

**Министерство образования и науки, молодежи и спорта  
Украины  
Донбасская государственная машиностроительная академия**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**«СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНКОВ»**

Утверждено на заседании  
кафедры металлорежущих  
станков и инструментов  
протокол № 1 від 6.09. 2012 г.

Краматорск 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

	С.
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ЭТАПЫ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В SOLIDWORKS	9
1.1 Запуск программы	11
1.2 Структура среды SolidWorks	11
1.3 Построение объёмной модели	14
1.4 Способы создания объёмных моделей	19
1.5 Задание для самостоятельной работы	26
2 СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ	27
2.1 Подготовка детали	28
2.2 Менеджер конфигурации	30
2.3 Создание конфигурации вручную	31
2.4 Настраиваемые элементы для деталей	31
2.5 Редактирование конфигурации, созданной вручную	32
2.6 Создание конфигураций с помощью таблицы параметров	33
2.7 Способы создания таблицы параметров	34
2.8 Правила создания и редактирования таблицы параметров	37
2.9 Просмотр конфигураций	39
2.10 Сохранение таблиц параметров	40
2.11 Задание для самостоятельной работы	41
3 СОЗДАНИЕ СБОРОК	43
3.1 Построение сборки «Трубопроводная обвязка»	44
3.2 Правила при работе с «большими сборками»	54
3.3 Упрощение сборок	56
3.4 Задание для самостоятельной работы	60
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	62

## **ВВЕДЕНИЕ**

Современные проблемы, связанные с обеспечением безопасности, обусловлены, прежде всего, обострением противоречия между потребностями человека и возможностями окружающей среды по их удовлетворению.

Обеспечение безопасности персонала, населения и окружающей природной среды является основным требованием при проектировании опасных производственных объектов, к которым согласно - Федерального Закона “О промышленной безопасности опасных производственных объектов” относятся предприятия нефтегазового комплекса.

В настоящее время уже трудно приставить работу над проектом объектов нефтегазового комплекса без применения систем автоматизированного проектирования (САПР), поскольку процесс проектирования имеет довольно сложный итерационный характер и ему свойственно неоднократно возвращаться к началу проекта.

Системы автоматизации проектирования в настоящее время получили столь широкое распространение, что стали незаменимым инструментом при проведении проектных работ в большинстве отраслей промышленности. В связи с постоянным развитием программных продуктов, ростом их функциональных возможностей и расширением возможных областей применения, возникает актуальная задача создания специальных учебно-методических курсов, описывающих функциональные возможности программных продуктов в приложении к отраслевой специфике предприятий нефтегазового комплекса и их профильных Вузов.

С появлением современных систем твердотельного и поверхностного параметрического моделирования несколько изменился подход к проектированию опасных производственных объектов как таковой. Если ранее инженер работал в двумерном пространстве и вынужден был воплощать свои идеи в плоских чертежах, то теперь у него появилась возможность творить в реальном трёхмерном объёме, не задумываясь над тем, как вычертить ту или

иную проекцию объекта. То есть проектирование идёт не от чертежа к трёхмерному облику объекта, а в обратном направлении - от пространственной, трехмерной модели к автоматически сгенерированным чертежам. Такой подход к проектированию удобен ещё и тем, что созданная трёхмерная геометрия объекта может быть передана в любую расчётную программу для анализа технологических, прочностных или других свойств, а так же для моделирования процесса изготовления оборудования.

К концу 80-х годов прошлого тысячелетия мировой рынок систем автоматизированного проектирования можно было условно разделить на два сегмента: САПР нижнего и верхнего уровня. Это деление было обусловлено функциональностью, стоимостью и, как следствие, распространённостью этих систем. Системы нижнего уровня - электронные кульманы и AutoCAD-подобные системы, работали на персональных компьютерах и были достаточно дешевы, что и определяло их распространённость. Системы верхнего уровня - "тяжелые" комплексы (Unigraphics, CATIA и т.д.), изначально ориентированные на дорогие графические рабочие станции под Unix сами тоже были дорогие и сложны в изучении. Использовались они, как правило, в проектировании автомобилей, самолетов и т.п.

В начале 90-х появился новый класс программных продуктов - CAD-системы среднего уровня, которые переняли у "тяжелых" систем возможности твердотельного и поверхностного моделирования, а у "легких" - открытость интерфейса (возможность написания прикладных программ) и доступную цену.

На данный момент рынок САПР «среднего» уровня представлен целым рядом программных продуктов, которые работают на персональном компьютере в среде Windows, имеют открытый интерфейс и сквозную параметризацию. Однако далеко не все программные комплексы в полной мере покрывают потребности отечественных инженеров, как в поддержке российских стандартов, так и функциональности и простоте интерфейса.

Использование САПР позволяет на этапе рабочего проектирования оценить объемно-планировочные решения, выполнить проверку взаимной

увязки оборудования на этапе проектирования, возможность быстрого внесения изменений в существующий проект, а также сократить время проектирования и практически до нуля уменьшить количество ошибок, которые ранее выявлялись только на стадии изготовления. Огромным плюсом также является наличие не только чертежей, но и видов в изометрии, что упрощает работу, представления изделия в целом, упрощая монтаж и компоновку. Эти возможности современных CAD (computer-aided design - автоматизированное проектирование) пакетов при проектировании опасных производственных объектов, что в свою очередь приводит к повышению надежности и снижению аварийности на предприятиях объектах нефтегазовой сферы за счет обеспечения качества проектирования.

Однако наличие даже самого совершенного продукта еще не гарантирует успеха. Настала очередь, пожалуй, самого важного и ответственного этапа работы с программным обеспечением – внедрения.

Мы предлагаем Вам начать освоение системы **SolidWorks** с проектирования технологических трубопроводов, как наиболее распространенных объектов предприятий нефтегазового комплекса, поскольку они идеально подходят для приобретения навыков работы с программным продуктом.

# **1 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ЭТАПЫ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В SOLIDWORKS**

В настоящее время пакет SolidWorks завоевывает прочные позиции на промышленных предприятиях России. Данный продукт представлен фирмой SolidWorks Corp. (подразделение известной французской фирмы Dassault Systems – производителя САТАИ), представляет собой систему 3-х мерного твердотельного параметрического проектирования механических узлов и конструкций, разработанную специально для Windows.

Первая версия системы SolidWorks, разработанная на основе геометрического ядра Parasolid, вышла в 1995 году, с октября 1998 г. SolidWorks уже позволяет оформлять конструкторскую документацию в соответствии с ЕСКД.

SolidWorks - является полноценным Windows-приложением, разработанным специально для использования на персональном компьютере.

Процесс конструирования с помощью SolidWorks не заканчивается на разработке объемных деталей и сборочных единиц. Программа позволяет автоматически создавать чертежи по заданной твердотельной модели, исключая ошибки проектанта, неизбежно возникающие при начертании проекций изделия вручную. Инструментарий SolidWorks позволит вам без каких-либо затруднений вычерчивать сечения и проекции различных видов, строить разрез по разрезу, выбирать способы представления данных, допуски и посадки, размерные линии, справочные надписи и т.п., а также управлять размерами, шрифтами, толщинами линий, точностью округлений и, что весьма важно, автоматически создавать спецификацию материалов для сборочного чертежа. Таким образом, при разработке SolidWorks помимо уникальных возможностей твердотельного моделирования были предусмотрены все средства для создания детального чертежа.

SolidWorks позволяет создавать детальные, состоящие из нескольких форматов производственные чертежи на базе уже готовой трёхмерной модели. Чертежи могут включать в себя различные чертёжные виды с автоматической простановкой размеров, различные примечания и поддерживают помимо ЕСКД большинство международных стандартов. В дополнение к этому, чертежи деталей SolidWorks являются полностью ассоциативными с файлами деталей, на базе которых они были получены (включая все размерные соотношения).

SolidWorks поддерживает чертёжные стандарты ЕСКД, ANSI, ISO, DIN, JIS и BSI и даёт возможность создавать такие элементы чертежа, как сложные (ломанные) разрезы и сечения, местные виды и т.д. А это и есть то, что обычно требуется для создания полноценного промышленного чертежа.

Чтобы максимизировать эффективность коллективной работы, SolidWorks позволяет создавать сетевые взаимосвязи (в том числе — с выходом в Интернет) в любом файле SolidWorks, включая чертежи. Естественно, что любые примечания, относящиеся к трёхмерной модели, включая геометрические соотношения, шероховатости поверхностей, обозначения сварных соединений и прочие символы, а также сетевые взаимосвязи, автоматически могут быть отражены на чертеже. Эта возможность SolidWorks уникальна.

Системные требования к Модулю проектирования **SolidWorks**:

Поддерживаемые операционные системы **Microsoft® Windows®**

<b>SolidWorks 2004</b>	<b>SolidWorks 2005</b>	<b>SolidWorks 2006</b>
XP Professional (32-bit)	XP Professional (32-bit)	XP Professional (32-bit)
2000 Professional	2000 Professional	2000 Professional
	XP Professional (64-bit)	XP Professional (64-bit)


Требования к компьютеру и программному обеспечению:



**Оперативная память** - **Минимум:** 512MB RAM, для деталей < 200 элементов и сборки < 1000 компонентов  
**Рекомендуется:** 1GB или больше Детали > 200 элементов  
 - и сборки > 1000 компонентов

- Видео** - **Минимум:** Протестированные графические карты для рабочих станций с поддержкой OpenGL и протестированные драйверы к ним.
- Рекомендуется:** Сертифицированные графические карты - для рабочих станций с поддержкой OpenGL и протестированные драйверы к ним.
- Процессор** - Intel® Pentium™, Intel® Xeon™, Intel® EM64T, AMD® Athlon™ или AMD® Opteron™

Для максимально удобной и эффективной работы со сложными сборками, состоящими из сотен элементов рекомендуется, чтобы виртуальная память в 2 и более раза превышала оперативную.

### 1.1 Запуск программы

Запуск программы осуществляется щелчком по ярлыку  на рабочем столе или ПУСК→ПРОГРАММЫ→SolidWorks.

Сразу после запуска SolidWorks откроется интерфейс, где вы сможете либо **Открыть**  существующие файлы деталей, сборок или чертежей или **Создать**  новые файлы деталей, сборок и чертежей.

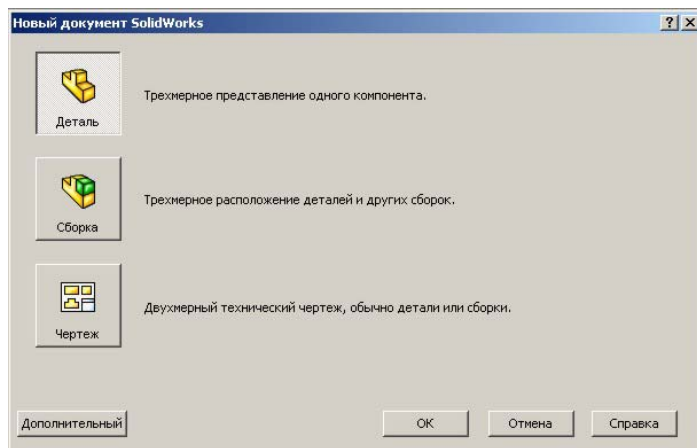


### 1.2 Структура среды SolidWorks

Основные виды выполняемых работ в среде SolidWorks.

Окно начальной загрузки позволяет выбрать один из режимов работы.

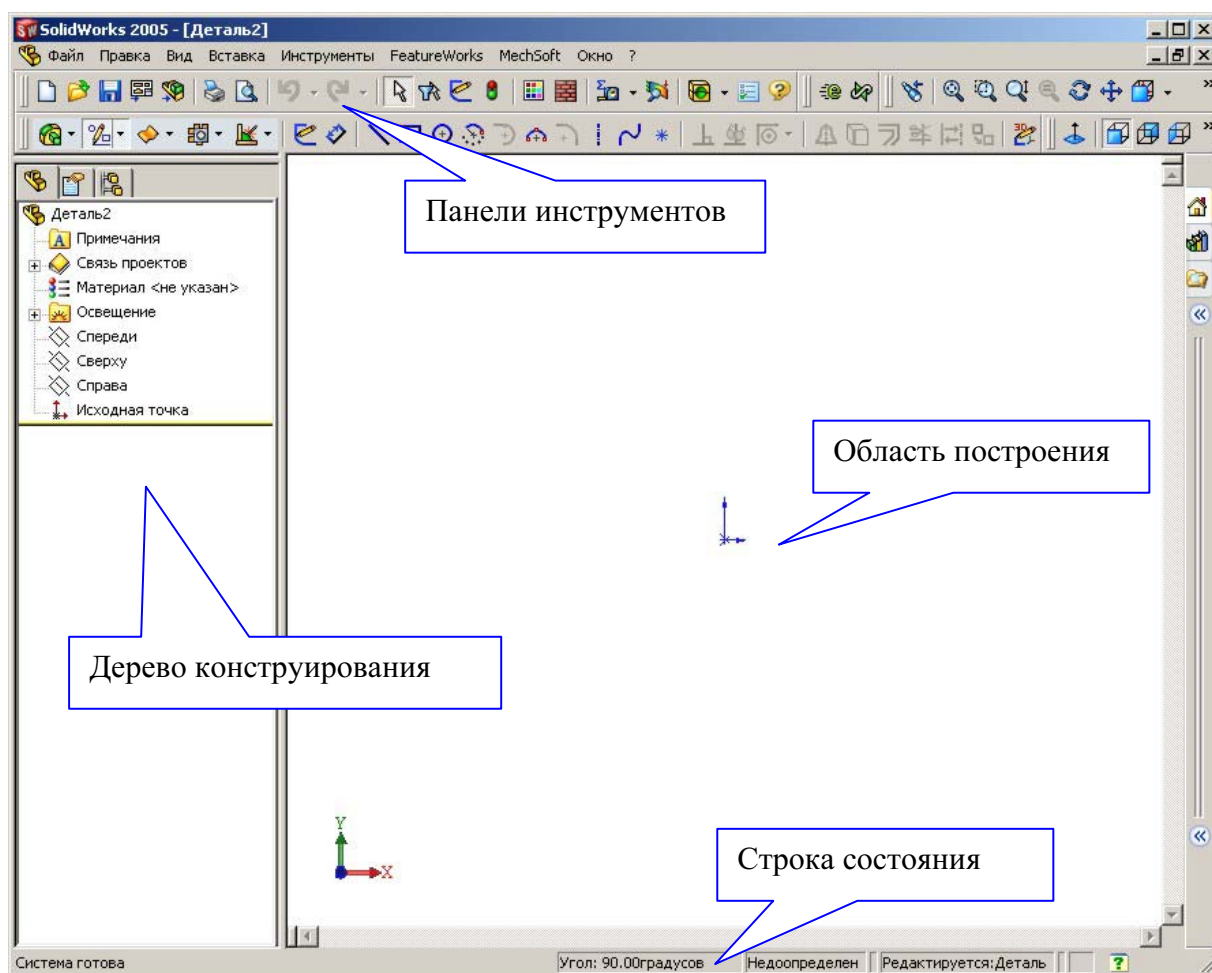




- Обычно работу начинают с создания деталей.
- Сборку можно создать из уже ранее созданных деталей.
- Чертежи можно создать на базе ранее созданных деталей или сборок.

Все объекты SolidWorks, созданные в разных режимах имеют между собой взаимные **АССОЦИАТИВНЫЕ СВЯЗИ!**

Структура рабочей среды SolidWorks представлена ниже на рисунке.



Структура рабочей среды

Состав главного меню:

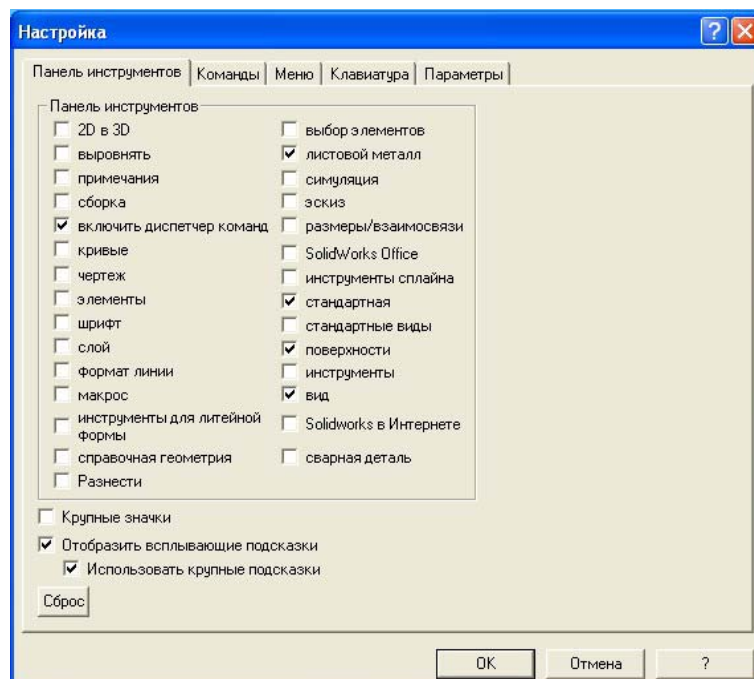
1. **Файл (File)** – выполнение операций с файлами.
2. **Правка (Edit)** – выполнение операций с объектами.

3. **Вид (View)** – изменение способа отображения объектов.
4. **Вставка (Insert)** – вставка объектов из других программ.
5. **Инструменты (Tools)** –настройки системы, инструменты для построения.
6. **Окно** – переход между окнами, изменение расположения окон.
7. **? Помощь** – получение справки о программе.




**ДЕРЕВО КОНСТРУИРОВАНИЯ** – служит для редактирования уже построенных объектов, в любой момент времени можно корректировать любое построение, сделанное когда-то ранее. Изменение раннего построения повлияет на связанные характеристики последующих построений.

Перед тем как приступить к работе в SolidWorks, желательно настроить пользовательский интерфейс – это позволит более эффективно использовать возможности данной CAD-системы.

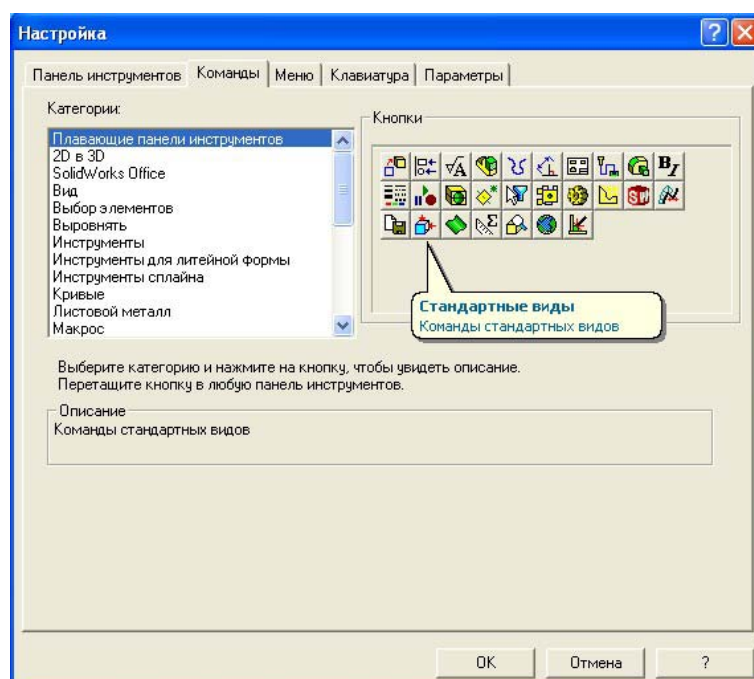
Для настройки интерфейса необходимо открыть **ИНСТРУМЕНТЫ→НАСТРОЙКА** вкладка **Панель инструментов**, где устанавливая или убирая галочки на соответствующих панелях, можно включить или отключить панели на экране.



**ПРИМЕЧАНИЕ.** Большим плюсом интерфейса SolidWorks – то что он содержит кнопки-команды – которые заменяю целые панели инструментов,

которые приходится использовать очень редко, но без них не обойтись (Например – *Команды инструментов* , *Команды справочной геометрии* , *Команды стандартных видов* ).


Для добавления отдельных команд перейдите на вкладку **Команды**, вы сможете добавить или убрать отдельные значки на экране. Для удобства все значки-команды разбиты по категориям (Например - *Стандартная*, *Сборка*, *Справочная геометрия*, *Размеры/Взаимосвязи*).



Чтобы добавить значок на панель инструментов, необходимо найти его в соответствующей категории (для новичков во вкладке **Описание** дается краткое описание команды), а затем, наведя курсор мыши, нажать левую кнопку и удерживая её, перетащите значок в удобное для работы место на экране, и отпустите кнопку. Доставленный значок отобразиться на экране.

Чтобы удалить кнопку-команду необходимо «схватить» значок на экране и перетащить его в окно настроек. После того, как кнопка мыши будет отпущена, значок удалиться с экрана.

### 1.3 Построение объёмной модели

Воспользуемся кнопкой **Создать** , выберем шаблон "Деталь". Вы увидите пользовательский интерфейс SolidWorks, как и во всех Window –

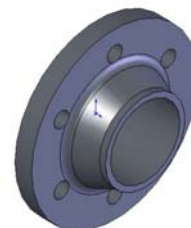
приложениях. В верхней части находится меню, через которое можно вызвать множество команд.



Процесс создания модели начинается с построения эскиза, а построение эскиза начинается с выбора базовой плоскости, в которой будет происходить построение двухмерного эскиза.

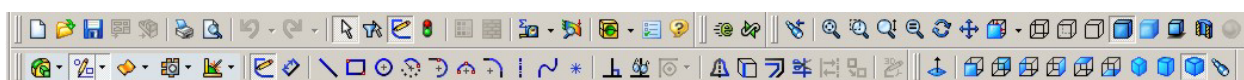
После всех манипуляций с кнопками нажмите **ОК**.



Приступим к созданию детали – **Фланец**.

Для проектирования данной детали можно использовать несколько приемов. К вашему вниманию предоставляется один из приемов.



1. Выберите базовую плоскость  (щелкнув по ней левой кнопкой мыши) и нажмите кнопку  **Эскиз**, после чего в правой части активизируется панель **Эскиз**.





Значок  и нажатая иконка  свидетельствует о том, что мы находимся в режиме создания эскиза.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В каждый момент времени на экране появляются только те инструменты, которые необходимы в том или ином режиме работы. Такой способ организации позволяет избежать чрезмерной перегруженности экрана.

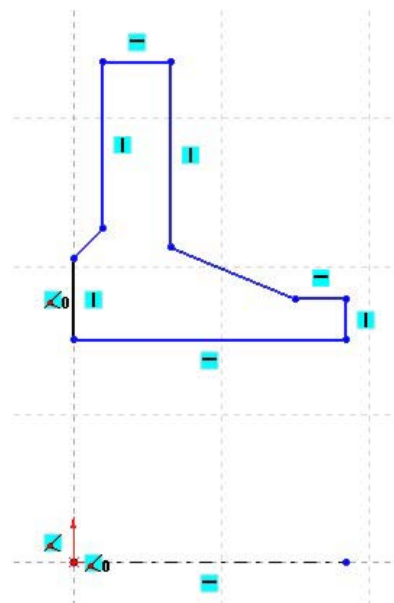
2. Создадим эскиз.


Приступим к построению компоновочного эскиза. Компоновочный эскиз содержит важные объекты и размеры в одном эскизе.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Желательно начинать построение от базовой точки  - это точка начала отсчета координат.

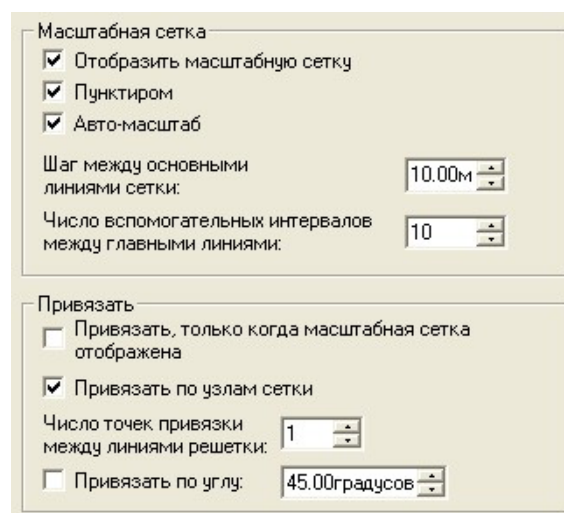
Построение эскиза начнем с отрезка, выберем команду линия из инструментальной панели путем наведения курсора мыши на иконку  и нажатия левой кнопки мыши.

При этом курсор приобретает вид карандаша с окружностью. Подведите курсор к тому месту, где вы планируете расположить начальную точку отрезка, и нажмите левую кнопку мыши. После чего переместите курсор к конечной точке отрезка и щелкните левой кнопкой мыши. При проведении курсора от начальной точки текущая длина отображается рядом с курсором. Так нанесите все отрезки таким образом, чтобы контур сечения напоминал сечение фланца.



В окне, где будет производиться построение эскиза, пользователь может установить сетку, нажав иконку 



**Масштабная сетка.** Откроется окно, где следует установить галочку в позиции *Отобразить масштабную сетку*. Можно задать параметры сетки и установить привязку по узлам сетки. После установки всех параметров нажмите ОК.







Параметры масштабной сетки можно вызывать в любой момент.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Сетка дает пользователю визуальное представление о размерах и углах, тем самым облегчая действия пользователя.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При построении эскизов нет необходимости использовать «точное черчение», достаточно соблюдать конфигурацию будущего эскиза. После чего конструктор может изменить значение любого размера, наложить связи и ограничения.

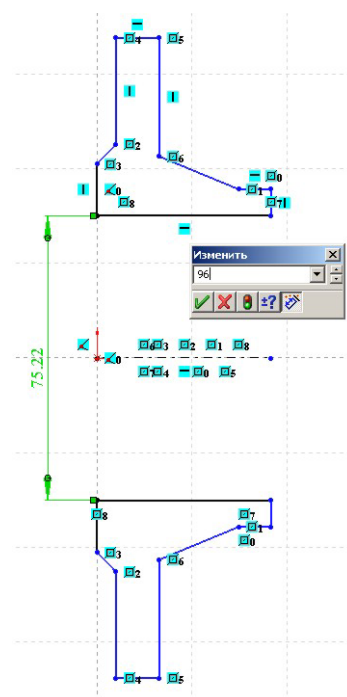
Далее из базовой точки  проведите осевую линию с помощью команды .

ПРИМЕЧАНИЕ. Значки ,  и другие проявляющие возле объектов (отрезков, окружностей и т.д.) – означает наложение взаимосвязи на объект, так значок  - означает, что отрезку присвоена взаимосвязь горизонтальность и т.д. При построении элементов эскиза, не старайтесь чертить с требуемыми взаимосвязями (Например, для линии – это вертикальность, горизонтальность, касательность; для окружности – это концентричность и т.д.), далее мы увидим, как этого можно добиться без каких-либо трудностей.

Далее используем команду зеркальное отображение объектов , для удерживая левую кнопку мыши выделяем объекты, которые хотим зеркально отобразить. Осевая линия – является линией, относительно которой будет отображаться объекты.



Далее приступаем к нанесению размеров и при необходимости можно наложить необходимые взаимосвязи.

ПРИМЕЧАНИЕ. При нанесении размеров в появившемся окне Изменить – следуют выставлять нужный размер после чего эскиз автоматически перестраивается. Обратите внимание при нанесении размеров Объекты изменяют цвет с синего на черный. Это означает, что данный объект становится фиксированным в пространстве.

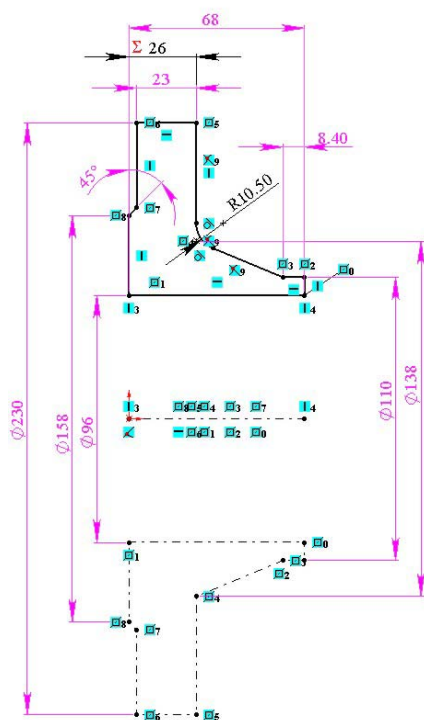






ПРИМЕЧАНИЕ. Для нанесения взаимосвязей необходимо выбрать команду , далее указываем объекты, и в меню указываем тип Взаимосвязи. Для редактирования или удаления Взаимосвязи выбираем команду .

ПРИМЕЧАНИЕ. Редактирование эскиза может производиться на любой момент работы с моделью. Эскиз с размерами приведен ниже.



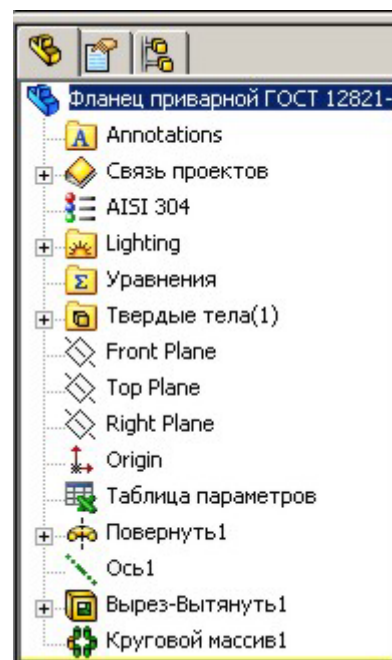
## 1.4 Способы создания объёмных моделей


Как в большинстве современных систем геометрического моделирования, так и в системе SolidWorks, процесс построение твердотельной модели основывается на создании элементарных 3D - примитивов и выполнения различных операций между ними.



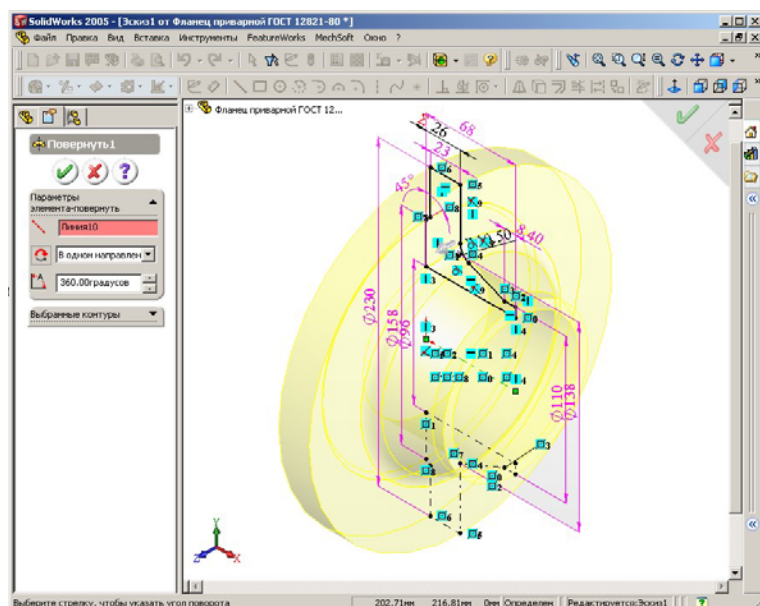
Каждый 3D – примитив строиться, в свою очередь, на основе 2D – эскиза или эскизов. SolidWorks позволяет создавать сложные эскизы, которые могут быть отредактированы в любой момент и использованы для создания объёмного тела.



Совокупность 2D и 3D – примитивов записывается в виде древовидной структуры, отражающей иерархию объектной модели, учитывающей последовательность операций с возможностью переупорядочивания и редактирования отдельных примитивов. Таким образом, создание твердотельной модели позволяет конструктору работать в виртуальном 3D - пространстве, что позволяет на самом высоком уровне приблизить компьютерную модель к облику будущего изделия, исключая этап макетирования.

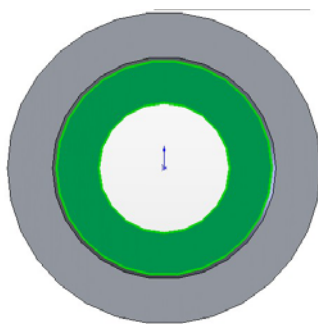
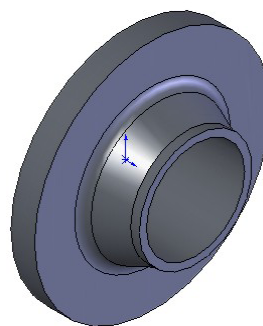


Для создания из полученного эскиза фланца – трехмерную модель, необходимо выбрать команду Повернуть . В меню Повернуть следует указать параметры команды. Линия – это осевая линия, Вращение в данном случае будет на 360 градусов. В рабочем поле вы сможете увидеть фантом трехмерной модели от данной команды.










Для подтверждения команду  
следует нажать кнопку , для  
отмены команды нажать кнопку .  
В результате выполнения команды  
повернуть мы получаем следующую  
модель.



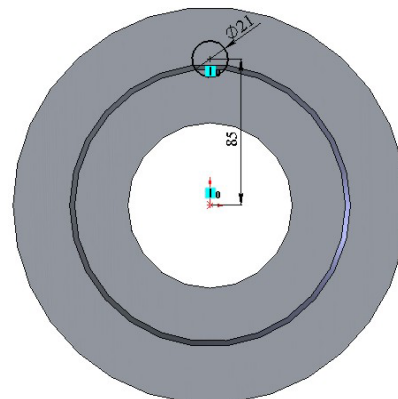
Приступим к построению отверстий  
для крепежа. Для этого выделим  
поверхность, на котором будем вести  
построения эскиза.

ПРИМЕЧАНИЕ. После выделение  
поверхности она изменят цвет.

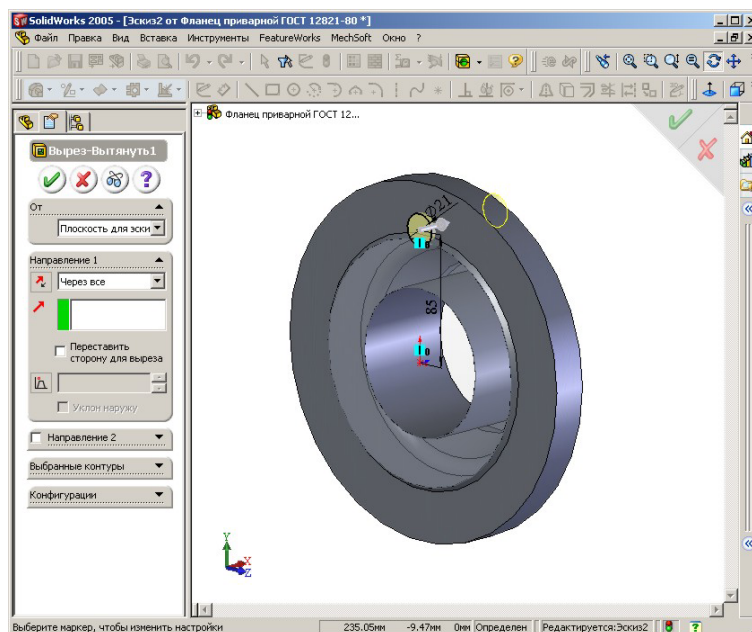
Затем выбираем команду  и  
приступаем к построению окружности, для этого выбираем команду .

После нанесения необходимых размеров  и взаимосвязей , выбираем команду Вытянутый вырез .



В меню команды: в строке направление – можно указать через все. Таким образом, мы получим крепежное отверстие в детали.

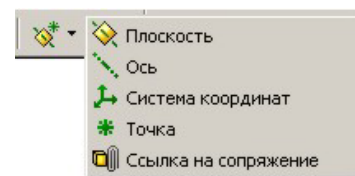


Так как крепежных отверстий 6 шт. приступим к созданию кругового массива, но перед этим построим вспомогательную ось, которая будет осью кругового массива.

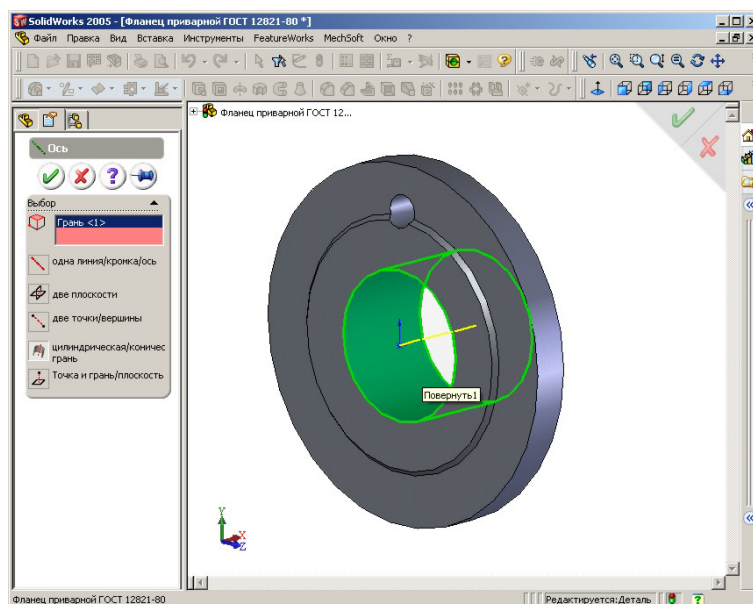




Для вызова команды вспомогательная ось необходимо выбрать в скрытой панели –

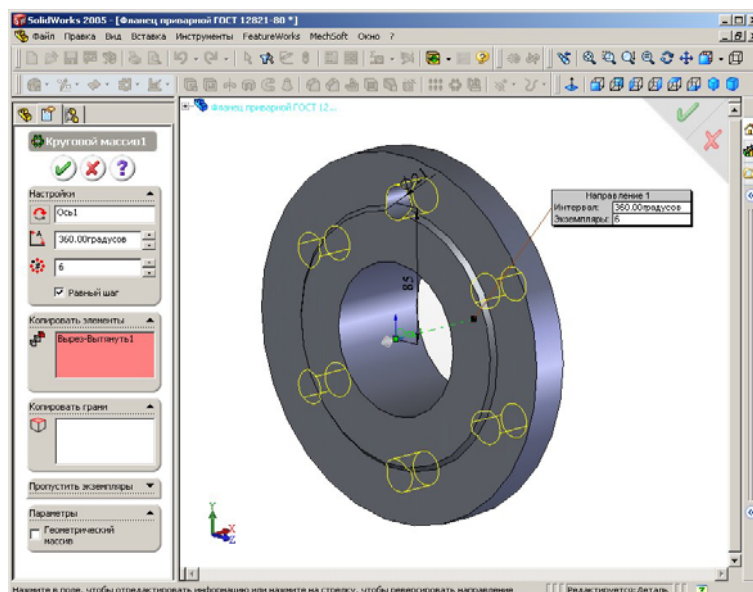
Вспомогательные объекты , команду вспомогательная ось . Выбираем цилиндрическую поверхность, после чего появится фантом



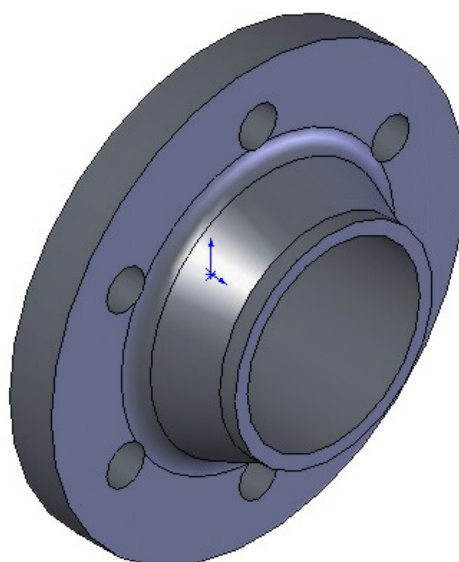
вспомогательной оси. Далее нажимаем команду .



После создание вспомогательной оси, выбираем команду круговой массив . В меню кругового массива указываем Ось кругового массива (это будет вспомогательная ось), количество объектов в массиве, а также галочку напротив надписи Равный шаг, после чего курсор мыши наводим на поле Копировать элементы, щелкаем левой кнопкой мыши (оно становится активным) и курсором мыши указываем существующее отверстие, после чего появиться фантом результата команды Круговой массив. Далее нажимаем команду .



В результате данных построений мы получили деталь Фланец.



Для удобства работы в программе SolidWorks имеются быстрые клавиши (таблица 1.1).

Таблица 1.1 - Стандартные быстрые клавиши

Действие	Сочетание клавиш
<b>Виды модели</b>	
Вращать модель:	
• горизонтально или вертикально	<b>Клавиши со стрелками</b>
• горизонтально или вертикально с шагом 90 градусов	<b>Shift+ клавиши со стрелками</b>
• по часовой стрелке или против часовой стрелки	<b>Alt+ клавиши со стрелками</b> влево или вправо
Перемещать модель	<b>Ctrl+ клавиши со стрелками</b>
<b>Ориентация вида</b>	
<b>Меню Ориентация вида</b>	<b>Пробел</b>
Спереди	<b>Ctrl+1</b>
Сзади	<b>Ctrl+2</b>
Слева	<b>Ctrl+3</b>
Справа	<b>Ctrl+4</b>
Сверху	<b>Ctrl+5</b>
Снизу	<b>Ctrl+6</b>
Изометрия	<b>Ctrl+7</b>
<b>Элементы меню Файл</b>	
Новый документ SolidWorks	<b>Ctrl+N</b>
Открыть документ	<b>Ctrl+O</b>
Открыть из Web папки	<b>Ctrl+W</b>
Создать чертеж из детали	<b>Ctrl+D</b>
Создать сборку из детали	<b>Ctrl+A</b>
Сохранить	<b>Ctrl+S</b>
Печать	<b>Ctrl+P</b>

Продолжение таблицы 1.1.

<b>Дополнительные быстрые клавиши</b>	
Доступ к оперативной справке из PropertyManager (Менеджера свойств) или диалогового окна	<b>F1</b>
Переименование элемента в дереве конструирования FeatureManager (действует для большинства элементов)	<b>F2</b>
Перестроить модель	<b>Ctrl+B</b>
Вызвать перестроение модели и всех ее элементов	<b>Ctrl+Q</b>
Обновить экран	<b>Ctrl+R</b>
Переключиться между документами SolidWorks	<b>Ctrl+Tab</b>
Линия в дугу/дуга в линию (режим эскиза)	<b>A</b>
Отменить	<b>Ctrl+z</b>
Вырезать	<b>Ctrl+ x</b>
Копировать	<b>Ctrl+ c</b>
Вставить	<b>Ctrl+ v</b>
Удалить	<b>Delete</b>
Следующее окно	<b>Ctrl+F6</b>
Заккрыть окно	<b>Ctrl+F4</b>

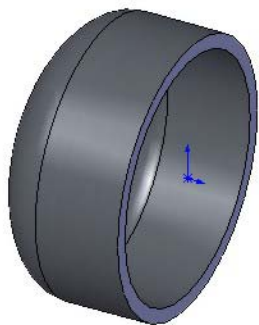
Кроме этого, можно выполнить собственную настройку быстрых клавиш, соответствующую определенному стилю работы. Для этого, когда документ открыт, выберите **Инструменты, Настройка**. Откройте вкладку **Клавиатура** и создайте собственную настройку.

### 1.5 Задание для самостоятельной работы

В ниже перечисленных заданиях попробуйте воспроизвести твердотельные модели деталей без точного задания размеров, то есть постройте форму деталей, внешне похожих на предлагаемые в заданиях.

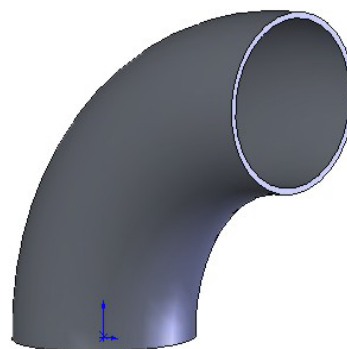
Задание № 1.

Деталь - **Заглушка**



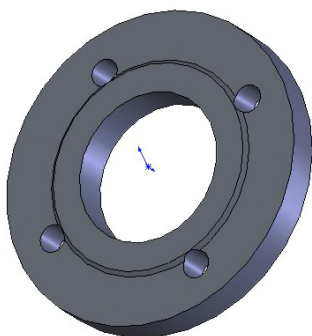
Задание № 2.

Деталь - **Отвод**



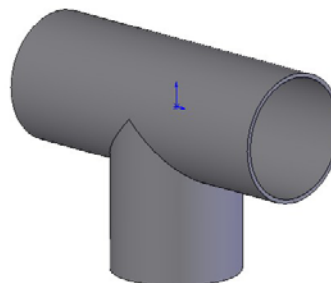
Задание № 3.

Деталь - **Фланец**



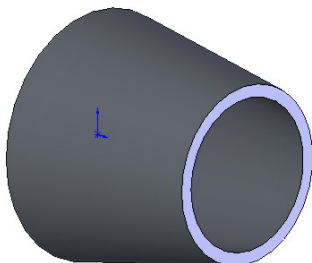
Задание № 4.

Деталь - **Тройник**



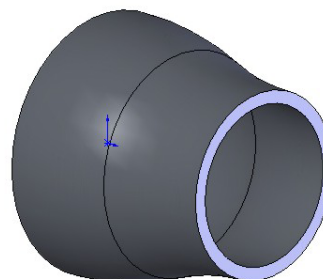
Задание № 5.

Деталь – **Переход**



Задание № 6.

Деталь – **Переход концентрический**



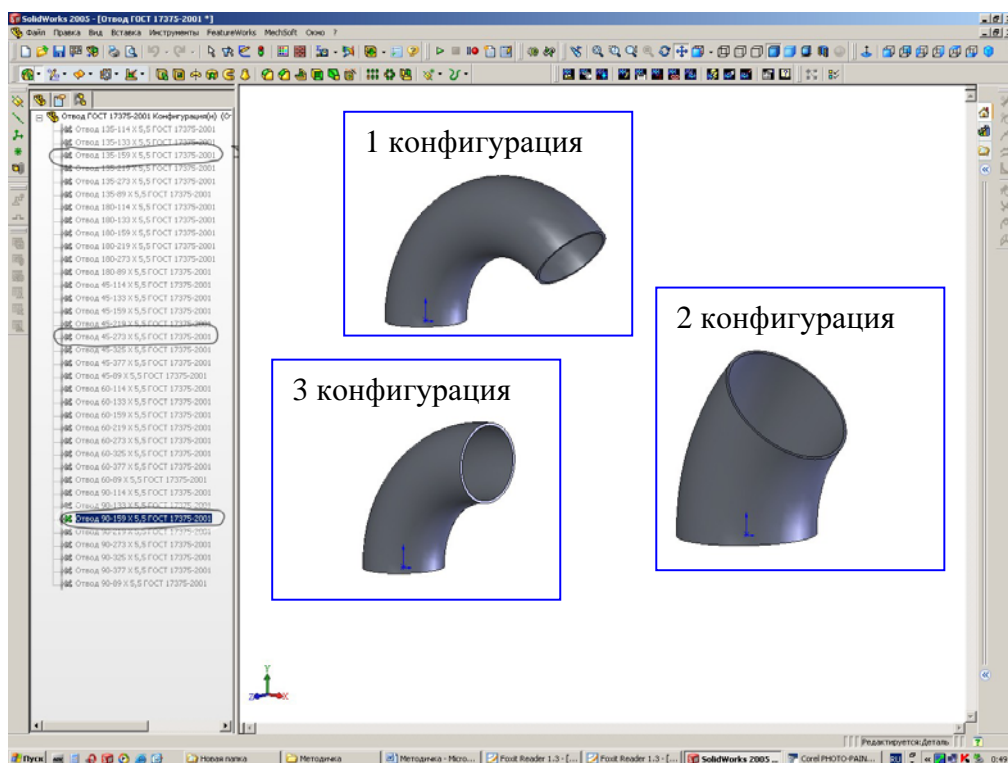
## 2 СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

В данном разделе рассмотрим этапы создания параметрических моделей трубопроводной арматуры используемой при создании трехмерных моделей объектов нефтегазового комплекса.

Программа SolidWorks имеет возможность создавать **КОНФИГУРАЦИИ** деталей и сборок.

**КОНФИГУРАЦИИ** – позволяют создать несколько конструктивных вариантов модели детали или сборки в одном документе.

Применительно к детали конфигурации позволяют создавать ряды моделей с различными размерами, с разными элементами и свойствами. Можно использовать конфигурации, чтобы управлять моделями с разными размерами, компонентами или другими параметрами.



**КОНФИГУРАЦИИ** параметрической модели детали «Отвод» по ГОСТ 17375-2001

Применительно к сборкам конфигурации видов позволяют:

- создать упрощенные варианты проекта путем погашения или скрывания компонентов;



- ряды сборок с различными конфигурациями компонентов, различными параметрами для элементов сборок, различными размерами или свойствами пользователя, относящимися к конфигурации.

КОНФИГУРАЦИИ можно создавать вручную, а для создания одновременно нескольких конфигураций можно использовать таблицу параметров.

Таблицы параметров позволяют создавать и обрабатывать КОНФИГУРАЦИИ в простой таблице.

Таблицы параметров можно использовать в документах как деталей, так и сборок; кроме того, можно отображать таблицы параметров в чертежах.

Свойства пользователя, созданные в таблицах параметров, автоматически добавляются на вкладку «Относится к **КОНФИГУРАЦИИ**» в диалоговом окне «Суммарная информация».

В SolidWorks используется таблица в формате **Excel**.

Для параметризации созданного объекта создается таблица. Таблица состоит из строк и столбцов, в которых записывается необходимая информация по объекту: шифр, названия составляющих объекта, числовое выражение размеров объекта.


Между таблицей и объектом существует взаимосвязь, т.е. при выборе определенного номера объекта программа обращается к таблице и выдает измененный вид в зависимости от тех данных, которые записаны в конкретной ячейке.

## 2.1 Подготовка детали

Создадим деталь «**Отвод**»: для этого необходимо создать два эскиза в разных плоскостях: Например Эскиз1 в плоскости – Top Plane, Эскиз 2 в плоскости – Front Plane. При построении эскизов необходимо проставить размеры.



## 2.2 Менеджер конфигурации

**Менеджер конфигурации** (ConfigurationManager)  в левой стороне окна SolidWorks является средством для создания, выбора и просмотра нескольких конфигураций деталей и сборок в документе.


- Можно разделить ConfigurationManager (Менеджер конфигурации) и скомбинировать его с деревом конструирования FeatureManager.
- Каждая КОНФИГУРАЦИЯ показывается отдельно. Значки в ConfigurationManager (Менеджере конфигурации) означают:



– конфигурация была создана вручную;

– конфигурация была создана с помощью таблицы параметров.

Можно отобразить предварительное изображение конфигурации детали или сборки в окне PropertyManager (Менеджера свойств). Для просмотра конфигурации ее не требуется открывать.

Это экономит время при работе со сложными деталями и сборками. Чтобы отобразить предварительный просмотр конфигурации окне PropertyManager (Менеджера свойств) .

1. В ConfigurationManager (Менеджере конфигурации) нажмите правой кнопкой мыши на конфигурацию, предварительное изображение которой необходимо отобразить, и выберите Предварительный просмотр.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если предварительное изображение не отобразится, откройте каждую конфигурацию и сохраните документ в каждой конфигурации. Когда Предварительный просмотр будет выбран в следующий раз, предварительное изображение отобразится.


2. Во время отображения предварительного изображения нажмите на любую другую конфигурацию в окне ConfigurationManager (Менеджера конфигураций), чтобы обновить предварительное изображение.

3. Нажмите в любом месте графической области, чтобы скрыть предварительное изображение.

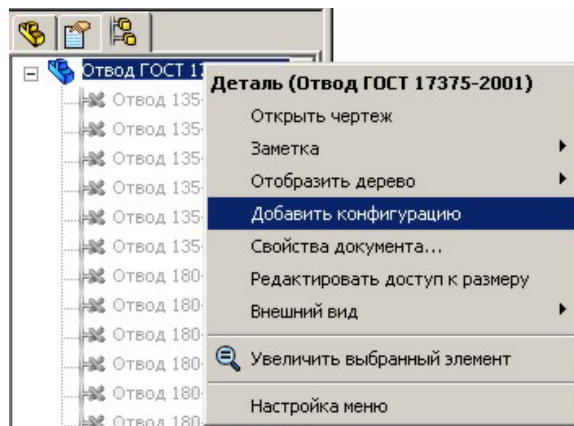
## 2.3 Создание конфигурации вручную

Чтобы создать конфигурацию вручную, укажите ее имя, свойства, затем измените модель для создания вариантов в новой конфигурации.

Порядок создания КОНФИГУРАЦИИ вручную:

1. В документе детали или сборки нажмите на ярлык  чтобы перейти в ConfigurationManager (Менеджер конфигурации).

2. В ConfigurationManager (Менеджере конфигурации) правой кнопкой мыши нажмите на имя детали или сборки и выберите Добавить конфигурацию.



Появится диалоговое окно - **Добавить конфигурацию.**

3. Введите имя конфигурации и укажите свойства для новой конфигурации. Можно указать цвет для конфигурации.

4. Нажмите  для создания новой КОНФИГУРАЦИИ.

5. Новые характеристики для каждой КОНФИГУРАЦИИ можно задать позднее.

## 2.4 Настраиваемые элементы для деталей

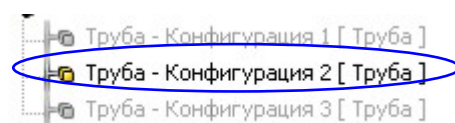
Можно изменить конфигурации детали следующим образом:

- изменение размеров элемента;
- погашение элементов, уравнений и граничных условий;

- использование различных плоскостей эскиза, взаимосвязей эскиза и внешних взаимосвязей эскиза;
- задание индивидуальных цветов граней;
- управление конфигурацией базовой детали;
- контроль управляющего состояния размеров эскизов;
- создание производной конфигурации;
- определение свойств отдельной конфигурации;

## 2.5 Редактирование конфигурации, созданной вручную

1. Активизировать нужную конфигурацию можно двойным щелчком по конфигурации.



2. Переключиться в дерево конструирования FeatureManager .

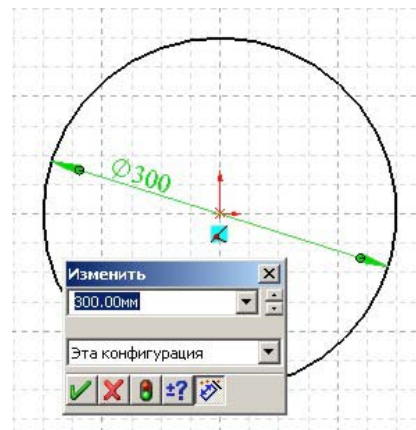
3. Изменить модель желаемым образом для создания конструктивных вариантов.

**Внимание.** При внесении изменений в конфигурацию необходимо следить за выбором назначения опции:

- применить во данной конфигурации;
- применить во всех конфигурациях;
- применить в выбранных конфигурациях.

В данном случае выполнить следующие изменения, применив их только в данной конфигурации:

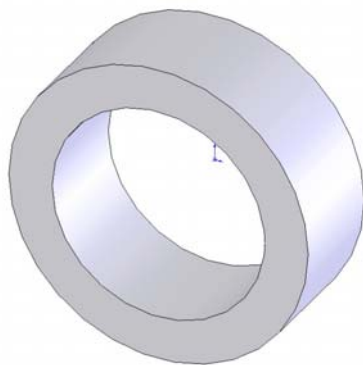
- на эскизе основания детали изменить размер малой окружности, назначив 300 мм
- редактировать определение операции «Вытянуть - Тонкостенный элемент», изменить расстояние вытягивания, Направление 1 – 150 мм,



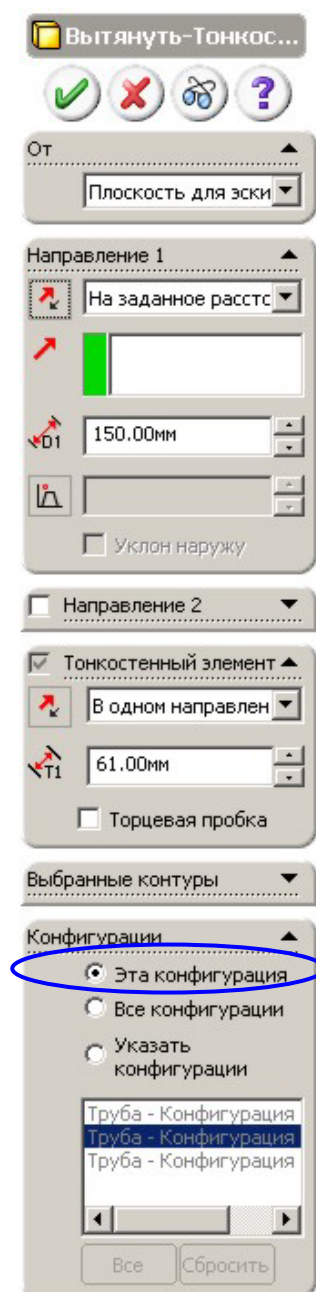
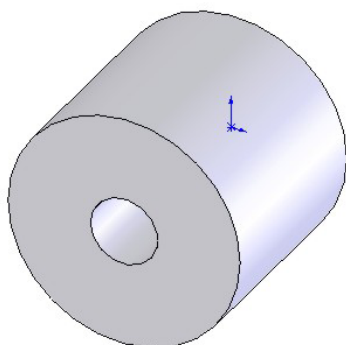
Направление 1 – 150 мм,  
Тонкостенный элемент – 61 мм.

4. Сохранить модель.

### Исходная конфигурация



### Ручная конфигурация



## 2.6 Создание конфигураций с помощью таблицы параметров

Таблица параметров позволяет создавать несколько КОНФИГУРАЦИЙ деталей или сборок путем задания параметров во встроенной таблице Microsoft Excel.

Таблица параметров сохраняется в документе модели, и при этом у нее отсутствует связь с исходным файлом Excel. Вносимые в модель изменения не отражаются в исходном файле Excel.

Однако, если необходимо, можно связать документ модели с файлом Excel.

Применительно к детали можно управлять следующими элементами:

- размерами и состоянием погашения элементов;
- параметрами конфигурации, включая обозначение в спецификации, производные конфигурации, уравнения, взаимоотношения эскиза, заметки и свойства пользователя.

Применительно к сборке можно контролировать следующие параметры:

- компоненты - состояние погашения, видимость, ассоциированная конфигурация;
- элементы сборки - размеры, состояние погашения;
- сопряжения - размеры для сопряжений "расстояние" и "угол", состояние погашения;
- свойства конфигурации - обозначение и отображение в спецификации (при использовании в качестве узла сборки), производные конфигурации, уравнения, взаимоотношения эскиза, заметки и свойства пользователя.


Перед табличной параметризацией требуются предварительные решения:

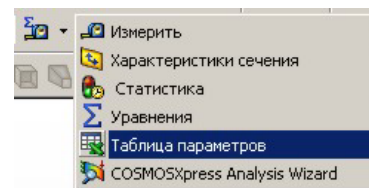
- назначить имена конфигураций, которые требуется создать,
- установить какие параметры будут контролироваться,
- продумать какие значения эти параметры будут принимать.

Можно вставить частично заполненную таблицу, затем отредактировать ее для добавления других конфигураций, управления дополнительными параметрами или обновления значений.

## 2.7 Способы создания таблицы параметров

Существует несколько способов вставки таблицы параметров.

Выбрать команду меню: **Вставка / Таблица параметров** или указать соответствующую кнопку  на панели инструментов "**Инструменты**".

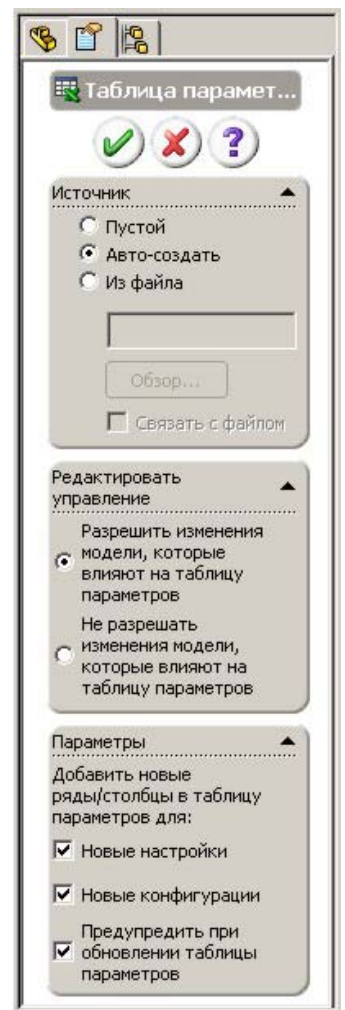


Появится окно Таблица параметров в Менеджере свойств (PropertyManager).



### Источник.

- **Пустой.** Вставка пустой таблицы параметров, в которую будут вноситься параметры
- **Авто-создать.** Автоматическое создание новой таблицы параметров и загрузка всех сконфигурированных параметров и связанных с ними значений из детали или сборки.
- **Из файла.** Ссылка на таблицу Microsoft Excel. Нажмите кнопку Обзор, чтобы найти таблицу. Можно также выбрать параметр связать с файлом. При этом будет установлена связь таблицы с моделью. Когда таблица параметров будет связанной, любые изменения, вносимые в таблицу из других программ (не SolidWorks), будут отображаться в таблице внутри модели SolidWorks и наоборот.



### Редактировать управление.

- Разрешить изменения модели, которые влияют на таблицу параметров. При изменении модели таблица параметров будет обновляться в соответствии с этими изменениями.
- Блокировать изменения модели, которые влияют на таблицу параметров. Не допускается изменение модели, если эти изменения вызовут обновление таблицы параметров.

ПРИМЕЧАНИЕ. При выборе параметра в группе Управление редактированием устанавливается уровень двустороннего управления для таблицы параметров.

### Параметры.

Добавить новые ряды/столбцы в таблицу параметров для.

- **Новые параметры.** Добавление новых строк и столбцов в таблицу параметров при добавлении в модель нового параметра.



➤ **Новые конфигурации.** Добавление новых строк и столбцов в таблицу параметров при добавлении в модель новой конфигурации.

➤ **Предупредить об обновлении таблицы параметров.**  
Предупреждение о том, что таблица параметров будет изменена на основе параметров, обновленных в модели.

**Способ 1.** Вставка таблицы параметров автоматически.

В окне группы Источник выберите **Авто-создать**.

Установить другие настройки.  .

В окне появится встроенная таблица, появятся панели инструментов Excel.

**Способ 2.** Вставка пустой таблицы параметров:

В разделе Источник выберите параметр **Пустой**.

Установить другие настройки.  .

В окне появится встроенная таблица, появятся панели инструментов Excel.

Откроется диалоговое окно внесения параметров. Выбрать нужные.

**Способ 3.** Вставка **внешнего файла Microsoft Excel** в качестве таблицы параметров.

Выберите из файла, затем нажмите кнопку Обзор, чтобы найти файл Excel.

Чтобы установить связь таблицы параметров с моделью, выберите параметр.

Связать с файлом. Ассоциированная таблица параметров считывает данные из внешнего файла Excel.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если ассоциированная таблица параметров обновляется в программе Microsoft Excel, а затем открывается модель SolidWorks, можно обновить модель, используя значения таблицы параметров или таблицу параметров, используя значения модели.

Можно задать параметры обновления, выбрав Инструменты, Параметры, Настройки пользователя, Внешние ссылки. Установите для параметра Обновить старые ассоциированные таблицы параметров на значение Модель, Файл Excel или Спросить.

Установить другие настройки.  .

В окне появится встроенная таблица, появятся панели инструментов Excel.

После создания – редактировать таблицу (см. далее).

Для закрытия таблицы параметров щелкнуть мышью в любом месте за пределами таблицы (но в пределах графической области).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Таблица параметров для: Отвод ГОСТ 17375-2001						
2		Dl@Зскиз1	Rkas@Зскиз2	Y go@Зскиз2	D1@По траектории-Тонкост	\$ОБОЗНАЧЕНИЕ	
3	Отвод 45-89 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	89	120	45	5,5	\$C	Dy80
4	Отвод 45-114 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	114	150	45	5,5	\$C	Dy100
5	Отвод 45-133 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	133	190	45	5,5	\$C	Dy125
6	Отвод 45-159 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	159	225	45	5,5	\$C	Dy150
7	Отвод 45-219 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	219	300	45	5,5	\$C	Dy200
8	Отвод 45-273 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	273	375	45	5,5	\$C	Dy250
9	Отвод 60-89 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	89	120	60	5,5	\$C	Dy80
10	Отвод 60-114 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	114	150	60	5,5	\$C	Dy100
11	Отвод 60-133 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	133	190	60	5,5	\$C	Dy125
12	Отвод 60-159 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	159	225	60	5,5	\$C	Dy150
13	Отвод 60-219 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	219	300	60	5,5	\$C	Dy200
14	Отвод 60-273 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	273	375	60	5,5	\$C	Dy250
15	Отвод 90-89 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	89	120	90	5,5	\$C	Dy80
16	Отвод 90-114 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	114	150	90	5,5	\$C	Dy100
17	Отвод 90-133 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	133	190	90	5,5	\$C	Dy125
18	Отвод 90-159 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	159	225	90	5,5	\$C	Dy150
19	Отвод 90-219 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	219	300	90	5,5	\$C	Dy200
20	Отвод 90-273 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	273	375	90	5,5	\$C	Dy250
21	Отвод 135-89 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	89	120	135	5,5	\$C	Dy80
22	Отвод 135-114 X 5,5 ГОСТ 17375-2001	114	150	135	5,5	\$C	Dy100

Таблица параметров будет вставлена в модель, и в дереве конструирования FeatureManager появится элемент Design Table (Таблица параметров).

## 2.8 Правила создания и редактирования таблицы параметров

Ячейка A1 определяет таблицу как Таблица параметров для: **имя\_модели** (в данном случае: Отвод ГОСТ 17375-2001).

Ячейка A2 по умолчанию резервируется в качестве ячейки **Семейство**. Данная ячейка определяет, откуда начинаются данные параметров и конфигурации. Ячейка Семейство не содержит текста, однако, в программе Excel в ячейке Поле имени отображается Семейство.

**Оставьте ячейку A2 пустой.**

Обратите внимание на то, что ячейка B2 активна.

**В строке 2 вводятся имена параметров,** которые необходимо контролировать.

Можно также ввести параметры, дважды нажав на элемент или размер в графической области или в дереве конструирования FeatureManager. При

двойном нажатии на элемент или размер связанное с ним значение появляется в строке Первый экземпляр.

*Имя размера имеет следующий вид:*

Размер@Элемент или Размер@Эскиз<n>

*Например, полное имя для глубины вытянутого элемента будет следующим:*

*D1@Вытянуть1*

Можно использовать для назначения размерам значимых названий.

Присвоить размерам имена можно выделив размер и используя контекстную команду «свойства».

В столбце А (ячейки А3, А4 и т.д.) **вводятся имена КОНФИГУРАЦИЙ**, которые требуется создать. Имена могут включать цифры, но нельзя использовать символы косой черты (/) или @.

Возможно, ячейка А3 содержит имя по умолчанию для первой новой **КОНФИГУРАЦИИ** - Первый экземпляр. Можно изменить данное имя.

Возможно, таблица содержит строки с характеристиками ранее созданных вручную **КОНФИГУРАЦИЙ**.

- если строки удалить: тогда конфигурации останутся по-прежнему ручные.
- если строки оставить: тогда конфигурации станут табличными.

Введите значения параметров в ячейках таблицы.

В основных ячейках таблицы введите значение для размера.

Если значение в ячейке не указано, используется размер, имевшийся на момент создания **КОНФИГУРАЦИИ**.

Пустая ячейка в столбце имен конфигураций означает окончание таблицы параметров.

Закрытие таблицы после заполнения – щелчком мыши за пределами таблицы, но в рабочей области.

Отобразится сообщение со списком созданных конфигураций.

Данные таблицы можно изменять, для этого необходимо зайти в меню Редактирование (Edit) и выбрать Edit Design Table.

## 2.9 Просмотр конфигураций

В дерево конфигураций будут добавлены созданные конфигурации.

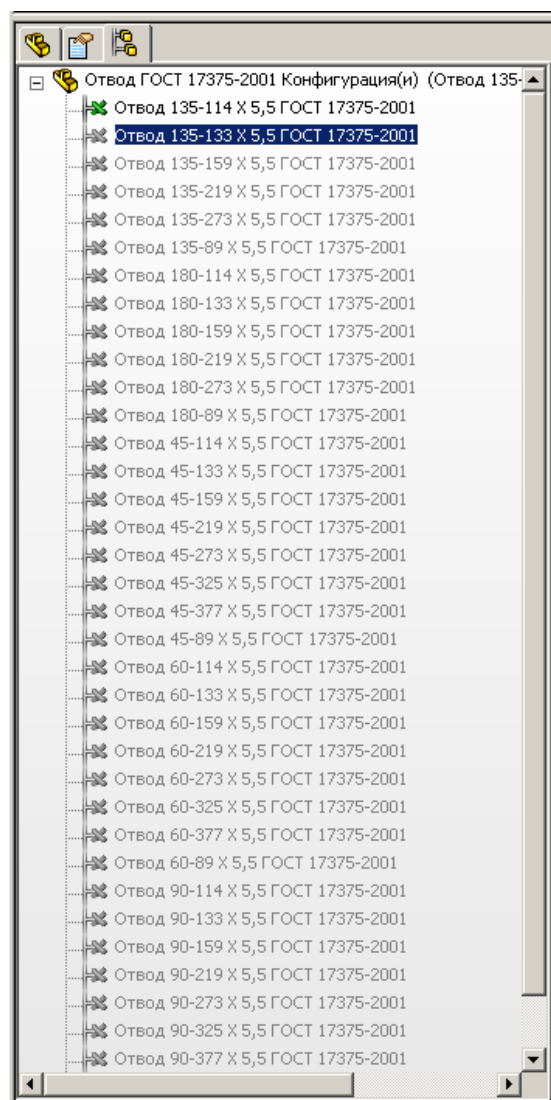
Для просмотра вида конфигурации необходимо щелкнуть на ее пиктограмме.

Чтобы отобразить предварительный просмотр конфигурации окне PropertyManager (Менеджера свойств).

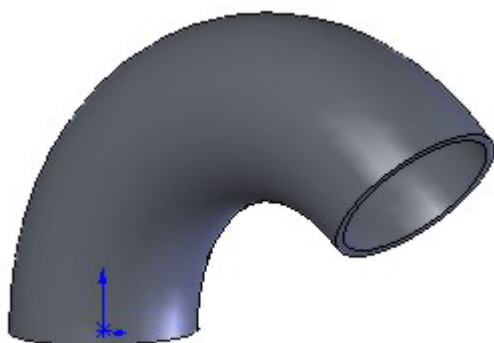
В ConfigurationManager (Менеджере конфигурации) нажмите правой кнопкой мыши на конфигурацию, предварительное изображение которой необходимо отобразить, и выберите Предварительный просмотр.

Если предварительное изображение не отобразится, откройте каждую конфигурацию и сохраните документ в каждой конфигурации. Когда Предварительный просмотр будет выбран в следующий раз, предварительное изображение отобразится.

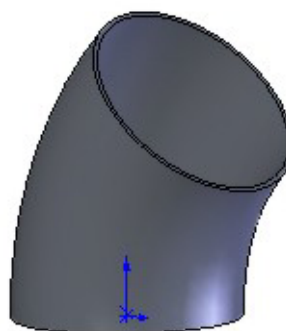
Во время отображения предварительного изображения нажмите на любую другую конфигурации в окне ConfigurationManager (Менеджера конфигураций), чтобы обновить предварительное изображение.



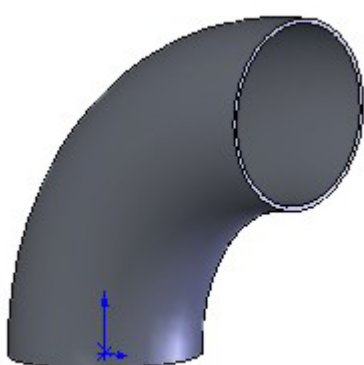
Дерево конфигураций детали



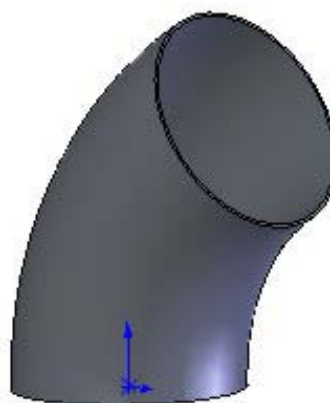
Отвод 135-114 X 5,5 ГОСТ 17375-2001



Отвод 45-273 X 5,5 ГОСТ 17375-2001



Отвод 90-219 X 5,5 ГОСТ 17375-2001



Отвод 60-377 X 5,5 ГОСТ 17375-2001

## 2.10 Сохранение таблиц параметров

Таблицы параметров можно сохранять непосредственно в программе SolidWorks или в отдельном файле.

Чтобы сохранить таблицу параметров:

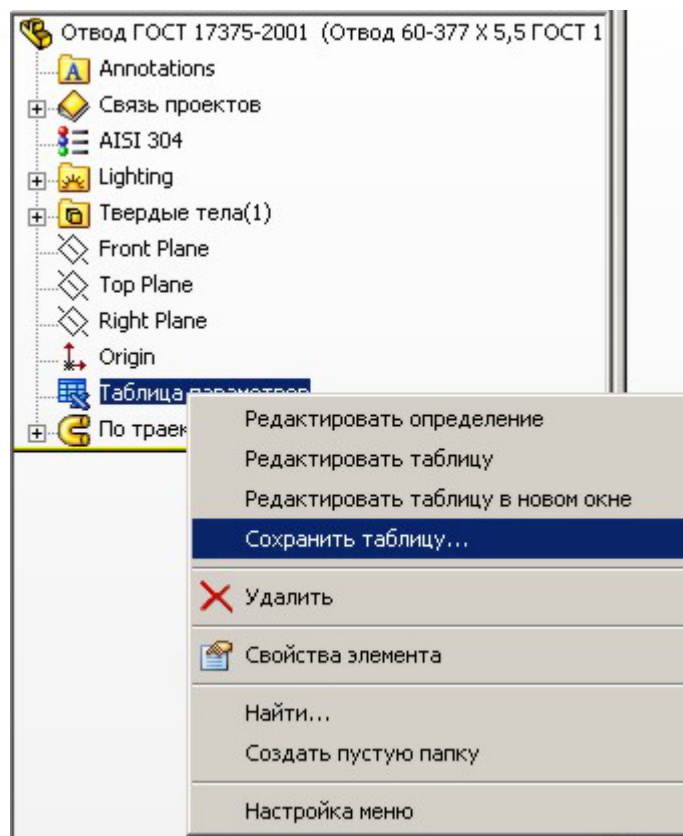
1. Выберите **Таблица параметров** в дереве конструирования FeatureManager, затем выберите Файл, Сохранить как.

- или -

2. Нажмите правой кнопкой мыши на элемент Таблица параметров в дереве конструирования FeatureManager и выберите Сохранить таблицу. Появится диалоговое окно: Сохранить таблицу параметров.

Введите Имя файла, затем нажмите кнопку Сохранить.

Таблица параметров сохраняется в файле Excel (\*.xls).

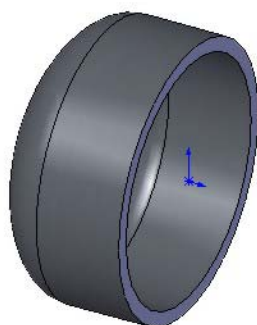


## 2.11 Задание для самостоятельной работы

В ниже перечисленных заданиях попробуйте создать твердотельные параметрические модели деталей (размеры деталей взять из ГОСТов).

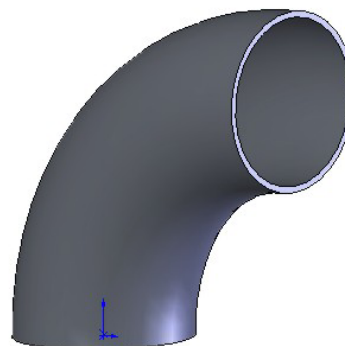
Задание № 1.

Деталь – **Заглушка ГОСТ 17379-2001**



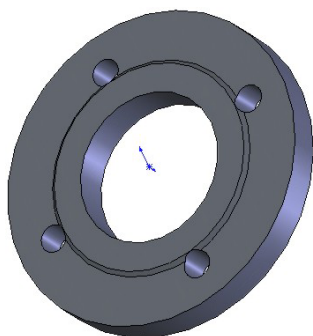
Задание № 2.

Деталь - **Отвод ГОСТ 17375-2001**



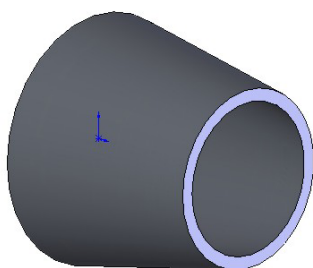
Задание № 3.

Деталь – **Фланец ГОСТ 12820-80**



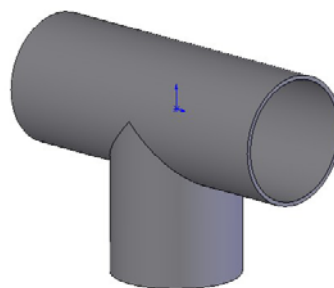
Задание № 5.

Деталь – **Переход ГОСТ 22826-83**



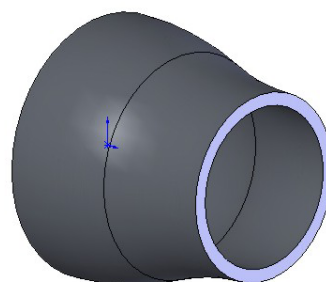
Задание № 4.

Деталь - **Тройник ГОСТ 17376-2001**



Задание № 6.

Деталь – **Переход концентрический ГОСТ 17378-2001**



### 3 СОЗДАНИЕ СБОРОК

Программа SolidWorks позволяет строить сложные сборки, состоящие из множества компонентов. Компоненты сборки могут включать в себя как отдельные детали, так и другие сборки, называемые узлами сборки. Документы сборки имеют расширение **.sldasm**.

Сборку можно создавать, используя проектирование снизу вверх, проектирование сверху вниз или комбинацию этих двух методов.

#### **1 метод. Сборка «СНИЗУ – ВВЕРХ»**

Метод проектирования снизу вверх является традиционным. При проектировании снизу вверх сначала создаются детали, затем они вставляются в сборку и сопрягаются согласно требованиям проекта. Проектирование снизу вверх более предпочтительно при использовании заранее сконструированных, готовых деталей.

Преимущество проектирования снизу вверх состоит в том, что компоненты проектируются независимо, поэтому их взаимосвязи и повторная генерация проще, чем при проектировании сверху вниз. Метод проектирования снизу вверх позволяет сосредоточиться на отдельных деталях. Он хорош в том случае, когда не нужно создавать ссылки, управляющие размером и формой деталей относительно друг друга.

#### **2 метод. Сборка «СВЕРХУ – ВНИЗ»**

Проектирование сверху вниз отличается тем, что при его использовании работа начинается непосредственно в сборке. Можно использовать геометрию одной детали для определения других деталей или создания обрабатываемых элементов, которые добавляются только после сборки деталей. Можно начать с компоновочного эскиза, определить местоположения зафиксированных деталей, плоскостей и т.д., затем спроектировать детали в соответствии с этими определениями.



### 3.1 Построение сборки «Трубопроводная обвязка»



При построении данной сборки будем использовать метод 1 метод. Сборка «СНИЗУ – ВВЕРХ», поэтому необходимо создать все необходимые детали, которые будут использоваться в сборке.

В нашем случае мы будем использовать параметрические детали: **Труба ГОСТ 3262-75, Заглушка ГОСТ 17379-2001, Отвод ГОСТ 17375-2001, Фланец ГОСТ 12820-80, Переход ГОСТ 22826-83, Переход концентрический ГОСТ 17378-2001.**

При работе со Сборкой основной панелью инструментов – **Сборки**.



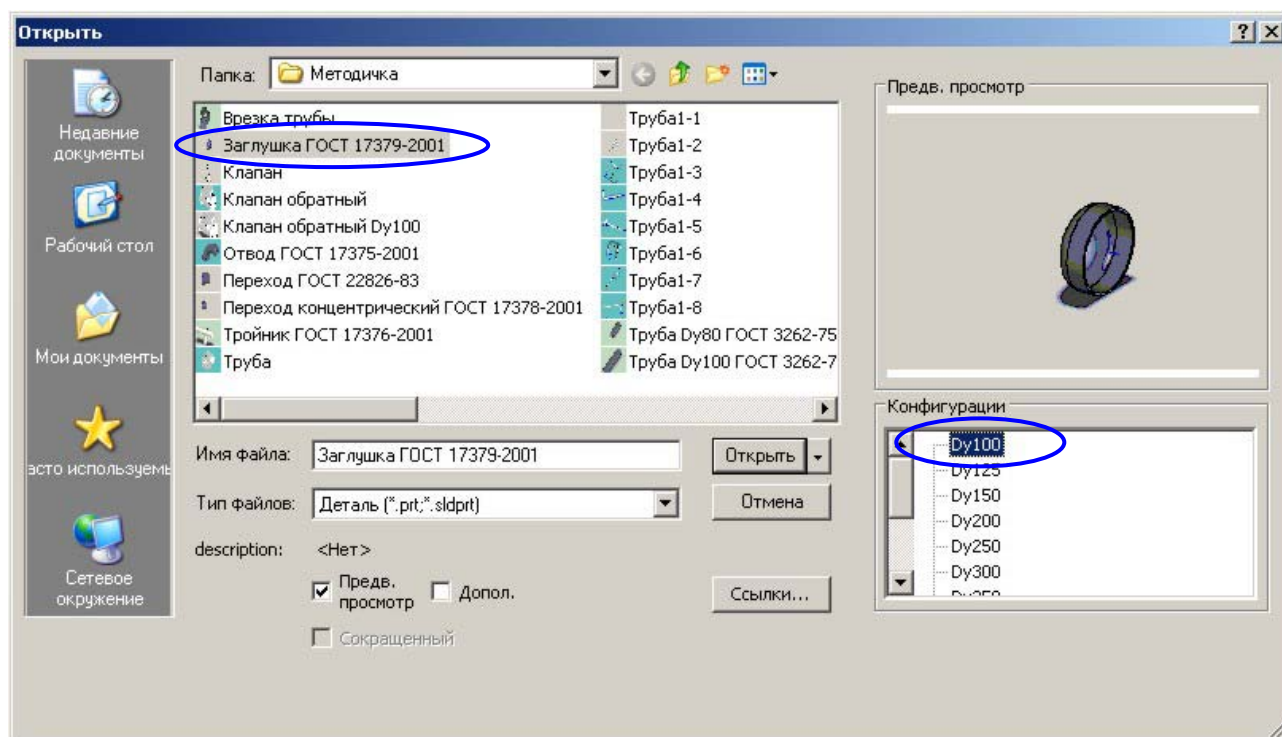
#### Шаг 1 – Создаем Новый документ **Сборка**.

В окне **Вставить компонент** левым щелчком мыши по кнопке  **Обзор...** выбираем Деталь. – или – нажатием на команду  **Вставить компонент**.

Построение начнем с детали **Заклушка ГОСТ 17379-2001 (Dy100)**.

Для этого в окне **Открыть** укажем на файл данной детали и в окне Конфигурации – выберем конфигурацию. В нашем случае Конфигурация **Dy100**. Нажимаем кнопку **Открыть**.

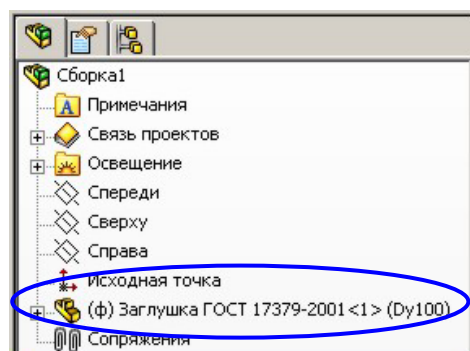




В области построения появиться фонтом детали **Заглушка**, после чего нужно левой кнопкой мыши установить объект в области построения.

В дереве построения появиться объект детали. Перед именем детали мы видим букву **(ф)** - это означаем, что объект зафиксирован в пространстве.

Далее в **Сборку** добавим детали (компоненты): **Труба ГОСТ 3262-75, Отвод ГОСТ 17375-2001, Труба ГОСТ 3262-75** (Длины труб заложены в параметрические модели этих деталей). Используем команду



**Вставить компонент.**

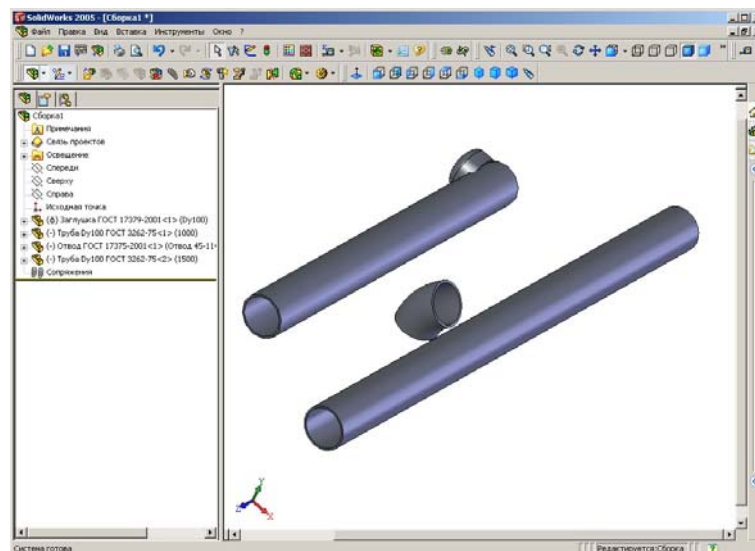
Для удаления компонента из сборки:

1 Нажмите на компонент в графической области или в **Дереве Конструирования**.

2 Нажмите клавишу Delete, выберите Правка, Удалить или нажмите на правую кнопку мыши и выберите Удалить.





3 Нажмите **ОК** для подтверждения удаления.

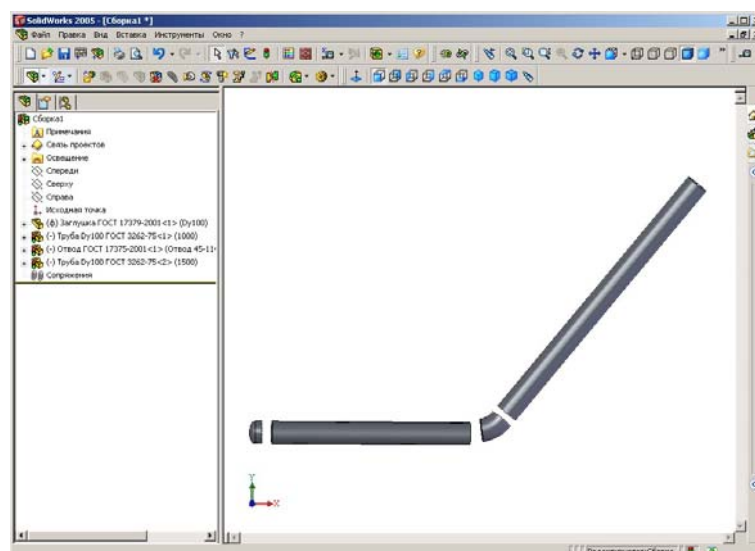
Получим следующую **Сборку**, где все детали находятся без ориентации относительно друг друга.




Сохраним **Сборку**. При сохранении сборки путь и имя каждого компонента со ссылкой сохраняются в документе сборки.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** По этой причине необходимо всегда соблюдать осторожность при сохранении или переименовании документа компонента, а также при перемещении его в другую папку.



**Расположение компонентов.** Как только компонент размещен в сборке, его можно перемещать , вращать  или фиксировать его положение. С помощью команд  и  зададим нашим компонентам, приблизительное расположение в сборке.

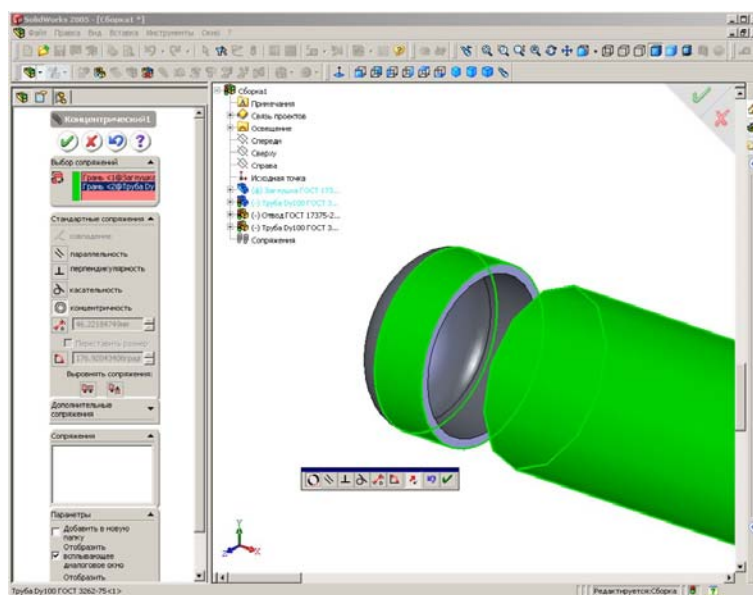



**Сопряжение в сборках.** Сопряжения создают геометрические взаимосвязи между компонентами сборки. Вызов команды сопряжения - нажатием на кнопку в панели инструментов **Сборки - Условия сопряжения** .




При добавлении сопряжений следует определить допустимые направления линейного или вращательного движения компонентов. Можно перемещать компонент в пределах его степеней свободы, наблюдая за поведением сборки.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Накладывать сопряжения в сборках рекомендуется относительно **фиксированных деталей**.

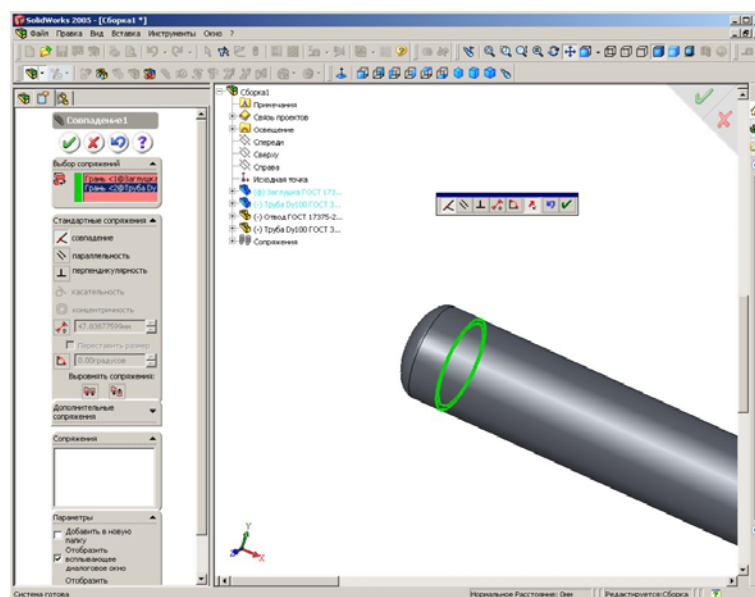
Рассмотрим наложение сопряжений **Концентричность**, для удобства необходимо приблизить сопрягаемые элементы, используя команду , после чего вызвать команду – **Условия сопряжения**  и указать с помощью левой кнопки мыши цилиндрические поверхности детали **Заглушка** и детали **Труба**.



Убедиться в правильности выбранного сопряжения предложенной программой и нажать кнопку .

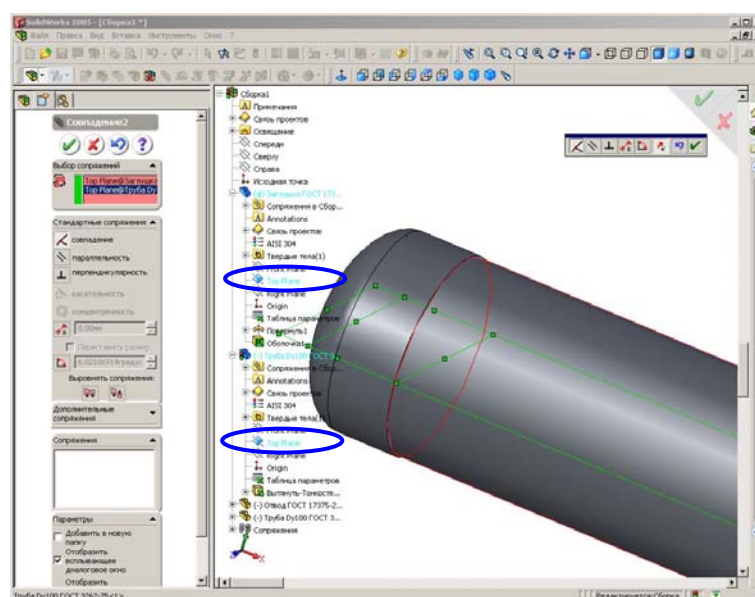
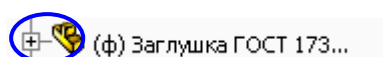
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Во время создания сопряжений пользователь может перемещать , вращать  и использовать команды панели инструментов **Вид**  компоненты, для удобства указания сопрягаемых поверхностей и граней компонентов.

Наложим сопряжение **Совпадение** поверхностей детали **Заглушка** и детали **Труба**, результат сопряжения показан на рисунке.



После наложения сопряжений **Концентричность** и **Совпадение** деталь **Труба** может вращаться относительно детали **Заглушка** по своей оси. Поэтому необходимо наложить третье **сопряжение**, которое обеспечит “**твердое закрепление**” в пространстве данные детали относительно друг друга.

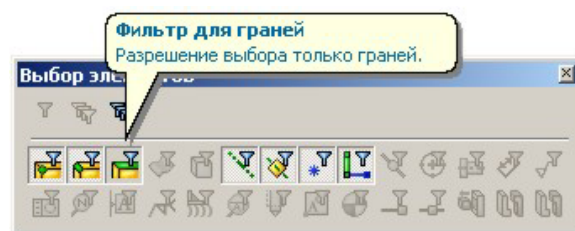
В данном случае сопрягаемыми элементами будут **Top Plane** этих деталей. Для указания **Top Plane** детали нужно отобразить дерево конструирования сопрягаемой детали нажатием на знак (+)



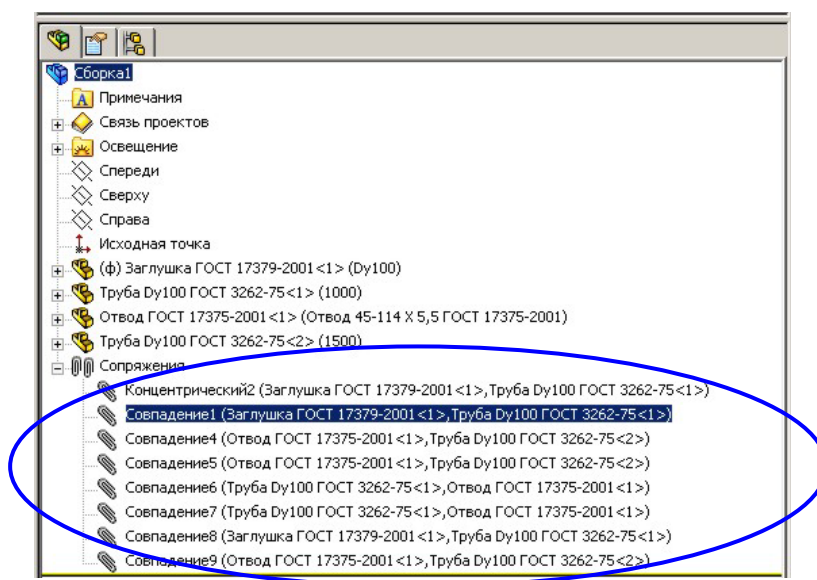
Наложим необходимые сопряжения для остальных **компонентов** сборки.



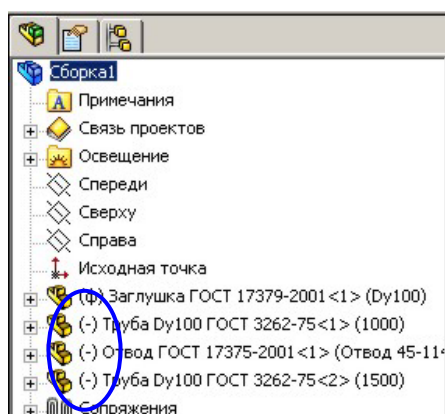
ПРИМЕЧАНИЕ. При выборе сопрягаемых поверхностей, граней удобно использовать команды панели **Выбор элементов**.



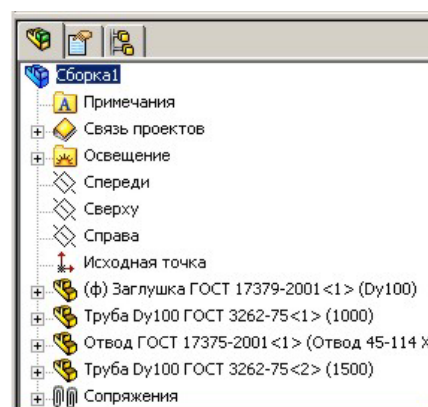
Все сопряжения сборки отображаются в дереве построения, закладка **Сопряжения** (отображается вид сопряжения и наименование компонентов)



ПРИМЕЧАНИЕ. Сборка должна быть полностью определена в пространстве, т.е. нужно наложить все необходимые сопряжения. Визуальное подтверждение об определенности компонента сборки – это отсутствие значка (-) около имени компонента в **Дереве построения**.



Сборка определена не полностью



Сборка полностью определена

После наложения необходимых сопряжений – получаем сборку – в которой все детали определены в пространстве.



все отчетные таблицы могут быть отображены на чертеже трубопровода. Используя данные функциональные возможности, пользователи системы могут моделировать не только металлические гнутые трубопроводы – например, змеевики систем охлаждения, – но и разного рода гибкие шланги – например, подводные шланги гидравлических и пневматических систем. Новые функции делают проектирование трубопроводов с использованием таких типов намного более простым, удобным и быстрым, чем при использовании традиционных методов построения труб произвольной формы с использованием элементов по траектории (известных также в менее русскоязычных системах как «свипы»).

Еще одно новшество модуля **SolidWorks Routing** касается использования библиотек стандартной трубопроводной арматуры. Изделия такие, как правило, стандартизованы, и пользователи систем автоматизированного проектирования трубопроводов обычно используют в проекте упрощенные модели этих деталей, не детализированные подробно. И пока речь идет об угольниках, тройниках, клапанах и даже вентилях никаких проблем, как правило, не возникает. Однако бывает необходимо предоставить определенную степень свободы отдельным деталям, входящим в состав каких-то покупных изделий или тех же вентилях – например, при необходимости проверки возможности возникновения в сборке конфликтов при работе устройств.


И создатели модуля **SolidWorks Routing** постарались учесть и эту потребность пользователей – теперь вы можете создавать модели не только стандартных деталей, но и стандартных сборок. Модели эти сохраняют все возможности стандартных деталей – их можно добавлять в трубопровод простым перетаскиванием прямо из библиотеки **SolidWorks FeaturePalette**, при добавлении в маршрут трубопровода они автоматически ориентируются по месту согласно имеющимся в трассе трубам, в них поддерживается механизм конфигураций SolidWorks, они могут оставаться подвижными на любом уровне вложения в иерархии сборки SolidWorks и так далее.

Благодаря использованию **SolidWorks Routing** можно существенно сократить время проектирования.





**Замена компонента в сборке.** В процессе цикла проектирования сборка и ее компоненты могут подвергаться множеству изменений. Это особенно характерно для многопользовательской среды, в которой несколько пользователей могут работать над отдельными деталями и узлами. Замена компонентов при необходимости - безопасный и эффективный способ обновления сборки.

Для замены одного или нескольких компонентов:

Нажмите **Заменить компоненты**  на панели инструментов "Сборка" (если данная команда не присутствует добавьте её см главу 1), -или- выберите Файл, **Заменить** -или- нажмите правой кнопкой на компонент и в появившемся меню выберите **Заменить компоненты**.

Появится окно **Заменить PropertyManager** (Менеджера свойств).

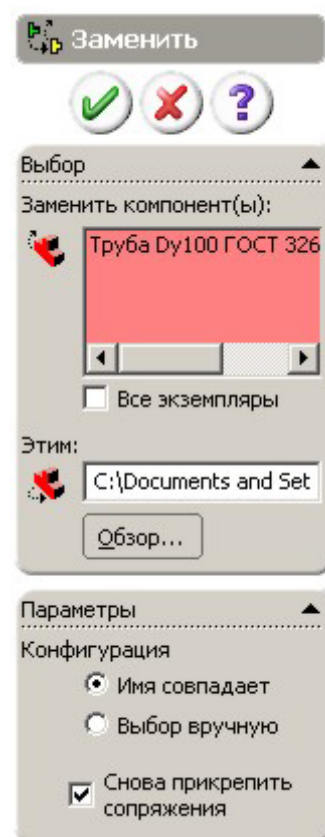
Выберите компонент для замены в поле **Заменить компонент(ы)** . Выберите параметр **Все экземпляры** для замены всех экземпляров в выбранном компоненте.

Нажмите кнопку **Обзор** , чтобы найти компонент для замены, который будет указан в поле **Этим**.

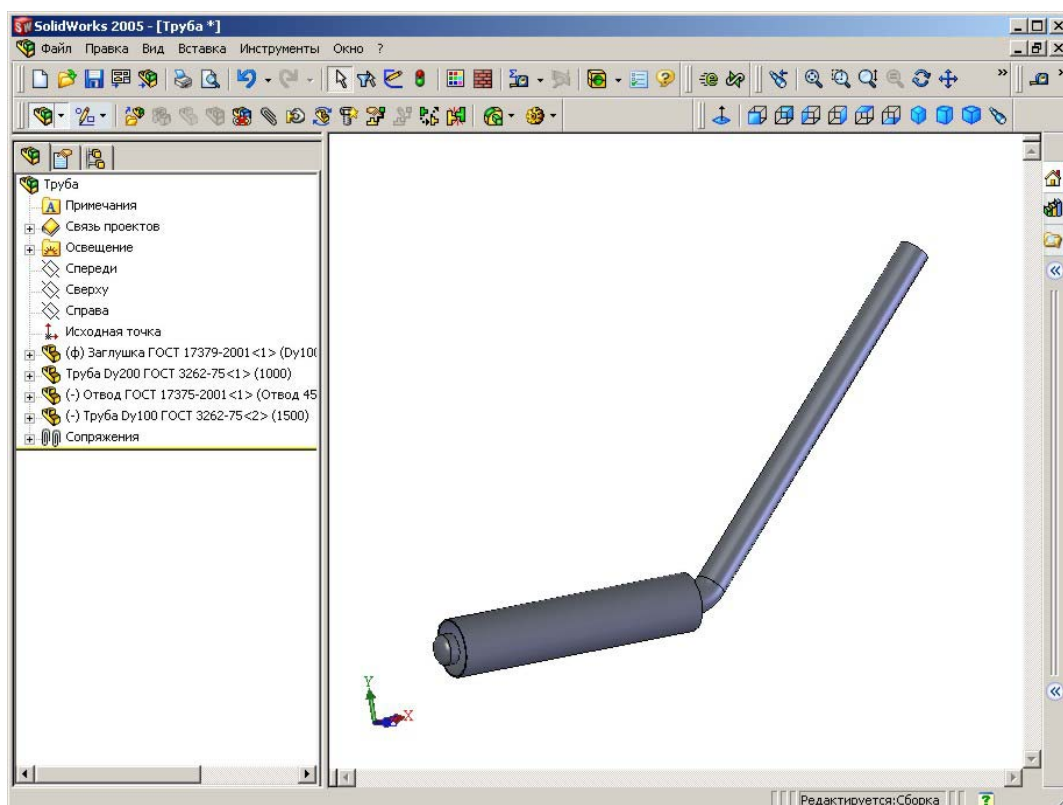
В окне **Конфигурация** выберите **Имя совпадает**. Это дает возможность программному обеспечению сопоставить имя конфигурации старого компонента с конфигурацией в компоненте для замены. Выберите **Выбор вручную** для выбора соответствующей конфигурации в компоненте для замены.

Выберите **Снова прикрепить сопряжения**, чтобы позволить программе повторно прикрепить существующие сопряжения в компоненте для замены.

Нажмите .




Для примера мы заменили деталь **Труба Ду100 на Ду200**. Результаты операции замены представлены на рисунке ниже.



### **Интерференция компонентов.**

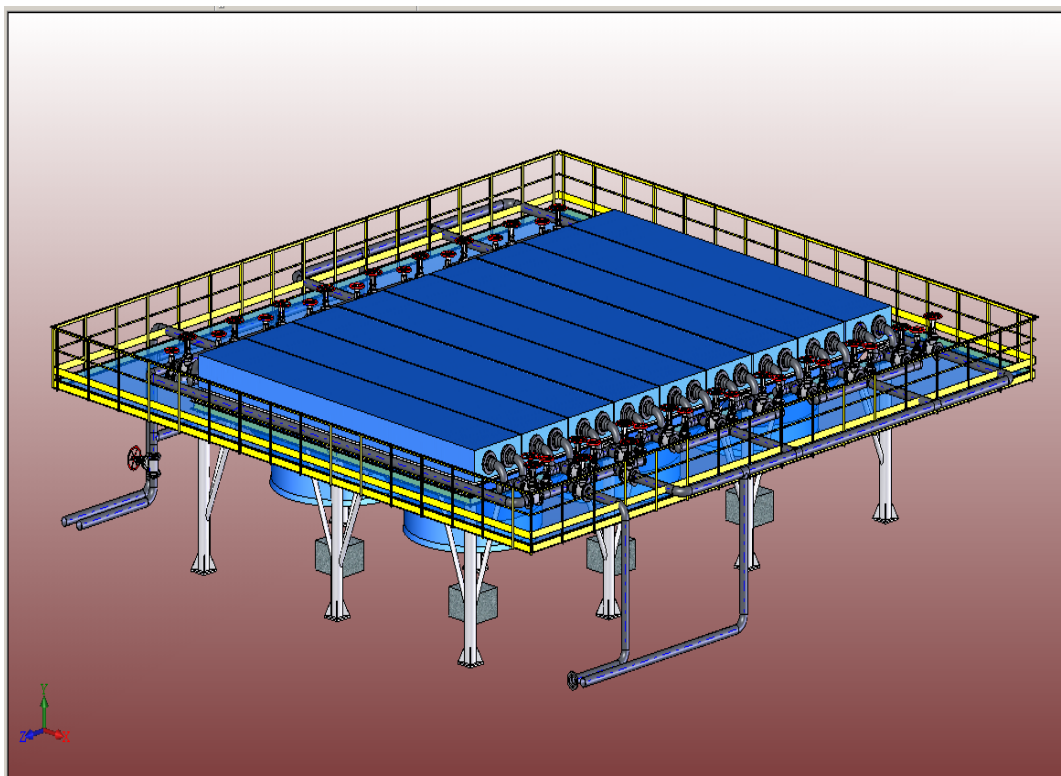
В сложной сборке иногда трудно зрительно определить, где компоненты пересекаются друг с другом. С помощью **Проверки интерференции компонентов** (пересечение компонентов) можно выполнить следующее:

- определить интерференцию между компонентами;
- отображать истинный объем интерференции как закрашенный объем;
- изменять параметры отображения конфликтующих и неконфликтующих компонентов, чтобы лучше рассмотреть интерференцию;
- игнорировать интерференции, которые требуется исключить, например прессовая посадка, интерференции резьбовых креплений и т.д.
- считать узел сборки одним компонентом, чтобы интерференции между компонентами узла сборки не отображались;
- отличать совпадающие интерференции от стандартных.

Чтобы проверить интерференции между компонентами в **Сборке** нажмите **Проверить интерференцию компонентов**  на панели инструментов "Сборка" или выберите Инструменты, Проверить интерференцию компонентов.

### 3.2 Правила при работе с «большими сборками»

«Большими сборками» - называются сборки с количеством компонентов свыше 100. При проектировании объектов нефтегазового комплекса сборки получают порядка 10000 компонентов, наличие такого числа компонентов приводит к резкому снижению производительности, увеличению времени перестроения, в связи с нехваткой ресурсов персональных компьютеров.



Приведем правила облегчающие работу с «большими сборками». Они достаточно просты и логичны:

- при работе с «большими сборками» и чертежами «больших сборок» использовать механизм легковесности;
- следует создавать различные исполнения детали для сборки и чертежа, упрощая внешний облик конфигурации, примененной в сборке. Это, конечно, слегка усложняет моделирование и оперирование деталью в

сборке, но позволяет избавиться от несущественных параметров детали на чертеже (одно из требований ГОСТ), а также ускоряет регенерацию сборки;

- по возможности следует располагать деталь в той плоскости, в какой она преимущественно будет находиться при отображении на чертеже и в модели;
- стремиться заранее, ориентировать моделируемую деталь в пространстве выгоднейшим образом, чтобы затем не тратить времени и ресурсов на поиск необходимого положения. Особенно это актуально при оформлении чертежа сложной детали или узла, т.к. сокращается количество вспомогательных видов и положений и, соответственно, ускоряется процесс создания и регенерации чертежа, что немаловажно при наличии большого количества видов, разрезов и сечений на одном листе;
- по возможности следует стремиться к простой конфигурации «базового» элемента детали;
- минимизировать количество исполнений одной детали и узла;
- создавать наименьшее количество дополнительных плоскостей и осей;
- иногда при создании сборки большой конструкции выгодно нарисовать пространственный эскиз расположения объектов и привязывать модели (а иногда и размеры) деталей именно к нему;
- начинать сборку узла с той детали, которая определяет расположение узла в пространстве (если узел располагается на основании – то с нижнего листа, заранее сориентированного по принятым осям координат);
- стараться по минимуму использовать проектирование в контексте сборки. Либо после окончания проектирования в контексте развязать спроектированную деталь относительно общей сборки;
- стараться ограничить применение свободных связей (свободных конфигураций). При наличии нескольких свободных конфигураций в

одной сборке время регенерации узла в целом может резко увеличиваться;

- широко использовать массивы с применением различных конфигураций изделия, входящего в массив;
- стремиться минимизировать количество накладываемых связей. Причем важно не количество наложенных связей, а количество отнимаемых ими степеней свободы;
- упрощать структуру узла, создавая под сборки, иногда искусственные, даже если они не будут соответствовать составу, принятому в документации. Это упрощает не только сборку, но и облегчает и ускоряет процесс нахождения ошибок;
- широко пользоваться муляжами сложных законченных узлов, функционально не связанных с остальными элементами. В исключительных случаях следует идти дальше и специально создавать муляж законченного узла для последующего использования его в «большой сборке» вместо настоящего, рабочего узла.

Таким образом, очень важно уметь легко ориентироваться в структуре и расположении отдельных элементов конструкции. Для этого чаще всего просто необходимо на начальном этапе моделирования определить и разделить функционально конструкцию и назначение узлов и механизмов, постараться использовать как можно меньше своеобразных деталей, используя заимствования и конфигурации. На такую подготовку уходит дополнительное время, но при дальнейшей работе, несомненно, подобная тактика приносит успех. Но, самое важное, это аккуратная «чистая» работа по моделированию и сборке на любом этапе моделирования.

### **3.3 Упрощение сборок**


В SolidWorks существует возможность упростить сложную сборку путем переключения видимости компонентов и изменения состояния погашения компонентов.



**Режим большой сборки** - это комплект параметров системы, которые улучшают эффективность сборок. Режим большой сборки можно включить в любое время. Кроме того, можно установить ограничение количества компонентов, при достижении которого режим большой сборки будет включаться автоматически.

Примечания о сохранении сборки в режиме большой сборки:

- Если Вы сохраняете сборку в режиме большой сборки, SolidWorks игнорирует параметр Автоматически активизировать режим большой сборки (при выборе Инструменты, Параметры, Настройки пользователя, Режим большой сборки) при следующем открытии сборки. Сборка открывается в режиме большой сборки.
- Если Вы сохраняете сборку с узлами в режиме большой сборки, SolidWorks не сохраняет узлы в режиме большой сборки. Чтобы сохранить узел в режиме большой сборки, Вы должны открыть узел в отдельном окне, активизировать режим большой сборки и сохранить узел.


Параметры режима большой сборки уже заданы в программе SolidWorks, однако при необходимости их можно настроить.

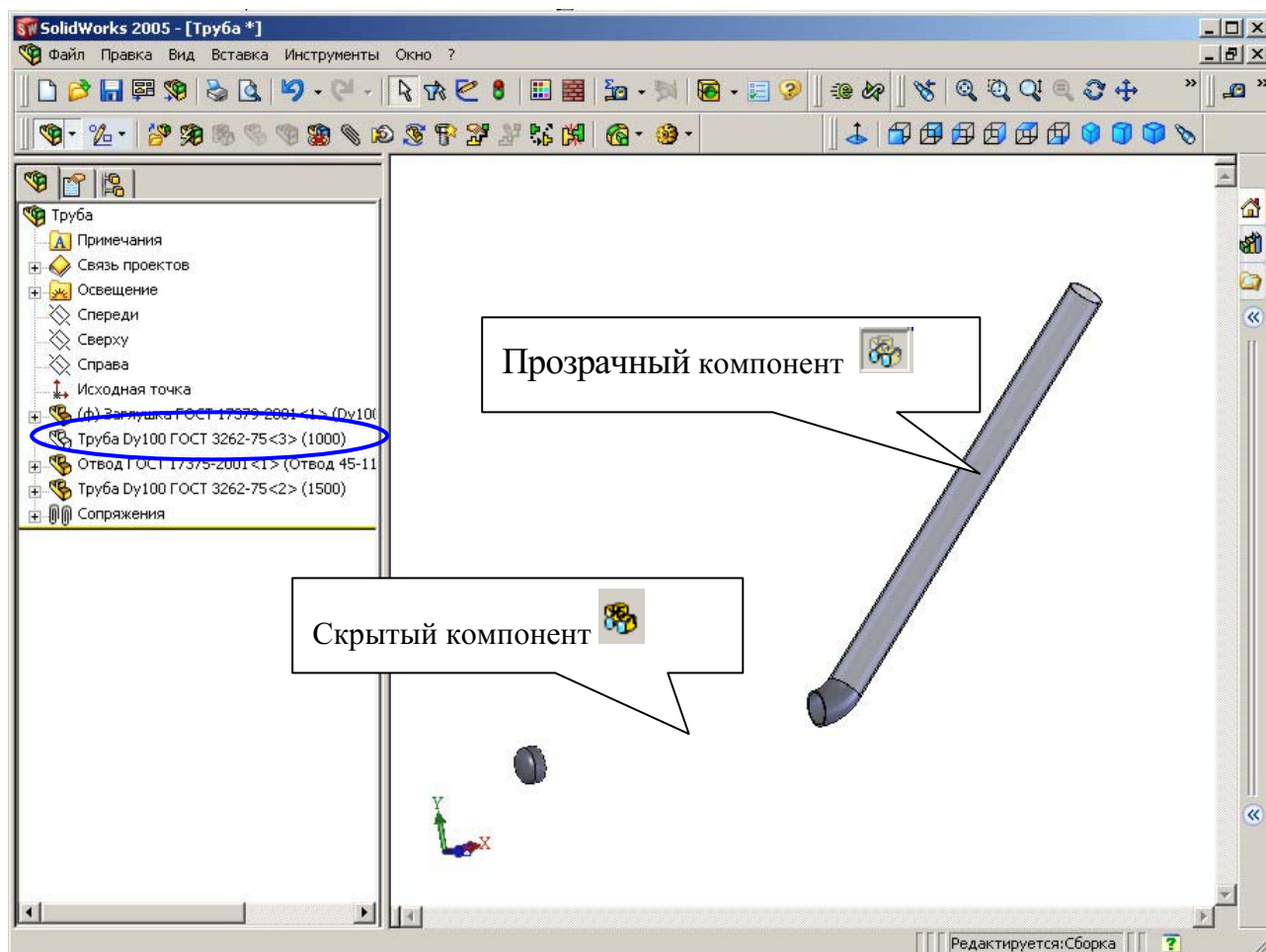
Чтобы включить **режим большой сборки**: Нажмите кнопку **Режим большой сборки**  на панели инструментов "Сборка" или выберите **Инструменты, Режим большой сборки**.

**Переключение видимости.** Можно переключать отображение компонентов сборки. Можно полностью удалить компонент из вида  или сделать его прозрачным на 75% . При отключении отображения компонент временно убирается с вида, что позволяет работать с компонентами, расположенными под ним.

Скрытие и отображение компонента влияет только на видимость компонента. Доступность скрытых компонентов и их поведение не отличается от видимых компонентов в том же состоянии погашения.

Для отображения компонента необходимо выбрать скрытый или прозрачный компонент и нажать соответственно  или .

В дереве конструирования скрытый компонент отображается погашенным  Труба Ду100 ГОСТ 3262-75 <3> (1000).



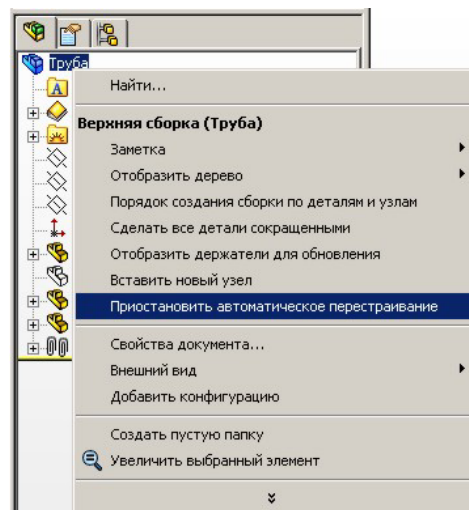
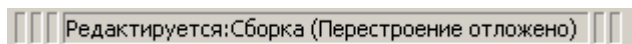
**Приостановка автоматического перестраивания.** Для экономии ресурсов при работе с трехмерными моделями можно отложить обновление сборок. Отложив обновление, можно внести различные изменения, затем перестроить сборку. При необходимости сборка перестраивается автоматически для выполнения внутренних обновлений и сохранения целостности модели.




Чтобы отложить обновление сборок:

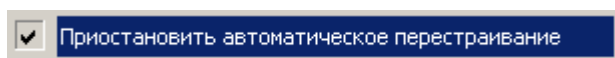
Нажмите правой кнопкой мыши на имя сборки в верхней части дерева конструирования FeatureManager и выберите **Приостановить автоматическое перестраивание**.

В строке состояния появится надпись **(Перестроение отложено)**.



Чтобы выполнить обновление вручную в режиме **Приостановить автоматическое перестраивание**, выберите параметр **Перестроить**  на панели инструментов "Стандартная".

Чтобы отключить этот параметр, нажмите правой кнопкой мыши на имя сборки в верхней части дерева конструирования FeatureManager и отключите параметр **Приостановить автоматическое перестраивание**.



Параметр необходимо задавать каждый раз при загрузке документа **сборки**.



### 3.4 Задание для самостоятельной работы

В ниже перечисленных заданиях попробуйте создать сборки **“Трубопроводной обвязки”** из деталей твердотельных параметрических моделей. Последовательность элементов указана в заданиях. Диаметр трубопроводов выбирать любой в соответствии с ГОСТ 3262-75. Сборка **“Трубопроводной обвязки”** должна быть полностью определена.

#### Задание № 1.

Заглушка ГОСТ 17379-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Отвод ГОСТ 17375-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1,5 м)  
Переход ГОСТ 22826-83  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Тройник ГОСТ 17376-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=3 м)  
Отвод ГОСТ 17375-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Отвод ГОСТ 17375-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1,5 м)  
Заглушка ГОСТ 17379-2001

#### Задание № 2.

Заглушка ГОСТ 17379-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=3 м)  
Тройник ГОСТ 17376-2001  
Переход концентрический ГОСТ  
17378-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Фланец ГОСТ 12820-80  
Фланец ГОСТ 12820-80  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=5 м)  
Фланец ГОСТ 12820-80  
Фланец ГОСТ 12820-80  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=3 м)  
Заглушка ГОСТ 17379-2001

### **Задание № 3.**

Заглушка ГОСТ 17379-2001  
Труба Ду100 ГОСТ 3262-75 (L=2 м)  
Отвод ГОСТ 17375-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Переход концентрический ГОСТ  
17378-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=2 м)  
Тройник ГОСТ 17376-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Отвод ГОСТ 17375-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=4 м)  
Отвод ГОСТ 17375-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Заглушка ГОСТ 17379-2001

### **Задание № 5.**

Заглушка ГОСТ 17379-2001  
Труба Ду100 ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Переход концентрический ГОСТ  
17378-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=4 м)  
Отвод ГОСТ 17375-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Тройник ГОСТ 17376-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=3 м)  
Отвод ГОСТ 17375-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Отвод ГОСТ 17375-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=2 м)  
Заглушка ГОСТ 17379-2001

### **Задание № 4.**

Заглушка ГОСТ 17379-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Тройник ГОСТ 17376-2001  
Переход концентрический ГОСТ  
17378-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=2 м)  
Фланец ГОСТ 12820-80  
Фланец ГОСТ 12820-80  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=4 м)  
Переход ГОСТ 22826-83  
Отвод ГОСТ 17375-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Заглушка ГОСТ 17379-2001

### **Задание № 6.**

Заглушка ГОСТ 17379-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1,5 м)  
Отвод ГОСТ 17375-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Переход ГОСТ 22826-83  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=3м)  
Тройник ГОСТ 17376-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=2 м)  
Отвод ГОСТ 17375-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1 м)  
Переход концентрический ГОСТ  
17378-2001  
Труба ГОСТ 3262-75 (L=1,5 м)  
Заглушка ГОСТ 17379-2001

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. [www.solidworks.ru](http://www.solidworks.ru) – Официальный сайт компании SolidWorks Russia.
2. Федеральный закон “О промышленной безопасности опасных производственных объектов”. – М.: Государственное предприятие НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2000 г.
3. Солодовников А.В. Использование твердотельного параметрического моделирования при проектировании объектов нефтеперерабатывающих предприятий.//Нефтегазовое дело, [http://www.ogbus.ru/authors/Solodovnikov/Solodovnikov\\_1.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Solodovnikov/Solodovnikov_1.pdf)
4. 3D-дизайн и гибридное параметрическое моделирование Аведьян А.Б.// САПР и графика № 10 2003 г. С.41-43.
5. Опыт использования САПР SolidWorks в работе с «большими сборками» при проектировании горно-шахтного оборудования Горбачева О.Ю.// САПР и графика № 8 2004 г. С.23-26.
6. Кочанов С., Аведьян А, Малов М.SolidWorks Piping на службе у отечественных энергетиков <http://www.solidworks.ru/downloads/publications/2003/2003.09-September.pdf>