

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА**

Кафедра «Механика и промышленная инженерия»

Лабораторные работы по Solid Works

**Методические указания к лабораторным занятиям
по дисциплине «Основы автоматизированного проектирования»
для студентов направления 650500 «Прикладная механика»
профиль: Компьютерное моделирование в технике**

Часть вторая



Бишкек 2015

«Рассмотрено»
на заседании кафедры
«МПИ»
Прот. № 8 от 06.05.2015г.

«Одобрено»
Методическим советом
КГТИ
Прот. № 6 от 23.04.2015г.

Составители: Аскарбеков Р.Н., Чыныбаев М.К., Орозбаев А.А.

Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Основы автоматизированного проектирования» для студентов направления 650500 «Прикладная механика» профиль: Компьютерное моделирование в технике./ Для студентов транспортных, машиностроительных, приборостроительных специальностей /КГТУ им. И. Раззакова; Сост.: Аскарбеков Р.Н., Чыныбаев М.К., Орозбаев А.А. / - Б.: ИЦ «Техник», 2015. - 48 с.

Библиогр. 3 наименования

Рецензент: к.ф.-м.н., доцент Мекенбаев Б.Т.

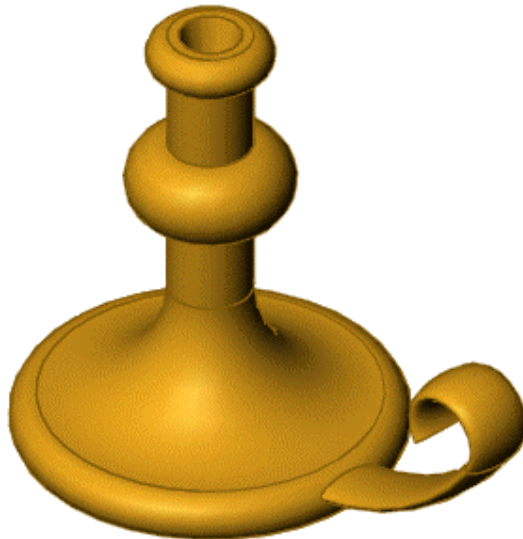
СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №5. Элементы “По траектории” и “Повернуть”	3
Лабораторная работа №6. Элементы по сечениям	14
Лабораторная работа №7. Массивы элементов	20
Лабораторная работа №8. Скругления	30
Таблица для выполнения лабораторных работ	39

Лабораторная работа №5 - Элементы “По траектории” и “Повернуть”



Создадим подсвечник, показанный на рисунке. В этой работе приводятся основные шаги для создания этой детали:

- Создание Элемента - Повернуть
- Создание элемента - по траектории
- Создание элемента вытянутый вырез с углом уклона



Нарисуем профиль элемента «Повернуть»


Основание подсвечника создается путем создания эскиза профиля и поворота эскиза профиля вокруг осевой линии.


1. Нажмите **Создать**  и откройте новую деталь.
2. Нажмите кнопку **Повернутая бобышка/основание**  на панели инструментов “Элементы”.

Отобразятся **Передняя, Верхняя и Правая** плоскости.


3. Выберите **Переднюю** плоскость.

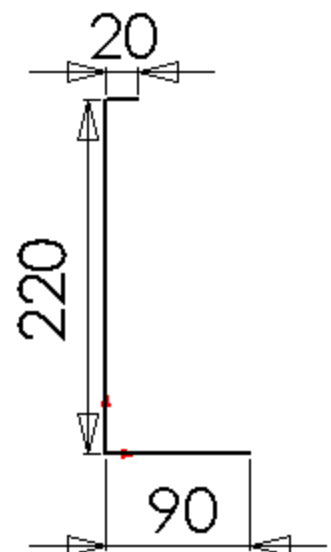
Эскиз откроется на **передней** плоскости.

4. Нажмите кнопку **Линия**  на панели инструментов “Инструменты эскиза”. Нарисуйте из исходной точки вертикальную линию, а затем две горизонтальные линии, как показано на рисунке.

5. Выберите **Автоматическое нанесение размеров**  на панели инструментов “Эскиз”. Укажите размер линий, как показано на рисунке.

Теперь нарисуем и укажем размеры дуг и линий, которые необходимы для завершения профиля. Создадим небольшую дугу в верхней части эскиза.

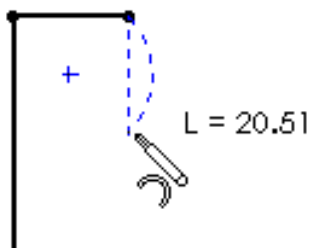
1. Нажмите кнопку **Дуга через три точки**  на панели инструментов “Эскиз”.



2. Нажмите в конечной точке верхней горизонтальной линии, затем переместите указатель вниз.

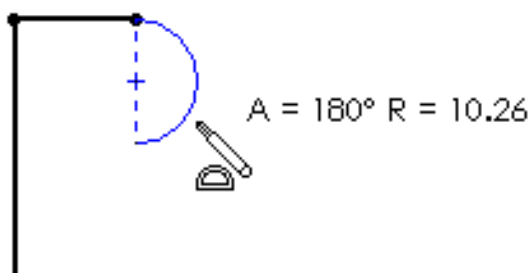
На указателе отображаются параметры линии, и ее формирование. Во время рисования, линии формирования и указатель помогают выровнять указатель с существующими объектами эскиза и геометрией модели.


3. Когда длина линии будет составлять примерно 20 мм ($L=20$), а вертикальная линия формирования станет видна, нажмите еще раз.




4. Переместите указатель вправо для регулировки угла дуги.

5. Когда угол дуги будет составлять 180° ($A=180^\circ$), а радиус – примерно 10 мм ($R=10$), нажмите еще раз.




6. Нажмите кнопку **Автоматическое нанесение размеров**  на панели инструментов “Эскиз” и укажите размер радиуса дуги равным **10**.


Теперь создадим вертикальную линию и вторую дугу.

1. Нажмите кнопку **Линия**  на панели инструментов “Эскиз” или нажмите правой кнопкой мыши в графической области и выберите **Линия** в контекстном меню.

2. Нарисуйте вертикальную линию в направлении вниз (длиной приблизительно 150 мм), начиная от нижней конечной точки дуги. Пока не указывайте размер линии.


3. Нажмите кнопку **Дуга через 3 точки**  на панели инструментов “Эскиз” или нажмите правой кнопкой мыши в графической области и выберите **Дуга через 3 точки**.

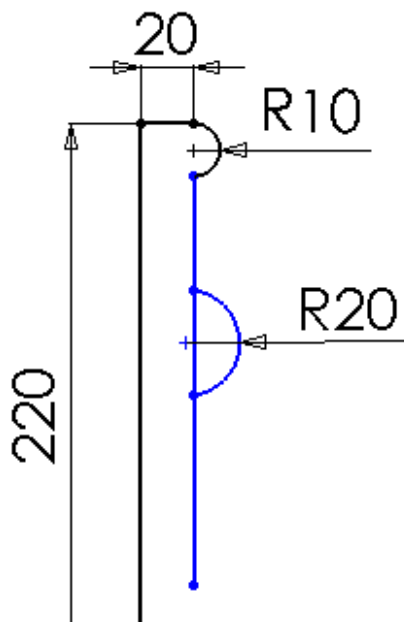
4. Нарисуйте дугу так, чтобы конечные точки дуги лежали на линии.


(Следите за формой указателя ) Используйте следующие размеры:

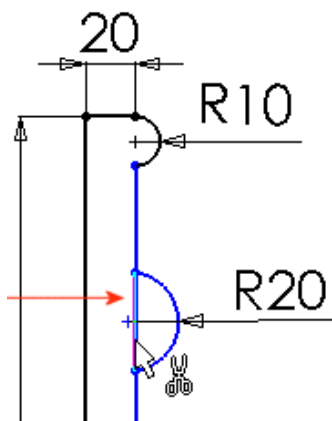
- Длина: приблизительно 40 мм ($L=40$)

- Угол 180° ($A=180^\circ$)
- Радиус: приблизительно 20 мм ($R=20$)

5. Нажмите кнопку **Автоматическое нанесение размеров**  на панели инструментов “Эскиз” или нажмите правой кнопкой мыши в графической области и выберите **Автоматическое нанесение размеров**, затем в качестве размера радиуса дуги установите значение **20**.

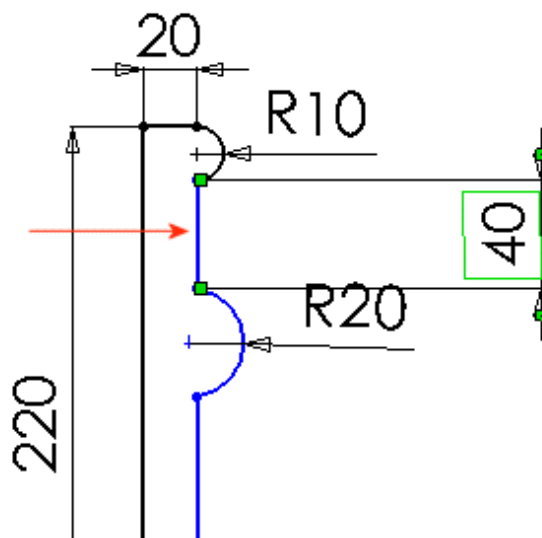


6. Нажмите кнопку **Отсечь объекты**  на панели инструментов “Эскиз” и переместите указатель на сегмент эскиза между конечными точками дуги.






7. Нажмите на выделенный сегмент для его удаления.

8. Нажмите правой кнопкой мыши в графической области и выберите **Автоматическое нанесение размеров**. Укажите размер верхней вертикальной линии, равный **40**, как показано на рисунке.




Теперь добавим взаимосвязи и касательную дугу.

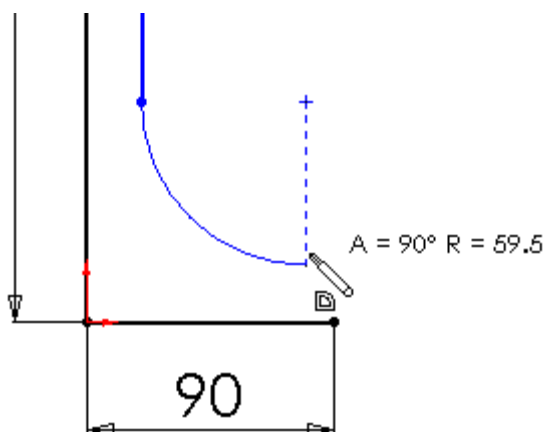
1. Нажмите кнопку **Выбрать**  на панели инструментов "Стандартная", затем, удерживая нажатой кнопку **Ctrl**, нажмите на вертикальные линии с каждой стороны нижней дуги.

2. В окне Property Manager (Менеджера свойств), в окне группы **Добавить взаимосвязи** выберите параметр **Равенство** , затем нажмите **ОК** .

Взаимосвязь **Равенство** обеспечивает удержание равной длины у обеих вертикальных линий.

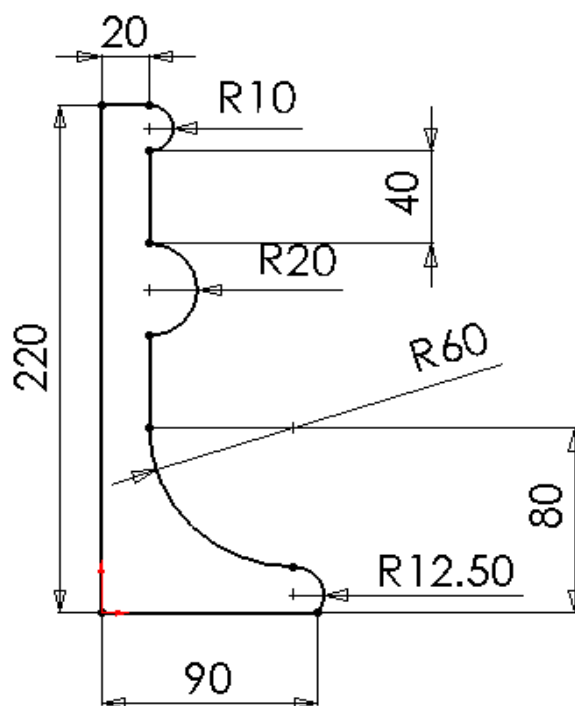
3. Нажмите кнопку **Касательная дуга**  на панели инструментов "Эскиз", затем нажмите конечную точку нижней вертикальной линии.

4. Переместите указатель вниз для создания дуги, имеющей угол 90° и радиус приблизительно 60 мм. Нажмите левую кнопку мыши для размещения дуги.



5. Нарисуйте другую касательную дугу. Перемещайте указатель до тех пор, пока конечная точка дуги не совпадет с конечной точкой нижней горизонтальной линии, как показано на рисунке.

6. Укажите остальные размеры на эскизе, как показано на рисунке.



После завершения нанесения размеров эскиз будет полностью определен (все линии и конечные точки черного цвета).

ВНИМАНИЕ! Определения эскизов


Вообще у эскиза может быть три состояния:

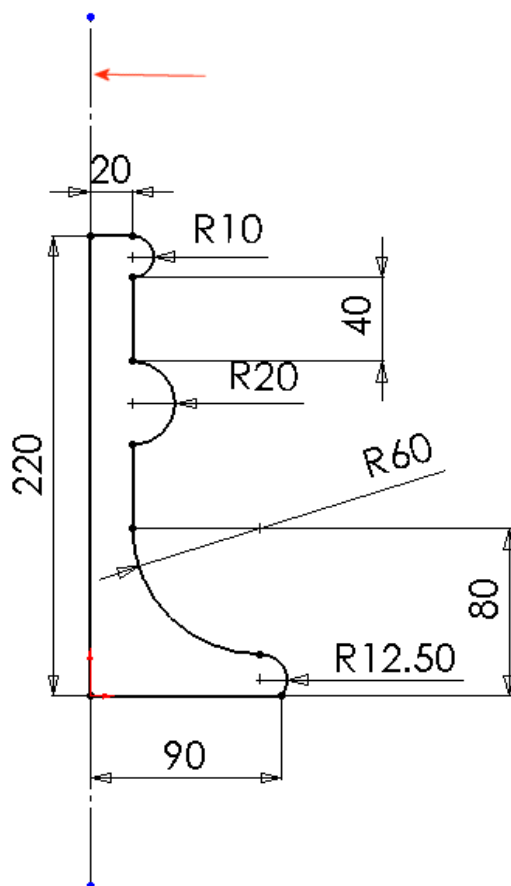
Недоопределенный. Геометрия недоопределенного эскиза по умолчанию отображена синим цветом. Для определения эскиза недостаточно информации. Это может быть из-за отсутствия размеров или информации о местоположении. Недоопределенные эскизы все же можно использовать для создания элементов. Это может быть полезно, потому что во многих случаях на ранних стадиях процесса проектирования отсутствует достаточная информация для полного определения эскиза. При появлении дополнительной информации доопределение можно осуществить в процессе редактирования эскиза.

Полностью определенный. Геометрия полностью определенного эскиза по умолчанию отображена черным цветом. В эскизе присутствует вся необходимая информация для определения размера и местоположения геометрии. По общему правилу, когда деталь идет в производство, ее эскизы должны быть полностью определены.

Переопределенный. Геометрия переопределенного эскиза по умолчанию отображена красным цветом. В эскизе существуют дублирующиеся размеры или конфликтующие взаимосвязи. Эскиз невозможно использовать, пока он не будет исправлен. Лишние размеры и взаимосвязи должны быть удалены.

Недоопределенную геометрию можно растягивать и перетаскивать в пределах ее степеней свободы.

7. Нажмите кнопку **Осевая линия**  на панели инструментов "Эскиз" и нарисуйте вертикальную осевую линию, проходящую через исходную точку.



Эта линия и представляет собой ось, вокруг которой выполняется поворот профиля.

Создание Элемента - Повернуть



Теперь, когда создан профиль эскиза, повернем профиль вокруг осевой линии для создания элемента "повернуть".


1. Нажмите **Выход из эскиза** .

Появится диалоговое окно **Повернуть Property Manager** (Менеджера свойств).

Если поместить указатель над окном или значком в Property Manager, то появится всплывающая подсказка, отображающая название окна или значка.

2. В окне группы **Параметры элемента - повернуть**:

- Выберите осевую линию, созданную в эскизе для **Оси вращения** 
- В окне **Тип поворота** выберите **В одном направлении**.
- Установите для параметра **Угол**  значение **360**.

3. Нажмите **ОК** .



4. Сохраните деталь как **Cstick.sldprt**.



Рисование направления элемента по траектории

Элемент по траектории - это основание, бобышка или вырез, созданные путем перемещения сечения по заданному направлению. В этой лабораторной работе создадим ручку подсвечника с помощью элемента по траектории.

Сначала нарисуйте направление элемента по траектории. В качестве траектории может выступать разомкнутая кривая или замкнутая, не пересекающаяся кривая. Ни направление, ни полученный в результате элемент "по траектории" не могут быть самопересекающимися.

1. Выберите плоскость **Спереди** в дереве конструирования Feature Manager,

затем нажмите кнопку **Эскиз** , чтобы открыть новый эскиз.


2. Нажмите кнопку **Стандартные виды**  и выберите **Спереди** .

3. Нажмите кнопку **Скрыть невидимые линии** .

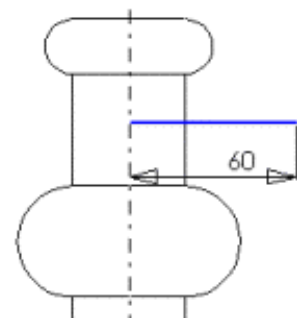
4. Выберите **Вид, Временные оси**. Обратите внимание на то, что появилась временная ось повернутого основания.

5. Нажмите правой кнопкой мыши в графической области и выберите

Линия, затем переместите указатель на временную ось.

Указатель изменится на , когда вы точно укажете на временную ось.

6. Нарисуйте горизонтальную линию размером **60**, как показано на рисунке.



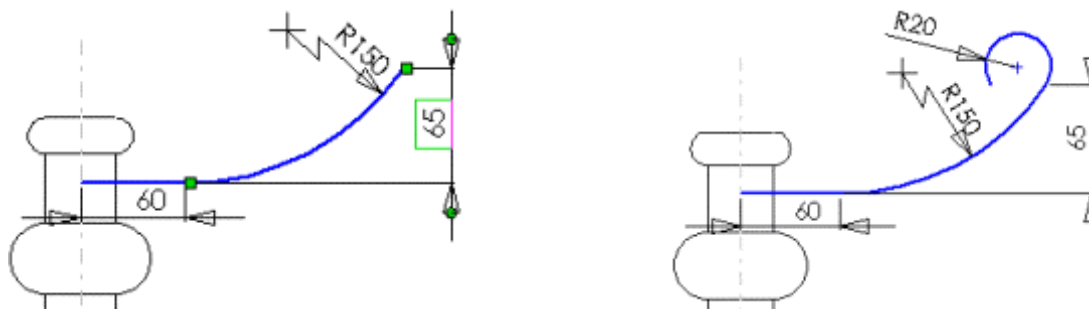
7. Нажмите правую кнопку мыши в графической области и выберите **Касательная дуга**.

8. Нарисуйте дугу с началом в конечной точке линии. Укажите радиус дуги, равный **150**.

Если радиальный размер находится за пределами вида, нажмите **Дополнительные параметры** в окне **Размер Property Manager** (Менеджера свойств). В диалоговом окне **Свойства размера** выберите параметр **Укороченный радиус**, затем нажмите **ОК**.


9. Выберите конечные точки дуги и установите вертикальный размер **65**.

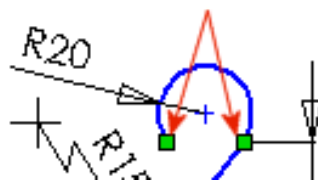
При перемещении указателя размер привязывается к ближайшей ориентации. Когда в окне предварительного просмотра появится нужное расположение и тип размера, нажмите правую кнопку мыши, чтобы зафиксировать тип размера. Нажмите в том месте рисунка, где необходимо установить размер.



10. Нажмите правой кнопкой мыши и выберите **Касательная дуга**, нарисуйте другую дугу, как показано на рисунке. Укажите ее радиус, равный **20**.

Теперь добавим взаимосвязи для управления направлением элемента по траектории.

1. Нажмите кнопку **Выбрать** , затем, удерживая нажатой кнопку **Ctrl**, выберите конечные точки только что нарисованной касательной дуги.




Появится диалоговое окно **Свойства Property Manager** (Менеджера свойств). Две конечные точки указаны в окне группы **Выбранные объекты**.

2. В окне группы **Добавить взаимосвязи** выберите **Горизонтальность** 

3. Нажмите **ОК** .

Размеры и взаимосвязи предотвращают изменение размера и формы направления элемента по траектории во время перемещения.

4. Нажмите кнопку **Отобразить/удалить взаимосвязи**  на панели инструментов "Эскиз".

Появится окно **Размеры/взаимосвязи Property Manager** (Менеджера свойств).

5. В окне группы **Взаимосвязи** выберите **Все в этом эскизе** в поле

ВНИМАНИЕ! Зачем были отображены взаимосвязи эскиза

Взаимосвязи в эскизе были отображены, чтобы увидеть список взаимосвязей в эскизе.

В окне **Взаимосвязи эскиза Property Manager (Менеджера свойств)** приводится список всех взаимосвязей в текущем эскизе, включая и те, которые были добавлены автоматически во время рисования, и те, которые были добавлены вручную. Например, взаимосвязь "Совпадение" между направлением элемента по траектории и повернутым основанием была добавлена автоматически. Тип взаимосвязи, которую требуется просмотреть, управляется с помощью параметра **Фильтр**.

ВНИМАНИЕ! Взаимосвязи эскиза

Взаимосвязи эскиза, также называемые геометрическими взаимосвязями, устанавливают зависимость (например, касательность, перпендикулярность, концентричность или горизонтальность) между элементами эскиза.

Геометрические взаимосвязи могут включать:

Элементы внутри эскиза. Например, касательная дуга и горизонтальная линия, нарисованные для направления элемента по траектории.

Элементы и предметы вне эскиза. Например, линия может быть связана так, что будет параллельна существующей кромке модели; или окружность для отверстия может быть связана так, что будет концентрична кромке круговой бобышки.

Геометрические взаимосвязи могут создаваться двумя способами:

Автоматически - программным обеспечением Solid Works во время рисования. Например, нарисованная касательная дуга автоматически создала взаимосвязь "касательность" с горизонтальной линией.

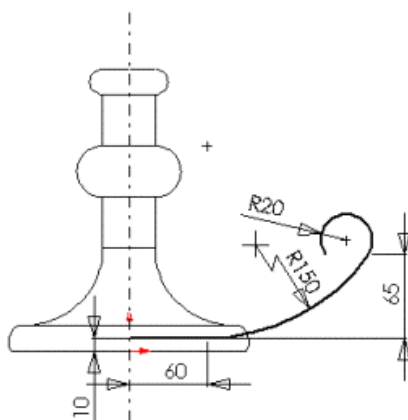
Вручную - пользователем. Например, при наличии последней нарисованной касательной дуги, Вы добавили взаимосвязь "горизонтальность" между конечными точками для предотвращения изменения размера и формы направления элемента по траектории.

Далее укажите размер направления элемента по траектории относительно повернутого основания.

1. Укажите размер для расстояния между горизонтальной линией направления элемента по траектории и нижней кромкой повернутого элемента, равный **10**.





Направление элемента по траектории полностью определено.

2. Нажмите **Выход из эскиза** .




Рисование сечения элемента по траектории



После того, как будет нарисовано направление элемента по траектории, необходимо нарисовать сечение элемента по траектории.

1. Выберите плоскость **Справа** в дереве конструирования Feature Manager, затем нажмите кнопку **Эскиз** , чтобы открыть новый эскиз.
2. Нажмите **Стандартные виды**  и выберите **Перпендикулярно** .
3. Нажмите кнопку **Эллипс**  на панели инструментов "Эскиза" или выберите **Инструменты, Объекты эскиза, Эллипс**, затем нарисуйте эллипс в любом месте графической области.

Чтобы нарисовать эллипс, перетащите указатель мыши горизонтально от центральной точки эллипса для установки его ширины, отпустите кнопку мыши, а затем для установки высоты перетащите указатель мыши вертикально.

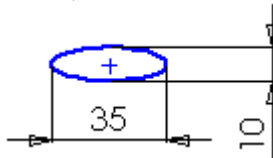
4. Нажмите кнопку **Выбрать** , затем, удерживая нажатой кнопку **Ctrl** выберите конечные точки эллипса, как показано на рисунке.



5. В окне Property Manager (Менеджера свойств) в окне группы **Добавить взаимосвязи** выберите **Горизонтальность** , затем нажмите **ОК** .

Эта взаимосвязь предотвращает искажение эллипса.

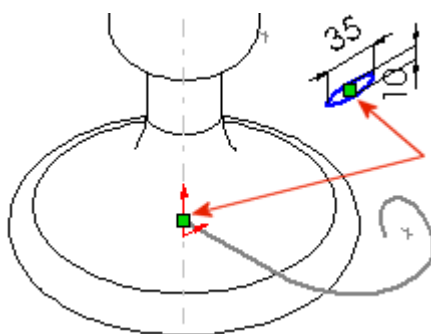
6. Укажите размеры эллипса, как показано на рисунке.



7. Нажмите кнопку **ОК** .

8. Нажмите **Стандартные виды**  и выберите **Изометрия** .


9. Удерживая нажатой кнопку **Ctrl**, нажмите на центральную точку эллипса и на конечную точку горизонтальной линии направления элемента по траектории.

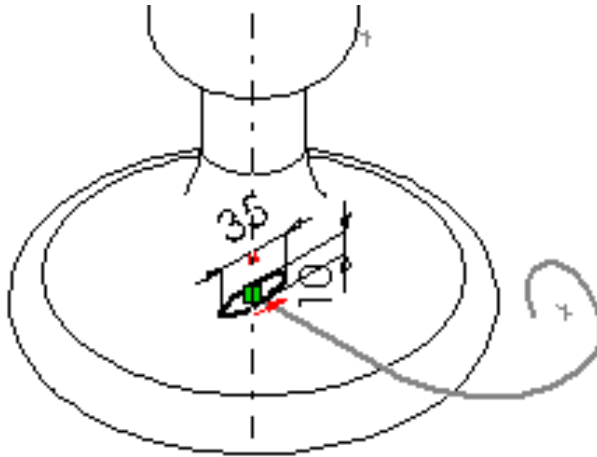


10. В окне Property Manager (Менеджера свойств) в окне группы

Добавить взаимосвязи выберите **Совпадение** , затем нажмите **ОК** .




Эта взаимосвязь "Совпадение" гарантирует, что центральная точка сечения элемента по траектории лежит на плоскости направления элемента по траектории.

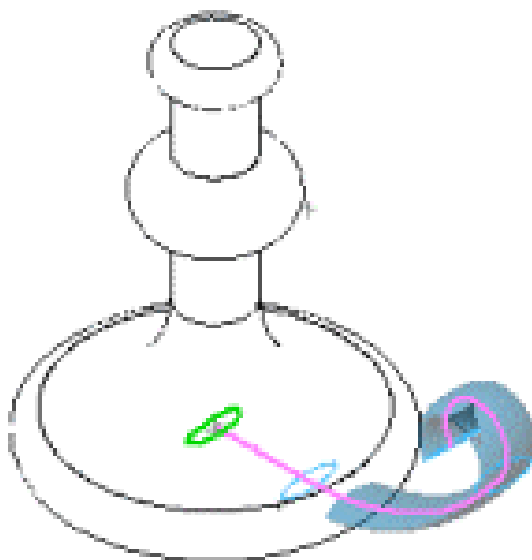
11. Выберите **Вид, Временные оси**, чтобы скрыть временную ось.
12. Нажмите **Выход из эскиза** .



Создание элемента по траектории

Теперь объединим эскизы направления элемента по траектории и сечения элемента по траектории.

1. Нажмите кнопку **Вытянутая бобышка/Основание**  на панели инструментов "Элементы".
2. В Property Manager (Менеджере свойств):
 - Выберите значение **Эскиз 3** (эллипс) в графической области для параметра **Профиль** .
 - Выберите значение **Эскиз 2** (направление) в графической области для параметра **Направление** .



Профиль элемента "по траектории" появится в графической области. Обратите внимание на то, как цвета в разделе **Профиль и направление** совпали с цветами в графической области.

3. В разделе **Параметры** выберите **По направлению** в списке **Ориентации / типа скручивания**.

4. Нажмите **ОК**  для создания элемента по траектории.






Создание ручки подсвечника закончено.


5. Сохраните деталь.

Завершение построения детали

Последним этапом будет создание отверстия под свечу.

1. Выберите верхнюю грань повернутого элемента, затем нажмите **Вытянутый вырез**  панели инструментов "Элементы".

2. Нажмите **Стандартные виды**  и выберите **Перпендикулярно** .

3. Нажмите кнопку **Окружность**  на панели инструментов "Эскиз" и выберите исходную точку эскиза. Нарисуйте окружность и укажите ее размер, как показано на рисунке.


4. Нажмите **Выход из эскиза** .


5. В окне Property Manager (Менеджере свойств) в окне группы

Направление 1:

- Установите для параметра **Граничное условие** значение

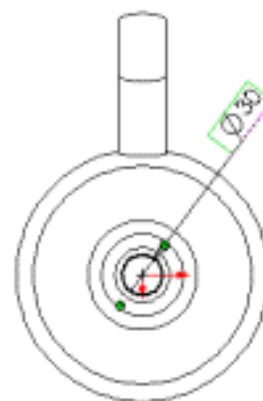
На заданное расстояние.


- Установите для параметра **Глубина**  значение **25**.

- Нажмите кнопку **Включить/Выключить уклон**  и установите в параметре **Угол уклона** значение **15**.

6. Нажмите кнопку **ОК** .

7. Для того чтобы просмотреть наклонный вырез, нажмите кнопку



Невидимые линии отображаются  и поверните деталь, используя клавиши стрелок.



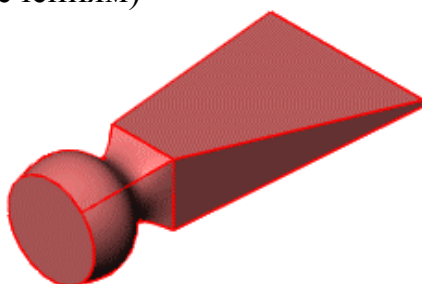
Лабораторная работа №6 - Элементы по сечениям

В данной работе создадим зубило с использованием возможностей построения элемента по сечениям.

Элемент по сечениям - это основание, бобышка или вырез, созданные путем соединения нескольких поперечных сечений или профилей.

В работе приводится:

- Создание плоскостей
- Рисование, копирование и вставка профилей
- Создание твердотельного элемента путем соединения профилей (построения элемента по сечениям)




Построение плоскостей


Построение элемента по сечениям следует начать с рисования эскизов профилей на гранях или плоскостях. Можно использовать существующие грани и плоскости или создать новые плоскости.

1. Нажмите **Создать**  и откройте новую деталь.

Плоскости в модели Solid Works не всегда видимы. Однако их можно показать на экране. Для этого упражнения пригодится изображение плоскости **Спереди**.

2. Нажмите **Вид** и выберите **Плоскости**. Нажмите правой кнопкой мыши на плоскость **Спереди** в дереве конструирования Feature Manager и выберите **Отобразить**. Плоскость **Спереди** появится в графической области.

3. Сохраняя плоскость **Спереди** выбранной, нажмите **Справочная геометрия**  на панели инструментов "Элементы", затем нажмите

Плоскость  на плавающей панели инструментов "Справочная геометрия".

Появится окно **Плоскость Property Manager** (Менеджера свойств). В графической области появится предварительный вид новой плоскости – **Plane 1** (Плоскость 1).


В окне группы **Выбранные элементы** плоскость **Спереди** отобразится в окне

Справочные объекты .

4. Установите для параметра **Расстояние**  значение **25**, затем нажмите **ОК** .

Новая плоскость, **Plane 1** (Плоскость 1), создается перед плоскостью **Спереди**.

Плоскости, используемые в построении элементов по сечениям, необязательно должны быть параллельными, но в этом упражнении они параллельны.


Сохраняя **Plane1** (Плоскость 1) выбранной, нажмите кнопку **Плоскость**  еще раз и добавьте другую параллельную плоскость на расстоянии 25 мм. (Это – **Plane 2** (Плоскость 2)).

5. Другой метод создания параллельной плоскости - это копирование существующей плоскости. Выберите в графической области **Plane 2** (Плоскость 2) и, удерживая нажатой клавишу **Ctrl**, перетащите ее, расположив перед **Plane 2** (Плоскостью 2).

6.

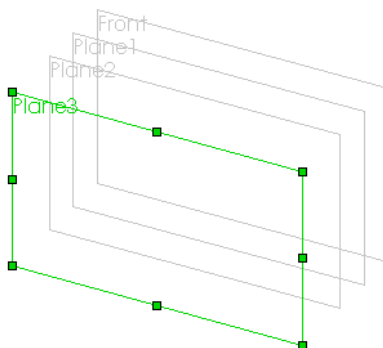
Тащите за кромку или метку, но не за маркеры. Если тащить за маркер, изменится размер отображаемой плоскости.

Создается другая параллельная плоскость – **Plane 3** (Плоскость 3).

7. Чтобы установить расстояние смещения для новой плоскости, задайте для параметра **Расстояние**  значение **40** в окне Плоскость Property Manager (Менеджера свойств).



8. Нажмите **ОК** .

Графическая область должна выглядеть подобно этому изображению.

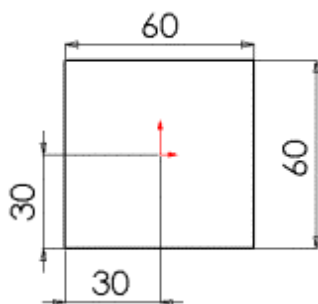


Рисование эскизов профилей

Рукоятка зубила создается путем создания элементов по сечениям из эскизов простых профилей.

1. Нажмите на плоскость **Спереди** в дереве конструирования Feature Manager или в графической области, затем нажмите кнопку **Эскиз** . Ориентация вида изменится на вид **Спереди** .

2. Нарисуйте квадрат со стороной 60 мм и нанесите размер, как показано на рисунке.



3. Нажмите кнопку **ОК** .

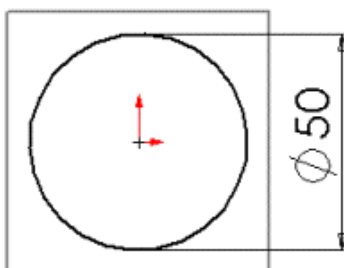
*После добавления размеров можно расположить текст размера по центру между выносными линиями. Нажмите правой кнопкой мыши и выберите **Параметры отображения, Размер по центру**. Если передвинуть размер, не перетаскивая его за выносные линии, текст останется выровненным по центру.*

Закройте эскиз.


4. Откройте эскиз на **Plane 1** (Плоскости 1) и нарисуйте окружность с центром в исходной точке.

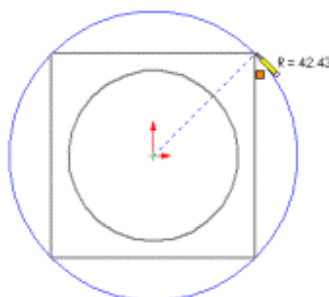
Создается впечатление, что эскиз рисуется поверх первого эскиза. Однако первый эскиз находится на плоскости **Спереди**, и на него не влияют эскизы, выполняемые на **Plane 1** (Плоскости 1) - параллельной плоскости, находящейся перед ней.

5. Укажите диаметр окружности, равный **50 мм**.



6. Закройте эскиз.

7. Откройте эскиз на **Plane 2** (Плоскости 2) и нарисуйте окружность с центром в исходной точке. При перетаскивании совместите диаметр окружности с вершиной квадрата. (Следите за формой указателя )

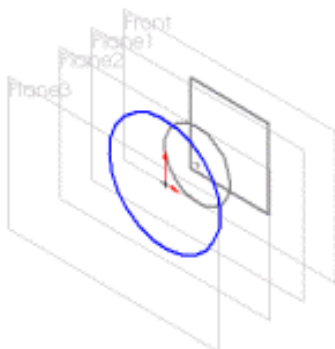



8. Закройте эскиз.

Копирование эскиза


Для того чтобы создать еще один профиль, можно скопировать эскиз из одной плоскости в другую.

1. Нажмите **Стандартные виды**  и выберите **Изометрия** , чтобы посмотреть, как выстроены эскизы.



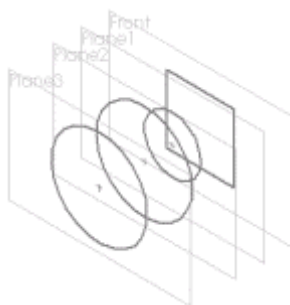
*Если эскиз находится не на той плоскости, можно сменить плоскость. Правой кнопкой мыши нажмите на эскиз в дереве конструирования Feature Manager или в графической области и выберите **Редактировать плоскость эскиза**. Выберите новую плоскость для эскиза, затем нажмите **ОК**  в окне **Плоскость эскиза Property Manager** (Менеджера свойств).*

2. Нажмите на **Sketch 3** (Эскиз 3) (большая окружность) в дереве конструирования Feature Manager или в графической области.

3. Нажмите кнопку **Копировать**  на панели инструментов “Стандартная”.

4. Нажмите на **Plane 3** (Плоскость 3) в дереве конструирования Feature Manager или в графической области.

5. Нажмите кнопку **Вставить**  на панели инструментов “Стандартная”.




Когда эскиз вставляется на плоскость, новый эскиз создается автоматически на этой плоскости.

6. Сохраните деталь как **loft.sldprt**.

Создание элемента по сечениям

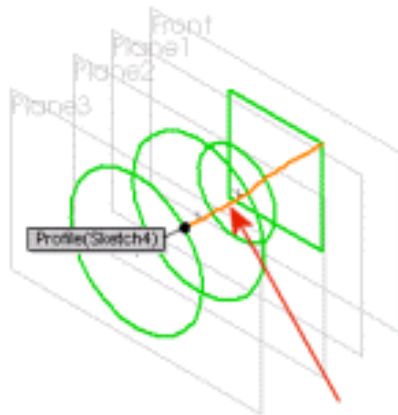
Теперь воспользуйтесь функцией **Бобышка/основание по сечениям** для создания твердотельной модели на основе профилей.

1. Нажмите кнопку **Бобышка/основание по сечениям**  на панели инструментов "Элементы".

2. В окне группы **Параметры** отключите параметр **Предварительный просмотр**.



В этом случае отключается предварительный просмотр в режиме **Закрасить**, но показывается, как будут соединены профили.

3. В графической области укажите одно и то же место на каждом профиле (например, правую верхнюю сторону) и выберите эскизы в той последовательности, в которой необходимо их соединить.




На предварительном изображении показывается, как будут соединены профили. Система соединяет точки или вершины, ближайшие к указанному месту.

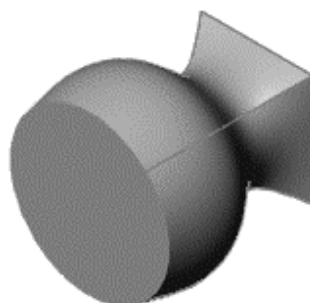
4. На предварительном изображении просмотрите, как будут соединены профили.

- Если эскизы соединяются не в той последовательности, можно воспользоваться кнопками **Переместить вверх**  или **Переместить вниз**  в группе **Профили** в окне Property Manager (Менеджера свойств) для расстановки их в требуемом порядке.

- Если на предварительном изображении видно, что соединяются не те точки, нажмите правую кнопку мыши в графической области, выберите **Удалить выбранные элементы** и выберите профили снова.






5. Для просмотра предварительного изображения твердотельного основания выберите параметр **Предварительный просмотр**.

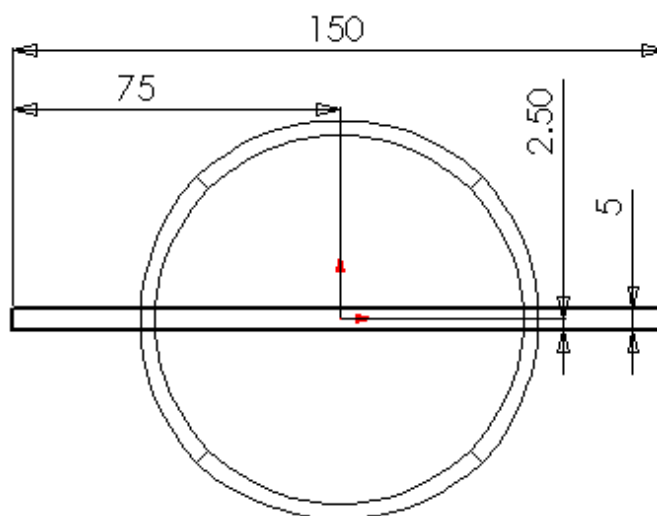
6. Нажмите **ОК** , чтобы создать твердотельную модель.



Создание элемента - бобышка по сечениям



Для построения заостренного конца зубила создается еще один элемент по сечениям.

1. Удерживая нажатой клавишу **Ctrl**, перетащите плоскость **Спереди** для создания параллельной плоскости за исходной плоскостью **Спереди**. Появится окно **Плоскость Property Manager** (Менеджера свойств).
2. Установите для параметра **Расстояние**  значение **200**.
3. Выберите **Реверс направления**, затем нажмите кнопку **ОК** .
4. Нажмите кнопку **Скрыть невидимые линии** .
5. Нажмите **Стандартные виды**  и выберите **Перпендикулярно** .
6. Откройте эскиз на **Плоскость 4**, затем нарисуйте узкий прямоугольник и укажите его размеры, как показано на рисунке.

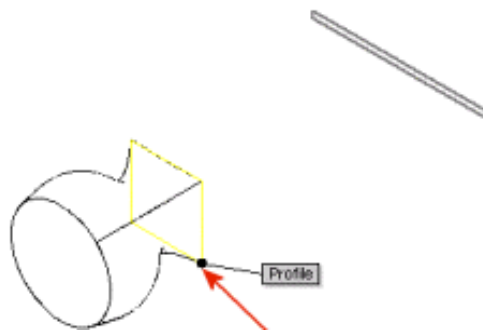


7. Закройте эскиз.

Теперь завершим создание второй бобышки по сечениям.


1. Переключитесь в вид **Изометрия**  и нажмите **Бобышка/основание по сечениям** .
2. В окне группы **Параметры** отключите параметр **Предварительный просмотр**.
3. Выберите квадратный профиль:
 - a. Поместите указатель на боковую часть элемента по сечениям, вблизи нижнего правого угла.
 - b. Нажмите правую кнопку мыши, выберите **Выбрать другой**, затем нажмите левую кнопку мыши.

Будет выбран квадрат, как показано на рисунке.



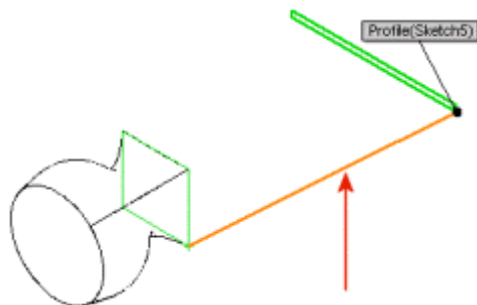
ВНИМАНИЕ! Выбрать другой

Для выбора кромки или грани, находящихся за ближайшей поверхностью (скрытая кромка или грань), нажмите правую кнопку мыши и выберите **Выбрать другой** в контекстном меню.

Появится указатель **Yes/No**  (Да/ Нет). При наведении курсора, с нажатием правой кнопки мыши (N), можно циклически перемещаться по кромкам или граням под указателем, высвечивая каждую из них по очереди.

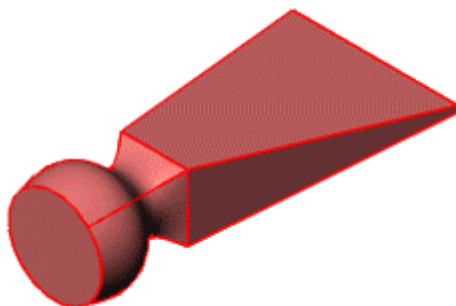
Когда высветится нужная кромка или грань, нажмите кнопку мыши (Y).

4. Нажмите в нижнем углу эскиза узкого прямоугольника. На предварительном изображении просмотрите, как будут соединены два профиля.



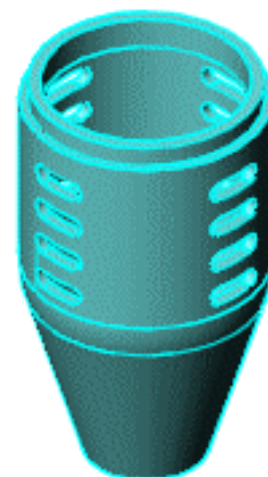
5. Нажмите кнопку **ОК** .

6. Переключитесь в вид **Закрасить с кромками**  и сохраните деталь.



Лабораторная работа №7 - Массивы элементов

Создадим линейный массив и круговой массив. Линейный массив - это одно- или двухмерный массив элементов. Круговой массив – это множество элементов, расположенных по кругу.



Описываются следующие шаги:

- Создание типовой детали
- Создание продолговатого выреза
- Создание линейного массива
- Создание кругового массива
- Использование уравнения для составления

кругового массива

Построение типовой детали

Описываются следующие шаги:


- Создание повернутого основания
- Вытяжка тонкостенного элемента
- Создание оболочки детали



Создание повернутого основания

В данном упражнении создается корпус микрофона. Поскольку корпус цилиндрический, его можно создавать как повернутый элемент.

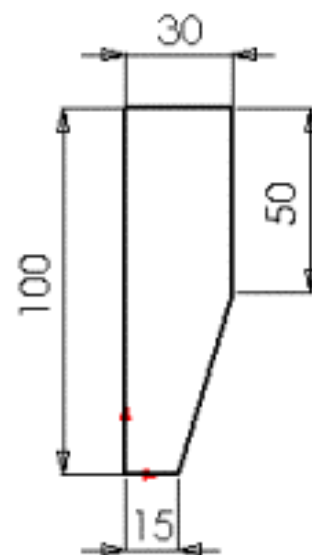
1. Нажмите **Создать**  и откройте новую деталь.
2. Нажмите кнопку **Повернутая**

бобышка/основание  на панели инструментов “Элементы”.





Появятся плоскости **Спереди, Сверху и Справа**.

3. Нажмите плоскость **Спереди**.

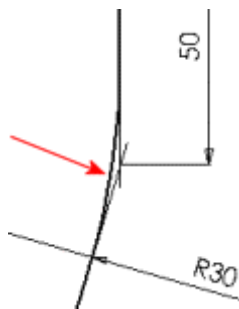
Изображение на дисплее изменится таким образом, что плоскость **Спереди** будет обращена прямо на пользователя, а эскиз откроется на плоскости **Спереди**.




Теперь нарисуем профиль.

1. Нарисуйте профиль и укажите размеры, как показано на рисунке.
2. Нажмите кнопку **Скругление эскиза**  на панели инструментов "Эскиз".
3. В Property Manager (Менеджере свойств):
 - Установите для параметра **Радиус**  значение **30**.
 - Выберите параметр **Ограничить углы**, чтобы размеры угла и взаимосвязи сохранились в точке виртуального пересечения.
4. Выберите конечную точку вертикальной линии длиной 50 мм, которая совпадает с конечной точкой диагональной линии, затем нажмите кнопку **ОК** . Углы скругляются.
5. Нажмите **Увеличить элемент вида**,  а затем с помощью мыши выберите элементы вокруг скругленного пересечения.


Скругленный угол будет видимым, равно как и виртуальная резкость двух линий.

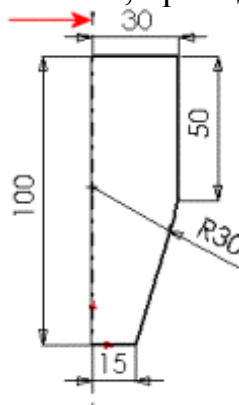


Виртуальная резкость представляет собой точку виртуального пересечения двух объектов. Размеры и взаимосвязи в точке виртуального пересечения сохраняются, даже если реального пересечения больше не существует.

6. Нажмите кнопку **Изменить в размер экрана**  для возврата в режим просмотра всего эскиза.

Далее создайте ось вращения, а затем поверните деталь.



1. Нажмите кнопку **Осевая линия**  на панели инструментов "Эскиз" и нарисуйте вертикальную осевую линию, проходящую через исходную точку.




Эта осевая линия представляет собой ось, вокруг которой выполняется поворот профиля.

2. Нажмите Выход из эскиза .

3. В Property Manager (Менеджере свойств) в разделе **Параметры элемента - повернуть**:

- В окне **Тип поворота** выберите **В одном направлении**.
 - Установите для параметра **Угол**  значение **360**.
4. Нажмите кнопку **ОК** .





5. Нажмите кнопку **Сохранить**  и сохраните деталь как **mhousing_<ваше имя>.sldprt**.

Вытяжка тонкостенного элемента


Теперь создайте тонкостенную вытяжку для микрофонного капсюля.

1. Выберите верхнюю грань модели в графической области.

2. Нажмите кнопку **Вытянутая бобышка/основание**  на панели инструментов "Элементы".

3. Нажмите кнопку **Смещение объектов**  на панели инструментов "Эскиз".

4. В Property Manager (Менеджере свойств):

- Установите для параметра **Расстояние смещения**  значение **2**.
- Выберите параметр **Реверс**, чтобы выполнить смещение кромки внутрь.

5. Нажмите **ОК** .



6. Нажмите Выход из эскиза .

7. В окне Property Manager (Менеджере свойств) в окне группы

Направление 1:

• Установите для параметра **Граничное условие** значение **На заданное расстояние**.

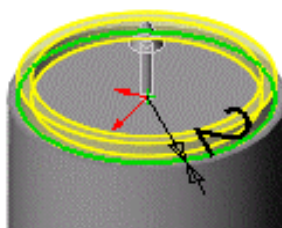
• Установите для параметра **Глубина**  значение **5**.


8. Выберите **Тонкостенный элемент**:

• Нажмите кнопку **Реверс направления** , чтобы вытянуть стенку внутрь.

• Выберите **В одном направлении** в списке **Тип**.

• Установите для параметра **Толщина**  значение **3**.




9. Нажмите **ОК**  для создания тонкостенной вытяжки.



Создание оболочки детали

Сделайте деталь полой, удалив верхнюю и нижнюю грани.

1. Нажмите кнопку **Невидимые линии отображаются** .

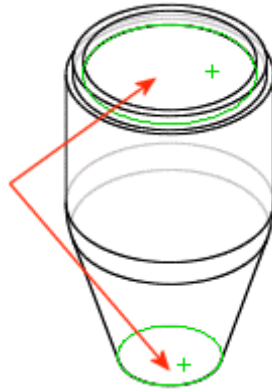
2. Нажмите кнопку **Оболочка**  на панели инструментов "Элементы".

3. В Property Manager (Менеджере свойств) в окне **Параметры**:

• Установите для параметра **Толщина**  значение **3**.


• Выберите верхнюю и нижнюю грани для параметра **Удалить грани**





Выберите **Выбрать другой** в контекстном меню для выбора нижней грани.







4. Нажмите кнопку **ОК** .

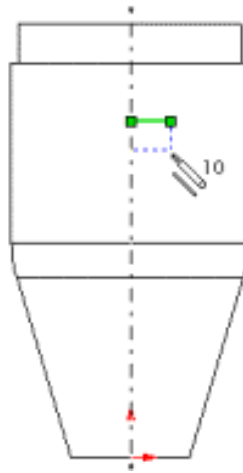
5. Для более удобного просмотра полой детали нажмите кнопку **Закрасить с кромками**  и поверните деталь.





Создание продолговатого выреза

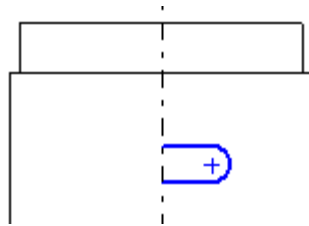
Сначала создается элемент, который будет использован для создания массива. Создадим профиль продолговатости на справочной плоскости. Используйте зеркальное отражение, чтобы использовать функцию симметрии и увеличить количество взаимосвязей, необходимых для того, чтобы полностью определить эскиз.

1. Нажмите кнопку **Скрыть невидимые линии** .
2. Выберите **Спереди** в дереве конструирования Feature Manager.
3. Нажмите **Стандартные виды**  и выберите **Перпендикулярно** .
4. Нажмите кнопку **Вытянутый вырез**  на панели инструментов "Элементы".
5. Нажмите кнопку **Осевая линия**  и проведите вертикальную осевую линию через исходную точку.
6. Нажмите кнопку **Линия**  и нарисуйте две горизонтальные линии равной длины, начинающиеся от осевой линии.




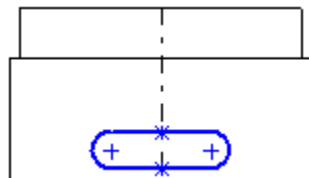
Следите за формой указателя на кривой , который точно укажет на осевую линию.

7. Нажмите кнопку **Дуга через 3 точки** , или нажмите правой кнопкой мыши и выберите **Дуга через 3 точки**. Создайте дугу, проходящую через 3 точки, как показано на рисунке. Задайте угол дуги, равный 180° . Затем нажмите клавишу **Esc** для отмены выбора инструмента дуги, проходящей через 3 точки.



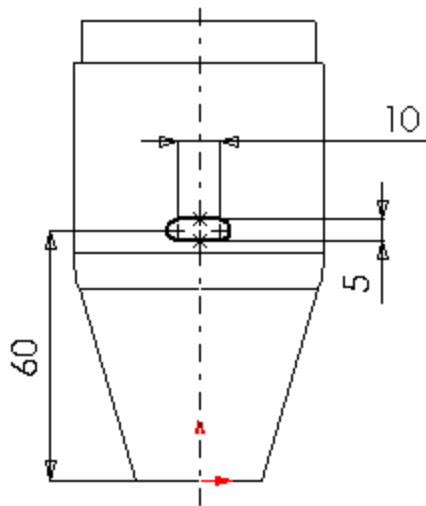
8. Нажмите клавишу **Ctrl**, удерживая ее, выберите осевую линию, обе горизонтальные линии и дугу, проходящую через 3 точки.

9. Нажмите кнопку **Зеркально отразить**  на панели инструментов "Эскиз".








Объекты эскиза зеркально отразятся относительно осевой линии.

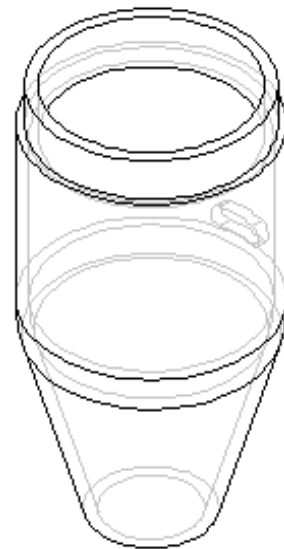
10. Укажите размеры продолговатости, как показано на рисунке.



Эскиз полностью определен.

Теперь создадим вырез.

1. Нажмите **Стандартные виды**  и выберите **Изометрия** .
2. Нажмите кнопку **Невидимые линии отображаются** .
3. Нажмите **Выход из эскиза** .
4. В окне Property Manager (Менеджер свойств) в окне группы **Направление 1** выберите **Через все** в списке **Граничное условие**.
5. Нажмите кнопку **ОК** .

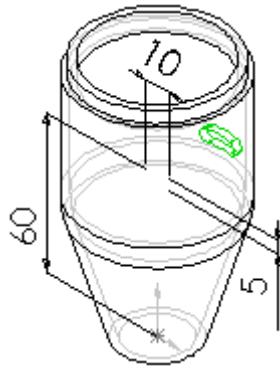



Создание линейного массива

Теперь создается линейный массив продолговатого выреза на типовой детали. Используйте вертикальный размер для указания направления, в котором будет создаваться линейный массив.

1. Дважды нажмите на элемент **Cut-Extrude 1** (Вырез-Вытянуть1) в дереве конструирования Feature Manager.

Размеры элемента **Cut-Extrude 1** (Вырез-Вытянуть1) появятся в графической области.






2. Нажмите кнопку **Линейный массив**  на панели инструментов "Элементы".

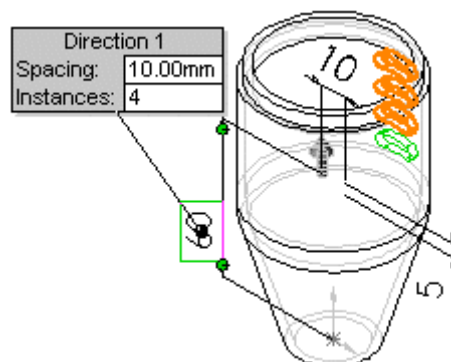
Появится окно **Линейный массив** Property Manager (Менеджера свойств) с активным полем выбора **Направления массива**.


Если поместить указатель над окном или значком в Property Manager, то появится всплывающая подсказка, отображающая название окна или значка.

3. В окне группы **Direction 1** (Направление 1):

- Для поля **Направление массива**, нажмите **60** в графической области.
- При необходимости выберите **Реверс направления**  так, чтобы стрелка в графической области была направлена вверх.
- Установите для параметра **Интервал**  значение **10**. Эта величина представляет собой расстояние между соответствующими точками на элементе, представленном в виде массива.
- Установите для параметра **Количество экземпляров**  значение **4**. Это значение включает исходный элемент вырез - вытянуть.

В графической области появится предварительный вид массива. В условном обозначении указаны **Направление, Интервал и Экземпляры**.



4. Выберите значение **Cut-Extrude 1** (Вырез-Вытянуть1) для параметра **Копировать элементы** , если оно еще не выбрано.

5. В окне группы **Параметры** выберите параметр **Геометрический массив**.

Параметр **Геометрический массив** ускоряет создание и перестроение массива. Отдельные экземпляры данного элемента копируются, но не решаются.

6. Нажмите **ОК** .




7. Сохраните деталь.

Создание кругового массива

Теперь создадим круговой массив из линейного, используя временную ось в качестве оси вращения.

1. Выберите **Вид, Временные оси**.


2. Нажмите кнопку **Круговой массив**  на панели инструментов "Элементы".

Появится окно **Круговой массив** Property Manager (Менеджера свойств) с активным полем выбора **Массив оси**.


3. В Property Manager (Менеджере свойств) в окне Параметры:

- Для поля **Массив оси** в графической области нажмите на временную ось, проходящую через центр повернутого элемента.

-

При перемещении указателя на ось он принимает следующую форму .

Ось <1> появится в окне **Массив оси**.

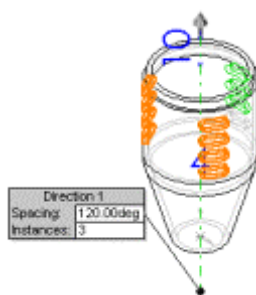
- При необходимости выберите **Реверс направления**  так, чтобы стрелка в графической области была направлена вверх.


- Установите для параметра **Угол**  значение **120**.

- Установите для параметра **Количество экземпляров**  значение **3**.

- При необходимости отключите параметр **Равный шаг**.

По мере ввода параметров в окне Property Manager (Менеджера свойств) предварительное изображение кругового массива в графической области будет обновляться.




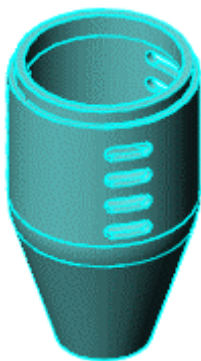
4. Убедитесь, что в окне группы **Копировать элементы**  отображается **LPattern 1** (Линейный массив 1).

5. В окне группы **Параметры** выберите параметр **Геометрический массив**.

6. Нажмите **ОК** .

Круговой массив из линейного создается с помощью временной оси в качестве оси вращения.

7. Выберите **Вид, Временные оси** для отключения отображения осей, а затем нажмите **Закрасить** .



Использование уравнения в массиве

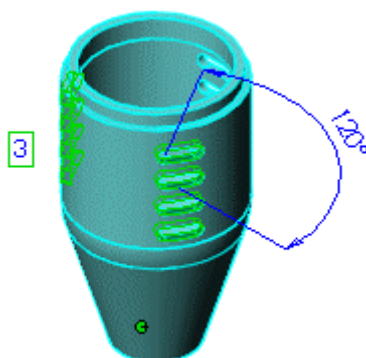
Для построения кругового массива можно также использовать уравнение. В данном разделе уравнение служит для расчета углового интервала путем деления 360° на желаемое количество экземпляров. При этом создаются массивы, равномерно распределенные по всей окружности.

1. В дереве конструирования Feature Manager дважды нажмите на элемент


CirPattern 1 (Круговой Массив 1).

2. На детали появятся два значения: **3** (число элементов) и **120°** (угловой интервал).

Возможно, потребуется переместить значения размеров, чтобы они отображались четко.



3. Нажмите размер углового интервала (**120**), чтобы выбрать его.

4. Нажмите кнопку **Уравнения**  на панели инструментов “Инструменты” или выберите **Инструменты, Уравнения**.

Появится диалоговое окно **Уравнения**.

5. Нажмите **Добавить**.

Появится диалоговое окно **Новое уравнение**. Название выбранного размера углового интервала, **D2@CirPattern 1** (D2@КруговойМассив1) (второй размер в круговом массиве), появится в текстовом поле.

6. Используя кнопки калькулятора в окне **Новое уравнение** введите **360/** (или наберите на клавиатуре = **360/**).

7. В графической области нажмите на значение общего количества экземпляров (**3**).

В уравнение добавится D1@CirPattern 1 (D1@Круговой массив 1).

Уравнение должно выглядеть следующим образом:

“D2@CirPattern1” = 360 / “D1@CirPattern1”

(“D2@КруговойМассив1” = 360 / “D1@КруговойМассив1”)

8. Нажмите **ОК** для завершения уравнения и снова нажмите **ОК** для закрытия диалогового окна **Уравнения**.

В дерево конструирования Feature Manager добавится папка **Уравнения**



Для добавления, удаления или изменения уравнения нажмите правой кнопкой мыши на папку и выберите желаемую операцию.

Проверка уравнения в массиве

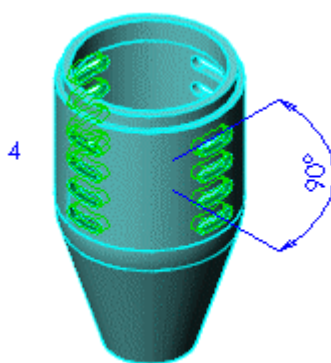
Теперь проверим уравнение. Увеличим общее число экземпляров кругового массива с трех до четырех.

1. В графической области нажмите дважды на значение общего количества экземпляров (**3**).

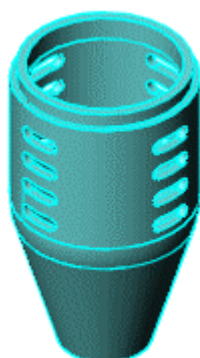
2. В поле **Изменить** измените значение на **4**.

3. Нажмите кнопку  в окне **Изменить** для перестроения модели,

Значение углового интервала в графической области изменится на 90.



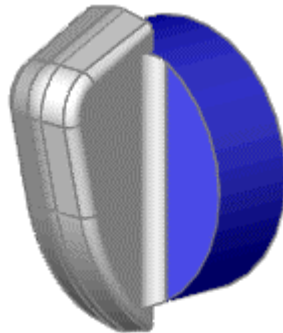
4. Сохраните деталь.



Лабораторная работа №8 - Скругления

Рассмотрим использование различных типов скруглений. В этой работе деталь ручки модифицируется следующими способами:

- Добавление различных типов скруглений:
 - Грань
 - Постоянный радиус
 - Переменный радиус
- Использование зеркального отражения для обеспечения симметрии

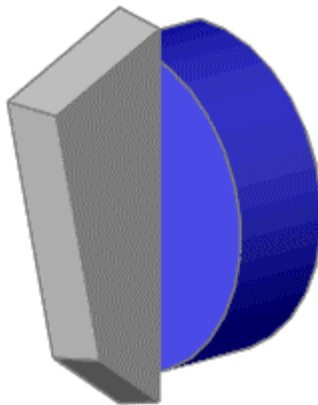


Построение типовой детали со скруглениями

В этом упражнении проводится обучение построению типовой детали, используемой в Учебном пособии по скруглениям.

Описываются следующие шаги:

- Использование взаимосвязей в эскизах
- Добавление углов уклона к вытянутым элементам






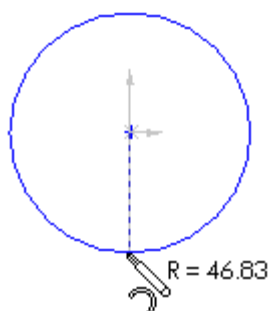
Создание основания

Можно сохранить симметрию ручки в конструкции детали. Сначала создается половина типовой детали, затем выполняется зеркальное отражение модели для создания другой половины. Любые изменения, которые вносятся в исходную половину, отображаются в другой половине.


При установке взаимосвязи элементов с исходной точкой и плоскостями потребуется меньше размеров и элементов конструкции, и можно проще

модифицировать деталь.

1. Нажмите **Создать**  и откройте новую деталь.
2. Выберите **Вытянутая бобышка/Основание**  и откройте эскиз на **передней** плоскости.
3. Нажмите **Центр дуги**  на панели инструментов "Эскиз".
4. Перетащите вниз от исходной точки, затем отпустите указатель. На мониторе появится направляющая линия окружности.

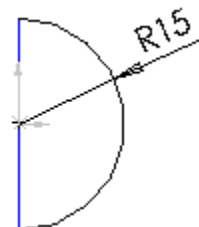


5. Нажмите и перетащите дугу на 180° против часовой стрелки вокруг исходной точки.


При появлении дуги в 180° указатель принимает следующую форму .



6. Соедините конечные точки дуги с вертикальной линией.
7. Укажите размер радиуса дуги, равный 15 мм.



Теперь добавим взаимосвязи и создадим вытяжку.

1. Нажмите **Выбрать** , удерживая нажатой клавишу **Ctrl**, затем выберите вертикальную линию и исходную точку *.

Появится диалоговое окно **Свойства Property Manager** (Менеджера свойств).

2. В окне группы **Добавить взаимосвязи** выберите **Средняя точка** , затем нажмите **ОК** .

Теперь линия полностью определена.

3. Нажмите **Выход из эскиза** .

Появится диалоговое окно **Вытянуть Property Manager** (Менеджера свойств).

4. В окне группы **Direction 1** (Направление 1):

- Установите для параметра **Граничное условие** значение **На заданное расстояние**.

- Установите для параметра **Глубина**  значение **10**.


5. Нажмите **ОК**  для создания вытяжки.



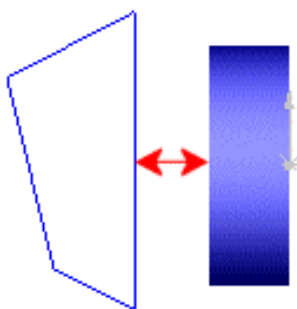
Создание рукоятки

Создадим рукоятку ручки.

1. Нажмите **Стандартные виды**  и выберите **Справа** .

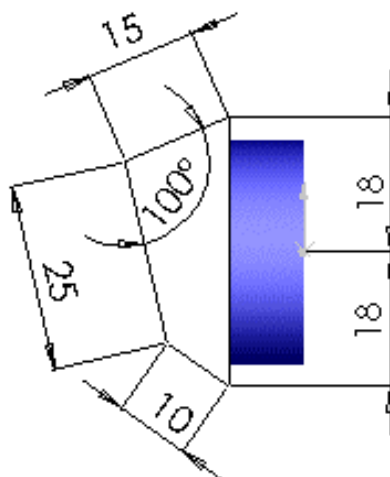
2. Выберите плоскость **Справа** в дереве конструирования Feature Manager, затем нажмите кнопку **Вытянутая бобышка/Основание** , чтобы открыть эскиз.

3. Для создания профиля приблизительно нарисуйте четыре линии, как показано на рисунке. Не создавайте перпендикулярные связи между линиями.



4. Добавьте взаимосвязь **Коллинеарность** между вертикальной линией на эскизе и кромкой модели, как показано на рисунке.

5. Нанесите размеры, как показано на рисунке.



6. Нажмите **Выход из эскиза** .



7. В окне Property Manager (Менеджере свойств) в окне группы **Направление 1:**


- Установите для параметра **Граничное условие** значение **На заданное расстояние**.

- Установите для параметра **Глубина**  значение **5**.

8. Нажмите кнопку **ОК**  для создания вытяжки.


Добавление уклона в рукоятку

1. Нажмите **Стандартные виды**  и выберите **Диаметрия** .


2. Нажмите кнопку **Уклон**  на панели инструментов "Элементы".

3. В Property Manager (Менеджере свойств):

- Выберите параметр **Нейтральная плоскость** в окне **Тип уклона**.

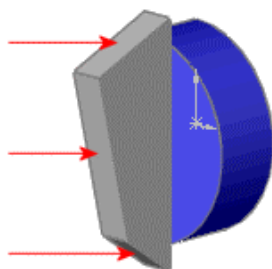
- Установите для параметра **Угол уклона**  значение **10**.


- Выберите плоскость **Справа** для параметра **Нейтральная плоскость**, используя плавающее дерево конструирования Feature Manager.

a) В левом верхнем углу графической области нажмите знак плюса , чтобы развернуть дерево конструирования.

b) В дереве конструирования выберите **Справа**.

- Выберите **Грани под уклон**, затем выберите три грани показанные на рисунке.






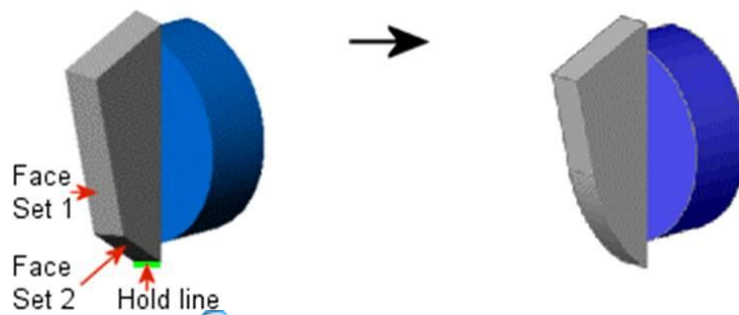
4. Нажмите **ОК**  для создания уклона.

Создание скругления грани

В этом разделе можно придать уклон некоторым граням, используя скругление граней с линией сопряжения. Для скругления грани можно указать радиус между гранями или линию сопряжения. При определении линии сопряжения удаляется грань, которая имеет общую кромку с линией сопряжения. Радиус скругления определяется положением линии сопряжения относительно выбранных граней.

Теперь создайте скругление грани.


1. Выберите элемент **Скругление**  на панели инструментов “Элементы”.
2. В окне Property Manager (Менеджере свойств) в окне группы **Тип скругления** выберите **Скруглить грани**.
3. В разделе **Скруглить элементы**:
 - a) Выберите окно первого варианта выбора **Список граней 1** . В графической области выберите грань, обозначенную ниже, как **Список граней 1**.
 - b) Выберите окно второго варианта выбора **Список граней 2** . В графической области выберите грань, обозначенную ниже, как **Список граней 2**.
4. В окне группы **Параметры скругления** выберите окно варианта **Линия сопряжения**, затем выберите кромку, отмеченную как **Линия сопряжения**.

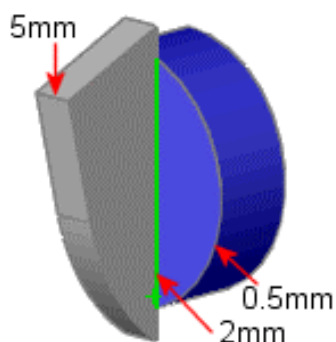




5. Нажмите кнопку **ОК** , затем сохраните деталь.

Создание скруглений постоянного радиуса

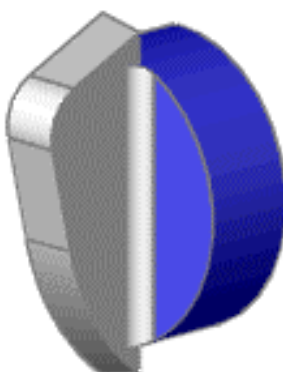
Теперь скруглим некоторые кромки, используя скругления постоянного радиуса.

1. Выберите элемент **Скругление**  на панели инструментов “Элементы”.
2. В окне Property Manager (Менеджера свойств) в окне группы **Тип скругления** выберите **Постоянный радиус**.
3. Выберите кромку рукоятки, помеченную как 5 мм.





4. В окне группы **Скруглить элементы** установите для параметра **Радиус**  значение **5** и выберите **Полный предварительный просмотр**. В графической области появится предварительный вид скругления.
5. Нажмите кнопку **ОК** .
6. Повторите шаги с 1 по 5, чтобы добавить скругления для кромок, помеченных 2 мм и 0,5 мм. Изменим значения радиуса, чтобы они соответствовали значениям меток.

При пересечении скругленных кромок желательно сначала добавлять большие скругления.





Создание скруглений переменного радиуса


Создайте скругления переменного радиуса, указав другой радиус для каждой вершины скругляемых кромок.


1. Выберите **Скрыть невидимые линии**  на панели инструментов "Стандартная".
2. Нажмите кнопку **Скругление** .
3. В окне Property Manager (Менеджера свойств) в окне группы **Тип скругления** выберите **Переменный радиус**.
4. Выберите четыре кромки, показанные на рисунке, в качестве значений в окне группы **Скруглить элементы**.

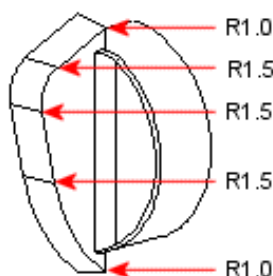


В окне группы **Настройки переменного** радиуса установите значения радиуса для пяти вершин, как показано на рисунке.

1. Выберите **V1** в окне **Прикрепленные радиусы** .
2. Установите для параметра **Радиус**  значение **1**, затем нажмите клавишу **Enter**.

Значение **1мм** отображается для вершины **V1** в окне **Прикрепленные радиусы**  и в поле условного обозначения в графической области.


3. Нажмите на каждую вершину в окне **Прикрепленные радиусы**  и задайте радиус для согласования с соответствующим значением, показанным ниже.

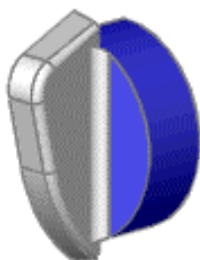


Значения для каждой вершины появятся в списке. Предварительные виды скруглений появятся в графической области.

4. Нажмите кнопку **ОК** .



*Для проверки значений радиусов дважды нажмите на **VarFillet1** (Скругление переменного радиуса 1) в дереве конструирования **Feature Manager**. Значения появятся в графической области. Чтобы скрыть значения, нажмите в любом месте графической области.*

5. Нажмите кнопку **Закрасить с кромками** , чтобы отобразить закрашенное изображение модели.
6. Сохраните деталь.




Зеркальное отражение модели


Чтобы воспользоваться симметрией детали и закончить ее создание, произведите зеркальное отражение детали относительно плоскости **Справа**.

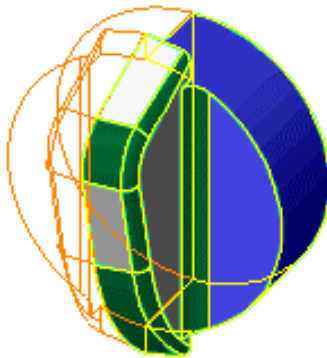
1. Нажмите **Стандартные виды**  и выберите **Триметрия** .
2. В дереве конструирования Feature Manager выберите плоскость **Справа**.

3. Выберите Вставка, Массив/Зеркало, Зеркальное отражение.

Появится окно **Зеркальное отражение Property Manager** (Менеджера свойств). **Правая** плоскость представлена в поле **Зеркально отразить грань/плоскость** .

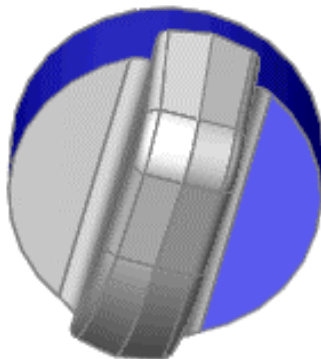
4. В окне группы **Тела для зеркального отображения** выберите любую геометрию в графической области.

В графической области появится предварительный вид зеркально отраженной модели. **Твердотельный элемент <1>** представлен кнопкой **Зеркальное отражение твердого тела/поверхности** .



5. Нажмите **ОК** .

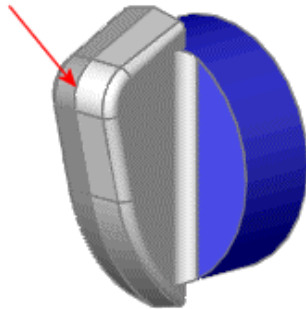
К исходной детали в выбранной плоскости присоединяется ее зеркальное отражение, образуя полную симметричную деталь.




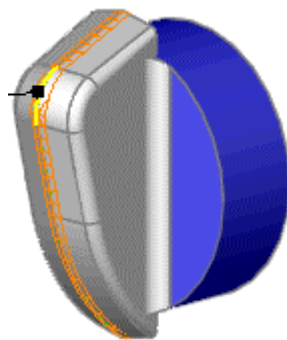
Скругление линии разъема

При зеркальном отражении рукоятки с уклоном создается линия разъема, проходящая по верхней стороне рукоятки. Линия разъема может быть сглажена с помощью добавления скругления постоянного радиуса.

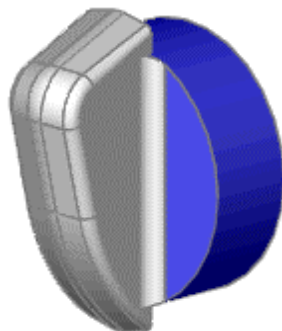
1. Нажмите **Стандартные виды**  и выберите **Диметрия** .
2. Нажмите кнопку **Скругление**  и выберите показанную кромку.



3. В окне группы **Тип скругления** выберите параметр **Постоянный радиус**.
4. В окне группы **Скруглить элементы** установите для параметра **Радиус**  значение **5**.
5. Убедитесь, что выбран параметр **Распространить вдоль**, что позволяет распространить скругление на все сегменты кромки, как показано на рисунке.



6. Нажмите кнопку **ОК** .



Литература

1. www.solidworks.ru – Официальный сайт компании SolidWorks Russia.
2. **Солодовников А.В.** Использование твердотельного параметрического моделирования при проектировании объектов нефтеперерабатывающих предприятий.//Нефтегазовое дело, http://www.ogbus.ru/authors/Solodovnikov/Solodovnikov_1.pdf
3. SolidWorks 2007 Теоретический материал. Упражнения для выполнения.

Для выполнения лабораторных работ необходимо воспользоваться данной таблицей

№	№ вариантов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Установите размеры															
1	Лаб. работа № 5 стр. 9, Пункт 8	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
2	Лаб. работа № 5 стр. 9, Пункт 9	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
3	Лаб. работа № 5 стр. 9, Пункт 9	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
4	Лаб. работа № 6 стр. 16, Пункт 5	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
5	Лаб. работа № 7 стр. 20, Пункт 3	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
6	Лаб. работа № 7 стр. 22, Пункт 4	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
7	Лаб. работа № 7 стр. 29, Пункт 2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
8	Лаб. работа № 7 стр. 31, Пункт 7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	21	23	25	27	29
9	Лаб. работа № 7 стр. 37, Пункт 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Корректор *Эркинбек к. Ж.*
Редактор *Турдукулова А.К.*
Тех.редактор *Кочоров А.Д*

Подписано к печати 10.07.2015 г. Формат бумаги 60x84¹/₁₆.
Бумага офс. Печать офс. Объем 2 п.л. Тираж 50 экз. Заказ 338. Цена 34,2с.
Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ “Текник” КГТУ им. И.Раззакова, т.: 54-29-43
е-mail: beknur@mail.ru

