



Пермский научно исследовательский  
политехнический университет  
кафедра РКТЭС

# Основы работы в **SolidWorks**

Е.С.Черенкова

Пермь, 2018 г.

# Введение

- ▣ **SolidWorks** (Солидворкс) — программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства.
- ▣ Проектирование изделия – процесс создания комплекта технических документов, необходимых для изготовления изделия. Конечным результатом проектирования является создание комплекта конструкторской документации, предназначенной для изготовления изделия
- ▣ Твёрдотельная модель представляет собой трёхмерное изображение пространственного объекта полностью имитирующее его физико-механические свойства.

# Введение

- САПР - Система автоматизированного проектирования, предназначена для выполнения или создания проектных работ с помощью компьютерной техники, которая позволяет создавать технологическую и конструкторскую документацию на отдельные здания, сооружения, изделия.
- Классификация:
  - Конструкторский САПР;
  - Системы инженерного анализа;
  - Технологический САПР.

# Связь между САПР



# Конструкторский САПР

- CAD-системы (*computer-aided design/drafting*). предназначены для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации, и САПР общего назначения.

# Системы инженерного анализа

- ▣ CAE (Computer Aided Engineering)
  - средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий.

# Технологический САПР

- ▣ САМ (computer-aided manufacturing) — средства технологической подготовки производства изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления оборудования с ЧПУ или ГАПС (Гибких автоматизированных производственных систем). Русским аналогом термина является АСТПП — автоматизированная система технологической подготовки производства.

# Типы моделей

- Каркасные
- Поверхностные
- Твердотельные

# Каркасное моделирование.

- Каркасная модель полностью описывается в терминах точек и линий. Каркасное моделирование представляет собой моделирование самого низкого уровня и имеет ряд серьезных ограничений, большинство из которых возникает из-за недостатка информации о гранях, заключенных между линиями, и невозможности выделить внешнюю и внутреннюю область изображения. Однако каркасная модель требует гораздо меньше компьютерной памяти, и пригодна для решения простых задач и простых форм.

# Поверхностное моделирование.

- Поверхностная модель определяется с помощью точек, линий и поверхностей. Это модель более высокого уровня, чем каркасная.

# Твердотельное моделирование.

- Твердотельная модель описывается путем математической передачи данных о каждой точке поверхности модели, а также о каждой точке внутреннего объема.
- Твердотельное моделирование является единственным средством, которое обеспечивает полное описание трехмерной геометрической формы. Она является наиболее сложной системой образования геометрической формы, основанной на дискретном представлении детали.
- В виде дискретных единиц выступают объемные тела правильной геометрической формы со стабильными физико-механическими свойствами по всему объему – ***твердотельные примитивы.***

# Возможности SolidWorks

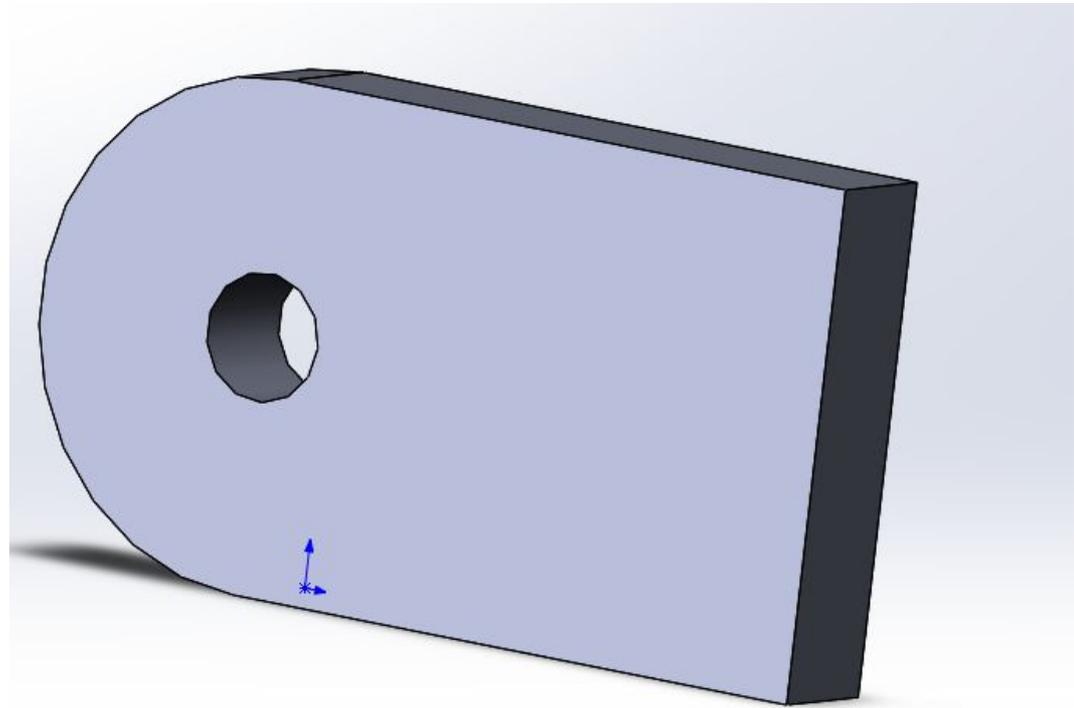
- 3D проектирование изделий (деталей и сборок) любой степени сложности с учётом специфики изготовления.
- Создание конструкторской документации в строгом соответствии с ГОСТ.
- Промышленный дизайн.
- Проектирование коммуникаций (электрожгуты, трубопроводы и пр.).
- Инженерный анализ (прочность, устойчивость, теплопередача, частотный анализ, динамика механизмов, газо/гидродинамика).
- Технологическая подготовка производства (ТПП):
- Проектирование оснастки и прочих средств технологического оснащения.
- Разработка технологических процессов по ЕСТД.
- Механообработка: разработка управляющих программ для станков с ЧПУ, верификация УП, имитация работы станка. Фрезерная, токарная, токарно-фрезерная и электроэрозионная обработка, лазерная, плазменная и гидроабразивная резка, вырубные штампы, координатно-измерительные машины.
- Управление данными и процессами на этапе ТПП.

# Типы документов

- Деталь
- Сборка
- Чертеж

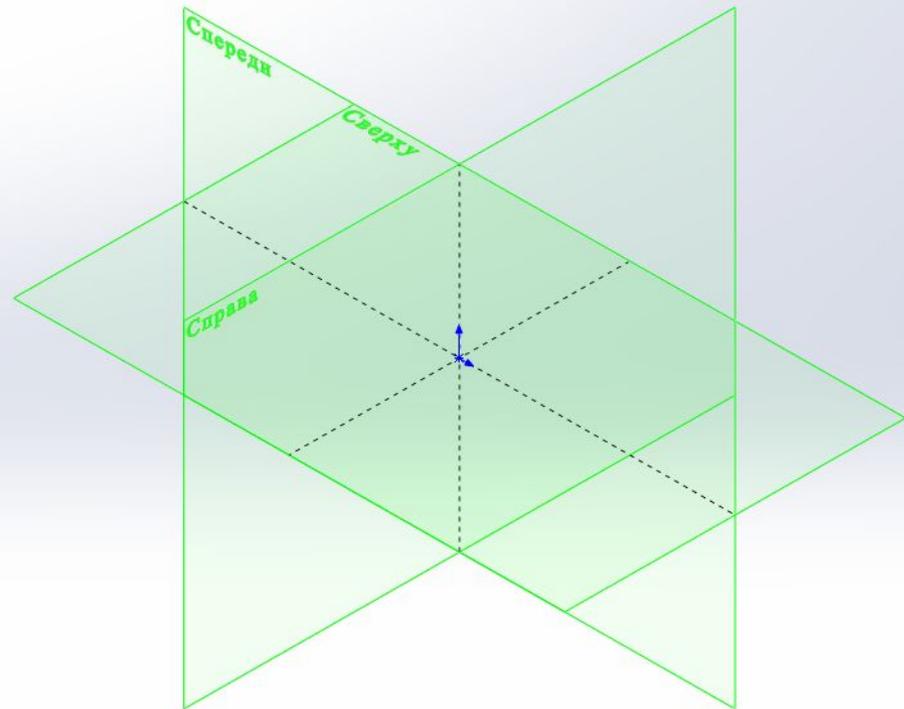
# Деталь

- ▣ Представляет собой параметрическую элементно-ориентированную среду, позволяющую строить твердотельные модели



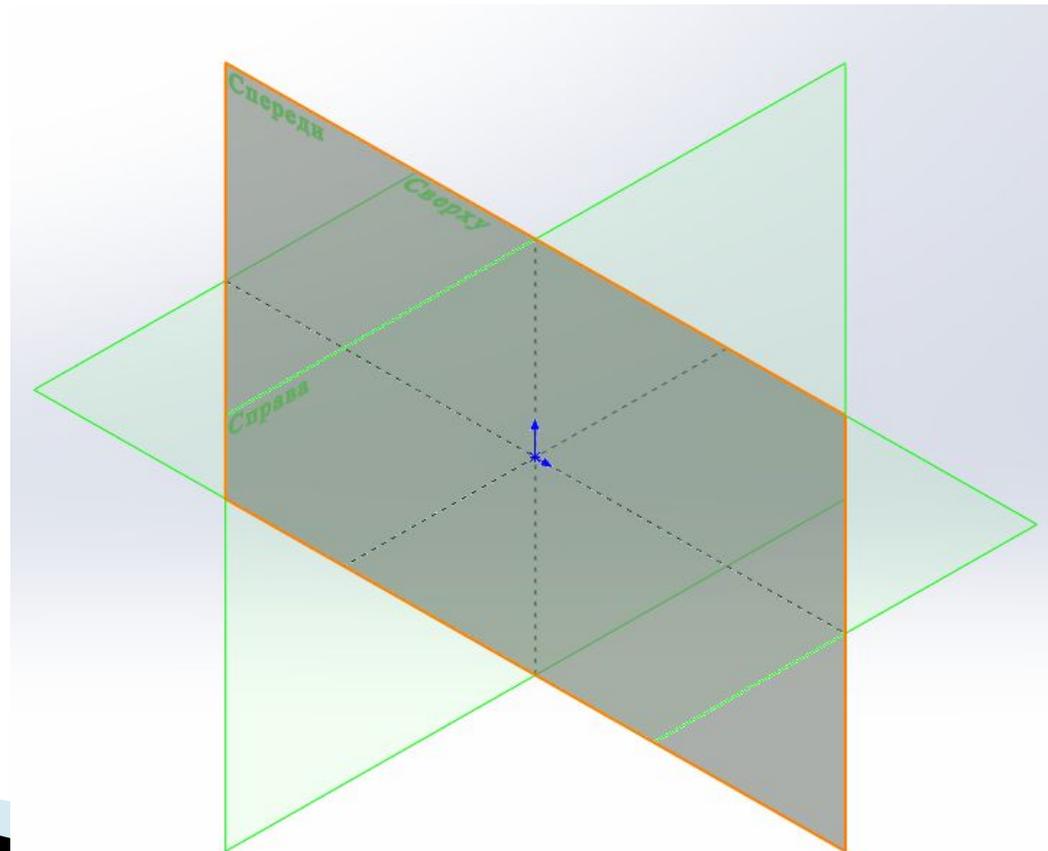
# Деталь

- По умолчанию вы получаете в свое распоряжение три плоскости: передняя (Front Plane), верхняя (Top Plane) и правая (Right Plane).



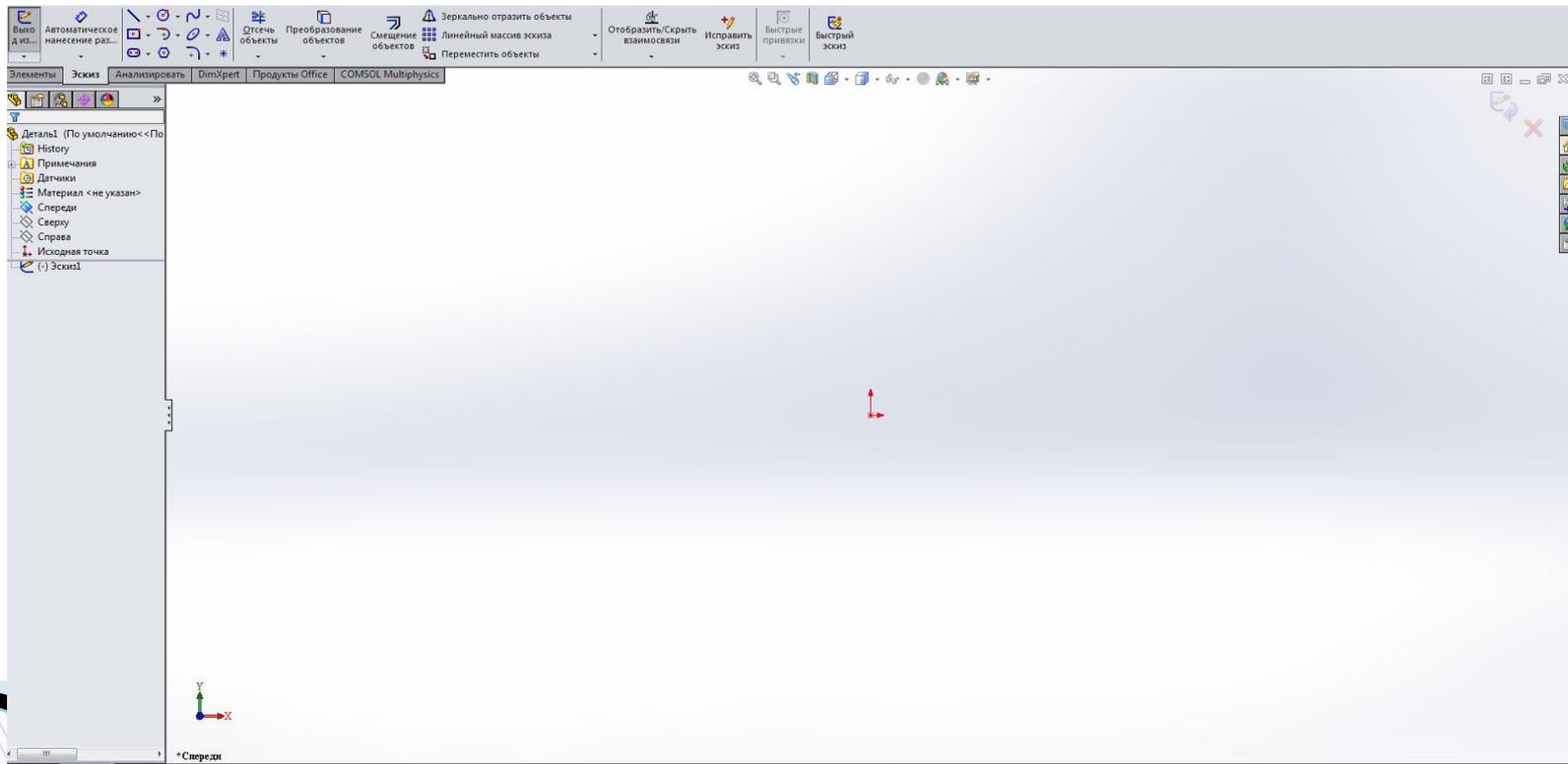
# Деталь

- Сначала необходимо выделить плоскость, в которой вы будете строить эскиз основания.



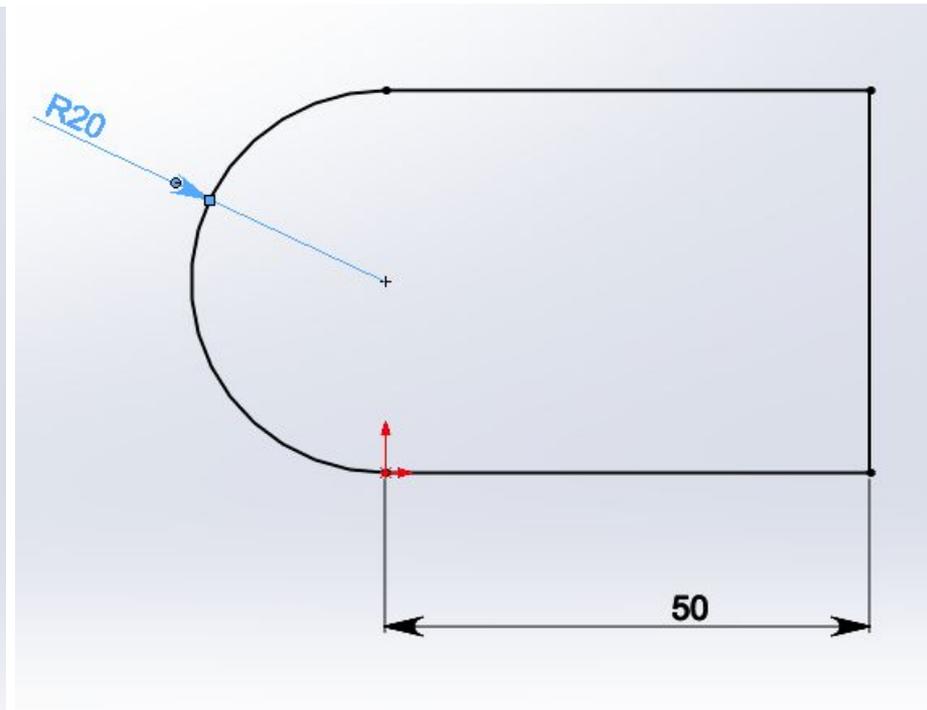
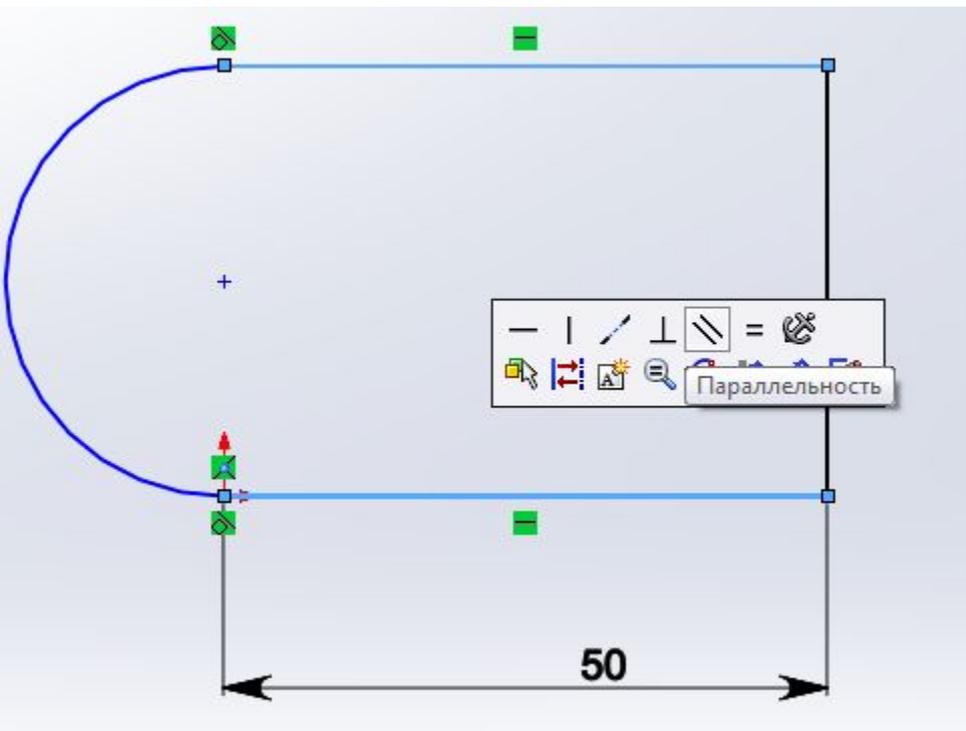
# Деталь

- После этого вы оказываетесь в эскизной среде, располагающей всеми необходимыми инструментами для построения чертежей



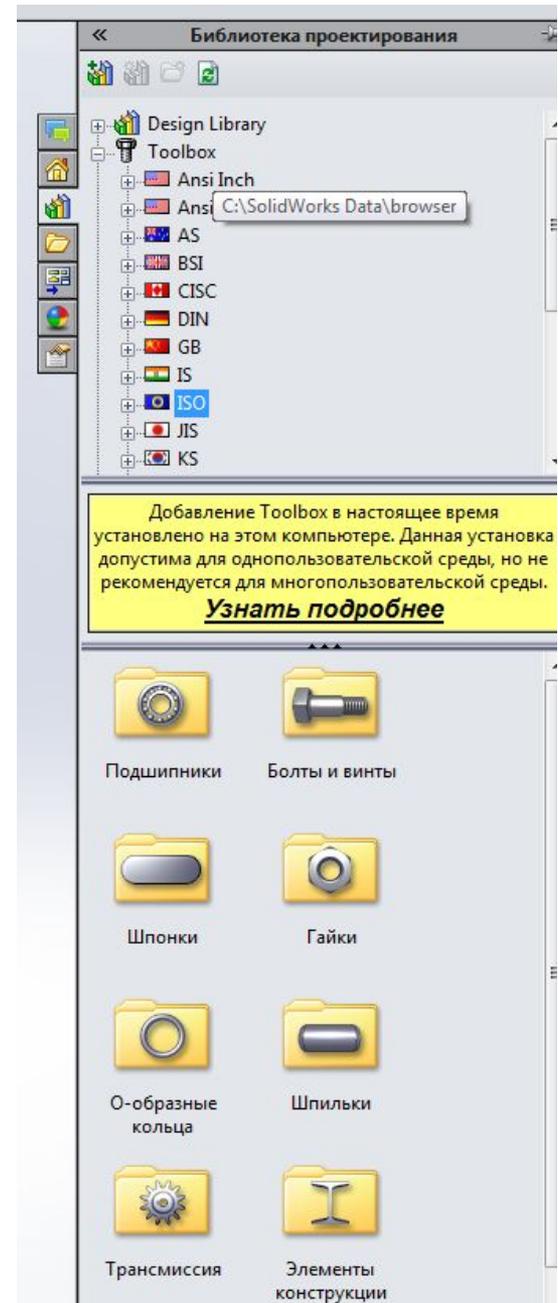
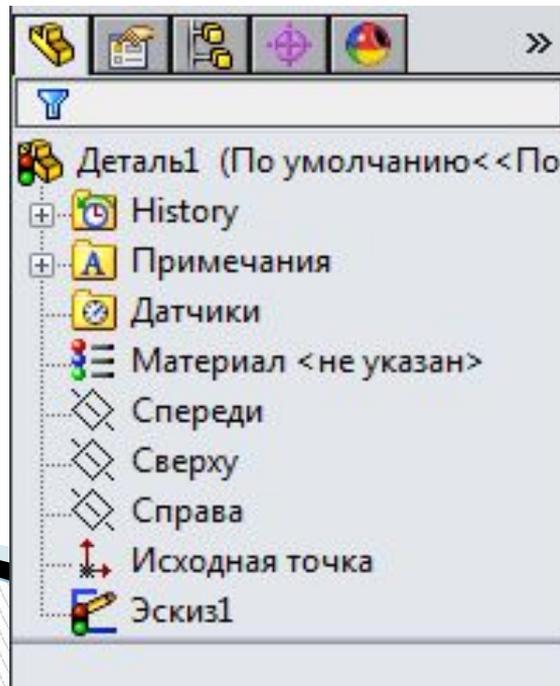
# Деталь

- Построив эскиз, нужно нанести размеры и установить требуемые взаимосвязи между его элементами, находясь все в той же среде построений.



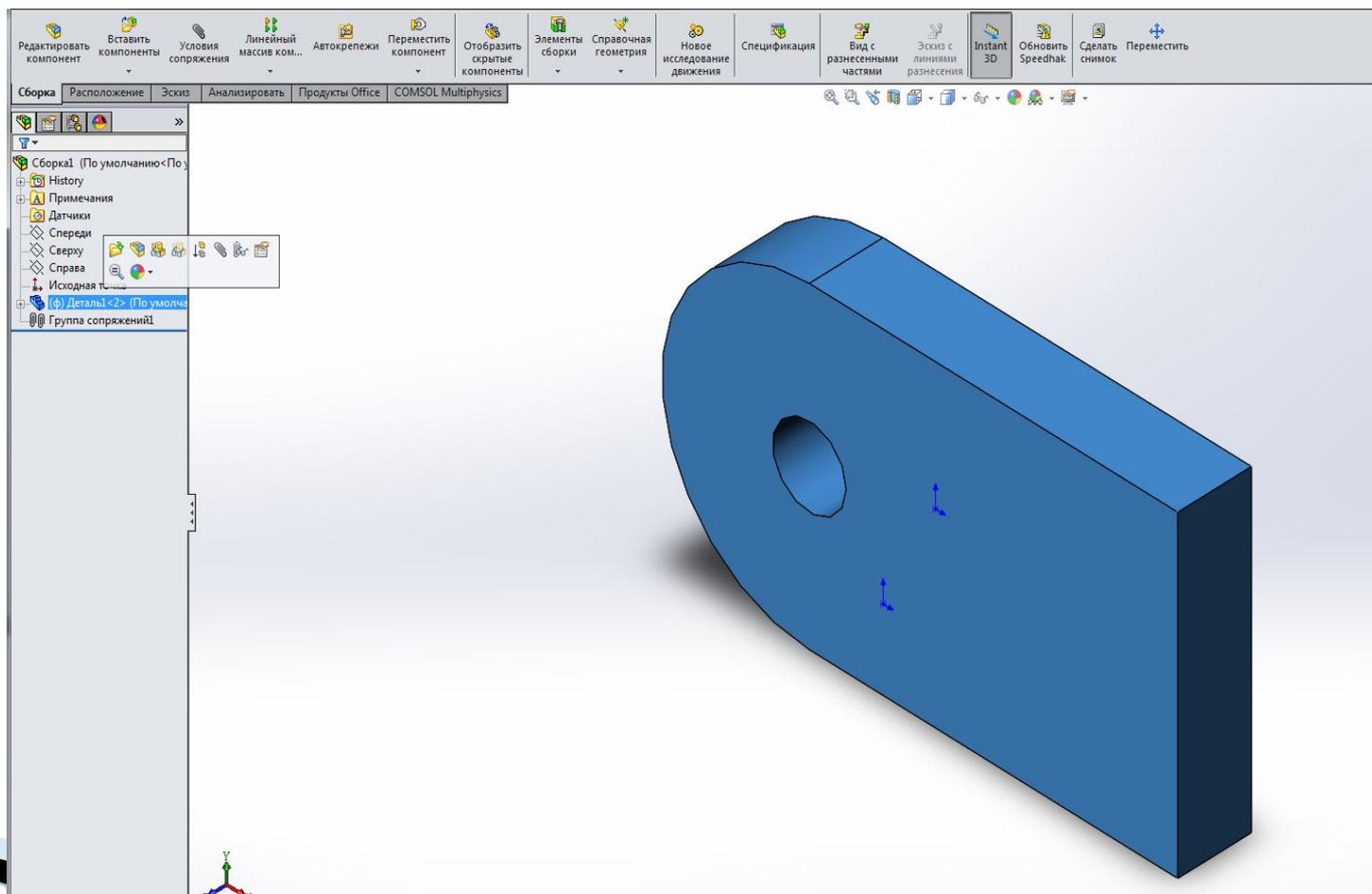
# Деталь

- В режиме Part (Деталь) доступна библиотека стандартных отверстий, известная также как мастер отверстий.



# Сборка

- С помощью соответствующих инструментов выполняется объединение компонентов в сборку



# Сборка

- В режиме Assembly (Сборка) с помощью соответствующих инструментов выполняется объединение компонентов в сборку. Сборка компонентов может осуществляться двумя методами:

- ▶ сборка «снизу вверх»;

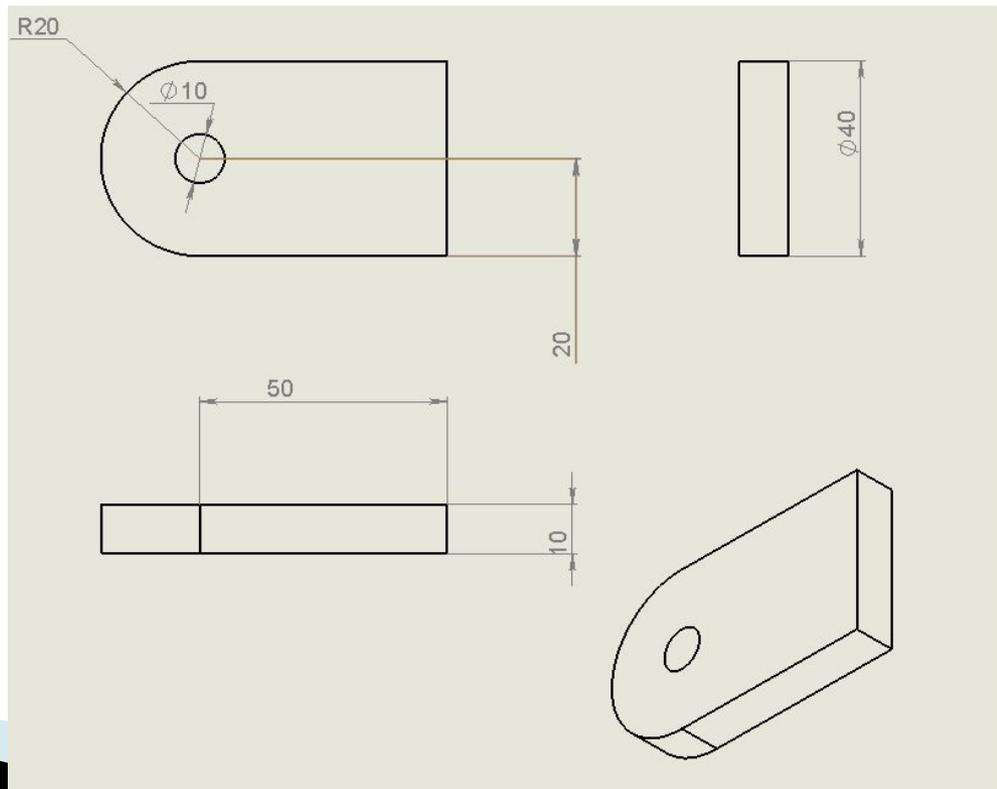
При подходе «снизу вверх» сборка формируется путем интеграции ранее созданных компонентов с сохранением всех конструкторских решений.

- ▶ сборка «сверху вниз».

Подход «сверху вниз» подразумевает создание компонентов в режиме сборки: можно начать с каких-то готовых изделий и далее в контексте сборки создавать другие компоненты. При этом можно задавать зависимость размеров одних компонентов от размеров других. В процессе добавления компонентов в сборку в SolidWorks можно использовать операцию перетаскивания, а также проверять «собираемость» полученной сборки. Очень ценной возможностью SolidWorks является обнаружение конфликтов в сборке, что позволяет конструктору при повороте и перемещении деталей видеть возникающие столкновения между объединяемыми компонентами.

# Чертеж

- Предназначен для формирования технической документации на созданные ранее детали и сборки в виде чертежных видов и их детализировок.



# Чертеж

- В SolidWorks составление документации осуществляется двумя способами:

## 1. Генерация чертежа.

Генерация чертежа позволяет получить чертежи автоматически на основе созданных деталей или изделий. На чертежах отображаются все размеры и обозначения, добавленные к компоненту в режиме Part (Деталь). Чертеж сборки может быть также дополнен спецификацией и текстовыми примечаниями.

## 2. Интерактивное черчение.

Интерактивное черчение позволяет строить чертежи изделия и наносить размеры «вручную» с использованием традиционных инструментов компьютерной инженерной графики.



# Эскиз

- При открытии нового документа детали сначала необходимо создать эскиз. Эскиз является основой для трехмерной модели. Эскиз можно создать на любой плоскости по умолчанию (**Спереди**, **Сверху** или **Справа**) или на **созданной плоскости**
- **Базовые термины.**
  - Плоскость** – плоская поверхность определенная в 2D-пространстве.
  - Точка начала координат** – точка, где пересекаются три стандартные плоскости построения: **Координаты точки ( $x = 0, y = 0, z = 0$ )**.
- Все инструменты эскиза перечислены на панели инструментов **Эскиз** и доступны, когда Вы находитесь в **Активном эскизе**.



# Эскиз

- Перед созданием элемента Эскиз должен быть полностью определен, т.е. геометрия эскиза должна быть геометрически определена.
- Когда геометрия определена, размеры и/или взаимосвязи удерживают размер и форму эскиза от изменения, если пробовать его тянуть.

## Не определен

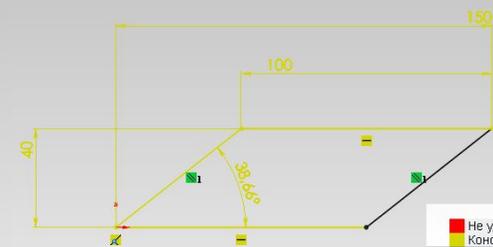
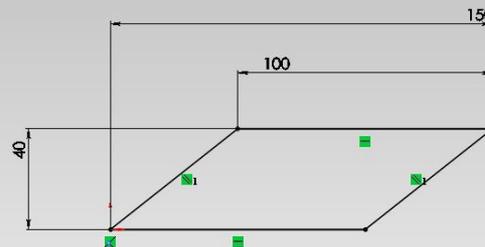
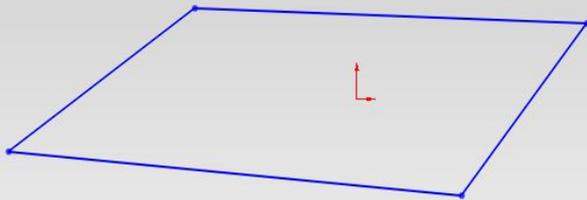
Требуются дополнительные размеры или взаимосвязи. Неопределенные объекты эскиза синего цвета.

## Полностью определен

Не требуются дополнительных размеров или взаимосвязей. Определенные объекты эскиза черного цвета.

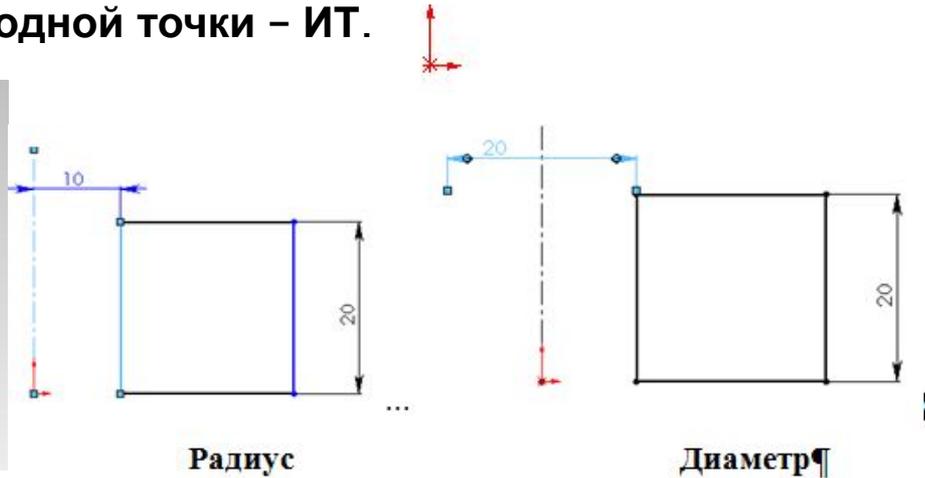
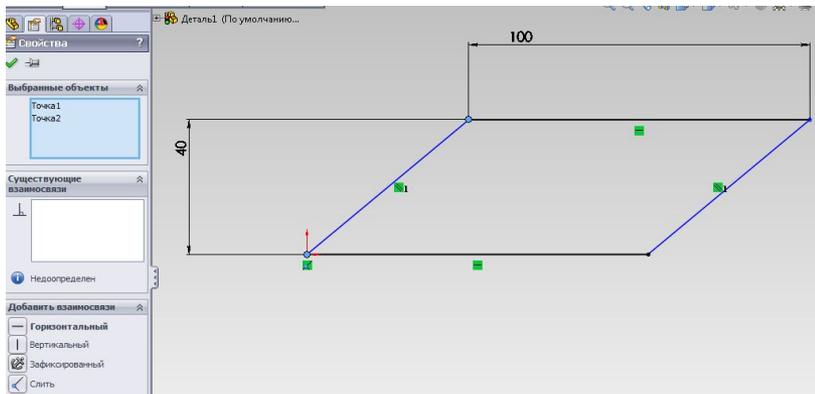
## Переопределен

Содержит противоречивые размеры или взаимосвязи или то и другое.



# Ограничения эскиза. Размеры и Взаимосвязи.

- Взаимосвязи и размеры геометрически определяют элемент эскиза в двухмерном пространстве.
- **Взаимосвязи можно добавлять**, чтобы определить положение элементов эскиза относительно **исходной точки – ИТ.**



	Горизонтальность		Средняя точка
	Вертикальность		Пересечение
	Параллельность		Концентричность
	Перпендикулярность		Совпадение с точкой, вершиной
	Касательность		

# Геометрические взаимосвязи

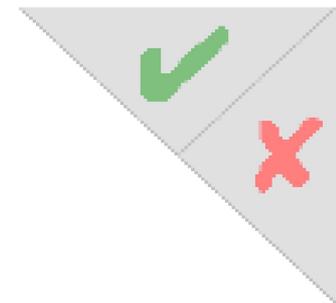
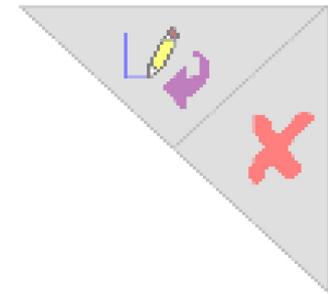
- Геометрические взаимосвязи состоят из набора логических операций (правил), которые определяют отношение (например, касание или перпендикулярность) между элементами эскиза модели, плоскостями, осями, ребрами и вершинами. Отношением можно связать один элемент эскиза с другим элементом эскиза или с ребром, гранью, вершиной, началом координат, плоскостью и т. Д
- Взаимосвязь Horizontal (Горизонтальность) эта взаимосвязь превращает выделенный сегмент линии в горизонтальный. Если выделены две точки, они будут выровнены горизонтально.
- Взаимосвязь Vertical (Вертикальность) эта взаимосвязь превращает выделенный сегмент линии в вертикальный. Если выделены две точки, они будут выровнены вертикально.
- Взаимосвязь Collinear (Коллинеарность). Применение этой взаимосвязи приводит к тому, что два выделенных элемента размещаются вдоль одной линии.
- Взаимосвязь Coradial (Корадиальность). Результатом применения этой взаимосвязи будут две дуги, две окружности или дуга и окружность, имеющие равные радиусы и общий центр.
- Взаимосвязь Perpendicular (Перпендикулярность). Два выделенных сегмента линий становятся перпендикулярными друг другу.

# Геометрические взаимосвязи

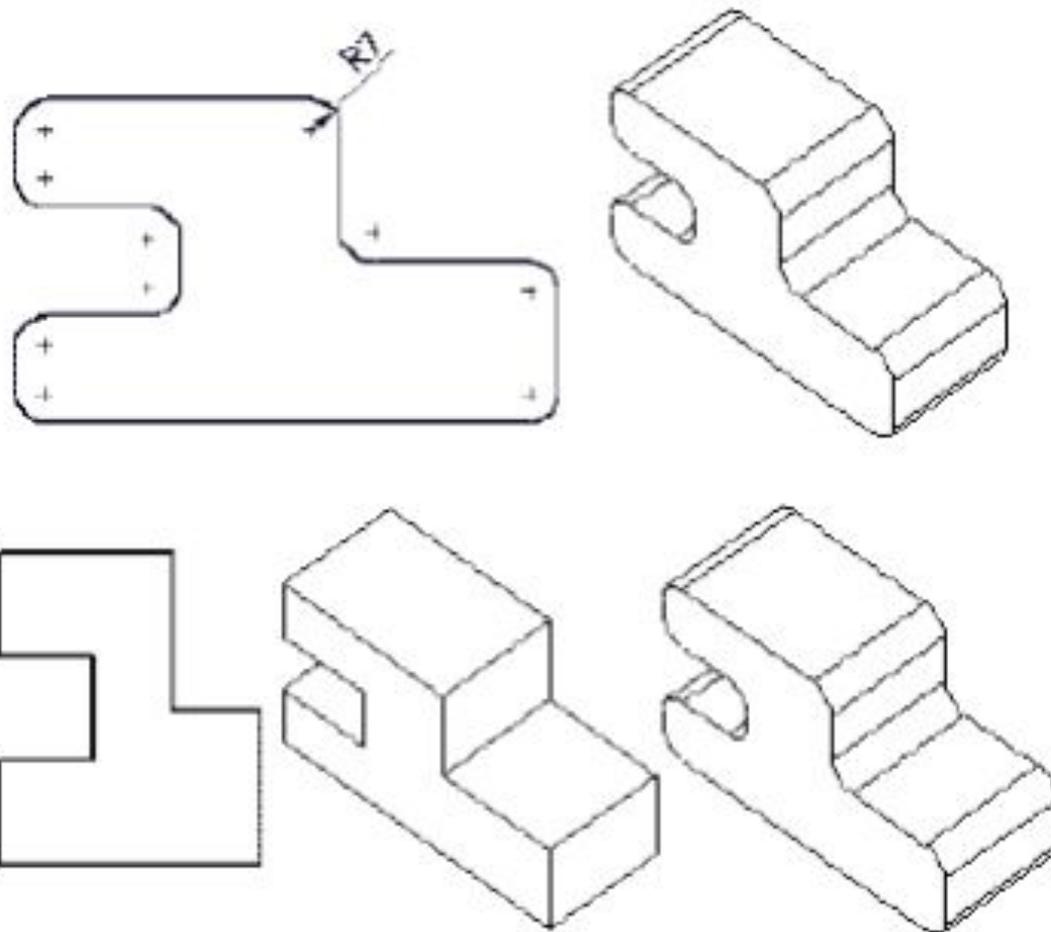
- Взаимосвязь Tangent (Касание). Результатом применения этой взаимосвязи к выделенному сегменту линии, дуги, сплайна, окружности или эллипса станет касание другой дуги, окружности, сплайна или эллипса.
- Взаимосвязь Concentric (Концентричность). Для двух выделенных дуг, окружностей, точки и дуги, точки и окружности или дуги и окружности эта взаимосвязь означает совмещение их центров.
- Взаимосвязь Midpoint (Средняя точка). Помещает выделенную точку в положение средней точки указанной линии.
- Взаимосвязь Intersection (Пересечение). Помещает выделенную точку в место пересечения двух выделенных элементов эскиза. . .
- Взаимосвязь Coincident (Совпадение). Если эту взаимосвязь применить к двум точкам, они станут совпадающими, а если к точке и линии или точке и дуге — точка будет лежать на этой линии или дуге.
- Взаимосвязь Equal (Равенство). Применяется для того, чтобы сделать два выделенных сегмента линии равными по длине. При наложении этой взаимосвязи на две дуги, две окружности или дугу и окружность их радиусы становятся равны.
- Взаимосвязь Symmetric (Симметрия). Связь симметрии располагает выделенные элементы симметрично относительно указанной оси симметрии, так чтобы они находились на одинаковом расстоянии от нее.
- Взаимосвязь Merge Points (Слить точки). Используется для объединения двух выделенных точек или конечных точек.

# Угол Подтверждения

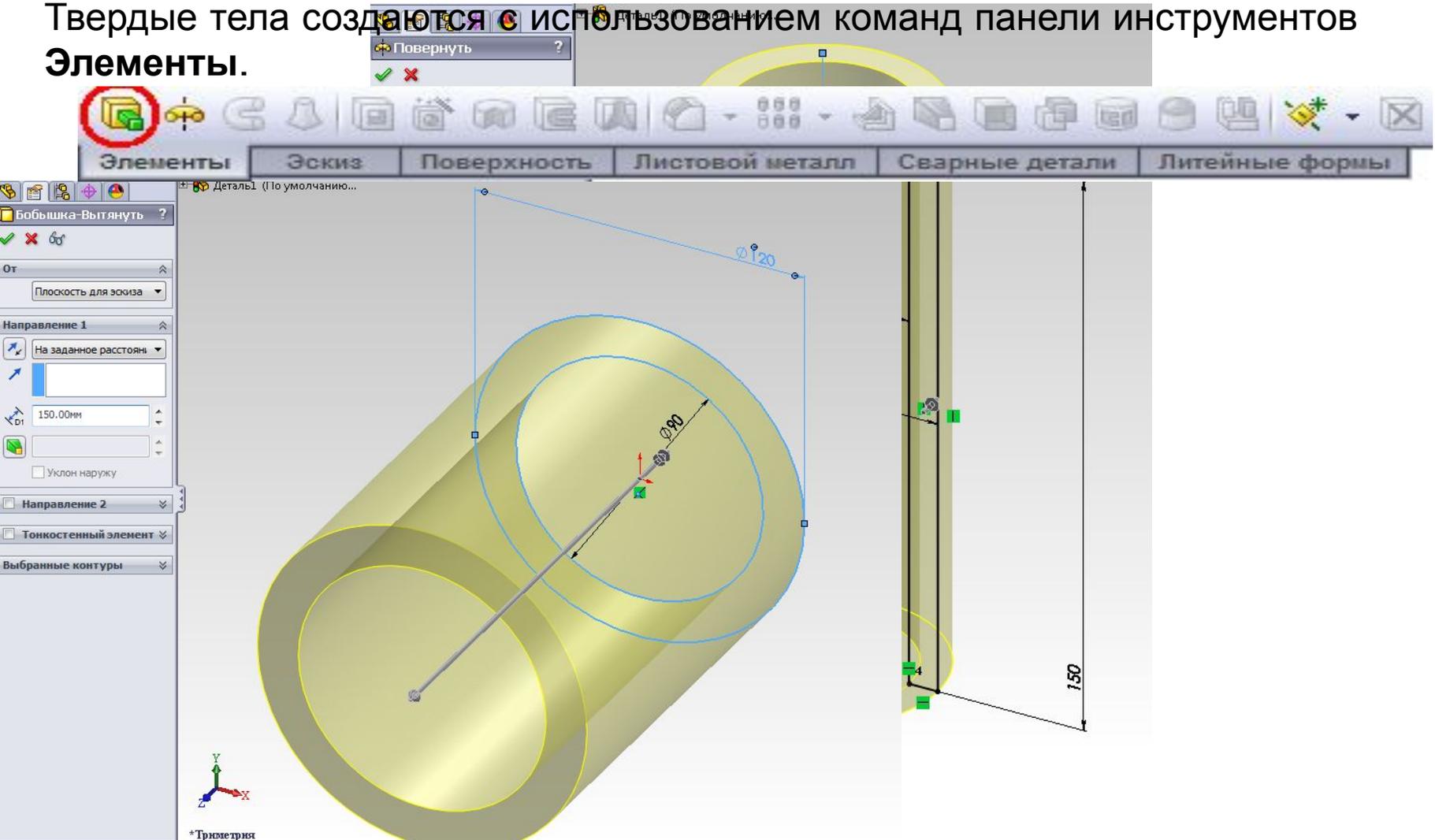
- Когда одна из команд SolidWorks активна, в верхнем правом углу графической области появляется набор символов, эту область называют **Углом Подтверждения**.
- **Индикатор Эскиза**  
Когда эскиз активен или открыт, появляется в углу подтверждения символ, похожий на инструмент **Эскиза**. Это обеспечивает визуальное напоминание, что Вы находитесь в **активном** эскизе. Щелчок по символу обеспечивает выход из эскиза с сохранением ваших изменений. Щелчок по красному символу **X** – выход из эскиза без сохранения изменений.
- **Индикатор Элемента**  
Когда активны другие команды, угол подтверждения показывает два символа: метка **V** и **X**. Метка **V** выполняет команду «Применить» (ОК). Символ X отменяет команду.



# Сложность эскиза



Как только создан первый эскиз, из него может быть создано твердое тело. Есть много вариантов «вытягивания» эскиза, изменяя граничные условия. Твердые тела создаются с использованием команд панели инструментов **Элементы**.



# Индивидуальные задания

1. Создание твердотельной модели и рабочих чертежей по предоставленной аксонометрии детали

- Приложение 2:

А. Л. Решетов, В. Н. Шепелева, Л.Л. Карманова.  
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА КОНТРОЛЬНЫЕ  
ЗАДАНИЯ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И  
ЧЕРЧЕНИЮ

2. Создание твердотельной модели по предоставленным изображениям детали

- Приложение 4:

А. Л. Решетов, В. Н. Шепелева, Л.Л. Карманова.  
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА КОНТРОЛЬНЫЕ  
ЗАДАНИЯ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И  
ЧЕРЧЕНИЮ

# Задания по справке

- Деталь
- Сборки
- Чертежи
- Дополнительные возможности проектирования
  - Создание чертежных видов
- Сопряжения в сборках
- Скругления
- Многоотельные детали
- Массивы элементов
- Элементы по траектории
- Основное упражнение по Toolbox
- Дополнительные технологии проектирования

# Требования к трехмерным моделям

- ▣ Трехмерная модель должна правильно описывать размеры и другие параметры задания;
- ▣ Все эскизы трехмерной модели должны быть определены;
- ▣ Модель должна быть создана с использованием наименьшего количества элементов в дереве построения;

# Промежуточная аттестация по модулю Основы работы в SolidWorks

- ▣ Выполнение 9 заданий из справочной системы SolidWorks
- ▣ Построение 2 твердотельных моделей по вариантам
- ▣ По данным моделям создание чертежей с необходимыми видами и разрезами
- ▣ Построение сборки в соответствии с вариантом
- ▣ Создание сборочного чертежа
- ▣ Тестирование по модулю