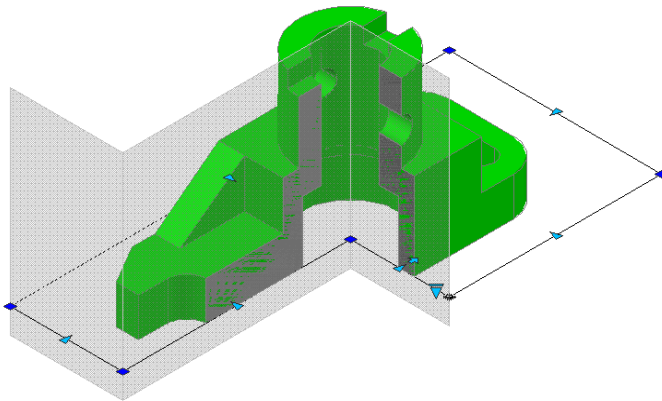


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е.АЛЕКСЕЕВА»  
Кафедра «Инженерная графика»

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ГЕОМЕТРИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ

Методическое пособие для студентов всех специальностей  
дневной и вечерней форм обучения



Нижний Новгород 2013

Составители: Т.В.Кирилловых, К.Л.Черноталова

УДК 744:621

Лабораторный практикум по геометрическому моделированию: методическое пособие для студентов всех специальностей дневной и вечерней форм обучения /НГТУ; сост.: Т.В.Кирилловых и др. Н. Новгород, 2013, 36 с.

Методическое пособие предназначено для студентов всех специальностей дневного и вечернего факультетов при изучении курсов «Инженерная графика», «Компьютерная графика».

В пособии рассмотрены основные возможности создания твердотельных моделей на базе пакета *AutoCAD 2012*, разобраны примеры заданий по геометрическому моделированию, выполняемые на лабораторных занятиях.

Ответственный редактор Т.В.Кирилловых

Редактор Э.Б.Абросимова

Подп. к печ. 03.2013. Формат 60x84<sup>1</sup>/16. Бумага газетная.  
Печать офсетная. Печ.л. 2,25. Уч.-изд.л. Тираж 300 экз.  
Заказ

---

Нижегородский государственный технический университет.  
Типография НГТУ. 603950, Н.Новгород, ул. Минина, 24.

© Нижегородский государственный технический университет, 2013

## 1. СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И ПЛОСКОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ

В *AutoCAD* существуют две системы координат: мировая система координат (МСК) и пользовательская система координат (ПСК). Мировая система координат является абсолютной и неизменной, плоскость  $XU$  совпадает с плоскостью графического экрана, ось  $Z$  расположена перпендикулярно экрану.

Пользователь может определить любое количество пользовательских систем координат (ПСК), которые создаются из МСК путем параллельного переноса и поворота. ПСК позволяет произвольным образом менять плоскость построений и облегчает определение точек в пространстве.

Команда ПСК (`_USC`, панель ПСК, меню СЕРВИС) позволяет задать ПСК различными способами, сохранить ПСК, присвоив имя, удалить ПСК.

Некоторые опции команды ПСК приведены ниже.

Опция Начало позволяет перенести начало ПСК в указанную точку.

Опция Мир устанавливает текущей МСК.

Опция 3 точки задает ПСК по трем точкам: первая точка – начало координат, вторая точка – направление оси  $X$ , третья точка – направление оси  $Y$  (точка в плоскости  $XU$  со стороны положительного направления оси  $Y$ ).

Опция Применить позволяет настройку ПСК с одного видового экрана перенести на другой.

**Пример 1.** Для построения окружности на наклонной грани призмы (рис. 1) плоскость  $XU$  ПСК привязали к этой грани (опция 3 точки).

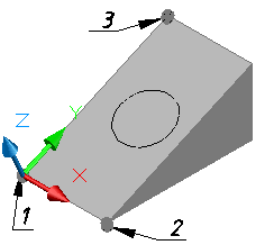


Рис. 1

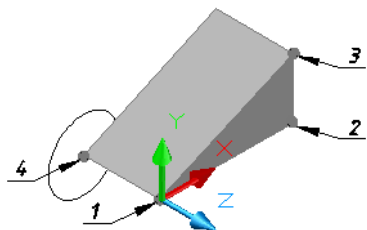


Рис. 2

Плоскость, в которой строится двумерный объект, называется **плоскостью построения**. Плоскость построения параллельна плоскости текущей ПСК (активной в момент вызова команды) и проходит через первую указанную точку объекта.

**Пример 2.** На рис. 2 плоскость  $XU$  ПСК по трем точкам привязали к передней грани призмы. Центр окружности указали в точке 4, окружность расположена в плоскости задней грани призмы (параллельно плоскости  $XU$  текущей ПСК).

При установке на экране ортогональных видов (спереди, слева и т.д.) плоскость  $XU$  ПСК устанавливается параллельно плоскости вида. При установке и смене аксонометрических изображений ПСК не меняется.

## 2. ВИДОВЫЕ ЭКРАНЫ

**Видовой экран** – это область графической зоны рабочего экрана с отображением пространства модели. По умолчанию установлен один видовой экран, который занимает всю графическую зону. Порой возникает необходимость работать с несколькими изображениями, например, фрагменты чертежа крупным и мелким планом, проекции трехмерных объектов с разных точек зрения.

Различают перекрывающиеся и неперекрывающиеся видовые экраны. В пространстве модели – только неперекрывающиеся видовые экраны, в пространстве листа – перекрывающиеся.

Конфигурацию видовых экранов позволяет задать команда ВЭКРАН (`_VPORTS`, меню ВИД→ВИДОВЫЕ ЭКРАНЫ). Диалоговое окно видовых экранов (рис. 3) позволяет создавать различные конфигурации видовых экранов; выбрать вид, визуальный стиль в каждом из экранов; присвоить текущей конфигурации имя; восстановить или удалить ранее созданную конфигурацию.

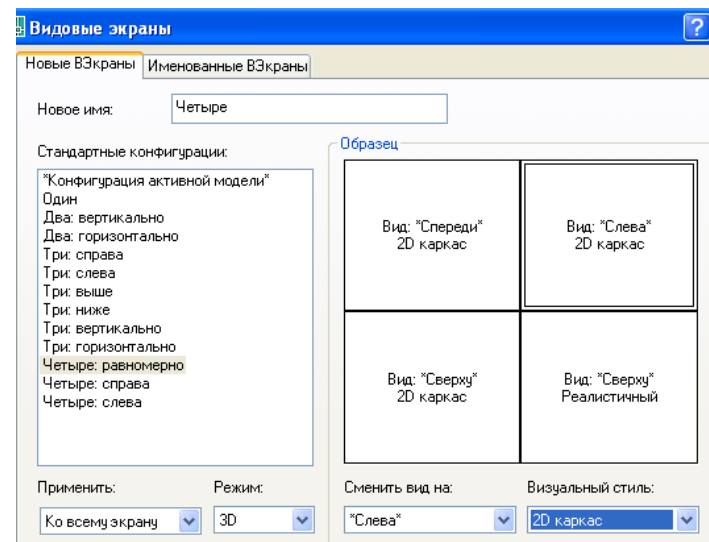


Рис. 3

Один из экранов является текущим (граница видового экрана выделена, курсор меняет форму со стрелки на перекрестье), для переключения на другой видовой экран следует щелкнуть левой кнопкой мыши на нужном экране.

ПСК, определенная в одном видовом экране, может быть перенесена на другой:

- активизировать окно с нужной ПСК;
- вызвать команду ПСК, опция Применить;
- указать левой кнопкой мыши на другой экран;
- нажать **ENTER**.

### 3. ТИПЫ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

AutoCAD поддерживает три типа трехмерных моделей: *каркасные*, *поверхностные* и *твердотельные*.

**Каркасная** модель – это скелетное описание трехмерного объекта. Модель не имеет граней и состоит только из точек, отрезков и кривых, описывающих ребра объекта (рис. 4).

Команда ЗПЛИНИЯ (*\_3dpoly*, меню РИСОВАНИЕ→3D ПОЛИЛИНИЯ) создает в пространстве трехмерную полилинию, состоящую из связанных прямолинейных сегментов, каждая вершина которой задается тремя координатами X, Y, Z. Трехмерную полилинию можно редактировать: замыкать, переносить вершины, сглаживать трехмерным сплайном.

Большинство плоских объектов можно превращать как бы в трехмерные, наделяя их высотой. Высота объекта задается в направлении оси Z системы координат, в которой был построен данный объект. Высоту объекта легко можно изменить в диалоговом окне СВОЙСТВА (панель СТАНДАРТНАЯ). Объект с высотой обладает для визуального представления свойством непрозрачности поверхности с возможностью удаления скрытых линий, использования различных стилей отображения и тонирования закраской с учетом условий освещения.

На рис. 5 показана визуализация окружности и прямоугольника, имеющих высоту (стиль – реалистичный). Прямоугольник выполнен полилинией с шириной, отсюда возникает эффект толщины стенок.

Объекты, имеющие высоту, могут быть легко преобразованы в тела или поверхности (меню ИЗМЕНИТЬ→3D ОПЕРАЦИИ→Преобразовать в тело).

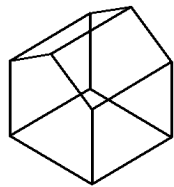


Рис. 4

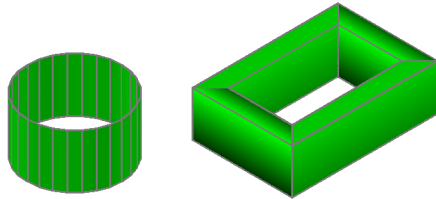


Рис. 5

Моделирование с помощью *поверхностей* – более сложный процесс, так как здесь описываются не только ребра трехмерного объекта, но и его грани. Модель представляется в виде бесконечно тонкой пленки. Поверхностное моделирование объектов применяется в случаях, когда можно игнорировать их физические свойства, такие как вес, центр масс, момент инерции и т.п. (они сохраняются только в твердотельных моделях). Методы поверхностного моделирования наиболее эффективны при проектировании и изготовлении сложных криволинейных поверхностей, например, корпус судна, автомобиля.

Поверхностные модели можно разделить на две группы:

1) поверхности на базе многоугольных сетей. Поскольку грани сетей плоские, представление криволинейных поверхностей производится путем их ап-

проксимации. Команды создания сетей находятся: меню РИСОВАНИЕ → МОДЕЛИРОВАНИЕ → СЕТИ;

2) гладкие поверхности. По своей структуре напоминают сети, но в качестве образующих и направляющих в них участвуют гладкие линии (обычно сплайны). Создаются путем использования тех же команд, что и при создании твердотельных моделей, но исходные объекты не должны быть замкнутыми.

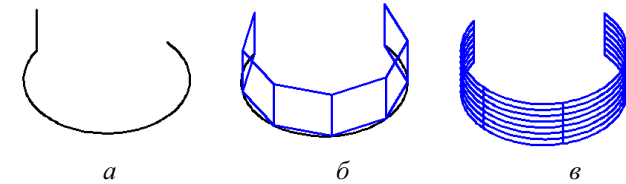


Рис. 6

На рис. 6 представлены исходные объекты (а) и созданные на их основе сеть сдвига (б) и поверхность сдвига (в).

**Твердотельное** моделирование представляет собой самый современный и мощный инструмент трехмерного моделирования, обеспечивает полное и однозначное описание пространственной формы. Твердотельная модель описывается в терминах того трехмерного объема, который занимает определяемое им тело.

Преимущества при использовании твердотельного моделирования:

- полное определение объема и формы;
- проверка взаимодействия объектов (устранение ошибок при проектировании);
- автоматизированное построение трехмерных разрезов изделия;
- получение двумерных изображений на основе 3D модели;
- выполнение инженерного анализа изделия;
- получение характеристик, требуемых для производства (информация передается на станки с ЧПУ);
- качественная визуализация моделей с присвоением материалов и манипуляцией источниками света;
- наличие широких возможностей редактирования созданных моделей.

### 4. ИНСТРУМЕНТЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕЛ В СИСТЕМЕ AUTOCAD

Твердотельная модель произвольного геометрического объекта может быть описана с помощью элементарных объемов. В основу такого описания положен следующий принцип: деталь мысленно разбивается на элементарные объемы, формирование моделей которых уже заложено в систему. В качестве элементарных объемов могут использоваться твердотельные примитивы и другие базисные тела, полученные путем перемещения плоского замкнутого объекта (профиля) вдоль пространственной направляющей и др..

Команды создания твердотельных объектов (*solids*-объектов) находятся: меню РИСОВАНИЕ→МОДЕЛИРОВАНИЕ, панель МОДЕЛИРОВАНИЕ (рис. 7), или следует активизировать рабочее пространство «3D моделирование».



Рис. 7

### Твердотельные примитивы

Средства AutoCAD позволяют создавать следующие твердотельные примитивы: политело, параллелепипед (ЯЩИК), трехгранная призма (КЛИН), конус, сфера, цилиндр, тор, пирамида.



Команда ПОЛИТЕЛО (*\_Polysolid*) в текущей плоскости построения создает двумерную полилинию и сразу выдавливает ее в тело. Может содержать линейные и дуговые сегменты. В процессе построения следует задать ширину и высоту, опция Объект позволяет существующую полилинию преобразовать в тело.



### Построение тел способом выдавливания

Команда ВЫДАВИТЬ (*\_extrude*)- создает тело путем перемещения замкнутого двумерного объекта (профиля) по нормали (задается высота выдавливания) или вдоль траектории.

Опция Направление – выдавливание вдоль линейного отрезка, заданного начальной и конечной точкой.

Опция Траектория – выдавливание вдоль объекта, который служит траекторией. Объект-траектория перемещается к центру тяжести профиля, затем профиль сдвигается вдоль траектории.

Опция Угол уклона определяет наклон граней объекта (положительный угол – сужение объекта при выдавливании, отрицательный – расширение).

Условия для построения:

- 1) профиль для выдавливания: плоский, замкнутый, не имеет пересекающихся сегментов (рис. 7), не является блоком;
- 2) траектория - может быть замкнутой и разомкнутой, плоской и пространственной (3D-полилиния, 3D-сплайн);
- 3) профиль и траектория не должны располагаться в одной плоскости.

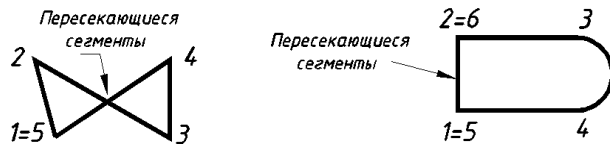


Рис. 7



### Построение тел способом сдвига

Команда СДВИГ (*\_sweep*) – строит тело посредством сдвига замкнутого плоского объекта (профиля) вдоль разомкнутой или замкнутой 2D или 3D траектории. При выполнении сдвига траектория неподвижна, а исходный профиль перемещается и устанавливается перпендикулярно к траектории, а затем сдвигается вдоль нее. Рекомендуется контур привязывать к траектории сдвига.

Опция Выравнивание позволяет выбрать, будет ли поворачиваться исходный профиль перпендикулярно траектории.

Опция Базовая точка - указывают точку на профиле, которая будет перемещаться по линии траектории.

Опция Наклон – позволяет задать угол закручивания профиля при движении вдоль траектории.

Опция Масштаб позволяет задать уменьшение, увеличение профиля при движении вдоль траектории.

Требования к профилю: плоский, замкнутый, не имеет пересекающихся сегментов, не является блоком;

Траекторией сдвига может быть спираль.



### Построение тел способом вращения

Команда ВРАЩАТЬ (*\_revolve*) - тело создается путем поворота замкнутого двумерного объекта на заданный угол вокруг указанной оси.

Условия построения:

- 1) контур для вращения: плоский, замкнутый, не имеет пересекающихся сегментов, не является блоком;
- 2) ось не должна быть перпендикулярна плоскости контура и не должна пересекать контур.



### Построение тел по сечениям

Команда ПОСЕЧЕНИЯМ (*\_loft*) - построение тела по последовательно расположенным сечения, каждое из которых является замкнутым двумерным объектом. Необходимо задать не менее двух поперечных сечений (рис. 8).

Опция Путь обеспечит более высокую степень контроля формы тела. Следует выбирать криволинейную траекторию, начинающуюся на плоскости первого поперечного сечения и заканчивающуюся на плоскости последнего поперечного сечения.

Опция Направляющие позволит контролировать соответствие точек на поперечных сечениях для предотвращения нежелательных эффектов, например складок. Все направляющие должны удовлетворять следующим критериям:

- пересекать все поперечные сечения;
- начинаться на первом сечении;
- завершаться на последнем сечении.

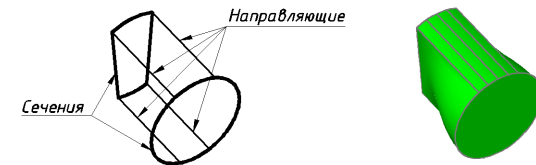


Рис. 8

### ВНИМАНИЕ

Если при выполнении команд ВРАЩАТЬ, ВЫДАВИТЬ, СДВИГ, ПОСЕЧЕНИЯМ использовались незамкнутые объекты, то создается поверхностная модель.

**Пример** (рис. 9). Если контур – единый замкнутый объект, при выдавливании создается тело; если контур составлен из отрезков и дуг – создается поверхность поверхности.

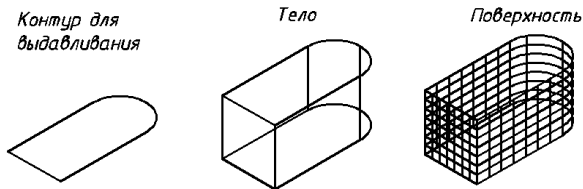


Рис. 9

### Способы создания единого замкнутого объекта

1. Обвести контур полилинией (РИСОВАНИЕ → ПОЛИЛИНИЯ).
2. Преобразовать объекты, составляющие контур в полилинию (РЕДАКТИРОВАТЬ→ОБЪЕКТ→ПОЛИЛИНИЯ, опция Добавить).
3. РИСОВАНИЕ→КОНТУР, указать точку внутри контура.
4. РИСОВАНИЕ→ОБЛАСТЬ, выбрать объекты, соединяющиеся в конечных точках.



### Построение тел вытягиванием

Команда ВЫТЯГИВАНИЕ (*\_presspull*) – сразу после старта просит указать точку внутри области, после чего эту область вычисляет и показывает пунктиром. Далее следует тянуть курсор вверх или вниз от плоскости и система динамически строит тело (аналогично выдавливанию по нормали).

### Преобразование объектов в тела

Команда ПРЕОБРАТВОЛО (*\_convtosolid*) позволяет преобразовать следующие объекты в выдавленные 3D тела:

- полилинии с равномерной шириной, имеющие высоту;
- замкнутые полилинии с нулевой шириной, имеющие высоту;
- круги, имеющие высоту.

### Создание составных тел



Команда ОБЪЕДИНЕНИЕ (*\_union*) – объединяет несколько твердотельных объектов в один сложный объект, занимающий пространство внутри внешней границы составной формы.

Следует указать на все объединяемые объекты → создается единый объект.



Команда ВЫЧИТАНИЕ (*\_subtract*) – из одного набора тел удаляются те части объема, которые принадлежат другому набору тел.

1. Указать объекты из которых производится вычитание (они объединяются);
2. Нажать **ENTER**;
3. Выбрать объекты, которые вычитаются.



Команда ПЕРЕСЕЧЕНИЕ (*\_intersect*) – строится тело, занимающее объем общий для двух или более пересекающихся тел.

## 5. СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ ПО АКСОНОМЕТРИЧЕСКОМУ ЧЕРТЕЖУ

**Задание.** По заданному аксонометрическому чертежу (рис. 10) выполнить твердотельную модель детали.

### Общие настройки

1. Включить панели инструментов для моделирования: Вид, Визуальные стили, Моделирование, Объектная привязка, ПСК или активизировать рабочее пространство «3D моделирование».
2. Настроить следующие режимы: шаг привязки по x, y -1; шаг сетки по x, y - 5; объектная привязка - Конточка, Центр. Включить следующие режимы: Шаг, Орто, Привязка.

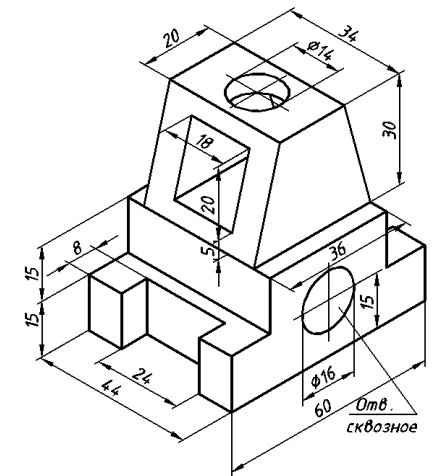

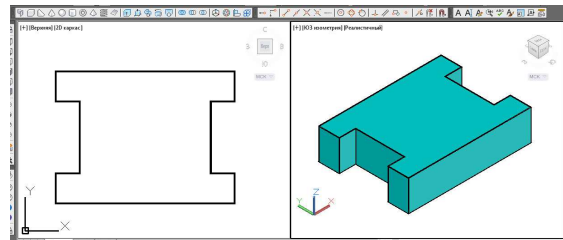


Рис. 10



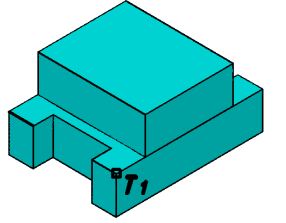




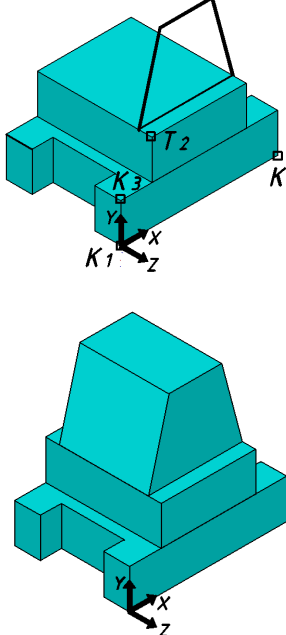




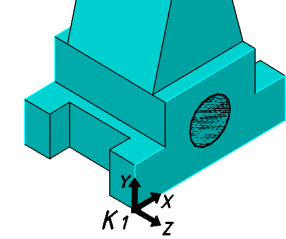
3. Создать и установить текущим слой: Модель, цвет – зеленый.
4. Задаем лимиты, соответствующие (с некоторым запасом) габаритным размерам детали: ФОРМАТ → ЛИМИТЫ ЧЕРТЕЖА: Левый нижний угол (0,0): ↙ Правый верхний угол: 100,80 ↘ Разворачиваем рабочую область на весь экран: ВИД→ЗУММИРОВАНИЕ→Все
5. Создать два видовых экрана: ВИД→ВИДОВЫЕ ЭКРАНЫ→Новые ВЭ В диалоговом окне задать: конфигурация - Два вертикально; режим - 3D; на левом экране – вид сверху, визуальный стиль - 2D каркас; на правом – ЮЗ изометрия, визуальный стиль Реалистичный.


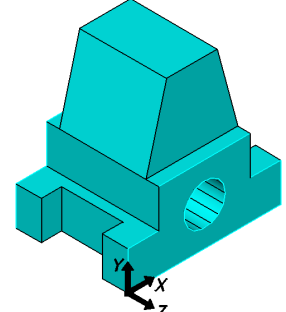




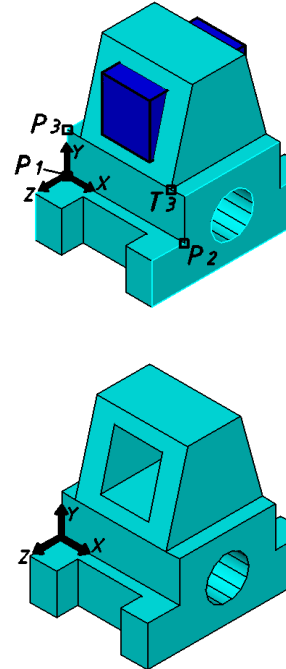


### Построение твердотельной модели



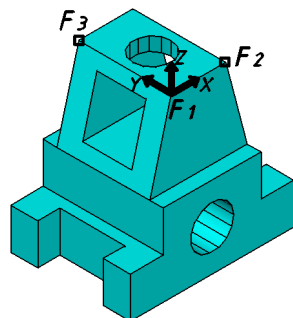
Таблица 1

<p><b>Шаг 1.</b> Моделируем основание детали.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ На виде сверху полилинией строим замкнутый контур основания.</li> <li>♦ Выдавливает контур на высоту 15 мм:  МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫДАВИТЬ</li> </ul> <p>Указать на: контур ↙ Высота выдавливания: 15 ↙</p>	
--	---



<p><b>Шаг 2.</b> Моделируем среднюю часть детали.</p> <p>МОДЕЛИРОВАНИЕ → ЯЩИК </p> <p>Первый угол: привязка Смещение </p> <p>Базовая точка: указать T1 (конточка)</p> <p>Величина смещения: @12,0,0 ↵</p> <p>Другой угол: @36,44,15</p>	
<p><b>Шаг 3.</b> Моделируем верхнюю часть детали.</p> <p>◆ ПСК привязываем к вертикальной передней стенке.</p> <p>ПСК → 3 точки </p> <p>Новое начало координат: K1</p> <p>Точка на положительном луче оси X: K2</p> <p>Точка на положительном луче оси Y: K3</p> <p><u>Плоскость построения проходит через первую указанную точку параллельно текущей ПСК.</u></p> <p>◆ Строим замкнутый контур верхней части.</p> <p>РИСОВАНИЕ → ПЛИНИЯ </p> <p>Начальная точка: привязка Смещение </p> <p>Базовая точка: T2</p> <p>Величина смещения: @0,0,-5 ↵</p> <p>Следующая точка: @8,30 ↵</p> <p>Следующая точка: @20,0 ↵</p> <p>Следующая точка: @8,-30 ↵</p> <p>Опция: Замкнуть</p> <p>◆ Выдавливаем контур на высоту -34 мм.</p> <p>МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫДАВИТЬ </p> <p>Указать на: контур ↵</p> <p>Высота выдавливания: -34 ↵</p>	
<p><b>Шаг 4.</b> Объединяем созданные тела.</p> <p>МОДЕЛИРОВАНИЕ → ОБЪЕДИНЕНИЕ </p> <p>Указать на: созданные тела</p>	
<p><b>Шаг 5.</b> Моделируем цилиндрическое горизонтальное отверстие.</p> <p>◆ Создаем цилиндр.</p> <p>МОДЕЛИРОВАНИЕ → ЦИЛИНДР </p> <p>Центр основания: привязка Смещение </p> <p>Базовая точка: K1</p> <p>Величина смещения: @30,15,0 ↵</p> <p>Радиус основания: 8 ↵</p> <p>Высота: -44 ↵</p>	

<p>◆ Из основного объема вычитаем цилиндр.</p> <p>МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫЧИТАНИЕ </p> <p>Указать на: тело, из которого вычитают</p> <p>Нажать ↵</p> <p>Указать на: цилиндр ↵</p>	
<p><b>Шаг 6.</b> Моделируем прямоугольное отверстие.</p> <p>◆ ПСК по трем точкам привязываем к боковой стенке.</p> <p>ПСК → 3 точки </p> <p>Новое начало координат: P1</p> <p>Точка на положительном луче оси X: P2</p> <p>Точка на положительном луче оси Y: P3</p> <p>◆ Создаем модель отверстия.</p> <p>МОДЕЛИРОВАНИЕ → ЯЩИК </p> <p>Первый угол: привязка Смещение </p> <p>Базовая точка: T3</p> <p>Величина смещения: @-8,5,0 ↵</p> <p>Другой угол: @-18,20,-36 ↵ -размер ящика</p> <p>◆ Из основного объема вычитаем параллелепипед.</p> <p>МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫЧИТАНИЕ </p> <p>Указать на: тело, из которого вычитают</p> <p>Нажать ↵</p> <p>Указать на: параллелепипед ↵</p>	
<p><b>Шаг 7.</b> Моделируем цилиндрическое отверстие в верхней части.</p> <p>◆ ПСК по трем точкам привязываем к верхней плоскости.</p> <p>ПСК → 3 точки : указать F1, F2, F3</p>	

<p>◆ Создаем цилиндр.</p> <p>МОДЕЛИРОВАНИЕ → ЦИЛИНДР </p> <p>Центр основания: привязка Смещение</p> <p>Базовая точка: указать F1</p> <p>Величина смещения: @10,17,0 ↵</p> <p>Радиус основания: 7 ↵</p> <p>Высота: -15 ↵ - указано с запасом</p> <p>◆ Из основного тела вычитаем цилиндр.</p> <p>МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫЧИТАНИЕ </p>	
--	---

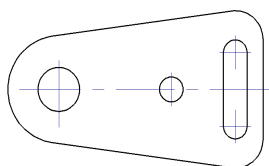
## 6. СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПО ЗАДАНЫМ ПРОЕКЦИЯМ

**Задание:** По заданным проекциям деталей создать их твердотельные модели.

### Общие настройки

1. Открыть файл **Модели по проекциям.dwg** (или создать проекции деталей).
2. Активизировать рабочее пространство «3D моделирование».
3. Настроить режим ПРИВЯЗКА: Конечная, Центр, Пересечение.  
Включить следующие режимы: ОРТО, СЕТКА, ПРИВЯЗКА.
4. Установить текущим слой Модель, слой Контур – заблокировать.
5. Создать два видовых экрана: ВИД → ВИДОВЫЕ ЭКРАНЫ → Новые ВЗ  
В диалоговом окне задать: конфигурация - Два вертикально; режим - 3D; на левом экране – Вид сверху, визуальный стиль - 2D каркас; на правом – ЮЗ изометрия, визуальный стиль Реалистичный.

### Построение твердотельной модели детали 1



Толщина детали 4 мм

Рис. 11

**Деталь 1** представляет собой пластину толщиной 4мм (рис. 11).

Слой ОСИ – заморозить.  
Слой МОДЕЛЬ – текущий

**Шаг 1.** На виде сверху создаем один наружный замкнутый контур и три внутренних контура (рис. 12).

РИСОВАНИЕ → КОНТУР

Указать ЛКМ точку внутри контура пластины

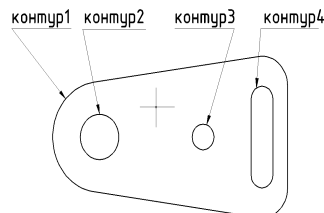



Рис. 12


**Шаг 2.** Выдавливаем созданные четыре контура на высоту 4мм.

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫДАВИТЬ 

Указать на: контура 1...4 ↵

Высота выдавливания: 4 ↵

**Шаг 3.** Создаем отверстия (рис.13).

РЕДАКТИР.ТЕЛО → ВЫЧИТАНИЕ 

Указать на: пластину

Нажать ↵

Указать: тела для вычитания ↵

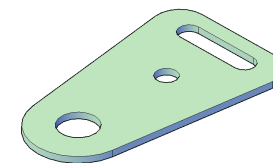
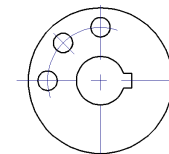


Рис. 13

### Построение твердотельной модели детали 2



Толщина детали 3 мм

Рис. 14

**Деталь 2** представляет собой пластину толщиной 3мм (рис. 14).

Слой ОСИ – заморозить.

Слой МОДЕЛЬ – текущий

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫТЯГИВАНИЕ (рис. 15)



Указать: точку внутри контура пластины

Задать высоту вытягивания: 3 ↵

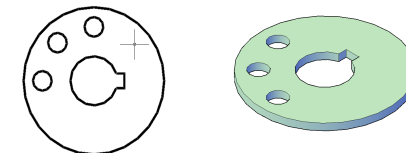


Рис. 15

### Построение твердотельной модели детали 3

**Деталь 3** представляет собой тело вращения, состоящее из цилиндров, конусов и сферы (рис. 16).

Слой ОСИ – разморозить.

Слой МОДЕЛЬ – текущий.

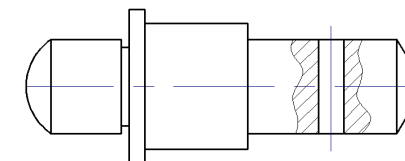


Рис. 16

**Шаг 1.** На виде сверху Полилинией создаем замкнутые контур1 и контур2. Контур1 не пересекает оси вращения (рис. 17).

РИСОВАНИЕ → ПЛИНИЯ: Начальная точка: точка 1

Следующая точка: точка 2

Опция: Дуга

Опция: Вторая - вторая точка дуги

Указать: точку 3 (Ближайшая)

Конечная точка дуги: точка 4

Опция: Линейный

Следующая точка: указать точки 5...15

Опция: Замкни

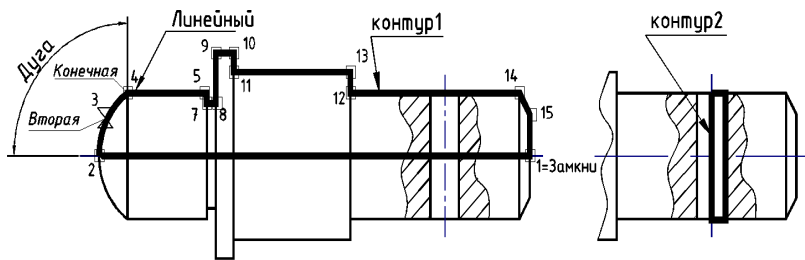


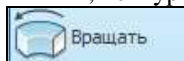
Рис. 17

РИСОВАНИЕ → ПЛИНИЯ: указать точки для создания контура 2.

**Шаг 2.**

Вращаем контур1 вокруг оси T1-T2, контур2 – вокруг оси T3-T4 (рис. 18).

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВРАЩАТЬ



Указать на: контур1 ↵  
 Начальная точка оси вращения: T1  
 Конечная точка оси: T2  
 Угол вращения <360>: ↵

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВРАЩАТЬ

Указать на: контур 2 ↵  
 Начальная точка оси вращения: T3  
 Конечная точка оси: T4  
 Угол вращения <360>: ↵

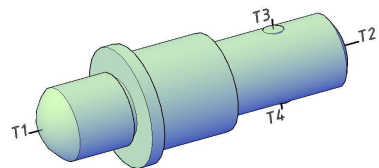


Рис. 18

**Шаг 3.** Создаем отверстие (рис. 19).

РЕДАКТИР.ТЕЛО→ВЫЧИТАНИЕ



Указать на: наружный объем  
 Нажать ↵  
 Указать на: внутренний цилиндр ↵

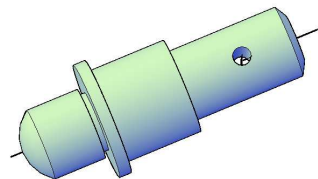
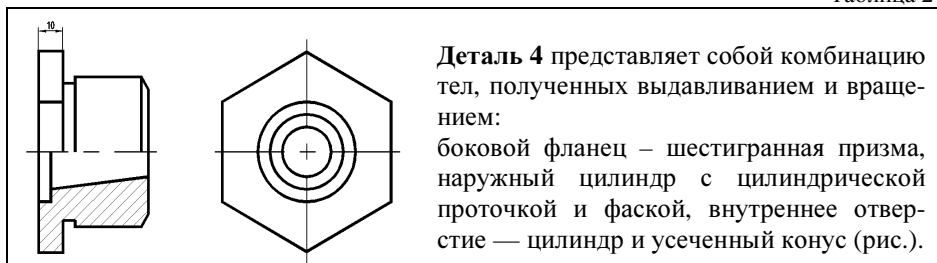


Рис. 19

**Построение твердотельной модели детали 4**

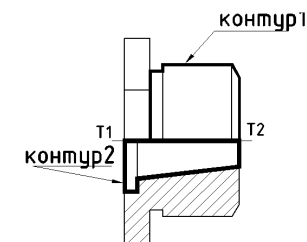
Таблица 2



**Деталь 4** представляет собой комбинацию тел, полученных выдавливанием и вращением:  
 боковой фланец – шестигранная призма, наружный цилиндр с цилиндрической проточкой и фаской, внутреннее отверстие — цилиндр и усеченный конус (рис.).

Текущий слой Модель.

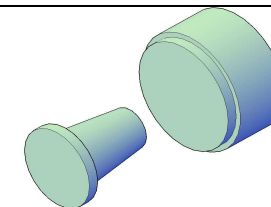
**Шаг 1.** На главном виде полилинией создаем два замкнутых контура для наружной и внутренней форм.  
 РИСОВАНИЕ → ПЛИНИЯ



**Шаг 2.** Вращаем контуры 1, 2 вокруг оси T1-T2.

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВРАЩАТЬ

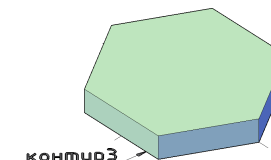
Для наглядности созданные тела разнесены на некоторое расстояние.



**Шаг 3.** На виде слева создаем замкнутый контур 3 –основание шестигранной призмы.  
 РИСОВАНИЕ→ПЛИНИЯ

**Шаг 4.** Выдавливает контур на 10 мм  
 МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫДАВИТЬ

Указать на контур 3 ↵  
 Высота выдавливания: 10 ↵

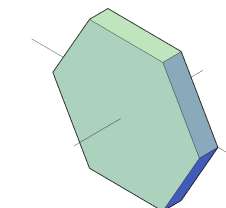
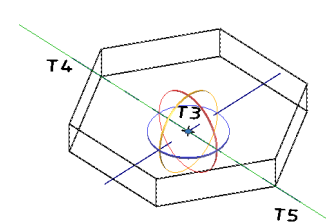


**Шаг 5.** Поворачиваем призму вокруг оси T4-T5 на угол 90° .


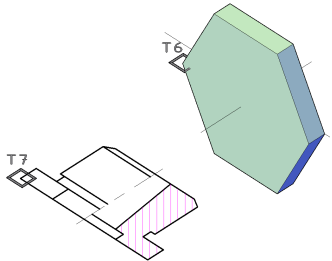

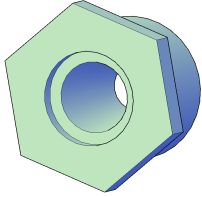
РЕДАКТИРОВАНИЕ → 3D ПОВОРОТ



Указать на: призму ↵  
 Базовая точка: указать точку пересечения осей T3, появляются три рукоятки осей  
 Ось вращения: указать на рукоятку P (она стала желтой) и подсветиться ось поворота совпадающая с T4 – T5  
 Задать угол поворота: 90 ↵

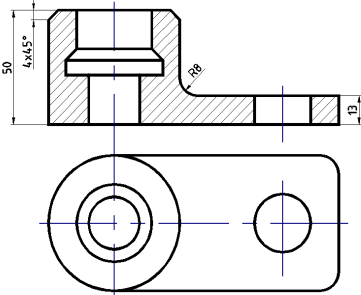
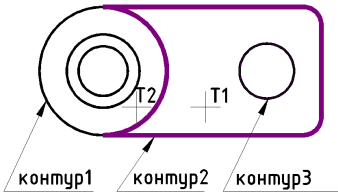
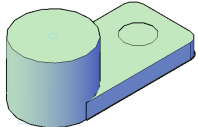


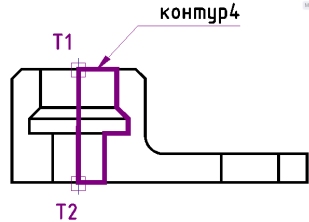
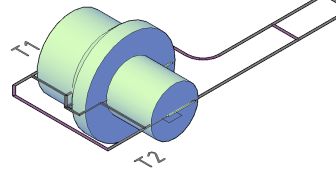

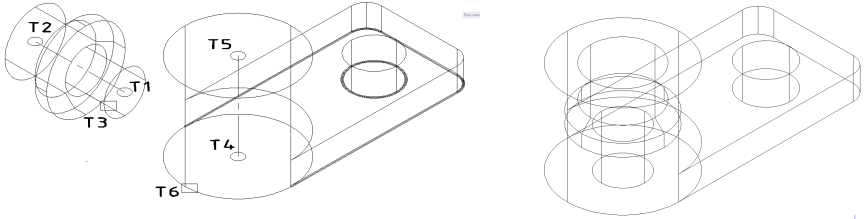


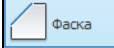
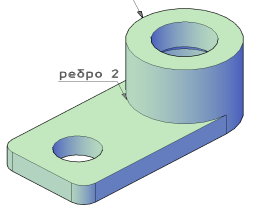
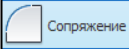
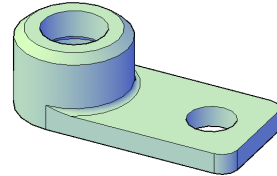
<p><b>Шаг 6.</b> Переносим шестигранную призму к ранее созданным объектам.</p> <p>РЕДАКТИРОВАНИЕ → ПЕРЕНЕСИ </p> <p>Указать на: шестигранную призму ↵</p> <p>Базовая точка: <b>T6</b></p> <p>Вторая точка: <b>T7</b></p>	
<p><b>Шаг 7.</b> Создаем отверстие</p> <p>МОДЕЛТРОВАНИЕ → ВЫЧИТАНИЕ </p> <p>Указать на: шестигранную призму и наружные цилиндры</p> <p>Нажать ↵</p> <p>Тела для вычитания: внутренний объем ↵</p>	

### Построение твердотельной модели детали 5

Таблица 3

 <p><b>Деталь 5</b> представляет собой комбинацию тел, полученных выдавливанием и вращением: призматическое основание со скругленными боковыми ребрами и цилиндрическим отверстием (высота 13 мм), цилиндр (высота 50 мм) со скошенной кромкой 4x45°, внутренние цилиндрические и коническое отверстия</p>	
<p>Слой ОСИ и ШТРИХОВКА – заморозить.</p> <p><b>Шаг 1.</b> На виде сверху создаем контуры 1, 2, 3.</p> <p>РИСОВАНИЕ → КОНТУР</p> <p>Указать ЛКМ точки T1, T2 внутри основания и внутри большого цилиндра</p>	
<p><b>Шаг 2.</b> Выдавливаем контур 1 на высоту 50 мм, контуры 2 и 3 на высоту 13 мм.</p> <p>РЕДАКТИР.ТЕЛО → ВЫДАВИТЬ</p>	

<p><b>Шаг 3.</b> Создаем контур для внутренних соосных отверстий.</p> <p>На главном виде полилинией создать замкнутый контур 4.</p> <p>Контур не пересекает ось вращения.</p> <p>РИСОВАНИЕ → ПЛИНИЯ</p>	
<p><b>Шаг 4.</b> Вращаем контур 4 вокруг оси T1-T2.</p> <p>МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВРАЩАТЬ</p>	
<p><b>Шаг 5.</b> Совмещаем модель отверстия с основной моделью по трем исходным и трем целевым точкам.</p> <p>РЕДАКТИРОВАНИЕ → 3D ВЫРАВНИВАНИЕ </p> <p>Выберите объекты: указать на модель внутреннего отверстия</p> <p>Базовая точка: <b>T1</b> (Центр)</p> <p>Вторая точка: <b>T2</b> (Центр)</p> <p>Третья точка: <b>T3</b> (Квадрант)</p> <p>Первая целевая точка: <b>T4</b> (Центр)</p> <p>Вторая целевая точка: <b>T5</b> (Центр)</p> <p>Третья целевая точка: <b>T6</b> (Квадрант).</p> 	
<p><b>Шаг 6.</b> Создаем отверстие.</p> <p>РЕДАКТИР.ТЕЛО → ВЫЧИТАНИЕ</p> <p>Указать на: основание и цилиндр</p> <p>Нажать ↵</p> <p>Указать тела для вычитания: комбинация внутренних отверстий ↵</p>	

<p><b>Шаг 7.</b> Создаем фаску <math>4 \times 45^\circ</math> на цилиндре</p> <p>РЕДАКТИРОВАНИЕ → ФАСКА </p> <p>Указать на: ребро 1 ↴</p> <p>Длина фаски для базовой поверхности: 4 ↴</p> <p>Длина фаски для другой поверхности &lt;4&gt;: ↴</p> <p>Указать на: ребро 1 ↴</p>	
<p><b>Шаг 8.</b> Создаем сопряжение цилиндра с основанием.</p> <p>РЕДАКТИРОВАТЬ → СОПРЯЖЕНИЕ </p> <p>Указать на: ребро 2</p> <p>Радиус сопряжения: 3 ↴</p> <p>Нажать ↴</p>	

### 7. ПОСТРОЕНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ШЕСТИГРАННОЙ ГАЙКИ

#### Задание.

Создать модель гайки 2М16 ГОСТ 5915-70 (высота 13 мм, размер под ключ 24 мм) (рис. 20).

Гайка представляет собой шестигранную призму с конической фаской и внутренним цилиндрическим отверстием (резьба упрощенно).

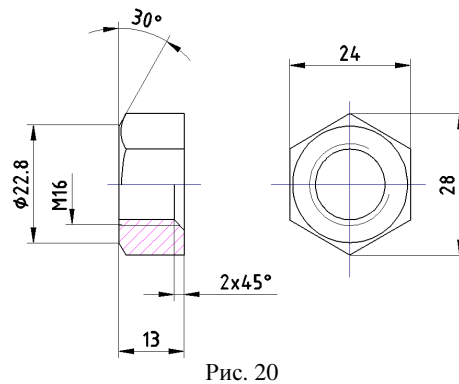

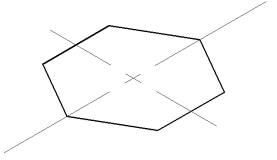


Рис. 20

#### Последовательность построения модели гайки

Таблица 4

<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Устанавливаем точку зрения Ю-3 Изометрия.</li> <li>♦ Создаем шестиугольник.</li> </ul> <p>РИСОВАНИЕ → МНОГОУГОЛЬНИК </p> <p>Число сторон: 6 ↴</p> <p>Центр многоугольника: указать точку пересечения осей</p> <p>Опция: Описанный вокруг окружности</p> <p>Радиус окружности: 12 ↴</p>	
--	---

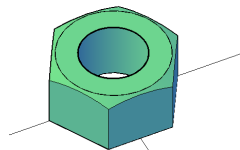
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Строим призму.</li> </ul> <p>МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫДАВИТЬ </p> <p>Указать на: контур ↴</p> <p>Высота выдавливания: 13 ↴</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Переносим систему координат на верхнюю грань.</li> </ul> <p>СЕРВИС → НОВАЯ ПСК → НАЧАЛО </p> <p>Новое начало координат: указать точку на верхней грани</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Отрисовываем (или копируем) оси.</li> <li>♦ Строим окружность верхнего основания усеченного конуса (<math>D = 0, 95S</math>)</li> </ul> <p>РИСОВАНИЕ → КРУГ</p> <p>Центр круга: точка пересечения осей</p> <p>Опция: Диаметр</p> <p>Диаметр круга: 22.8 ↴</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Создаем усеченный конус.</li> </ul> <p>МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫДАВИТЬ </p> <p>Указать на: окружность ↴</p> <p>Опция: Угол</p> <p>Угол сужения: -60 ↴</p> <p>Высота выдавливания: -13 ↴</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Для формирования конической фаски найдем пересечение созданных тел.</li> </ul> <p>РЕДАКТИР.ТЕЛО → ПЕРЕСЕЧЕНИЕ </p> <p>Указать на: призму и конус ↴</p>	

- ◆ Для создания отверстия строим на верхнем основании призмы окружность равную диаметру внутренней резьбы -13,8 мм.



МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫТЯГИВАНИЕ

Нажмите левую кнопку мыши внутри окружности и укажите направление вытягивания.



### 8. МОДЕЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ «ФИКСАТОР»

**Задание.** По электронному сборочному чертежу изделия «Фиксатор» (рис. 21) выполнить твердотельные модели деталей; сборку с вырезом одной четверти. Загрузить чертеж: Задания для моделирования → Сборка\_Фиксатор.dwg.

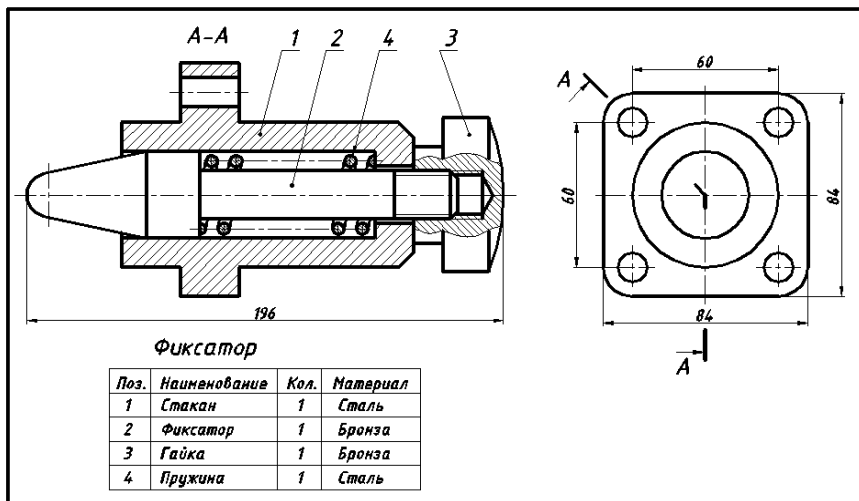


Рис. 21

#### Общие настройки

1. Включить панели инструментов для моделирования: Вид, Визуальные стили, Моделирование, Объектная привязка, Орбита.
2. Создать слои для выполнения моделей деталей:

Имя	Цвет	Тип линий
Стакан	Зеленый	Continuous
Фиксатор	Синий	Continuous
Гайка	Красный	Continuous
Пружина	Фиолетовый	Continuous

Выключить слои Размеры, Штриховка, заблокировать слой Контур.

3. Выключить Вес.
4. Создать два видовых экрана.

ВИД → ВИДОВЫЕ ЭКРАНЫ → 2 ВЭкран \ (Вертикально): ↵

На левом видовом экране: вид сверху, визуальный стиль – 2D каркас, на правом видовом экране установить ЮЗ изометрию, визуальный стиль – Реалистичный.

#### Модель стакана

**Шаг 1.** Моделируем цилиндрическую часть стакана.

- ◆ Устанавливаем текущим слой Стакан.

- ◆ Полилинией строим контура для вращения: контур 2 - определяет наружную форму; контур 3 - определяет форму отверстия (рис. 22).
- ◆ Вращаем контура 2,3 вокруг оси T1-T2.

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВРАЩАТЬ

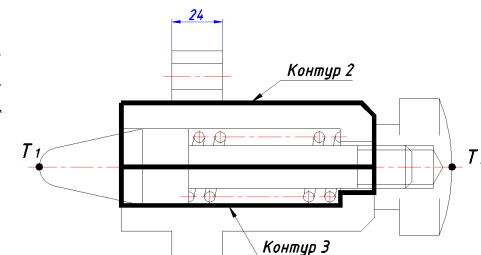


Рис. 22

**Шаг 2.** Моделируем фланец с отверстиями.

- ◆ Выключаем слой Оси.
- ◆ Создаем замкнутые контуры для выдавливания (рис. 23) РИСОВАНИЕ → КОНТУР → указать T3 внутри контура.
- ◆ Выдавливаем наружный контур фланца K4 и контура отверстий K5 на 24 мм.

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫДАВИТЬ

Объекты для выдавливания: K4, K5 ↵

Высота выдавливания: 24 ↵

- ◆ Формируем отверстия на фланце (рис. 24).

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫЧИТАНИЕ

Указать на: тело, из которого вычитают

Нажать ↵

Указать на: четыре цилиндра для отверстий ↵

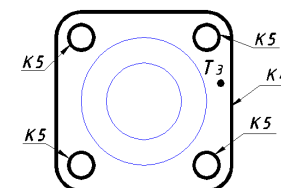


Рис. 23

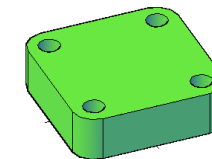


Рис. 24.

**Шаг 3.** Собираем модель стакана.

- ◆ Включаем слой Оси.
- ◆ Поворачиваем фланец на 90° (рис. 25).

МОДЕЛИРОВАНИЕ → 3D ПОВОРОТ

Указать на: фланец ↴  
 Задать точку на оси поворота: T4 (Середина)  
 Выбрать ось вращения: указать на рукоятку P - подсветится ось O  
 Задать угол поворота: 90 ↴

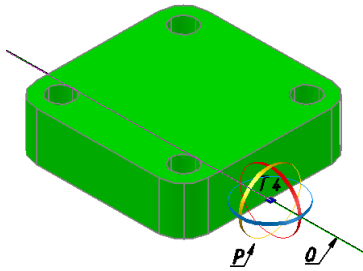


Рис. 25

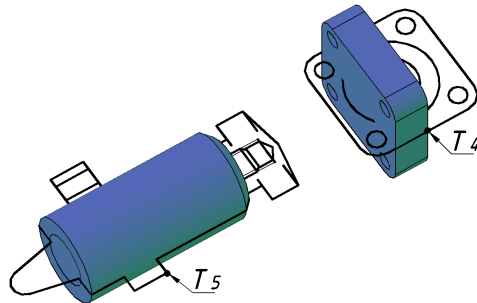


Рис. 26

- ◆ Переносим фланец к цилиндру (рис. 26).

РЕДАКТИРОВАТЬ → ПЕРЕНЕСТИ

Указать на: фланец ↴  
 Базовая точка: T4 (Середина)  
 Вторая точка: T5 (Пересечение)

- ◆ Объединяем наружный цилиндра с фланцем и вычитаем модель отверстия (рис 27).

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫЧИТАНИЕ

Указать на: фланец и цилиндр - тела объединяются

Нажать ↴

Указать на: модель отверстия ↴

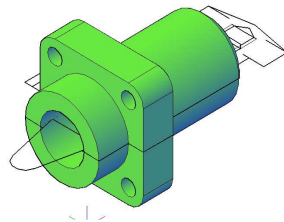


Рис. 27.

### Модель фиксатора (без резьбы)

- ◆ Выключаем слой Стакан. Установим текущим слой Фиксатор.
- ◆ Полилинией строим контур для вращения K1 (рис. 28): контур не должен пересекать ось и должен быть замкнутым.
- ◆ Вращаем контур K1 вокруг оси T1-T2 (рис.29).

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВРАЩАТЬ

Объекты для вращения: контур K1 ↴  
 Начальная точка оси вращения: T1  
 Конечная точка оси: T2  
 Угол вращения <360>: ↴

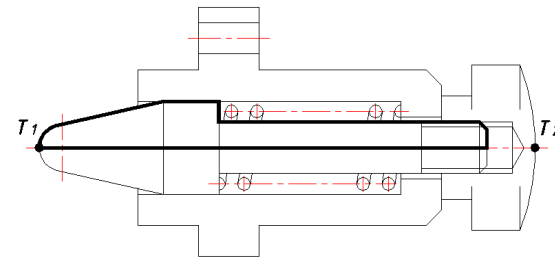


Рис. 28

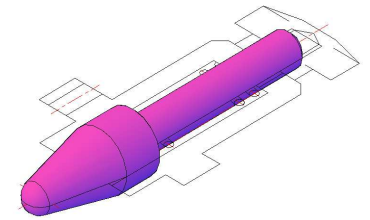


Рис. 29

### Модель гайки (без резьбы)

- ◆ Выключаем слой Фиксатор. Устанавливаем текущим слой Гайка.
- ◆ Полилинией строим замкнутый контур для вращения K6 (рис. 30).
- ◆ Вращаем контур K6 вокруг оси (T1-T2) (рис.31).

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВРАЩАТЬ

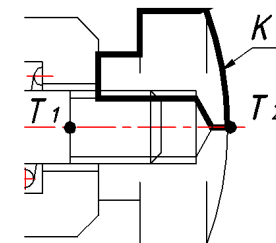


Рис. 30

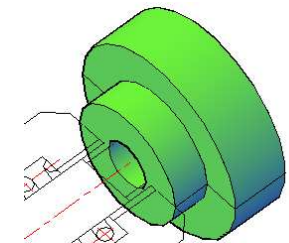


Рис. 31

### Модель пружины

Шаг 1. Строим спираль (рис. 32).

- ◆ Выключить слой Гайка. Установить текущим слой Пружина.

МОДЕЛИРОВАНИЕ → СПИРАЛЬ

Центральная точка основания: T1  
 Радиус основания: T2  
 Радиус верхнего основания <14.0000>: ↴  
 Опция: высота витка  
 Расстояние между витками: 10 ↴  
 Опция: Конечная точка оси  
 Конечная точка оси: T3 -указана с запасом

**Шаг 2.** Строим контур сечения пружины- круг **К** (рис. 32)

РИСОВАНИЕ → КРУГ  
 Центр круга: **T2**  
 Радиус круга: **T4**

**Шаг 3.** Создаем пружину путем сдвига контура вдоль направляющей- спирали.

МОДЕЛИРОВАНИЕ → СДВИГ

Объекты для сдвига: круг **К**  
 Траектория сдвига: спираль

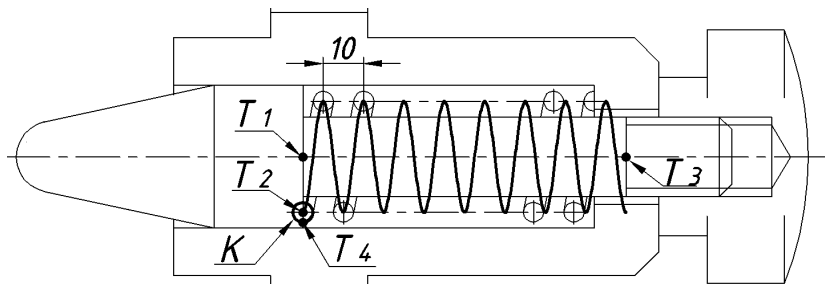


Рис. 32

**Шаг 4.** Подрезаем пружину по размеру полости.

- ♦ Строим вспомогательный прямоугольник (рис. 33).

РИСОВАНИЕ → ПРЯМОУГОЛЬНИК  
 Первый угол: **T1**  
 Второй угол: **T5**

- ♦ Вращаем прямоугольник вокруг оси **T1 -T3**.

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВРАЩАТЬ

- ♦ Удаляем выступающую часть пружины (рис. 34):

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ПЕРЕСЕЧЕНИЕ

Указать на цилиндр и пружину

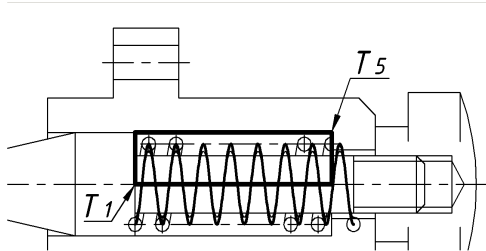


Рис. 33.

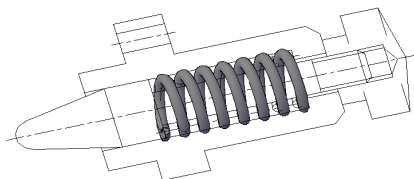


Рис. 34.

**Моделирование резьбы**

На стержне фиксатора и в отверстии гайки нарезана метрическая резьба М20 с крупным шагом 2,5 мм.

Резьба получается при перемещении образующего профиля вдоль винтовой линии - направляющей.

Моделирование наружной и внутренней резьбы на соединяемых деталях изделия рекомендуется выполнять совместно, что обеспечит правильное положение моделей в сборке.

В файле задания находится блок «Резьба М (шаг 1)», содержащий изображение профиля метрической резьбы с шагом 1 мм согласно ГОСТ 8724-2002 (рис. 35). Изображение блока приведено на рис. 36, где Пн - контур профиля наружной резьбы Пв - контур профиля внутренней резьбы, Тв - точка вставки блока.

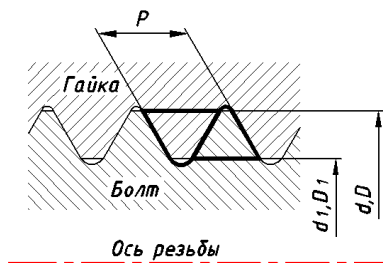


Рис. 35

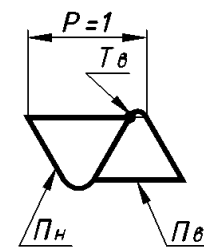


Рис. 36

Данный блок может быть использован для моделирования метрической резьбы с любым шагом, для этого при вставке блока следует установить масштабный коэффициент, равный шагу резьбы.

**Шаг 1.** Создаем замкнутые контура профилей наружной и внутренней метрической резьбы с шагом 2,5 мм.

- ♦ Выключите слой Пружина. Установите текущим слой 0.

- ♦ Вставьте блок «Резьба М (шаг 1)»; масштаб 2,5; точка вставки – Тв (рис. 37).

Меню ВСТАВКА → БЛОК

- ♦ Расчлените блок, он распадется на два замкнутых контура профилей наружной и внутренней резьбы.

РЕДАКТИРОВАТЬ → РАСЧЛЕНИ

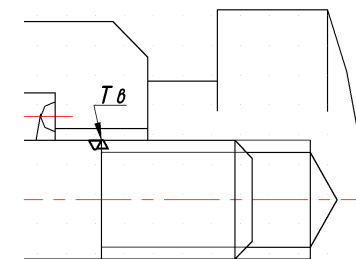


Рис. 37

**Шаг 2.** Корректируем размер отверстия в гайке.

При создании модели гайки размер отверстия определялся линией внутреннего диаметра резьбы, которая на чертежах проводится условно. Вставленный профиль резьбы позволяет точно определить диаметр отверстия.



- ◆ Постройте прямоугольник (рис.38).  
РИСОВАНИЕ → ПРЯМОУГОЛЬНИК  
Первый угол: **H1**  
Второй угол: **H2**
- ◆ Вращайте прямоугольник вокруг оси  
МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВРАЩАТЬ
- ◆ Включите слой Гайка и выполните вычитание созданного цилиндра из модели гайки.

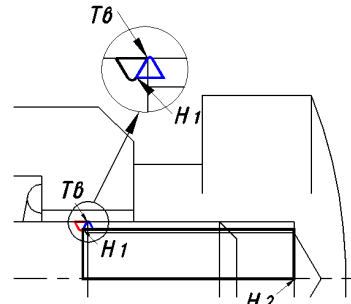


Рис. 38

### Шаг 3. Строим направляющую винтовую линию.

В глухом отверстии гайки следует предусмотреть недорез резьбы  $b$ , принять величину недореза  $b=0,25d=0,25 \times 20=5$  мм.

- ◆ Постройте вспомогательный отрезок K3-K2 ( $b=5$  мм) (рис. 39).
- ◆ Создайте направляющую винтовую линию:  
МОДЕЛИРОВАНИЕ → СПИРАЛЬ

Центральная точка основания: **K1**  
Радиус основания: **Tв** (рис. 38)  
Радиус верхнего основания  $<10>$ : ↙  
Опция: высота витка  
Расстояние между витками: **2.5** ↙ шаг резьбы  
Опция: Конечная точка оси  
Конечная точка оси: **K2**

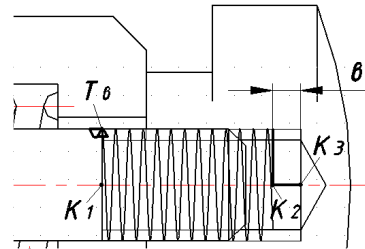


Рис. 39

### Шаг 4. Формируем впадины для наружной и внутренней резьбы

- ◆ Выполните сдвиг профилей вдоль спирали – моделируются впадины наружной и внутренней резьбы (рис. 40).

МОДЕЛИРОВАНИЕ → СДВИГ

Объекты для сдвига: профили Пн и Пв ↙  
Опция: выравнивание  
Опция: Нет  
Траектория сдвига: спираль

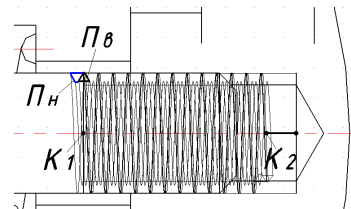


Рис. 40

### Шаг 5. Вычитаем впадины из соответствующих деталей.

- ◆ Включите слои Фиксатор, Гайка.
- ◆ Произведите вычитание впадины наружной резьбы (по профилю Пн) из модели фиксатора:  
МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫЧИТАНИЕ
- ◆ Произведите вычитание впадины внутренней резьбы (по профилю Пв) из модели гайки: МОДЕЛИРОВАНИЕ → ВЫЧИТАНИЕ

### Выполнение выреза четверти

- ◆ Включаем слои: Стакан, Фиксатор, Гайка, Пружина (другие слои выключить).  
Блокируем слои Фиксатор, Пружина (на этих деталях вырез не выполняют).
- ◆ Выполняем разрез вертикальной плоскостью (рис. 41).

РЕДАКТИРОВАТЬ → 3D ОПЕРАЦИИ → СЕЧЕНИЕ



Указать на цилиндр и гайку ↙

Начальная точка режущей плоскости  $<3 точки>$ : ↙

Первая точка на плоскости: **T1** (Квадрант)

Вторая точка на плоскости: **T2** (Середина)

Третья точка на плоскости: **T3** (Середина)

Укажите точку с нужной стороны  $<Обе>$ : ↙ – сохраняем обе стороны

- ◆ Выполняем разрез горизонтальной плоскостью (рис. 41).

РЕДАКТИРОВАТЬ → 3D ОПЕРАЦИИ → СЕЧЕНИЕ



Указать на: половины стакана и гайки ↙

Опция  $<3 точки>$ : ↙

3 точки плоскости: **T4** (Квадрант), **T5** (Середина), **T6** (Середина)

Опция  $<Обе>$ : ↙ – сохраняем обе стороны

- ◆ Удаляем четвертинки стакана и гайки (СТЕРЕТЬ) (рис. 42).

- ◆ Оставшиеся части стакана и гайки соответственно объединяем.

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ОБЪЕДИНЕНИЕ

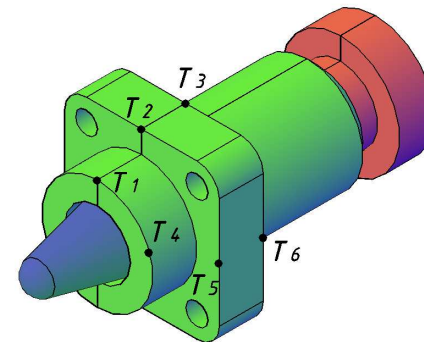


Рис. 41

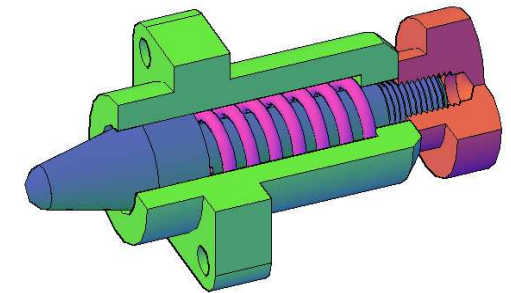


Рис. 42

## 9. СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ ПО 3D-ТЕХНОЛОГИИ

Загрузите файл: Задания для моделирования → Модель для чертежа.dwg.

**Задание.** Для представленной электронной модели детали (рис. 43) требуется:

1. Создать следующие ортогональные изображения: фронтальный разрез, вид сверху, на месте вида слева – соединение половины вида с половиной разреза.
2. Создать аксонометрическое изображение детали с вырезом.
3. Оформить чертеж детали: проставить размеры, вставить шаблон с основной надписью и т.д..

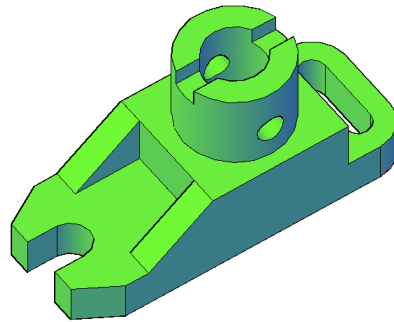



Рис. 43

Образец выполнения задания приведен на рис. 47.

### 9.1. ПОСТРОЕНИЕ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В данном примере ортогональные 2D-изображения получают с помощью команды СЕКУЩАЯ ПЛОСКОСТЬ . Плоские изображения генерируются как блоки в плоскости текущей ПСК. Если Секущая плоскость пересекает модель одним звеном, создается простой разрез (рис. 44). Если Секущая плоскость не пересекает модель, создается вид (рис. 45). Если одно звено Секущей плоскости расположено перед моделью, а второе ее пересекает, создается изображение, состоящее из вида и разреза (рис. 46).

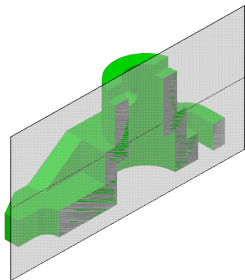


Рис. 44

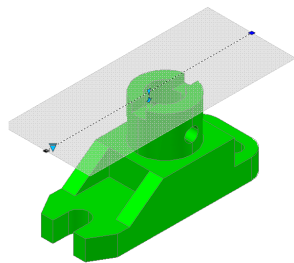


Рис. 45

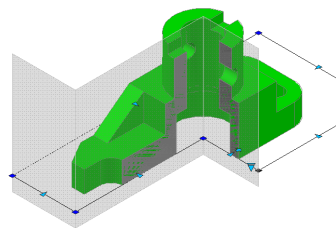


Рис. 46

Построение изображения осуществляют в три этапа:

- определяют положение секущей плоскости;
- настраивают параметры изображения;
- формируют изображения.

### Определение положения секущих плоскостей

- ◆ Задаем режимы объектной привязки: Конточка, Центр. Включаем следующие режимы: Орто, Объектная привязка, Вес.

- ◆ Установим текущим слой Сек.плоскость, система координат –МСК (мировая).

- ◆ Определяем секущую плоскость фронтального разреза (рис. 47):

МОДЕЛИРОВАНИЕ → СЕКУЩАЯ ПЛОСКОСТЬ

Опция: Ортогональное

Опция: Вперед.

При необходимости за среднюю треугольную ручку переместите плоскость.

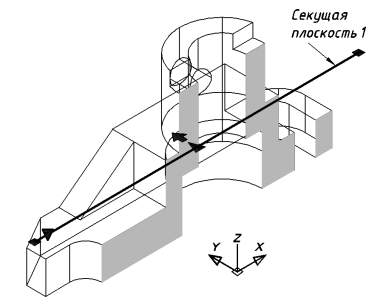


Рис. 47

- ◆ Определяем секущую плоскость для вида сверху (рис. 48):

МОДЕЛИРОВАНИЕ → СЕКУЩАЯ ПЛОСКОСТЬ

Опция: Ортогональное

Опция: вВЕРх

За среднюю треугольную ручку переместите плоскость вверх (рис. 49), чтобы она не пересекала модель (режим ОРТО включен).

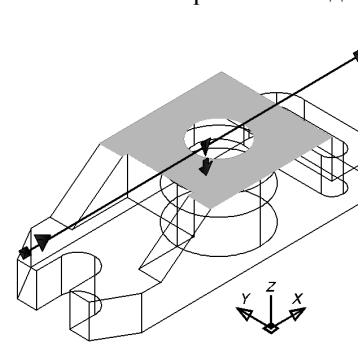


Рис. 48

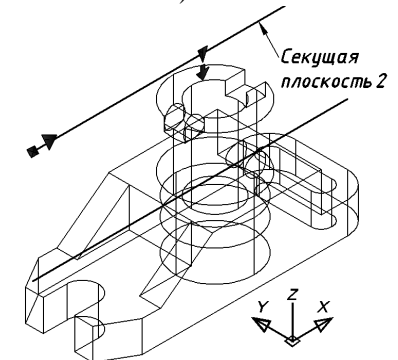


Рис. 49

- ◆ Определяем секущую плоскость для создания соединения вида с разрезом. Постройте вспомогательный контур (рис. 51), определяющий линию сечения (режим ОРТО включен).

РИСОВАНИЕ → ОТРЕЗОК: Т1(Центр) -Т2 ↵

РИСОВАНИЕ → ОТРЕЗОК: Т1-Т3-Т4 ↵

Создайте контур сечения 3 (рис. 52).

МОДЕЛИРОВАНИЕ → СЕКУЩАЯ ПЛОСКОСТЬ

Опция: Вычертить сечение

Указать: Т2-Т1-Т3-Т4 ↵ (Конточка)

Указать направление взгляда: А

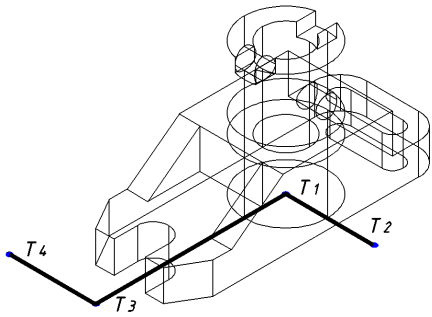


Рис. 50

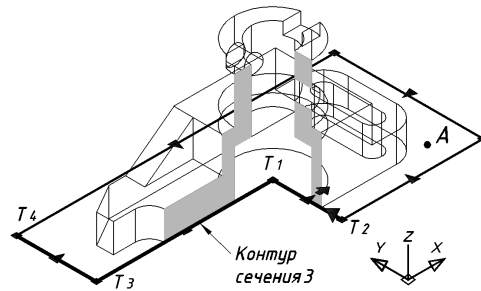


Рис. 51

### Настройка параметров изображений

Укажите на линию Секущая плоскость 1 (подсветятся ручки).  
 Нажмите правую кнопку мыши и выберите в открывшемся контекстном меню:  
 Параметры псевдореза → Параметры блоков 2D разрезов/фасадов  
 В диалоговом окне настройте следующие параметры (рис.52):

**Контур пересечения**

Слой: **Контур**

**Закраска пересечения**

Штриховка грани: Выбрать тип образца штриховки → Из линий → ОК  
 Угол: **45**

Интервал: **2**

Цвет: **По слою**

Слой: **Штриховка**

**Фоновые линии**

Показать: **Да**

Скрытие линий: **Нет**

Слой: **Контур**

**Геометрия разреза**

Показать: **Нет**

Скрытие линий: **Нет**

**Касательные к кривой линии**

Показать: **Нет**

Отнести параметры ко всем объектам разрезов

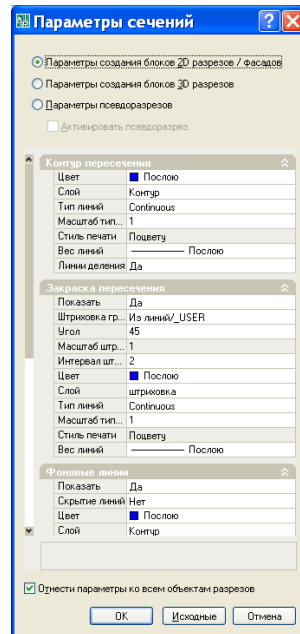


Рис. 52

### Формирование изображений

- ◆ Создаем изображение фронтального разреза (рис. 53, 54).  
 Укажите на линию Секущая плоскость1 (подсветятся ручки).

Нажмите правую кнопку мыши и выберите:  
 Создать 2D/3D → Сечение 2D разрез/фасад → Создать:  
 Точка вставки: указать произвольно на экране  
 Масштаб по оси X <I>: ↴  
 Масштаб по оси Y <I>: ↴  
 Угол поворота <0>: ↴

- ◆ Создаем изображение вида сверху.  
 Укажите на линию Секущая плоскость 2 и т.д..
- ◆ Создаем изображение на месте вида слева.  
 Укажите на линии Контур сечения 3 и т.д..

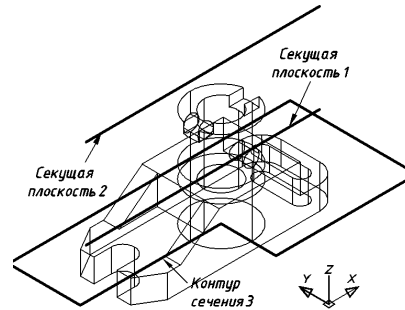


Рис. 53

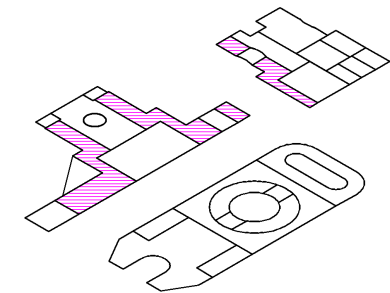


Рис. 54

- ◆ Оформляем изображения (рис.56).  
 Изображения расположите в проекционной связи.  
 Расчлените блоки изображений.  
 Постройте осевые и центровые линии.  
 На виде слева:

- удалите контурную линию на соединении вида с разрезом;
- выполните зеркальное отображение;
- отредактируйте штриховку;
- нанесите обозначение профильного разреза.

Далее следует проставить размеры, вставить чертеж в шаблон и др. (рис.57).

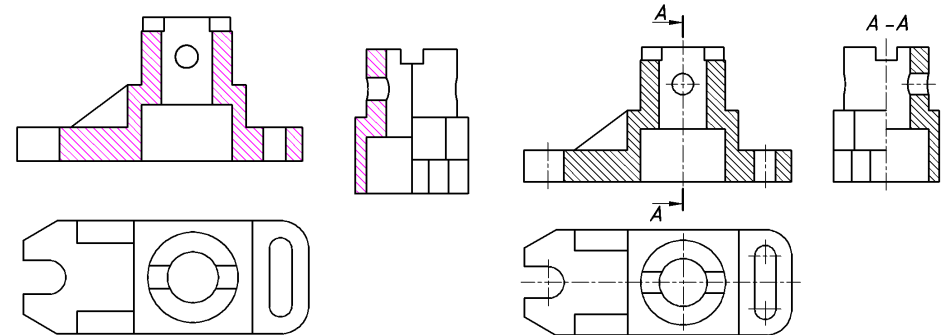


Рис. 55

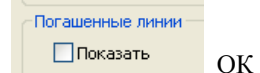
Рис. 56



- ◆ Получаем плоское аксонометрическое изображение в виде блока (включена МСК) (рис.59).

МОДЕЛИРОВАНИЕ → ПЛОСКИЙ СНИМОК

Выключите невидимые линии:



Точка вставки: указать на экране

Масштаб по оси X <1>: ↴

Масштаб по оси Y <1>: ↴

Угол поворота <0>: ↴

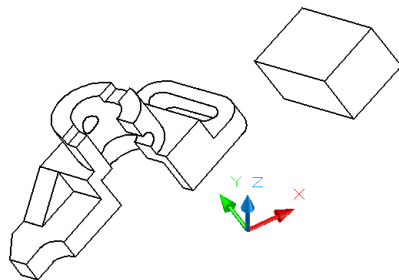


Рис. 59

- ◆ Оформляем изображение аксонометрии (рис. 60).

Установите вид сверху.

Расчленив блок аксонометрии.

Придайте толщину линиям (перенесите линии в слой Контур).

На основе вспомогательного куба определите параметры штриховки и выполните ее на аксонометрии.

Постройте осевые линии.

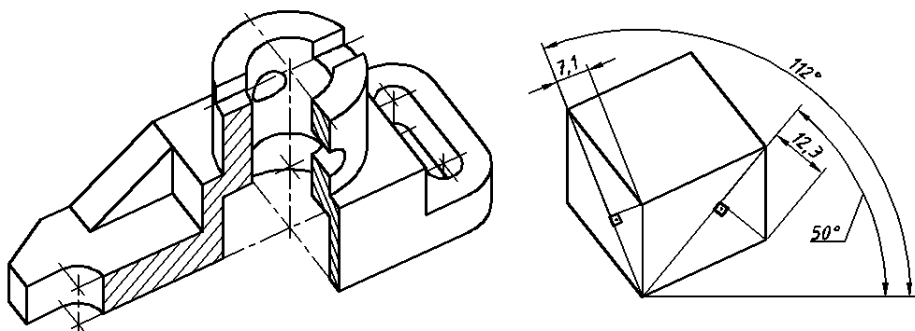


Рис. 60

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. AutoCAD 2012. Руководство пользователя.
2. Инженерная 3D-компьютерная графика: учеб. для вузов/А.Л. Хейфец [и др.] – М.: Изд-во Юрайт, 2012
3. 3D-технология построения чертежа. AutoCAD: учеб. для вузов/А.Л. Хейфец [и др.] -СПб.: БХВ-Петербург, 2005
4. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учеб. для вузов/ В.С. Левицкий - М.: Высш. шк., 2003.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Системы координат и плоскость построения.....	3
2. Видовые экраны.....	4
3. Типы трехмерных моделей.....	5
4. Инструменты построения тел в системе <i>AutoCAD</i> .....	6
5. Создание твердотельной модели детали по аксонометрическому чертежу.....	10
6. Создание твердотельных моделей деталей по заданным проекциям	13
7. Построение твердотельной модели шестигранной гайки.....	19
8. Моделирование сборочной единицы «Фиксатор».....	21
9. Создание чертежа детали по 3D-технологии.....	29
9.1. Построение ортогональных изображений.....	29
9.2. Создание аксонометрического изображения.....	34
Список литературы.....	36