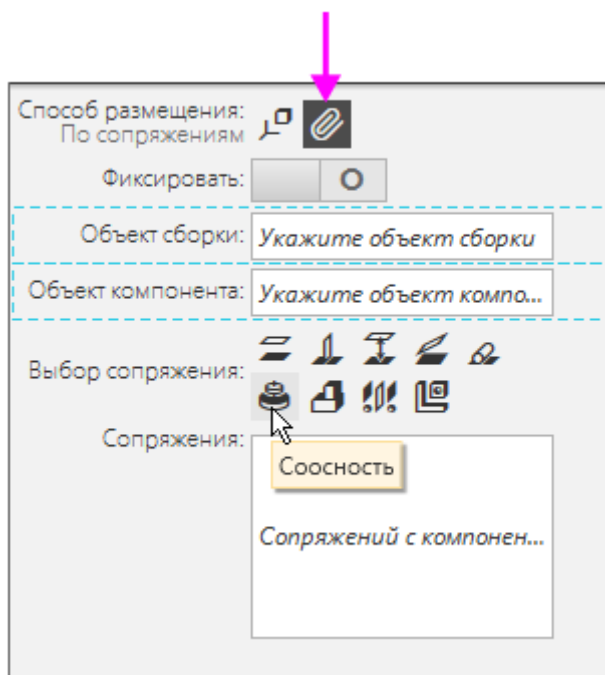
Для свободного перемещения «перетаскивайте» модель за сферу.




Для поворота вокруг оси поворачивайте модель за дугу. Чтобы точно задать угол поворота, щелкните мышью по дуге и введите значение угла.




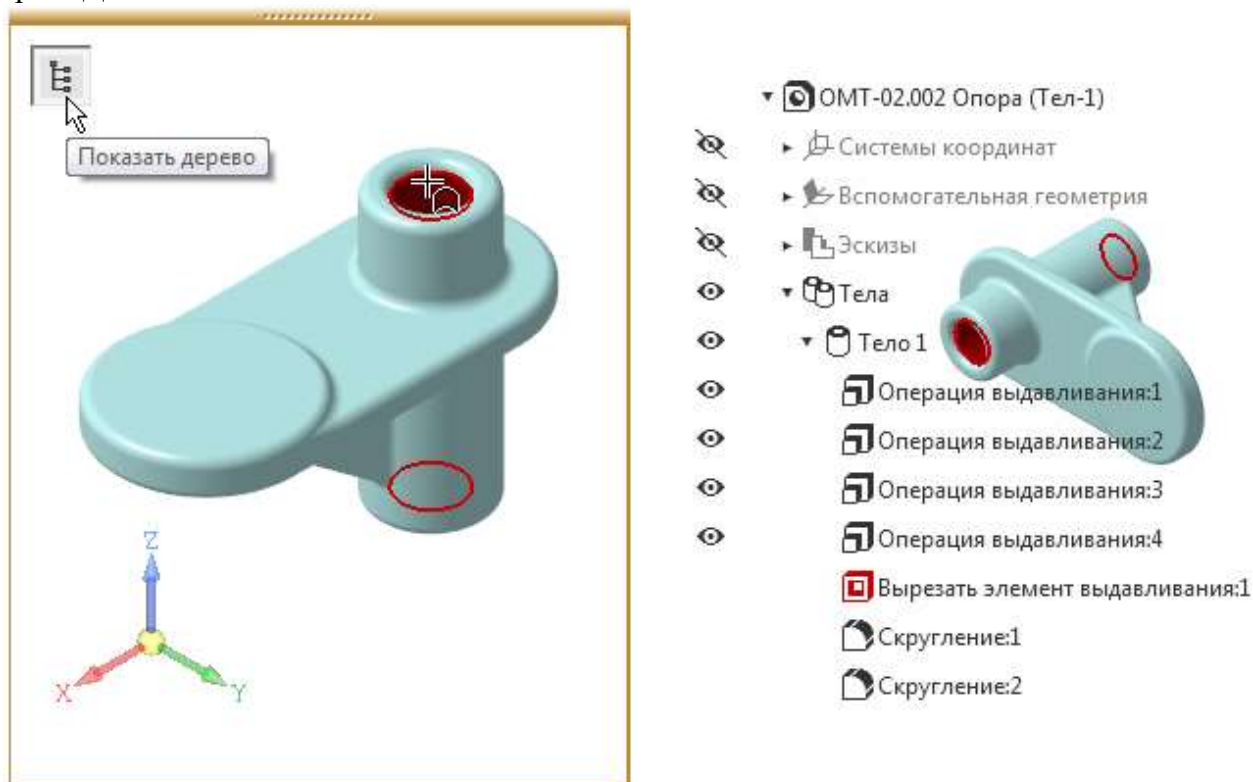
4. Задайте сопряжения. Для этого в группе **Способ размещения** на Панели параметров нажмите кнопку **По сопряжениям** .



5. Чтобы задать сопряжение соосности, в группе **Выбор сопряжения** нажмите кнопку **Соосность** .

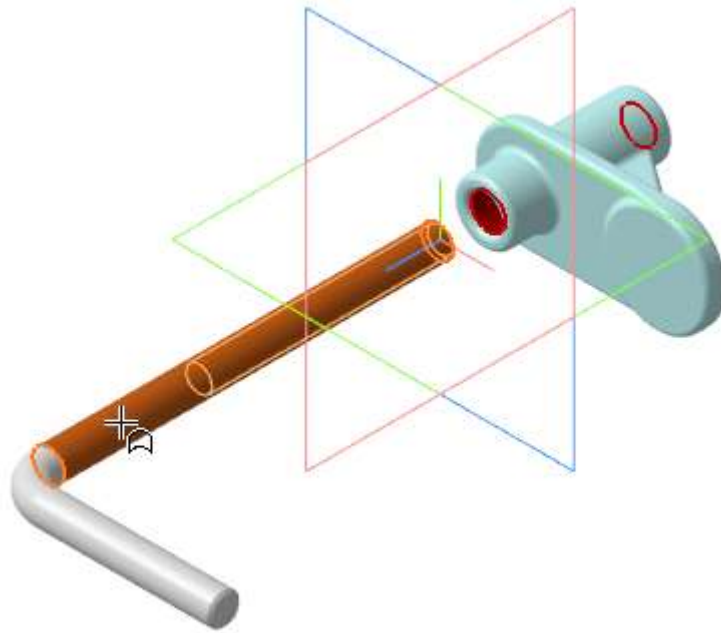
6. В Дополнительном окне укажите цилиндрическую грань Опоры.


7. Нажмите кнопку **Показать дерево** . Вы можете указывать объекты также в дереве Дополнительного окна.

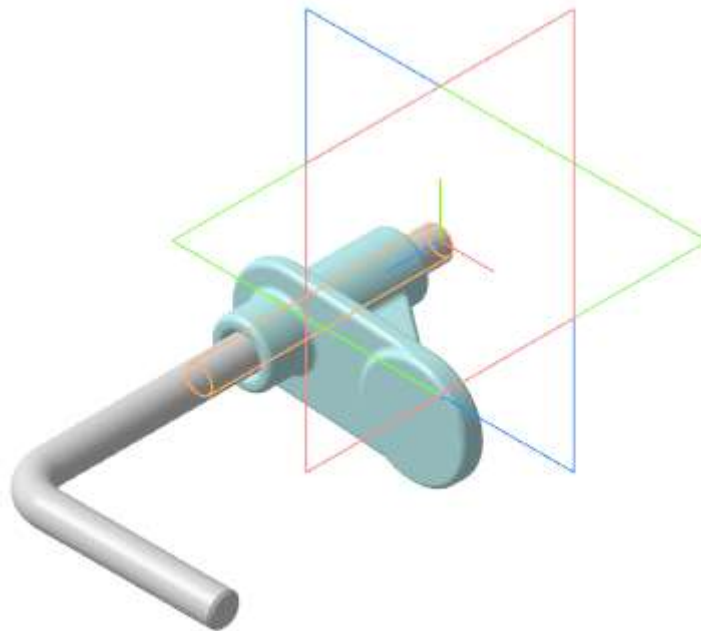


Если Дополнительное окно закрывает изображение, «перетащите» модель мышью в нужном направлении, нажимая при этом комбинацию клавиш **<Ctrl>+<Shift>**.

8. В графической области укажите цилиндрическую грань Стержня.



9. Завершите создание соосности. Нажмите кнопку **Создать объект** .
Опора займет положение на оси Стержня или его продолжении. На рисунке показан вариант, когда Опора автоматически расположилась на оси.



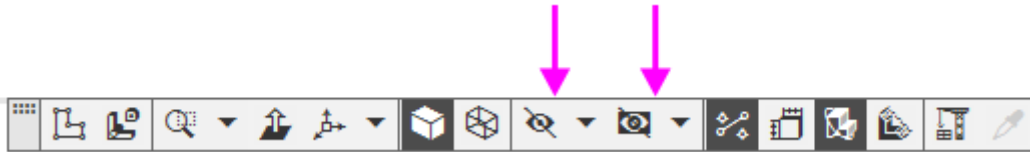
Далее Опору нужно установить на расстоянии **10** от границы изгиба Стержня.


10. Убедитесь, что в модели Стержня и Опоры имеются объекты, которые могут быть использованы для задания размера — вспомогательные плоскости, точки, кривые. Для этого включите отображение всех вспомогательных объектов компонентов при помощи команды

Скрыть все вспомогательные объекты в компонентах .


Если таких объектов нет, то их следует построить в документе-источнике. Так в компоненте **Опора** в граничной точке детали заранее была создана вспомогательная плоскость.

11. Убедитесь, что кнопки скрытия вспомогательных объектов выключены.



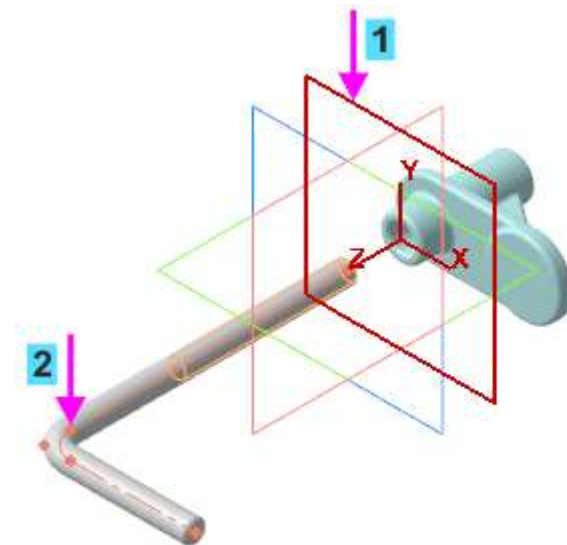
12. Включите показ смещенной плоскости в дереве **Дополнительного окна** , если она не отображается.




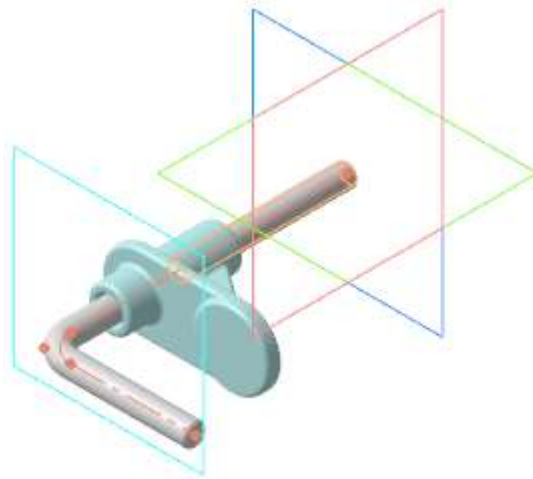
13. В группе **Выбор сопряжения** на Панели параметров нажмите кнопку **На расстоянии** .

14. Укажите **Объект 1** — смещенную плоскость Опоры (стрелка 1), а затем **Объект 2** — вершину 2 траектории Стержня (стрелка 2). Задайте расстояние **10** в поле **Расстояние** на Панели параметров.


Если смещенная плоскость скрыта, ее можно указать в дереве **Дополнительного окна** Опоры.



15. Завершите размещение на расстоянии. Нажмите кнопку **Создать объект** .

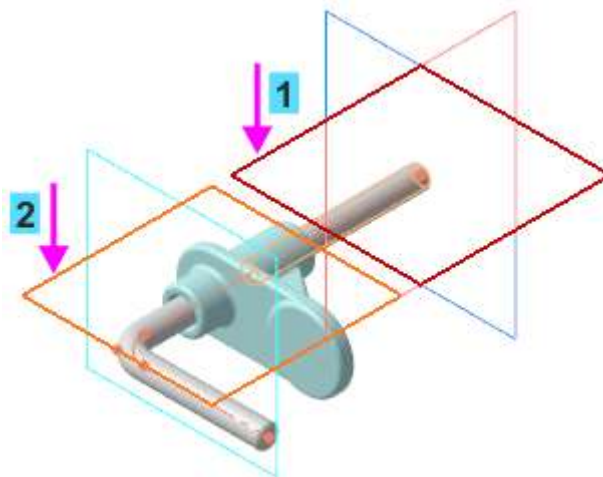



Далее необходимо создать сопряжение, определяющее угол поворота Опоры относительно Стержня. Запретим поворот, задав то положение, которое показано на рисунке.


16. В группе **Выбор сопряжения** нажмите кнопку **Параллельность** 


17. Включите показ плоскостей координат Опоры, если они скрыты.

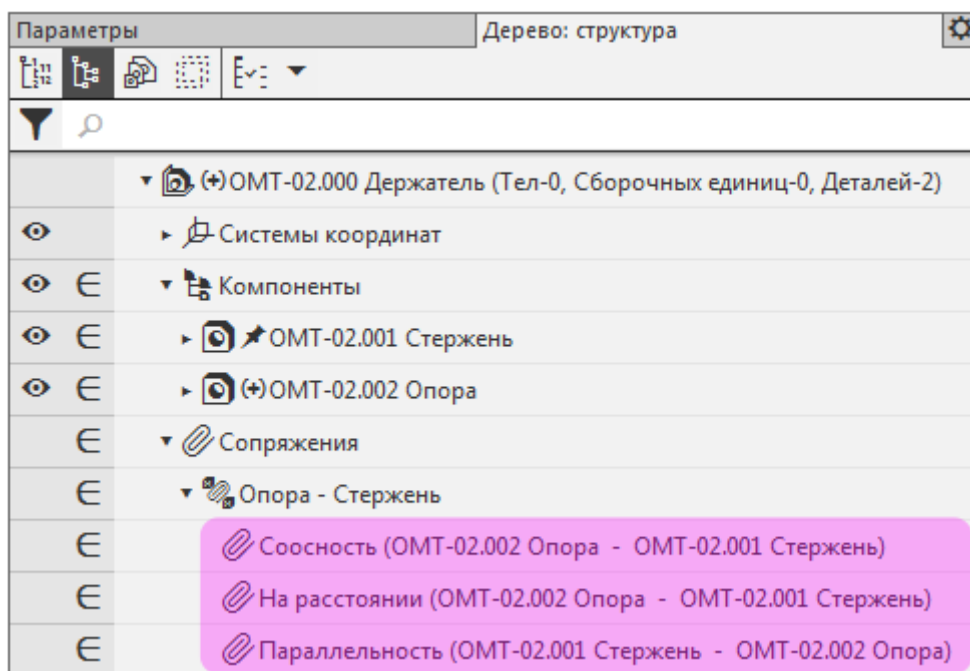
18. Укажите в Дереве построения плоскость ZX Стержня и в дереве Дополнительного окна плоскость ZX Опоры.



19. Завершите создание параллельности. Нажмите кнопку **Создать объект** .

20. Для подтверждения размещения компонента из файла еще раз нажмите кнопку **Создать объект** .

21. Перестройте модель , если требуется. Сопряжения появятся в Дереве построения.





Задание 5. Перемещение и поворот компонента при наложенных сопряжениях

Перемещения компонентов возможны только в тех направлениях, которым не препятствуют заданные ограничения. Чтобы переместить компонент с одного места на другое, необходимо удалить или исключить из расчета соответствующее сопряжение.

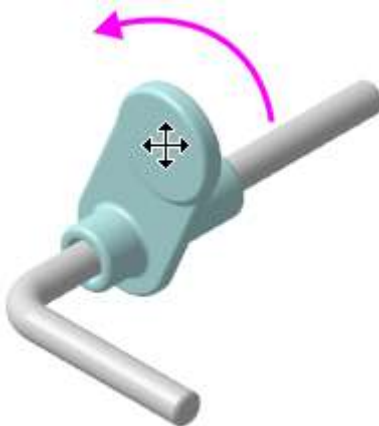
1. Исключите из расчета сопряжение **Параллельность** одним из способов:


- при помощи команды контекстного меню **Исключить из расчета**,
- щелчком мыши по значку **Включен в расчет** € , тем самым преобразовав его в значок **Исключен из расчета** € в Дереве построения.

2. Нажмите кнопку **Переместить компонент**  на панели **Размещение компонентов**. Установите курсор на компонент **Опора**, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите деталь. При этом курсор меняет свой вид .

Затем отпустите кнопку мыши.

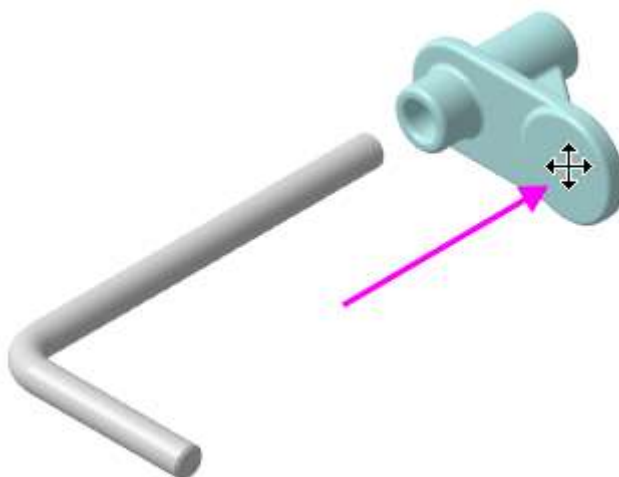
Компонент может свободно поворачиваться относительно Стержня.




3. Нажмите кнопку **Завершить** .

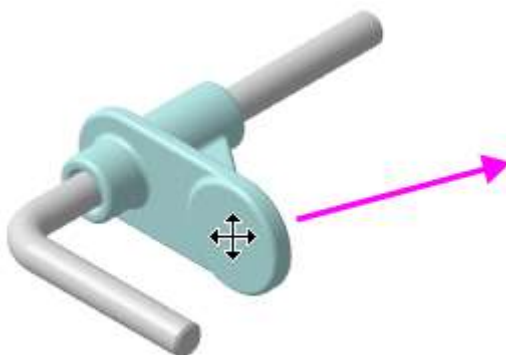
4. Включите в расчет сопряжение **Параллельность**, но исключите сопряжение **На расстоянии**.

5. Нажмите кнопку **Переместить компонент**  и «снимите» Опору со Стержня.




6. Нажмите кнопку **Завершить** .

7. Включите в расчет сопряжение На расстоянии и попробуйте **Переместить компонент** .




У вас это не получится, так как Опора имеет ограничения на все виды перемещений.

Задание 6. Перемещение и поворот компонента, если сопряжения не созданы

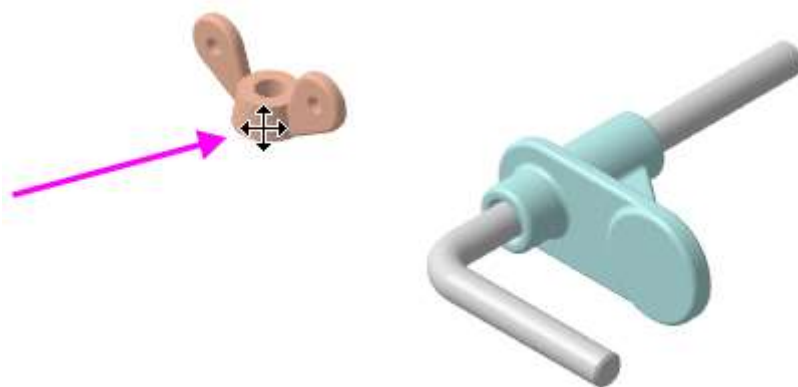
1. Добавьте в сборку деталь **Гайка**  из папки \5 Держатель. После того как вы выбрали деталь в диалоге открытия файлов, укажите ее положение щелчком мыши в любом месте графической области.

2. Нажмите кнопку **Создать объект** .


Гайка может быть добавлена из Справочника или Библиотеки Стандартные Изделия, если у вас имеется лицензия на их использование. В этом случае после вставки следует выполнить приемы размещения и создания сопряжений — такие же, как для построенной детали.

3. Переместите Гайку в графической области .

Так как на Гайку не наложены сопряжения, она свободно перемещается в пространстве.



4. Нажмите кнопку **Повернуть компонент** на панели **Размещение компонентов** (группа **Переместить компонент**).

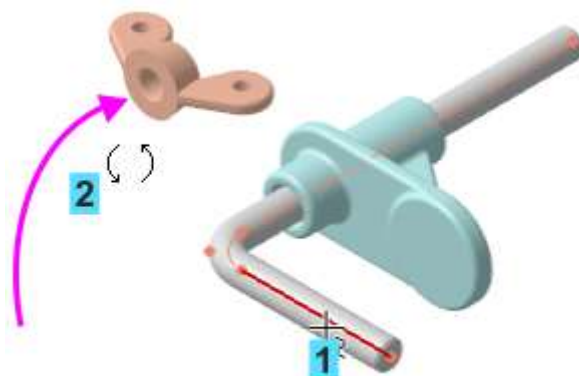
Вы можете вращать курсором Гайку в произвольном направлении. Курсор при этом изменит свой вид .

5. На Панели параметров активизируйте поле **Центр/ось вращения**.

6. Укажите ось, вокруг которой нужно повернуть Гайку — сегмент ломаной Стержня (курсор 1).

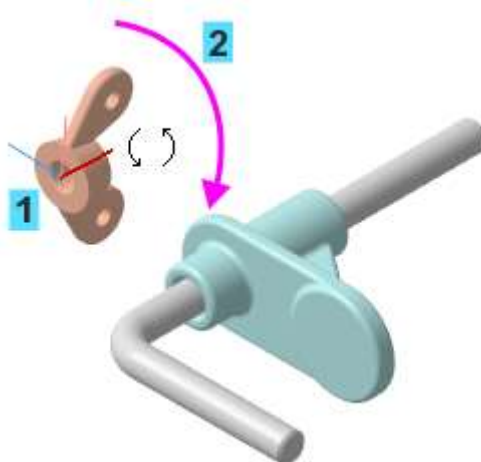
Ломаная, которая служит осью, была построена в модели Стержня при его создании.

7. Поверните Гайку (курсор 2) до нужного положения.



Вы можете повернуть Гайку вокруг другой оси — например, ее собственной оси.

8. Для этого вновь нажмите **Центр/ось вращения**. Затем укажите **Ось Y** Гайки и поверните Гайку.



Задание 7. Команда Сопряжения

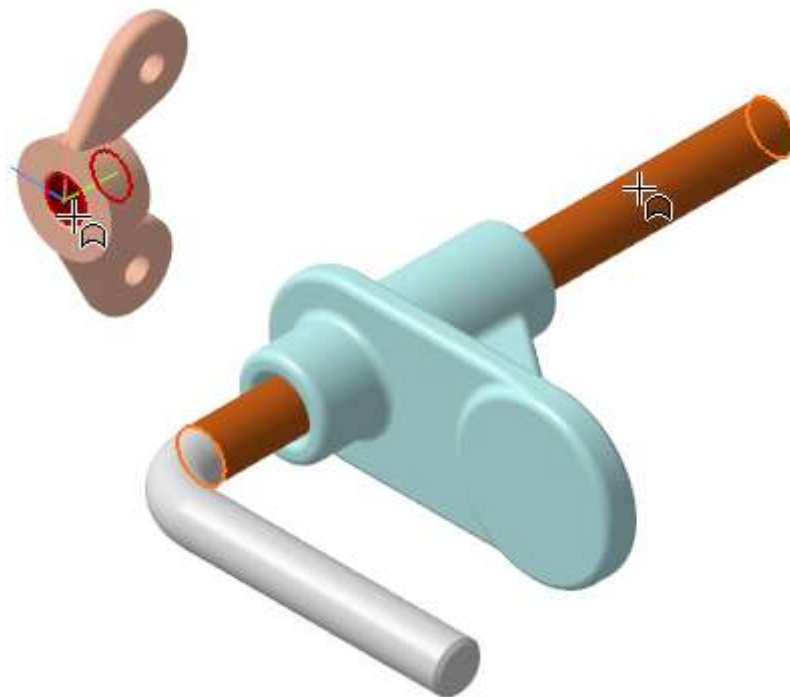
Сопряжения можно задавать после вставки и расположения деталей в графической области.

Зададим сопряжения для Гайки — разместим деталь на оси Стержня вплотную к Опоре, а также запретим поворот вокруг оси.


1. Нажмите кнопку **Соосность**  на панели **Размещение компонентов** (группа **Совпадение**).

2. Измените ориентацию Гайки с прямой на обратную, если требуется. Для этого включите опцию **Обратная ориентация**.

3. Укажите цилиндрические грани Гайки и Стержня.

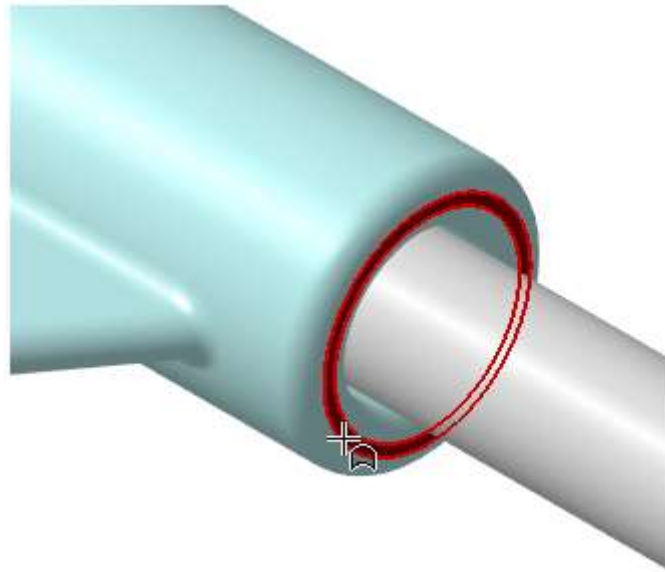


4. Нажмите кнопку **Создать объект** .

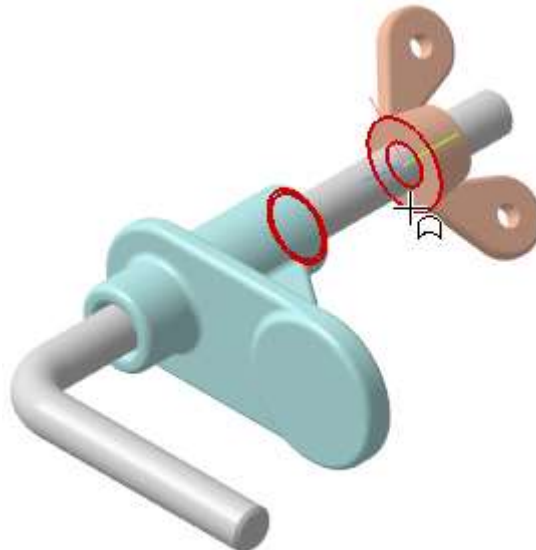
5. Если детали наложились одна на другую, то с помощью команды **Переместить компонент**  сместите Гайку так, чтобы видна была ее торцевая грань.

6. Нажмите кнопку **Совпадение**  на панели **Размещение компонентов**.

7. Разверните модель и увеличьте изображение. Укажите граничную поверхность Опоры — плоскую грань.

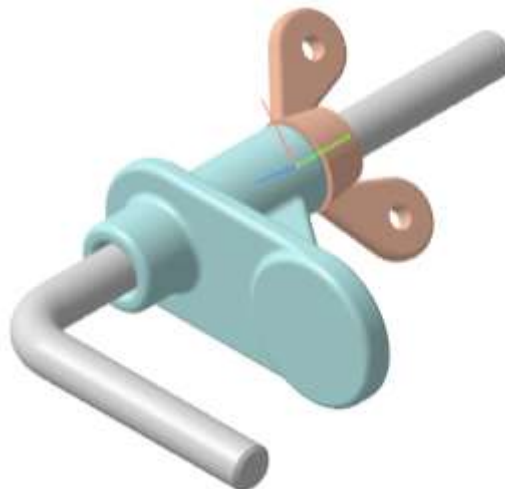


8. Разверните модель и укажите граничную поверхность Гайки — плоскую грань.



Гайка переместится до совпадения с Опорой.

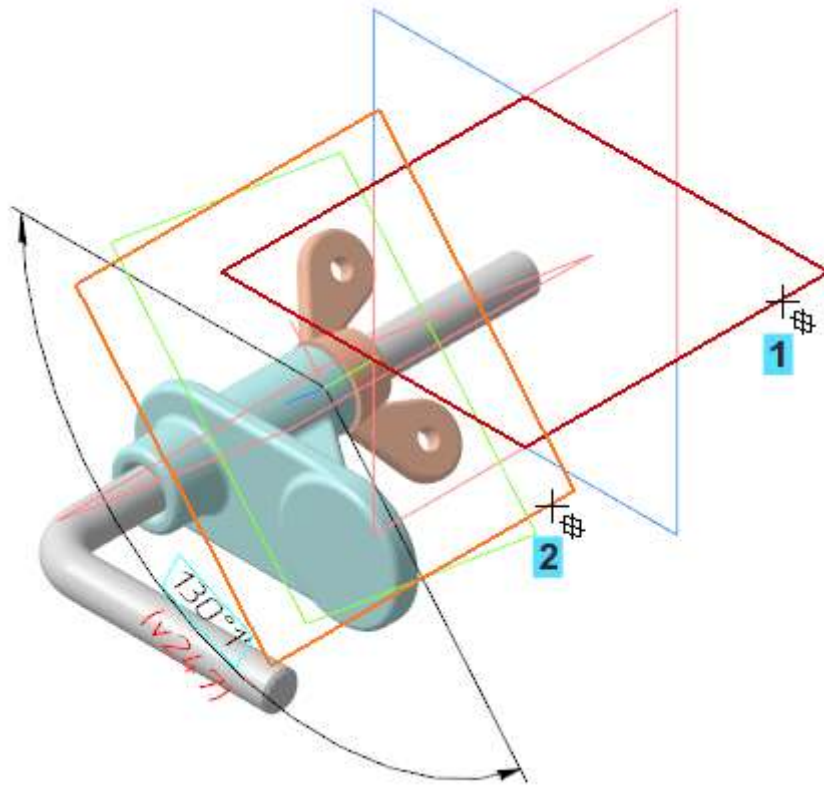
9. Нажмите кнопку **Создать объект** .



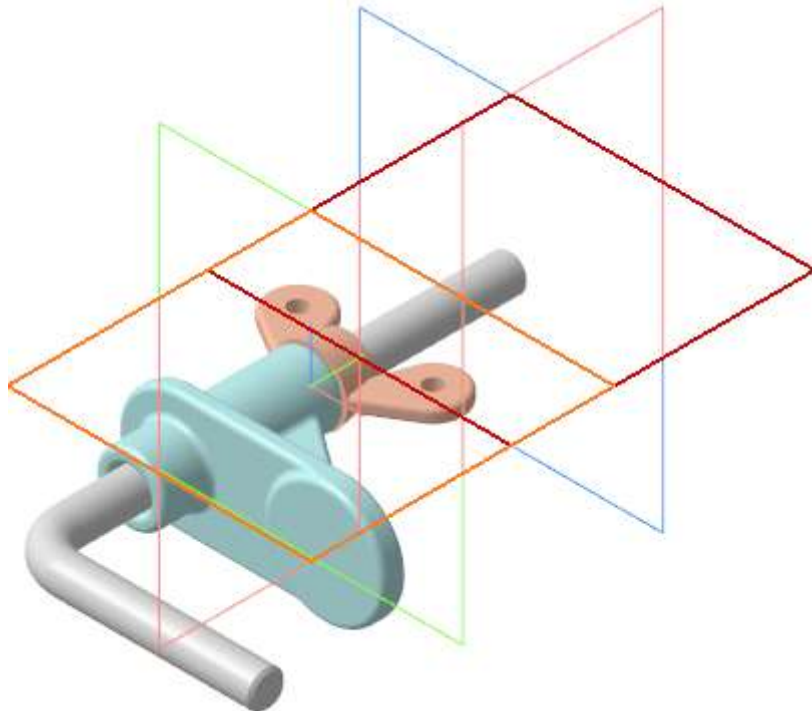
Теперь Гайку нужно повернуть вокруг Стержня, установив ее параллельно плоскости ZX.

10. Нажмите кнопку **Под углом**  на панели **Размещение компонентов** (группа **Совпадение**).

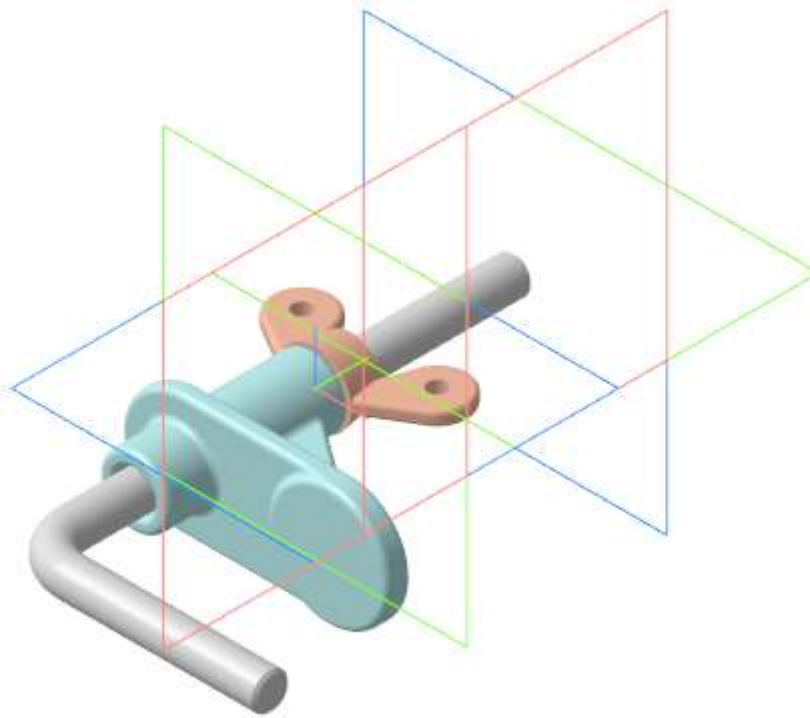
11. Укажите в Дереве построения или в графической области плоскость ZX Стержня (курсор 1) и плоскость XY Гайки (курсор 2).



12. Задайте значение **0** в поле **Угол** Панели параметров.



13. Нажмите кнопку **Создать объект** .

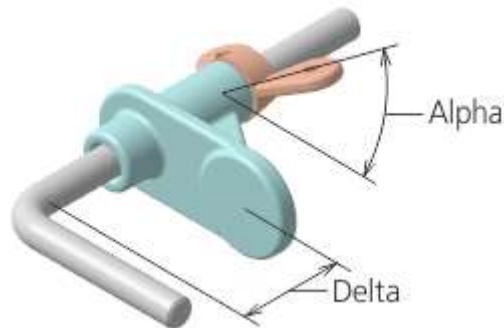


Задание 8. Создание переменной основного раздела

Создадим переменные, управляющие следующими параметрами:

Alpha — углом поворота Гайки вокруг Стержня;

Delta — смещением Опоры вдоль Стержня.



1. Активизируйте **Панель переменных**.
2. В основном разделе Панели переменных щелкните мышью по ячейке **Имя** и введите с клавиатуры наименование переменной **Alpha**. В ячейке **Выражение** введите значение **0**, в ячейке **Комментарий** — текст **Угол поворота Гайки**.
3. Аналогично создайте переменную **Delta**, задайте выражение — **10**, комментарий — **Смещение Опоры**.

Переменные		Параметры		Дерево: структура	
Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий	
▼ ОМТ-02.000 Держатель (Тел-0, Сборочных единиц-0, Деталей-3)					
Alpha	0	0		Угол поворота Гайки	
Delta	10	10		Смещение Опоры	
▶ Начало координат					
▶ ОМТ-02.001 Стержень					
▶ ОМТ-02.002 Опора					
▶ Гайка М6-6Н.6 ГОСТ 3032-76					
▶ Сопряжения					

Переменные созданы. Теперь необходимо связать с ними параметры сборки.

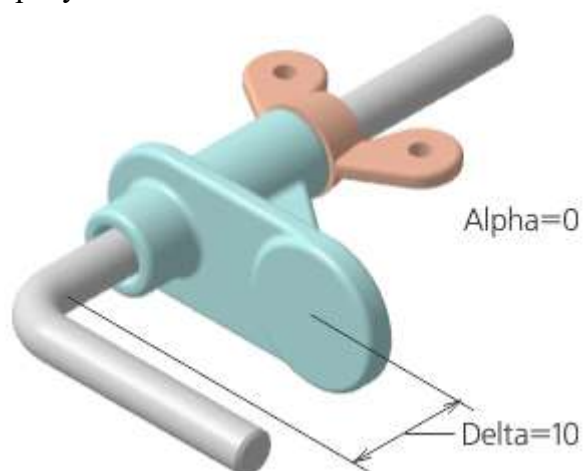
4. Раскройте раздел **Сопряжения — На расстоянии (Опора - Стержень)**. Для переменной Расстояние введите с клавиатуры выражение **Delta**.

5. Раскройте раздел **Под углом (Стержень - Гайка)**. Для переменной Угол введите выражение **Alpha**.

*Вместо наименований **Delta** и **Alpha** можно записать и другие более сложные выражения, в которые входят эти параметры. Кроме того, одни и те же параметры могут быть использованы для нескольких объектов — компонентов и сопряжений.*

Переменные		Параметры		Дерево: структура	
Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий	
▼ ОМТ-02.000 Держатель (Тел-0, Сборочных единиц-0, Деталей-3)					
Alpha	0	0		Угол поворота Гайки	
Delta	10	10		Смещение Опоры	
▶ Начало координат					
▶ ОМТ-02.001 Стержень					
▶ ОМТ-02.002 Опора					
▶ Гайка М6-6Н.6 ГОСТ 3032-76					
▼ Сопряжения					
▶ Соосность (ОМТ-02.002 Опора - ОМТ-02.001 Стержень)					
▼ На расстоянии (ОМТ-02.002 Опора - ОМТ-02.001 Стержень)					
v158		0	Исключит...		
v156	Delta	10	Расстояние	←	
v157		2	Ориентация		
▶ Параллельность (ОМТ-02.001 Стержень - ОМТ-02.002 Опора)					
▶ Соосность (Гайка М6-6Н.6 ГОСТ 3032-76 - ОМТ-02.001 Стержень)					
▶ Совпадение (ОМТ-02.002 Опора - Гайка М6-6Н.6 ГОСТ 3032-76)					
▼ Под углом (ОМТ-02.001 Стержень - Гайка М6-6Н.6 ГОСТ 3032-76)					
v249		0	Исключит...		
v247	Alpha	0	Угол	←	
v248		1	Ориентация		

Так как значения параметров соответствуют значениям, заданным при построении сборки, перестроения не требуется.




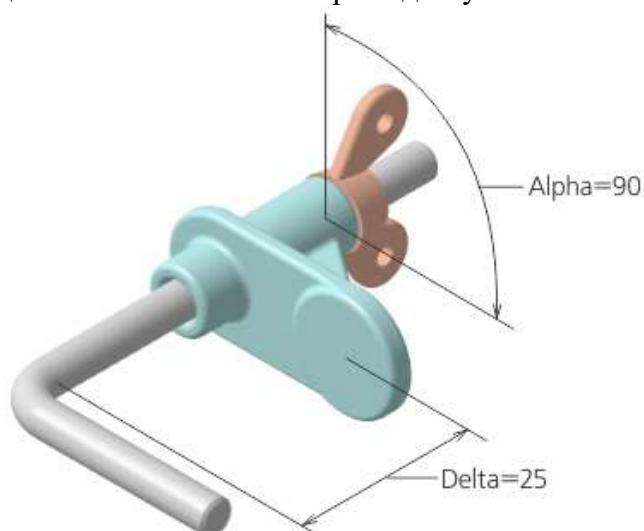
6. Измените выражения для переменных в основном разделе панели:

Alpha — введите значение **90**;

Delta — введите значение **25**.


Переменные		Параметры		Дерево: структура	
Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий	
▼ OMT-02.000 Держатель (Тел-0, Сборочных единиц-0, Деталей-3)					
Alpha		90	90	Угол поворота Гайки	
Delta		25	25	Смещение Опоры	
▶ Начало координат					
▶ OMT-02.001 Стержень					
▶ OMT-02.002 Опора					
▶ Гайка М6-6Н.6 ГОСТ 3032-76					
▼ Сопряжения					

Перестройте модель  на Панели быстрого доступа.

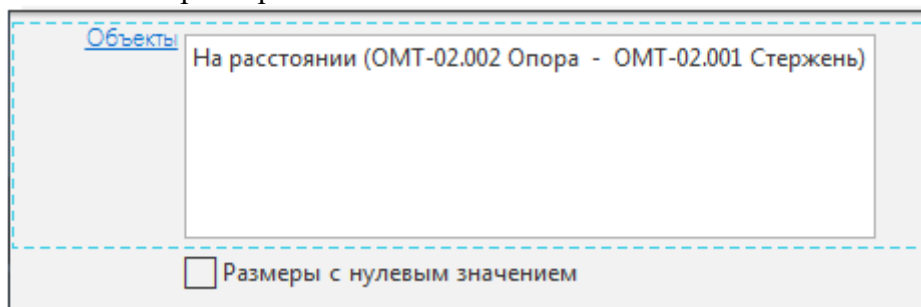


Задание 9. Производные размеры

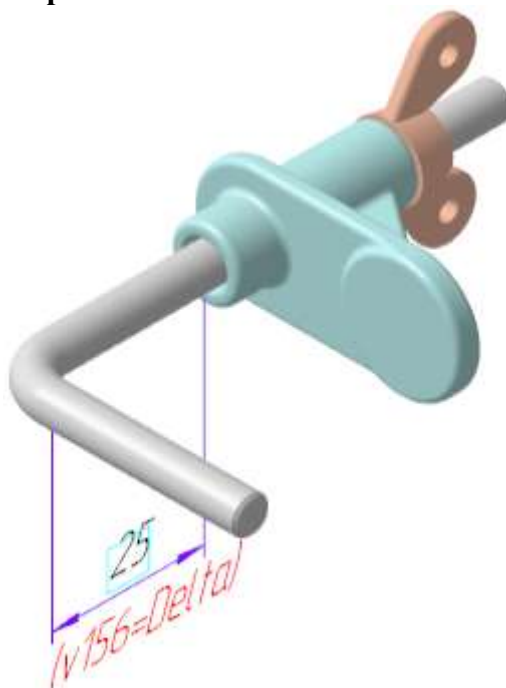
Создание производного размера является наиболее удобным способом проверки работы переменных. Производные размеры можно использовать для изменения параметров модели без входа в режим его редактирования.

1. Нажмите кнопку **Производные размеры**  на панели **Размеры**.
2. Укажите в Дереве построения сопряжение **На расстоянии**.

В поле **Объекты** на Панели параметров появляется объект — сопряжение, определяющее линейный размер.

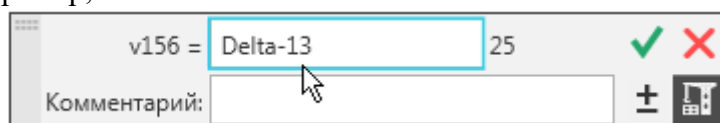


3. Нажмите кнопку **Создать объект** .
4. Нажмите кнопку **Завершить** .

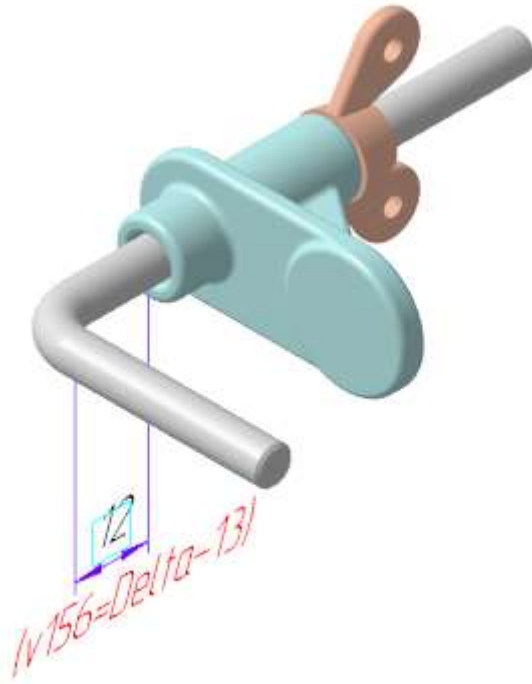



Изменим значение размера.

5. Щелкните по рамке размера мышью и в появившемся диалоге задайте любое число или выражение, например, **Delta-13**.



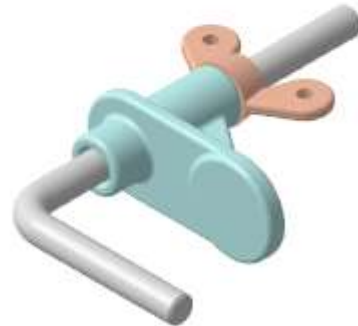
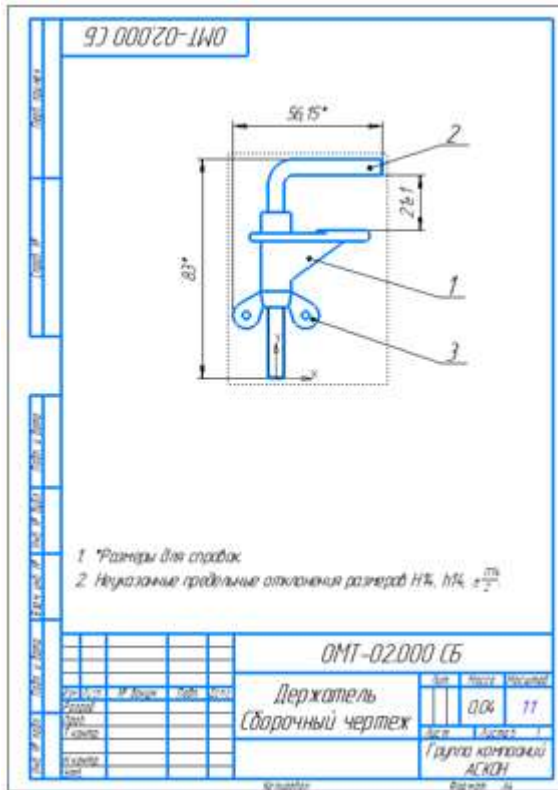
6. Нажмите кнопку **Изменить объект** .
- Расположение Опоры в сборке изменится.



7. Сохраните сборку .

4. СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ И СПЕЦИФИКАЦИИ ПО СБОРКЕ ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

В этом задании показаны приемы создания чертежей и спецификации по модели
Держатель

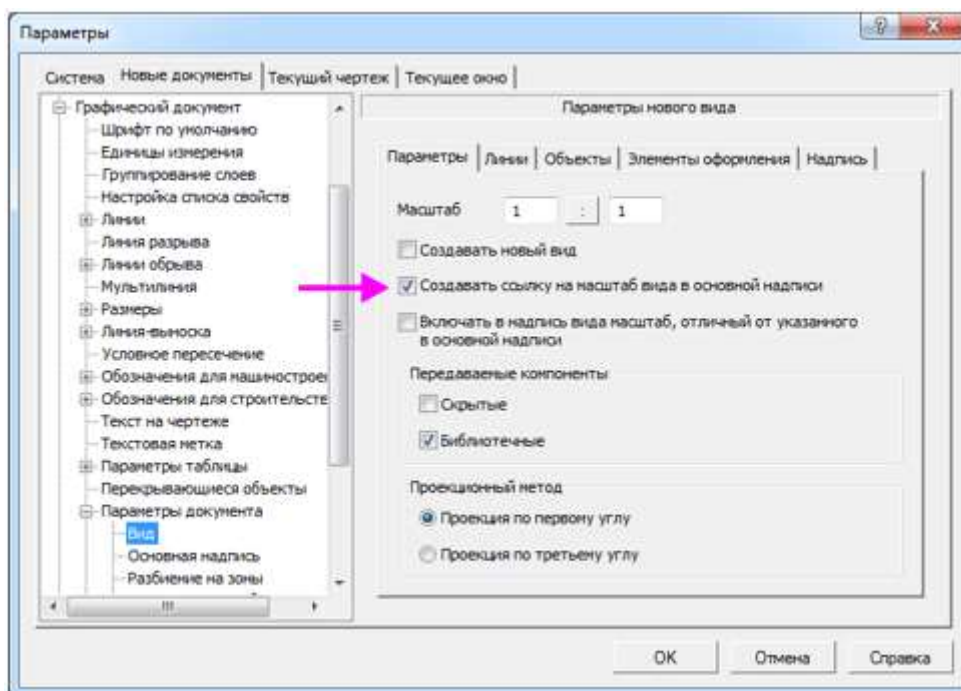


Задание 1. Настройки чертежей

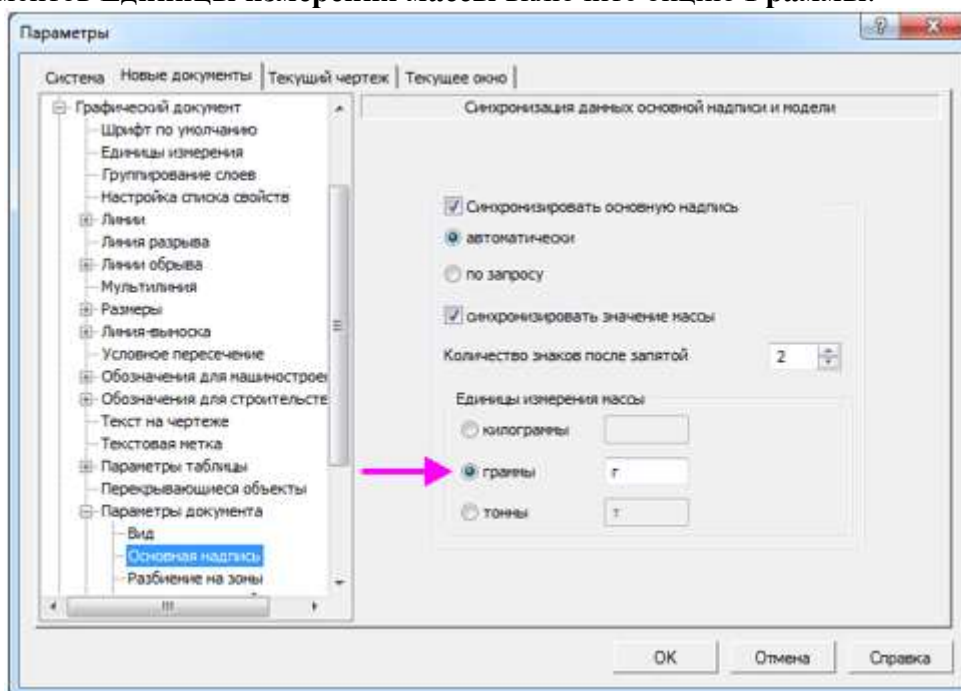
Файлы деталей, необходимые для создания чертежей, находится в папке **C:\Program Files ...\Ascon\Kompas-3D\[версия]\Tutorials\Азбука КОМПАС-3D\5 Держатель**.

Перед тем как создавать чертежи, выполним следующие настройки.

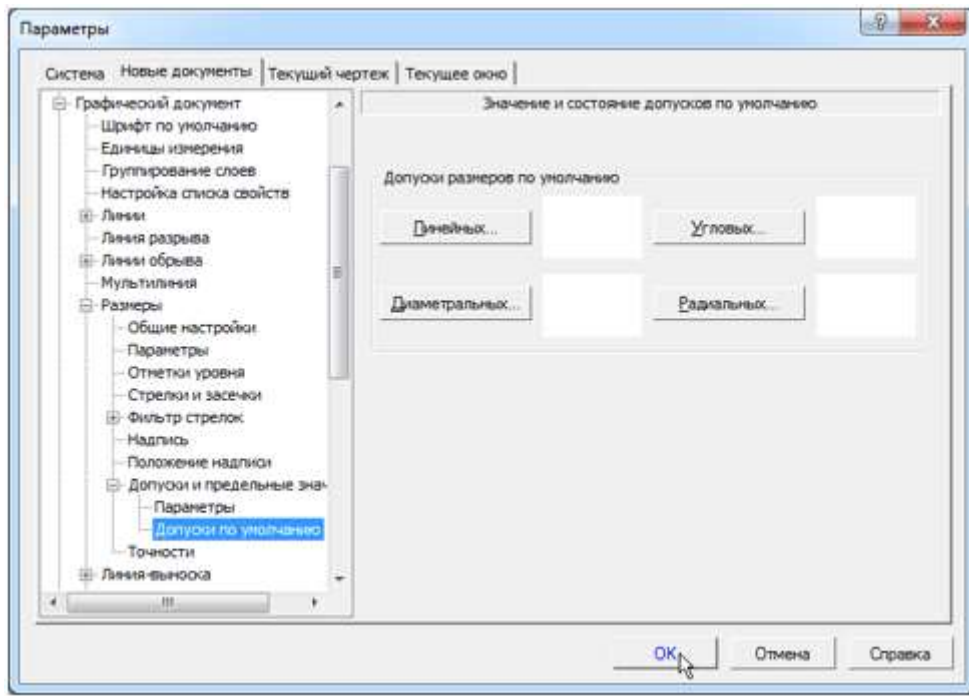
1. В диалоге **Настройка — Параметры...** — **Новые документы** — **Графический документ** — **Параметры документа** — **Вид** включите опцию **Создавать ссылку на масштаб вида в основной надписи**.



2. Так как детали сборки имеют небольшую массу, в разделе **Основная надпись** в группе элементов **Единицы измерения массы** включите опцию **Грамм**.



3. Отключите назначения допусков и предельных отклонений в размерах. Сделайте настройку в разделе Графический документ — Размеры — Допуски и предельные значения — Допуски по умолчанию, аналогично тому, как это было сделано для моделей.



4. Нажмите **ОК**.

Здание 2. Чертеж детали Стержень

Построим чертеж.

1. Откройте файл **Стержень.m3d**.

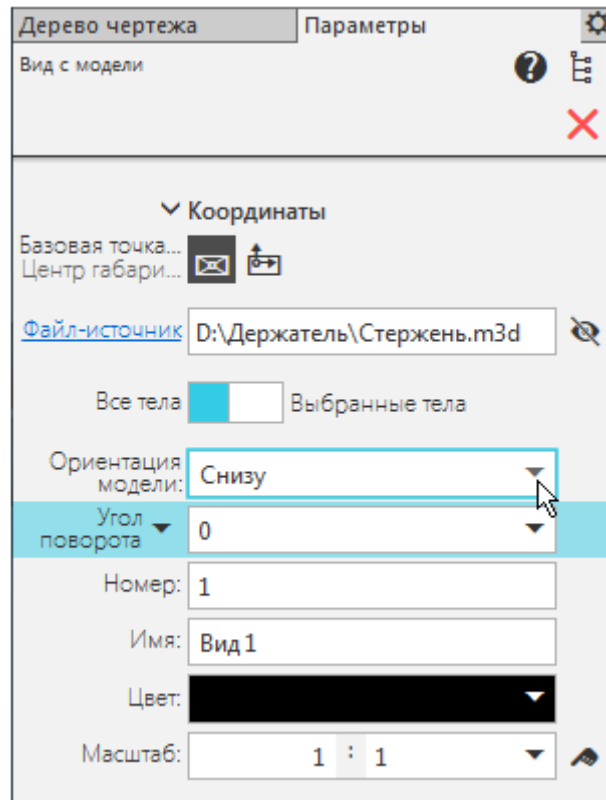


2. Нажмите кнопку **Создать чертеж по модели**  на панели **Чертеж, спецификация**.

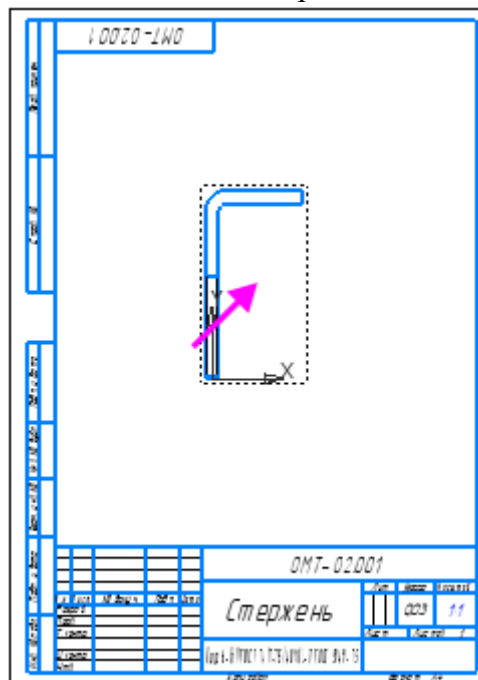
В графической области появится первый лист оформления чертежа формата **A4**, настроенного по умолчанию.

3. На Панели параметров раскройте список **Ориентация модели** и укажите в нем ориентацию вида — **Снизу**.

Если в модели была создана пользовательская ориентация, то она перейдет в чертеж, создаваемый по этой модели. Наименование новой ориентации будет находиться в списке на Панели параметров чертежа.



4. Укажите курсором положения вида на чертеже.




Обратите внимание на то, что основная надпись заполнилась автоматически. Значения в ячейках **Материал** и **Масса** получены из свойств, заданных в документе **Стержень.m3d**.

В ячейку **Масштаб** была вставлена ссылка на масштаб первого созданного пользователем вида. Ссылка формируется, только если на момент создания вида в чертеже нет других видов, кроме системного.

5. Чтобы отредактировать запись в основной надписи, щелкните дважды мышью по любой графе.

					ОМТ-02.001		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стержень	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.						25,44 з	1:1
Проб.					Лист	Листов 1	
Т.контр.					Круг 6-н11 ГОСТ 7417-75/40X13-Т ГОСТ 5949-75		
Н.контр.							
Утв.							

6. Отредактируйте материал в графе **Материал**, представив его обозначение в виде дроби. Для этого выделите дробную часть обозначения и в секции Вставка Панели параметров в группе **Дробь** нажмите кнопку **Нормальной высоты** .

					ОМТ-02.001		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стержень	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.						25,44 з	1:1
Проб.					Лист	Листов	
Т.контр.					Круг 6-н11 ГОСТ 7417-75/40X13-Т ГОСТ 5949-75		
Н.контр.							
Утв.							

7. Выделите часть записи, которая должна быть в знаменателе дроби и нажмите клавиши **<Ctrl>+<C>**.

					ОМТ-02.001		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стержень	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.						25,44 з	1:1
Проб.					Лист	Листов	
Т.контр.					Круг 6-н11 ГОСТ 7417-75/40X13-Т ГОСТ 5949-75		
Н.контр.							
Утв.							

8. Перейдите к знаменателю нажатием клавиши **<^>** и вставьте скопированный текст клавишами **<Ctrl>+<V>**. Проверьте обозначение и удалите лишние символы, если требуется

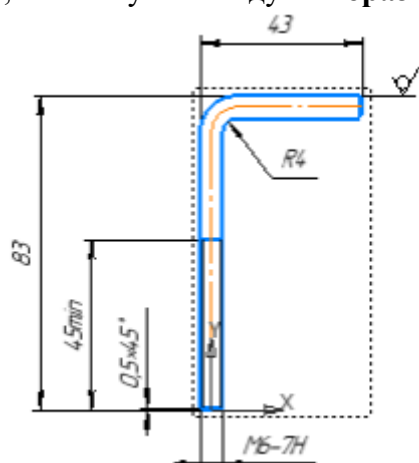
					ОМТ-02.001		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стержень	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.						25,44 з	1:1
Проб.					Лист	Листов	
Т.контр.					Круг 6-н11 ГОСТ 7417-75/40X13-Т ГОСТ 5949-75		
Н.контр.							
Утв.							

9. Нажмите кнопку **Создать объект** .

					ОМТ-02.001		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стержень	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.						25,44 з	1:1
Проб.					Лист	Листов 1	
Т.контр.					Круг 6-н11 ГОСТ 7417-75/40X13-Т ГОСТ 5949-75		
Н.контр.							
Утв.							

10. Оформите чертеж, как показано на рисунке.

11. Проставьте размеры, используя команду **Авторазмер**  на панели **Размеры**.



12. Проставьте знак неуказанной шероховатости при помощи команды **Оформление** — **Неуказанная шероховатость** — **Задать/изменить**.

13. Введите и разместите технические требования при помощи команд **Оформление** — **Технические требования** — **Задать/изменить**.

1. Неуказанные предельные отклонения размеров $H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$.



При оформлении чертежей по моделям используются те же приемы, что и при создании обычных чертежей.

14. Сохраните чертеж  под именем **Стержень.cdw** в папку \5 Держатель.

10020-110

√ 6,3 (√)

83

45mm

0,5x45

43

R4

Мб-7Н

1. Неуказанные предельные отклонения размеров $H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$.

				0MT-02.001	
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Стержень				2514	11
в-н1110СТ 7417-75				Группа компаний АСКОН	
Код 40X13-Т ГОСТ 5910-75				Контракт	

Задание 3. Чертеж детали Опора

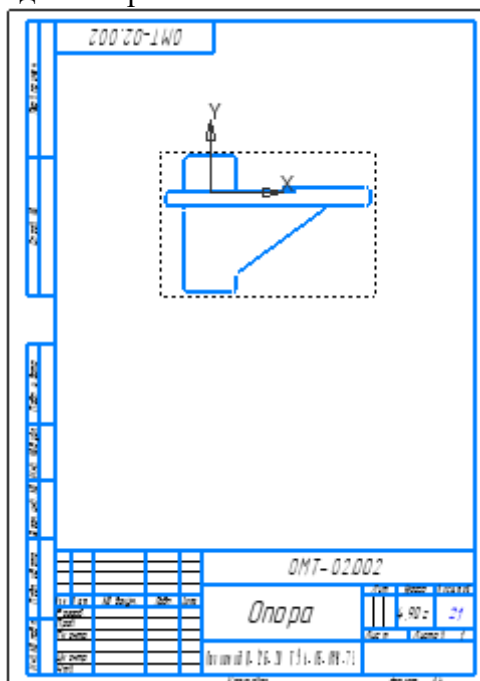
1. Откройте модель **Опора.m3d**.

2. Нажмите кнопку **Создать чертёж по модели**  на панели **Чертёж, спецификация**.

3. Выберите вид снизу, выполнив такие же действия для Опоры, как для Стержня.

4. Раскройте список **Масштаб** и укажите масштаб увеличения **2:1**.

Укажите положение вида на чертеже.




5. Нажмите кнопку **Создать объект** .

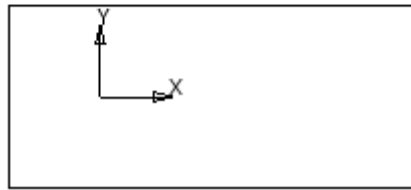
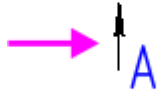
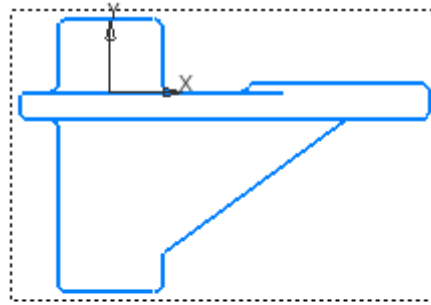
6. Проверьте значения масштаба и массы в основной надписи.

				DMT-02.002			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
						4,90 з	2:1
					Лист		Масштаб
					Поисковый П-125-20 ТУ 6-05-898-73		

Построим вид по стрелке в направлении снизу на построенный вид Опоры. Для этого необходимо сначала построить стрелку взгляда.

7. В чертеже **Опора.cdw** нажмите кнопку **Стрелка взгляда**  на панели **Обозначения**.

8. Укажите две точки в вертикальном направлении — острие и конец стрелки. При указании используйте привязки **Ближайшая точка** и **Выравнивание**.

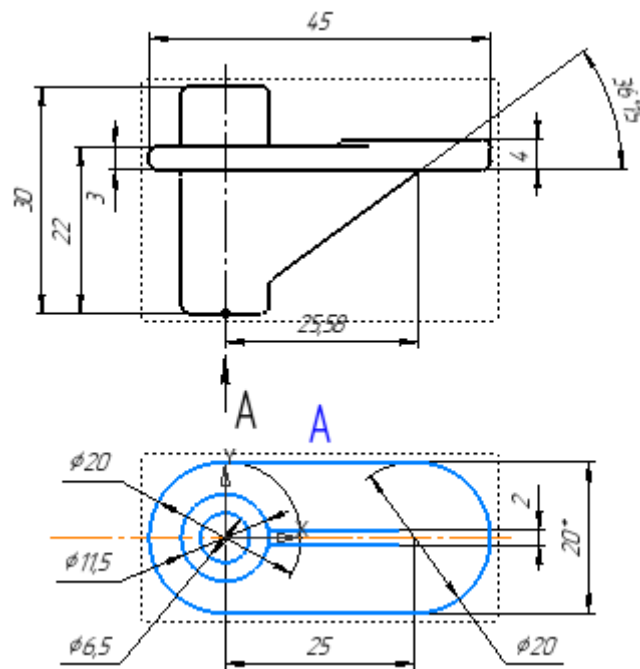


9. Укажите местоположение вида по стрелке.

ОМТ-02.002					ОМТ-02002		
Исполн.	М. Прох.	Л. М. С.	Л. М. С.	Л. М. С.	Лист	Всего	Масштаб
Провер.							
Утверд.							
Исполн.							
Провер.							
Утверд.							

Созданный вид становится текущим.

10. Проставьте обозначения и размеры.



11. Завершите оформление: проставьте знак неуказанной шероховатости, введите и разместите технические требования.

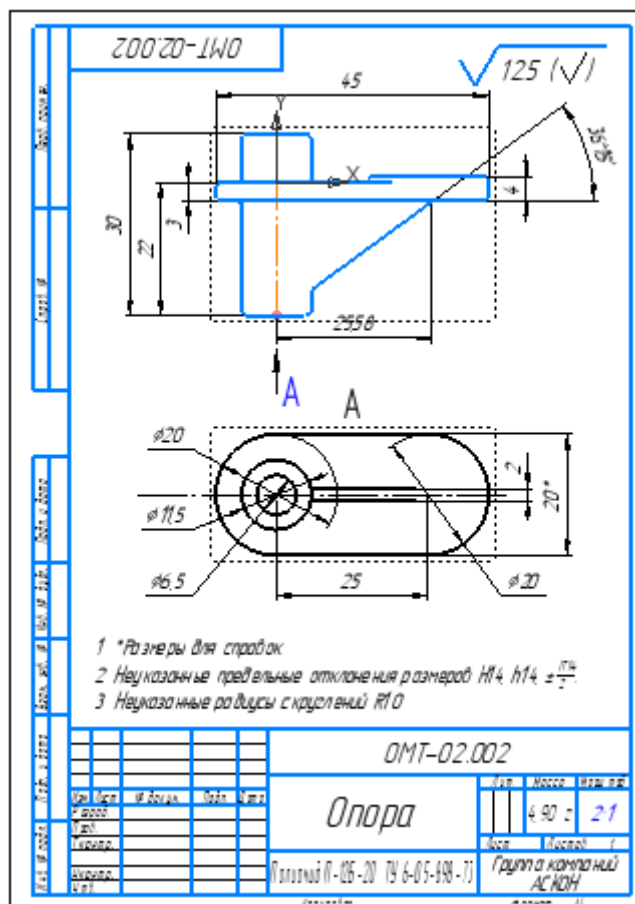
1. *Размеры для справок.

2. Неуказанные предельные отклонения размеров $H14$, $h14$, $\pm \frac{IT14}{2}$.

3. Неуказанные радиусы скруглений $R10$.




12. Сохраните чертеж  под именем **Опора.cdw** в папку \5 Держатель.



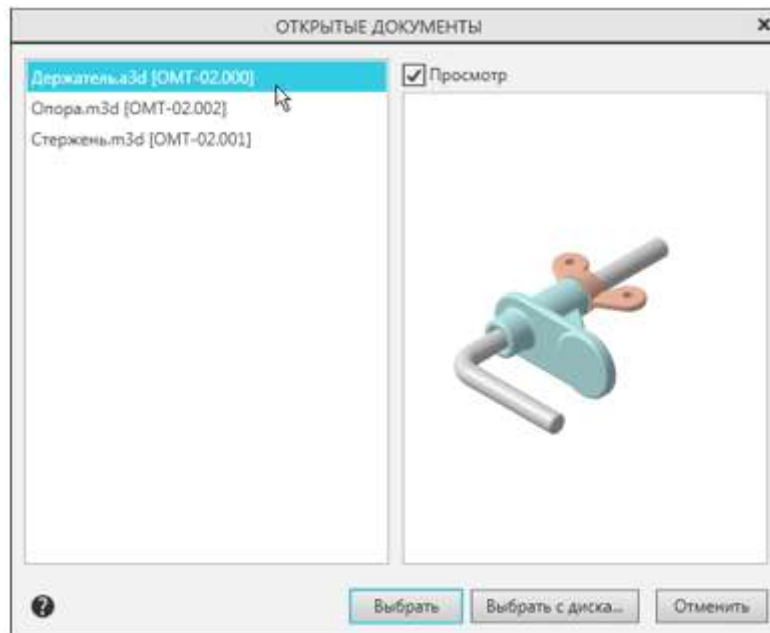
Задание 4. Сборочный чертеж. Создание видов

Создадим чертеж по сборке **Держатель.а3d**, которую мы построили в предыдущем задании. Выполним это другим способом — вставкой видов в заранее созданный чертеж.

1. Нажмите кнопку **Создать**  на панели **Системная**, укажите тип создаваемого документа **Чертеж**.

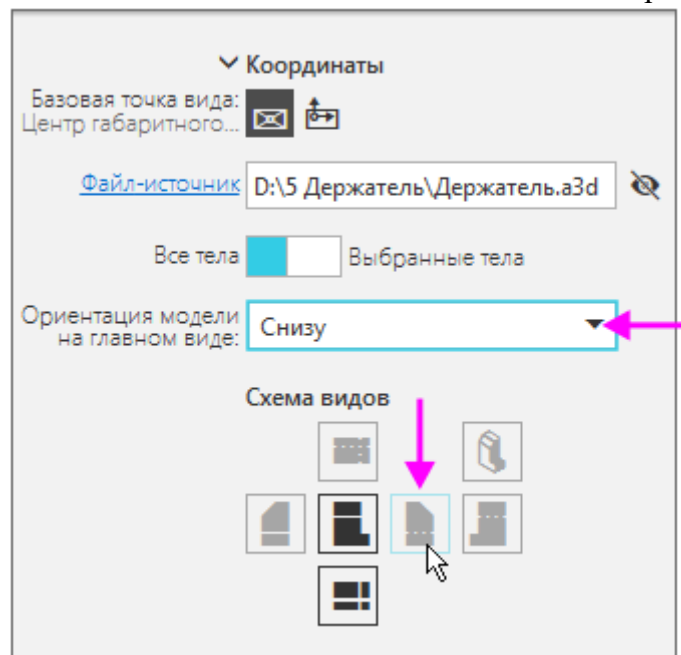
2. Нажмите кнопку **Стандартные виды с модели...**  на панели **Виды**.

3. Если файл модели **Держатель.а3d** открыт, выделите модель в диалоге **Открытые документы** и нажмите **ОК**, если закрыт, нажмите кнопку **Выбрать с диска...** и укажите положение файла на диске.

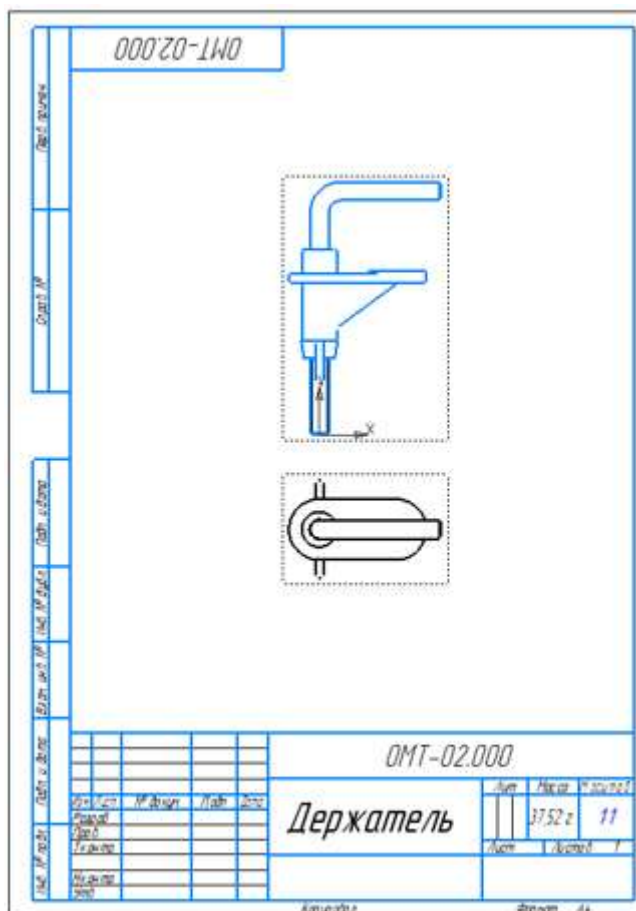


4. На Панели параметров выберите ориентацию главного вида — **Снизу**.


5. Щелчком мыши по схеме откажитесь от создания вида спереди.



6. Укажите положение видов на чертеже.



Отредактируем сборку.

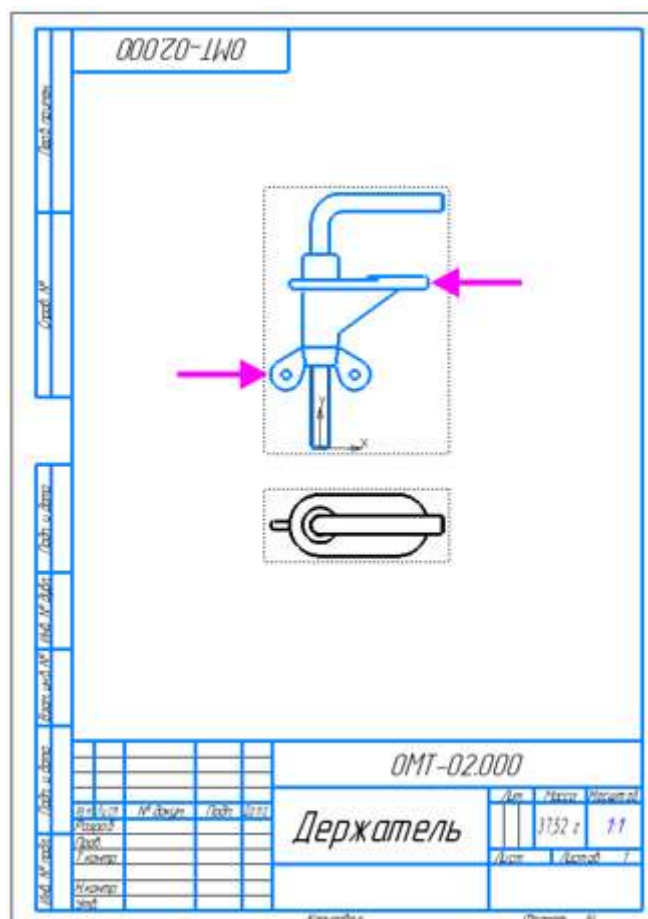
7.·Активизируйте окно сборки **Держатель.a3d**, Поверните Гайку и подвиньте Опору, задав параметры на Панели переменных **Alpha=0**, **Delta=23**. Перестройте модель .

8.·Активизируйте окно чертежа.

На экране появится сообщение о том, что модель изменена.

9.·Подтвердите в сообщении перестройку чертежа.

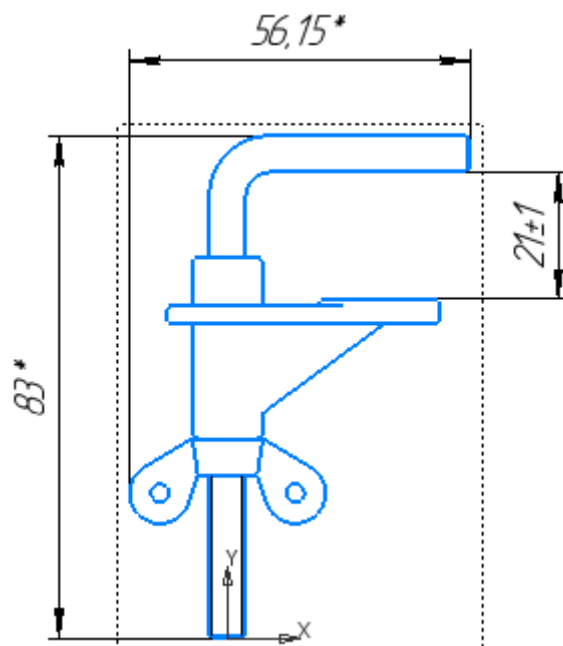
Чертеж перестроится — Опора и Гайка поменяют положение.



Обратите внимание на то, что для перемещения вида в произвольном направлении необходимо отключить проекционную связь, вызвав команду **Проекционная связь** из контекстного меню.



10. Удалите вид сверху, выделив его и нажав клавишу <Delete>.
11. Проставьте размеры.



12. Введите технические требования.

1. *Размеры для справок.

2. Неуказанные предельные отклонения размеров H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.



Задание 5. Обозначение позиций

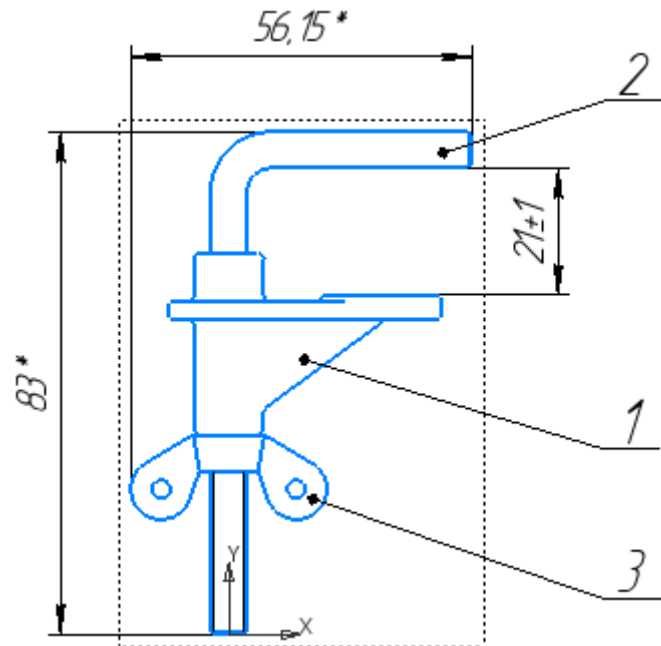
1. Проставьте позиционные линии-выноски и номера позиций к Опоре, Стержню, Гайке

при помощи команды **Обозначение позиции**  на панели **Обозначения**.

2. Выровняйте полки обозначений позиций по вертикали, если требуется, при помощи

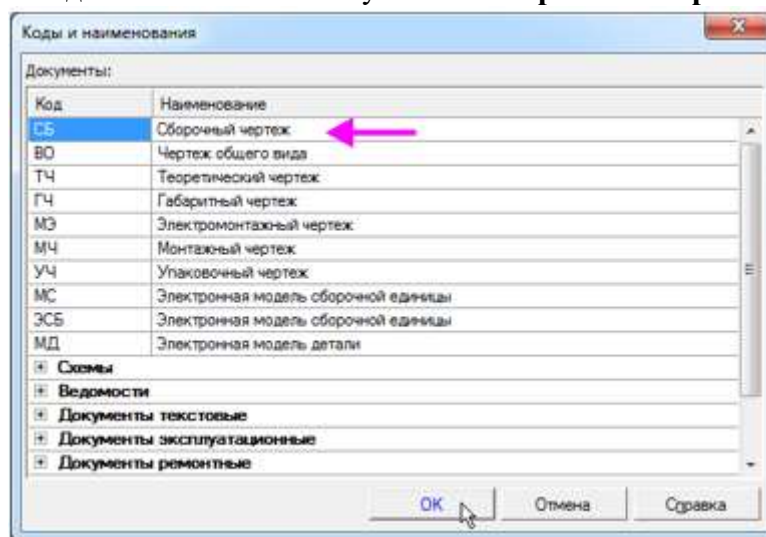
команды **Выровнять полки выносок**  на панели **Обозначения**.

Очередность простановки линий-выносок не имеет значения. Номера позиций будут автоматически изменены после создания спецификации.



Задание 6. Код документа

1. Войдите в режим заполнения основной надписи чертежа двойным щелчком мыши по любой ее графе.
2. Вызовите из контекстного меню команду **Код документа**.
3. В диалоге **Коды и наименования** укажите **Сборочный чертеж** и нажмите **ОК**.

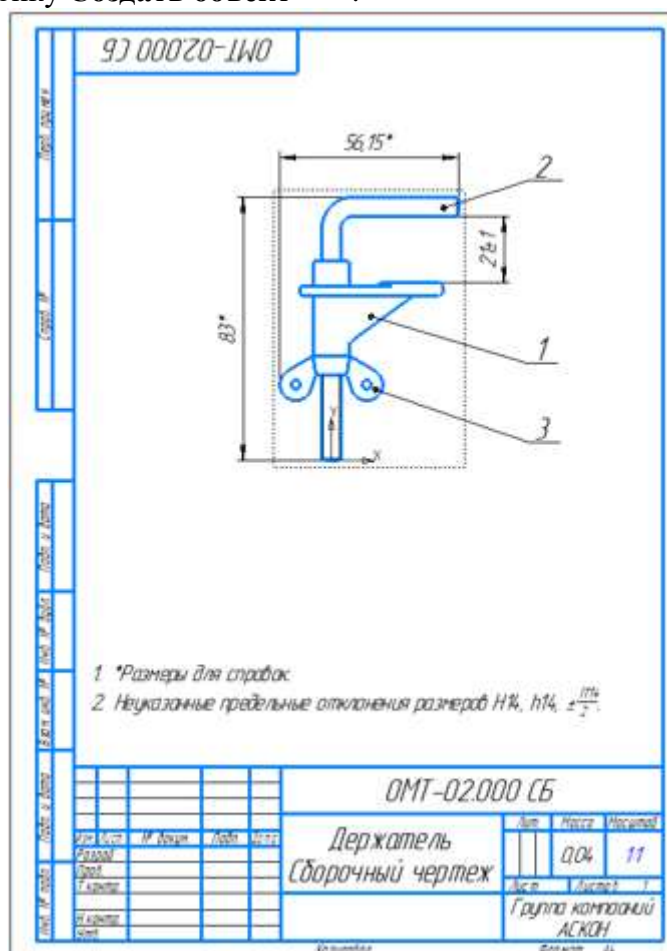


В основную надпись чертежа будут добавлены наименование и код документа.

				0MT-02.000 СБ		
				Держатель		
				Сборочный чертеж		
				Лист	Масса	Масштаб
					37,52 z	1:1
				Лист	Листов 1	
				Группа компаний АСКОН		
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		
Разраб.						
Проф.						
Технотр.						
Начерт.						
Утв.						

4. Отредактируйте остальные ячейки, если требуется. Например, измените единицы измерения массы сборки в ячейке **Масса**. Для этого вызовите команду **Настройка — Параметры... — Текущий чертеж — Параметры документа — Основная надпись** и включите опцию **Килограммы** в группе **Единицы измерения массы**.

5. Нажмите кнопку **Создать объект** .



6. Сохраните чертеж  под именем Держатель в папку \5 Держатель.

Задание 7. Создание спецификации по сборке


Для выполнения упражнения используется сборка **Держатель.а3d** и чертежи, которую вы построили в предыдущих заданиях. Не следует использовать сборку **Держатель_результат.а3d**, так как она уже подключена к спецификации.



Во время работы с комплектом связанных друг с другом документов (спецификацией, чертежами и моделями) вы будете получать сообщения об изменении документов. Это результат автоматической передачи данных между документами комплекта.

1. Откройте сборку **Держатель.а3d**, если она не открыта.

По умолчанию для всех добавленных в сборку компонентов будут созданы объекты спецификации. Убедимся в этом.


2. Включите отображение Дополнительного дерева. Выделите в Дереве компонент **Стержень**, а затем по очереди компоненты **Опора** и **Гайка**. В поле **Создавать объекты спецификации** секции **Свойства** на Панели параметров отображается признак **Да**.

Спецификации открываются в режиме без разметки страниц. Об этом свидетельствует вид документа и выключенная кнопка **Отображать оформление**  на панели **Вид**. Для просмотра воспользуемся более наглядным режимом с оформлением.

4. Нажмите кнопку **Отображать оформление**  на панели **Вид**, а затем кнопку **Масштаб по высоте листа**  на панели **Масштаб**.

Колонтур	Контур	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				Детали		
		1	ОМТ-02.001	Стержень	1	
		2	ОМТ-02.002	Опора	1	
				Стандартные изделия		
		5		Гайка М6-6Н6 ГОСТ 3032-76	1	
ОМТ-02.000						
Держатель						

Графы *Обозначение* и *Наименование* основной надписи спецификации заполнены данными из свойств сборки.

5. Сохраните спецификацию  в папке под именем **Держатель.spw** в папку **\5 Держатель**. Соответствующий тип файла будет выбран автоматически.





Созданная спецификация нуждается в доработке:

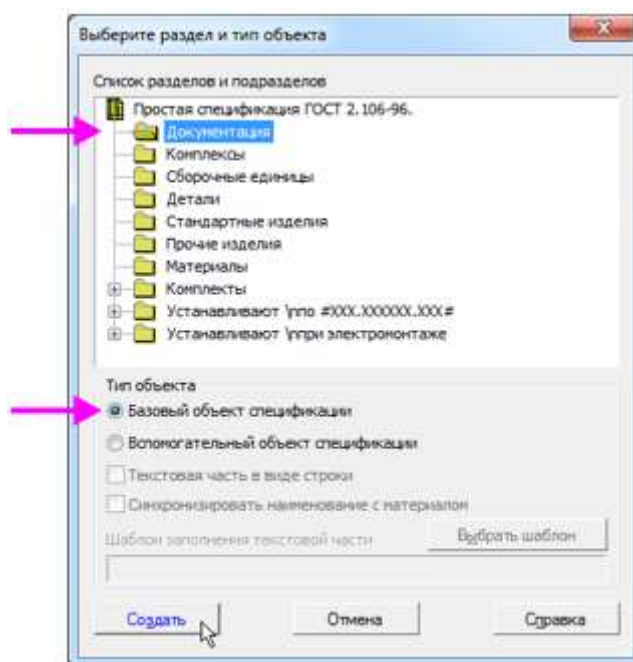
- В спецификации необходимо создать раздел Документация.
- Объекты спецификации нужно подключить к позиционным линиям-выноскам чертежа, включив линии-выноски в состав геометрии объекта спецификации.
- К объектам спецификации можно подключить рабочие чертежи.

Задание 8. Доработка спецификации


Добавим раздел Документация.

1. Выключите кнопку Отображать оформление  на панели Вид.

2. Вызовите команду Добавить раздел  на панели Объекты и выберите наименование раздела Документация в диалоге. Опция Базовый объект спецификации должна быть включена.

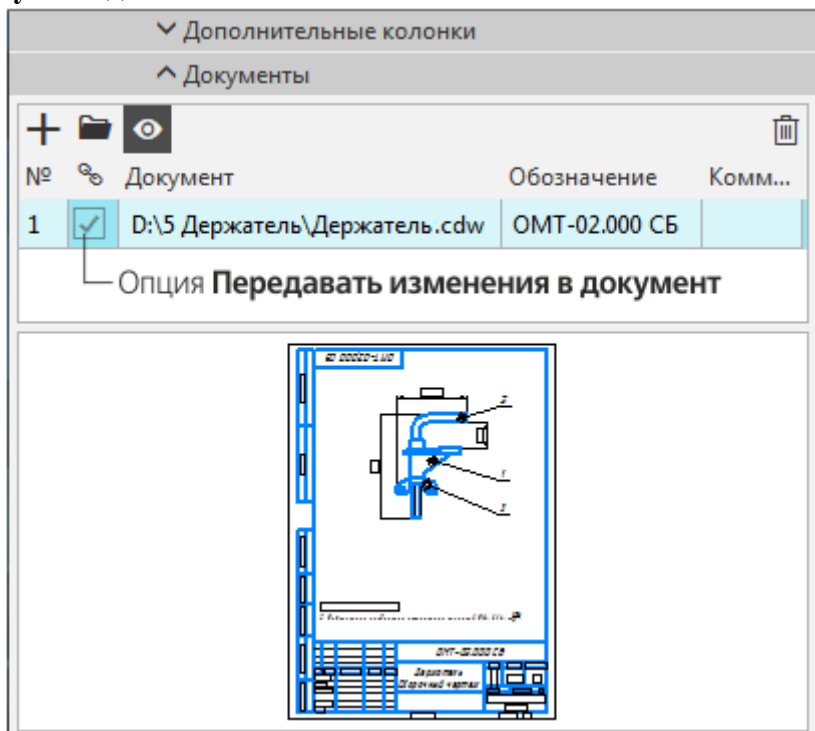


Вставим данные из основной надписи сборочного чертежа. Для этого подключим сборочный чертеж.

3. Оставаясь на текущей строке, нажмите кнопку **Добавить документ**  в секции **Документы** Панели параметров. В диалоге открытия файлов укажите сборочный чертеж **Держатель.cdw**.


4. В появившемся сообщении системы подтвердите передачу данных из основной надписи чертежа.

5. В списке подключенных документов появится чертеж. Опция **Передавать изменения в документ** должна быть включена.



После этого строка нового объекта будет заполнена данными из основной надписи сборочного чертежа.

В объекте **Сборочный чертеж** не будет показано наименования «Держатель», так как оно совпадает с наименованием спецификации.

Формат	Дат	№	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
##			ОМТ-02.000 СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
		1	ОМТ-02.001	Стержень	1	
		2	ОМТ-02.002	Опора	1	
				Стандартные изделия		
		5		Гайка М6-6Н.6 ГОСТ 3032-76	1	

Обратите внимание на то, что вы можете подключить несколько документов. Строка спецификации будет заполнена из данных документа, который находится в списке первым.

6. Для объекта спецификации **Стержень** заполните графы данными из основной надписи чертежа. Для этого выделите в спецификации соответствующую строку и в секции **Документы** подключите рабочий чертеж **Стержень.cdw**.

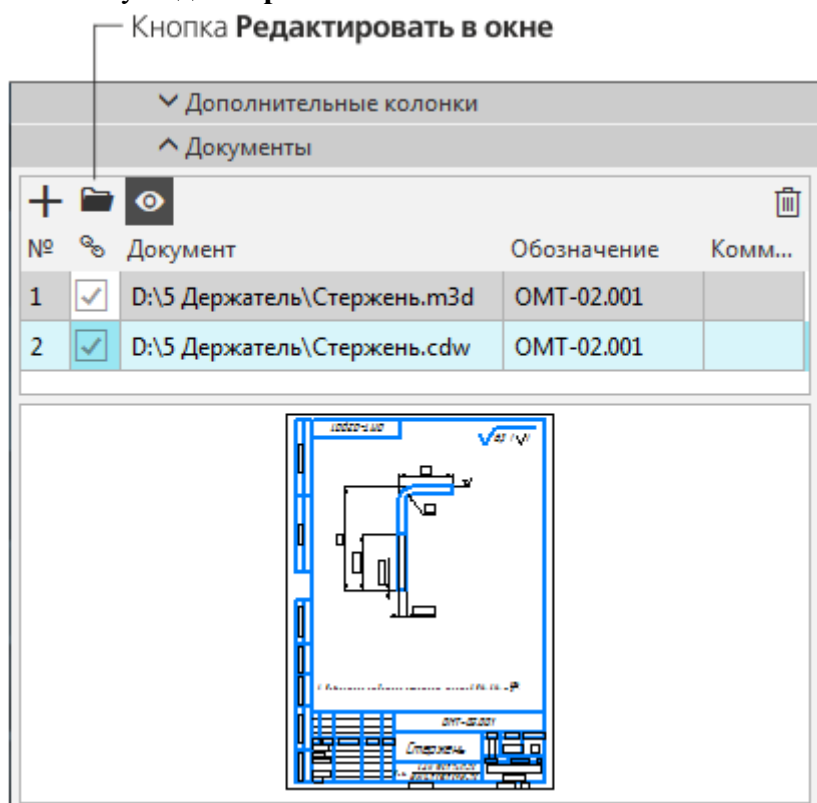
7. Выполните такие же действия для объекта спецификации **Опора** и подключите рабочий чертеж **Опора.cdw**.

Деталь Гайка может быть вставлена из Справочника Стандартные Изделия. В этом случае для редактирования обозначения и наименования нужно внести изменения в шаблон. О редактировании шаблона см. справочную систему КОМПАС-3D.

После подключения чертежей вы можете перейти в документ для его редактирования.

8. Выделите строку чертежа в секции **Документы** Панели параметров

9. Нажмите кнопку **Редактировать в окне**.




На экране откроется подключенный документ.

10. Активизируйте окно спецификации.

Удалите «лишние» резервные строки, чтобы скорректировать номера позиций.

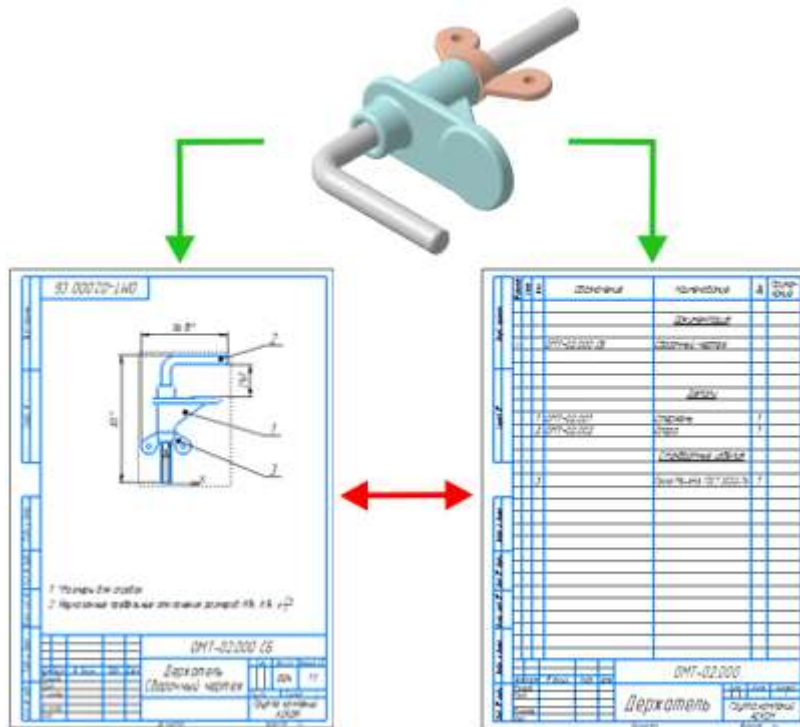
11. Выделите заголовок раздела **Детали**.

12. Выберите в списке **Резервные строки** Панели параметров вариант **0**.

13. Обновите нумерацию позиций при помощи команды **Расставить позиции**  на панели **Управление**.

Код	Деталь	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			<u>Документация</u>		
44		ОМТ-02.000 СБ	Сборочный чертеж		
			<u>Детали</u>		
	1	ОМТ-02.001	Стержень	1	
	2	ОМТ-02.002	Опора	1	
			<u>Стандартные изделия</u>		
	3		Гайка М6-6Н.6 ГОСТ 3032-76	1	

Система автоматически сформировала связи между 3D-сборкой и спецификацией, между сборкой и сборочным чертежом (зеленые стрелки). Связь между спецификацией и чертежом нужно сформировать вручную (красная стрелка).



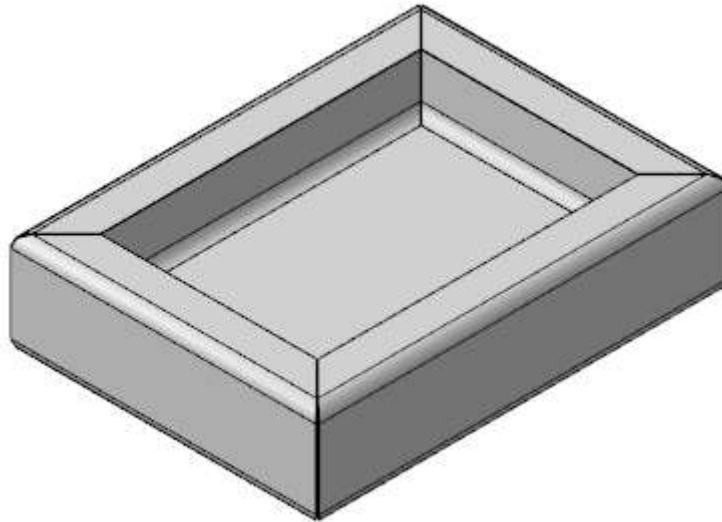
Используя приемы, используемые в КОМПАС-График, самостоятельно подключите объекты спецификации к позиционным линиям-выноскам чертежа, включив линии-выноски в состав геометрии объекта спецификации.

14. Оформите основную надпись.

5. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ КОРПУС

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

В этом уроке на примере детали *Корпус* показано применение операций гибки и замыкания углов, а также создания развертки листового тела.



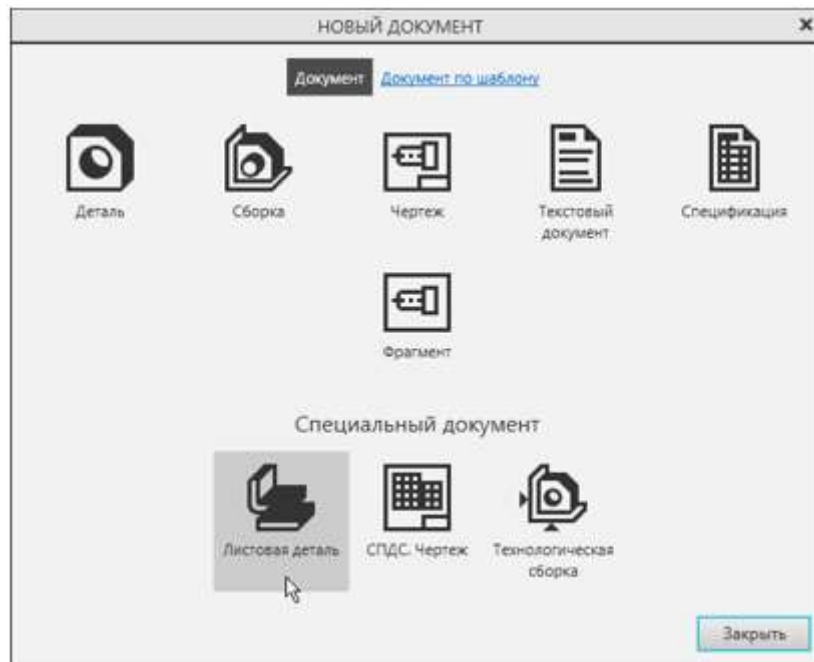
Задание 1. Операция Листовое тело

Детали, получаемые из листового материала с помощью гибки, целесообразно моделировать при помощи команд набора инструментальных панелей **Листовое моделирование**. Построение листовой детали начинается с создания первого листового элемента. Затем к полученному телу добавляются другие листовые элементы: сгибы, пластины, отверстия, вырезы и т.д.

Перед созданием документа настроим специализацию для создания листового тела. Специализация документа указывает на тип его содержимого — листовое тело, твердотельная деталь. Специализации отличаются составом команд в меню и в инструментальной области. Например, если новая деталь создана со специализацией **Листовая деталь**, то в ней присутствуют команды листового моделирования и отсутствуют команды твердотельного моделирования.


Создадим листовую деталь.


1. Нажмите кнопку Создать  и выберите вариант **Листовая деталь**.






2. Сохраните  деталь под именем Корпус.

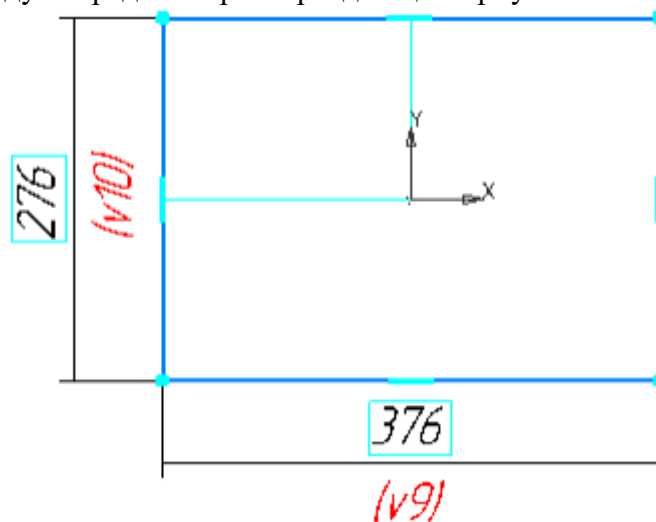
Если вы создали файл обычной детали, вы можете сменить специализацию при помощи команды **Файл — Специализация — Листовая деталь**.

3. Создайте эскиз  на плоскости XY.

4. Нажмите кнопку **Параметрический режим**  на Панели быстрого доступа или убедитесь, что она нажата.

5. Постройте произвольный прямоугольник . Выровняйте центр прямоугольника с началом координат по горизонтали и вертикали .

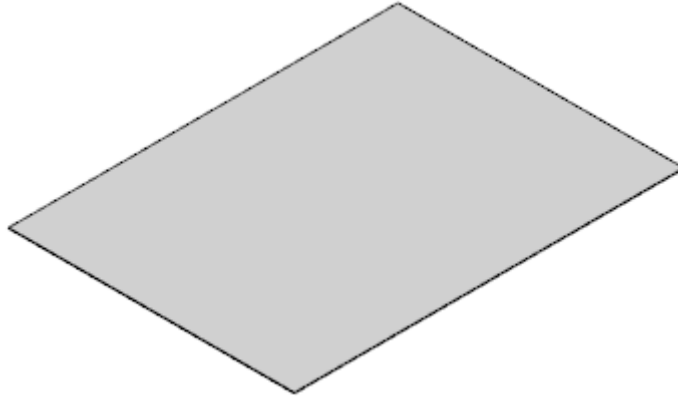
6. Проставьте к прямоугольнику размеры  и присвойте им значения **376** и **276**. Эти размеры будут определять размеры дна Корпуса.




7. Нажмите кнопку **Листовое тело**  на панели **Элементы листового тела**.

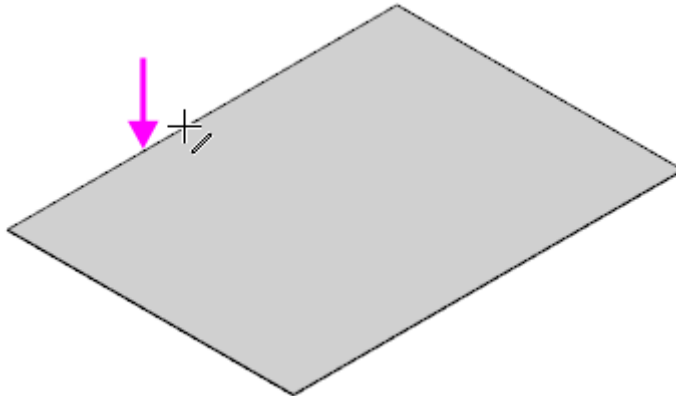
8. Убедитесь, что поле **Толщина** на Панели параметров содержит значение **1**. Этот параметр определяет толщину стальной полосы, из которой изготавливается деталь. Остальные параметры также оставьте без изменения.

9. Нажмите кнопку **Создать объект**  — в графической области будет построено листовое тело.

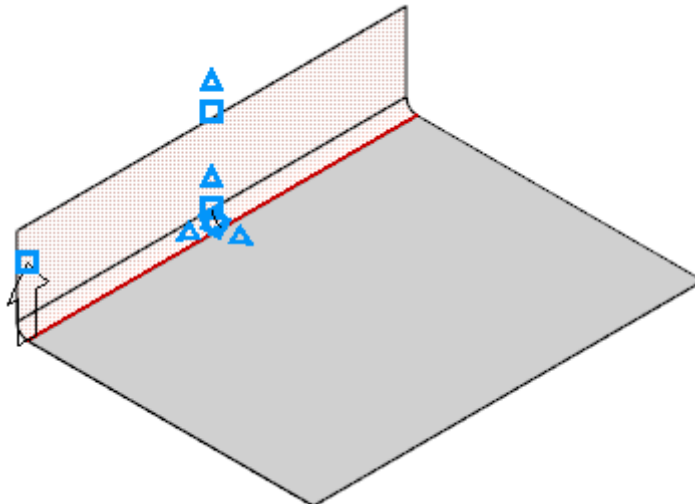


Задание 2. Операция Сгиб

1. Нажмите кнопку **Сгиб**  на панели **Элементы листового тела**.
2. Укажите линию сгиба — ребро, на котором нужно создать сгиб. Плоская грань будет служить базовой гранью сгиба.



После указания ребра на экране отображается фантом сгиба.



3. Задайте длину продолжения сгиба **76** в поле **Длина** на Панели параметров.

В нашем примере эта величина определяет высоту стенки Корпуса.

4. Задайте радиус сгиба **10** в поле **Радиус**. Остальные параметры оставьте без изменений.

Обратите внимание на значение в поле **Коэффициент нейтрального слоя** в секции **Развертка**. Он определяет положение нейтрального слоя и используется при расчетах длин разверток сгибов. В КОМПАС-3D доступны следующие способы определения длин разверток сгибов:

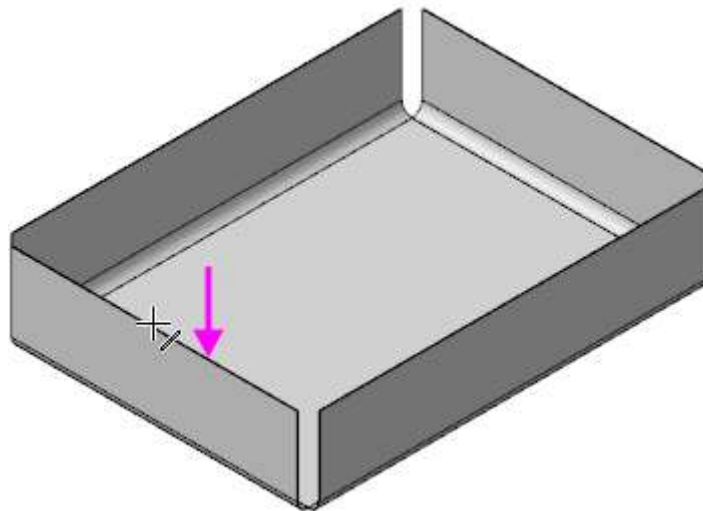
- задание коэффициента положения нейтрального слоя
- задание величины сгиба,
- задание уменьшения сгиба,
- использование таблиц сгибов.

5. Нажмите кнопку **Создать объект**  — будет построен сгиб.


6. Постройте остальные сгибы.

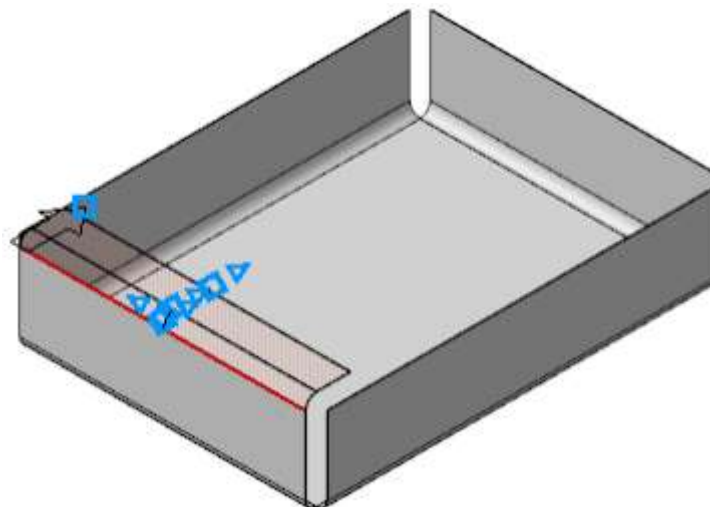
Теперь нужно построить сгиб, направленный внутрь Корпуса.

7. Укажите линию сгиба — верхнее ребро построенной грани.



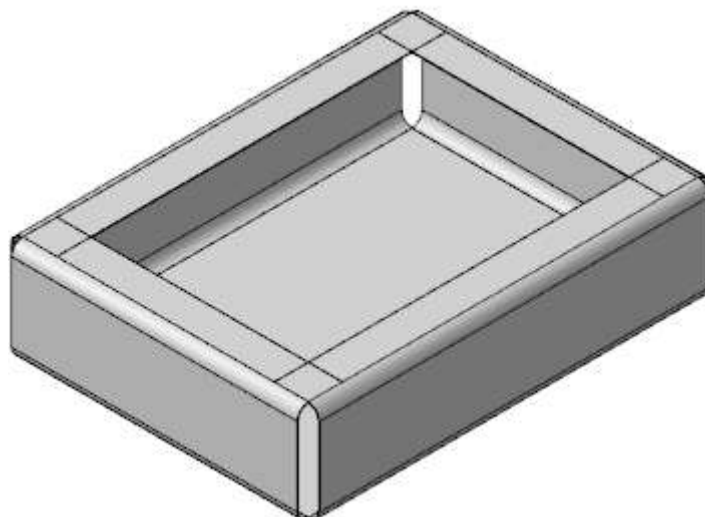
8. Задайте длину продолжения сгиба **33** в поле **Длина**, радиус сгиба — **10** в поле **Радиус**.

9. Чтобы сменить направление отсчета угла, нажмите кнопку **Направление**  на Панели параметров.




10. Нажмите кнопку **Создать объект** .

11. Постройте остальные сгибы.




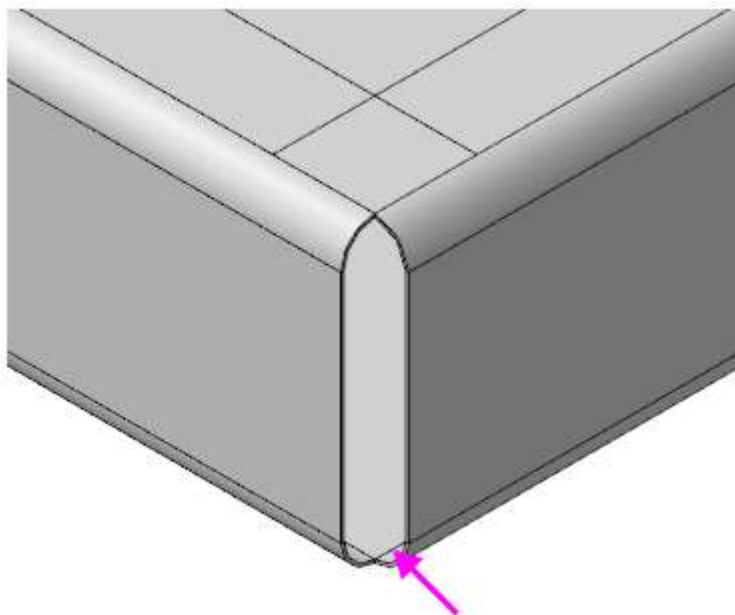
Задание 3. Операция Замыкание углов

Свободное пространство в углах детали можно закрыть, замкнув смежные сгибы.

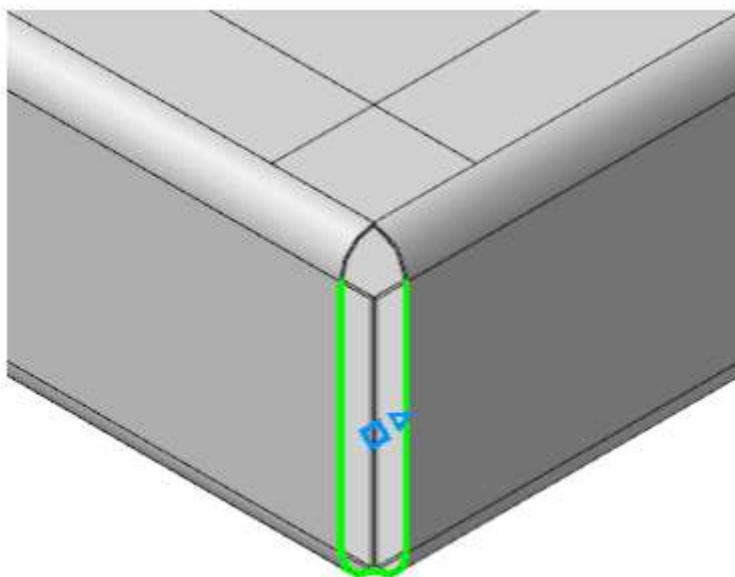
1. Увеличьте изображение. Нажмите кнопку **Замыкание углов**  на панели **Элементы листового тела**.

2. Укажите ребро замыкаемого угла.

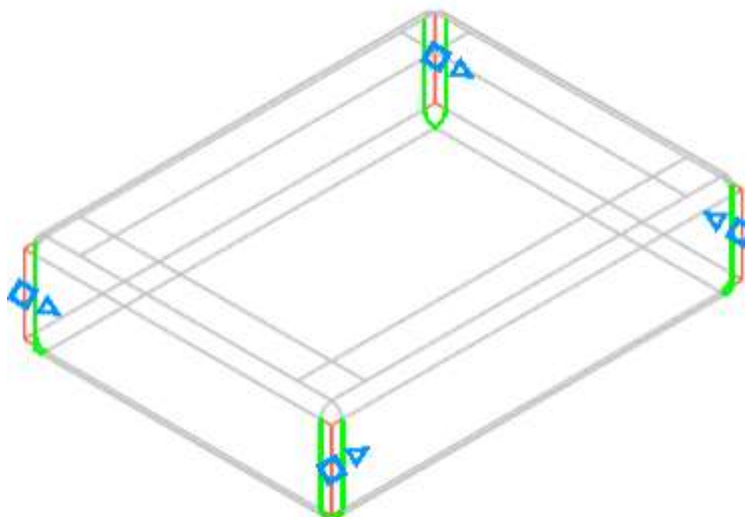
Курсор при этом изменит свой вид .




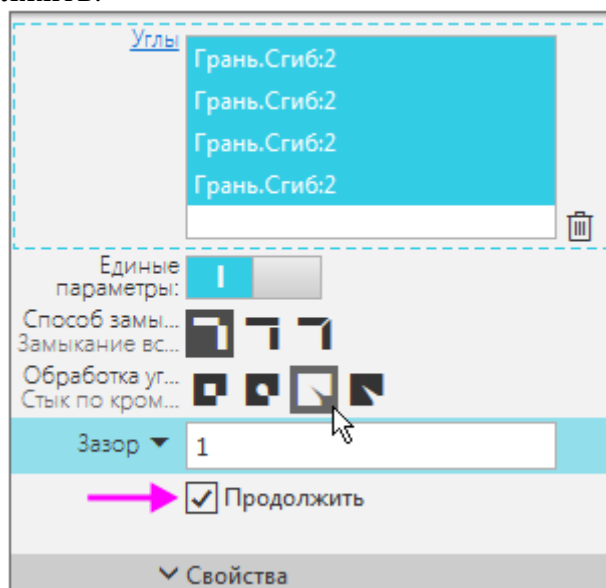
Становятся выделенными смежные ребра.



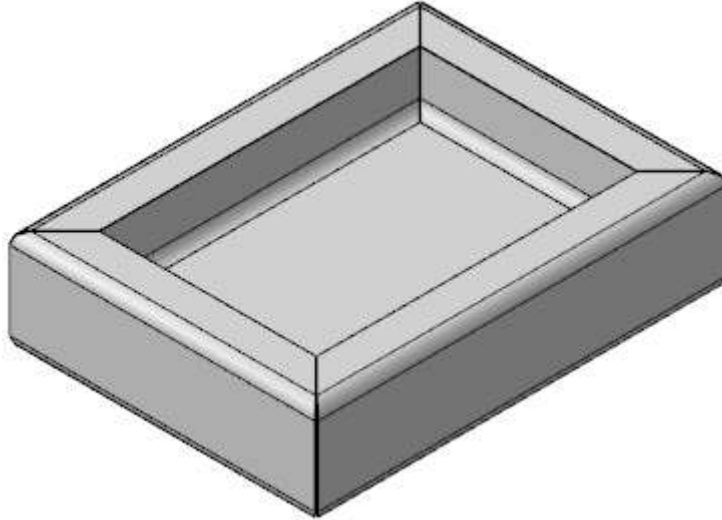
3. Укажите все остальные замыкаемые углы.



4. На Панели параметров в группе **Обработка угла** выберите способ **Стык по кромке** , задайте величину зазора **1** в поле **Зазор**. Для построения замыкания с продолжением включите опцию **Продолжить**.




5. Нажмите кнопку **Создать объект** .
Замыкание углов будет построено.



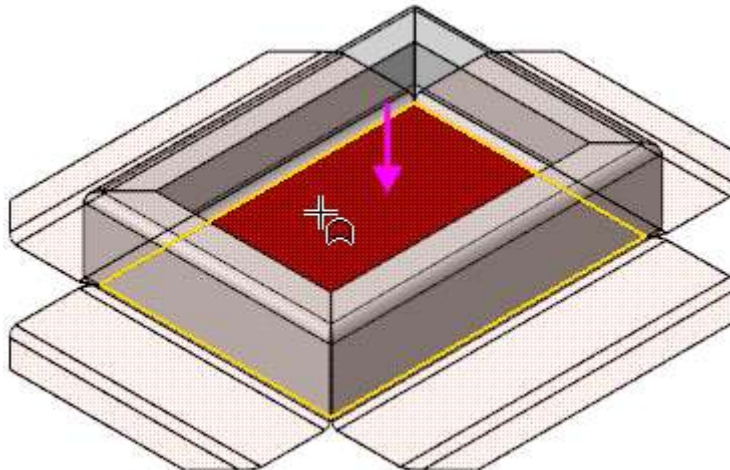
Нажмите кнопку **Завершить** .

Задание 4. Операция Развертка

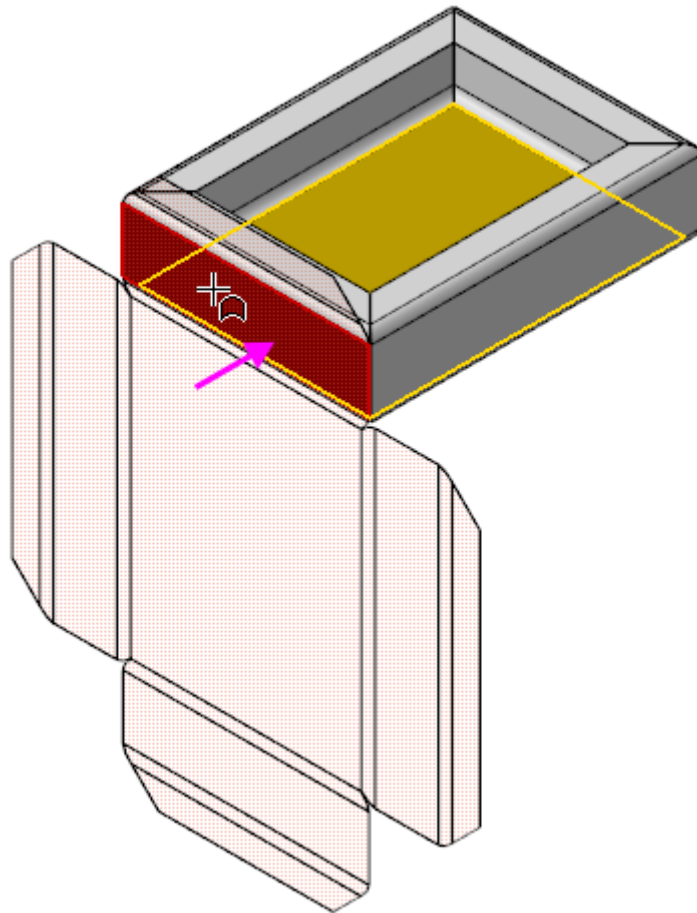
Перед созданием развернутого вида детали необходимо задать параметры развертки: указать неподвижную грань и выбрать сгибы, которые будут разгибаться. По умолчанию выбираются все сгибы.

1. Нажмите кнопку **Развернуть**  на Панели быстрого доступа.
Так как развертка создается впервые, автоматически запускается процесс задания ее параметров.

2. Укажите неподвижную грань — дно Корпуса.
На детали будет показан фантом развертки.




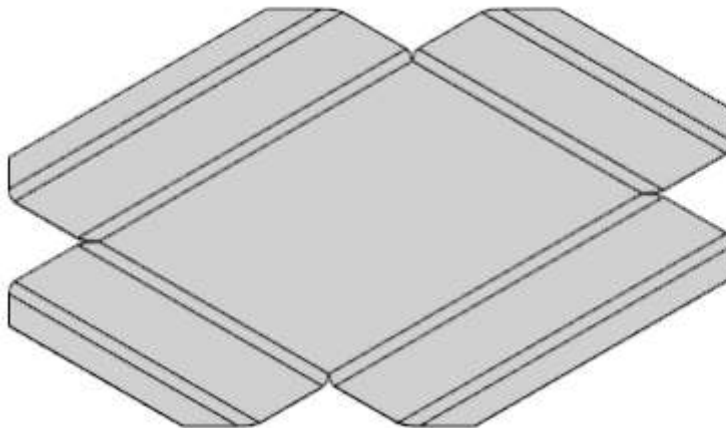
3. В качестве примера укажите другую грань — вертикальную стенку Корпуса.




4. Укажите вновь дно Корпуса, чтобы вернуться к предыдущему варианту.


5. Нажмите кнопку **Создать объект** .



После завершения команды **Параметры развертки** деталь будет показана в развернутом виде, о чем свидетельствует включенный режим развертки .




6. Чтобы отобразить деталь в согнутом виде, выйдите из режима развертки. Выключите кнопку **Развернуть**  на Панели быстрого доступа или кнопку режима в графической области.

Если дополнительно были созданы штамповки, буртики и жалюзи, то их разгибание невозможно, так как они представляют собой результат операций деформирования материала, а не гибки.

Вы можете включать и выключать режим развертки кнопкой **Развернуть** . Модель будет всегда разворачиваться с заданными параметрами. Чтобы изменить их используйте

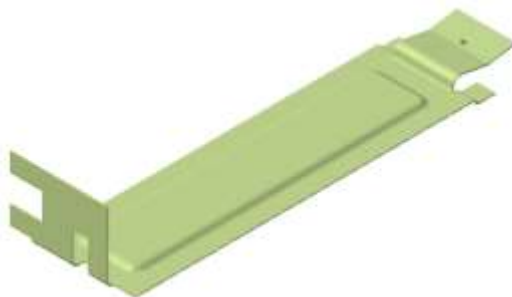
команду **Параметры развертки** , чтобы удалить — **Удалить параметры развертки**  на Панели быстрого доступа.

7. Сохраните модель .

6. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ПЛАНКА







ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

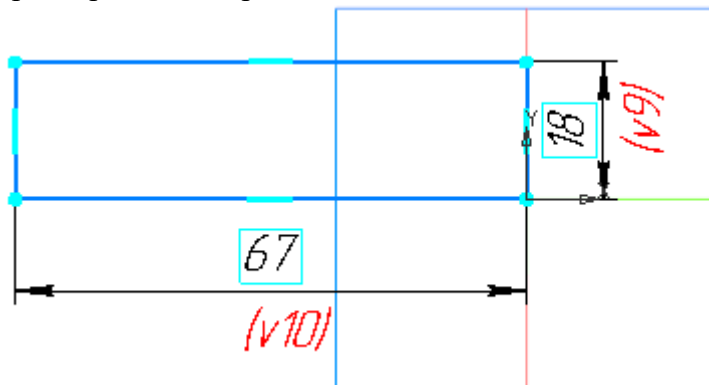
В этом уроке на примере детали Планка показано применение операций штамповки, подсечки, разгибания/сгибания, создания выреза в листовом теле.




Задание 1. Операция Вырез в листовом теле


Построим листовое тело.

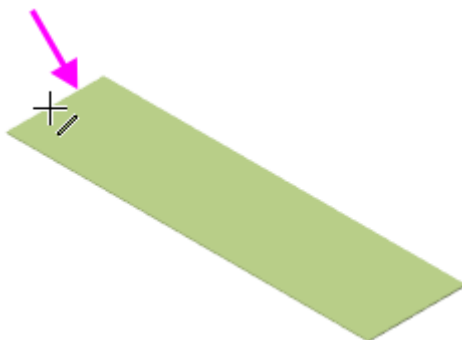
1. Создайте  новую деталь со специализацией **Листовая деталь** и сохраните  ее под именем **Планка_ФамилияСтудента**.
2. Создайте эскиз  на плоскости XY.
3. Нажмите кнопку **Параметрический режим**  на Панели быстрого доступа или убедитесь, что она нажата.
4. Постройте прямоугольник , показанный на рисунке.
5. Проставьте размеры  и присвойте им значения **67** и **18**.




6. Постройте листовое тело толщиной **0,3** при помощи команды **Листовое тело**  на панели **Элементы листового тела**.


Построим на грани сгиб с расширением вправо.

7. Нажмите кнопку **Сгиб**  на панели **Элементы листового тела** и укажите ребро листового тела.

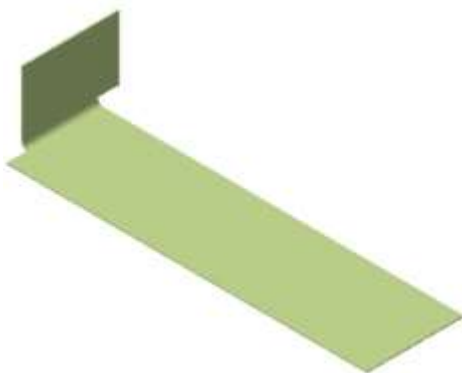


Зададим параметры сгиба.

8. В группе **Задание ширины** Панели параметров выберите способ размещения сгиба на ребре — **Справа** . Задайте параметры: **Ширина** — 14, **Длина** — 12, **Радиус** — 1. Остальные параметры оставьте без изменения.

9. Раскройте секцию **Боковые стороны**. Для **Правой боковой стороны** в группе **Способ** нажмите кнопку **Расширение сгиба справа**  и в поле **Расширение справа** введите 4.

10. Нажмите кнопку **Создать объект** .





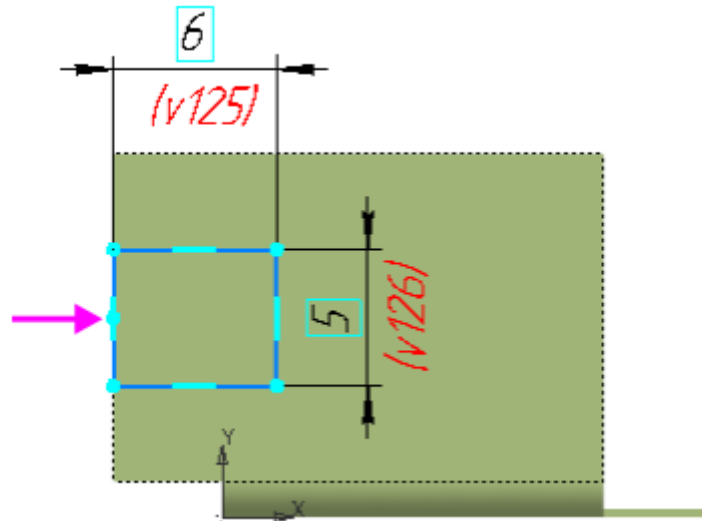
11. Нажмите кнопку **Завершить** .

Задание 2. Вырез в листовом теле

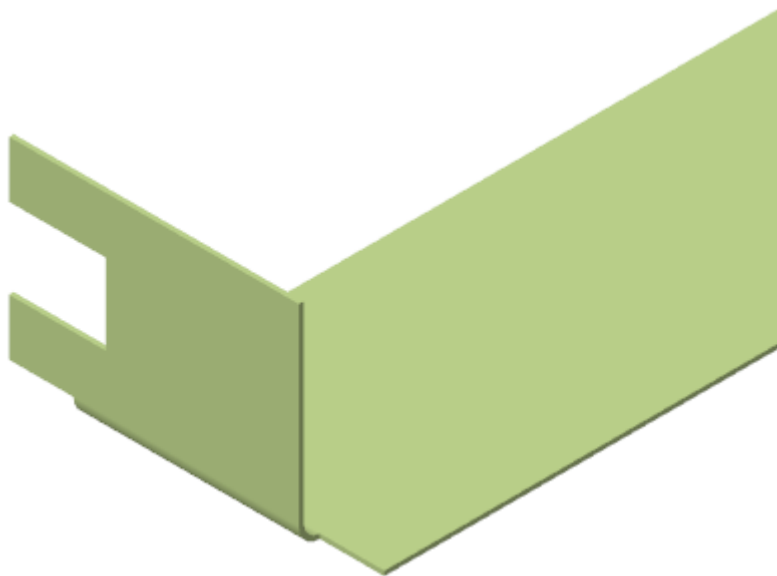
1. Поверните Планку, укажите грань и создайте эскиз .




2. Постройте прямоугольник в любом месте эскиза. Объедините точки середины стороны прямоугольника и середины ребра командой **Объединить точки** , как показано на рисунке, используя привязку Ближайшая точка. **Проставьте размеры**  и присвойте им значения 6 и 5.

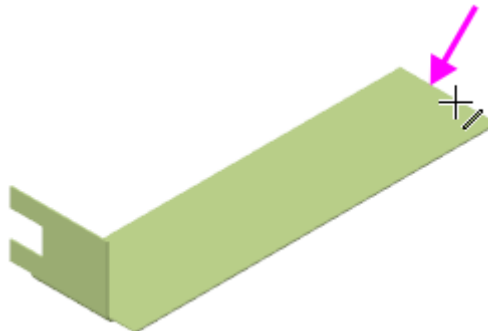



3. Нажмите кнопку **Вырез в листовом теле**  на панели **Элементы листового тела**.
4. Нажмите кнопку **Создать объект** .





Задание 3. Создание сгиба со смещением

1. Вызовите команду **Сгиб** . Укажите ребро, на котором будет создан сгиб.



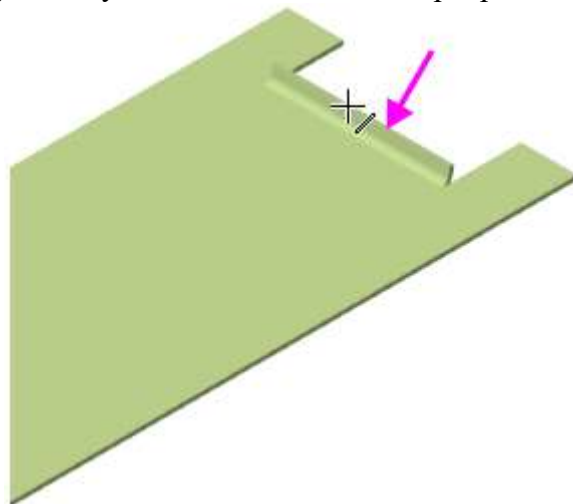
2. В группе **Задание ширины** Панели параметров выберите способ размещения сгиба на ребре — **По центру** . Задайте параметры: **Ширина** — 11, **Длина** — 0,5, **Угол** — 80, **Радиус** — 0,5.


3. Раскройте секцию **Размещение сгиба**. В группе **Способ** при нажатой кнопке **Смещение внутрь**  в поле **Смещение** введите 5.

4. В секции **Боковые стороны** для **Правой боковой стороны** в группе **Способ** нажмите кнопку **Расширение сгиба справа**  и в поле **Расширение справа** введите 0.


5. Нажмите кнопку **Создать объект** .

6. Постройте следующий участок сгиба. Укажите ребро.



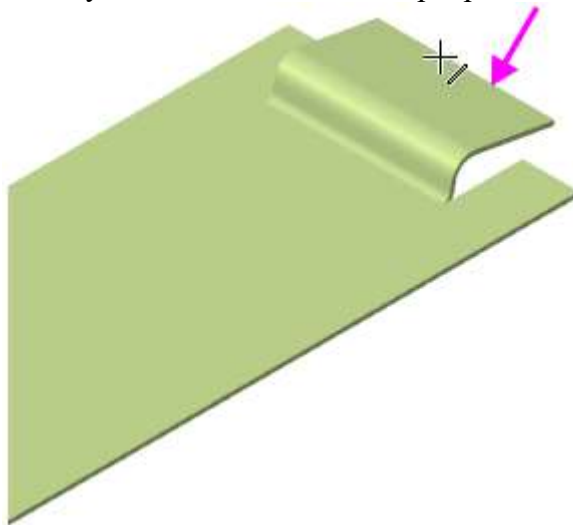
7. В группе **Задание ширины** выберите способ размещения сгиба на ребре — **Вдоль всего ребра** . Задайте параметры: **Длина** — 5, **Угол** — 90, **Радиус** — 1.

8. В секции **Размещение сгиба** в группе **Способ** в поле **Смещение** введите 0.

9. Для смены направления построения нажмите кнопку **Сменить направление** , если требуется.

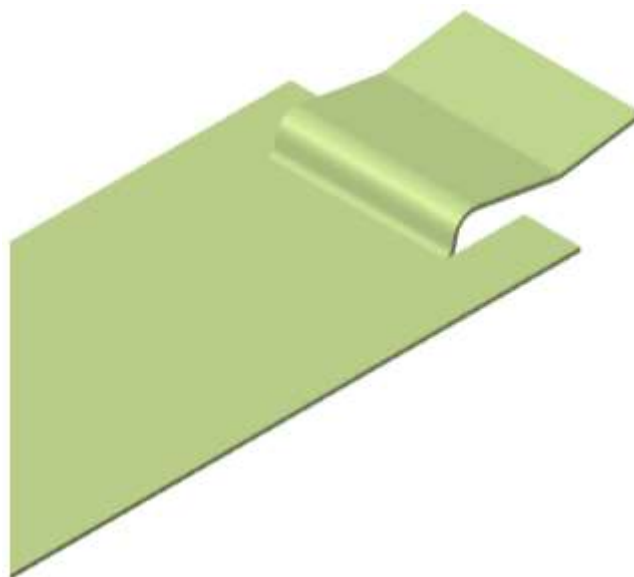
10. Нажмите кнопку **Создать объект** .


11. Постройте еще один участок сгиба. Укажите ребро.



12. Задайте угол сгиба — 19. Смените направление  построения.


13. Нажмите кнопку **Создать объект** .

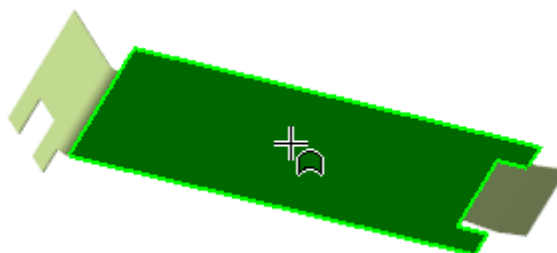




14. Нажмите кнопку **Завершить** .

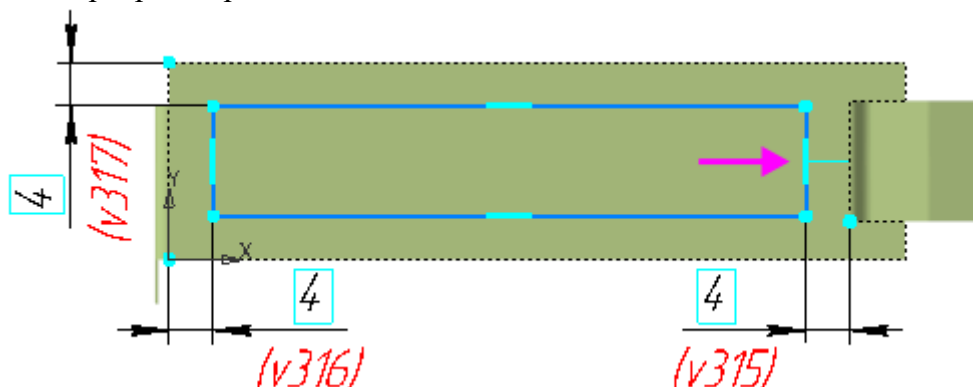
Задание 4. Операция **Закрытая штамповка**

Плоскую часть Планки нужно деформировать для придания ей жесткости.


1. Поверните деталь, укажите грань и создайте эскиз .



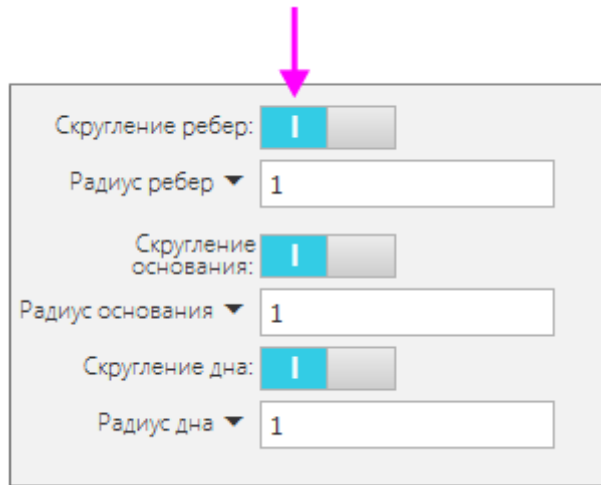
2. Постройте прямоугольник. Выровняйте середину его стороны и середину Планки по горизонтали . Проставьте размеры  и присвойте им значения, чтобы связать прямоугольник с ребрами грани.



3. Нажмите кнопку **Закрытая штамповка**  на панели **Элементы листового тела** (группа **Открытая штамповка**).

4. В поле **Высота** введите значение высоты штамповки **1**. Нажмите кнопку **Сменить направление** , чтобы направить штамповку внутрь Планки.

5. В поля **Радиус ребер**, **Радиус основания** и **Радиус дна** введите значение **1**. Чтобы поля были доступны поля ввода радиусов, установите переключатели скруглений в положение I (включено).




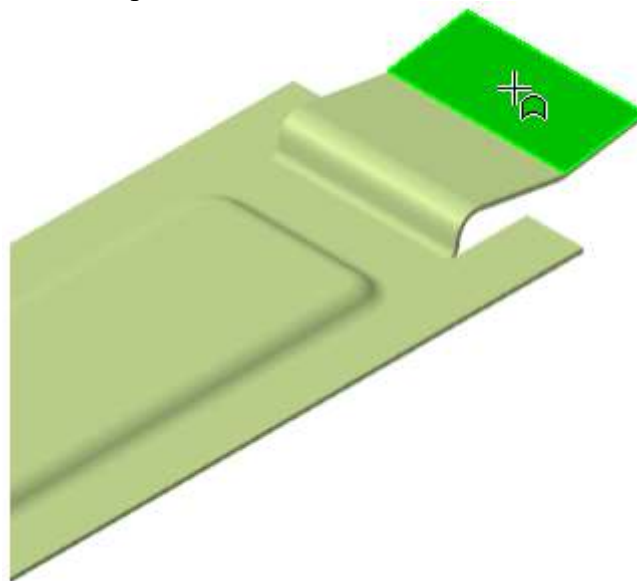
6. Нажмите кнопку **Создать объект** .


7. Нажмите кнопку **Завершить** .

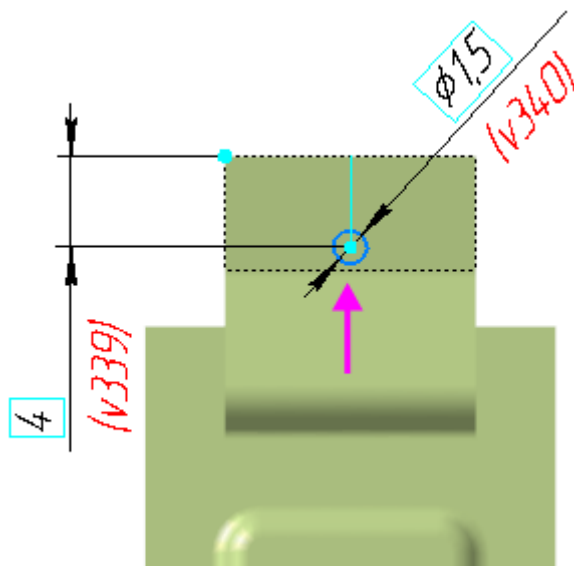


Построим еще одну штамповку.


8. Создайте эскиз  на крайней части Планки.



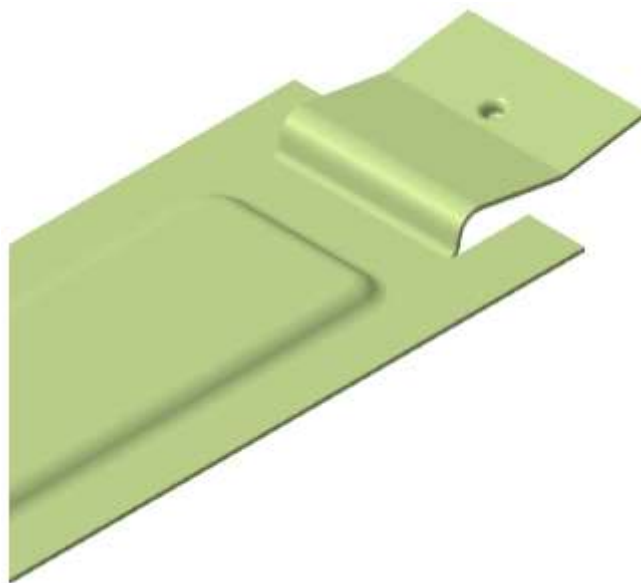
Постройте окружность. Выровняйте ее и середину Планки по горизонтали , проставьте размеры **4** и **1,5**, как показано на рисунке.



9. Вызовите команду **Закрытая штамповка** .

10. В поле **Высота** введите значение высоты штамповки **1**. Смените направление штамповки , задав его наружу Планки.

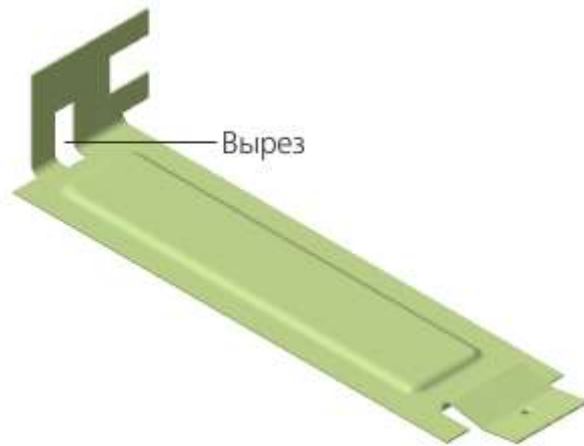
11. В поля **Радиус ребер**, **Радиус основания** введите значение **0,1**, в поле **Радиус дна** — **0,2**.




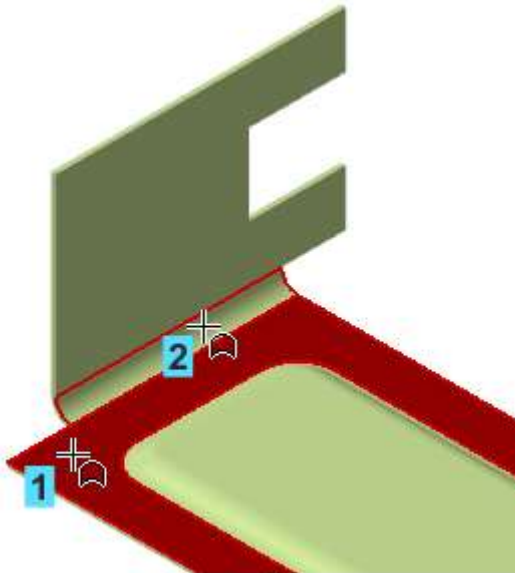
12. Нажмите кнопку **Создать объект** .


Задание 5. Операции Разогнуть

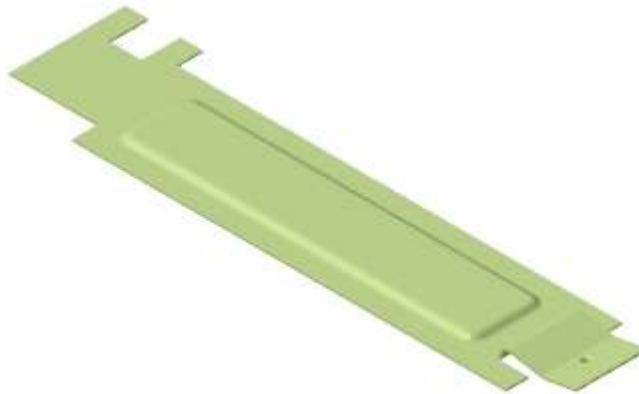
Разогнем деталь для выполнения выреза на сгибе Планки.




1. Нажмите кнопку **Разогнуть**  на панели **Элементы листового тела**.
2. Укажите неподвижную грань (курсор 1), а затем сгиб (курсор 2), который нужно разогнуть.

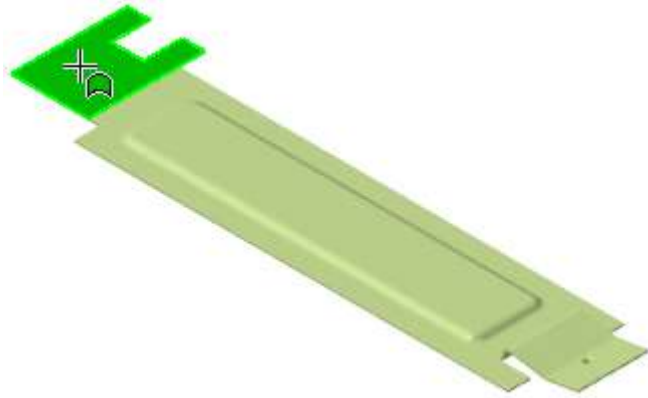


3. Нажмите кнопку **Создать объект** .
- Указанный в команде сгиб будет разогнут, а остальные сгибы останутся в согнутом состоянии.

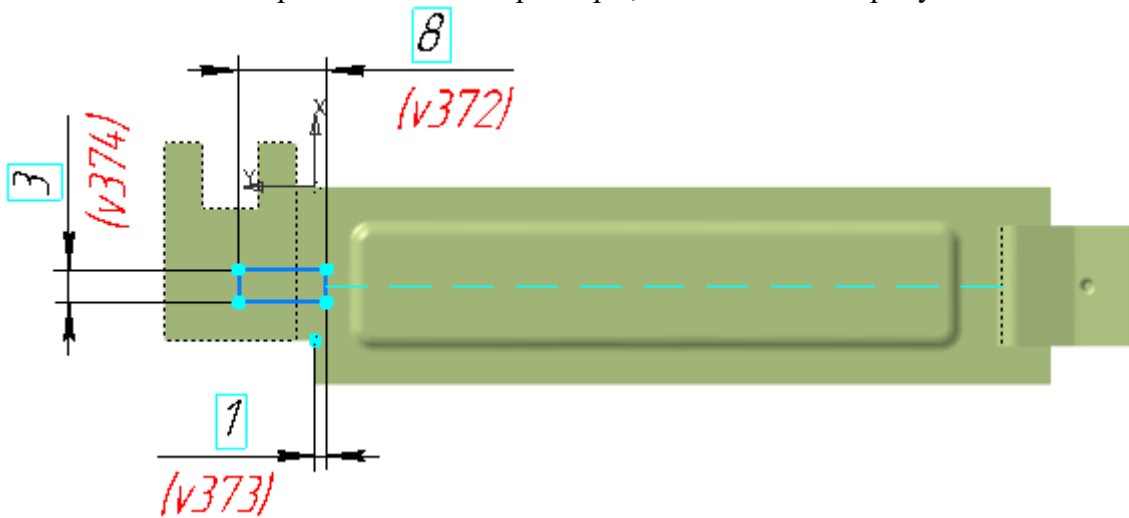



Задание 6. Построение выреза

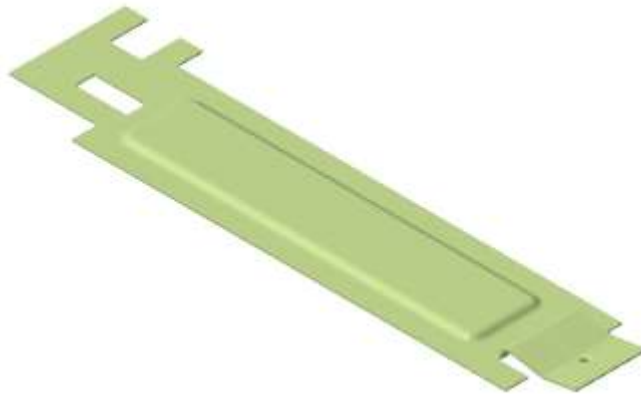
1. Создайте на грани эскиз .




2. Выполните построения и задайте размеры, как показано на рисунке.

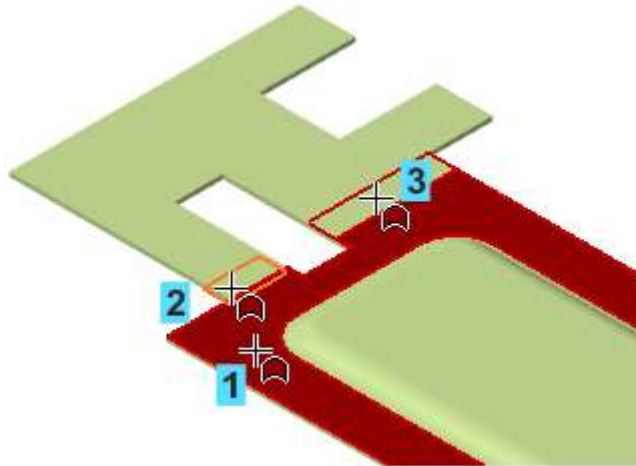


3. Создайте вырез в Планке при помощи команды **Вырез в листовом теле** .

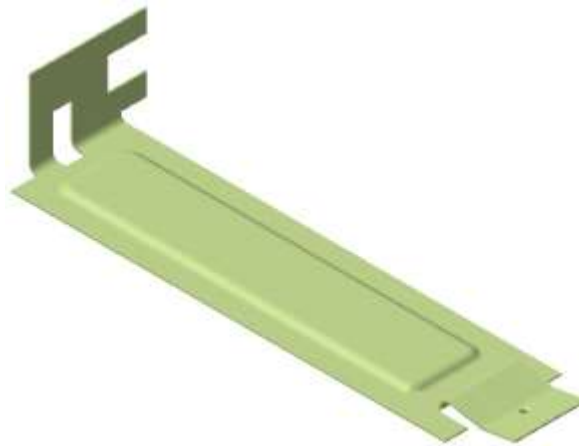


Задание 7. Операция Согнуть

1. Нажмите кнопку **Согнуть**  на панели **Элементы листового тела** (группа **Разогнуть**).
2. Укажите неподвижную грань (курсор 1), а затем сгибы (курсоры 2 и 3), которые нужно согнуть.



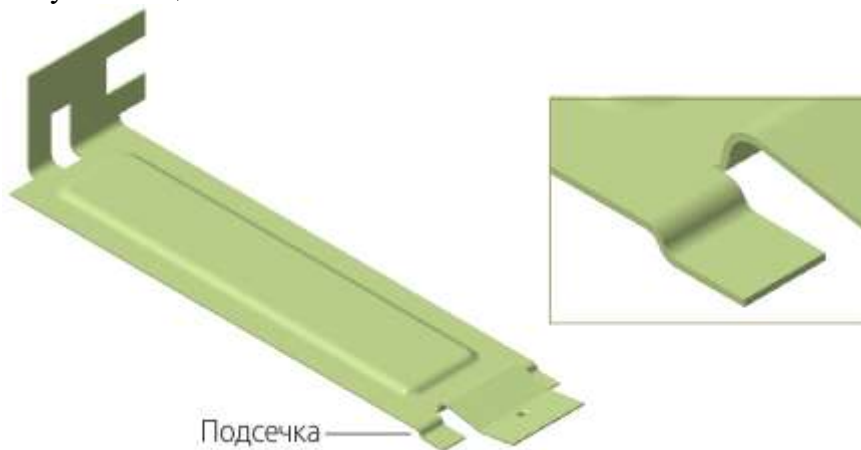
3. Нажмите кнопку **Создать объект** .




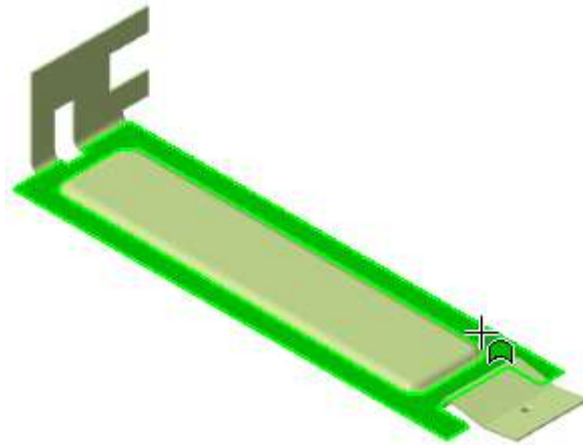
4. Нажмите кнопку **Завершить** .

Задание 8. Операция Подсечка

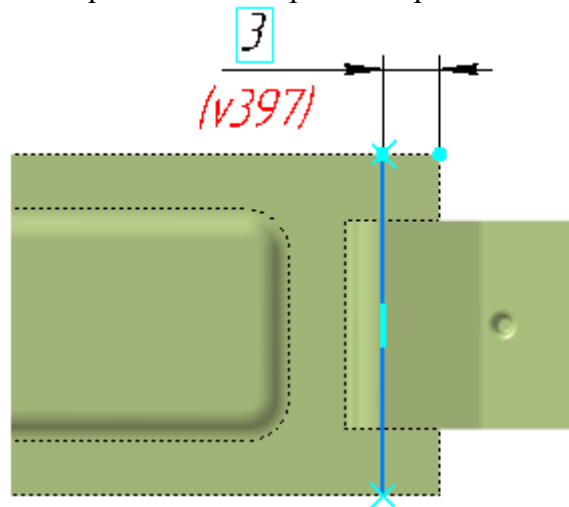
Создадим подсечку на конце Планки.




1. Увеличьте масштаб изображения, укажите плоскую грань и создайте эскиз .

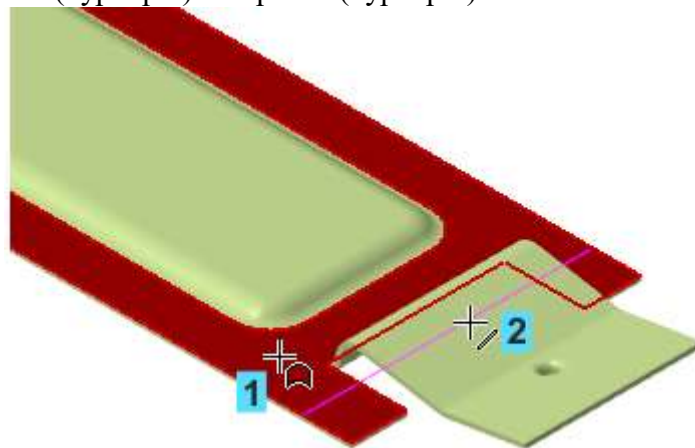


2. Постройте на грани вертикальный отрезок и проставьте к нему размер 3.




3. Нажмите кнопку **Подсечка**  на панели **Элементы листового тела** (группа **Сгиб**).

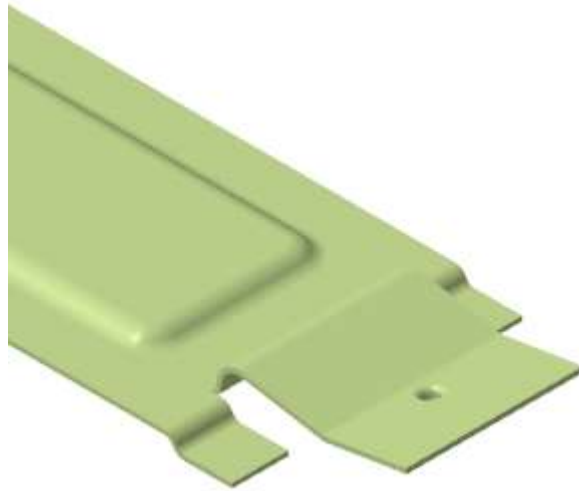
4. Укажите грань (курсор 1) и отрезок (курсор 2).



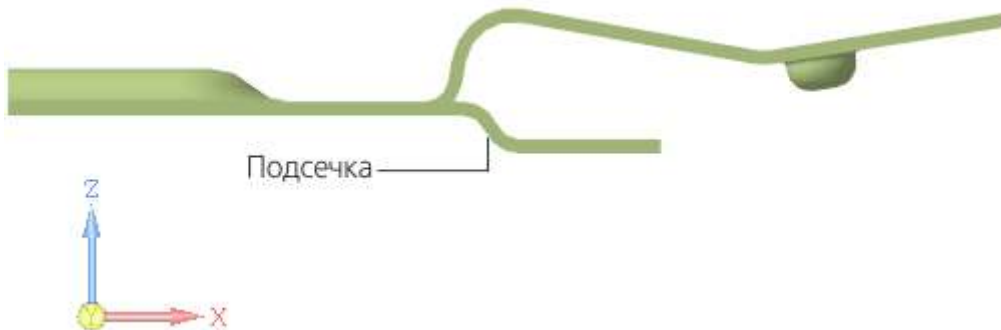
5. Задайте параметры подсечки.

6. В поле **Радиус** введите значение **0,5**. В группе **Задание размера** нажмите кнопку **Внутри** . В поле **Расстояние** введите значение **0,5** — этот параметр определяет высоту подсечки.

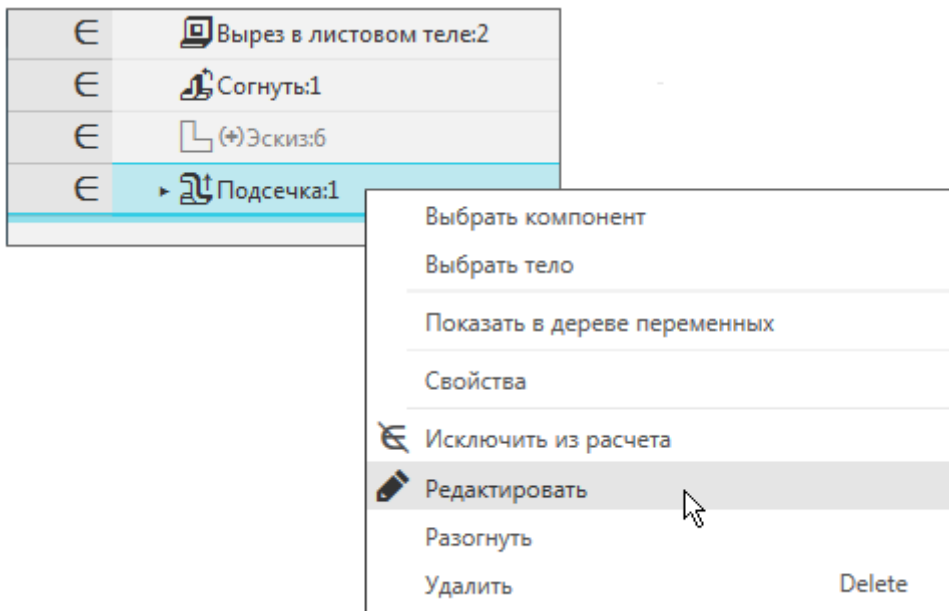
7. Нажмите кнопку **Создать объект** .




8. Убедитесь, что подсечка построена правильно, расположив Планку перпендикулярно экрану.

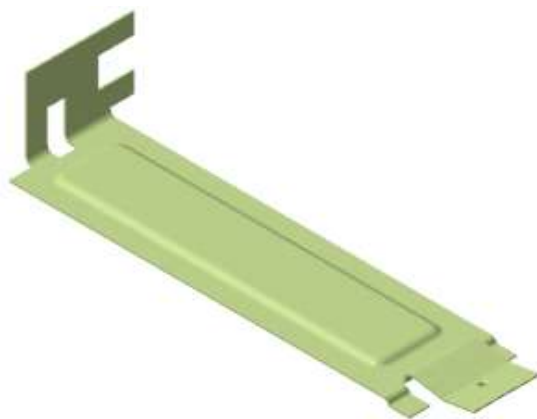



9. Если подсечка направлена неправильно, отредактируйте операцию. Для этого щелкните мышью по операции **Подсечка 1** в Дереве и вызовите команду **Редактировать** из контекстного меню.



10. Смените направление построения или направление неподвижной стороны соответствующей кнопкой **Сменить направление** , если требуется.

11. Подтвердите редактирование кнопкой **Создать объект**  или откажитесь от него кнопкой **Завершить** .

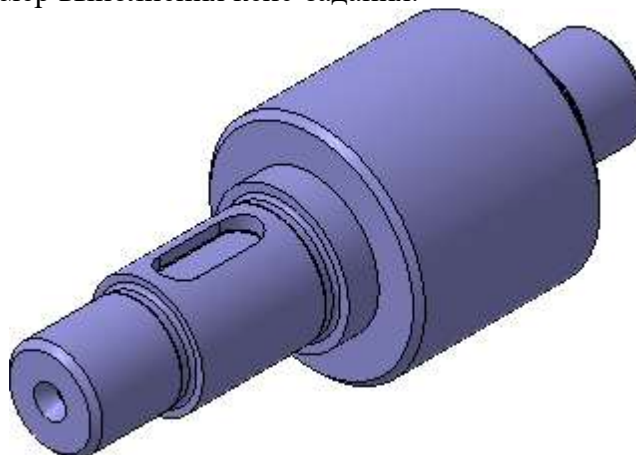


12. Сохраните модель .

7. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ВАЛ



ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

В этом занятии показан процесс создания детали Вал червячный. Деталь представляет собой тело вращения. Пример выполнения кейс-задания.




ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание 1. Создание листового тела

1. Создайте  новую деталь и сохраните  ее на диске под именем **Вал_ФамилияСтудента**.

2. Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.

3. Создайте новый эскиз  на плоскости **ZY**.

Контур будет располагаться справа от точки начала координат эскиза. Для того, чтобы на экране было достаточно места для черчения, можно сдвинуть изображение влево.

4. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу **<Shift>** на клавиатуре.

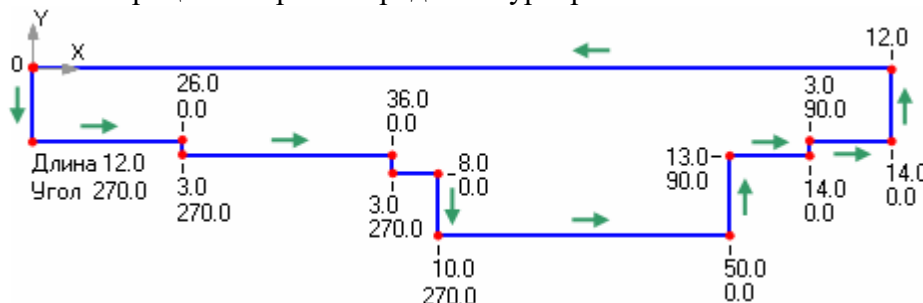
5. Нажмите колёсико мыши до щелчка, и не отпуская его, перетащите символ начала координат эскиза в левую часть экрана.

6. Отпустите колёсико и клавишу.

7. Нажмите кнопку **Непрерывный ввод объектов**  на панели **Геометрия** .

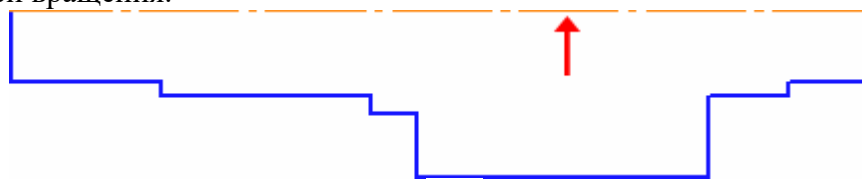
8. Из точки начала координат постройте замкнутую ломаную линию.

Углы наклона и длины отрезков показаны на рисунке. Выбирать горизонтальное или вертикальное направление отрезков поможет **Угловая привязка**. Параметры очередного отрезка отображаются в процессе черчения рядом с курсором.



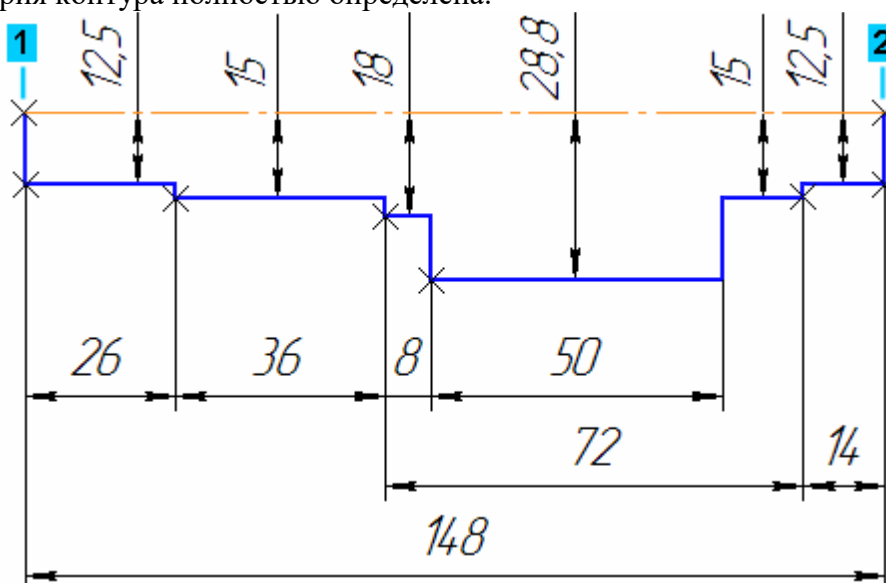
Нет необходимости сразу получить контур именно с такими размерами. Главное – получить контур с нужным количеством ступеней приблизительно нужных размеров. Если вы совершили ошибку, нажмите кнопку **Отменить** на панели **Стандартная** и повторите построение участка, где была допущена ошибка. Если ошибка была замечена позже, продолжайте построения. Ее можно исправить после завершения контура.

9. Измените стиль горизонтального отрезка с **Основная** на **Осевая**. Этот отрезок будет выполнять роль оси вращения.



10. Нажмите кнопку **Линейный размер**  на инструментальной панели **Размеры** .

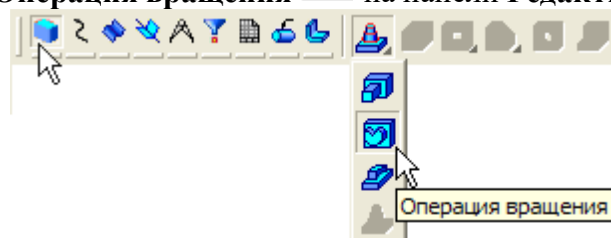
11. При создании размера общей длины контура **148** мм включите флажок **Информационный размер** (в диалоговом окне **Установить значение размера**). Необходимость его включения связана с тем, что после простановки всех предыдущих размеров, геометрия контура полностью определена.



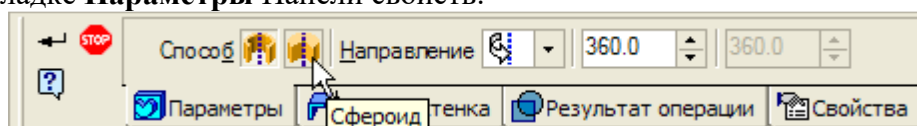
12. Закройте эскиз.

Задание 2. Создание тела вращения

1. Нажмите кнопку **Операция вращения**  на панели **Редактирование детали** .

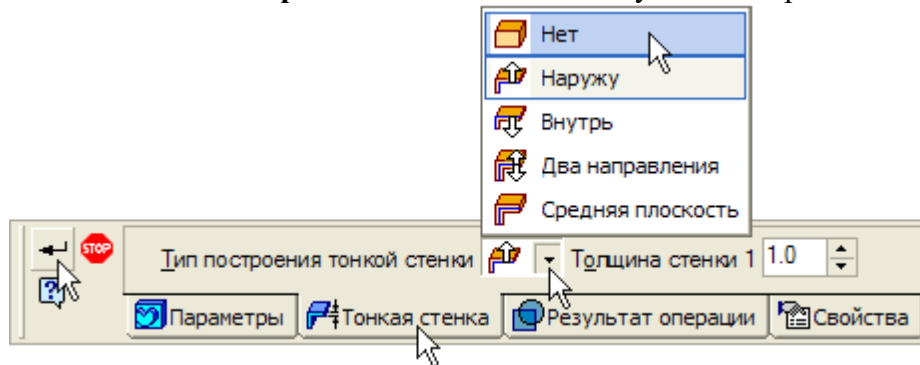



2. Если эскиз не замкнут, как в данном случае, система по умолчанию выполняет построение тонкостенного элемента. Для построения сплошного тела нажмите кнопку **Сфероид** на закладке **Параметры** **Панели свойств**.

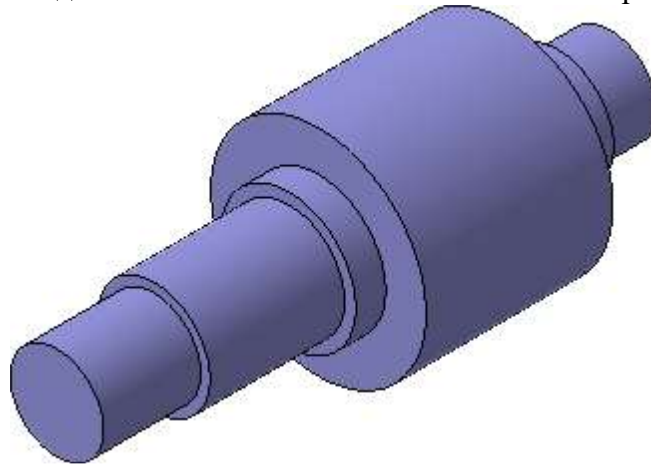


3. Затем откройте закладку **Тонкая стенка**.

4. Откройте список **Тип построения тонкой стенки** и укажите вариант **Нет**.



5. Нажмите кнопку **Создать объект**  – система выполнит построение тела вращения.

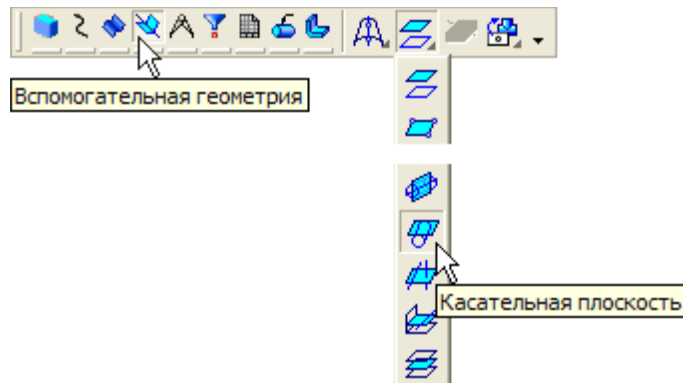


Задание 3. Создание шпоночного паза.

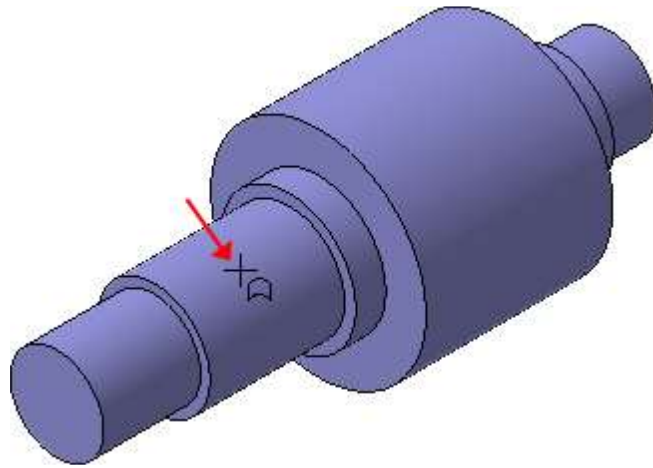
Построение касательной плоскости

Для создания шпоночного паза нужно построить вспомогательную плоскость для размещения его эскиза. Эта плоскость должна быть касательной к цилиндрическому участку вала, на котором нужно построить паз.

1. Нажмите кнопку **Касательная плоскость**  на Расширенной панели команд создания вспомогательных плоскостей.



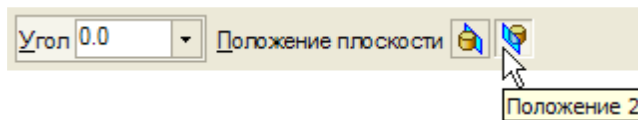
2. Укажите цилиндрическую грань вала.



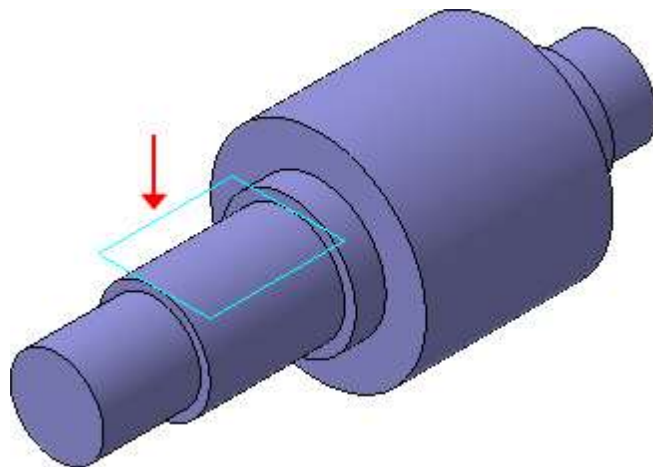
К цилиндрической грани можно построить бесконечное количество касательных плоскостей, поэтому нужно дополнительно указать плоскость, которая проходит через ось цилиндрической грани и показывает линию касания для новой плоскости.

3. В **Дереве модели** укажите Плоскость **ZY**. После этого количество возможных вариантов плоскостей сократится до двух.

4. Для окончательного выбора нужного варианта нажмите кнопку **Положение 2** на **Панели свойств**.

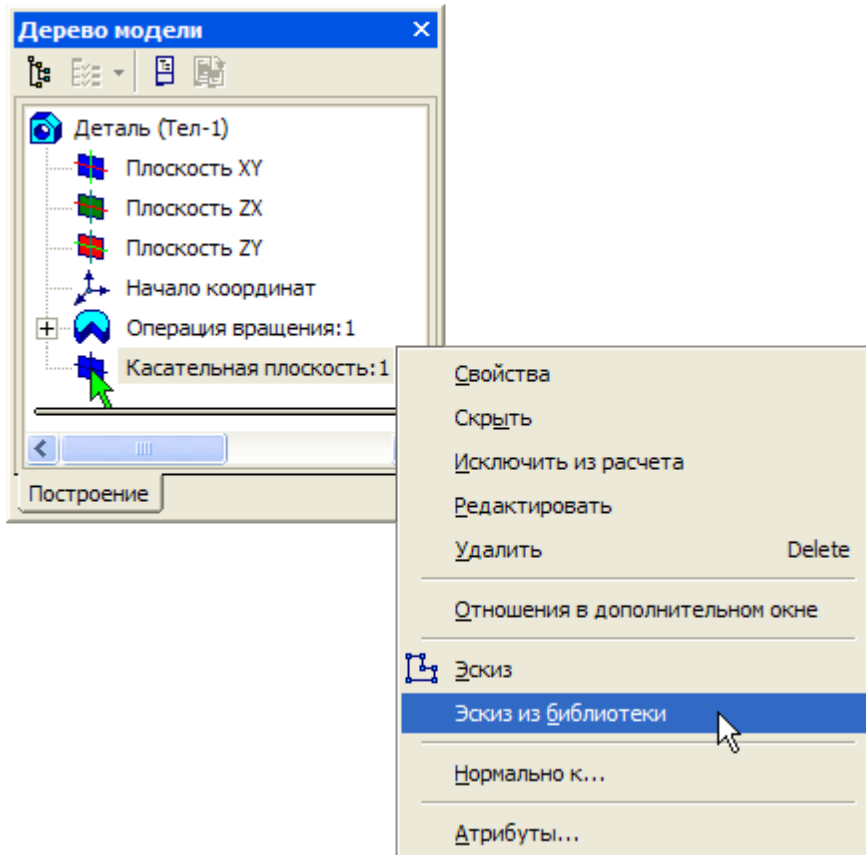


5. Нажмите кнопку **Создать объект**  – система выполнит построение касательной плоскости.



Для создания типовых контуров можно воспользоваться библиотекой эскизов.

6. В **Дереве модели** щелкните правой клавишей мыши на элементе **Касательная плоскость: 1** и выполните из контекстного меню команду **Эскиз из библиотеки**.



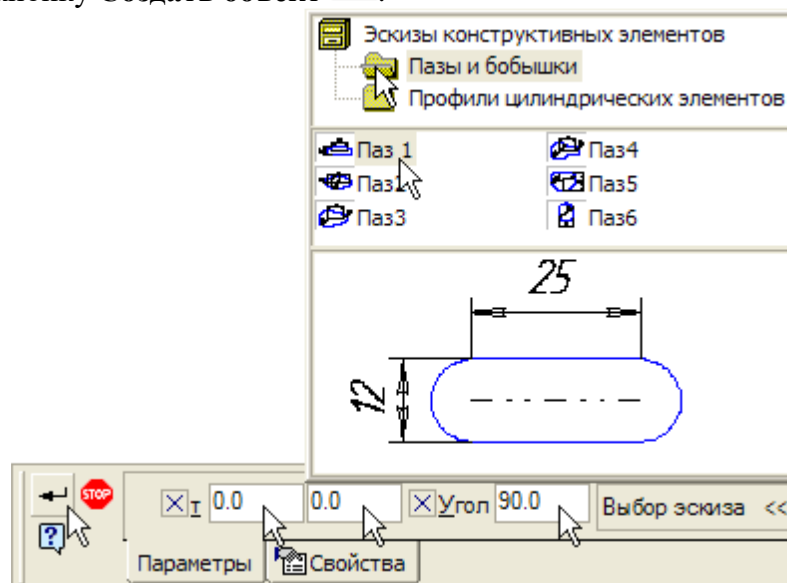
7. В Дереве библиотеки откройте папку **Пазы и бобышки**.

8. В списке элементов папки укажите **Паз 1**. В окне предварительного просмотра будет показан его контур.

9. В поля координат точки привязки эскиза по осям **X** и **Y** на **Панели свойств** введите значение **0**.

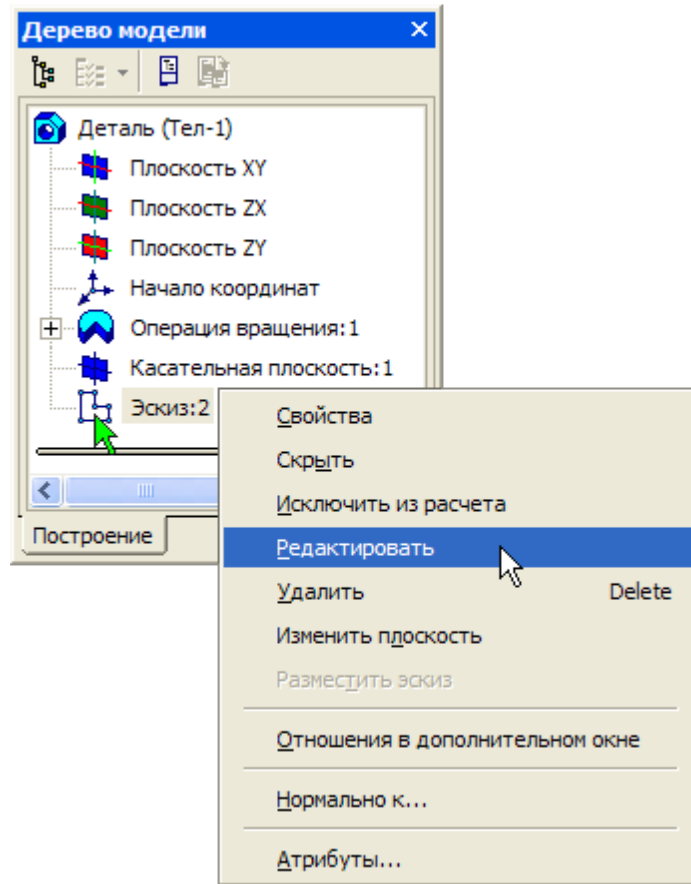
10. В поле **Угол** введите значение **90** градусов.

11. Нажмите кнопку **Создать объект** .

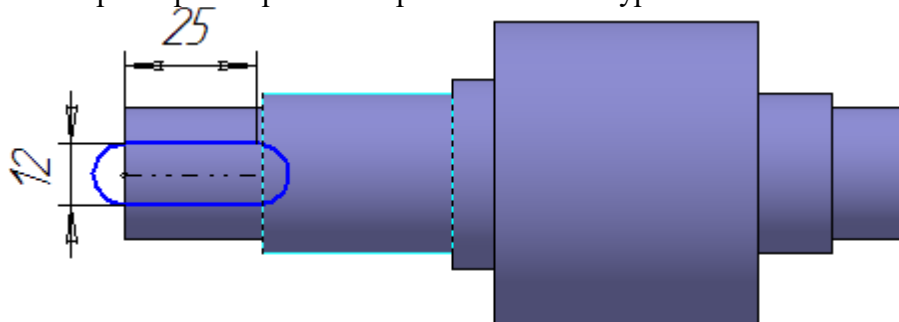


В Дереве модели появится новый элемент **Эскиз: 2**.

12. Щелкните на элементе **Эскиз: 2** правой клавишей мыши и выполните из контекстного меню команду **Редактировать**. Система перейдет в режим редактирования эскиза.

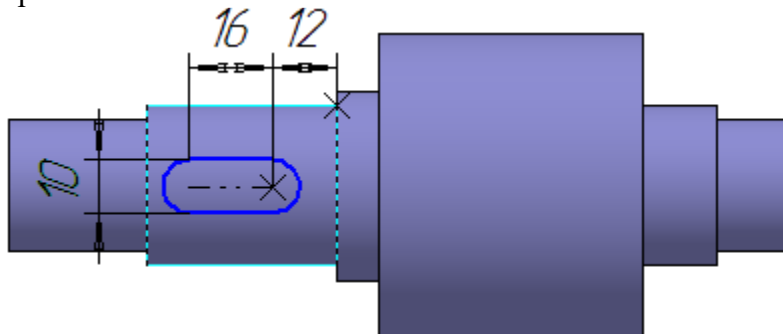



Эскиз представляет собой параметрический контур с размерами. Для завершения эскиза нужно изменить размеры и правильно разместить контур.




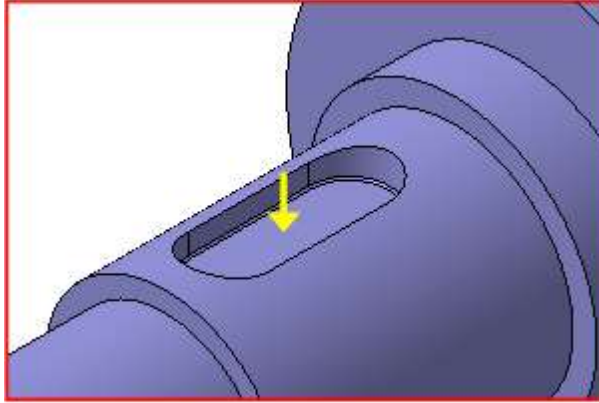
13. Измените значения размеров, как это показано на рисунке – геометрия контура будет перестроена.

14. Постройте дополнительный линейный размер и присвойте ему значение 12 мм – контур займет правильное положение в эскизе.



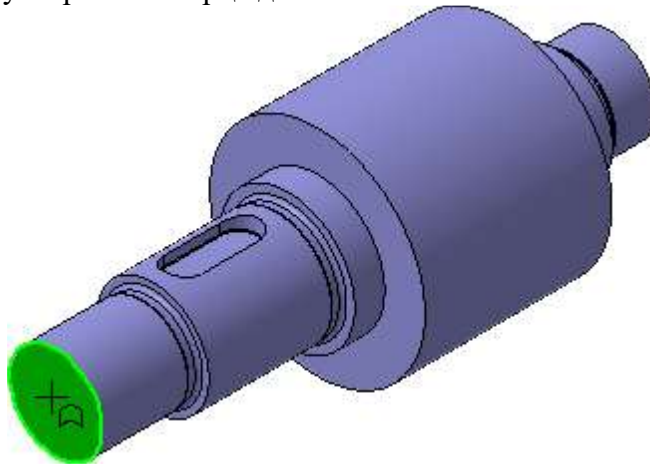
15. Закройте эскиз и примените к нему операцию **Вырезать выдавливанием**  в прямом направлении с типом построения **На расстояние** равное 4 мм.



16.  дно паза радиусом **0,25** мм. Укажите саму грань – система автоматически определит все принадлежащие ей ребра.

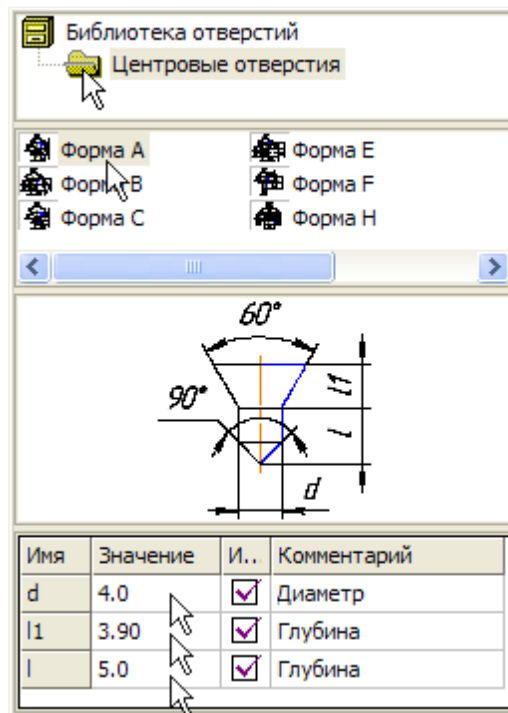


Задание 4. Создание центровых отверстий

1. Укажите плоскую грань на торце детали.




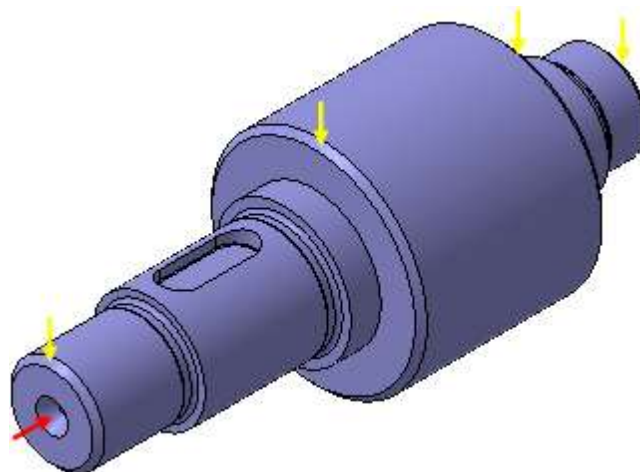
2. Нажмите кнопку **Отверстие**  на панели **Редактирование детали** .
3. В окне **Библиотеки отверстий** откройте папку **Центровые отверстия** и укажите отверстие **Форма А**.
4. В таблице параметров задайте диаметр отверстия **d 4** мм, глубину конической части **H = 3.9** мм, и глубину цилиндрического участка **l = 5** мм.



5. Нажмите кнопку **Создать объект** .

6. Повторите построение центрального отверстия на противоположном торце вала.

7. На четырех круглых ребрах построите **фаски**  длиной **1.6** мм под углом **45** градусов.



8. Сформировать чертеж общего вида с размерами.

Варианты кейс-заданий

Вариант	R1	R2	R3	R4	R5	R6	L1	L2	L3	L4	L5	L6
1	10	12	16	50	12	10	20	40	6	50	22	20
2	11	13	18	48	13	11	25	45	10	80	20	15
3	12	14	20	45	14	12	30	50	12	60	25	20
4	13	15	22	46	15	13	26	60	14	70	10	16
5	14	16	24	40	16	14	30	48	18	60	18	30
6	15	17	27	42	17	15	33	55	20	70	15	20
7	16	18	20	30	18	16	20	32	10	50	22	36
8	17	19	23	35	19	17	16	34	15	45	19	15
9	18	20	30	40	20	18	32	50	5	48	20	20
10	19	21	25	34	21	19	18	40	12	35	18	10
11	28	30	32	40	30	28	25	55	8	39	30	22
12	30	32	34	42	32	30	19	32	10	38	8	14
13	30	34	36	44	34	30	30	49	6	56	14	18
14	26	36	38	46	36	26	25	36	16	60	22	15
15	28	38	40	48	38	28	28	49	20	38	19	19
16	12	20	22	30	20	12	21	58	11	46	10	14
17	15	18	20	28	18	15	24	47	10	39	21	17
18	20	24	26	34	24	20	2	50	15	51	13	16
19	20	26	28	36	26	20	9	38	12	55	17	13
20	21	25	27	35	25	21	27	61	18	48	15	15
21	22	28	30	38	28	22	25	37	14	34	11	18
22	14	19	21	29	19	14	26	45	13	52	14	14
23	16	21	23	31	21	16	23	52	16	45	9	11
24	20	23	25	33	23	20	24	39	18	49	17	12
25	19	26	28	36	26	19	22	56	19	38	15	16
26	15	30	32	40	30	15	17	49	12	51	12	18
27	20	26	28	36	26	20	25	58	8	46	20	14
28	20	28	30	38	28	20	13	54	16	37	11	12
29	20	25	27	35	25	20	24	48	12	48	13	10
30	14	18	20	28	18	14	21	32	17	37	15	14

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Азбука КОМПАС-3D [Текст] : справочник программы версии 17 //Аскон, 2018.
2. Жилин, И. В. Моделирование в КОМПАС-3D : учебно-методический практикум по дисциплине «Компьютерное моделирование» / И. В. Жилин. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 51 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/73081.html>
3. Горельская, Ю. В. 3D-моделирование в среде КОМПАС : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Компьютерная графика» / Ю. В. Горельская, Е. А. Садовская. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2004. — 30 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/21558.html>
4. Компас-3D : полное руководство. От новичка до профессионала / Н. В. Жарков, М. А. Минеев, М. В. Финков, Р. Г. Прокди. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2016. — 672 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/44023.html>

Огняник Александр Васильевич
Трубилин Евгений Иванович

Учебное издание

3D КОНСТРУИРОВАНИЕ

Практикум

Практикум

В авторской редакции

Дизайн обложки -

Подписано в печать 20.12.2019. Формат 60 × 84 1/8.

Усл. печ. л. – 117,18. Уч.-изд. л. – 8,59.

Тираж ... экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного
аграрного университета.

350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13