

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

## КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

*Рекомендовано в качестве лабораторного практикума  
Редакционно-издательским советом  
Томского политехнического университета*

*Составители:*

**Н.А. Антипина, Ю.Ю. Будницкая, С.П. Буркова,  
Г.Ф. Винокурова, Р.Г. Долотова, О.А. Куликова**

Издательство  
Томского политехнического университета  
Томск 2011

УДК 681.327.1  
К63

К63

**Компьютерное проектирование:** методическое пособие по компьютерному моделированию в САПР AutoCAD / сост. Н.А. Антипина, Ю.Ю. Будницкая, С.П. Буркова, Г.Ф. Винокурова, Р.Г. Долотова, О.А. Куликова; Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2011. – 79 с.

Задача данного пособия – научить использовать программу AutoCAD для создания сложных чертежей различных механизмов и других объектов. Студенты изучают AutoCAD в процессе выполнения чертежей, что позволяет получить необходимую практику применения программы. Изучив пособие, пользователь AutoCAD научится создавать и редактировать геометрические объекты, вводить текст, указывать размеры в чертежах и т.д.

Изложение AutoCAD в пособии максимально упрощено и конкретизировано, пошаговая подробная подача материала понятна даже для начинающих пользователей.

Методическое пособие подготовлено на кафедре начертательной геометрии и графики ТПУ.

**УДК 681.327.1**

*Рецензенты*

Доктор технических наук, профессор ТУСУРа  
*Б.А. Люшкин*

Кандидат технических наук, доцент ТГАСУ  
*В.Н. Околичный*

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2011  
© Антипина Н.А., Будницкая Ю.Ю.,  
Буркова С.П., Винокурова Г.Ф.,  
Долотова Р.Г., О.А. Куликова, 2011  
© Обложка. Изд-во Томского  
политехнического университета, 2011

## Введение

В настоящее время для повышения производительности труда и качества выполнения чертежей многие конструкторы, проектировщики и архитекторы переходят к компьютерным системам автоматизированного проектирования (САПР), а предприятия и фирмы-работодатели ориентируются на компьютерные методы построения чертежей. Особое место среди пакетов САПР занимает продукт фирмы Autodesk – **AutoCAD** (*Automated Computer Aided Drafting and Design* – Автоматизированное компьютерное черчение и проектирование). AutoCAD наиболее распространенный в мире и доступный пакет САПР, он предназначен в первую очередь для создания чертежей и выпуска с его помощью проектной документации самых различных отраслей.

### Цели и задачи учебной дисциплины в инженерной деятельности

Задачей изучения курса является получение основных навыков работы с компьютерной системой автоматизированного проектирования AutoCAD и изучение основ применения двухмерной и трёхмерной графики в проектировании.

Курс опирается на знания, полученные студентами при изучении курса «Инженерная графика» и курса «Информатика» за предшествующие семестры обучения.

В результате изучения курса студенты должны знать основы двухмерного черчения, трёхмерного твердотельного моделирования, уметь выполнять и редактировать чертежи в САПР AutoCAD.

## ГЛАВА 1

### ВВЕДЕНИЕ В AUTOCAD

#### Средства создания и редактирования изображений

Целью данного раздела является знакомство с возможностями САПР AutoCAD по созданию и редактированию двухмерного чертежа на плоскости.

#### 1.1. Начало работы

**Цель работы.** Целью данного раздела является знакомство с возможностями САПР AutoCAD по созданию и редактированию двухмерного чертежа на плоскости.

**В результате выполнения работы будут освоены операции по:**

- Созданию и редактированию простых примитивов AutoCAD: отрезка; дуги, круга, сопряжения; плоской фигуры; штриховки.
- Заполнению основной надписи.

#### Создание чертежа

При выполнении данной лабораторной работы будет создан чертеж, состоящий из четырех четвертей (рис. 1.1).

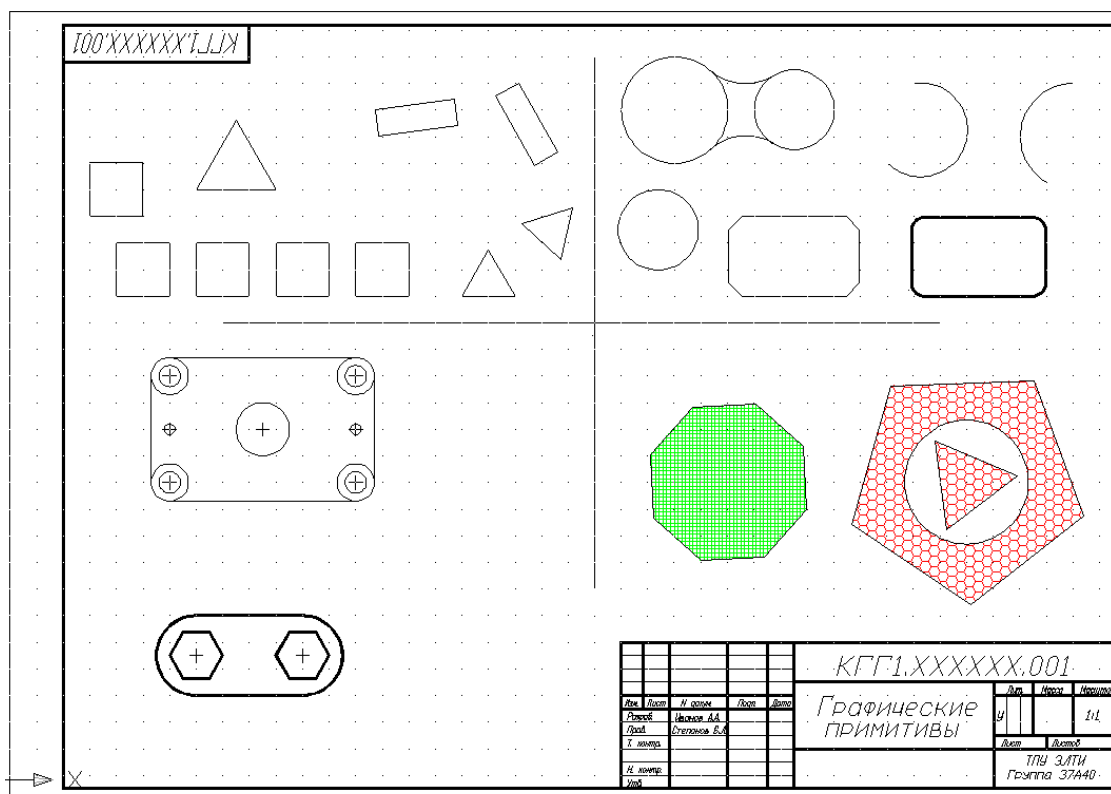


Рис. 1.1. Пример выполненной работы

## Общие методические указания

- Откройте шаблон формата А3.
- Изменение ввода координат производим путем нажатия клавиши **ДИН** правой кнопкой мыши и функции Настройка...
- В открывшемся диалоговом окне **Режимы рисования** выберите вкладку **Динамический ввод** → (1) (рис.1.2). Затем нажмите клавишу **Настройка** →(2). В поле **Формат** выберите **Относительные координаты** →(3).

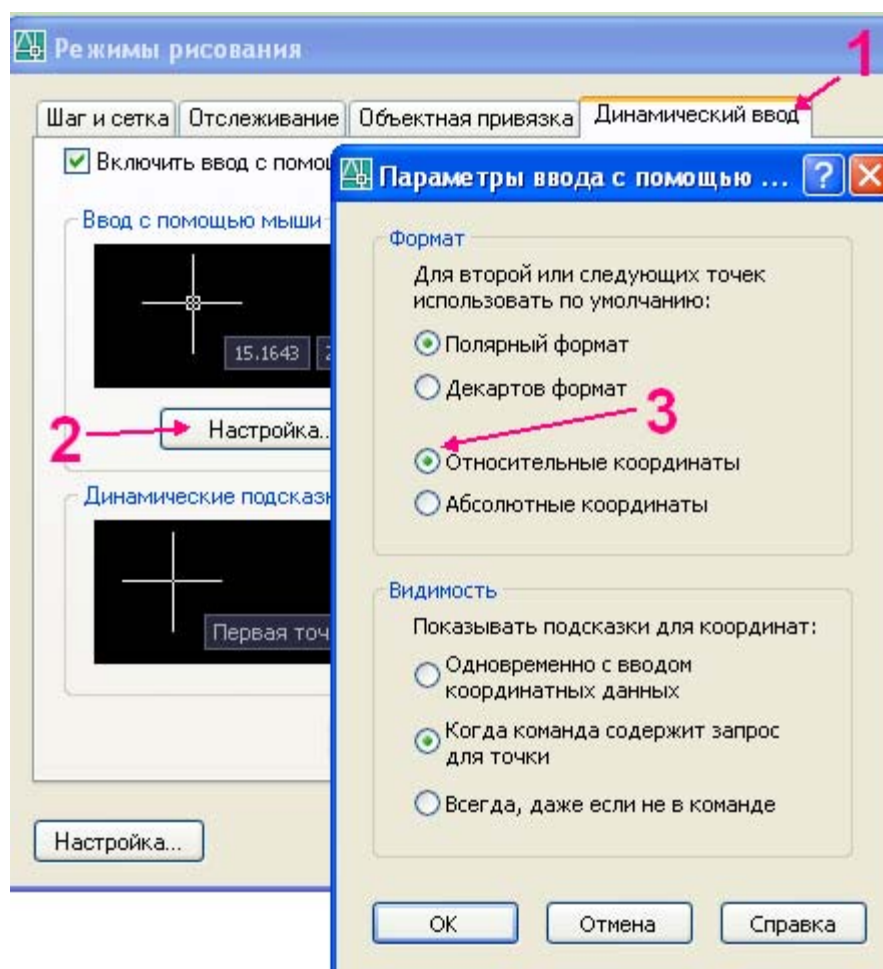


Рис. 1.2. Окно **Режимы рисования**

- Разделите поле чертежа на четыре части. Ввод координат осуществляется в окнах **Динамического ввода**.



Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: 220,280

Следующая точка или: 0,-200

[Enter]

[Enter]

Первая точка:	220	280
Следующая точка или	0	-200



Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка:

**80,180**


**[Enter]**

Следующая точка или:

**270,0**

**[Enter]**



Увеличьте левую верхнюю часть чертежа, используя опцию **Зумирование** или пиктограмму  (см. рис.1.3).

Первый угол рамки

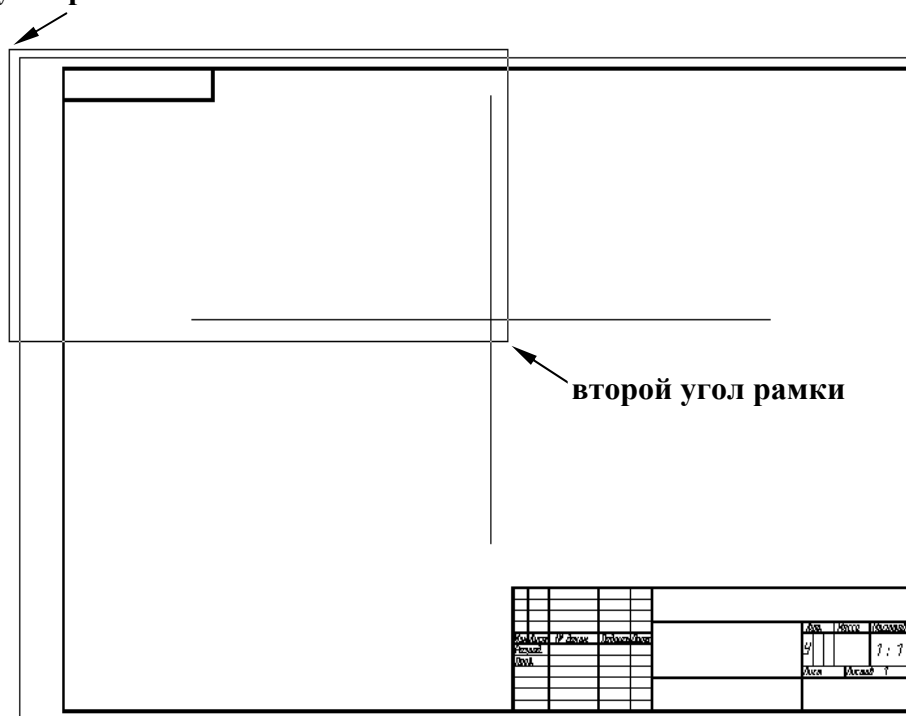
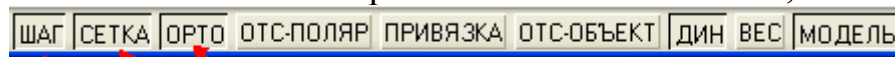


Рис. 1.3. Выбор рамки в команде **ПОКАЗАТЬ**

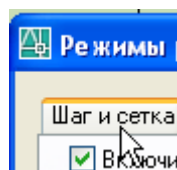
## 1.2. Создание первой части чертежа

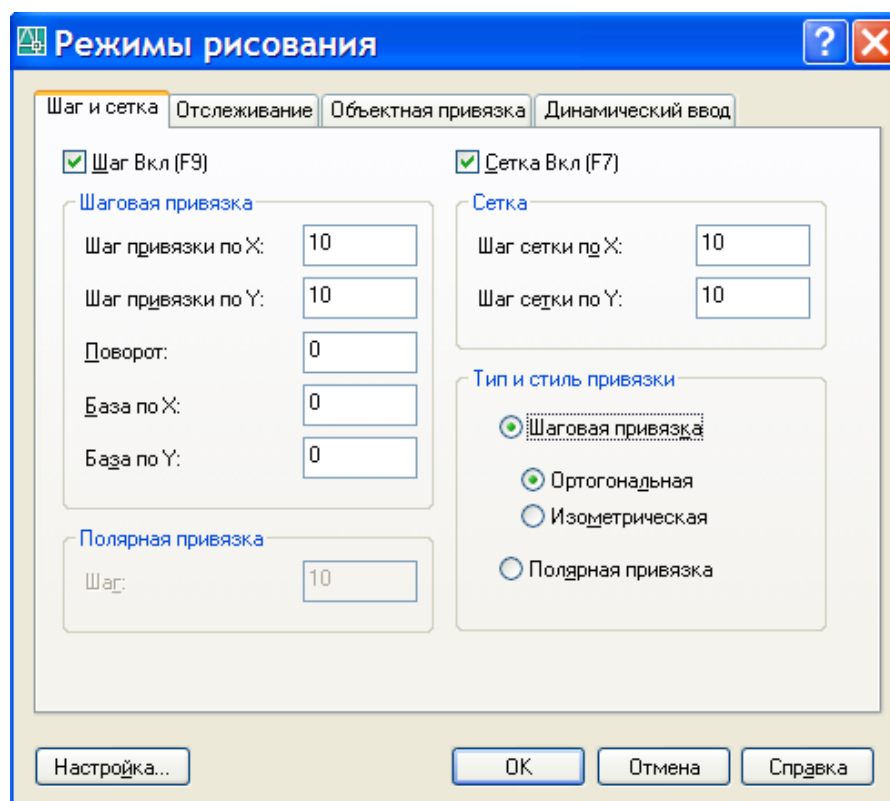


В нижней части экрана включите **СЕТКА**, **ШАГ** и **ОРТО**



Вызвав окно «**Режимы рисования**», нажатием правой кнопки мыши по **ДИН** и **Настройка..** выберите вкладку **Шаг и сетка** и настройте параметры как показано на рис. 1.4.




 Рис. 1.4. Диалоговое окно **Режимы рисования**, вкладка **Шаг и сетка**

## ПЕРВЫЙ КВАДРАТ



Используя *абсолютный способ задания координат*, отключив кнопку **ДИН**, постройте первый квадрат со сторонами 20 мм, *вводя координаты точек в командной строке*.



Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: 40,190 [Enter]  
 Следующая точка или [Отменить]: 40,210 [Enter]  
 Следующая точка или [Отменить]: 60,210 [Enter]  
 Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]: 60,190 [Enter]  
 Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]: Замкнуть [Enter]

## ВТОРОЙ КВАДРАТ



Второй квадрат постройте, используя способ *относительных декартовых координат*, с использованием функции *динамического ввода* (включив кнопку **ДИН**), координаты вводятся в графическом экране.





Команда: **ОТРЕЗОК**



Первая точка:	100,190	[Enter]
Следующая точка или:	0,20	[Enter]
Следующая точка или:	20,0	[Enter]
Следующая точка или:	0,-20	[Enter]
Следующая точка или:	Замкнуть	[Enter]

### ТРЕТИЙ КВАДРАТ


 Переустановите в настройках динамического ввода  в диалоговом окне **Параметры ввода с ...** в поле «**Формат**» координаты с **относительных** на **абсолютные**



Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка:	70,190	[Enter]
Следующая точка или:	70,210	[Enter]
Следующая точка или:	90,210	[Enter]
Следующая точка или:	90,190	[Enter]
Следующая точка или:	Замкнуть	[Enter]

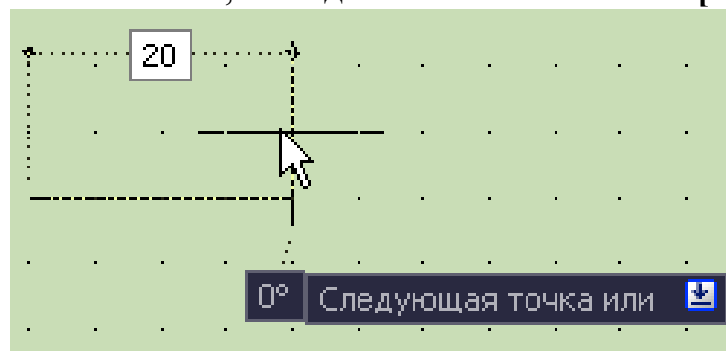
### ЧЕТВЕРТЫЙ КВАДРАТ

 Четвертый квадрат начертите с использованием **метода задания «направления-расстояния»**.



Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: 130,190 [Enter]  
 Следующая точка или: Установите курсор так, чтобы на экране появилась горизонтальная линия, и введите значение 20 [Enter]



Следующая точка или: Установите курсор так, чтобы на экране появилась вертикальная линия, и введите значение 20 [Enter]

Следующая точка или: Установите курсор так, чтобы на экране появилась горизонтальная линия, и введите значение 20 [Enter]

Следующая точка или: Замкнуть [Enter]



## РАВНОСТОРОННИЙ ТРЕУГОЛЬНИК №1

Равносторонний треугольник начертите с использованием способа **относительных полярных координат**.

Отключите режимы **ШАГ** и **ОРТО**. Измените настройки Динамического ввода **ДИН** на **Полярный формат** и **Относительные координаты**.



Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **170,190** [Enter]

Следующая точка или: **20<60** [Enter]

Следующая точка или: **20<-60** [Enter]

Следующая точка или: **Замкнуть** [Enter]

Переключение на угол осуществляется с помощью клавиатуры (нажимаем кнопку **Shift**, затем, не отпуская ее, нажимаем кнопку <)

## РАВНОТОРОННИЙ ТРЕУГОЛЬНИК №2

Постройте равносторонний треугольник, каждая сторона которого равна 30мм при помощи **режима ОТС-ПОЛЯР** (полярное отслеживание).

Включите режим **ОТС-ПОЛЯР**. Отключите режимы **ШАГ**, **ОРТО**, **ПРИВЯЗКА** и **ОТС-ОБЪЕКТ**.

Вызвав окно «**Режимы рисования**», нажатием правой кнопки мыши по **ДИН** и **Настройка..** выберите вкладку **Отслеживание** и настройте параметры как показано на рис. 1.5.

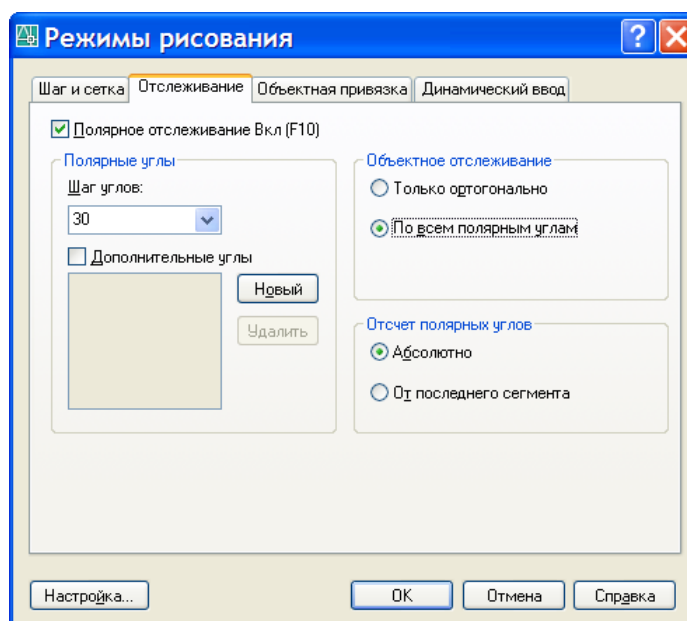


Рис. 1.5. Диалоговое окно **Режимы рисования**, вкладка **Отслеживание**



Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **70,230** [Enter]

Следующая точка или: Установите курсор так, чтобы появилась горизонтальная линия, и сообщение, рис. 1.6.

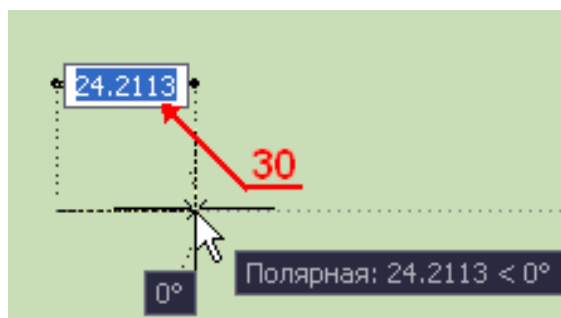


Рис. 1.6. Ввод полярных координат

В окно динамического ввода задайте **30** [Enter]

Перемещая курсор влево вверх рис.1.7 до появления значения **120°**.

Введите **30** [Enter]

Замкнуть [Enter]

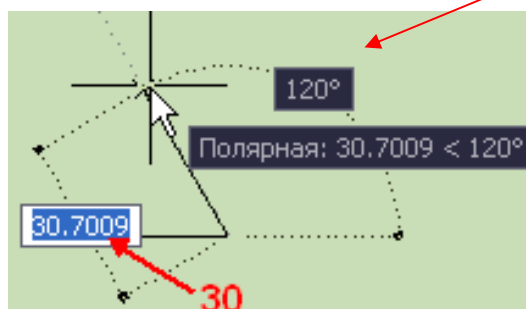


Рис. 1.7. Построение второй стороны треугольника

## ПРЯМОУГОЛЬНИК №1

- Включите режим **ШАГ** и **ОТС-ПОЛЯР**. В диалоговом окне **Режимы рисования** на вкладке **Шаг и сетка** сделайте установки как на рис. 1.8.

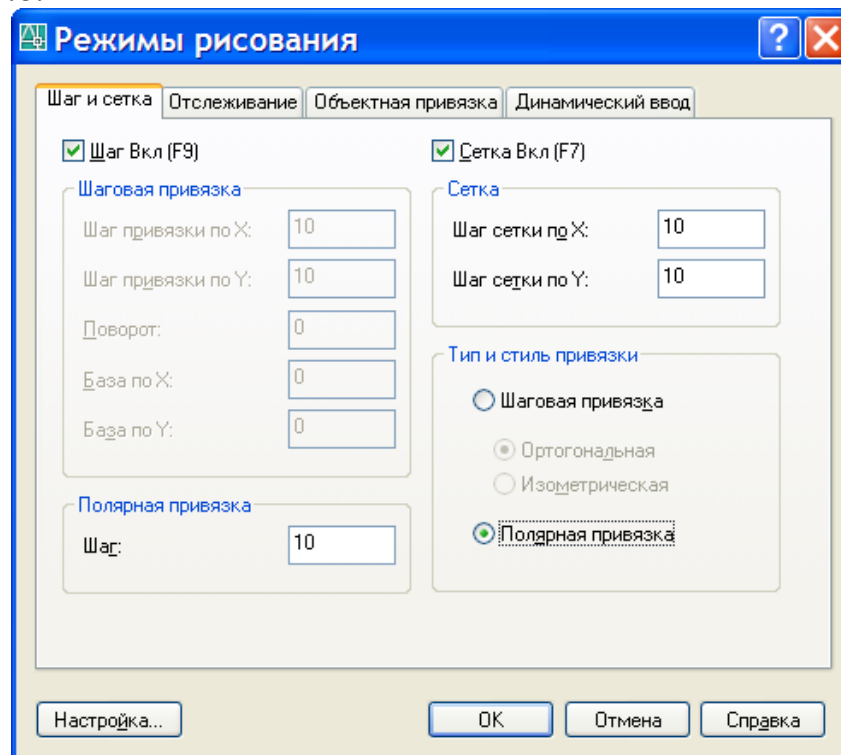


Рис. 1.8. Диалоговое окно **Режимы рисования**, вкладка **Шаг и сетка**



Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **110,235 [Enter]**

Следующая точка или: Укажите при помощи мыши точку 2 как на рисунке 1.9. Постройте точки 3,4.

Замкнуть **[Enter]**

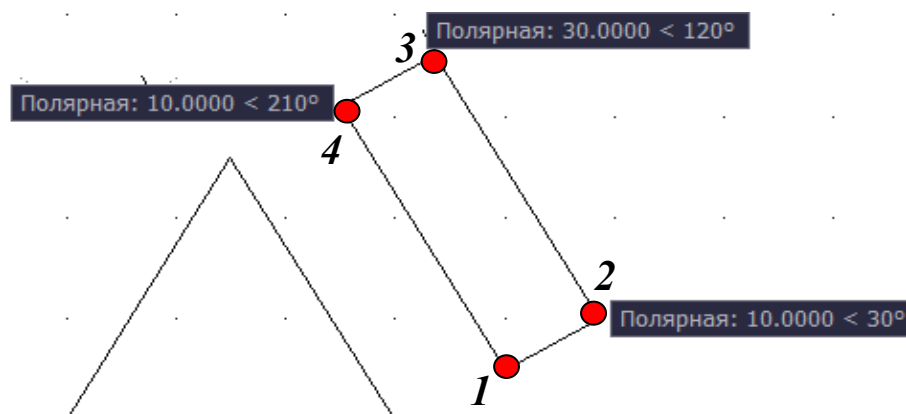


Рис. 1.9. Построение прямоугольника с использованием режимов **Полярная привязка** и **Полярное отслеживание**

- Повторите построения для второго прямоугольника, задав начальную точку координатами **130, 245**.
- В результате выполненных построений вы получите чертеж, приведенный на рис. 1.10.

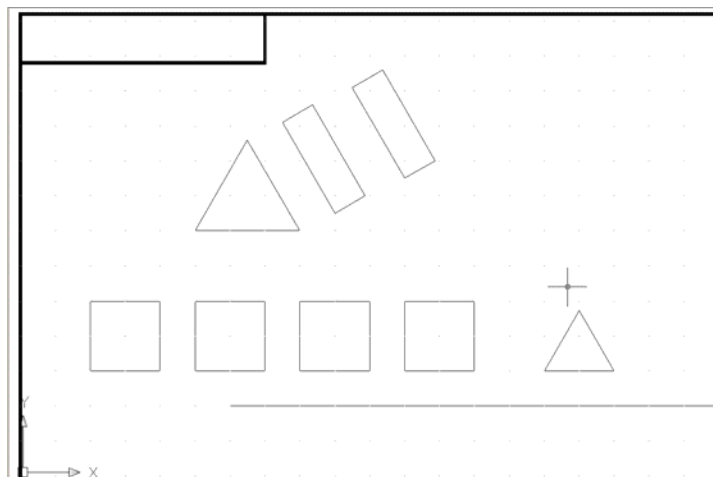


Рис. 1.10. Результат выполненных построений

### 1.3. Редактирование и выбор объектов

- Отключите режим **ОТС-ПОЛЯР**.
- Команда **КОПИРОВАТЬ** (меню «Редакт» ⇒ «Копировать»).

Команда: **КОПИРОВАТЬ**

*Выберите* все стороны первого левого квадрата. **[Enter]**

*Базовая точка или:* Укажите левый нижний угол или вершину квадрата, рис. 1.11.

*Вторая точка или <считать перемещением первую точку>:*

Укажите вторую точку **[Enter]**

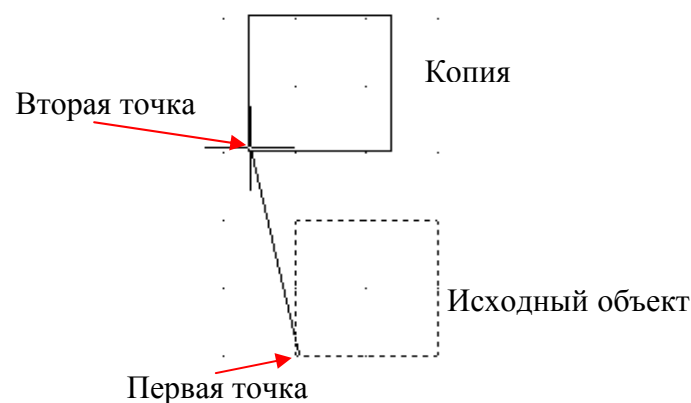




Рис. 1.11. Копирование изображения

☞ Если нужно создать несколько копий, то после запроса: *Укажите вторую точку, следует указать точку, где будет располагаться следующая копия. Для окончания команды необходимо нажать клавишу [Enter].*

💻 Команда  **ЗЕРКАЛО** (меню «Редакт»⇒ «Зеркало»).

Постройте зеркальное отображение треугольника.

 Команда: **ЗЕРКАЛО**

*Выберите объекты:* Выделите объект при помощи рамки. [Enter]

*Первая точка оси отражения:* Укажите первую точку оси отражения как на рис. 1.12 и щелкнув левой кнопкой мыши.

*Вторая точка оси отражения:* Укажите вторую точку, щелкнув левой кнопкой мыши.

*Удалить исходные объекты?:* Н [Enter]

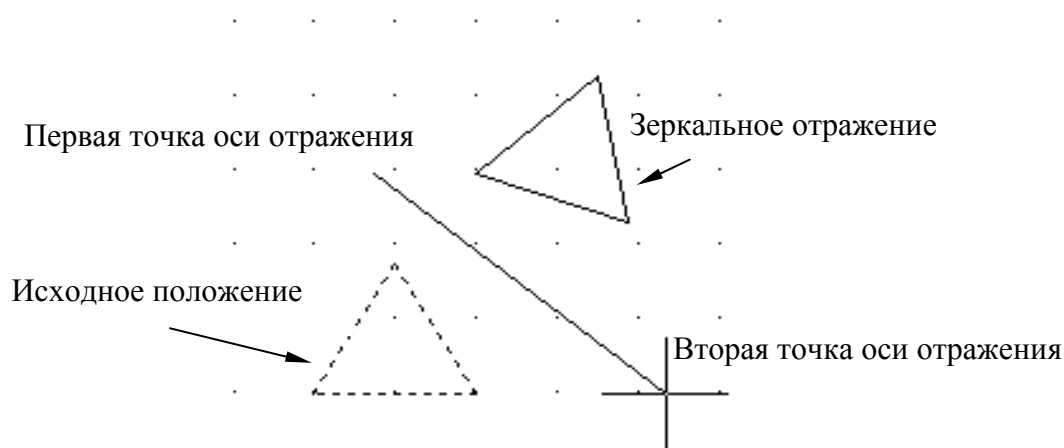



Рис. 1.12. Зеркальное отображение объектов

💻 Команда  **ПОВЕРНУТЬ** (меню «Редакт»⇒ «Повернуть»).

Выполните поворот одного из прямоугольников вокруг вершины.

 Команда: **ПОВЕРНУТЬ**

*Выберите объекты:* выберите объект с помощью рамки [Enter]

*Базовая точка:* Укажите один из углов прямоугольника, см. рис. 1.13.

*Угол поворота или:* Укажите угол вводом с клавиатуры или с помощью мыши укажите точку на экране.

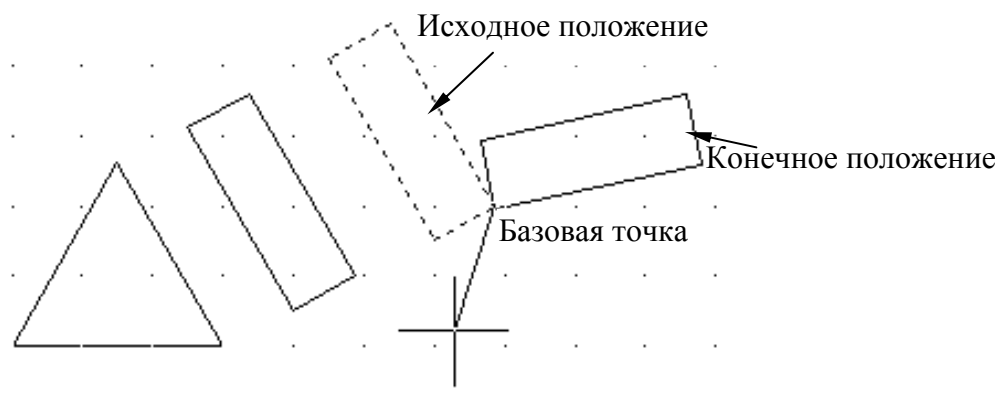


Рис. 1.13. Поворот объектов

- Команда **ПЕРЕНЕСТИ**.  
Самостоятельно перенесите прямоугольник или другой объект с помощью команды **ПЕРЕНЕСТИ** на произвольное расстояние. Запросы и действия этой команды похожи на запросы и действия команды **КОПИРОВАТЬ**.
- Если на чертеже необходимо **удалить** какой-то объект, то нужно выбрать этот объект и нажать клавишу [**Delete**] или кнопку **Стереть** панели инструментов «**Редактирование**». В результате отмеченный объект будет удален.

## 1.4. Создание второй части чертежа

- Выполните команду **Показать все** .
- Увеличьте при помощи команды **Зумирование рамкой** верхнюю правую часть чертежа.

### ПОСТРОЕНИЕ ОКРУЖНОСТЕЙ


- Постройте окружность, задав координаты центра и указав радиус. Команда **КРУГ** (меню «**Рисование**»⇒ «**Круг**»⇒«**Центр, радиус**»).
- Команда: **КРУГ**  
Центр круга или: **250,260 [Enter]**  
Радиус круга или: **20 [Enter]**



Постройте окружность диаметром 30 мм по двум точкам.

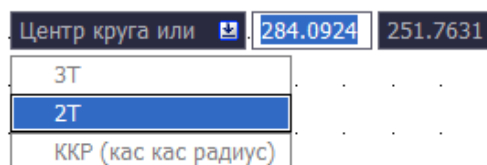


Команда: **КРУГ**

Воспользовавшись клавишей  в окне динамического ввода, для этого нужно нажать на клавиатуре клавишу стрелки [↓] и выбрать опцию **2Т**

Первая конечная точка диаметра круга: **310,260 [Enter]**

Вторая конечная точка диаметра круга: Установите курсор таким образом, чтобы обе точки лежали на одной горизонтальной прямой (при этом на экране будет видна подсказка с указанием угла  $180^\circ$ ) и введите значение расстояния (диаметра) **30 [Enter]**



Ниже построенных окружностей постройте самостоятельно окружность по трем точкам. Точки укажите произвольно при помощи мыши.

## ПОСТРОЕНИЕ ДУГ



Постройте дугу по трем точкам.

Для ввода абсолютных координат измените, настройки динамического ввода на **Декартов формат** и **Абсолютные координаты**, как это делали раньше.



Команда: **ДУГА** (меню «Рисование» ⇒ «Дуга» ⇒ «Три точки»)

Начальная точка дуги или: **340,270 [Enter]**

Вторая точка дуги или: **360,250 [Enter]**

Конечная точка дуги: **330,240 [Enter]**

Постойте еще одну дугу, задав ее **Начало, центр, угол**.



Команда: **ДУГА**

Начальная точка дуги или: **400,270 [Enter]**

Центр дуги: **400,250 [Enter]**

Центральный угол: **150 [Enter]**



Остальные опции построения окружностей и дуг рассмотрите самостоятельно.



Выполните сопряжение построенных окружностей диаметром 40 и 30мм, радиусом сопряжения 20мм.



Команда: **СОПРЯЖЕНИЕ** (меню «Редакт» ⇒ «Сопряжение»)


Выберите первый объект или: **Радиус [Enter]**

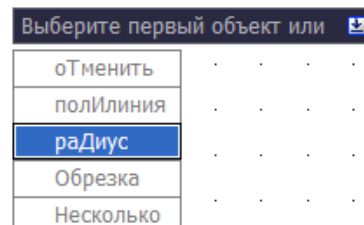


Радиус сопряжения <0.0000>: **20 [Enter]**


Выберите первый объект или: Укажите при помощи мыши первую окружность диаметром 40мм

Выберите второй объект: Укажите при помощи мыши вторую окружность диаметром 30мм.

☞ Опцию **Радиус** можно задать вводом с клавиатуры, из контекстного меню или воспользовавшись кнопкой  в окне динамического ввода.




## ПОСТРОЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНИКОВ

 На свободном поле чертежа постройте два произвольных прямоугольника.

 Команда **ПРЯМОУГОЛЬНИК**

Первый угол или: Укажите, щелкнув левой кнопкой мыши первый угол

Второй угол или: Укажите второй угол

 Измените толщину линий одного из прямоугольников. Для этого выберите в меню «Редакт» ⇒ «Объекты» ⇒ «Полилиния».

Выберите полилинию или: Укажите при помощи мыши на один из прямоугольников

Задайте опцию: Из списка опций выберите опцию **Ширина**

Новая ширина для всех сегментов: **0.8 [Enter]**


Задайте опцию: **[Enter]**


☞ Изменить толщину линий прямоугольника можно также, используя контекстное меню. Для этого нужно выбрать (выделить) прямоугольник, толщину которого вы хотите изменить, и щелчком по правой кнопке мыши вызвать контекстное меню. В вызванном контекстном меню нужно выбрать пункт «Редактирование полилинии». Далее система AutoCAD выдаст запрос:

Задайте опцию: **Ширина**

Новая ширина для всех сегментов: **0.8 [Enter]**

Задайте опцию: **[Enter]**

 У одного прямоугольника снимите фаски, у другого выполните скругление углов.

 Команда: **ФАСКА**

Выберите первый отрезок или: **Длина [Enter]**

Первая длина фаски <0.0000>: **5 [Enter]**

Вторая длина фаски <5.0000>: **[Enter]**

Выберите первый отрезок или: **Полилиния [Enter]**

Выберите 2М полилинию: Укажите курсором на первый прямоугольник.

Скругление углов прямоугольника выполните командой **СОПРЯЖЕНИЕ**.

Команда: **СОПРЯЖЕНИЕ**

Выберите первый объект или: **Радиус** [Enter]

Радиус сопряжения <20.0000>: **5** [Enter]

Выберите первый объект или: **Полилиния** [Enter]

Выберите 2М полилинию: Укажите второй прямоугольник.

На этом выполнение построенный второй части чертежа будет закончено, полученный чертеж приведен на рис. 1.14.

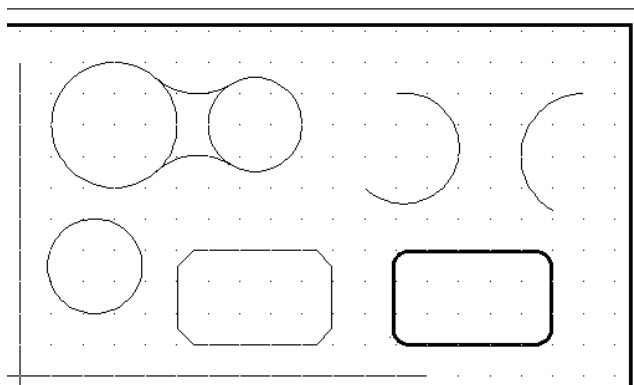


Рис.1. 14. Вторая часть чертежа

## 1.5. Создание третьей части чертежа

Увеличьте при помощи команды **Зумирование рамкой** нижнюю левую часть чертежа.

Выведите на экран панель инструментов «**Объектная привязка**». Для этого наведите указатель мыши на любую панель инструментов и щелчком правой кнопки мыши вызовите контекстное меню работы с панелями (рис. 1.15). Из появившегося контекстного меню, вызовите панель «**Объектная привязка**» на экран. Установите указатель мыши на верхней кромке 1 (см. рис.1.16) появившейся панели «**Объектная привязка**», нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее нажатой, перетащите панель под левую часть панели «**Слои**» (она занимает второй ряд панелей инструментов в верхней части экрана). Отпустите кнопку мыши. Панель «прилепится» снизу к панели «**Слои**».

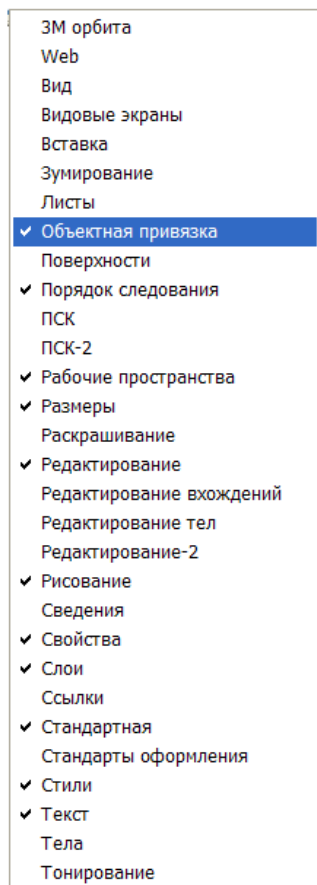


Рис. 1.15. Контекстное меню работы с панелями

Рис. 1.16. Панель **Объектная привязка**

## ПОСТРОЕНИЕ ПЛОСКОЙ ФИГУРЫ

Выполните при помощи команды **КРУГ** построение четырех окружностей радиусом 7мм с центрами в точках (60,160), (60,120), (130,160), (130,120).

Повторный вызов команды **КРУГ** для построения 2, 3 и 4 окружности можно осуществлять, нажатием клавиши [Enter].

Начертите четыре отрезка, соединяющих построенные окружности, используя режим объектной привязки **Квадрант** (рис. 1. 17).

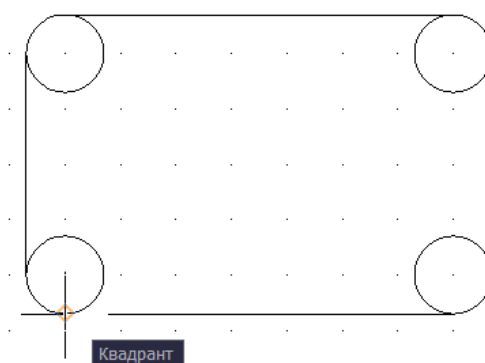


Рис. 1.17. Построение плоской фигуры

Команда **ОТРЕЗОК**.

**Первая точка:** Выберите из панели *Объектной привязки* режим **Квадрант** . Подведите курсор к левой нижней окружности, при этом на экране появится желтый маркер в виде ромба и подсказка "Квадрант". Щелчком левой кнопки мыши зафиксируйте первую точку отрезка на окружности.

**Следующая точка или:** Режим **Квадрант**. Подведите курсор к правой нижней окружности, при этом на экране, как и в первом случае, появится желтый маркер в виде ромба и подсказка «Квадрант». Зафиксируйте вторую точку отрезка на окружности. [Enter]

Аналогично постройте оставшиеся три отрезка.

Нажмите кнопку **ПРИВЯЗКА**.

В диалоговом окне **Режимы рисования** на вкладке **Объектная привязка** сделайте установки как на рис. 1.18.

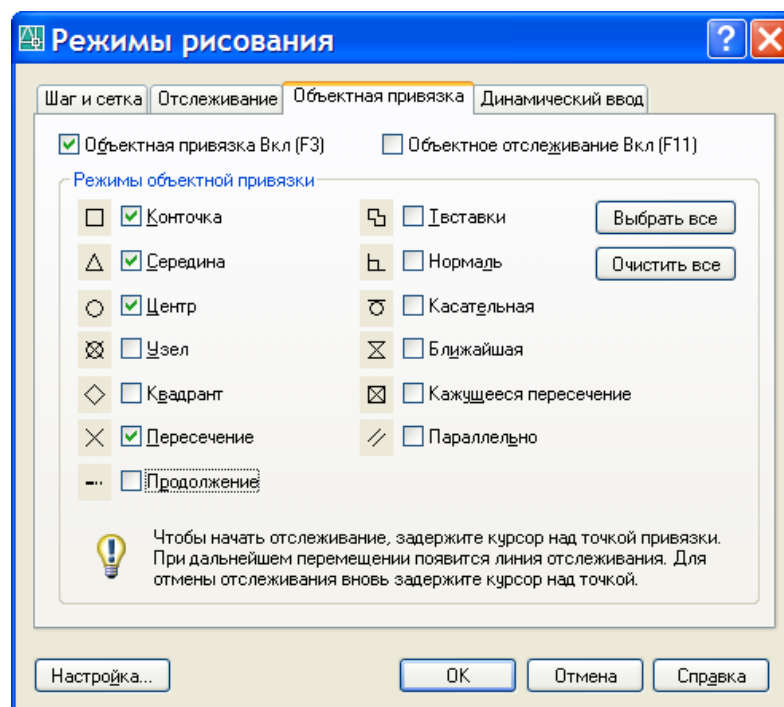


Рис. 1.18. Диалоговое окно **Режимы рисования**,  
вкладка **Объектная привязка**

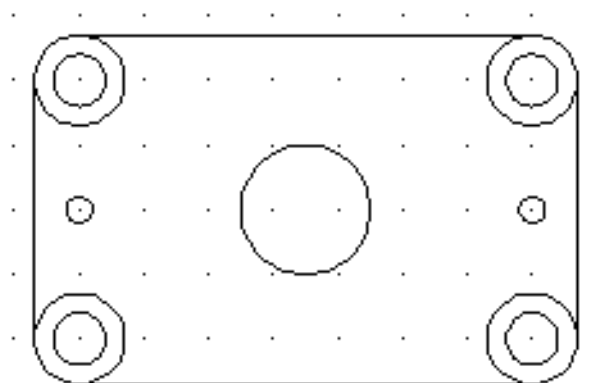


Рис. 1.19. Изображение плоской фигуры

Постройте четыре окружности радиусом 4мм (рис. 1.19) внутри окружностей радиусом 7мм.

**Команда: КРУГ**

**Центр круга или:** Подведите курсор к центру окружности радиусом 7мм, появится желтый маркер в виде круга и подсказка «Центр». Зафиксируйте центр щелчком мыши.

**Радиус круга или:** **4 [Enter]**

Аналогично постройте оставшиеся три окружности.

Убедитесь, что активны режимы **ПРИВЯЗКА** и **ОТС-ОБЪЕКТ**. Создайте окружность в центре детали радиусом 10мм и две окружности по бокам детали радиусом 2 мм (см. рис. 1.20).

**Команда: КРУГ**

**Центр круга или:** Наведите курсор на середину верхнего горизонтального отрезка и задержите его, чтобы назначить данную точку исходной, при этом появится желтый треугольник и подсказка «Середина». Затем от исходной точки переместите курсор на середину правого вертикального отрезка, так чтобы появился желтый треугольник и подсказка «Середина». После этого перемещайте курсор влево до пересечения вертикальной и горизонтальной линии отслеживания, при этом появится подсказка и крестик в точке пересечения как на рисунке 34. Зафиксируйте центр щелчком мыши.

**Радиус круга или: 10 [Enter]**

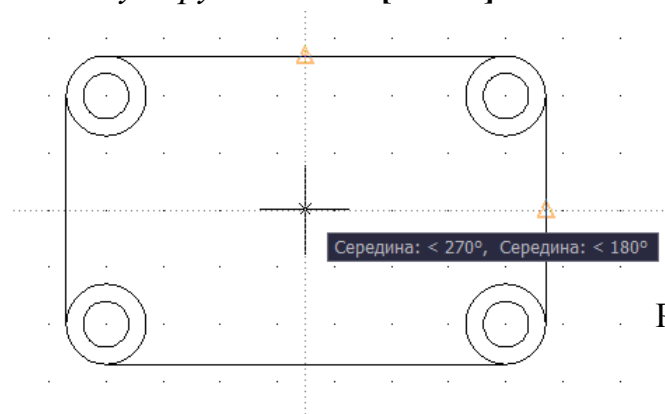


Рис. 1.20. Использование режима объектного отслеживания для нахождения центра круга

**Команда: КРУГ**

**Центр круга или:** Наведите курсор на середину левого вертикального отрезка и задержите его, чтобы назначить данную точку исходной, при этом появится желтый треугольник и подсказка «Середина». Затем от исходной точки переместите курсор вверх в центр окружностей, так чтобы появился желтый круг и подсказка «Центр». После этого перемещайте курсор вниз до пересечения вертикальной и горизонтальной линии отслеживания, при этом появится подсказка и крестик в точке пересечения как на рис. 1.21. Зафиксируйте центр.

**Радиус круга или: 2 [Enter]**

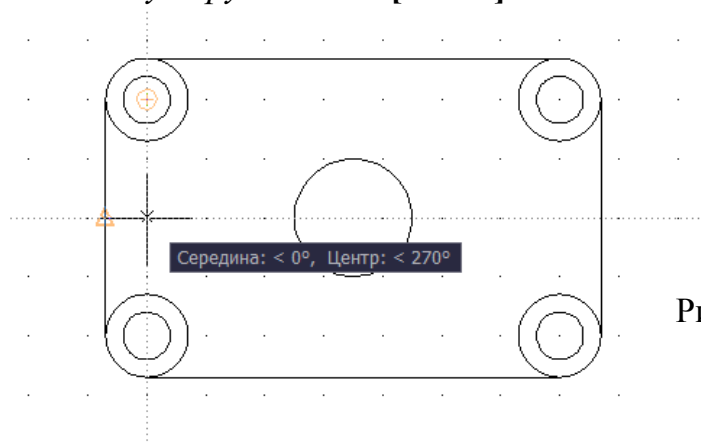


Рис. 1.21. Использование режима объектного отслеживания для нахождения центра круга






-  Аналогично постройте окружности радиусом 2 мм справа.
-  Выберите из меню «Размеры» пункт «Маркер центра» и нанесите маркеры центров окружностей.
-  Выполните чертеж детали, представленной на рис. 1.22.



Рис. 1.22. Чертеж детали, выполненный командой ПОЛИЛИНИЯ

-  Убедитесь, что в настройках **Динамического ввода** стоят **Абсолютные координаты** и **Декартов формат**.
-  Включите режимы **ШАГ**, **СЕТКА**. Отключите режимы **ОРТО**, **ОТС-ПОЛЯР**, **ПРИВЯЗКА**, **ОТС-ОБЪЕКТ**.



Команда: **ПЛИНИЯ** (меню «Рисование» ⇒ «Полилиния»)

Начальная точка или: **70,40 [Enter]**

Следующая точка или: **Ширина [Enter]**

Начальная ширина <0.8000>: **0.8000 [Enter]**

Конечная ширина <0.8000>: **0.8000 [Enter]**

Следующая точка или: **110,40 [Enter]**

Следующая точка или: **Дуга [Enter]**

Включите, не прерывая команды полилиния режим **ОТС-ПОЛЯР [F10]**

Конечная точка дуги или: Переместите курсор вверх и, когда значение расстояния в подсказке будет равно 30, как на рисунке, зафиксируйте щелчком конечную точку дуги. Отключите режим **ОТС-ПОЛЯР [F10]**



Конечная точка дуги или: **Линейный [Enter]**

Следующая точка или: **70,70 [Enter]**

Следующая точка или: **Дуга [Enter]**

Включите, не прерывая команды полилиния режим **ОТС-ПОЛЯР [F10]**

Конечная точка дуги или: Переместите курсор вниз и, когда значение расстояния в подсказке будет равно 30<270°, зафиксируйте щелчком конечную точку дуги. Отключите режим **ОТС-ПОЛЯР [F10]**

Конечная точка дуги или: **Замкнуть [Enter]**



Постройте многоугольники



Команда: **МНОГОУГОЛЬНИК** (меню «Рисование»  $\Rightarrow$  «Многоугольник»)

Число сторон <4>: **6** [Enter]

Укажите центр многоугольника или: Укажите центр с помощью объ-



ектной привязки центр (он должен совпадать с центром дуги)

Задайте опцию размещения: При помощи мыши выберите «вписанный в окружность»

Радиус окружности: **10** [Enter]

Аналогично постройте второй многоугольник.

Отредактируйте толщину многоугольников, как делали это раньше с прямоугольником.

Выберите из меню «Размеры» пункт «Маркер центра» и нанесите маркеры центров дуг.

В результате выполненных построений получится чертеж рис. 1.23.

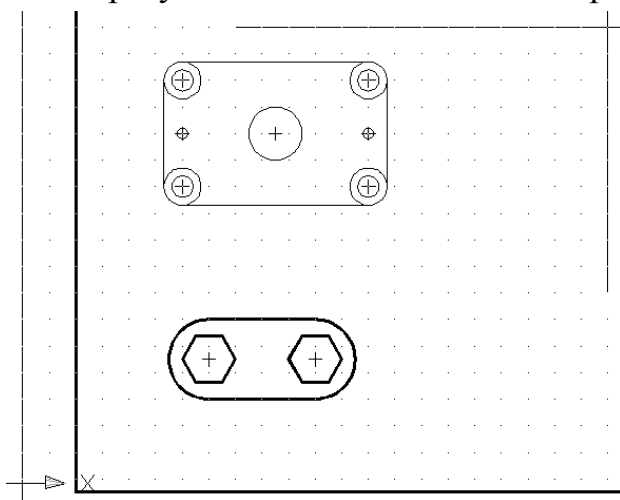


Рис. 1.23. Третья часть чертежа

## 1.6. Создание четвертой части чертежа

Увеличьте при помощи команды **Зумирование рамкой** нижнюю правую часть чертежа.

Постройте два произвольных многоугольника. В один из них впишите окружность и треугольник, например, как на рис. 1.24.

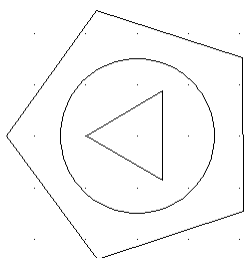




Рис. 1.24. Построение многоугольника с вписанными элементами



Выполните штриховку построенных многоугольников.

Вызовите команду  **КШТРИХ** (меню «Рисование»⇒ «Штриховка»). В появившемся диалоговом окне **Штриховка и градиент** в поле **Тип и массив** нажмите кнопку  (рис. 1.25) для выбора образца выполняемой штриховки, после чего откроется окно **Палитра образцов штриховки** (рис. 1.26).

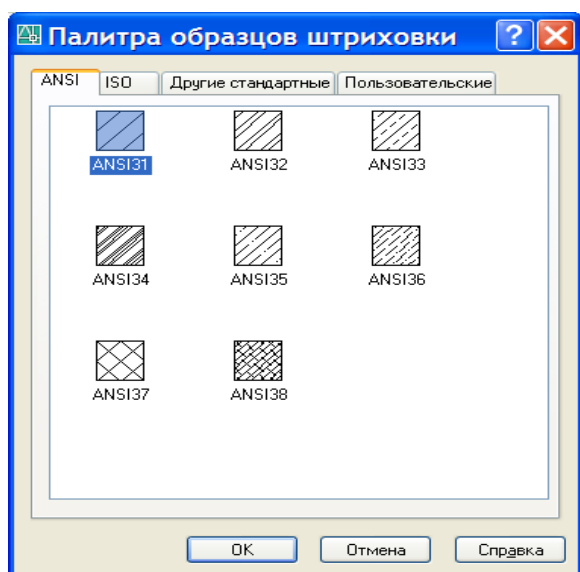



Рис.1. 26. Диалоговое окно **Палитра образцов штриховки** вкладка ANSI

многоугольник. Нажмите клавишу **[Enter]** для завершения цикла выбора объектов, затем **ОК** в диалоговом окне **Штриховка и градиент**.

Выполните штриховку второго многоугольника с вписанными элементами (см. рис.1. 24).

Вызовите команду **КШТРИХ**. Выберите тип штриховки. В диалоговом окне **Штриховка и градиент** в правом нижнем углу нажмите кнопку  (развернуть окно), которая позволяет добавить в диалоговое окно **Штриховка и градиент** еще пять областей с дополнительными параметрами настройки свойств штриховки (рис. 1.27).

Включите в поле **Островки** в группе **Типы отображения островков** переключатель стиля **Обычное**.

Нажмите кнопку  для выбора объектов штриховки.

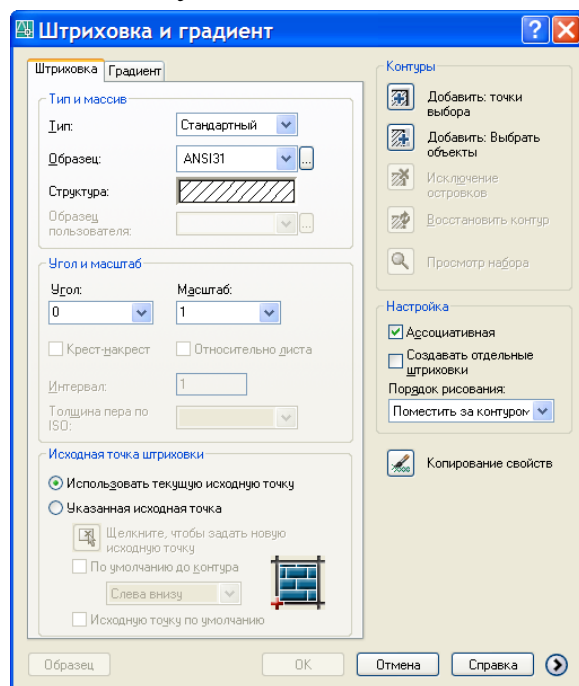



Рис. 1.25. Диалоговое окно **Штриховка и градиент** вкладка **Штриховка**

В окне **Палитра образцов штриховки** (рис. 1.26) на вкладке **ANSI** выберите образец штриховки и нажмите кнопку **ОК**.

В поле **Контуры** Нажмите

кнопку  для выбора объекта. *Выберите объекты или:* При помощи мыши выберите первый

**Выберите объекты или:** При помощи мыши поочередно выберите многоугольник, окружность и треугольник. **[Enter]**, **ОК** в диалоговом окне **Штриховка и градиент**.

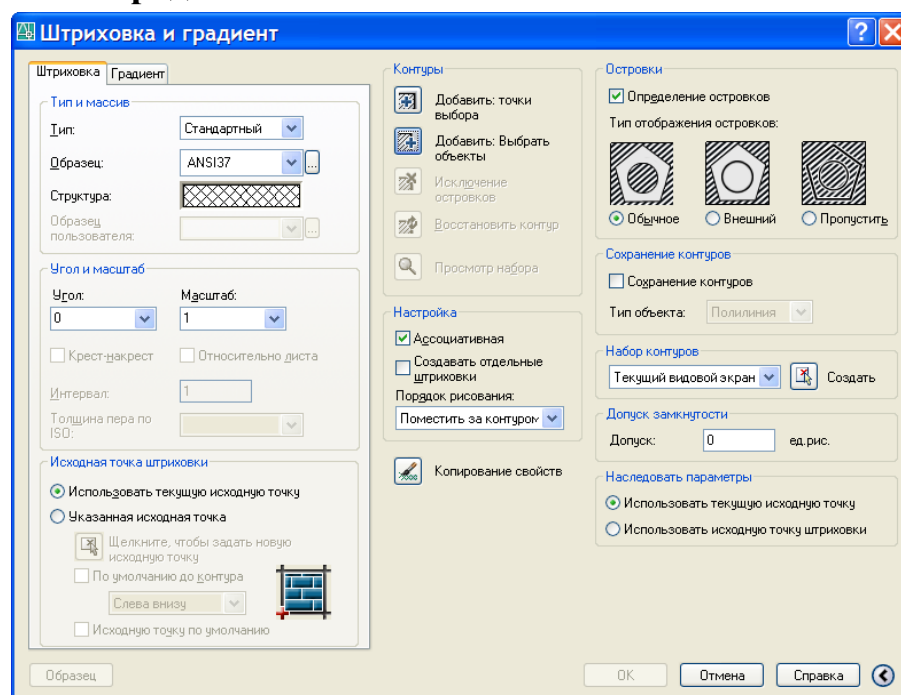


Рис. 1.27. Диалоговое окно Штриховка и градиент, расширенный вариант

Измените цвет штриховки.

Выделите штриховку (при этом появятся «ручки», синие квадратики в центре штриховки). Раскройте список **Цвета** (рис. 1.28) и щелкните по строке с любым цветом, например, синим. Список закроется и у штриховки будет новый цвет – синий.

В результате выполненных действий будет создана четвертая часть чертежа, рис. 1.29.

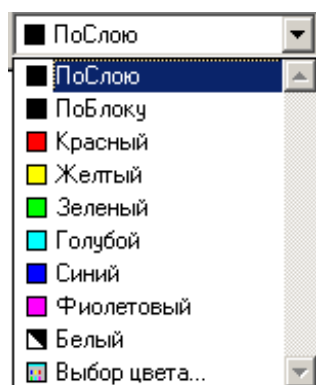


Рис. 1.28. Раскрывающийся  
список **Цвета**

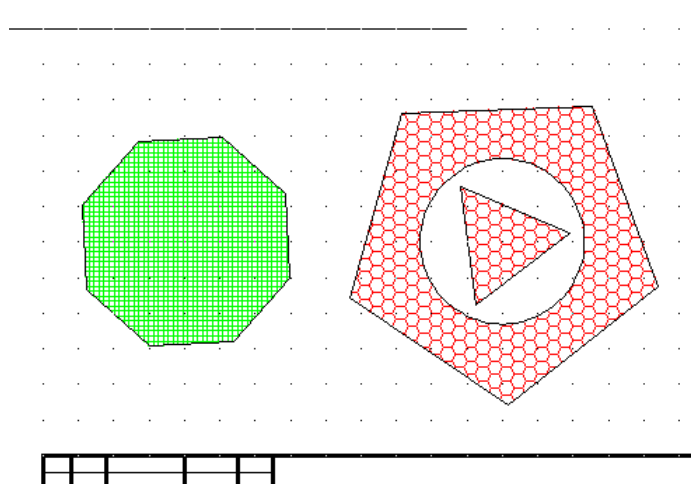



Рис. 1. 29. Четвертая часть чертежа

## 1.7. Заполнение граф основной и дополнительной надписи чертежа

- Увеличьте при помощи команды **Зумирование рамкой**  графу основной надписи чертежа. Отключите режим **ПРИВЯЗКА** и включите режим **ОРТО**.
- Заполните основную надпись чертежа. Для этого вызовите на экран панель инструментов «Текст» (рис.1. 30).

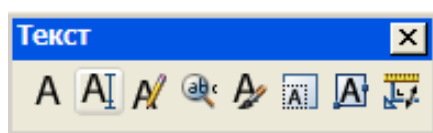


Рис. 1.30. Панель инструментов Текст

- Вызовите окно **Текстовые стили** кнопкой  панели инструментов «Текст» и установите в соответствии с рис. 1.31.

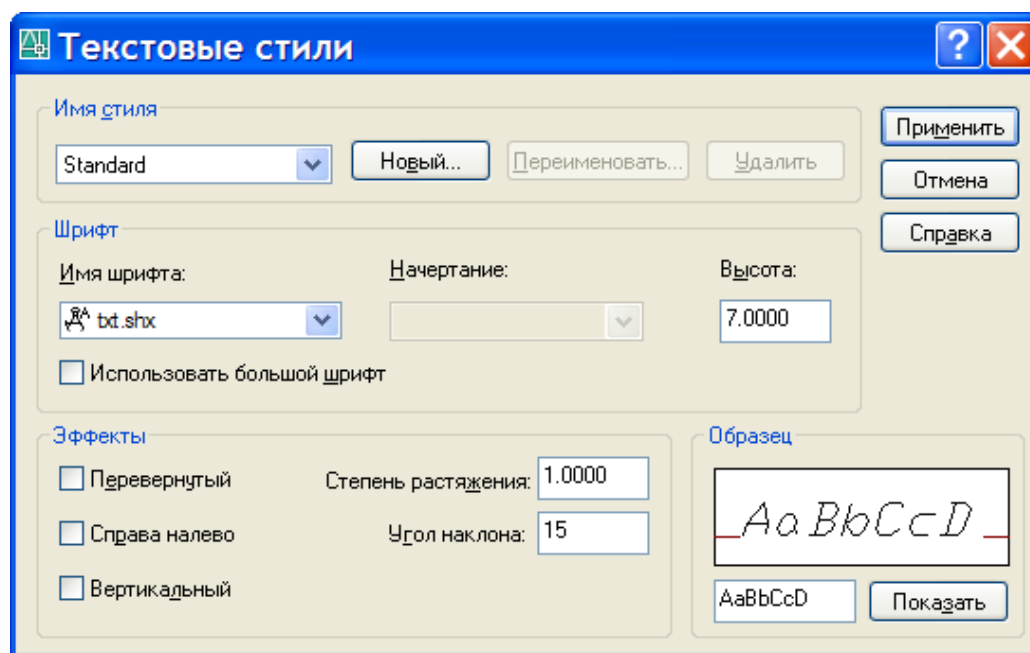


Рис. 1.31. Диалоговое окно Текстовые стили

- Для заполнения графы обозначения чертежа (КГТ1.XXXXXX.001) высота текста 7 мм, степень растяжения 1; для заполнения графы Разработал высота текста 2,5 мм, степень растяжения 0.8 или меньше (величина будет зависеть от количества букв в Ф.И.О.).

После выполнения установок нажмите кнопки **Применить** и **Заккрыть**.

- Вызовите команду **ТЕКСТ** (меню «Рисование» ⇒ «Текст» ⇒ «Однострочный»).



Команда: **ТЕКСТ**

*Начальная точка текста или:* Укажите при помощи мыши точку начала текста

*Угол поворота текста <0>:* **[Enter]**

На экране в месте, где вы указали точку начала текста, появится мигающий курсор в рамке. Наберите на клавиатуре необходимый *текст*

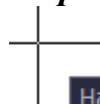
Для завершения команды **ТЕКСТ** необходимо дважды нажать клавишу **[Enter]**.

- Заполните графу *Разработал* с применением опции **впИсанный**, для этого установите высоту текста в диалоговом окне равной 2,5 мм. Увеличьте фрагменты основной надписи.



Команда: **ТЕКСТ**

*Начальная точка текста или:* Выберите опцию **Выравнивание**



Начальная точка текста или 296.7743 85.4215

**Выравнивание**

• Стил

Задайте опцию

**впИсанный**

Поширине

Центр

сЕредина

впРаво

вл

вц

**вп**

сл

сц

сп

нл

нц

нп

*Задайте опцию:* Выберите опцию **впИсанный**

*Первая конечная точка базовой линии текста:* Укажите начало текстовой строки

*Вторая конечная точка базовой линии текста:* Укажите конец текстовой строки





*Введите текст:* Запишите свою фамилию **[Enter] [Enter]**



Заполните остальные графы (рис. 1.32).







					КГГ1.XXXXXXX.001		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Графические примитивы		
Разраб.		Иванов А.А.					
Пров.		Степанов Б.В.					
Г. контр.							
Н. контр.					Лит.	Масса	Масштаб
Утв.					у		1:1
					Лист	Листов	
					ТПУ ЭЛТИ Группа 37А40		

Рис. 1.32. Пример заполнения основной надписи

-  Для заполнения дополнительной графы увеличьте необходимый фрагмент чертежа. Установите угол поворота текста  $180^{\circ}$ .
-  Если надпись по ширине выходит за рамки графы можно поменять в Диалоговом окне **Текстовые стили** степень растяжения с 1 на меньшую величину, например 0.7.
-  Перемещать (вверх, вниз, влево, вправо) выполненные надписи можно при помощи ручек, для этого нужно навести курсор на синий квадрат ручек, щелкнуть по нему, при этом квадрат изменит свой цвет на красный, и переместить надпись при помощи мыши в нужное место.
-  После заполнения основной и дополнительной графы выполненный чертеж готов для сдачи и выглядит как на рис. 1.1

## 1.8. Окончание работы

Для завершения работы с Автокадом необходимо:

-  Щелкнуть на кнопку  **Заккрыть** в правом верхнем углу экрана;
-  Выбрать в меню **Файл-Выход**;
-  Ввести в командную строку **Покинуть** и нажать [Enter]. Эта команда завершает работу программы в том случае, если с момента последнего сохранения в рисунок не были внесены изменения.
-  Если в ходе работы вы что-либо изменяли в открытом чертеже после последней операции сохранения, AutoCAD предложит сохранить изменения.
-  Для завершения работы с Windows нажмите на кнопку **Пуск**, расположенную в левом нижнем углу экрана. Выберите пункт **Завершение работы**.

## ГЛАВА 2

### Чертеж детали

Целью работы является создание чертежа детали с использованием средств AutoCAD, формирование последовательности построения и оформления чертежа.

#### Порядок выполнения работы:

1. Создать на экране дисплея два изображения детали
2. Нанести размеры
3. Заполнить основную надпись и дополнительную графу.

### Создание чертежа детали

Работу по созданию чертежа детали (рис. 2.1).разделим на несколько этапов:




- 2.1. Анализ чертежа.
- 2.2. Создание главного вида:
  - а) выполнение осевых линий;
  - б) выполнение вспомогательных построений;
  - в) обводка изображения;
- 2.3. Создание второго изображения:
  - а) выполнение контура изображения;
  - б) выполнение линий связи;
  - в) выполнение осевых линий;
  - г) выполнение штриховки.

Анализируя чертеж детали (рис.2.1), мы видим, что он содержит два изображения (главный вид и вид слева с выполненным на нем разрезом), размеры изделия, технические требования (\*Размер для справок), основную надпись и дополнительную графу.

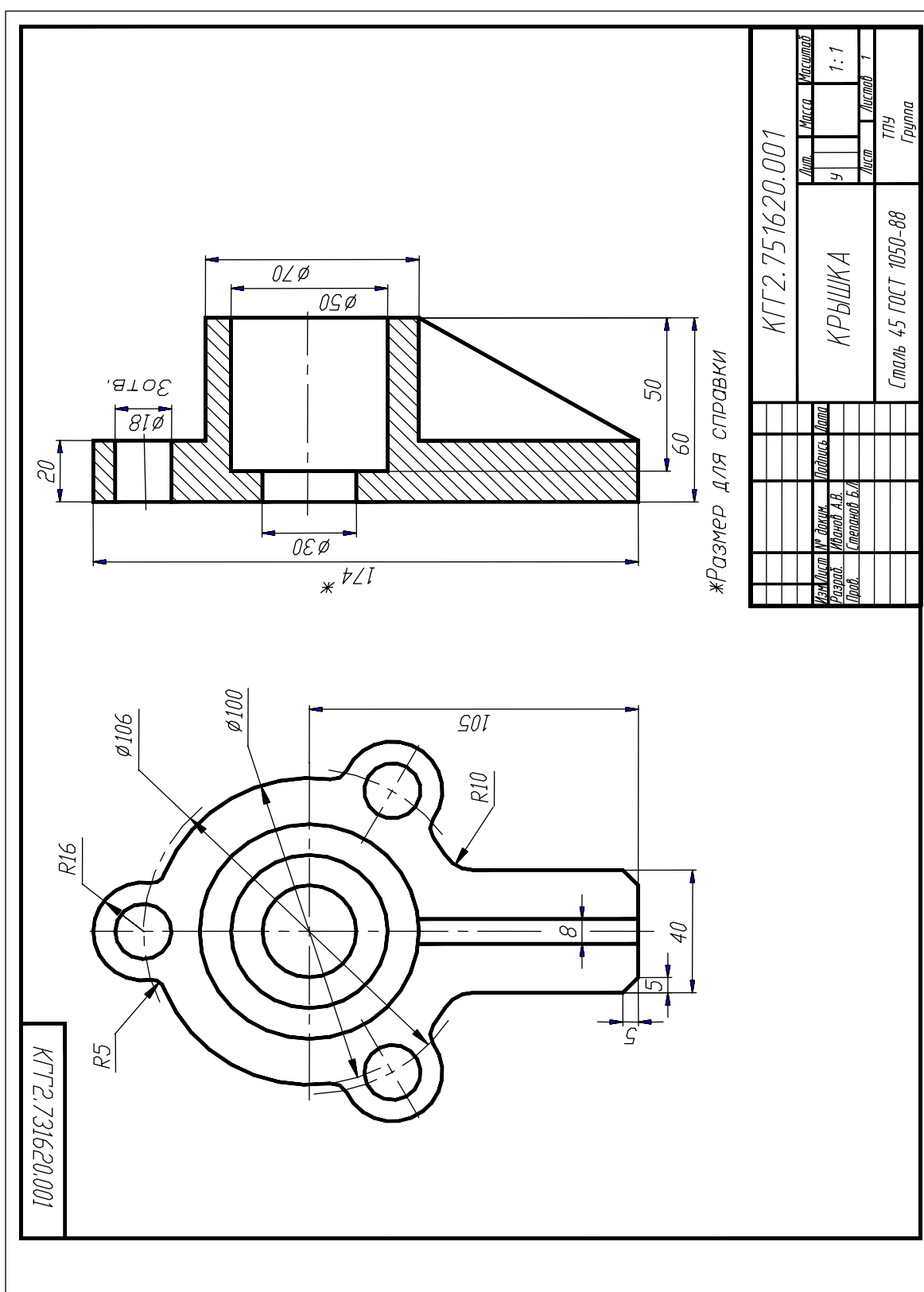
### 2.1. Анализ чертежа

Формирование слоев осуществляется командой **Слой** .

Слои имеют три параметра состояния:

-  **Вкл/Откл.** Включенные слои (по умолчанию) являются видимыми. Отключенные слои невидимы, но включаются в процессе регенерации чертежа.
-  **Размороженный/Замороженный.** Размороженные слои по умолчанию являются видимыми. Замороженные слои невидимы и не могут быть отредактированы и не регенерируются со всем чертежом.
-  **Разблокированный/Блокированный.** Разблокированные слои по умолчанию являются видимыми и могут корректироваться. Заблокированные слои видимы, но не могут быть отредактированы.







**Рис. 2.1. Чертеж детали**



## Создание и выбор текущего слоя

- На панели инструментов **Формат** щелкните на кнопке **Слои** или по пиктограмме стандартной панели инструментов .
- Активизируется диалоговое окно **Диспетчер свойств слоев**, (рис. 2.2). Создадим слой, перечисленные в таблице 2.1.
- Щелкните на клавишу . Появившемуся новому слою, присвойте новое имя вместо **Слой1**.
- Создайте необходимые слои для выполнения этой работы, см. рис. 2.3.
- Для изменения цвета щелкните на названии в колонке **Цвет**. Активизируется диалоговое окно **Выбор цвета**.

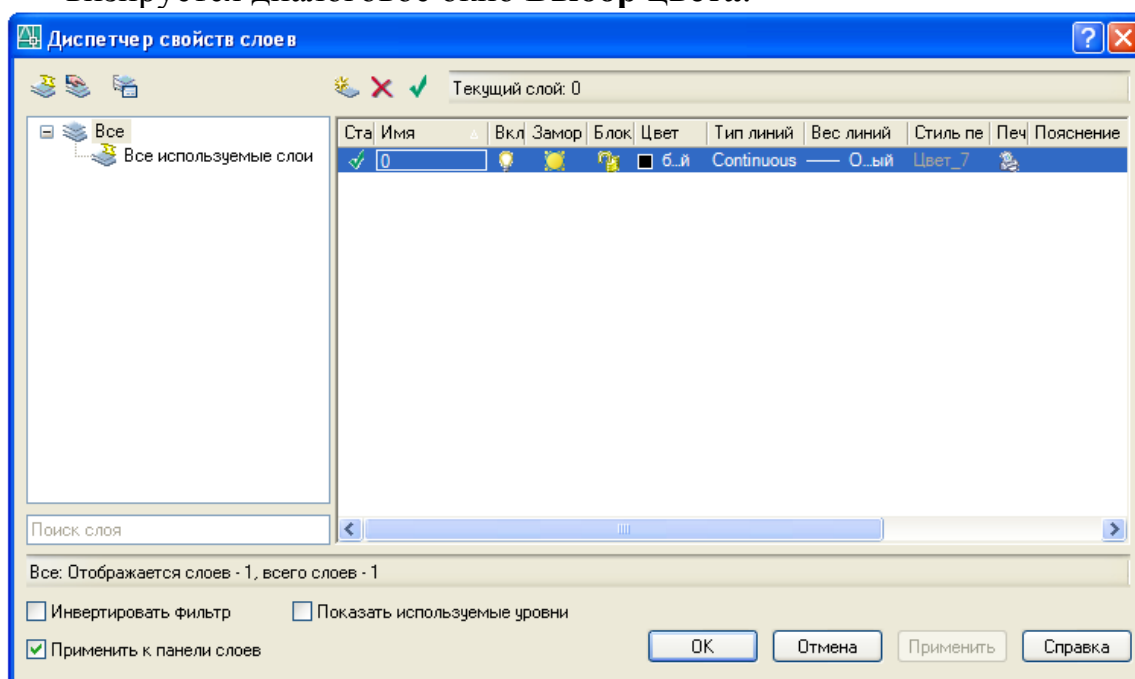


Рис. 2. 2. Добавление нового слоя в диалоговом окне  
**Диспетчер свойств слоев**

Таблица 2.1

Слои

Имя слоя	Назначение	Цвет	Тип линии
<b>0</b>		Белый	Сплошная
<b>OSI</b>	Осевые линии	Желтый	Штрихпунктирная
<b>POST</b>	Вспом. линии	Голубой	Сплошная
<b>OSN</b>	Линии обводки	Белый	Сплошная
<b>RAZM</b>	Нанесение размеров	Зеленый	Сплошная

☞ *Внимание! В зависимости от цвета экрана белый цвет на экране может воспроизводиться как черный*

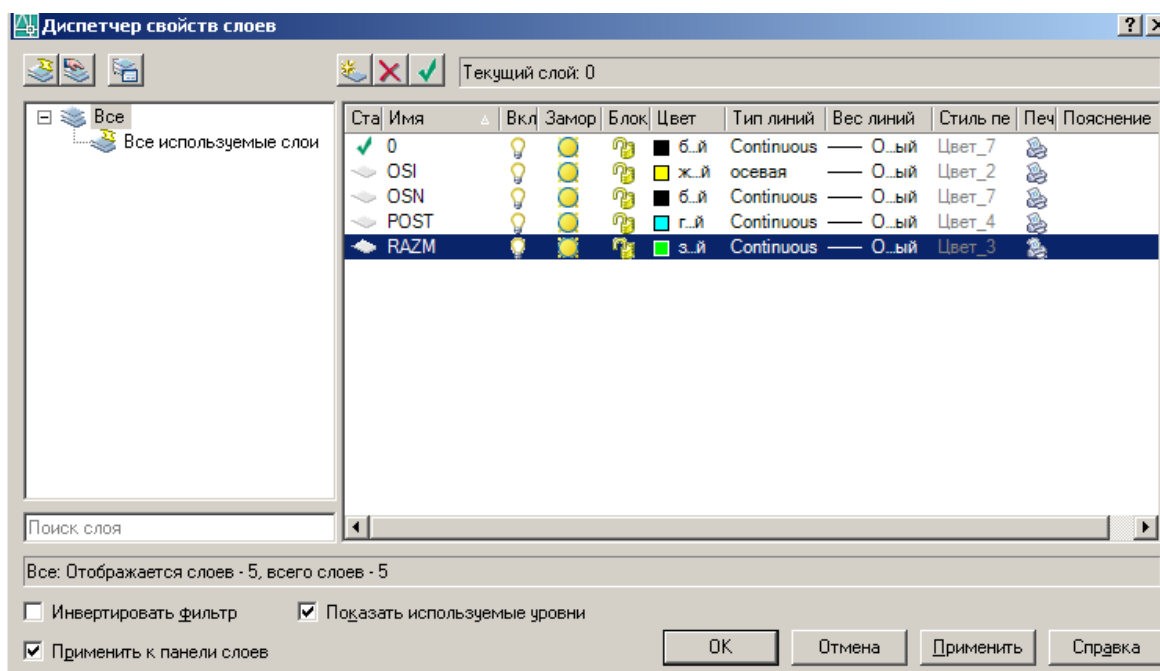


Рис. 2.3. Диалоговое окно Диспетчер свойств слоев

- ☞ Щелкните на поле **Тип линий**, рис. 2.4.
- ☞ Выберите мышью **Загрузить**, чтобы открыть диалоговое окно **Загрузка/перезагрузка типов линий**, рис. 2.5. Найдите необходимый тип линий, нажмите на кнопку **ОК**.

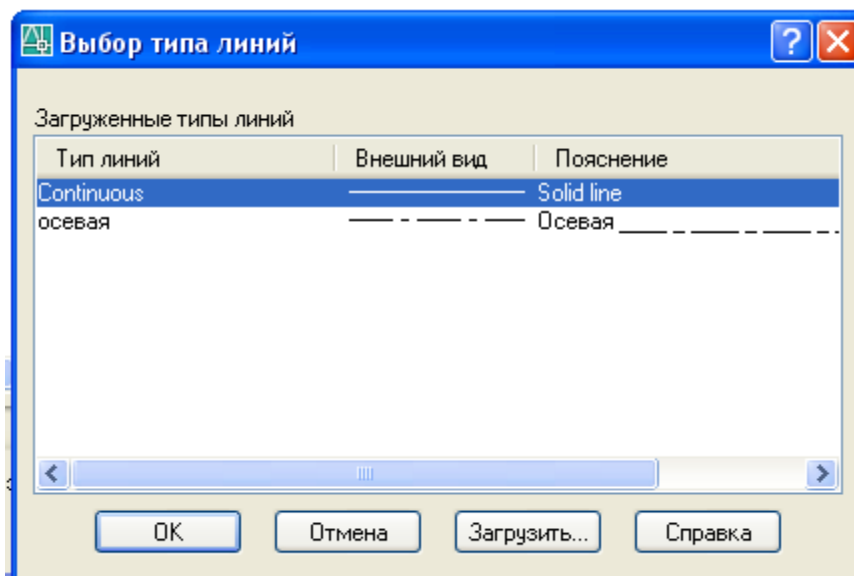
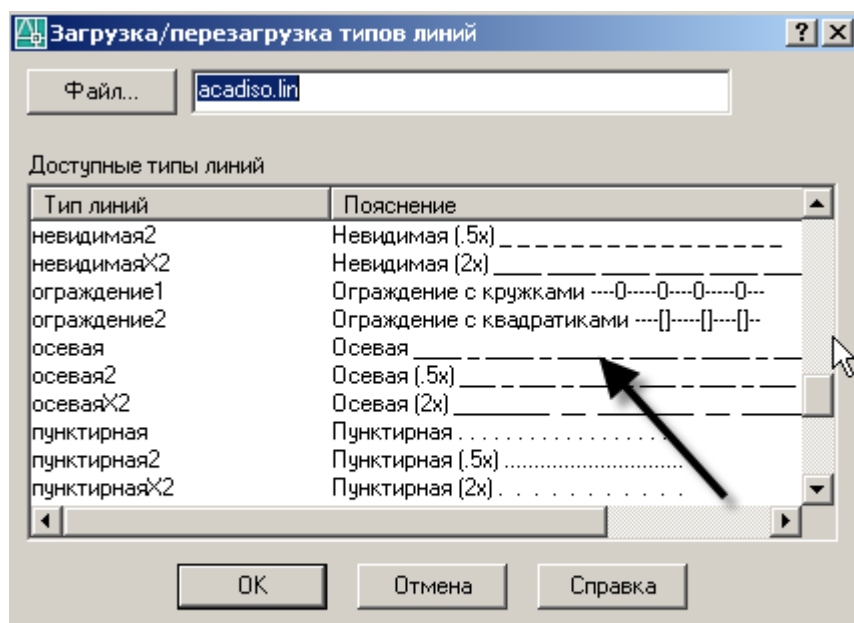


Рис. 2.4. Выбор типа линий



### Необходимый тип линии

Рис. 2.5. Диалоговое окно Загрузка/перезагрузка типов линий

## 2.2. Создание главного вида

### а) выполнение осевых линий

- Устанавливаем слой **OSI**.
- В динамическом вводе включите **ввод с помощью мыши**, команда **настройка**, поставить значок в **Абсолютные координаты, декартов формат**, ОК.
- Команда **Отрезок** . Строим вертикальную (A1-A2) и горизонтальную (A3-A4) осевые линии, рис. 2.6.  
Координаты точек: A1 (120, 90), A2 (120, 270); A3 (65, 200), A4 (175, 200).

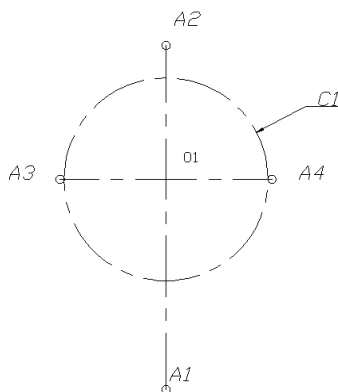


Рис. 2.6. Построение осевых линий

## б) Выполнение вспомогательных построений



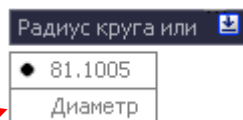
Строим окружность C1 диаметром 106 мм.



Команда **Круг** [Enter]

Центр круга или

: выбираем объектную привязку пересечение и прицелом указываем на точку пересечения осей, точку 01, см. рис. 2.6.



Указываем на **Диаметр** →

**Диаметр: 106 [Enter]**



Устанавливаем слой **POST**.



Строим окружность C2 с диаметром **100 мм** и центром в точке O1.



У детали (рис.2.1.) три проушины R16 мм.



Строим окружность C3 с радиусом **16 мм** и центром в точке O2 (точке пересечения вертикальной оси с окружностью C1), рис. 2.7.



Команда **Массив** (меню «Редактирование» ⇒ «Массив»), размножаем окружность C3 вместе с отрезком осевой линии A2-A5, предварительно разорвав вертикальную осевую линию: («Редактирование» ⇒ «Разорвать») между точками A5 и A6 на 3-5 мм, рис. 2.8.

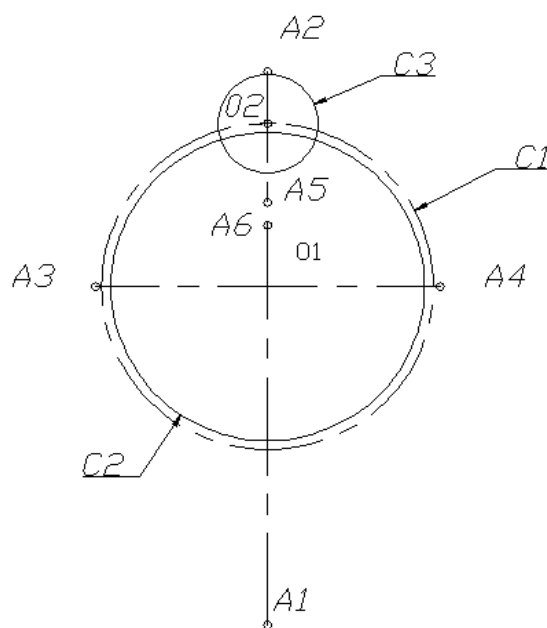


Рис. 2.7. Отрисовка проушины

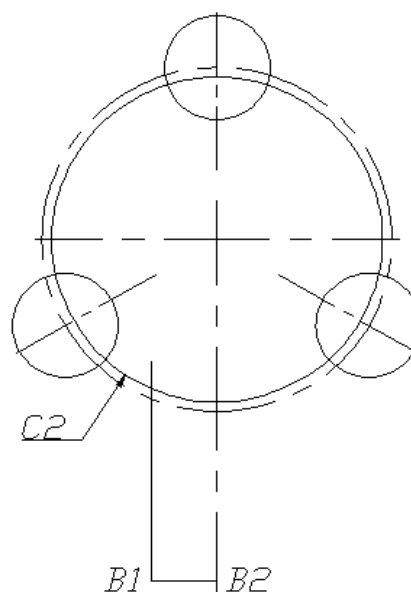


Рис. 2.8. Размножение окружностей

В диалоговом окне **Массив** вводим установки в соответствии с рис. 2.9 и нажимаем на пиктограмму **Выбор объектов**.

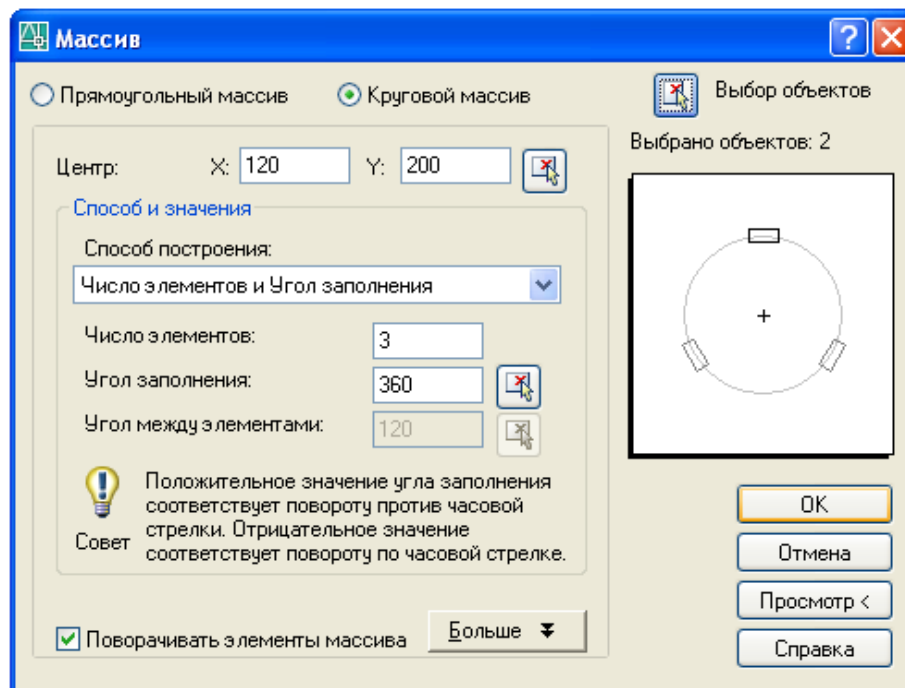


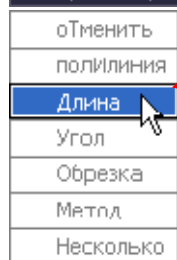
Рис. 2.9. Диалоговое окно **Массив**

Строим нижнюю призматическую часть детали, рис.9. Проводим горизонтальную линию с координатами точек **B1(120, 95)-B2(100, 95)**.

Включаем **ОРТО** и из точки B2 проводим вертикальную линию так, чтобы она пересекла окружность C2.

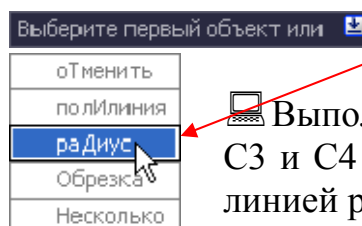
Снимаем фаску.

Команда **Фаска** (меню «Редактирование» ⇒ **Фаска** «Фаска»), выберите первый отрезок или нажмите на клавиатуре клавишу ↓ и выберите **Длина**, установив **размеры** первой и второй длины фаски 5 мм.



Аналогично строим сопряжения.

Команда **Сопряжение** (меню «Редактирование» ⇒ **Сопряжение** **Сопряжение**), нажмите на клавиатуре клавишу ↓, выберите **радиус** и задайте его размеры.



Выполняем сопряжение окружности C2 и окружностей C3 и C4 радиусом 5 мм и окружности C2 с вертикальной линией радиусом 10 мм, см. рис. 2.10.

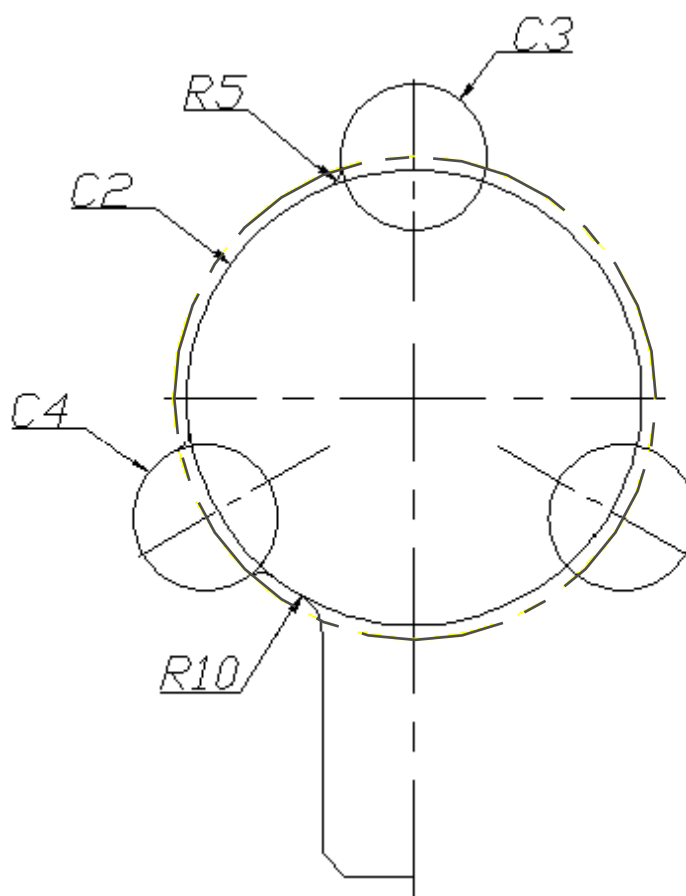


Рис. 2.10. Фаска и сопряжение


- Строим окружности C5 (&18мм), C6(&70мм), C7(&50мм), C8(&30мм), см. рис. 2.11.



Команда **Круг** [Enter]

Центр круга или



: выбираем объектную привязку  **Пересечение** и прицелом указываем на точку пересечения осей, точку O1, см. рис. 2.6.





В режиме **ОРТО** из точки T17 с координатами (116, 95) (рис.2.11) проводим вертикальную линию до точки T18, так чтобы она пересекла окружность C6 (объектную привязку при этом отключаем).

### в) Обводка изображения



Устанавливаем слой **OSN**.



Команда меню «**Вид-Зумирование**  Рамка », или кнопка  стандартной панели инструментов. Увеличиваем фрагменты изображения.

Команда Обводку производим графическим примитивом **Полилиния** (меню «Рисование» ⇒ «Полилиния»).

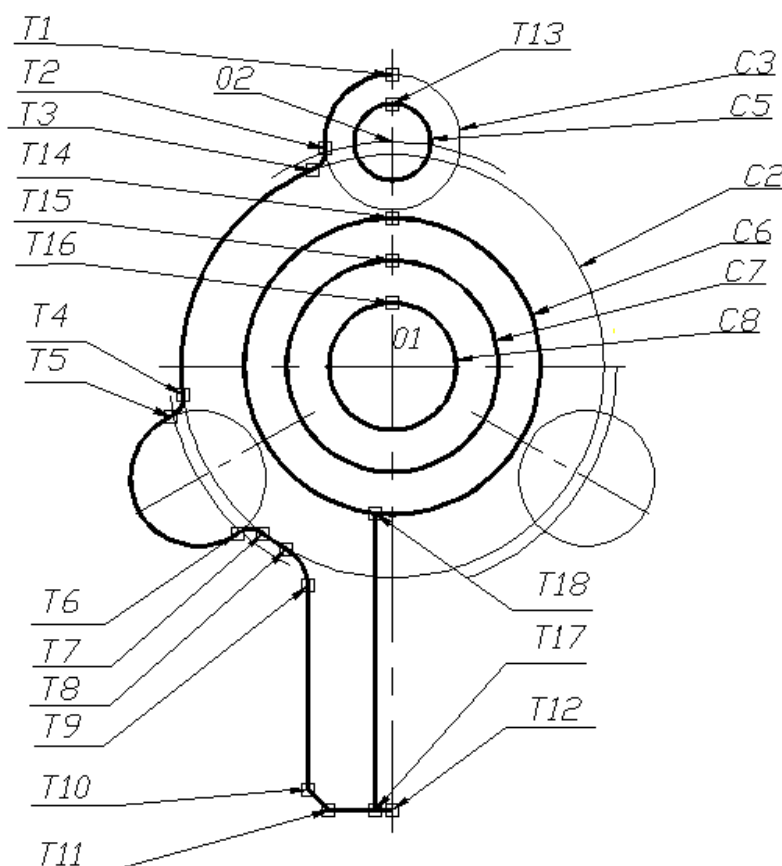


Рис. 2.11. Обводка контура и элементов детали

Выбираем из плавающей панели инструментов **Объектная привязка** пиктограмму **Пересечение**, устанавливаем прицел в точке **T1**, нажимаем левую клавишу мыши.

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: из экранного меню, расположенного справа, или щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите

**Ширина**

Начальная ширина '0.000±:

**0.8 Enter**

Конечная ширина '0.8±:

**Enter**

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]:


**Дуга**

Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Направление/...Ширина]:

**Центр(в точке O2)**



Конечная точка дуги или [Угол/Длина]: выбираем **Объектная привязка** пиктограмму **Конечная точка** , устанавливаем прицел в точке **T2** и нажимаем левую клавишу мыши.



Конечная точка дуги или [Угол/Длина]: используем (**Объектная привязка** пиктограмму **Конечная точка** ) последовательно захватываем точки **T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9** (изменяя центр дуги в точках 01, 02). После выбора точки **T9**, щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите **Линейный**, далее укажите на точки **T10, T11, T12, T17 и T18**.

 Обведите окружности C5, C 6, C 7, C8.

Команда  **Полилиния**


 Выбираем: **Объектная привязка** пиктограмму  **Пересечение**, устанавливаем прицел в точке **T13**, нажимаем левую клавишу мыши.



Следующая точка [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:

**Дуга**

Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Направление/...Ширина]:

**Центр**



 **Центр:** выбираем в **Объектных привязках** пиктограмму **Пересечение**, прицел устанавливаем вначале в точке **02**, для построения окружности **C5**, и точке **01** для построения остальных окружностей.

 Конечная точка дуги или [Угол/Длина]: выбираем: **Объектная привязка** пиктограмму **Конечная точка** , устанавливаем прицел в точке пересечения окружности с осью симметрично точке **T13**, и нажимаем левую клавишу мыши

Конечная точка дуги или [Угол/Длина]: манипулируя мышью, обводим половину соответствующей окружности

Конечная точка дуги или [Угол/Длина]: **Замкнуть**


 Постройте еще две окружности **C5**, используя команду **Массив**.


 Произведите зеркальное отображение  всех обведенных объектов относительно вертикальной оси.


 **Создание главного вида закончено.**

## 2.3 Создание второго изображения

### а) выполнение контура изображения

 Устанавливаем слой **POST**.

 Проведите вертикальные линии B1-B20 и B21-B22 с координатами **B1 (260, 269), B20 (260, 95), B21 (320, 269), B22 (320, 95)**, рис. 2.12.

 Строим вертикальную линию B2 – B19 (расстояние B1 – B2 равно 20 мм) и линию B10 – B15 с координатами **B10 (270, 225), B15 (270, 175)**, рис.2.12.

### б) Выполнение линий связи

Проводите линии связи **L1 – L10**, используя объектный захват точек на главном виде.

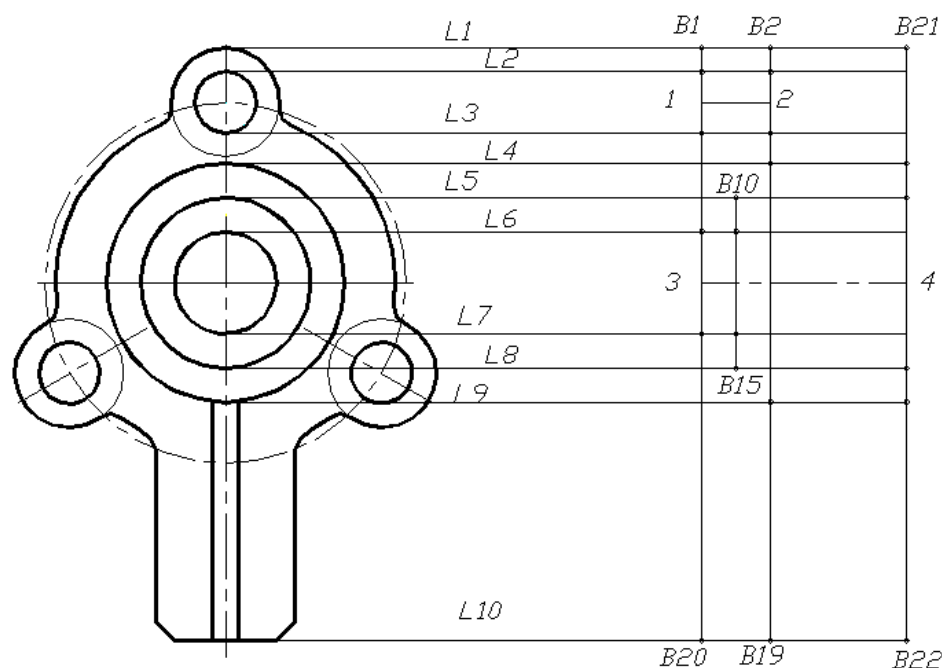


Рис. 2.12. Вспомогательные построения

### в) Выполнение осевых линий

- Устанавливаем слой **OSI**.
- Проведите осевые линии 1-2, 3-4, используя объектный захват точек на главном виде, рис.2.12.

### г) Обводка изображения

- Устанавливаем слой **OSN**.
- Команда **ПЛИЛИНИЯ**. Обведите контур детали (**B1-B2-B7-B8-B17-B19-B20-B1**), используя объектный захват точек **Пересечение**, или **Конечная точка** выдвигной панели инструментов **Объектная привязка**.
- Обведите (**B12-B11-B10-B9**), (**B13-B14-B15-B16**), (**B17-B18-B19**). Проведите линии **B3-B4, B5-B6**, рис.2.13.

Контур штрихования должен быть обязательно замкнут.

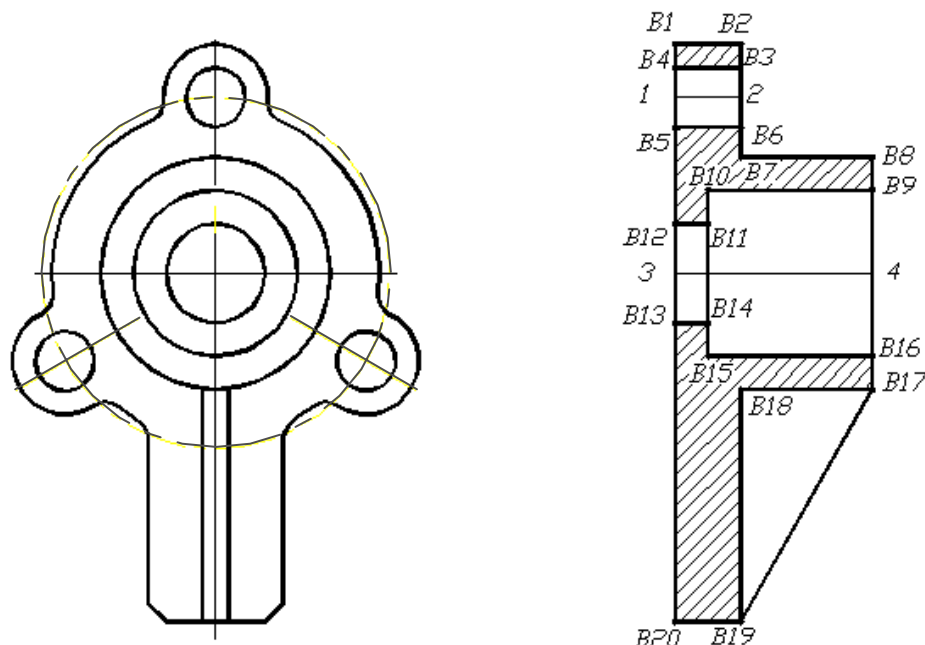


Рис. 2.13. Обводка изображения и нанесение штриховки

д) *Выполнение штриховки*

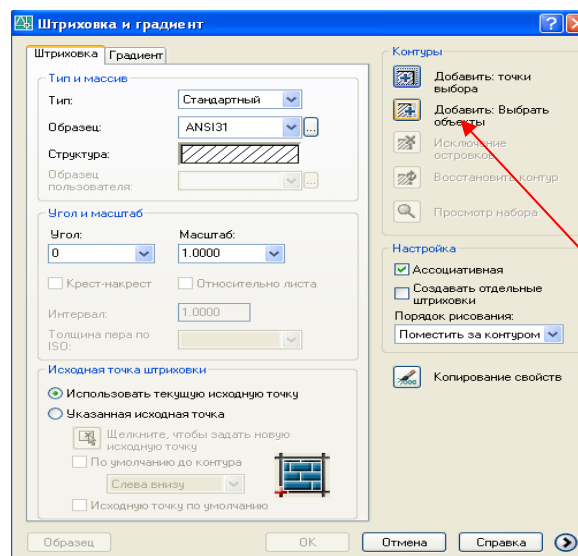
Отключите слой **POST**. Используйте диалоговое окно **Диспетчер свойств слоев**, или раскрывающийся список **Слои**. (Не-*нужные* линии, можно удалить с помощью выделения мышью, а затем нажать на кнопку **Delete**).

Выполните команду **Штриховка** (меню «Рисование» команда **Штриховка...**). Открывается диалоговое окно **Штриховка и градиент**, рис. 2.14.

Выбираем **Образец штриховки**, нажимаем на кнопку **Добавить: выбрать объекты**.

Команда: **Выберите объекты (выбрать внутреннюю точку)**.

Курсором указать на середины областей, которые необходимо заштриховать. Это области сформированные точками (B1-B2-B3-B4), (B5-B6-B7-B8-B9-B11-B12), (B13-B14-B15-B16-B17-B18-B19-B20). Нажимаем на [Enter]. Открывается повторно диалоговое окно **Штриховка и градиент**, нажимаем на **ОК**.

Рис. 2.14. Диалоговое окно **Штриховка и градиент**

## 2.4. Нанесение размеров

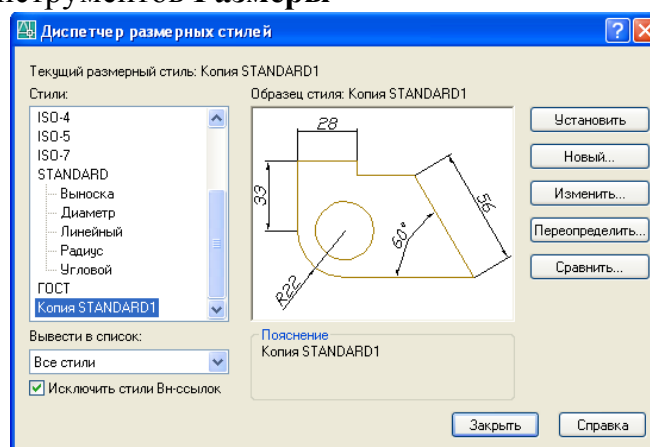
Выносная панель для нанесения размеров приведена на рис. 2.15.



Рис. 2.15. Панель инструментов **Размеры**

Для создания размерного стиля необходимо ознакомиться с диалоговым окном **Диспетчер размерных стилей** (меню «**Формат**» команда «**Размерные стили**») рис. 2.16.

Рис. 2.16. Диалоговое окно **Диспетчер размерных стилей**



☞ По умолчанию каждый чертеж всегда содержит либо стиль **STANDART** (для неметрической системы единиц), либо стиль **ISO-25** (для метрической системы единиц).

☞ Создадим свой размерный стиль. В новом стиле отменим отступ выносной линии от контура, скорректируем величину стрелок и выступ выносной линии, изменим тип шрифта и снизим точность предоставляемого размерного числа:

🖥 Укажите кнопку **Размерные стили...**. Возникло диалоговое окно «**Диспетчер размерных стилей**», в котором укажите кнопку «**Новый**» ⇒ задайте имя нового стиля, например, **1** ⇒ «Далее» – в верхней части окна появились вкладки, указывая которые можно настроить требуемые параметры.

Укажите вкладку «**Линии и стрелки**». В группе «**Выносные линии**», задайте: «**Удлинение за размерную**» в интервале 2; задайте отступ («**Отступ выносной линии от контура**») равным 0; в группе «**Параметры стрелок**» задайте размер стрелки 4 ⇒ **ОК**.

☞ Меняя параметры вкладки **Текст**, можно задать текстовый стиль или значение его высоты, а также изменить расположение текста по отношению к размерным и выносным линиям.

🖥 Укажите вкладку «**Текст**». Задайте «**Стиль текста**», указав в нем тип шрифта – **ISOCPEUR**. Установите «**Высота шрифта**» – 7; «**Отступ от размерной линии**» – 1.5; «**Ориентация текста**» – «**Горизонтально**» ⇒ **ОК**.

Укажите вкладку «Размещение». В окне «Опции размещения» задайте: «Текст всегда между выносными»; в окне «Выравнивание текста» задайте: «Строить выноску»; в окне «Подгонка элементов» установите: «Размещение текста вручную» и «Размерная линия между выносными».

Укажите вкладку «Основные единицы» ⇒ «Точность:» равно 0 ⇒ «Округление:» равно 0 ⇒ ОК.

Укажите «Установить текущим» ⇒ ОК.

Устанавливаем слой **RAZM**.

Выполняем нанесение размеров диаметров и радиусов.

При нанесении линейных размеров используйте средства объектной привязки. Меняем размерный стиль.

В AutoCAD символ & представлен в виде кода %%C, т.е. чтобы на чертеже была выполнена надпись & 30 нужно набрать на клавиатуре выражение %%C30 (шрифт английский).

Габаритный размер 174 является справочным, отмечаем его звездочкой «\*» и над основной надписью делаем запись: \* Размер для справок.

## 2.5. Заполнение основной надписи и дополнительной графы

Используем команду «Формат» ⇒ «Текстовые стили» (рис. 2.17).

Увеличиваем фрагмент изображения основной надписи. Вписываем соответствующие строки. При выполнении этой части работы пользуемся режимом ОРТО.

Заполните основную надпись.

Наименование детали - *Крышка*

Обозначение детали – *КГГ2.751620.000*

Материал – *Сталь 45 ГОСТ 1055-88*

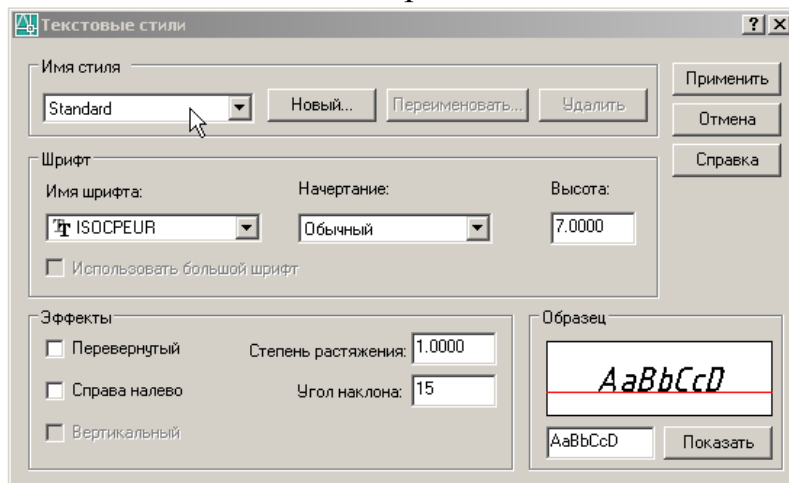













Рис. 2.17. Диалоговое окно **Текстовые стили**


-  Для заполнения дополнительной графы увеличиваем необходимый фрагмент чертежа.
-  Команда **Формат**  $\Rightarrow$  **Текстовые стили**, см. рис. 2.17.
-  Команда **Однострочный текст**.
-  *При заполнении дополнительной графы не забывайте, что начало текстовой строки находится в правой части, а конец в левой.*
-  Угол поворота текста <0>: **180**
-  Заполняем дополнительную графу.

## 2.6. Окончание работы

Для завершения работы с Автокадом необходимо:

-  Щелкнуть на кнопку  **Заккрыть** в правом верхнем углу экрана;
-  Выбрать в меню **Файл-Выход**;
-  Ввести в командную строку **Покинуть** и нажать [Enter]. Эта команда завершает работу программы в том случае, если с момента последнего сохранения в рисунок не были внесены изменения.

 *Если в ходе работы вы что-либо изменяли в открытом чертеже после последней операции сохранения, AutoCAD предложит сохранить изменения.*

-  Для завершения работы с Windows нажмите на кнопку **Пуск**, расположенную в левом нижнем углу экрана. Выберите пункт **Завершение работы**.



## ГЛАВА 3

### Твердотельное моделирование и компоновка чертежа

#### 3.1. Создание модели изделия

Целью данной работы является знакомство с возможностями AutoCAD по созданию и редактированию объемных твердотельных объектов.

В результате выполнения работы будут освоены операции

- по созданию твердотельных примитивов;
- по созданию составных объектов из примитивов;
- по воспроизведению твердотельного объекта.

В результате данной работы будет создана модель, изображенная на рис. 3.1. Данная модель состоит из основания, представляющего собой ящик со скругленными ребрами и цилиндрическими отверстиями, большого горизонтального цилиндра со ступенчатым отверстием и малого цилиндра с цилиндрическим отверстием. Верхняя часть детали имеет прямоугольный паз.

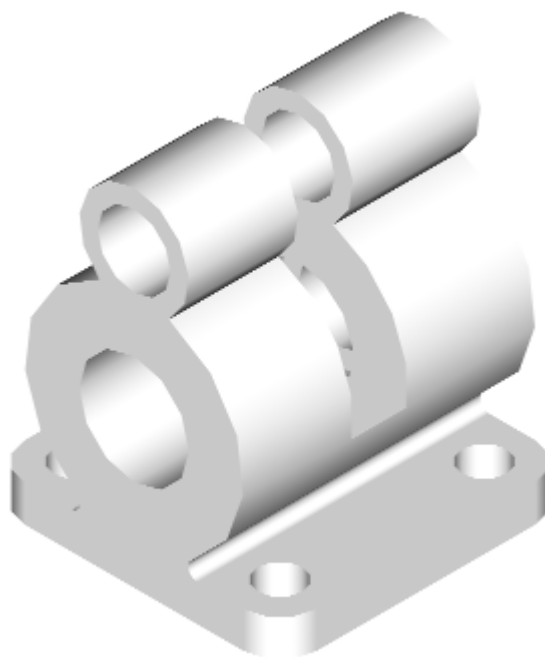


Рис. 3.1. Объемная твердотельная модель детали



Загрузите AutoCAD и сохраните как в файл под своим именем.

**Установим плавающие панели, необходимые для данной работы.**



Щелкните правой кнопкой мыши на поле главного меню вызвав этим контекстное меню (рис.3.2) и поставьте галочку возле соответствующих строчек.

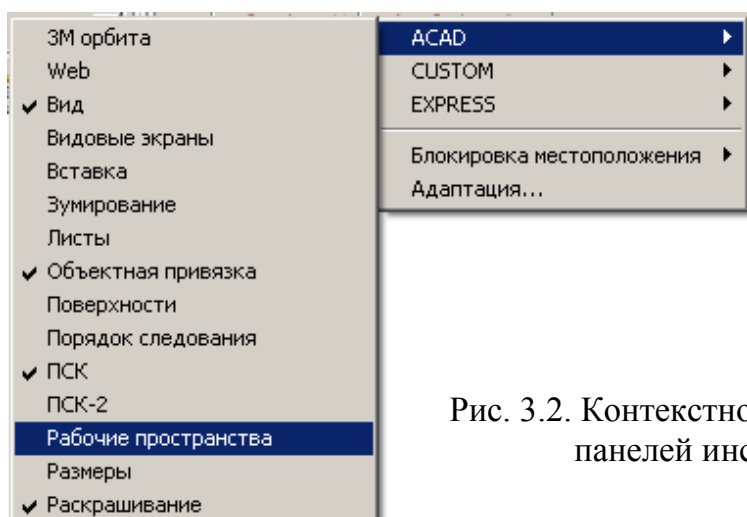


Рис. 3.2. Контекстное меню для вывода панелей инструментов

## Рисование

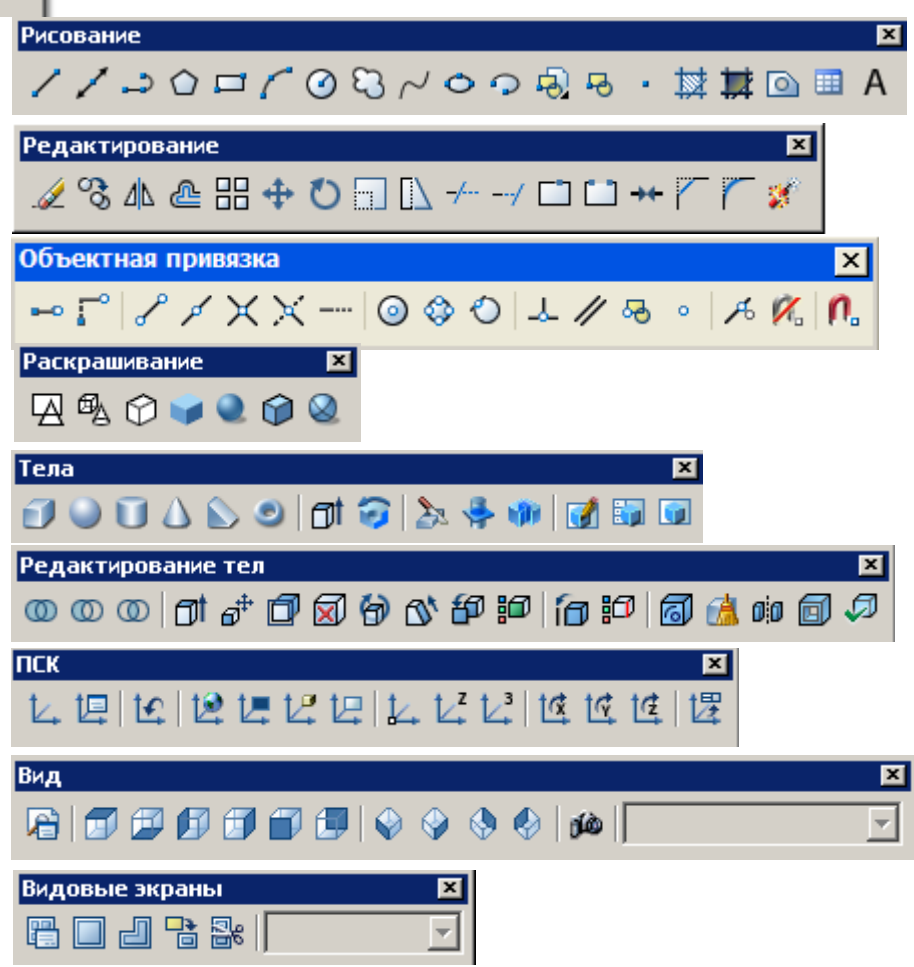
- Редактирование
- Объектная привязка
- Раскрашивание

## •Тела

- Редактирование тел
- ПСК

## •Вид

## •Видовые экраны



## Создание модели основания

Команда: **ЯЩИК** на панели **ТЕЛА**

<Угол ящика или [Центр] <0,0,0>>: щелкните мышью по графическому полю

<Угол или >: выберите в выпадающем меню при нажатии клавиши ↓ на клавиатуре

Угол или

136.4933

-61.1142

Куб

Длина

Длина

80

[Enter]

[Enter]

<Ширина>:        **80**            [Enter]

<Высота>:        **10**            [Enter]



*Ящик в настоящий момент отображается в плане.*



Команда **ЮЗ Изометрия** на панели **ВИД** Основание готово



(рис.3.3).

Команда: **СОПРЯЖЕНИЕ** на панели **РЕДАКТИРОВАНИЕ**.

<Выберите первый объект или> *Укажите курсором одно из вертикальных ребер*            [Enter]

<Радиус сопряжения>            **10**            [Enter]

<Выберите ребро или> *Укажите курсором на остальные вертикальные ребра:*            [Enter] (рис. 3.4.)

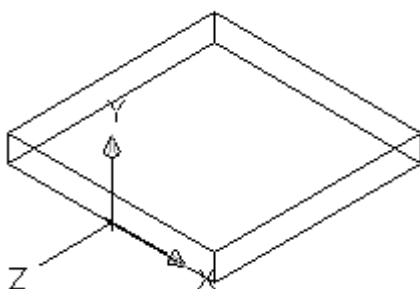


Рис. 3.3. Ящик (Основание)

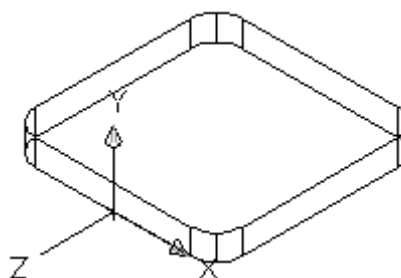


Рис. 3.4. Ящик со скругленными ребрами

### Создание цилиндра, прилегающего к основанию



Изменим плоскость построений.



Команда **ИМЕНОВАННЫЕ ПСК** на панели **ПСК** выводит диалоговое окно **ПСК** (рис.3.5).

*Выберите вид ПСК—«слева», нажмите на Установить, затем ОК.*

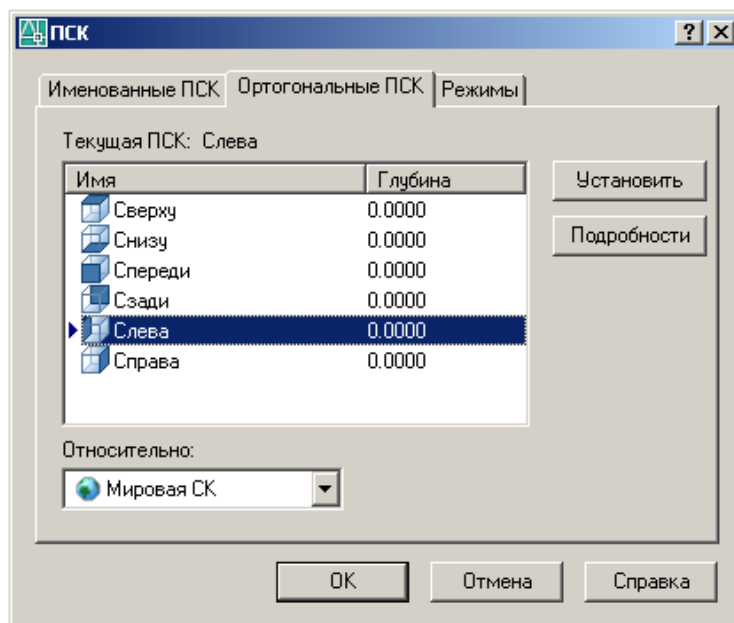
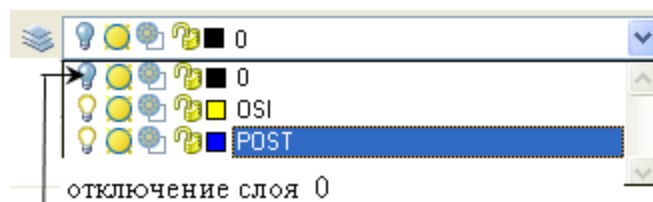


Рис. 3.5. Диалоговое окно ПСК

- Перенесем начало координат.
- Команда **НАЧАЛО** плавающей панели **ПСК**  
Укажите на середину нижнего ребра используя привязку **СЕРЕДИНА** плавающей панели **ОБЪЕКТНАЯ ПРИВЯЗКА** (рис. 3.3).
- Изменим точку зрения: **Вид** ⇒ **3М виды** ⇒ **Вид в плане** ⇒ **Текущая ПСК**.
- Создайте новый слой с именем **POST**, присвойте ему цвет линий синий, сделайте этот слой текущим, отключите слой с именем 0.



- Создадим замкнутый контур для выдавливания.

**Команда: КРУГ**

<Центр круга или>: **0,40,0** [Enter]

<Радиус круга или>: **30** [Enter]

**Команда: ОТРЕЗОК**

<Первая точка>: **0,10** [Enter]

<Следующая точка или>: **@-40,0** [Enter] [Enter]

**Команда: ОТРЕЗОК**

<Первая точка>: **0,10** [Enter]

<Следующая точка или>: **@40,0** [Enter] [Enter]

**Команда: СОПРЯЖЕНИЕ**

<Выберите первый объект или>: *выберите опцию Радиус*

<Радиус сопряжения>: **2.5** [Enter]

<Выберите первый объект>: *Укажите курсором на левый отрезок*

<Выберите второй объект>: *Укажите курсором на круг* [Enter]

Повторите команду для правого отрезка.

- Перейдите на слой **0**

- Обведите контур **полилинией** используя объектную привязку (**конточка** ) от точки **T1→T2→T3→T4→T1**, переключая опции **Дуга** и **Линейный** (рис. 3.6)



**Команда: ПЛИНИЯ.** Укажите точку **T1**, щелкните по рабочему пространству правой кнопкой мыши и выберите **Дуга**, укажите точки **T2, T3, T4**, используя при каждом выборе привязку .



После выбора точки *T4*, щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите *Линейный*, щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите **Замкнуть**.



Команда: **СТЕРЕТЬ** Удалим вспомогательную окружность.  
Укажите курсором на дугу между точками *T2* и *T3*, рис.3.6. [Enter]



Повторите команду для вспомогательных отрезков.



Включите и установите текущий слой **0**. Вернитесь к предыдущей точке зрения **ЮЗ Изометрия** на панели **ВИД** .



Команда: **ВЫДАВИТЬ** на панели **ТЕЛА**  
<Выберите объекты>: Укажите замкнутую полилинию

[Enter]

<Глубина выдавливания или >:

– 80

[Enter]

<Угол сужения<0>>:

[Enter]

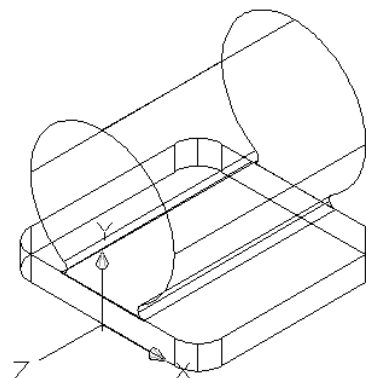
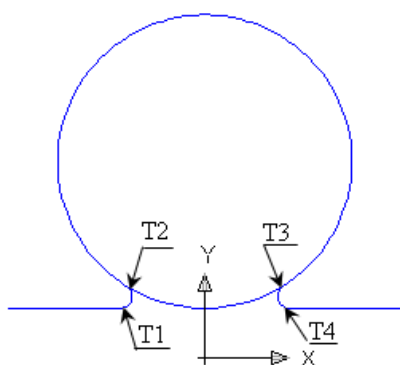


Рис. 3.6. Контур выдавливания

Рис.3.7. Результат выдавливания контура

## Создание внутреннего ступенчатого отверстия



Внутреннее ступенчатое отверстие создадим вращением замкнутой полилинии.



Запомним и сохраним текущую ПСК.



На панели инструментов **ПСК**, на вкладке «Именованные ПСК» переименуйте «Без имени» на «Левая» (рис. 3.8).

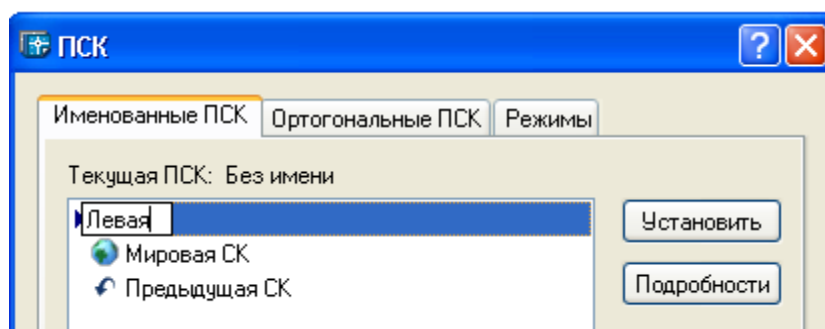


Рис.3.8. Диалоговое окно ПСК

На вкладке «**Ортогональные ПСК**» установите текущую ПСК – **Спереди**, затем **Установить** и **ОК** (рис. 3.9).

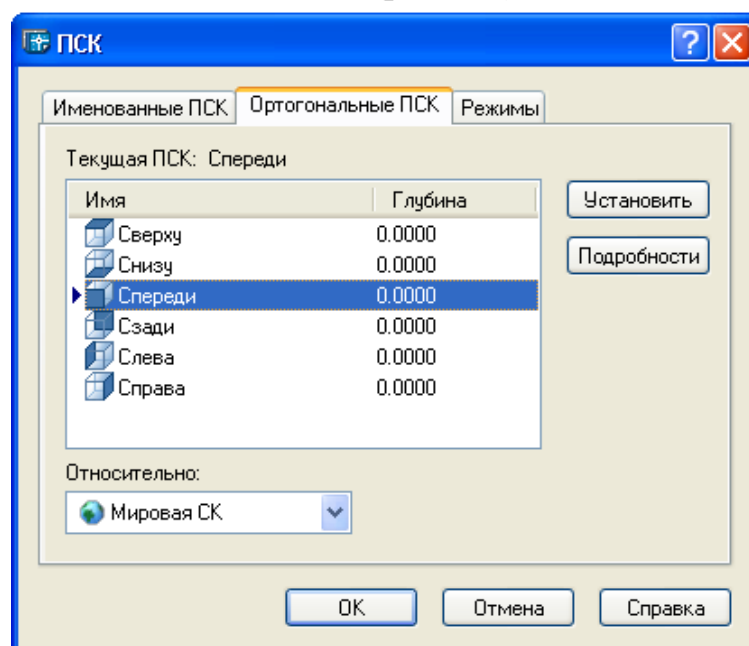


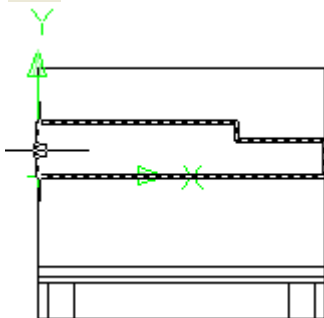
Рис.3.9. Установка текущей ПСК.

Команда **НАЧАЛО** на панели инструментов ПСК

Укажите на центр ближайшей окружности цилиндра используя объектную привязку

Измените точку зрения: **Вид** ⇒ **3М виды** ⇒ **Вид в плане** ⇒ **Текущая ПСК**.


Команда **ПЛИНИЯ** Создадим контур вращения



<Начальная точка>: **0,0** [Enter]  
 <Следующая точка или>: **#0,15** [Enter]  
 <Следующая точка или>: **#55,15** [Enter]  
 <Следующая точка или>: **#55,10** [Enter]  
 <Следующая точка или>: **#80,10** [Enter]  
 <Следующая точка или>: **#80,0** [Enter]  
 <Следующая точка или>: *Выберите опцию*  
**Замкнуть**




 Вернитесь к предыдущей точке зрения 

 Команда: **ВРАЩАТЬ** на панели **ТЕЛА**.  
<Выберите объекты>: *Укажите замкнутую полилинию*  
**[Enter]**

<Начальная точка оси вращения или>: *Выберите опцию X*

<Угол вращения <360>>: **[Enter]**

 *Результат вращения представлен на рис. 3.10.*

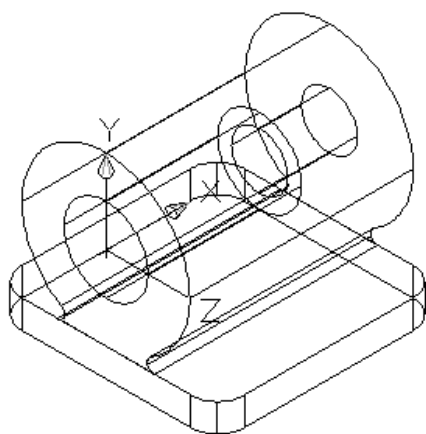


Рис. 3.10. Результат вращения

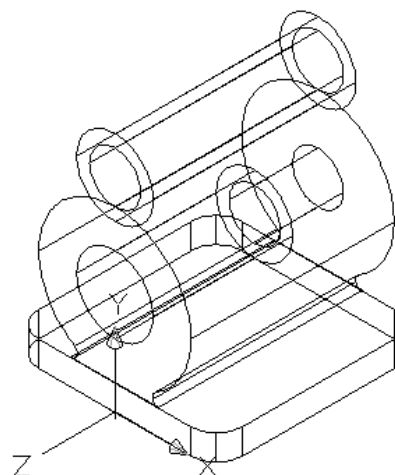






Рис. 3.11. Результат выдавливания

 Сохраним текущую ПСК.  на панели инструментов **ПСК** и на вкладке «**Именованные ПСК**» переименуйте «**Без имени**» на «**Спереди**».

### Создание верхней цилиндрической части изделия


 Выберите пиктограмму  на панели инструментов **ПСК** и на вкладке «**Именованные ПСК**» установите «**Левая**», укажите **Установить** и **ОК**.

 Создайте окружности для выдавливания.

 Команда: **КРУГ**

<Центр круга или >: **0,80** **[Enter]**

<Радиус круга или>: **15** **[Enter]**

 Команда: **КРУГ**

<Центр круга или>: **0,80** **[Enter]**

 <Радиус круга или>: **10** **[Enter]**

Команда: **ВЫДАВИТЬ** на панели инструментов **ТЕЛА**

**<Выберите объекты>:** Укажите последовательно обе окружности

<Выберите объекты>:

[Enter]

<Глубина выдавливания или – 80

[Enter]

<Угол сужения<0>>

[Enter]



Результат выдавливания представлен на рис. 3.11.



Команда: **ВЫЧИТАНИЕ** на панели **РЕДАКТИРОВАНИЕ ТЕЛ**



<Выберите объекты>: Укажите больший цилиндр


[Enter]

<Выберите объекты>: Укажите меньший цилиндр



[Enter]

### Создание сквозных отверстий на основании



Выберите пиктограмму  панели **ПСК** на вкладке «Ортогональные ПСК» установите «Сверху», **Установить** и **ОК**.



Выберите пиктограмму  на панели **ПСК**, используя объектную привязку  укажите курсором на середину нижнего ребра.



Команда: **ЦИЛИНДР** на панели инструментов **ТЕЛА**

<Центральная точка основания цилиндра>: 12,–28 [Enter]

<Радиус основания цилиндра или [Диаметр]>: 6 [Enter]

<Высота цилиндра или>: 10 [Enter]

Выделите созданный цилиндр: щелкните мышью по контуру цилиндра.



Команда: **МАССИВ** на панели **РЕДАКТИРОВАНИЕ**

В диалоговом окне **МАССИВ** (рис. 3.12) укажите прямоугольный массив, и установите значения соответственно рис.3.12.

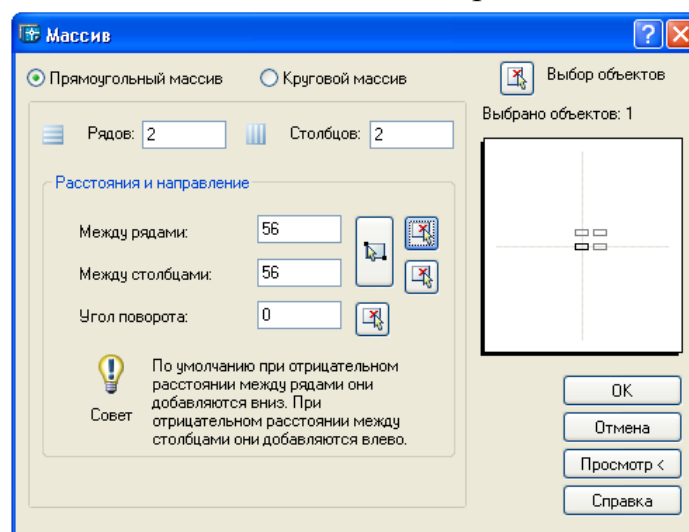




Рис. 3.12. Диалоговое окно **Массив**

## Создание паза в верхней части модели

-  Выберите пиктограмму  на панели ПСК. На закладке «Именованные ПСК» выберите **Левая** затем **Установить** и **ОК**.

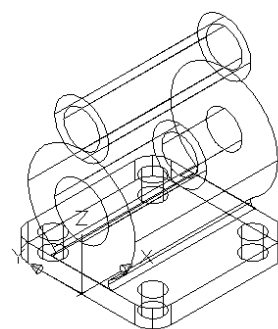



Рис. 13. Создание цилиндрических отверстий


-  Команда: **ЯЩИК** на панели ТЕЛА

<Угол ящика или [Центр] <0,0,0>>:	<b>-40,35,-30</b>	<b>[Enter]</b>
<Угол или [Куб/Длина]>:	<b>Длина</b>	<b>[Enter]</b>
<Длина>:	<b>80</b>	<b>[Enter]</b>
<Ширина>:	<b>80</b>	<b>[Enter]</b>
<Высота>:	<b>-15</b>	<b>[Enter]</b>

-  Получился ящик, пересекающий деталь (рис. 3.14).

## Создание составного твердотельного объекта

-  Команда: **ВЫЧИТАНИЕ** на панели РЕДАКТИРОВАНИЕ ТЕЛ  
 <Выберите объекты>: Укажите ящик-основание и горизонтальные цилиндры (т.е. те объекты, из которых будет происходить вычитание) **[Enter]**  
 <Выберите объекты>: Укажите цилиндры: в основании и ступенчатый цилиндр, а как же призму для вычитания (т.е. те объекты, которые будут вычитаться) **[Enter]**

-  В результате все твердотельные примитивы превратились в один составной объект (рис.3.15).

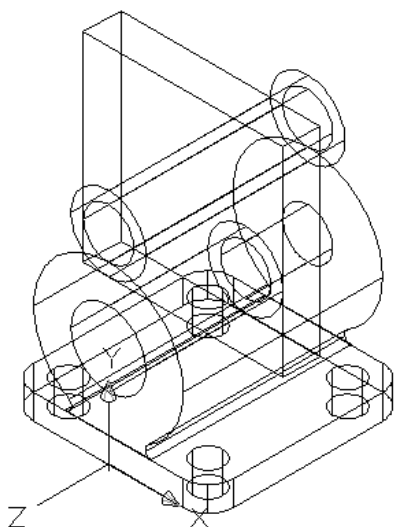


Рис. 3.14. Отрисовка ящика

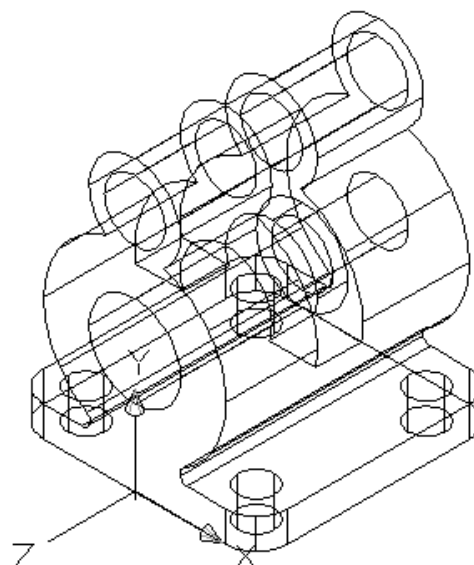


Рис. 3.15. Составной твердотельный объект

## Подавление невидимых линий



Команда **СКРЫТИЕ ЛИНИЙ** панели **РАСКРАШИВАНИЕ**.

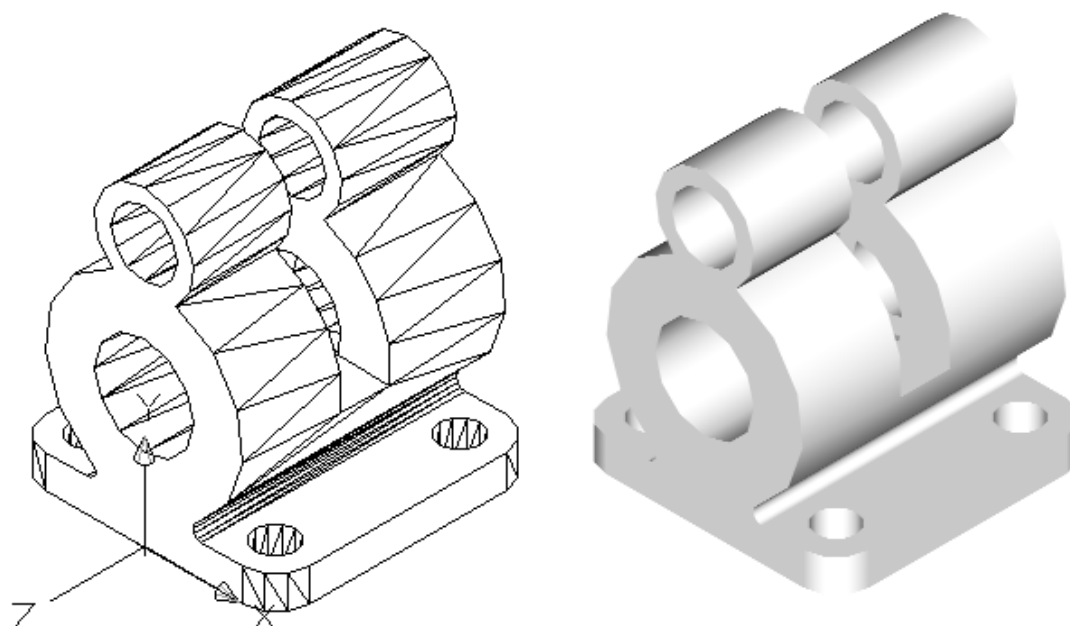


Рис. 3.16. Результат выполнения команды **СКРЫТЬ** и **ТОНИРОВАНИЕ**

## 3.2. Создание чертежа по твердотельной модели

- ✎ Для выполнения работы воспользуемся уже построенной нами моделью. Чертеж этой детали должен содержать вид сверху, вид спереди, вид слева совмещенный с разрезом и с местным разрезом, а также аксонометрию. Следовательно, нужно создать в пространстве листа 6 видовых экранов согласованных проекций.
- ✎ Перейдите на вкладку *Layout1* (Лист1) (рис. 3.17). В контекстном меню вкладки **Лист** (рис. 3.18) выберите строчку **Диспетчер параметров листов**. В открывшемся окне нажмите кнопку **Изменить** (рис. 3.19), установите формат листа  $420 \times 297$ .

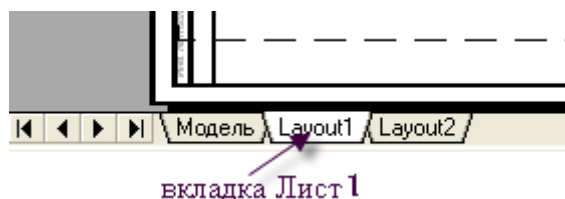


Рис. 3.17. Установка пространства листа

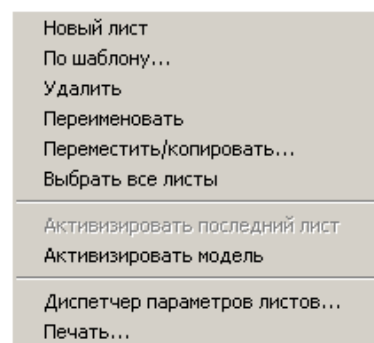


Рис. 3.18. Контекстное меню вкладки **Лист**

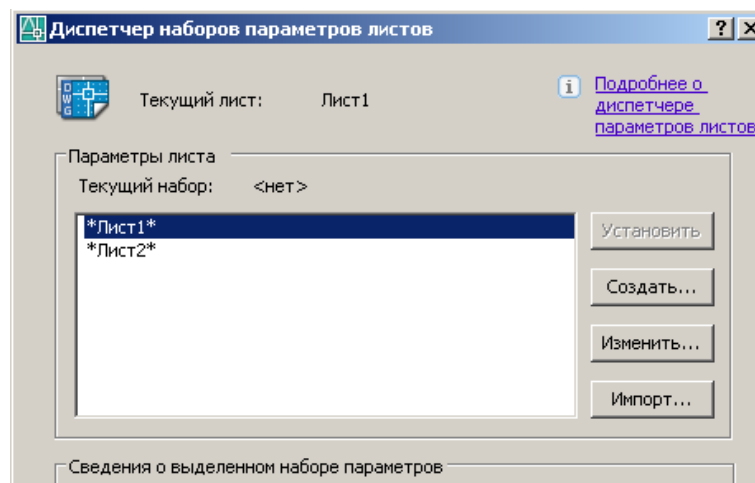





Рис.3.19. Диалоговое окно Диспетчер наборов параметров листов

-  Выделите видовой экран, который программа создала по умолчанию и нажмите клавишу **Delete**.
-  Создайте новый слой, присвойте ему имя «**основная надпись**», сделайте его текущим.
-  В меню **Вставка** выберите подменю **Внешняя ссылка**. Откроется окно **выбора файла внешней ссылки**, найдите шаблон горизонтального формата А3 → **ОК**. Программа вернет Вас в пространство листа, и по мере перемещения курсора на экране будет перемещаться вставляемый формат. Установите формат, совмещая его внешние границы с границами листа.

### Вид сверху



Команда: **ВИД** на панели инструментов **ТЕЛА**

- <Задайте опцию [Пск/Орто/Дополн./Сечение]> **Выберите Пск** [Enter]  
 <Задайте опцию [Имя/Мск/?/Текущая]> **Выберите Мкс** [Enter]  
 <Масштаб вида <1>> **Enter**  
 <Центр вида> *Укажите точку центра вида в левой нижней четверти листа. Система создаст видовой экран и сделает первое приближение по размещению вида (см. рис. 3.20). Можно сколько угодно раз уточнять положение центра вида. Выбрав удачное положение зафиксируйте его нажав [Enter].*  
 <Первый угол видового экрана> *Щелкните мышкой рядом с левым верхним углом вида*  
 <Противоположный угол видового экрана> *Щелкните мышкой рядом с правым нижним углом вида, так чтобы все изображение было в рамке (см. рис. 3.21)*  
 <Имя вида>

**Сверху**  
[Enter]



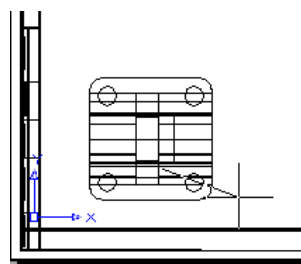


Рис. 3.20. Выбор центра видового экрана

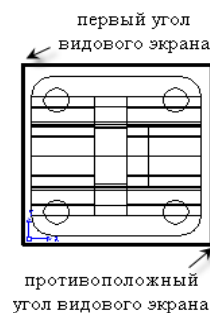


Рис. 3.21. Создание вида сверху

## Разрез



Программа повторяет запрос:

<Задайте опцию [Пск/Орто/Дополн/Сечение]>: Выберите из контекстного меню **Сечение** [Enter]

<Первая точка секущей плоскости>: На панели **Объектная привязка** выберите пиктограмму **Середина** и щелкните по точке 1 (рис.3.22а)

<Вторая точка секущей плоскости>: укажите вторую точку)

<Сторона просмотра>: Указываем точку в нижней части видового экрана

<Масштаб вида: <1>>: [Enter]

<Центр вида>: Укажите точку центра вида вертикально от вида сверху в левой верхней четверти листа. [Enter]

📌 **Внимание!** Перед выбором центра вида включите режим **Орто**, щелкнув мышкой по кнопке **Орто** в строке состояния.

<Первый угол видового экрана>: Щелкните мышкой рядом с левым верхним углом вида (рис.3.22б)

<Противоположный угол видового экрана>: Щелкните мышкой рядом с правым нижним углом вида

<Имя вида>:

**Главный**  
[Enter]

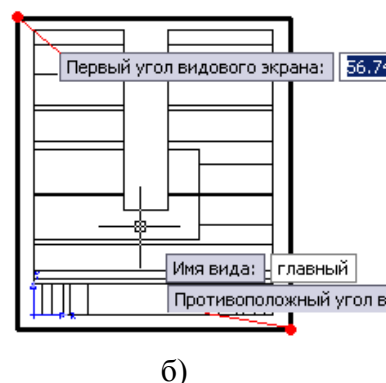
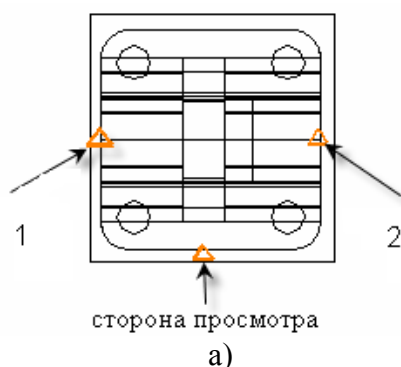


Рис. 3.22. Построение и создание второго видового экрана (главного вида)



- ☞ *Строим вид слева, совмещенный с разрезом и местным разрезом. Создадим 3 видовых экрана, один из которых содержит вид детали, а два других - разрезы, совмещенных с видом.*

### Вид слева

🖥 На запрос команды:

<Задайте опцию [Пск/Орто/Дополн/Сечение]>: **Орто** [Enter]

<Укажите сторону видового экрана для проекции>: *Укажите левую вертикальную сторону рамки видового экрана вида спереди (обязательно пользуйтесь объектной привязкой **Середина**),* (рис. 3.23).

<Центр вида>: *Укажите положение центра вида* [Enter]

<Первый угол видового экрана>: *Укажите один угол* (рис. 3.24)

<Противоположный угол видового экрана>: *Укажите второй угол так, чтобы очертить ровно половину детали, т.к. совмещение вида с разрезом будет по осевой линии* (рис. 3.24).

<Имя вида>: *Введите с клавиатуры имя* **Слева** (рис. 3.24) [Enter]

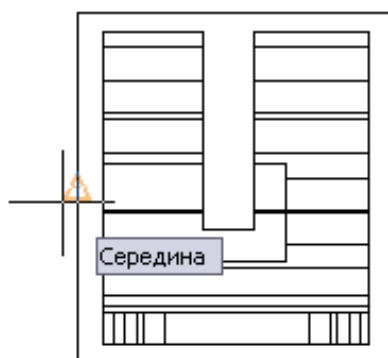


Рис. 3.23. Построение вида слева

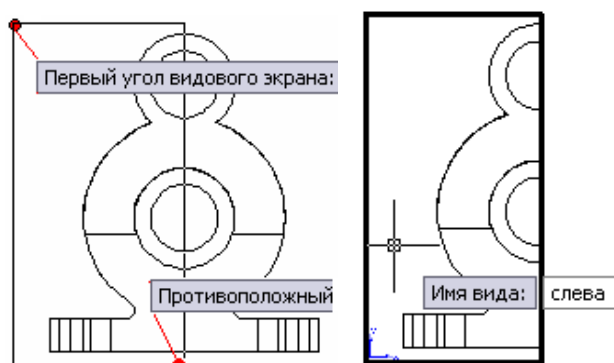


Рис. 3.24. Создание вида слева

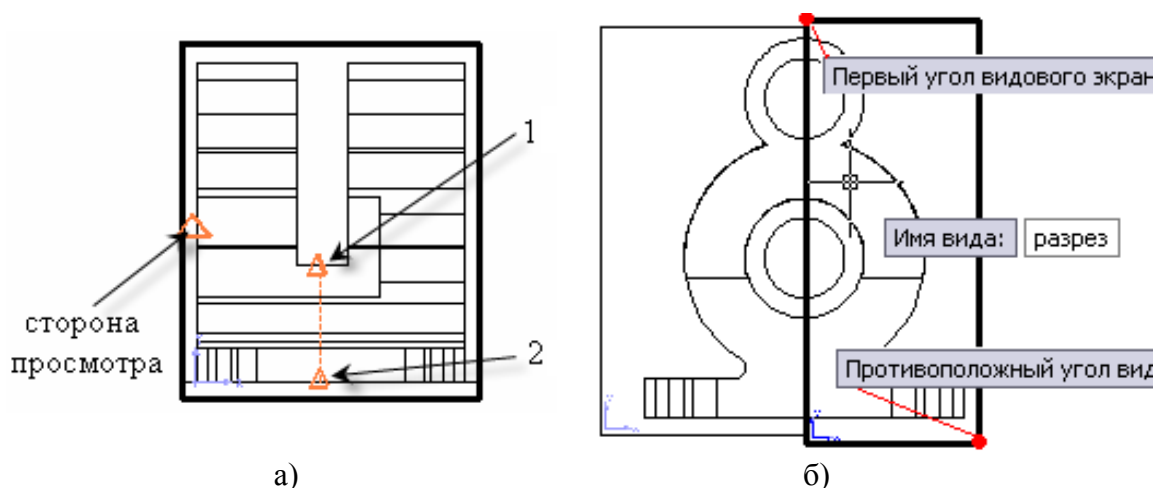


Рис.3.25. Построение и создание профильного разреза

## Профильный разрез



На запрос команды:

<Задайте опцию [Пск/Орто/Дополн/Сечение]>: **Сечение** [Enter]

<Первая точка секущей плоскости>: (активизируйте окно главного вида, щелкнув внутри него мышью) На панели **Объектная привязка** выберите пиктограмму **Середина** и щелкните по точке 1 (рис.3.25а).

<Вторая точка секущей плоскости>: в строке состояния включите режим **Орто** и укажите вторую точку секущей плоскости.

<Сторона просмотра>: Укажите точку слева от секущей плоскости (рис. 3.25, а)

<Масштаб вида: <1>>: [Enter]

<Центр вида>: Подберите положение центра разреза так, чтобы точно совместить контур разреза с контуром построенного вида (рис.3.25б).

<Центр вида>: [Enter]

<Первый угол видового экрана>: Укажите левый верхний угол видового экрана (рис.3.25б)

<Противоположный угол видового экрана>: Укажите второй угол.

<Имя вида>: **Разрез**  
[Enter]

## Местный разрез

На запрос команды:

<Задайте опцию [Пск/Орто/Дополн/Сечение]>: **Сечение** [Enter]

<Первая точка секущей плоскости>: (активизируйте окно главного вида, щелкнув внутри него мышью) На панели инструментов **Объектная привязка** выберите пиктограмму **Центр** и щелкните по точке 1 (рис.3.26).

<Вторая точка секущей плоскости>: в строке состояния включите режим **Орто** и укажите вторую точку секущей плоскости.

<Сторона просмотра>: Укажите точку слева от секущей плоскости

<Масштаб вида: <1>> [Enter]

<Центр вида>: Подберите положение центра разреза так, чтобы точно совместить контур разреза с контуром построенного вида (рис.11б). [Enter]

<Первый угол видового экрана>: Укажите верхний левый угол рамки вида слева.

<Противоположный угол видового экрана>: Укажите второй угол.

<Имя вида>: **Местный разрез**  
[Enter]

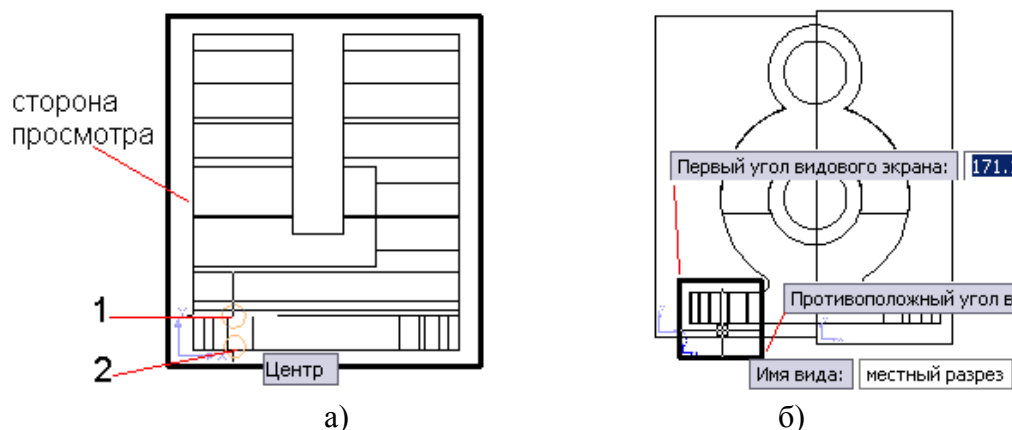


Рис. 3.26. Построение и создание местного разреза

## Выравнивание

Если не получилось точно совместить видовые экраны на виде слева или нарушилась проекционная связь, воспользуемся командой **MVSETUP**:



Введите с клавиатуры в командной строке команду **MVSETUP**.



Выберите из контекстного меню опцию **Выровнять**, затем **Горизонтально** (или **Вертикально**). Активируйте один из смежных экранов и с помощью объектной привязки задайте базовую точку. Активизируйте смежный экран и укажите точку, которая должна располагаться на одном уровне с базовой.

## Штриховка



Команда: **ПОСТРОЕНИЕ** на панели инструментов **ТЕЛА**

<Выберите видовые экраны для построений>: Укажите рамки видовых экранов «главный», «разрез» и «местный разрез». [Enter]



В результате выполнения этой команды программа выполнит штриховку по умолчанию (рис. 3.27).

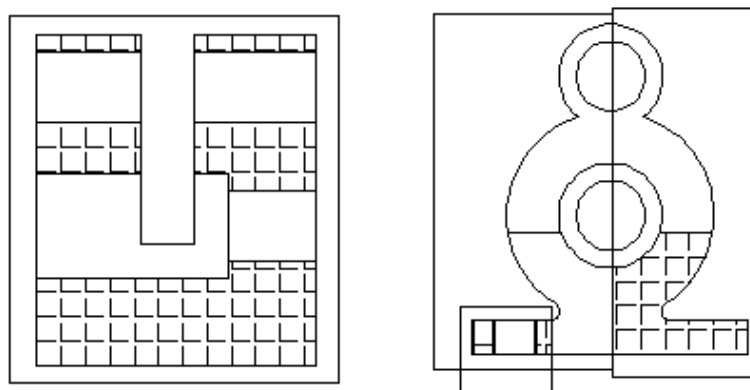










Рис. 3.27. Штриховка, созданная программой по умолчанию

-  Отредактируем штриховку в соответствии с требованиями ГОСТ (рис. 3.28).
-  Перейдите в пространство модели двойным щелчком мыши внутри видового экрана. В меню выбираем **Редакт ⇒ Объекты ⇒ Штриховка**
-  <Выберите объект штриховки>: *Указываем штриховку на главном виде.*
-  Выберите штриховку типа **ANSI31**, масштаб **1** в диалоговом окне **Редактирование штриховки**.
-  Аналогично отредактируйте штриховку на разрезе слева и на местном разрезе.
-  Уберите линии невидимого контура с построенных видов.
-  Команда: **ПОСТРОЕНИЕ** на панели **ТЕЛА**  
<Выберите видовые экраны для построений>: *Укажите рамки видовых экранов «сверху» и «слева».* **[Enter]**
-  Откройте список слоев и «выключите» щелчком мыши лампочку в слоях **«сверху HID»** и **«слева HID»**.

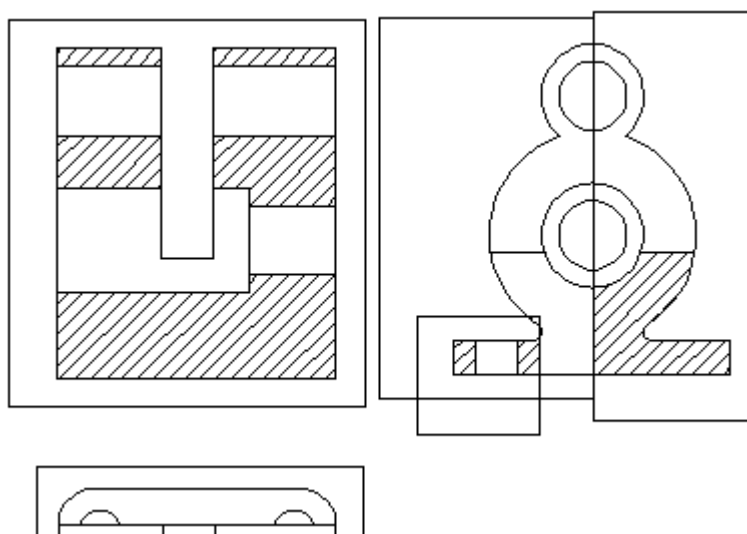



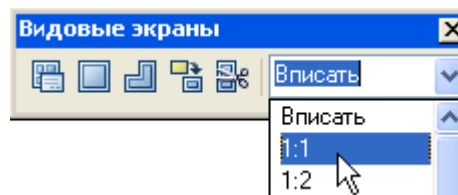






Рис. 3.28. Выровненные видовые экраны с отредактированной штриховкой и без линий внутреннего контура

-  Постройте ещё один видовой экран и установите в нем изометрический вид. Воспользуйтесь командой **ВЭКРАН**.
-  На панели инструментов **ВИДОВЫЕ ЭКРАН**  выберите вторую кнопку **Один видовой экран** и создайте его на свободном поле чертежа.



-  Двойным щелчком мыши внутри видового экрана перейдите в пространство модели и установите изометрический вид: кнопка **ЮЗ-Изометрия** на панели **ВИД**
-  На плавающей панели **Видовые экраны** выберите подходящий масштаб (рекомендуется 1:1)
-  На панели **Тела** нажмите кнопку  **Контуры** для вызова команды **Т-ПРОФИЛЬ**.



На запрос команды:

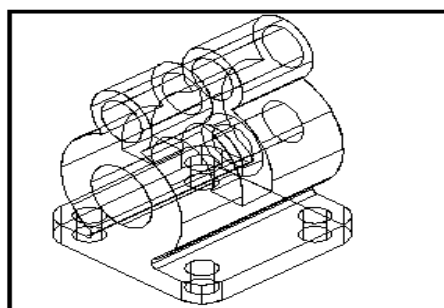
<Выберите объекты>: Щелкните на модели мышкой. [Enter]

<Изображать скрытые линии профиля на отдельном слое? [Да/Нет]>:  
Выберите Да [Enter]

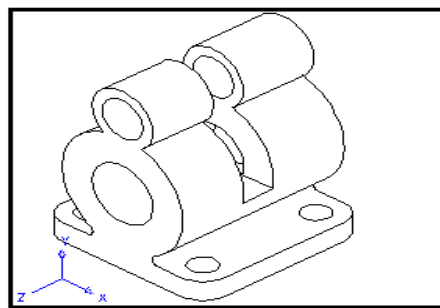
<Проецировать линии профиля на плоскость? [Да/Нет]>: Да [Enter]

<Удалить касательные ребра? [Да/Нет]>: Да [Enter]

-  Отключите видимость слоя «РН-метка видового слоя», содержащего скрытые линии (рис. 3.29, а).
-  Отключите видимость слоя с исходным твердотельным объектом (слой «0») для просмотра линий созданного профиля, т.к. **Т-ПРОФИЛЬ** не изменяет видимость слоев. Проекция примет вид, как на рис. 3.29, б.




а)





б)

Рис. 3.29. Видовой экран с аксонометрической проекцией

-  Отключите видимость рамок видовых экранов, «выключив» лампочку слоя **VPORTS**



-  Постройте линию, ограничивающую местный разрез.
-  Создайте и установите текущим слой «Тонкая».

- Инструментом **ПОЛИЛИНИЯ** при выбранной опции **Дуга** укажите подряд несколько точек (линия отслеживается по чертежу) (рис. 3.30). Можно также для этого использовать команду **Сплайн**.
- Линию обрыва строите по краю заштрихованной области.*

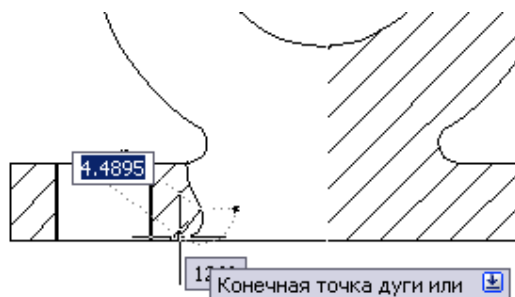


Рис. 3.30. Построение линии, ограничивающей местный разрез

- Создайте новый слой **Оси** (для построения осевых линий, **тип линии** – осевая, **цвет линии** – желтый).
- Установите текущий слой **Оси**. Используя **Панель объектной привязки** и редактирование, с использованием ручек проведите осевые линии.
- Создайте новый слой **Размерный** (для нанесения размеров, **цвет линии** – зеленый, сделайте его текущим).
- Создайте свой размерный стиль, в соответствии с ГОСТом, нанесите размеры в пространстве **ЛИСТА**.*

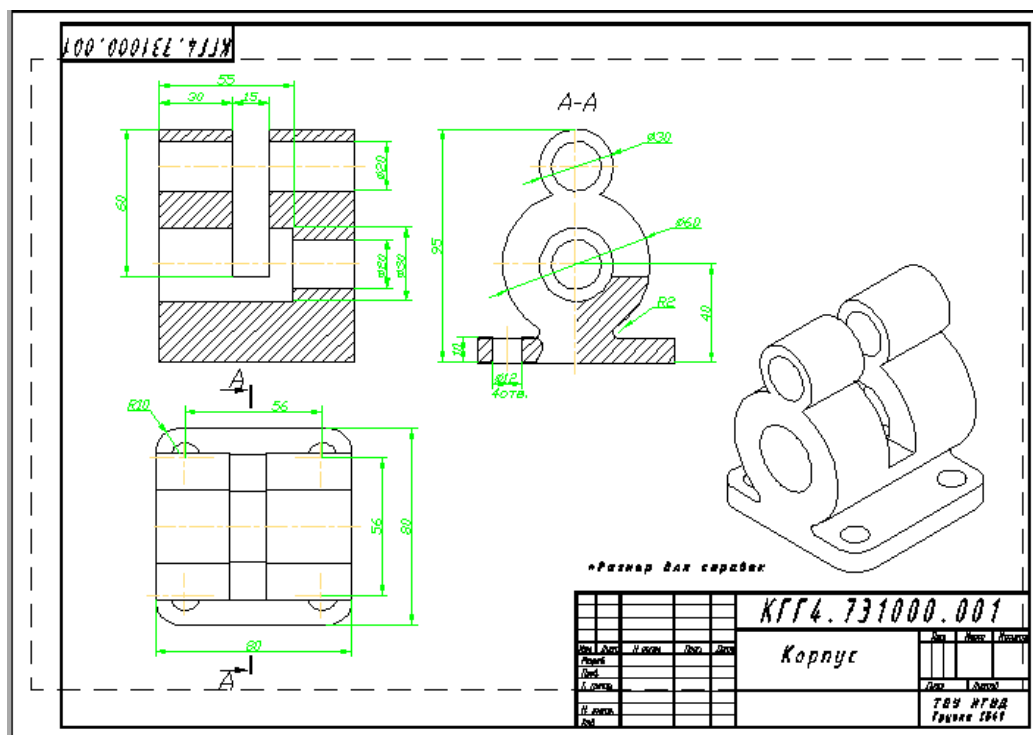










Рис. 3.31. Готовый чертеж





-  Установите текущий слой **Основная надпись**.
-  Заполните основную надпись, дополнительную графу основной надписи.
-  Обозначьте разрез, выполнив линию сечения и стрелку на свободном поле чертежа и скопируйте её на место обозначения.
-  *На рис. 3.31. Приведен пример выполненной работы.*

### 3.3. Окончание работы

Для завершения работы с Автокадом необходимо:

-  Щелкнуть на кнопку  **Заккрыть** в правом верхнем углу экрана;
-  Выбрать в меню **Файл-Выход**;
-  Ввести в командную строку **Покинуть** и нажать **[Enter]**. Эта команда завершает работу программы в том случае, если с момента последнего сохранения в рисунок не были внесены изменения.

 *Если в ходе работы вы что-либо изменяли в открытом чертеже после последней операции сохранения, AutoCAD предложит сохранить изменения.*

-  Для завершения работы с Windows нажмите на кнопку **Пуск**, расположенную в левом нижнем углу экрана. Выберите пункт **Завершение работы**.

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**Absolute coordinates (абсолютные координаты)** – положение точки, заданное расстоянием или углом относительно точки — начала координат текущей пользовательской системы координат (ПСК).

**Alias (псевдоним)** – аббревиатуры для часто используемых команд. Определяются в файле параметров *acad.pgp*.

**Aligned dimension (параллельный размер)** – измеряет расстояние между двумя точками под любым углом. Размерная линия параллельна объекту.

**Ambient color (нейтральный цвет)** – цвет, получаемый при рассеянном освещении.

**Ambient light (рассеянный свет)** – фоновое освещение тонируемой сцены. Равномерно распределяется по сцене, обеспечивая одинаковую освещенность всех поверхностей независимо от их ориентации. Не исходит от конкретного источника света и не дает теней.

**Angular dimension (угловой размер)** – размер для углов и дуговых сегментов, включающих размерную дугу, текст, выносные линии и выноски.

**Angular unit (угловые единицы)** – единицы измерения углов. Углы могут измеряться в десятичных градусах, градусах/минутах/секундах, градах и радианах.

**Annotations (надписи)** – Текстовая информация в чертеже: заголовки, размеры, допуски, символы, примечания и пояснения.

**Anonymous block (неименованный блок)** – блок без имени, используемый для нанесения штриховки, ассоциативных размеров и других объектов, к которым не разрешен непосредственный доступ.

**Approximation points (точки аппроксимации)** – точки, задающие вид поверхности или кривой, но, возможно, ей не принадлежащие.

**Array (массив)** – Набор объектов AutoCAD, полученный путем копирования исходного объекта в узлы регулярной геометрической сетки.

**Arrowhead (размерная стрелка)** – символ (стрелка, точка и т.п.), наносимый на концы размерной линии для отметки начала и конца размера.

**Aspect ratio (коэффициент сжатия)** – соотношение (коэффициент) ширины дисплея к высоте.

**Associative dimension (ассоциативный размер)** – размер, автоматически обновляющийся при изменении образмеренного объекта.

**Associative hatching (ассоциативная штриховка)** – штриховка замкнутой области, автоматически изменяющаяся при ее копировании, перемещении и изменении размера.

**Attenuation (спад освещенности)** – ослабление интенсивности света с расстоянием.

**Attribute definition (определение атрибута)** – объект чертежа AutoCAD, служащий шаблоном для атрибута. Значение атрибутов можно присваивать различным объектам в чертеже и извлекать их из него во внешние файлы для создания спецификации материалов.

**Attribute tag (имя атрибута)** – связанная с атрибутом текстовая строка, позволяющая различать атрибуты при их извлечении из базы данных и включении в чертеж.

**Attribute value (значение атрибута)** – буквенно-цифровая информация, связанная с именем атрибута.

**Axis tripod (тройка осей)** – векторное представление осей X, Y и Z, используемое для задания точки обзора моделируемой совокупности пространственных объектов. Тройка осей вращается в соответствии с точкой зрения указываемой на компасе устройством указания.

**Back face (задняя поверхность)** – противоположная сторона лицевой поверхности.

**Baseline (базовая линия)** – воображаемая линия, на которой устанавливаются шрифтовые символы. Нижние элементы некоторых символов могут опускаться ниже базовой линии.

**Baseline dimension (опорный размер)** – способ образмеривания, позволяющий выполнить несколько измерений относительно выбранной опорной линии.

**Base point (базовая точка)**

1. При редактировании с помощью ручек — ручка, выделяемая цветом после выбора и являющаяся объектом последующей операции редактирования.

2. Точка, относительно которой задаются параметры трансформации при копировании, перемещении или поворота объектов.

**Bitmap (растровый формат)** – цифровое представление изображения, в котором для каждого пиксела задаются соответствующие коды цвета. В цветной графике для каждого цветного компонента (красного, зеленого и синего) пиксела используются различные значения.

**Blip marks (временные маркеры)** – временные метки на экране, отображаемые в области чертежа при указании точек.

**Block (блок)** – Примитив AutoCAD. Один или несколько примитивов AutoCAD, сгруппированных в единый объект.

**Block definition (определение блока)** – имя, базовая точка и набор объектов, используемые для создания блока командой **BLOCK**.

**Block reference (блочная ссылка)** – экземпляр множества объектов AutoCAD, являющийся элементом чертежа и базирующийся на определении свойств данного множества.

**Block table (таблица блока)** – неграфическая область данных чертежного файла, сохраняющего блочные определения.

**Button menu (кнопочное меню)** – меню для мыши или устройства указания планшета, имеющих несколько кнопок. Каждая кнопка на устройстве указания может быть определена в файле меню AutoCAD — *acad.mnu*.

**BYBLOCK (по блоку)** – специальное свойство объекта. Объекты, вычерченные с данным свойством, наследуют цвет и тип линии блока, в который они входят.

**BYLAYER (по слою)** – специальное свойство объекта. Объекты, вычерченные с данным свойством, наследуют цвет и тип линии, заданные слою, на котором они созданы.

**Circular external reference (циклическая внешняя ссылка)** – внешняя ссылка, явно или неявно ссылающаяся сама на себя. Ссылка, создающая цикличность, игнорируется.

**Clipping planes (отсекающие плоскости)** – Границы, определяющие или отсекающие поле вида.

**Color map (карта цветов)** – таблица, задающая интенсивность красной, зеленой и синей составляющих для каждого из предлагаемых цветов. Используется при представлении цвета в системе RGB.

**Command line (командная строка)** – текстовая область, предназначенная для ввода с клавиатуры команд AutoCAD и их аргументов.

**Construction plane (плоскость построения)** – геометрическая плоскость, в которой производится построение плоских и трехмерных объектов. Является плоскостью XY текущей UCS.

**Continued dimension (размерная цепь)** – вид линейного размера, использующий начало второй выносной линии выбранного размера в качестве начала своей первой выносной линии. При сложении сегментов размерной цепи получается полный размер.

**Control point (контрольная точка)** – одна или несколько точек пространства, используемых для определения кривой или поверхности. В геометрическом моделировании контрольные точки можно изменять для получения требуемой формы кривой (смотри control frame).

**Coordinate filters (координатные фильтры)** – средство AutoCAD, позволяющее извлекать значения компонентов X, Y и Z вектора координат для последующего их использования при формировании новой точки.

**CPolygon (секущий многоугольник)** – многоугольник выбора, захватывающий все объекты, пересеченные многоугольником или расположенные в нем целиком.

**Crosshairs (перекрестье)** – вид графического курсора, состоящий из двух пересекающихся линий.

**Crossing window (секущая рамка)** – прямоугольная рамка выбора, захватывающая все объекты, пересеченные рамкой или расположенные в ней целиком.

**Cursor (курсор)** – указатель на экране монитора, перемещая который, можно размещать текстовую и графическую информацию. Называется также графическим курсором.

**Cursor menu (меню курсора)** – меню, появляющееся в области чертежа в месте положения графического курсора при удержании одной из клавиш — **Shift**, **Ctrl** или **Alt** и одновременном нажатии правой кнопки устройства указания.

**Default (значение по умолчанию)** – предопределенное значение вводимой величины или параметра. Значения по умолчанию в командах AutoCAD вводятся в угловых скобках.

**Definition points (определяющие точки)** – опорные точки объекта, используемые при создании ассоциативных размеров. AutoCAD применяет определяющие точки для изменения вида и значения ассоциативного размера при изменении образмериваемого объекта. Расположены на специальном слое **DEFPOINTS**.

**Dimension line arc (размерная дуга)** – дуга (обычно со стрелками или засечками на концах), проходящая между двумя линиями размера, которые образуют Измеряемый угол. Размерный текст пишется либо рядом с размерной дугой, либо делит ее на две части.

**Dimension style (размерный стиль)** – поименованная группа установок всех размерных переменных, влияющая на вид размера и упрощающая задание значений размерных системных переменных.

**Dimension text (размерный текст)** – текст в размерной надписи, отображающий значения нанесенных размеров.

**Dimension variables (размерные переменные)** – набор числовых величин, текстовых строк и переключателей, управляющих способов нанесения размеров AutoCAD.

**Dithering (псевдосмещение)** – способ отображения большого количества цветов, что предусмотрено на данном мониторе или устройстве печати. Заключается в нанесении на чистый цвет (корректно отображаемый данным устройством) узора той или иной структуры.

Тем самым обозначается цвет, который нельзя отобразить правильно.

**Drawing area (область чертежа)** – область экрана, в которой выполняется вычерчивание объектов и просмотр готового изображения.

**Drawing extents (габариты чертежа)** – прямоугольная область с тем же соотношением сторон, что и у основной области чертежа, которая содержит внутри себя все его видимые объекты.

**Drawing limits (границы чертежа)** – заданные пользователем размеры области чертежа. Представляют собой две пары прямоугольных координат, определяющих левый нижний и правый верхний углы области.

**DWF (drawing Web format)** – расширение AutoCAD, обеспечивающее высшую степень сжатия. Предназначен для размещения в Internet.



**DWG** – расширение файлов и стандартный формат чертежей AutoCAD.  
**Drawing Interchange Format, DXF (формат обмена графической информации)** – формат файлов (двоичный или ASCII), используемый для экспорта файла чертежа AutoCAD в другие программы или для импорта из них.

**Edge (ребро)** – граница поверхности детали.

**Elevation (уровень)** – координата Z плоскости XY, в которой расположен двухмерный объект.

**Explode (расчленение)** – операция, разбивающая сложный объект (блок, тело или полилинию) на простые. Определение блока при этом не изменяется, а его вхождение заменяется составляющими объектами.

**External reference, xref (внешняя ссылка)** – файл чертежа, связанный с другим чертежом.

**Extrusion (выдавливание)** – создание трехмерного объекта путем перемещения двухмерного контура (образующей кривой) вдоль трехмерной порождающей кривой. В процессе перемещения плоскость двухмерного контура совпадает с нормальной плоскостью порождающей кривой.

**Face (грань)** – треугольная или четырехугольная плоская поверхность, являющаяся базовым элементом произвольной трехмерной поверхности.

**Fence (линия выбора)** – ломаная линия, захватывающая все пересеченные ею объекты.

**Fill (закраска)** – сплошная заливка каким-либо цветом области, ограниченной контуром.

**Fit points (узловые точки)** –

1. Точки интерполяции.
2. Точки аппроксимации,

**Floating viewports (плавающие видовые экраны)** – окна произвольной формы, созданные в пространстве листа, в которых можно просматривать изображение в режиме пространства модели.

**Font (шрифт)** – набор символов (буквы, цифры, знаки препинания, специальные значки), имеющих определенные размеры и форму.

**Freeze (замораживание)** – игнорирование объектов на указанных слоях при регенерации чертежа с целью ускорения формирования изображения. Объекты на замороженных слоях не отображаются на экране и не регенерируются на виртуальном экране.

**Geometry (геометрия)** – все графические объекты AutoCAD (линии, окружности, дуги, полилинии и размеры).

**Graphics area (графическая зона экрана)** – область графического экрана AutoCAD, в которой создается и редактируется чертеж.



**Grid (сетка)** – область графической зоны экрана, покрытая точками с равными интервалами. При вычерчивании точки сетки не выводятся. Интервалами между точками сетки можно управлять.

**Grip modes (режимы модифицирования с помощью ручек)** – средства модифицирования, активизируемые при включенных ручках. Предполагают растягивание, перемещение, поворот, масштабирование и зеркальное отображение.

**Grips (ручки, маркеры выделения)** – средство редактирования, позволяющее модифицировать объекты без ввода соответствующих команд.

**Handle (дескриптор)** – уникальное буквенно-цифровое представление объекта в базе данных AutoCAD.

**IGES (initial graphics exchange specification)** – ANSI-стандарт, предназначенный для обмена данными между CAD/CAM-системами.

**Initial environment (начальная среда)** – значения переменных и другие установки для новых чертежей, задаваемые в чертеже-прототипе (файлы *acad.dwg* или *acutiso.dwg*).

**Interpolation points (точки интерполяции)** – точки, задающие вид поверхности или кривой и принадлежащие ей.

**Island (островок)** – область, ограниченная замкнутым контуром штриховки и расположенная внутри другого замкнутого контура.

**Isometric snap style (изометрический стиль шаговой привязки)** – возможность совместить курсор и изображение точек сетки с изометрическими плоскостями в изометрических чертежах AutoCAD. Служит для упрощения процесса построения изометрического чертежа.

**Layer (слой)** – средство логического группирования данных, подобное наложению друг на друга прозрачных пленок с элементами чертежа. Слои могут отображаться отдельно или в комбинации.

**Linetype (тип линии)** – определяет вид отрезка или другой кривой. Например, непрерывная линия отличается по виду от пунктирной.

**Link (связь)** – SQL-отношение между объектом AutoCAD и записью внешней базы данных.

**Mirror (зеркальное отображение)** – создание объектов, симметричных выбранным относительно заданной оси (двухмерное отображение) или плоскости (трехмерное отображение).

**Mode (режим)** – действующие установки программы или текущее состояние.

**Model (модель)** – двух- или трехмерное представление объекта. Модель является представлением тела, поверхности, сети, каркаса или области AutoCAD.

**Model space (пространство модели)** – одно из двух пространств размещения объектов AutoCAD. Обычно геометрическая модель распола-

гается в трехмерном пространстве модели, а отдельные виды модели и Пояснения — в пространстве листа.

**Named view (именованный вид)** – вид, сохраненный с возможностью последующего восстановления.

**Node (узел)** – объект в виде точки.

**Normal (нормаль)** – вектор, перпендикулярный грани или поверхности в некоторой точке.

**Noun-verb selection (метод выбора «объект-команда»)** – выбор объекта с последующим вызовом команды для выполнения операции над ним.

**Object (объект)** – один или несколько элементов чертежа (текст, размеры, отрезки, окружности, полилинии и т.п.), рассматриваемые как единое целое при их создании, обработке и модификации.

**Object Snap (объектная привязка)** – функциональная возможность AutoCAD, позволяющая точно указывать точки при создании или корректировке чертежа.

**Object snap override (подавление объектной привязки)** – механизм временного отключения или изменения текущих режимов объектной привязки для ввода одной точки.

**Origin (точка отсчета)** – точка пересечения осей системы координат. Например, началом прямоугольной системы координат является точка пересечения осей X, Y и Z с координатами (0,0,0).

**Orthogonal (ортогональный)** – объекты, касательные к которым в точке их пересечения перпендикулярны друг к другу.

**Ortho mode (ортогональный режим)** – режим работы AutoCAD, допускающий ввод с помощью устройства указания только горизонтальных и вертикальных (по отношению к ориентации сетки шаговой привязки) смещений.

**Pan (панорамирование)** – перемещение границ вида чертежа без изменения экранного увеличения.

**Paper space (пространство листа)** – пространство, в котором производится окончательная компоновка видов для вычерчивания (в отличие от черновой работы по проектированию моделей, выполняемой в пространстве модели). Хотя в пространстве листа можно создавать как двумерные, так и трехмерные объекты, команды тонирования здесь не работают.

**Perspective view (вид в перспективе)** – вид трехмерного объекта, в котором его линии, непараллельные плоскости чертежа, визуально сходятся при удалении от наблюдателя подобно тому, как это кажется в действительности.

**Photorealistic rendering (фотореалистический рендеринг)** – рендеринг объектов, позволяющий достичь фотографического качества изображения.

**Pick button (кнопка выбора)** – кнопка мыши (как правило, левая), используемая для выбора точек, кнопок и пунктов меню, а также выбора объектов на экране.

**Plan view (вид в плане)** – проекция трехмерной модели на горизонтальную плоскость UCS (плоскость XY).

**Point (точка)** – простейший примитив AutoCAD. Определяется тремя координатами – X, Y, и Z. Может выдавливаться по высоте в направлении оси Z.

**Polyline (полилиния)** – линия специального типа, обладающая следующими свойствами:

- набор ее сегментов считается одним объектом;
- она может включать дуги других кривых линий;
- она может быть сглажена в кривую;
- она имеет толщину в двух измерениях.

**Prompt (запрос)** – текст в командной строке, представляющий собой вопрос или приглашение выполнить какую-либо операцию, необходимую для продолжения работы.

**Redraw (перерисовка)** – быстрое обновление (очистка от лишних элементов) изображения на текущем видовом экране без внесения изменений в базу данных чертежа.

**Reflection color (цвет блика)** – цвет отблеска определенного материала.

**Regenerate (регенерация)** – процесс обновления изображения на экране монитора путем пересчета координат в базе данных чертежа.

**Relative coordinates (относительные координаты)** – координаты, заданные относительно предыдущих.

**Rubber-band line (резиновая линия)** – временная линия, динамически растягивающаяся и сжимающаяся при перемещении курсора. Один конец линии прикреплен к фиксированной точке на экране, а другой — к перекрестью курсора.

**Running object snap (текущие режимы объектной привязки)** – режимы объектной привязки, действующие все время, пока включена функция объектной привязки.

**Rscript file (Пакетный файл)** – набор команд AutoCAD, выполняемых последовательно с помощью команды AutoCAD — SCRIPT. Пакетные файлы создаются вне AutoCAD с помощью текстового редактора в текстовом формате и записываются во внешний файл с расширением .scr.

**Selection set (набор)** – Один или несколько объектов AutoCAD, выбранных для последующего изменения.

**Selection window (рамка выбора)** – прямоугольник в области чертежа AutoCAD, позволяющий выбирать группу объектов.

**Slide file (файл слайда)** – файл, содержащий растровое изображение или "снимок" экрана графического монитора. Слайды можно использовать в Autodesk Animator Pro. Файлам слайдов присваивается расширение *.sid*.

**Slide library (библиотека слайдов)** – набор файлов слайдов, скомпилированных для последующего просмотра и хранения. Файлы библиотек слайдов имеют расширение *.sib* и создаются с помощью утилиты *slidelib.exe*.

**Smooth shading (плавное тонирование)** – сглаживание резких световых и цветовых переходов на тонированных поверхностях. Придает изображению более реалистичный вид.

**Snap grid (сетка шаговой привязки)** – невидимая сетка, к точкам которой привязываются перемещения курсора при включенном режиме шаговой привязки. Шаг привязки не обязательно задаётся равным интервалу видимой на экране сетки, контролируемой командой **GRID**.

**Snap mode (шаговая привязка)** – привязка перемещения графического курсора к точкам воображаемой прямоугольной сетки. При включенном режиме шаговой привязки курсор и все введенные координаты "привязываются" к ближайшей точке такой сетки. Размер шага перемещения курсора определяется интервалом сетки шаговой привязки.

**Snap resolution (размер шага)** – интервал между точками сетки шаговой привязки.

**System variable (системная переменная)** – имя, с которым в AutoCAD увязан какой-либо режим, размер или лимит. Системные переменные, доступные только для чтения (например, **DWGNAME**), не могут изменяться пользователем.

**Template drawing (чертеж-шаблон)** – чертеж, служащий образцом оформления и формата для последующих чертежей. Благодаря его наличию пользователь может начать новый чертеж не с нуля, а с набором заранее настроенных параметров.

**Temporary files (временные файлы)** – файлы данных, создаваемые в ходе работы AutoCAD. По окончании сеанса AutoCAD автоматически удаляет их. При аварийном завершении (например, из-за отключения электропитания) временные файлы могут остаться на диске.

**Tessellation lines (изолинии)** – линии, способствующие визуализации криволинейной поверхности.

**Text style (начертание шрифта)** – именованный сохраненный набор установок, определяющий вид текстовых символов. Задаёт степень растяжения, наклон, зеркальность и правление текста.



**Texture map (карта наложения текстуры)** – проецирование (наложение) изображения на объект.

**Thaw (размораживание)** – включение отображения ранее замороженных слоев.

**Thickness (толщина)** – расстояние, на котором двухмерный объект выдвинут в перпендикулярном к его плоскости направлении для создания трехмерного объекта.

**Tiled viewports (параллельные видовые экраны)** – размещение прямоугольных видовых экранов, образующих область чертежа, в одной плоскости рядом друг с другом. Допускается только при отключенном пространстве листа.

**Toolbar (панель)** – элемент интерфейса AutoCAD. Содержит пиктограммы, символизирующие команды.

**Transparent command (прозрачная команда)** – команда, которую можно вызвать в ходе выполнения другой команды.

**User coordinate system, UCS (пользовательская система координат)** – определяемая пользователем система координат, устанавливающая ориентацию осей X, Y и Z в трехмерном пространстве. UCS определяет расположение геометрии чертежа по умолчанию.

**Vector (вектор)** – математический объект, обладающий направлением и длиной, но не имеющий определенного положения в пространстве.

**Vertex (вершина)** – типологически однозначная точка пространства. Вершинами могут определяться, например, контуры граней.

**View (вид)** – графическое представление двухмерного чертежа или трехмерной модели из заданной точки обзора.

**Viewpoint (точка визирования)** – точка в трехмерном пространстве, из которой рассматривается модель.

**Viewport (видовой экран)** – ограниченная область экрана, на которой отображается некоторая часть пространства модели. С помощью системной переменной **TILE-MODE** определяется тип создаваемых видовых экранов. Если **TILE-MODE** отключена (равна 0), видовые экраны сами представляют собой объекты. Если **TILEMODE** включена (равна 1), видовые экраны являются неперекрывающимися.

**Viewport configuration (конфигурация видовых экранов)** – именованный набор смежных видовых экранов, который можно сохранять и восстанавливать.

**Wireframe model (каркасная модель)** – представление объекта в виде набора ребер, имеющих вид отрезков и кривых.

**Working drawing (рабочий чертеж)** – чертеж, предназначенный для непосредственного применения в производстве.

**World coordinates (мировые координаты)** – координаты, заданные в мировой системе координат (WCS). Для ввода мировых координат при

работе в пользовательской системе координат перед координатами следует ввести символ звездочки "\*".

**World coordinate system, WCS (мировая система координат)** – система координат, используемая в качестве базовой для построения всех объектов и определения других систем координат.

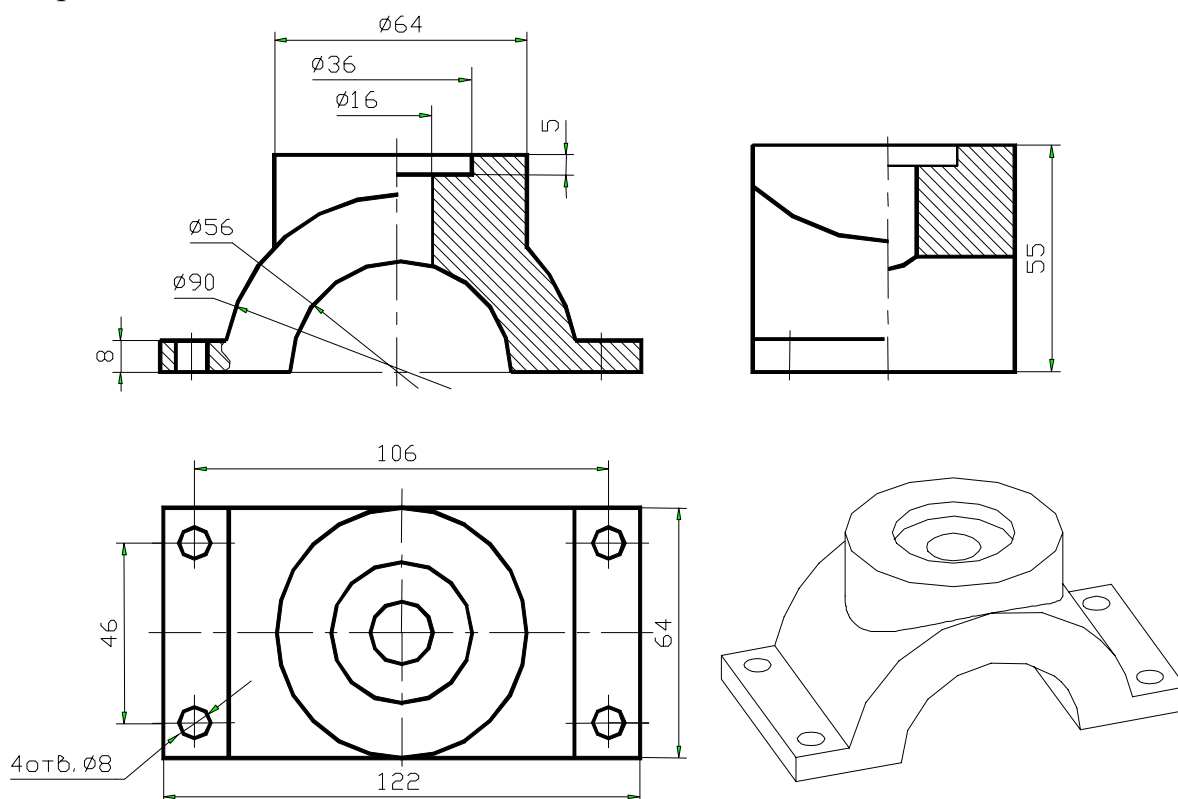
**WPolygon (многоугольная рамка выбора)** – опция выбора объектов с помощью произвольного многоугольника. При таком способе выбора в набор попадают все объекты, полностью расположенные в пределах области, ограниченной многоугольником.

**Zoom (масштабирование)** – операция увеличения или уменьшения масштаба вида активного чертежа в области чертежа или в видовом экране.

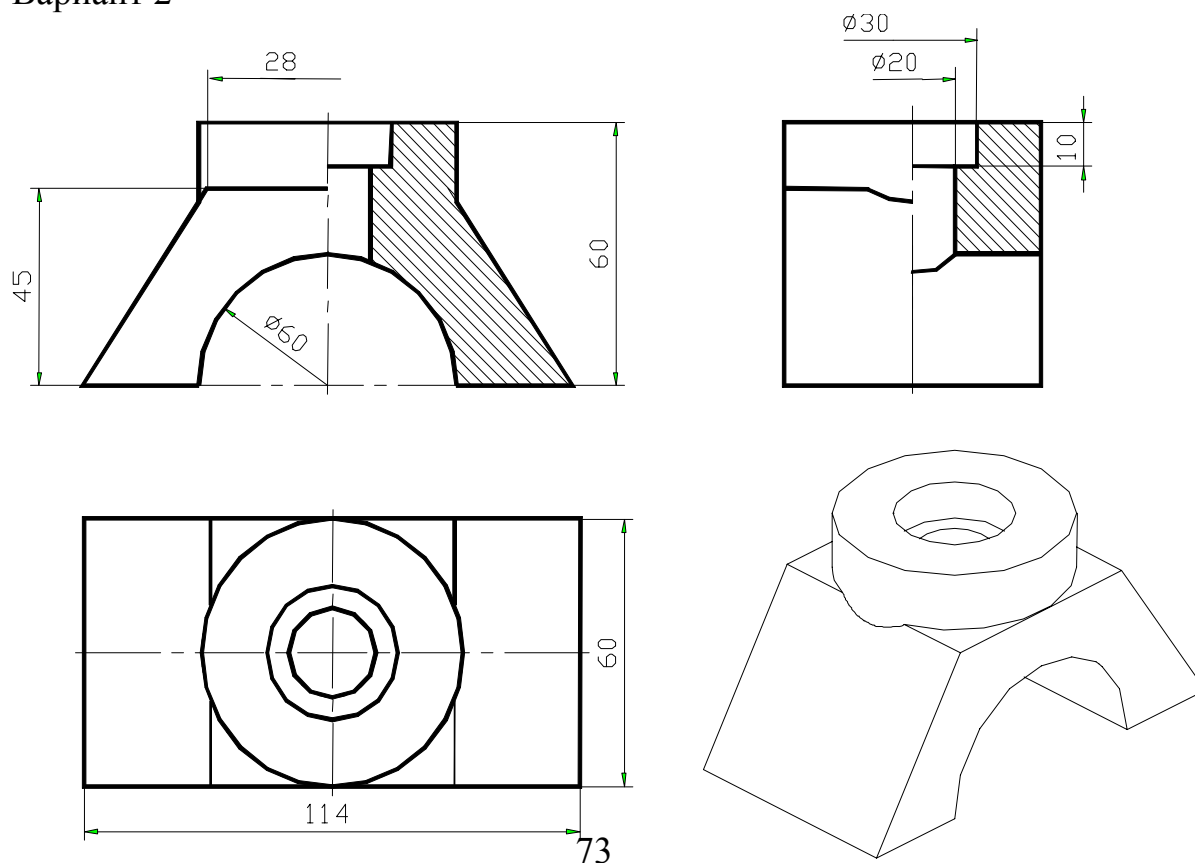


## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

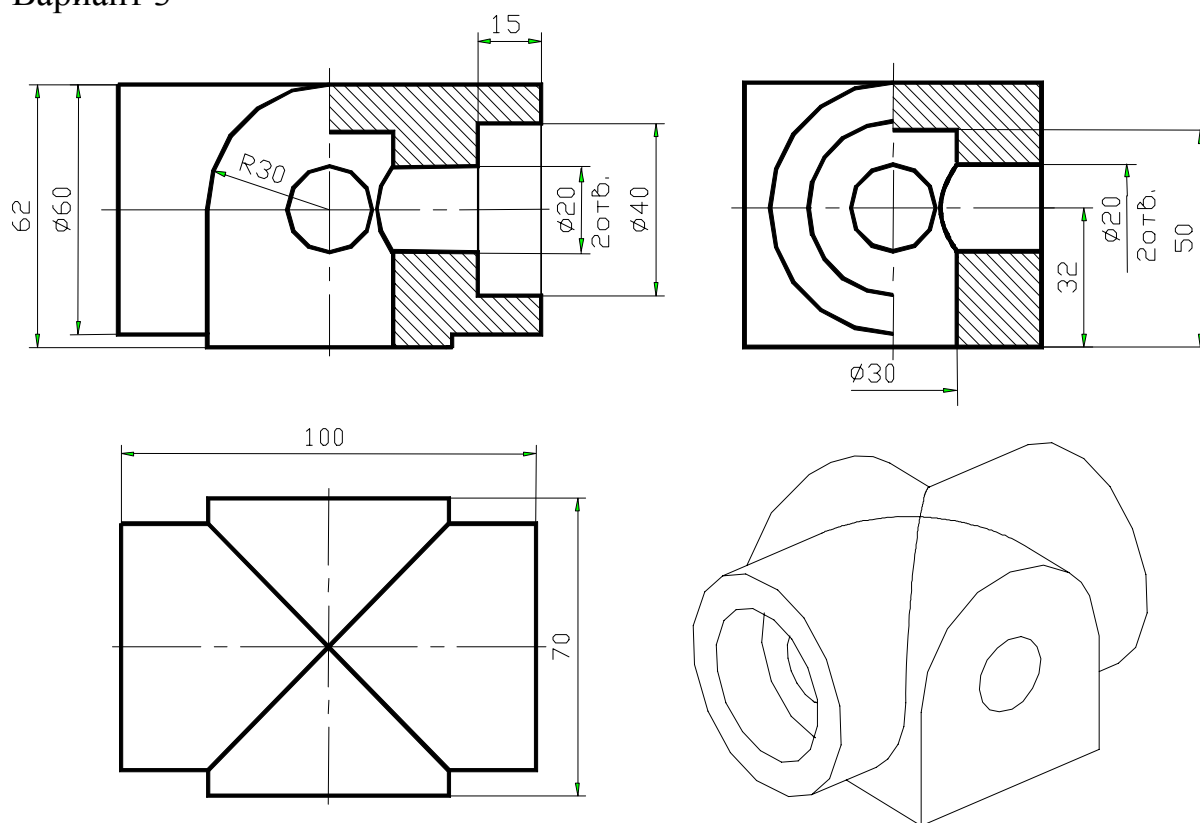
Вариант 1



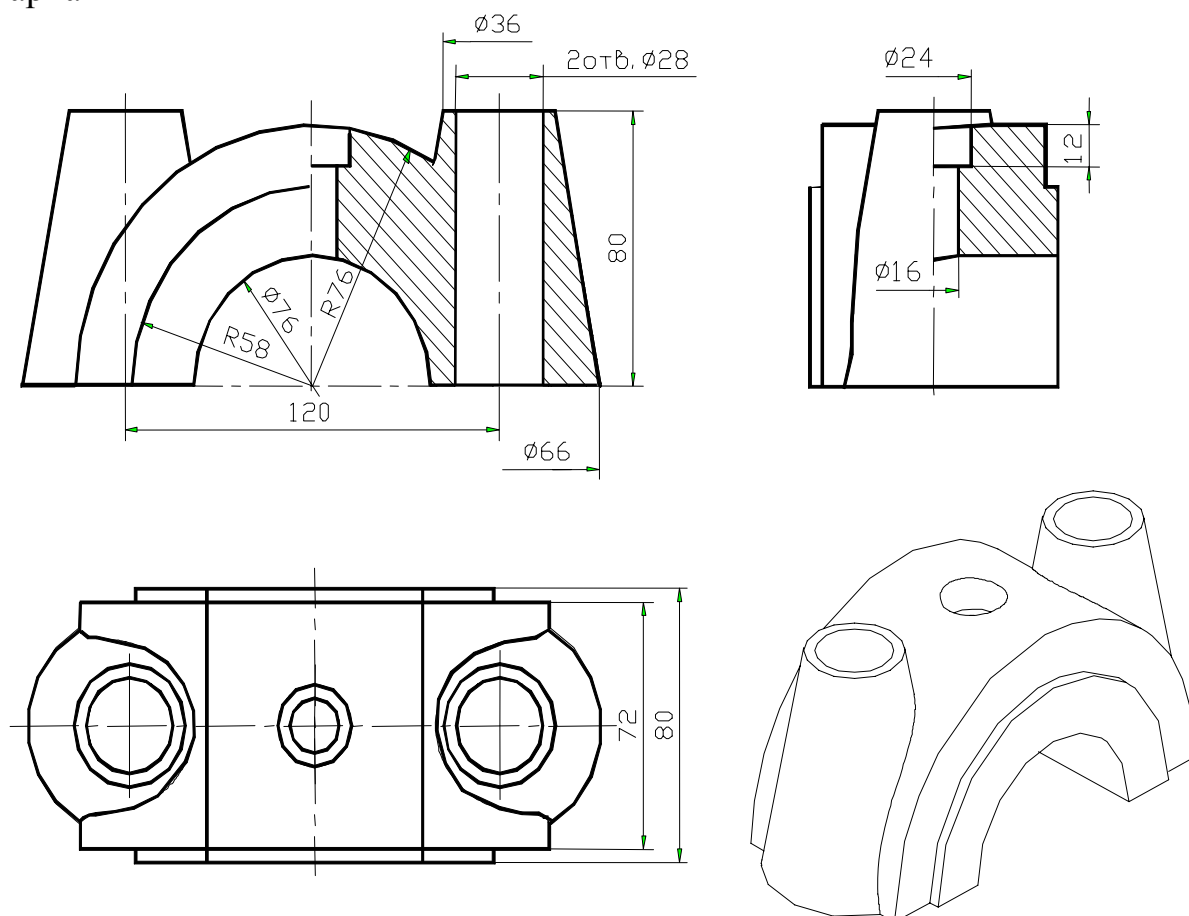
Вариант 2



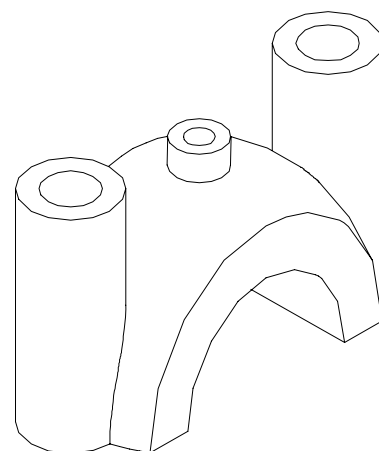
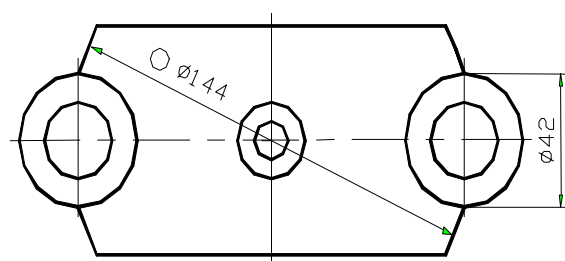
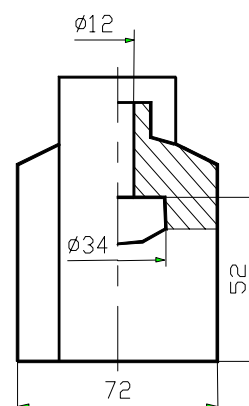
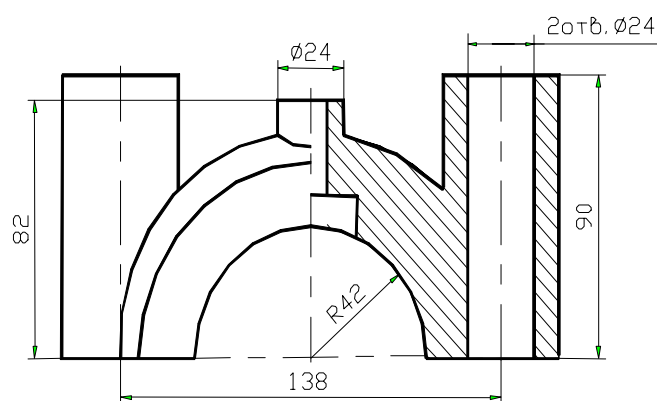
### Вариант 3



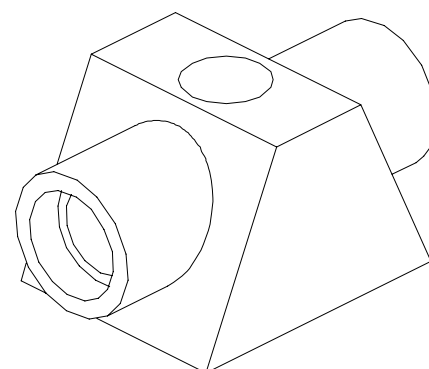
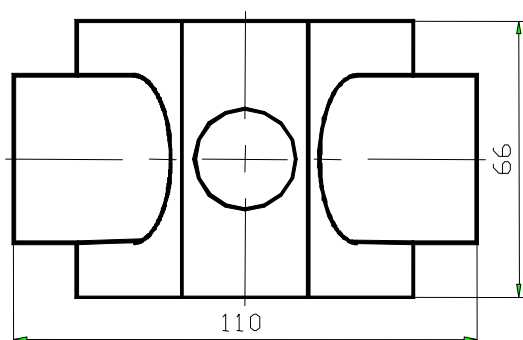
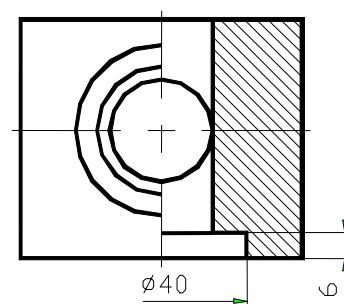
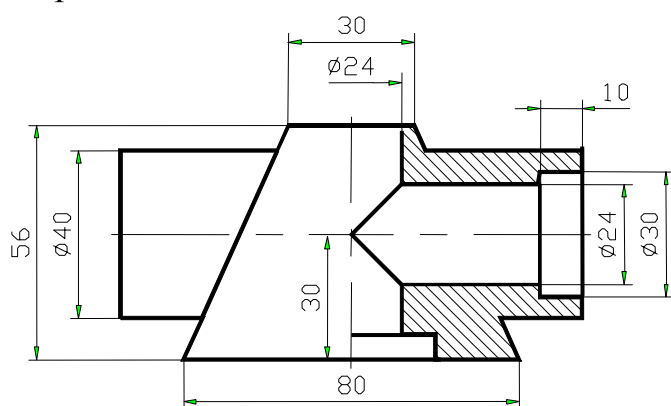
### Вариант 4



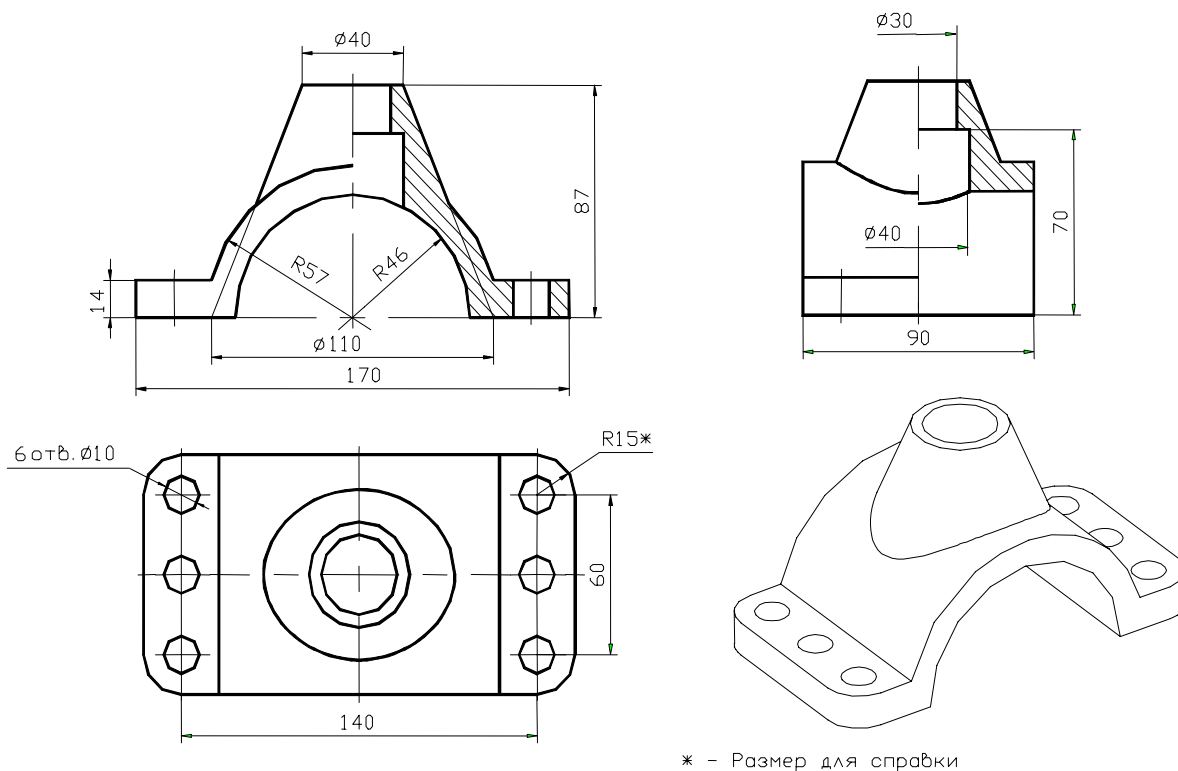
## Вариант 5



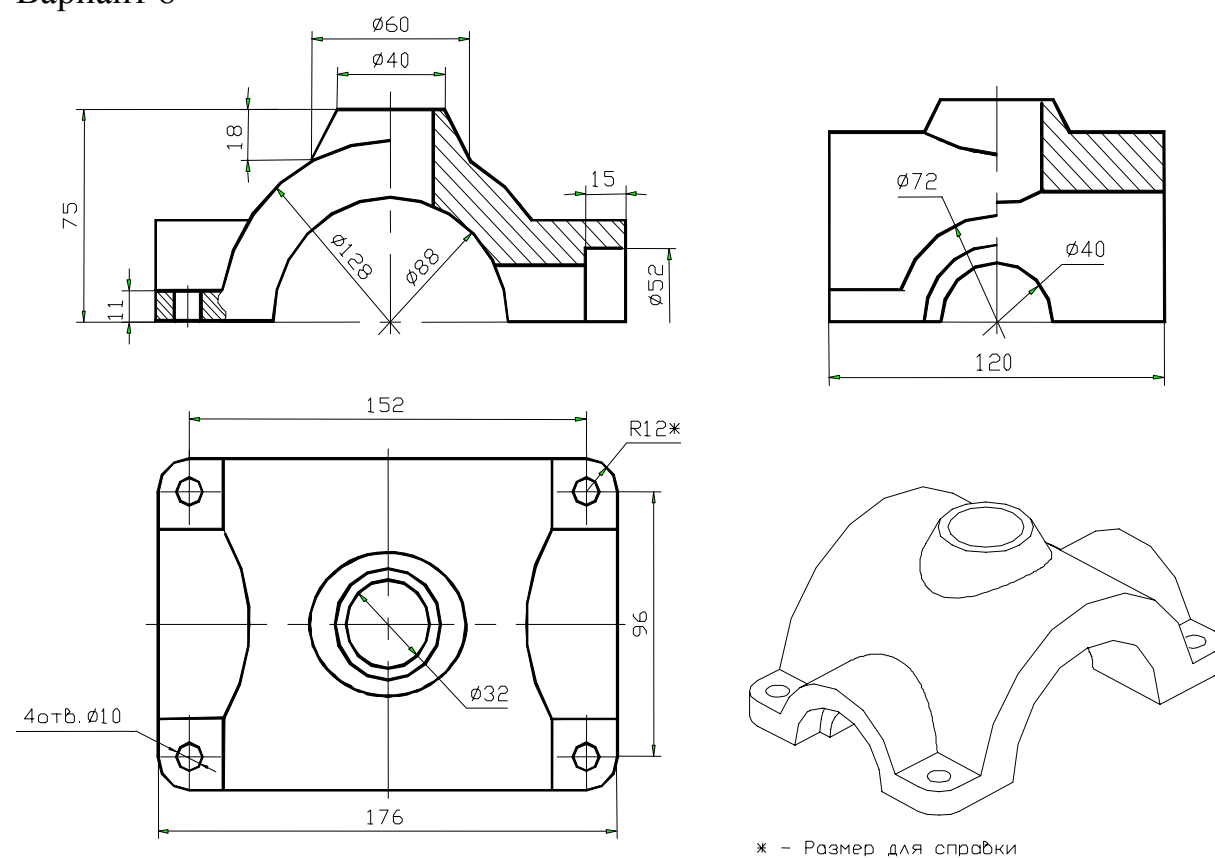
## Вариант 6



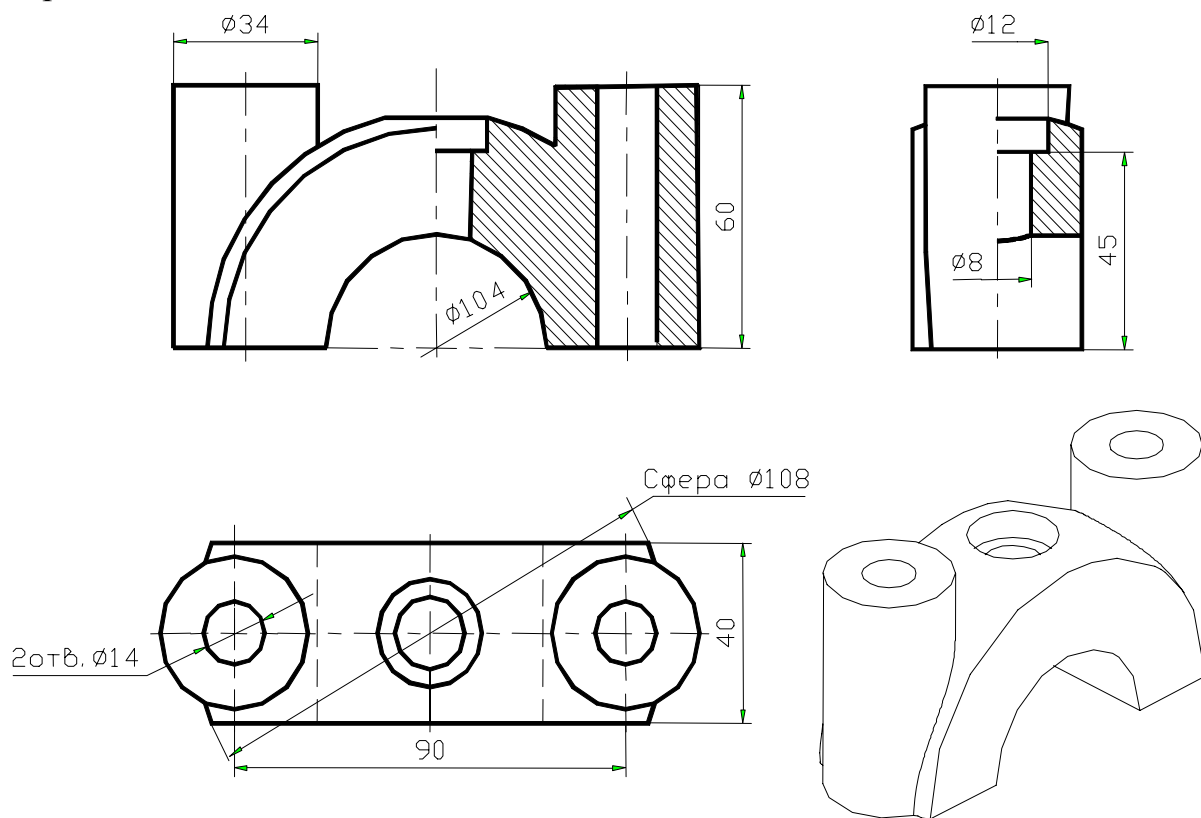
## Вариант 7



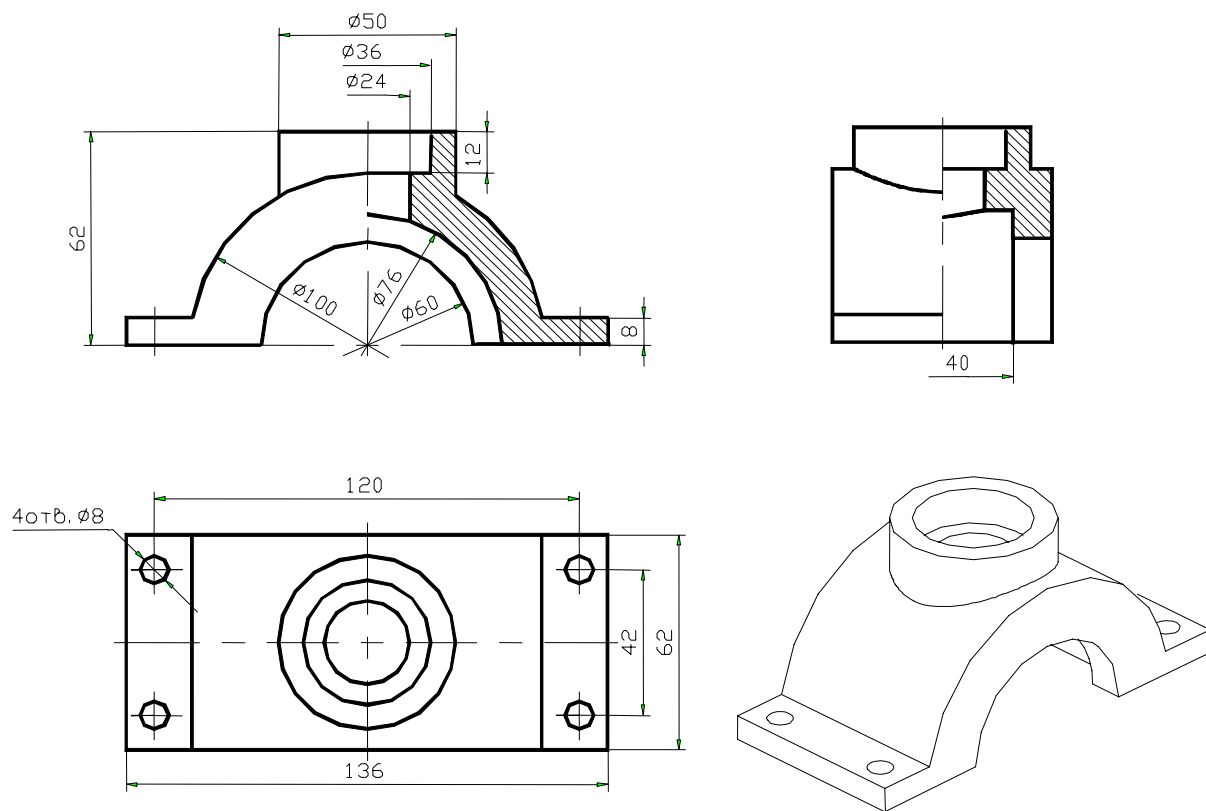
## Вариант 8



## Вариант 9



## Вариант 10



## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1. Введение в AutoCAD. Средства создания и редактирования изображений .....</b>	<b>4</b>
1.1. Начало работы .....	4
1.2. Создание первой части чертежа .....	6
1.3. Редактирование и выбор объектов .....	12
1.4. Создание второй части чертежа .....	14
1.5. Создание третьей части чертежа .....	17
1.6. Создание четвертой части чертежа .....	22
1.7. Заполнение граф основной и дополнительной надписи чертежа ..	25
1.8. Окончание работы .....	27
<b>Глава 2. Чертеж детали .....</b>	<b>28</b>
2.1. Анализ чертежа .....	28
2.2. Создание главного вида .....	32
2.3. Создание второго изображения .....	37
2.4. Нанесение размеров .....	40
2.5. Заполнение граф основной и дополнительной надписи чертежа ..	41
2.6. Окончание работы .....	42
<b>Глава 3. Твёрдотельное моделирование и компоновка чертежа .....</b>	<b>43</b>
3.1. Создание твёрдотельной модели изделия .....	43
3.2. Создание чертежа по твёрдотельной модели изделия .....	52
3.3. Окончание работы .....	61
<b>СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ .....</b>	<b>62</b>
<b>ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ .....</b>	<b>73</b>



Учебное издание

АНТИПИНА Наталья Алексеевна  
БУДНИЦКАЯ Юлия Юрьевна  
БУРКОВА Светлана Петровна  
ВИНОКУРОВА Галина Федоровна  
ДОЛотоВА Раиса Григорьевна  
КУЛИКОВА Ольга Александровна

## КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Лабораторный практикум

Издано в авторской редакции

Научный редактор  
кандидат технических наук, доцент ТПУ  
А.И. Озга


Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета

Подписано к печати      Формат 60×84/16.  
Бумага «Снегурочка». Печать Хероx.  
Усл. печ. л. 4,59. Уч.-изд. л. 4,16.  
Заказ      . Тираж      экз.



Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru