

## Лабораторная работа №1.

*Цель работы:* Ознакомиться с командами создания и редактирования основных объектов (линия, дуга, полилиния, окружность, прямоугольник, многоугольник).

*Примечание:* Далее курсивом выделены комментарии, указания и пояснения, **жирным шрифтом** – команды и цифры, которые надо ввести, слово **<ENTER>** в угловых скобках означает нажатие клавиши **ENTER** без ввода каких-либо данных.

Сначала следует задать размеры чертежа, шаг сетки и шаг привязки курсора:

Command: **LIMITS**

Reset Model space limits:

Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>: **<ENTER>**

Specify upper right corner <420.0000,297.0000>: **210,297**

Таким образом, заданы границы рабочего поля от точки 0,0 до точки 210,297.

Command: **GRID** - Установка шага сетки на экране.

Specify grid spacing(X) or [ON/OFF/Snap/.....]<10.0000>: **5**

Command: **SNAP** - Установка шага перемещения курсора.

Specify snap spacing or [ON/OFF/Aspect/Style/Type] <5.0000>: **1**

Command: **Z**

Zoom

Specify corner of window, ... or [All/Center/Extents/...] <real time>: **A**

В результате на экране видим рабочее поле размером 210x297

*Попробуем нарисовать резистор отрезками:*

Command: **LINE**

Specify first point: **0,0**

Specify next point or [Undo]: **12,0**

Specify next point or [Undo]: **12,-4**

Specify next point or [Close/Undo]: **0,-4**

Specify next point or [Close/Undo]: **C** - Буква C означает Close –

*замкнуть контур.*

Command: **LINE**

Specify first point: **-3,-2**

Specify next point or [Undo]: **0,-2**

Specify next point or [Undo]: **<ENTER>**

Command: **LINE**

Specify first point: **12,-2**

Specify next point or [Undo]: **15,2**      *- при вводе специально пропущен  
минус*

Specify next point or [Undo]: **U**    *- команда U (Undo) позволяет отменить  
неверно введенную точку*

Specify next point or [Undo]: **15,-2**

Specify next point or [Close/Undo]: **<ENTER>**

*Теперь нарисуем конденсатор, пользуясь относительными координатами:*

Command: **LINE**

Specify first point: **29,15**

Specify next point or [Undo]: **@0,10**    *-отрезок вверх на 10 единиц*

Specify next point or [Undo]: **<ENTER>**

Command: **LINE**

Specify first point: **31,25**

Specify next point or [Undo]: **@0,-10**    *-отрезок вниз на 10 единиц*

Specify next point or [Undo]: **<ENTER>**

Command: **LINE**

Specify first point: **20,20**

Specify next point or [Undo]: **@9,0**                      *-отрезок вправо на 9 единиц*

Specify next point or [Undo]: **<ENTER>**

Command: **LINE**

Specify first point: **40,20**

Specify next point or [Undo]: **@-9,0**                      *-отрезок влево на 9 единиц*

Specify next point or [Undo]: **<ENTER>**

*Для рисования индуктивности понадобятся отрезки и дуги*

Command: **LINE**

Specify first point: **20, 40**

Specify next point or [Undo]: **25, 40**

Specify next point or [Undo]: **<ENTER>**

Command: **ARC** *нарисуем дугу по трем точкам*

Specify start point of arc or [Center]: **25,40**

Specify second point of arc or [Center/End]: **27.5,42.5**

Specify end point of arc: **30,40**

Command: **ARC** *вторую дугу нарисуем по двум концам и центру*

Specify start point of arc or [Center]: **35,40**

Specify second point of arc or [Center/End]: **C** - **C** (*Center*) означает, что будем вводить не вторую точку, а центр

Specify center point of arc: **32.5, 40** - задаем координаты центра дуги

Specify end point of arc or [...]: **30, 40** - задаем конечную точку

Command: **ARC** *следующую дугу нарисуем по начальной точке, центру и углу.*

Specify start point of arc or [Center]: **35, 40**

Specify second point of arc or [Center/End]: **C**

Specify center point of arc: **37.5, 40** - задаем координаты центра дуги

Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: **A** - выбираем ввод угла.

Specify included angle: **-180** - задаем угол.

Command: **LINE**

Specify first point: **40,40**

Specify next point or [Undo]: **45,40**

Specify next point or [Undo]: **<ENTER>**

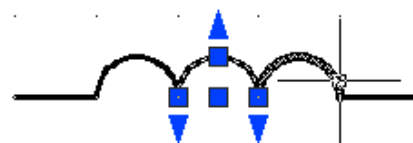


Рис. 1.1

*При рисовании командами LINE и ARC каждый отрезок или дуга являются самостоятельными объектами (рис.1.1).*

*Во многих случаях удобнее пользоваться полилинией. Нарисуем еще одну индуктивность:*

Command: **PLINE**

Specify first point: **20, 50**

Current line-width is 0.0000

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **@5, 0**

*- первый сегмент по умолчанию делается линейным*

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **A**

*- второй сделаем дуговым (Arc)*

Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Second pt/Undo/Width]: **S**

Specify second point on arc: **@2.5,2.5**

*- рисуем дуговой сегмент  
так же, как обычную дугу*

Specify endpoint of arc: **@2.5,-2.5**

*Следующую дугу нарисуем по центру и углу*

Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/...]: **CE**

Specify center point of arc: **@2.5,0**

Specify endpoint of arc or [Angle/Length]: **A**

Specify included angle: **-180**

*Третью дугу – снова рисуем по трем точкам:*

Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/.../Second pt/Undo/Width]: **S**

Specify second point on arc: **@2.5,2.5**

Specify end point of arc: **@2.5,-2.5**

*Следующий сегмент снова будет линейным (Line):*

Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/Direction/Line/...]: **L**

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **@5,0**

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **<ENTER>**

*При таком способе символ индуктивности будет единым, состоящим из нескольких сегментов.*

Command: **RECTANG**

*- рисование прямоугольника (Rectangle)*

Specify first corner point or [...]: **25,62.5**

*– первый угол*

Specify other corner point or [...]: **40,67.5**

*– второй угол*

*Добавив линию, получим предохранитель:*

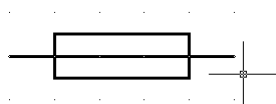


Рис. 1.2

Command: **LINE**

Specify first point: **20,65**

Specify next point or [Undo]: **45,65**

Specify next point or [Undo]: **<ENTER>**

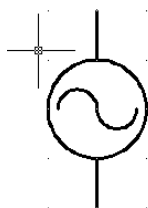


Рис. 1.3

*Источник ЭДС нарисуем окружностью (рис.1.3):*

Command: **CIRCLE**

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr] **70,40**

Specify radius of circle or [Diameter]: **5**

*Для рисования синусоиды используем полилинию:*

Command: **PLINE**

Specify start point: **66,40** - задаем первую точку

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **A**

- первый же сегмент будет дуговым

Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/...]: **CE**

Specify center point of arc: **68,40**

Specify endpoint of arc or [Angle/Length]: **A**

Specify included angle: **-180**

Specify endpoint of arc or [...]: **74,40**

*Так как для второго сегмента мы задали только конечную точку, дуга строилась по двум точкам и касательной (т. е. вторая дуга плавно выходит из первой).*

Specify endpoint of arc or [...]: **<ENTER>**

Command: **LINE**

Specify first point: **70,50**

Specify next point or [Undo]: **@0,-5**

Specify next point or [Undo]: **<ENTER>**

Command: **LINE**

Specify first point: **70,35**

Specify next point or [Undo]: **@0,-5**

Specify next point or [Undo]: **<ENTER>**

*Далее самостоятельно нарисовать тиристор (рис. 1.4).*

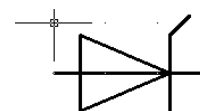


Рис. 1.4

*Следующим элементом будет транзистор*

Command: **LINE**

Specify first point: **90,60**

Specify next point or [Undo]: **95,60**

Specify next point or [Close/Undo]: **<ENTER>**

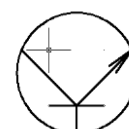


Рис. 1.5

Command: **LINE**

Specify first point: **87.5,65**

Specify next point or [Undo]: **92.5,60**

Specify next point or [Undo]: **97.5,65**

Specify next point or [Close/Undo]: **<ENTER>**

*Чтобы нарисовать стрелку на эмиттере, воспользуемся полярными координатами*

Command: **LINE**

Specify first point: **97.5,65**

Specify next point or [Undo]: **@2.5<-145**

Specify next point or [Undo]: **<ENTER>**

Command: **LINE**

Specify first point: **97.5,65**

Specify next point or [Undo]: **@2.5<-125**

Specify next point or [Undo]: **<ENTER>**

Command: **LINE**

Specify first point: **92.5,60**

Specify next point or [Undo]: **92.5,57.5**

Specify next point or [Undo]: **<ENTER>**

Command: **CIRCLE** – *кружок вокруг транзистора нарисуем по трем точкам*

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: **3P**

Specify first point on circle: **87.5,65**

Specify second point on circle: **97.5,65**

Specify third point on circle: **92.5,57.5**

*Эту же команду можно было вызвать из меню DRAW>CIRCLE>3Points*

*Полученный элемент можно скопировать командой COPY.*

Command: **COPY**

Select objects: 7 found – *выделить мышью транзистор*

Select objects: **<ENTER>** – *выделив все требуемые элементы, нажимаем ENTER*

Specify base point or displacement: – *выбираем базовую точку (произвольно; например, один из выводов транзистора)*

Specify second point or use first point as displacement:  
– *задаем точку где-то на новом месте.*

*Объект копируется так, что “базовая точка” перемещается в указанное место*

*При необходимости можно сделать несколько копий одного объекта:*

Command: **COPY**

Select objects: - выделим, например, источник синусоидальной ЭДС.

Other corner: 4 found

Select objects: **<ENTER>** -закончили выделение объектов

Specify base point or [...] <Displacement>: - выбираем базовую точку

Specify second point ...: - теперь можно задать несколько  
“пунктов назначения”,

Specify second point ...: - и получится несколько копий.

Specify second point ...: - сделаем 3 копии

Specify second point ...: **<ENTER>** - закончить копирование.

*Полученные 3 объекта переместим куда-нибудь на свободное место.  
Для этого выделим их и введем команду MOVE:*

Command: **MOVE**

12 found - каждый объект состоит из 4х элементов,  
поэтому всего их 12

Specify base point or [Displacement] <Displacement>: - базовая точка

Specify second point or <use first point as displacement>:  
- точка назначения.

*Поворот осуществляется командой ROTATE*

*Выделить 3 источника ЭДС (рис. 1.6)*

Command: **ROTATE**

Select objects: 12 found

Select objects: **<ENTER>**

Specify base point: - задать центр вращения

Specify rotation angle or [Copy/Reference] <0>: **-90**

- угол поворота

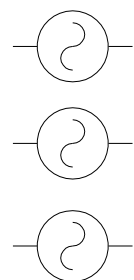


Рис. 1.6

*Зеркальное отражение объекта (симметрия) выполняется командой Mirror (рис. 1.7).*

*Выделить мышью нарисованный ранее транзистор.*

Command: **MIRROR**

7 found

Specify first point of mirror line: **100,0**

- две точки задают

Specify second point of mirror line: **100,100**

ось симметрии

Erase source objects? [Yes/No] <N>: **<ENTER>**

- по умолчанию принимается ответ N – не удалять исходный объект

Нарисовать светодиод самостоятельно и выделить его мышью.

Command: **ARRAY** - массив – несколько копий (рис. 1.8)

В открывшемся диалоговом окне выбрать Rectangular (прямоугольный массив) и заполнить поля следующим образом:

Rows: **2** - число строк

Columns: **3** - число столбцов

Row offset: **30** - интервал между строками

Column offset: **30** - интервал между столбцами

Нажать **OK**

Массив может быть прямоугольным или полярным (рис. 1.9).

Выделить индуктивность.

Command: **ARRAY**

В открывшемся диалоговом окне выбрать Polar (полярный массив) и заполнить поля следующим образом:

Center point: - Ввести координаты центра массива - один из выводов индуктивности (для указания координат мышью можно использовать кнопку Pick Center Point)

Method: Total number of items & angle to fill

Total number of items: **3** - число элементов массива

Angle to fill: **360** - – полный круг

поставить галочку Rotate items as copied и нажать OK.



Рис. 1.7

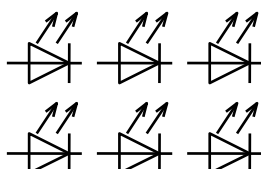


Рис. 1.8

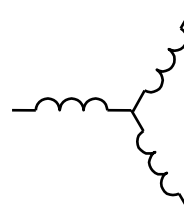


Рис. 1.9

Нарисовать окружность в точке 100, 200 радиусом 5.

Нарисовать несколько линий, пересекающих ее (рис. 1.10).



Command: **TRIM**

Select cutting edges ...

Select objects or <select all>: 1 found - выделить окружность

Select objects: **<ENTER>** - закончить выбор объектов

Select object to trim or shift-select to extend or [...]: - поочередно выбрать линии, выходящие за пределы окружности

Select object to trim or shift-select to extend or [...]: **<ENTER>**

- закончить выбор объектов

Нарисовать несколько произвольных линий и большую окружность (так, чтобы она охватывала эти линии) (рис. 1.11).

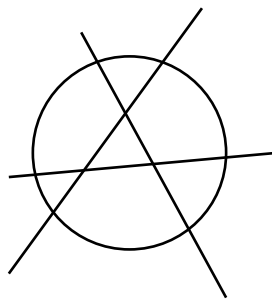


Рис. 1.10

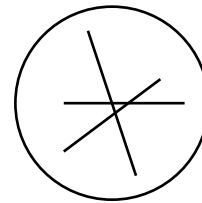


Рис. 1.11

Command: **EXTEND**

Select boundary edges ...

Select objects or <select all>: - выделить окружность

Select objects: **<ENTER>** - закончить выбор объектов

Select object to extend or shift-select to trim or [...]:

- поочередно выбрать края линий,

они автоматически продлеваются до окружности

Select object to extend or shift-select to trim or [...]: **<ENTER>**

- закончить выбор объектов

Правильные многоугольники создаются командой **POLYGON**:

Command: **CIRCLE**

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr] **200,200**

Specify radius of circle or [Diameter]: **20**

Command: **POLYGON**

Enter number of sides <4>: **6**

Specify center of polygon or [Edge]: **200,200**

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: **I**

Specify radius of circle: **20**

*Размер многоугольника определяется радиусом описанной вокруг него воображаемой окружности*

Command: **POLYGON**

Enter number of sides <6>: **6**

Specify center of polygon or [Edge]: **200,200**

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: **C**

Specify radius of circle: **20**

*Размер многоугольника определяется радиусом вписанной в него воображаемой окружности.*

## Лабораторная работа № 2

*Цель работы:* освоить моделирование 3D-объектов с помощью команд EXTRUDE и REVOLVE, ознакомиться с использованием функции «привязка к объекту».

### Деталь 1.

Command: **LIMITS** - *определение границ рабочего поля*

Reset Model space limits:

Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>: **-85,0**

Specify upper right corner <420.0000,297.0000>: **80,35**

Command: **SNAP** - *задание привязки (шага перемещения) курсора*

Specify snap spacing or [ON/OFF/Aspect/Style/Type] <10.0000>: **5**

Command: **GRID** - *настройка шага и отображения сетки*

Specify grid spacing(X) or

[ON/OFF/Snap/Major/Adaptive/Limits/Follow/Aspect] <10.0000>: **S** - *Параметр S устанавливает шаг сетки равным шагу привязки курсора*

Command: **ZOOM** - *масштаб отображения на экране*

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or  
[All/Center/Dynamic/Extents/...] <real time>: **A**

*Самостоятельно нарисовать осевые линии через точку 0, 0 (лучше выделить их цветом).*

*Далее – нарисовать замкнутый контур*

Command: **PLINE**

From point: **-85,10**

Current line-width is 0.0000

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **-15,10**

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **-10,5**

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **80,5**

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **80,10**

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **65,20**

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **60,20**

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **60,15**

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **45,20**

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **40,20**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **40,15**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **25,20**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **20,20**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **20,15**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **5,15**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **0,20**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **0,30**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **-5,35**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **-15,35**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **-20,30**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **-20,20**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **-80,20**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **-85,15**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **-85,10**  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **CLOSE**

Command: **REVOLVE**

Select objects to revolve: - *выделить мышью нарисованный контур*  
 (рис. 2.1)

Select objects: **<ENTER>**

Specify axis start point or define axis by [Object/X/Y/Z] <Object>: **X**

Specify angle of revolution or [STart angle] <360>: **<ENTER>** - создается  
 3D-объект (рис. 2.2.) как продукт вращения 2D-объекта вокруг оси X.

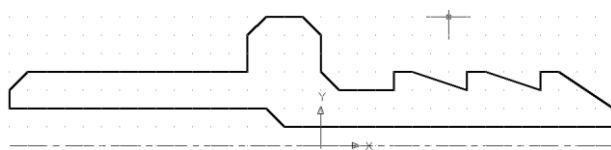


Рис. 2.1

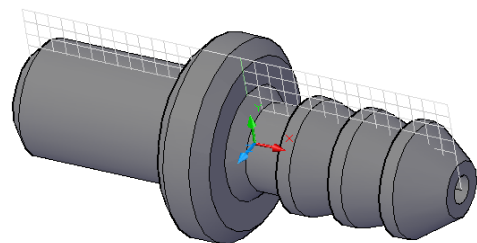


Рис. 2.2

*Выделить полученную фигуру.*

Command: **ROTATE3D**

Specify first point on axis or define axis by

[Object/Last/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/2points]: **Y**

Specify a point on the Y axis <0,0,0>: **<ENTER>**

Specify rotation angle or [Reference]: **90** - объект поворачивается  
 вокруг оси Y на 90°

Command: **POLYGON**

Enter number of sides <4>: **6**

Specify center of polygon or [Edge]: **0,0**

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: **I**

Specify radius of circle: **35**

Command: **EXTRUDE**

Current wire frame density: ISOLINES=4

Select objects to extrude: 1 found - выделить шестиугольник

Select objects to extrude: **<ENTER>**

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: **200**

- создается шестиугольная призма высотой 200

*Выделить полученную шестиугольную призму.*

Command: **MOVE**

Specify base point or [Displacement] <Displacement>: **0,0,-100**

Specify second point or <use first point as displacement>: **<ENTER>**

- введенные координаты используются как смещение

Command: **INTERSECT**

Select objects: 1 found - выделить штуцер

Select objects: 1 found, 2 total - выделить шестиугольную призму

Select objects: **<ENTER>** - новый объект создается из области пересечения двух имеющихся.

*Для проверки 3D-модели можно выбрать подходящий стиль отображения, например, в меню **View>Visual Styles>Conceptual** (рис.2.3).*

*Для вращения модели на экране используется команда меню **View>Orbit>Free Orbit***

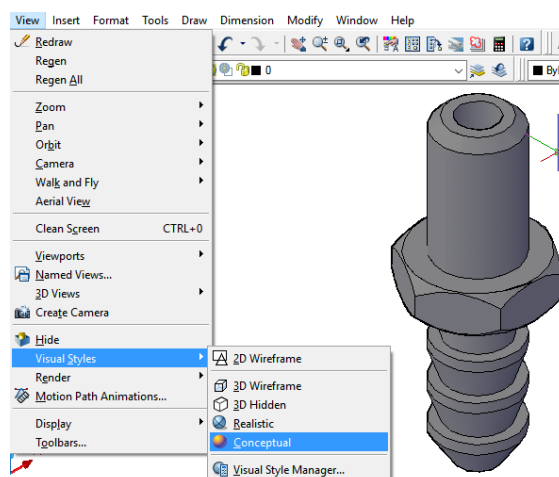


Рис. 2.3

## Деталь 2.

Создать новый файл.

Command: **RECTANG**

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: **F**

Specify fillet radius for rectangles <0.0000>: **20**

Specify first corner point or [...]: **100,100**

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: **500,300**

*В данной команде опция F позволяет скруглить углы прямоугольника*

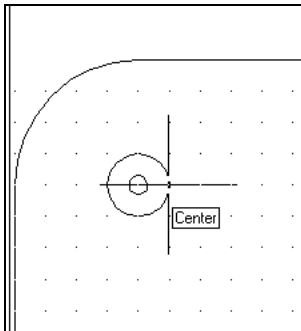


Рис. 2.4

Command: **CIRCLE**

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr]: **140, 260**

Specify radius of circle or [Diameter]: **10**

Command: **CIRCLE**

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr]: **.X**  
of **CEN**

of - выделить первый кружок (рис. 2.4)

of (need YZ): **.Y**

of **111111,140,55555** - имеет значение только координата Y (140)

(need Z): **12312,12341,0** - имеет значение только координата Z (0)

Specify radius of circle or [Diameter] <10.0000>: **<ENTER>**

Command: **CIRCLE**

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr]: **460,140**

Specify radius of circle or [Diameter] <10.0000>: **<ENTER>**

Command: **CIRCLE**

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr]: **.X**

of **CEN**

of - указать курсором на правый нижний круг (рис. 2.5)

of (need YZ): **CEN**

of - указать курсором на левый верхний круг (рис. 2.6)

Specify radius of circle or [Diameter] <10.0000>: **<ENTER>**

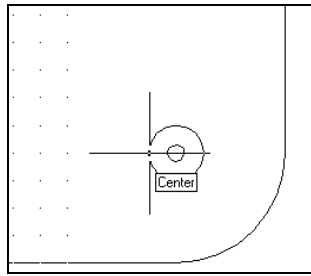


Рис. 2.5

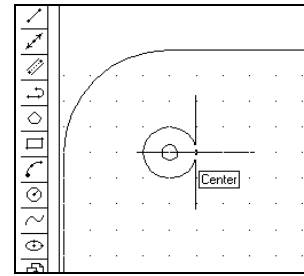


Рис. 2.6

Command: **REGION**

Select objects: - выделить все объекты

Select objects:<ENTER>

5 loops extracted.

5 Regions created.

Command: **SUBTRACT**

Select solids and regions to subtract from... - выделить мышью

Select objects: 1 found прямоугольник

Select objects:<ENTER>

Select solids and regions to subtract... - выделить мышью 4 кружочка

Select objects:<ENTER>

Command: **EXTRUDE**

Current wire frame density: ISOLINES=4

Select objects to extrude: 1 found - выделить полученный объект

Select objects to extrude: <ENTER>

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <200.0000>: **30**

Перед следующей командой следует выбрать пункт меню  
**View>3D Views>SW Isometric.**

Command: **CONE**

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: **CEN**

of - указать верхнюю окружность одного из отверстий (рис. 2.7)

Specify base radius or [Diameter]: **15**

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: **-15**

- отрицательная высота означает конус вершиной вниз

Command: **COPY**

Select objects: 1 found - выделить полученный конус

Select objects:<ENTER>

Specify base point or [Displacement] <Displacement>: **CEN**  
 of - указать на верхнюю окружность конуса (рис. 2.8)  
 Specify second point or <use first point as displacement>: **CEN**  
 of - указать на верхнюю окружность второго отверстия  
 Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>: **CEN**  
 of - указать на верхнюю окружность третьего отверстия  
 Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>: **CEN**  
 of - указать на верхнюю окружность четвертого отверстия  
 Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>: **<ENTER>**

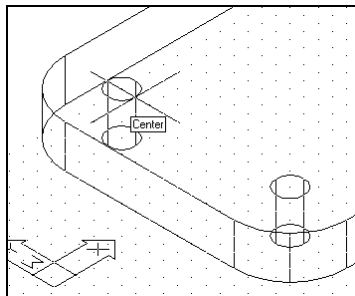


Рис. 2.7

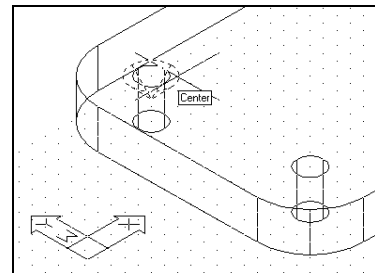


Рис. 2.8

Command: **SUBTRACT**

Select solids and regions to subtract from... - выделить деталь

Select objects: 1 found

Select objects: **<ENTER>**

Select solids and regions to subtract... - выделить 4 конуса

Select objects: **<ENTER>**

Command: **CYLINDER**

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: **.X**

of **MID**

of - указать ребро детали, направленное по оси X (рис. 2.9)

(need YZ): **MID**

of - указать ребро детали, направленное по оси Y (рис. 2.10)

Specify base radius or [Diameter] <120.0000>: **D**

Specify diameter <240.0000>: **120**

Specify height or [2Point/Axis endpoint] <100.0000>: **100**



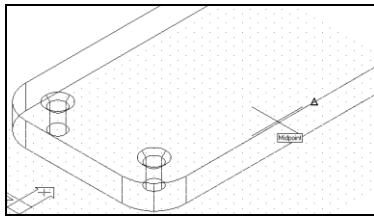


Рис. 2.9

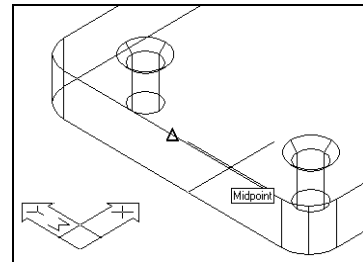


Рис. 2.10

Command: **UNION**

Select objects: 1 found

Select objects: 1 found - выделить оба объекта

Select objects: **<ENTER>**

Command: **CYLINDER**

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: **.XY**  
of **CEN**

of - указать нижний край цилиндра (рис. 2.11)  
(need Z): **0,0**

Specify base radius or [Diameter] <120.0000>: **50**

Specify height or [2Point/Axis endpoint] <100.0000>: **A**

Specify axis endpoint: **CEN**

of - указать верхний край цилиндра (рис. 2.12)

Command:

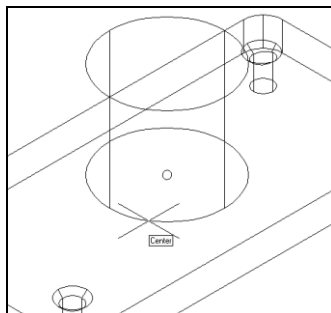


Рис. 2.11

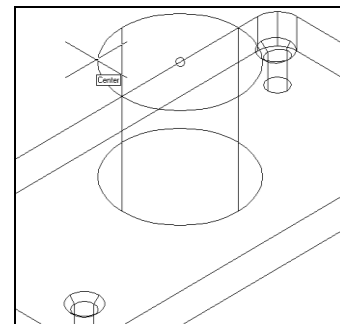


Рис. 2.12

Command: **SUBTRACT** - вырезать внутренний цилиндр из детали

Select solids and regions to subtract from...

Select objects: 1 found - выделить деталь

Select objects: **<ENTER>**

Select solids and regions to subtract...

Select objects: 1 found - выделить внутренний цилиндр

Select objects: **<ENTER>**

Command: **CHAMFER**

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 10., Dist2 = 10.

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]:

- выделить верхнюю окружность (рис. 2.13)

Base surface selection...:

Enter surface selection option [Next/OK (current)] <OK>: **<ENTER>**

Specify base surface chamfer distance: **5**

Specify other surface chamfer distance <5.0000>: **5**

Select an edge or [Loop]:

- снова выделить верхнюю

Select an edge or [Loop]: **<ENTER>** окружность (рис. 2.14)

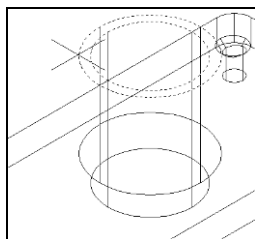


Рис. 2.13

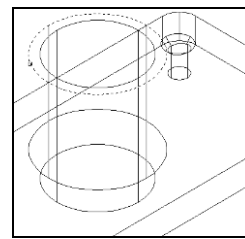


Рис. 2.14

Command: **FILLET**

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.0000

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:

- выделить линию соединения цилиндра с плоскостью (рис. 2.15)

Enter fillet radius: **10**

Select an edge or [Chain/Radius]: **<ENTER>**

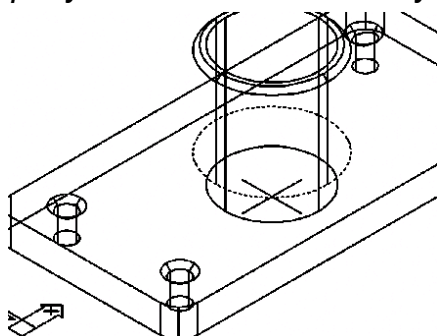


Рис. 2.15

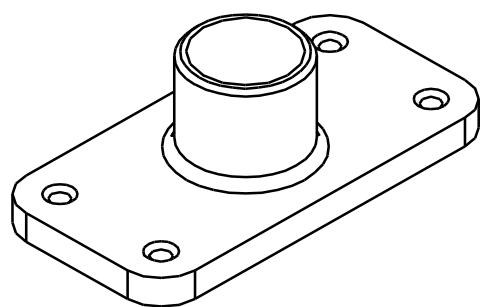


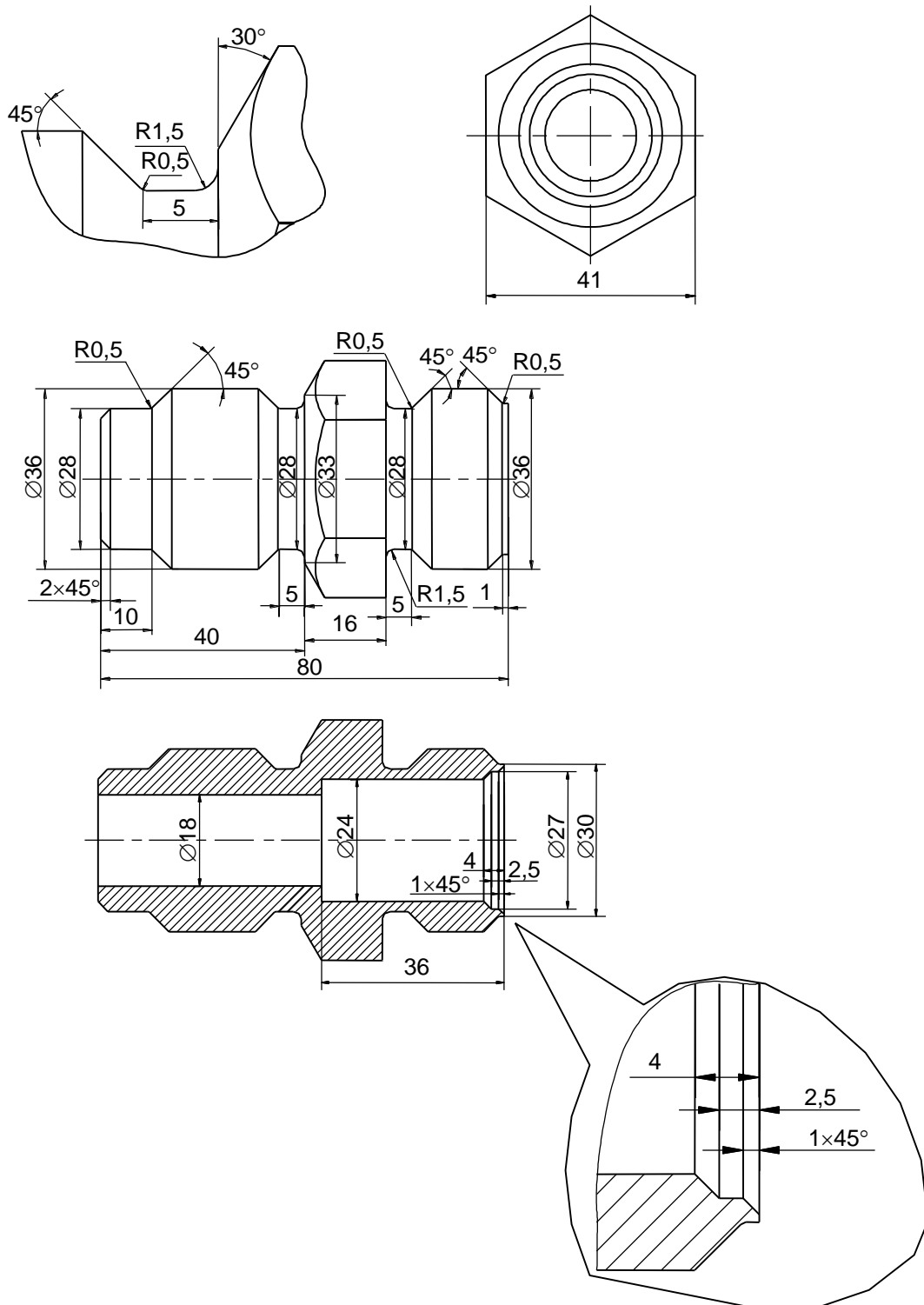
Рис. 2.16

В результате должен получиться 3D-объект, показанный на рис. 2.16.

### Лабораторная работа № 3

**Цель работы:** закрепить навыки моделирования трехмерных объектов, научиться использовать относительные полярные координаты. Самостоятельно создать 3D модель детали.

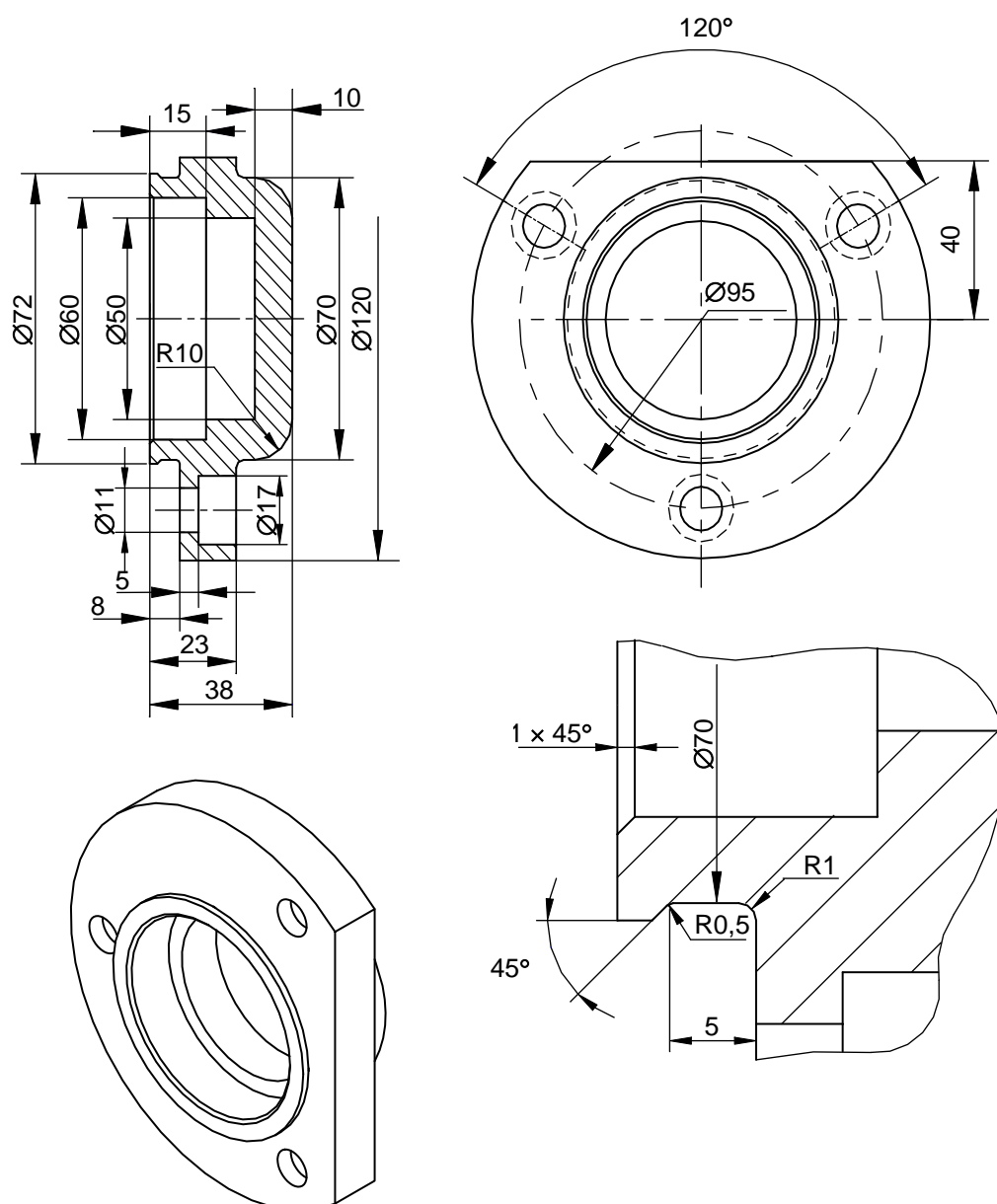
**Основные команды:** PLINE, EXTEND, REGION, REVOLVE, POLYGON, EXTRUDE, INTERSECT.



## Лабораторная работа № 4

*Цель работы:* закрепить навыки моделирования трехмерных объектов. Научиться копировать объекты командой 3DARRAY (массив).

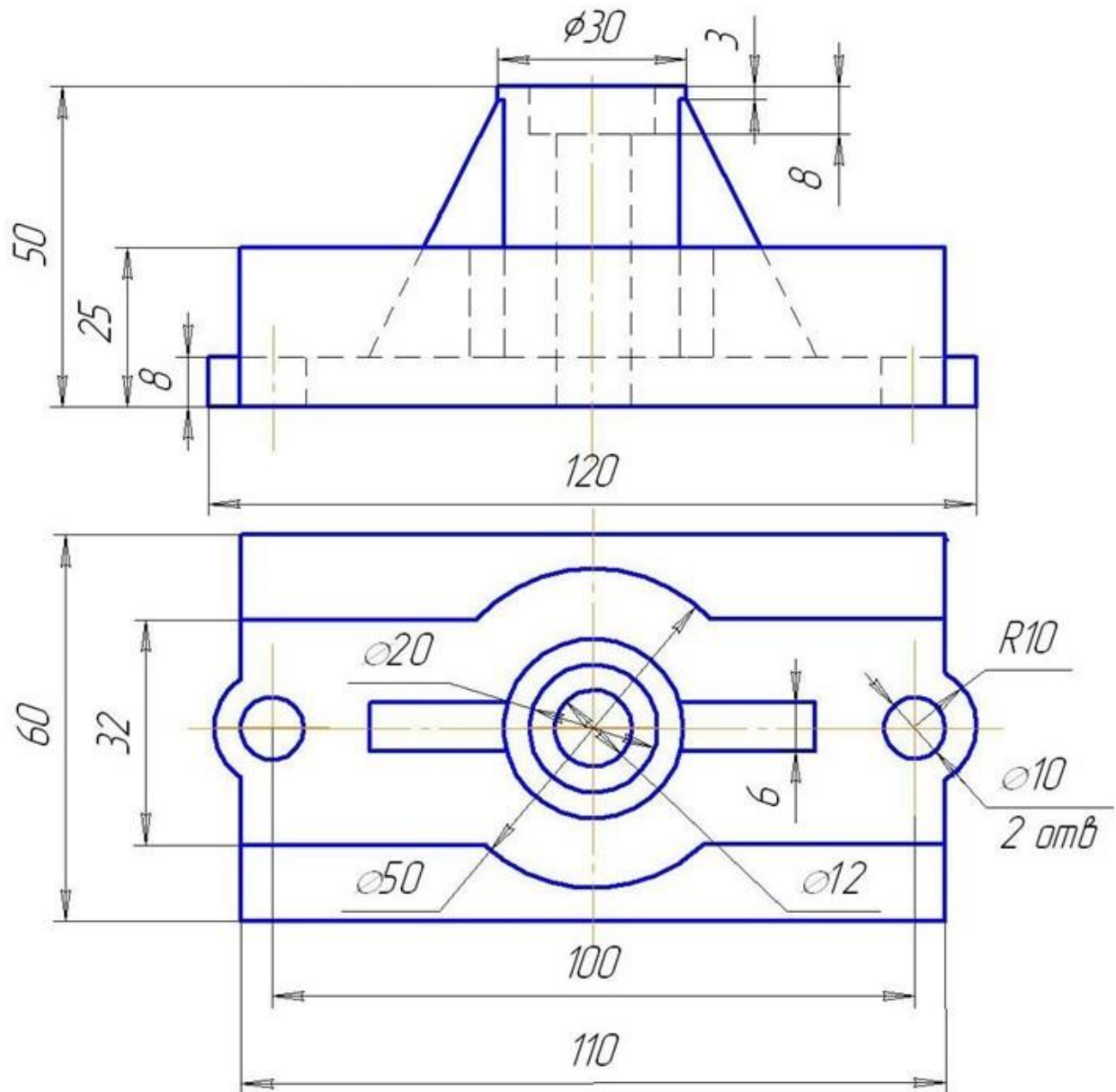
Самостоятельно создать модель детали. Основные команды: PLINE, REGION, REVOLVE, CYLINDER, 3DARRAY, SUBTRACT, SLICE.



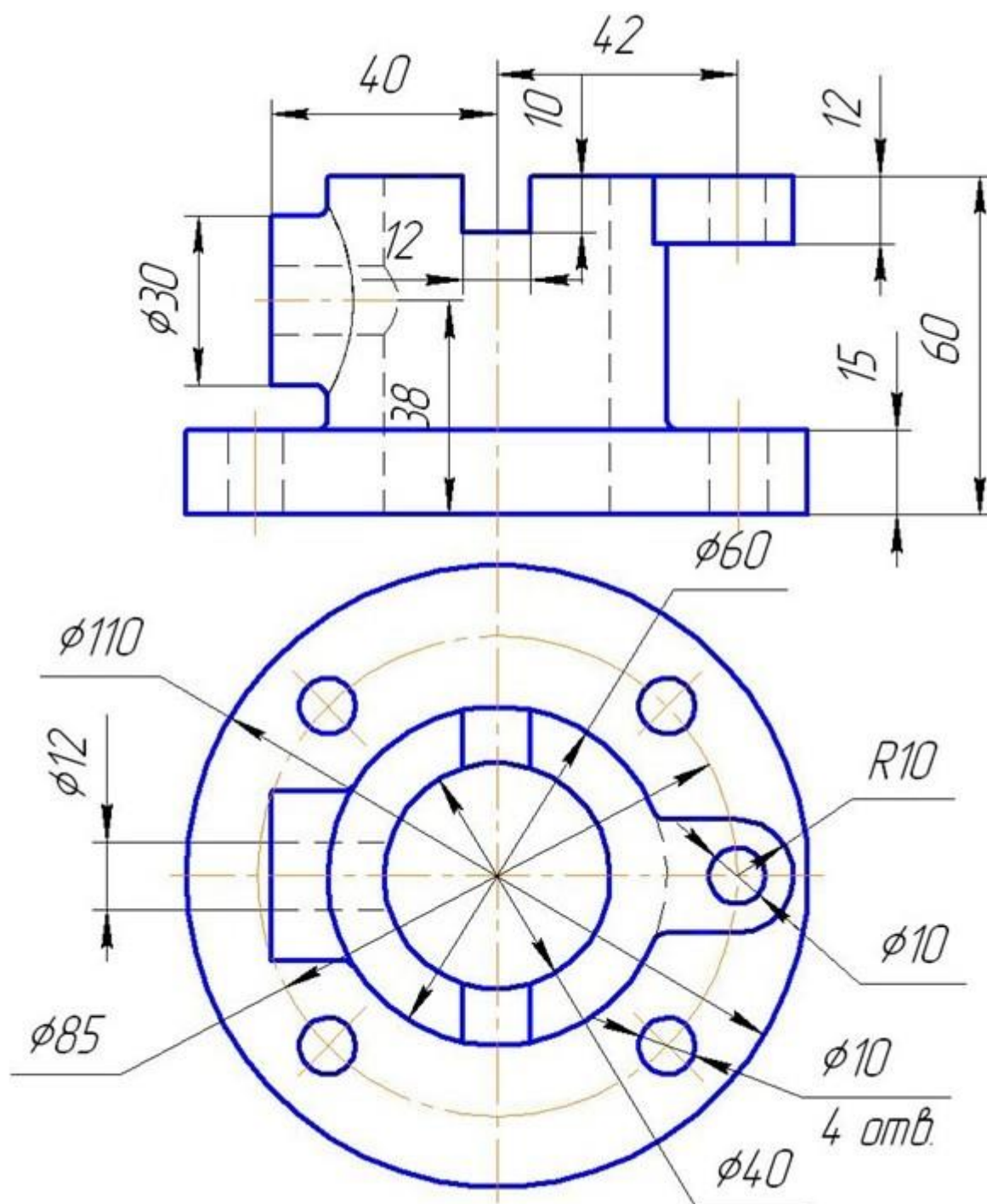
## Лабораторная работа № 5

Цель работы: *закрепить навыки моделирования трехмерных объектов. Самостоятельно создать 3D модель детали.*

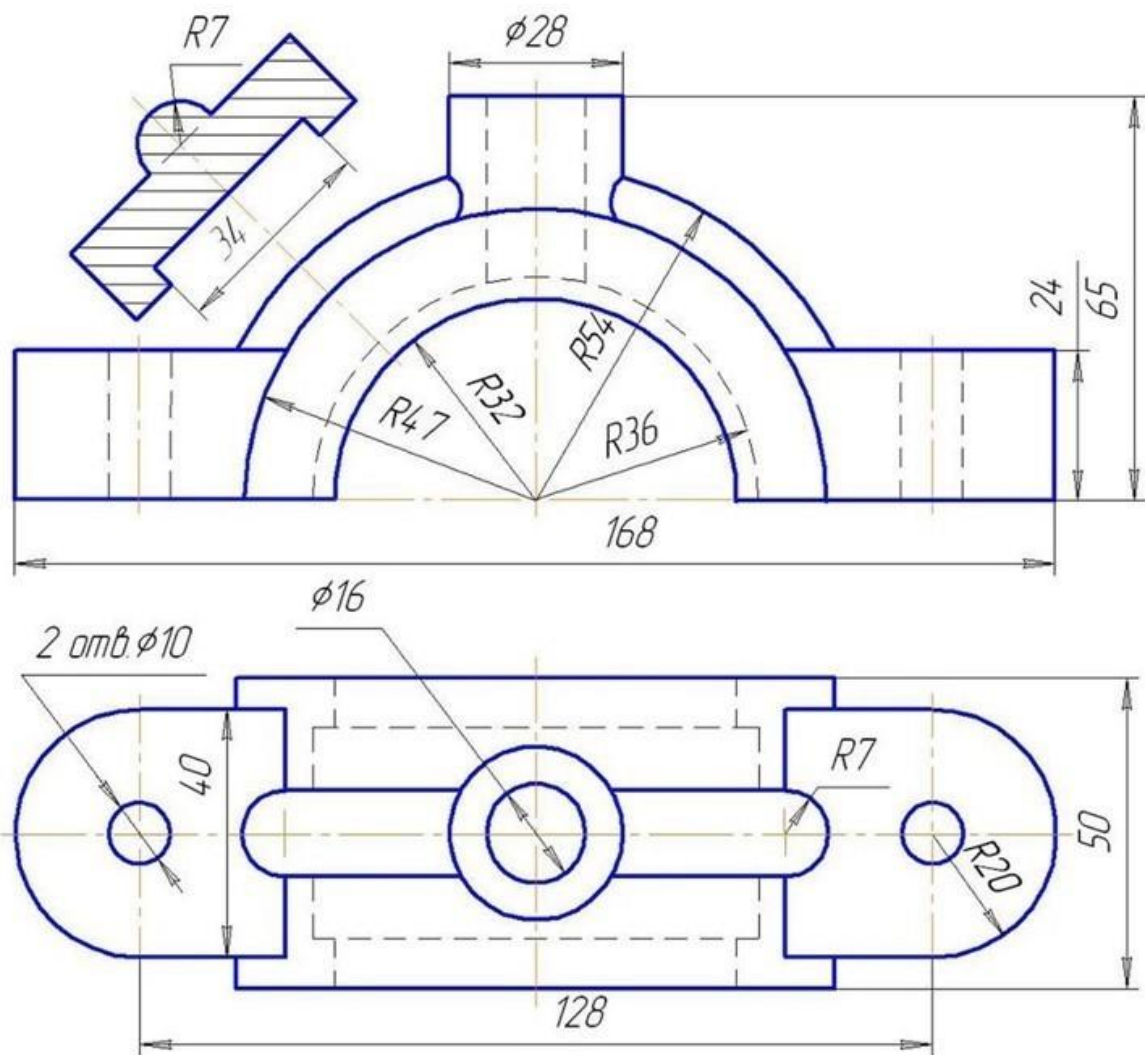
## Вариант 1



Вариант 2

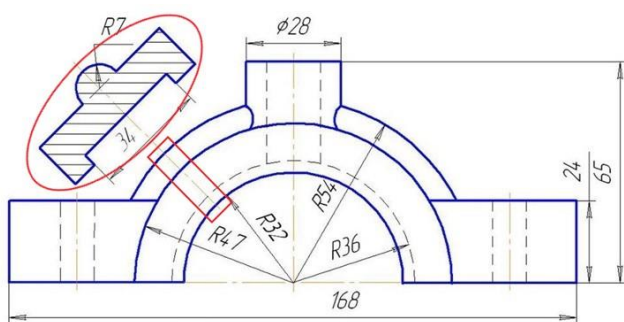


### Вариант 3

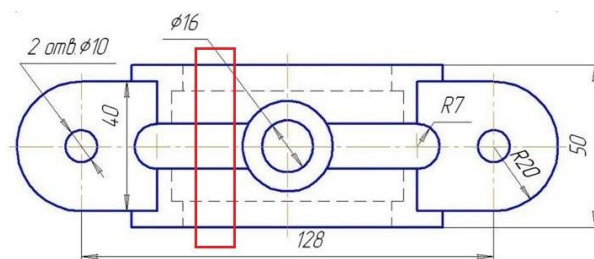


**Пояснение по чертежу:**

Красным прямоугольником обведена та часть детали, сечение которой изображено в красном овале.



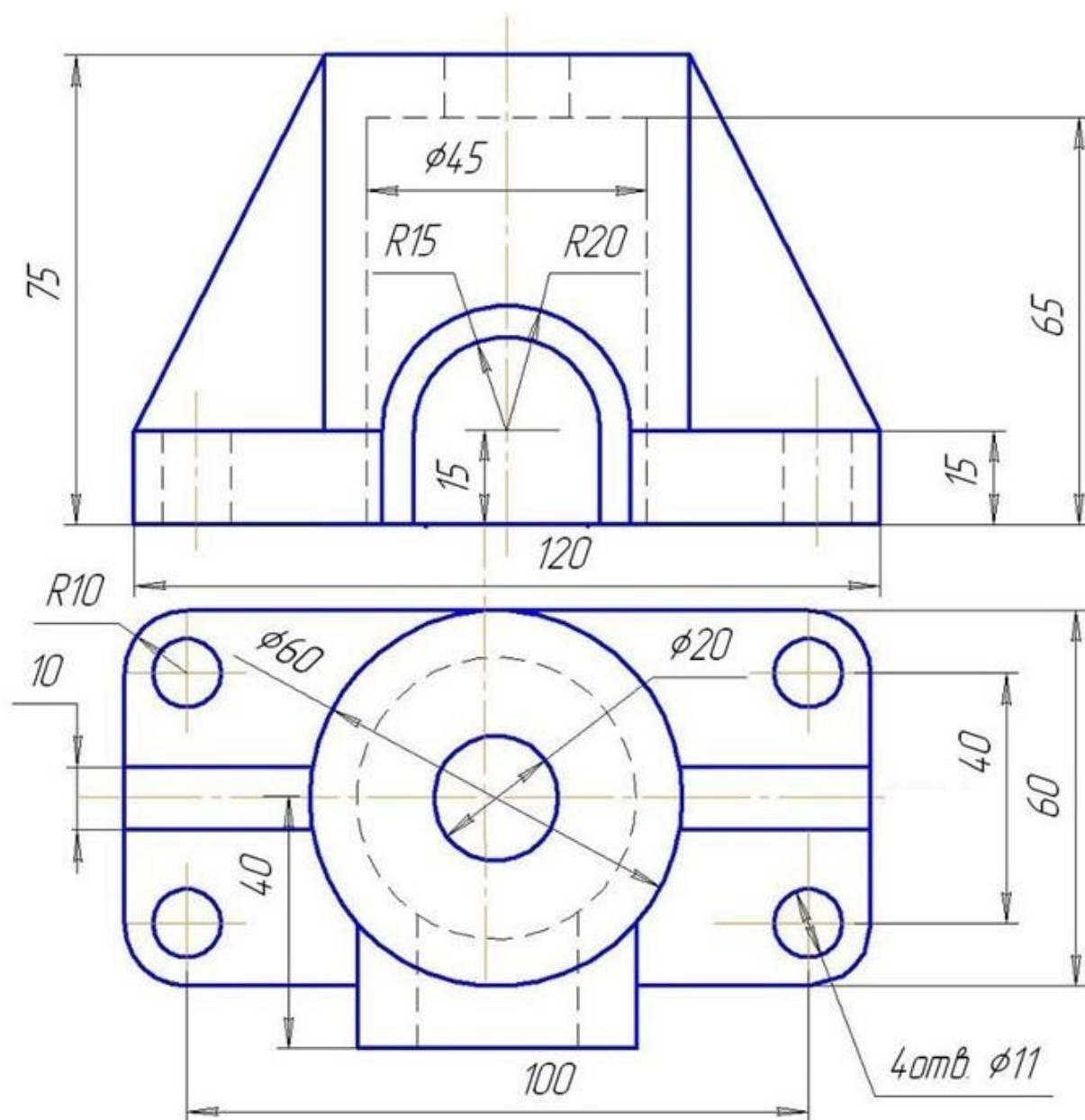
Вид сбоку



Вид сверху

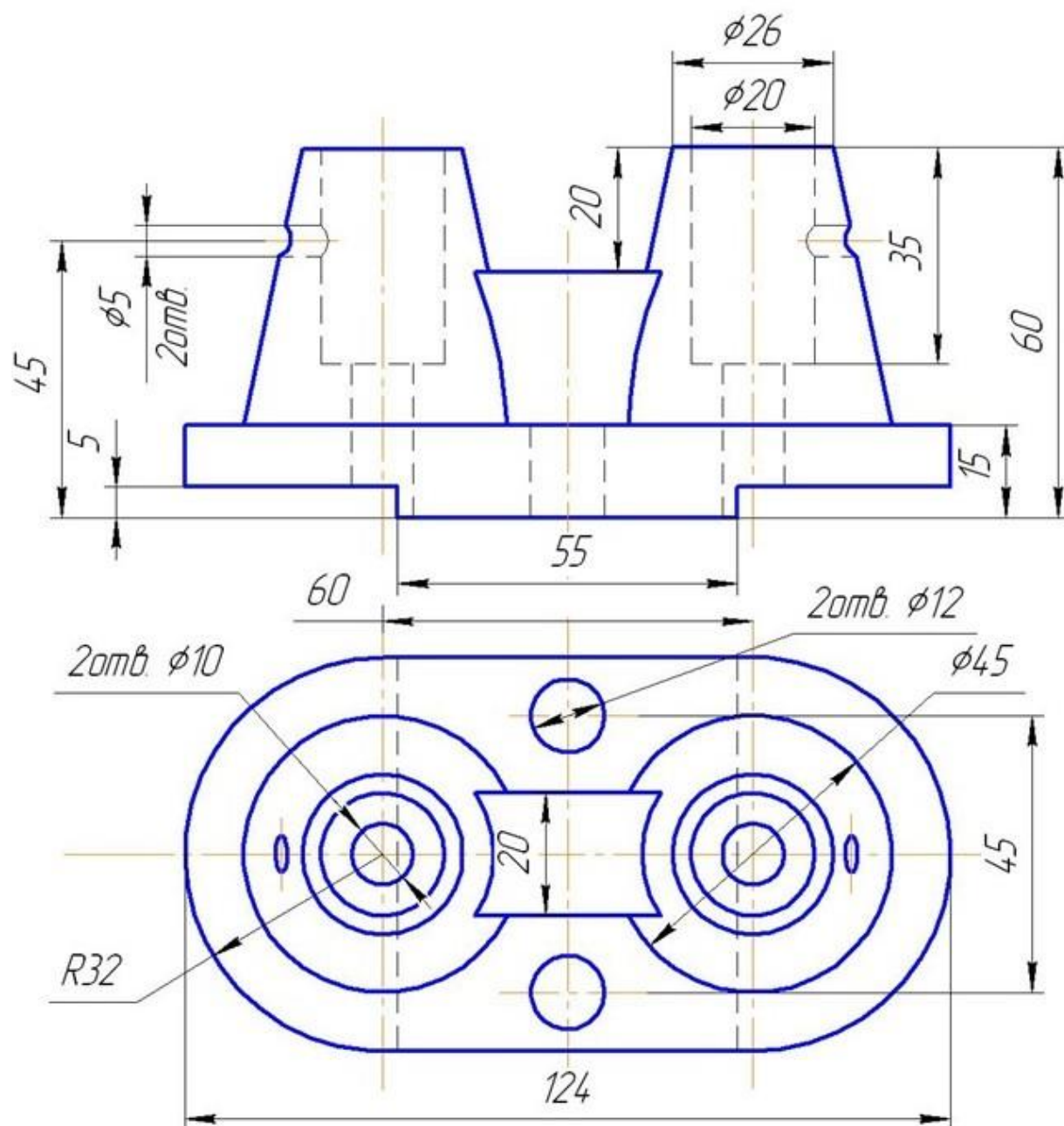


# Вариант 4

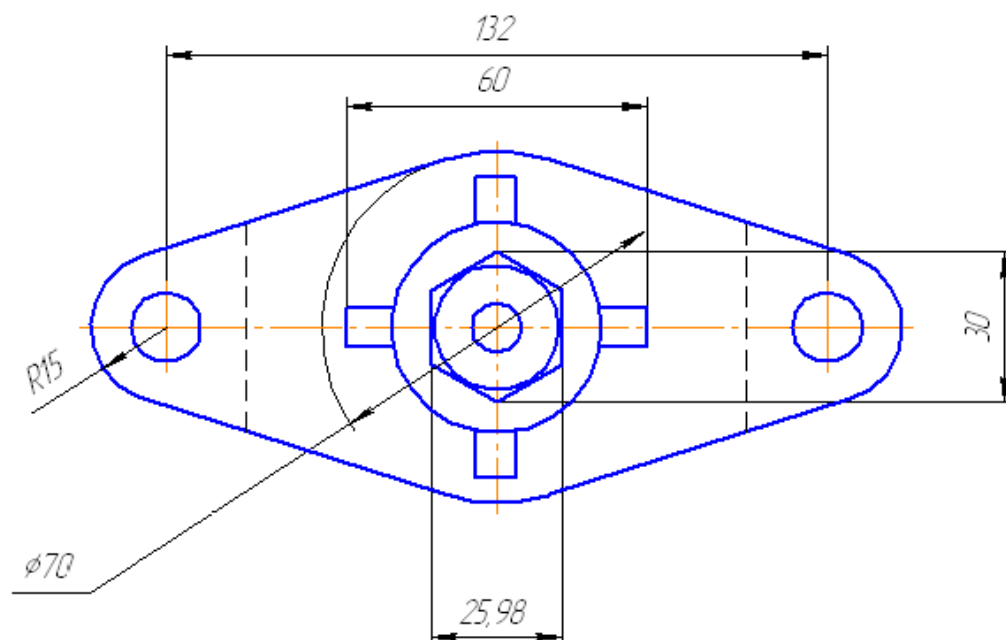
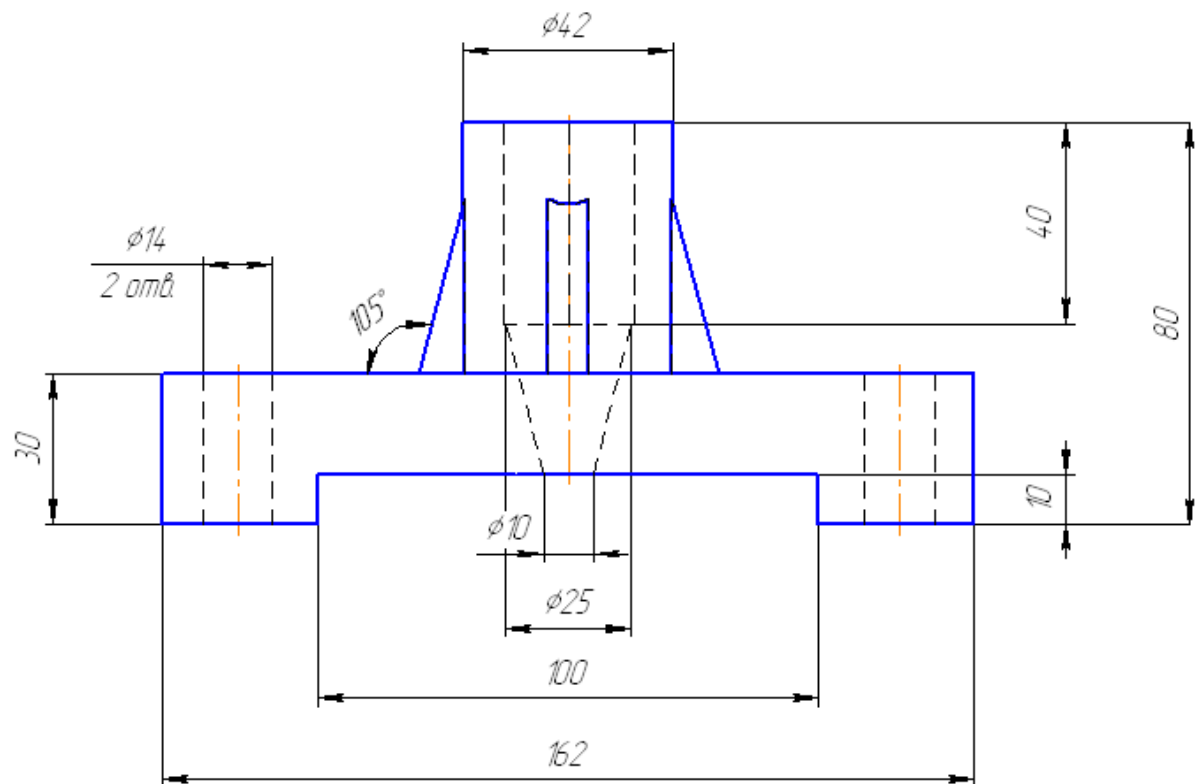




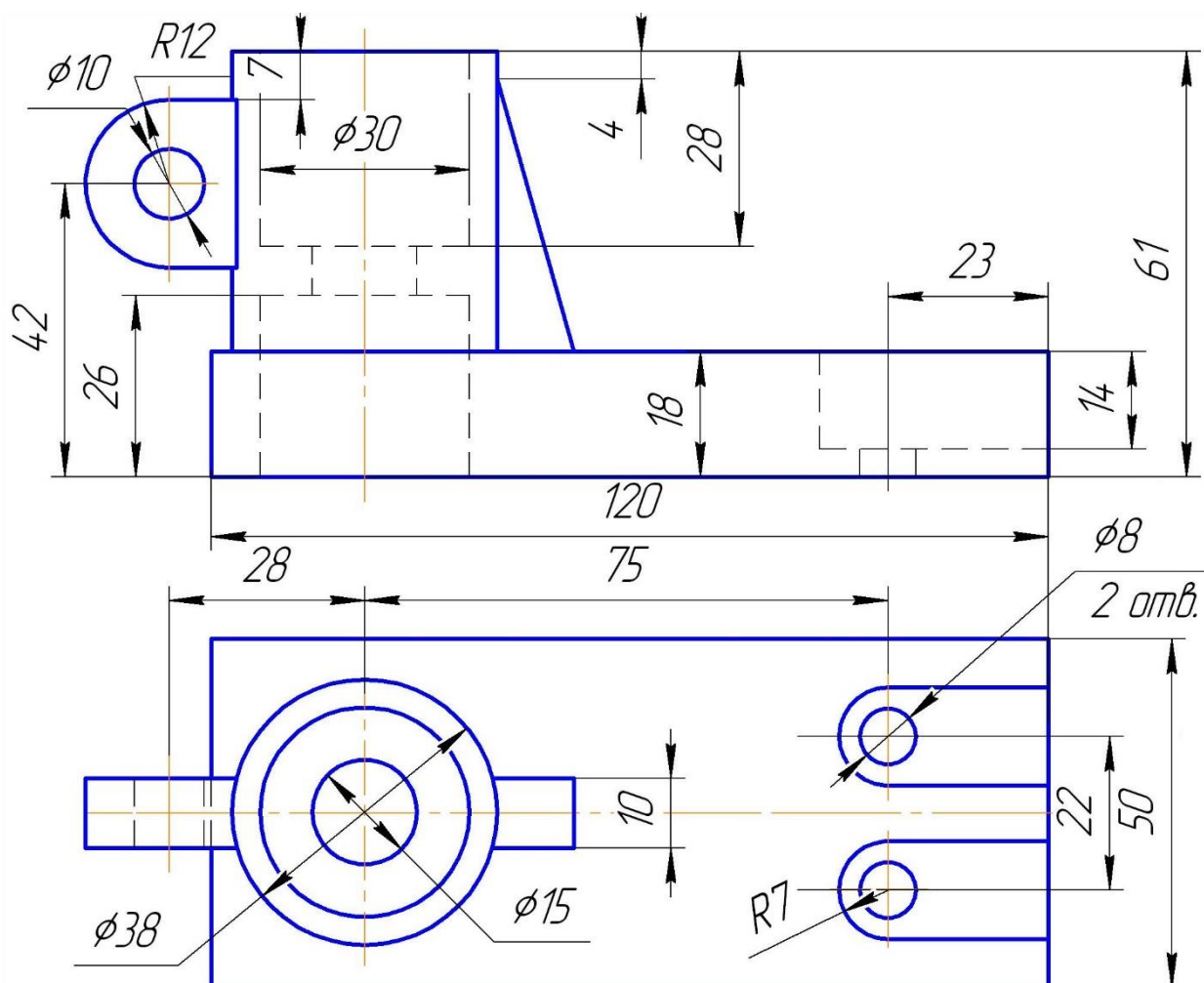
# Вариант 5



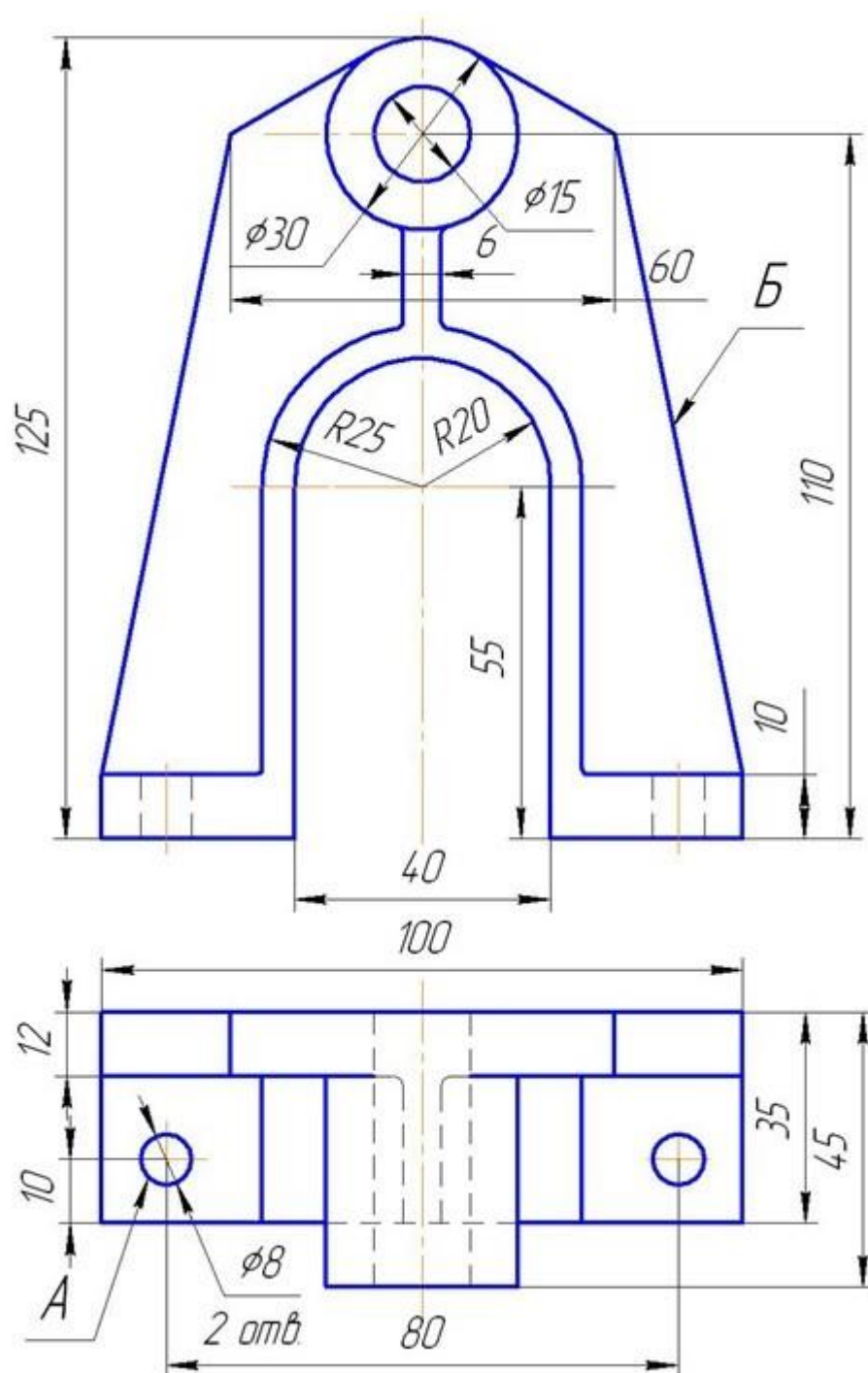
## Вариант 6



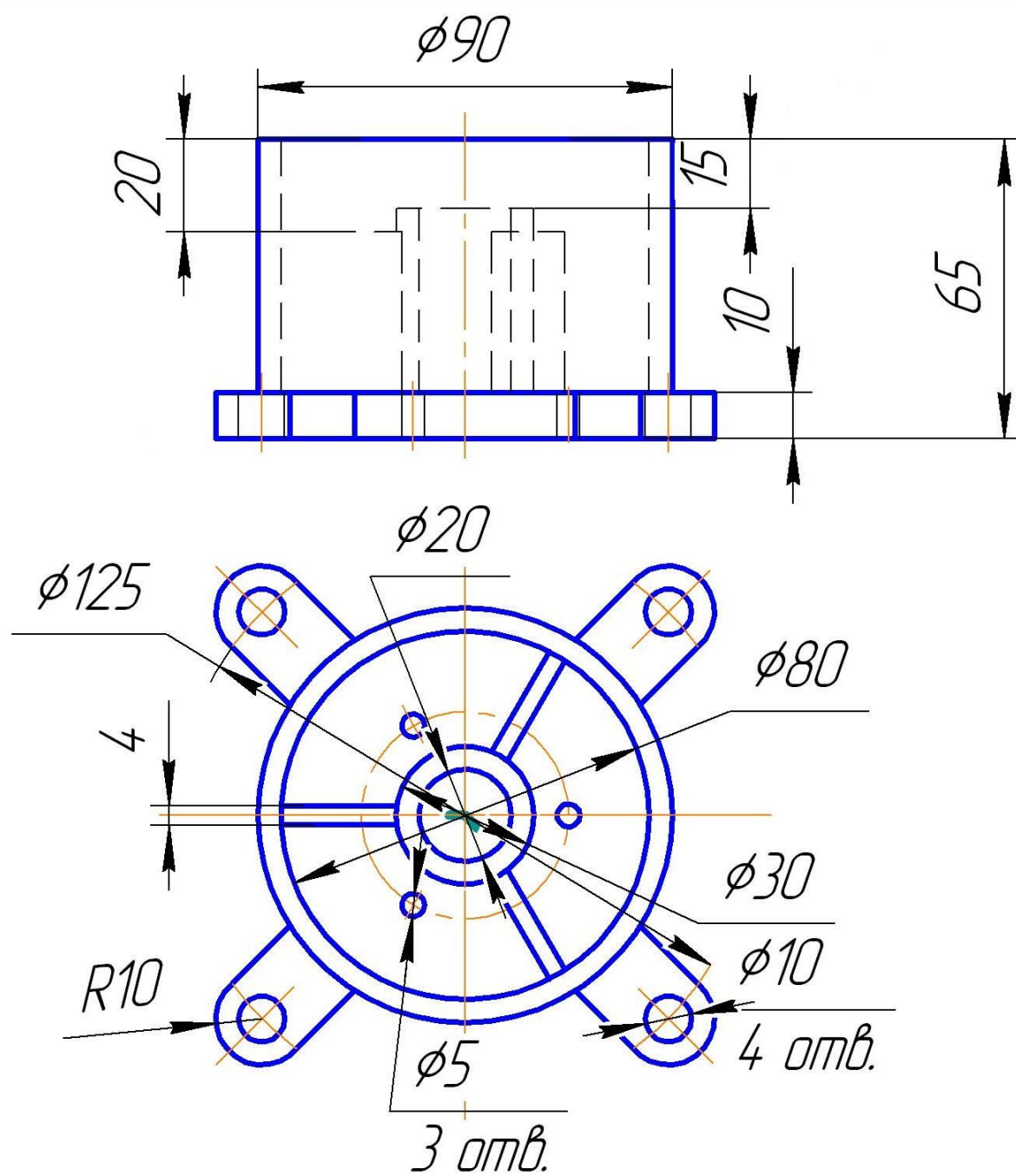
# Вариант 7



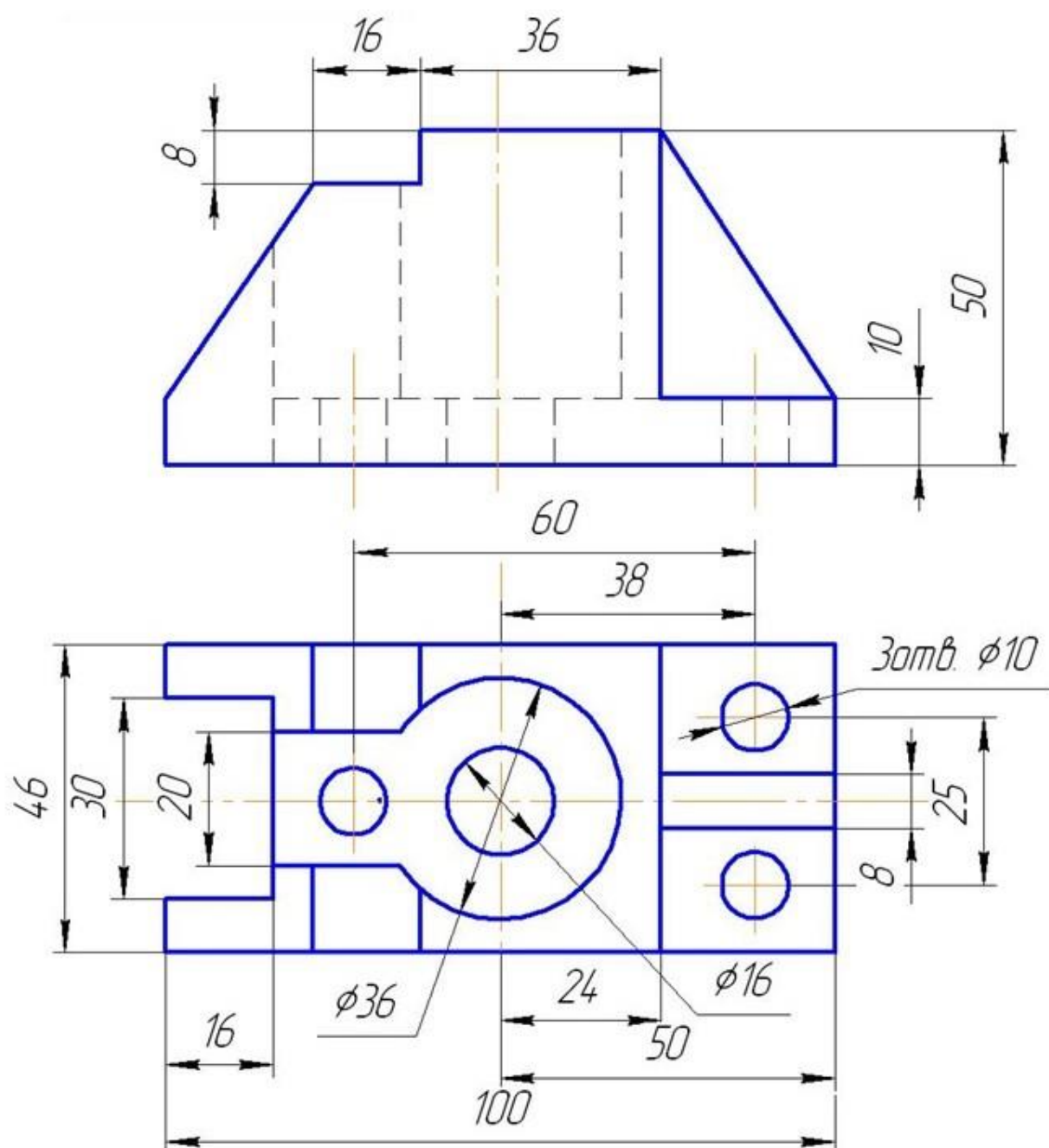
# Вариант 8



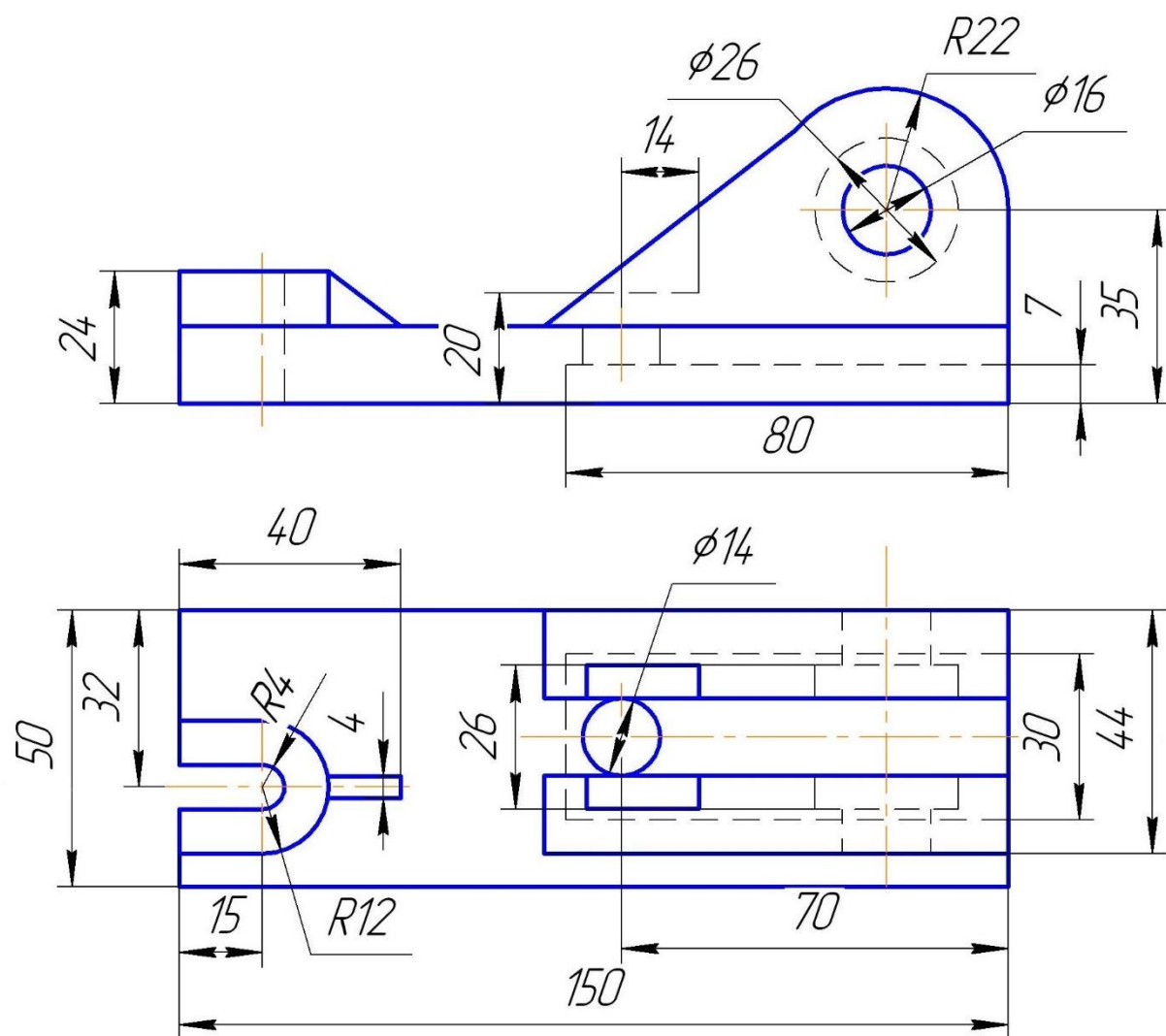
Вариант 9



Вариант 10

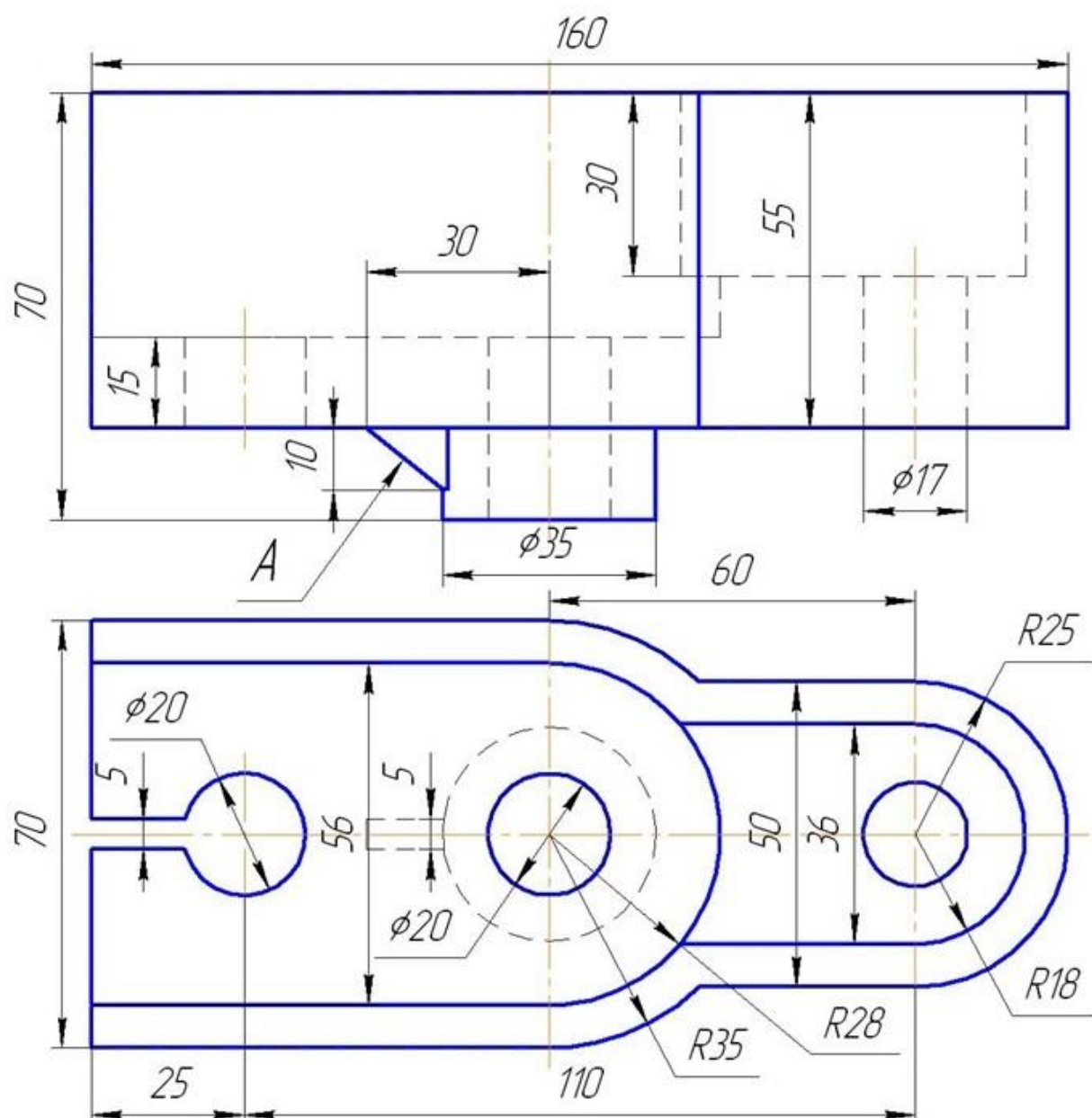


Вариант 11





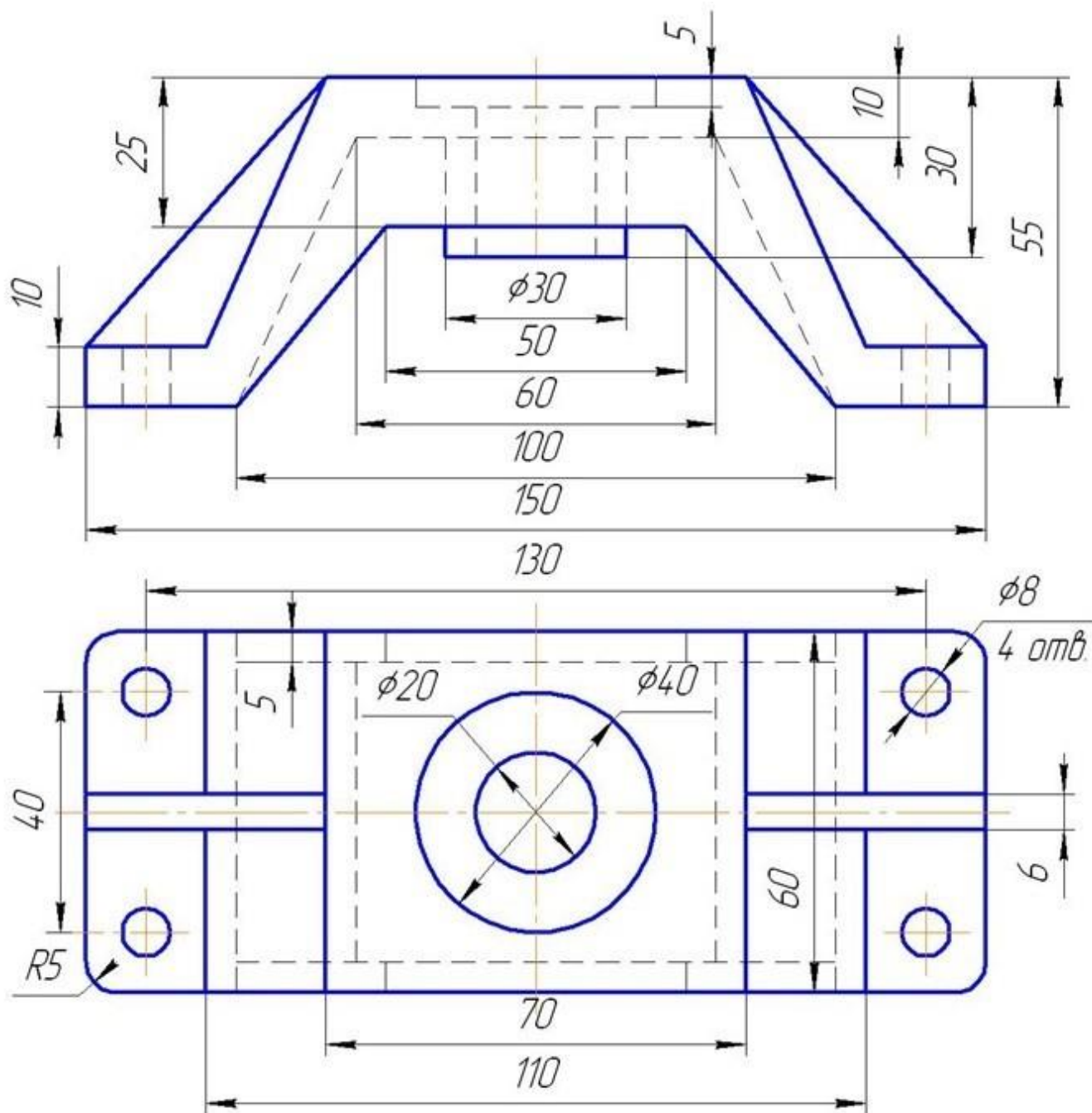
# Вариант 12



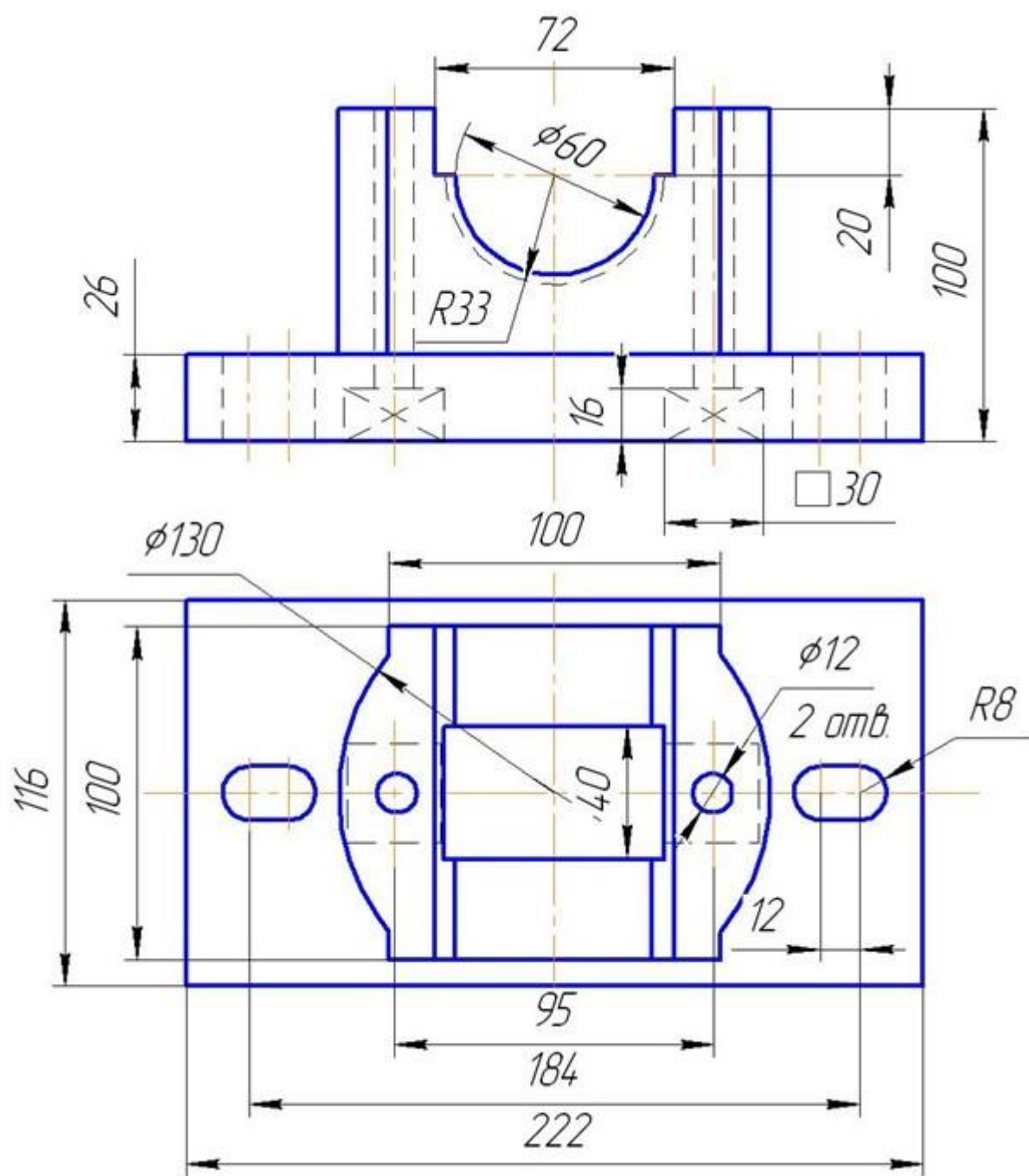




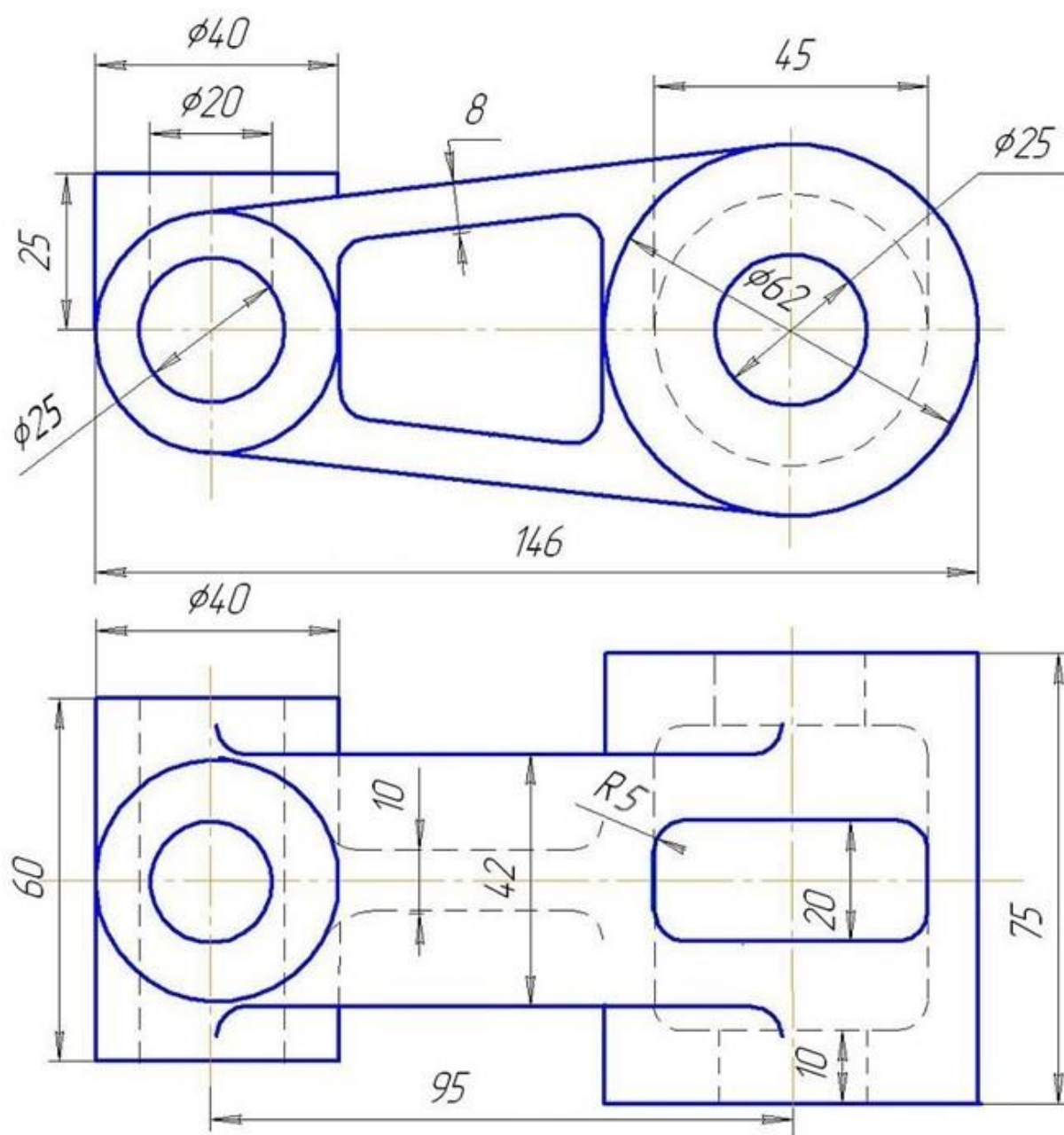
## Вариант 14



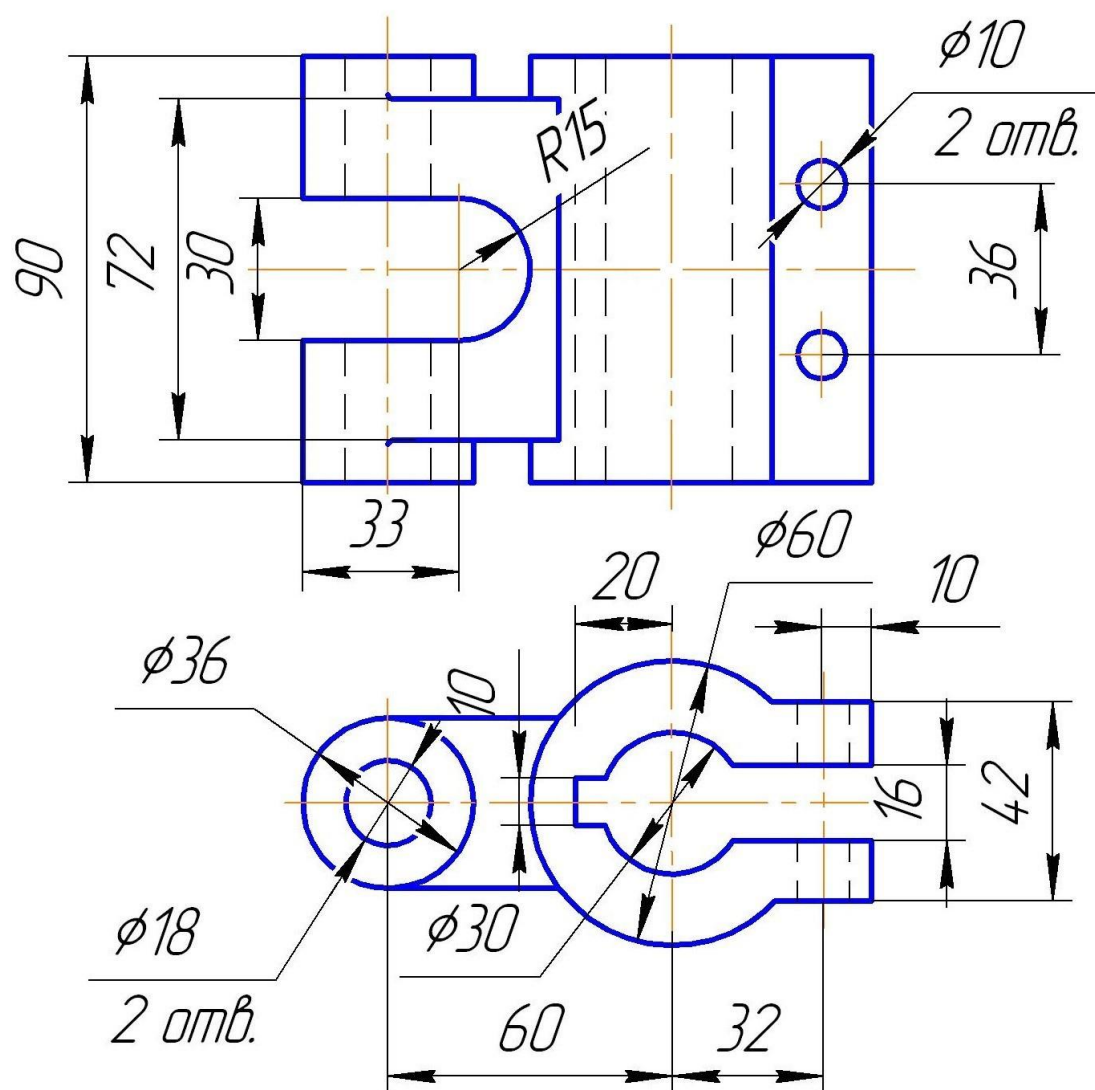
Вариант 15



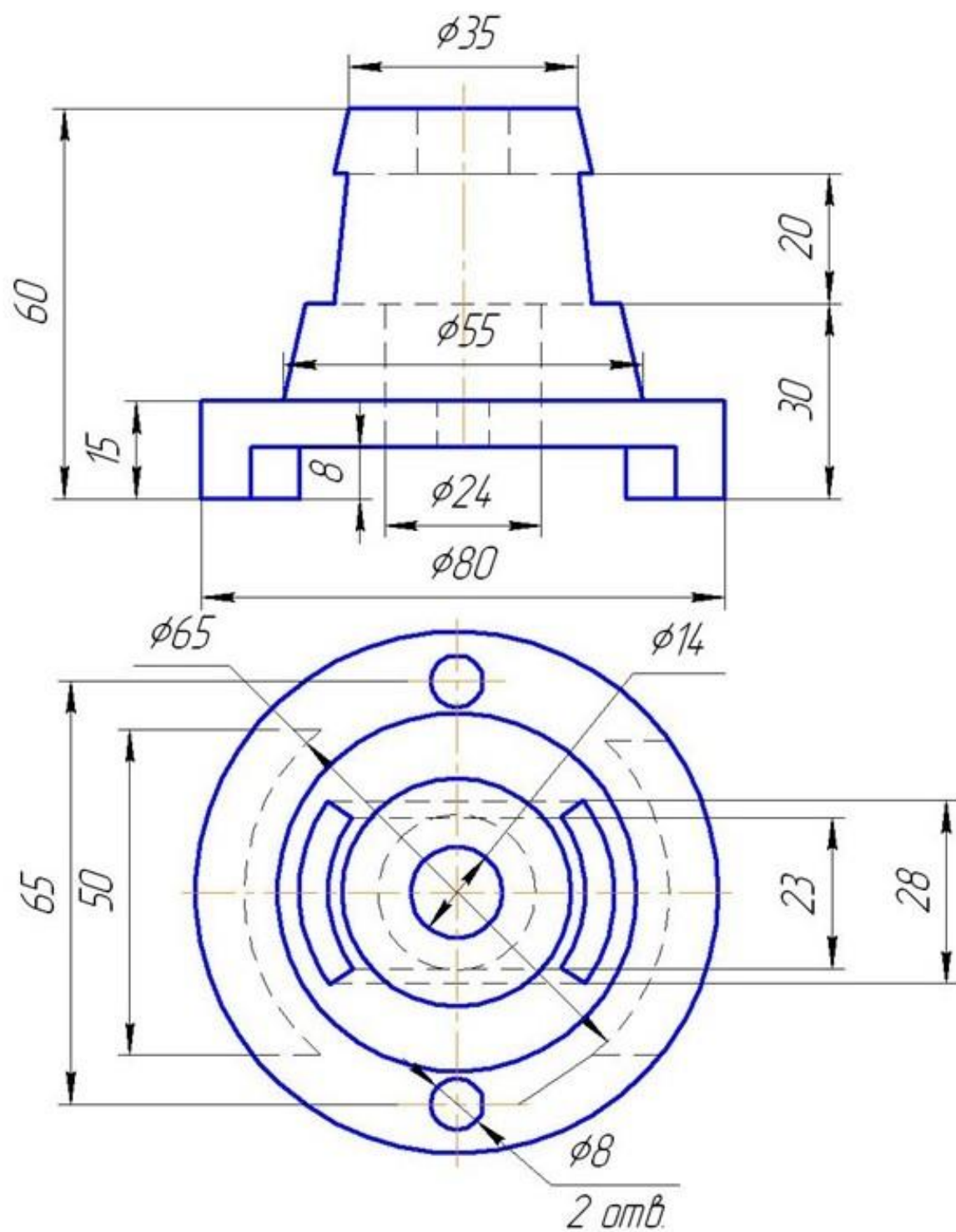
# Вариант 16



Вариант 17

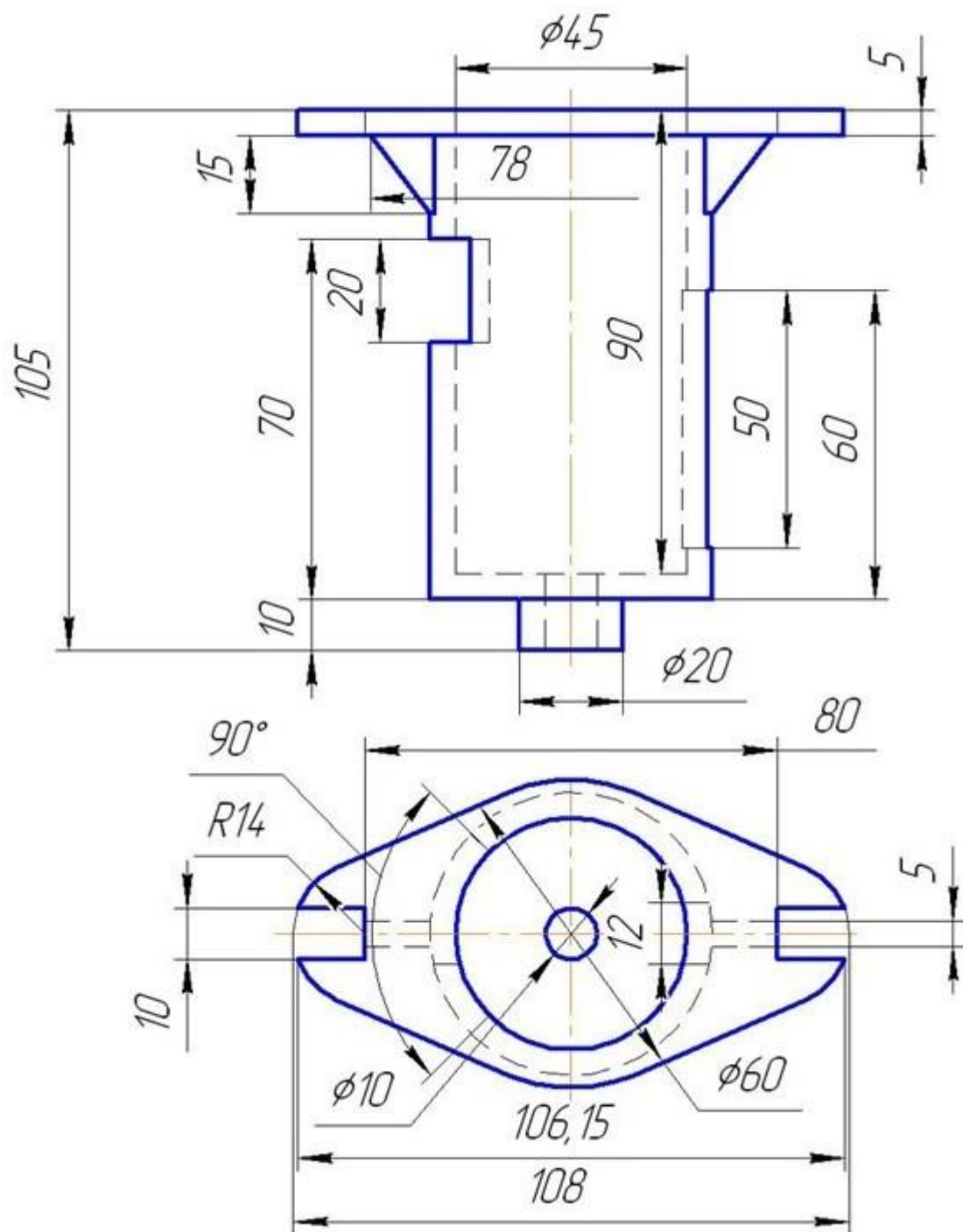


Вариант 18

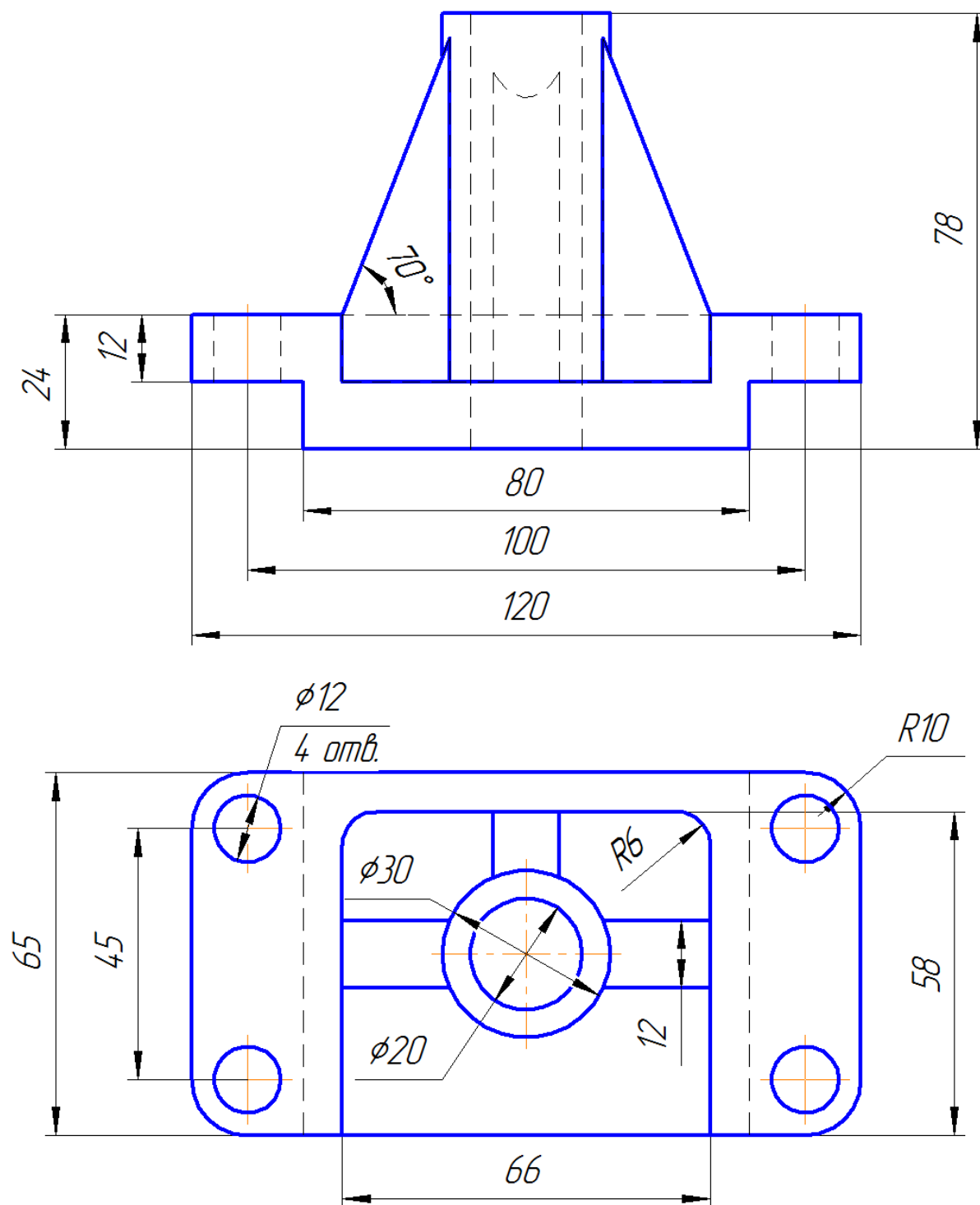




## Вариант 19

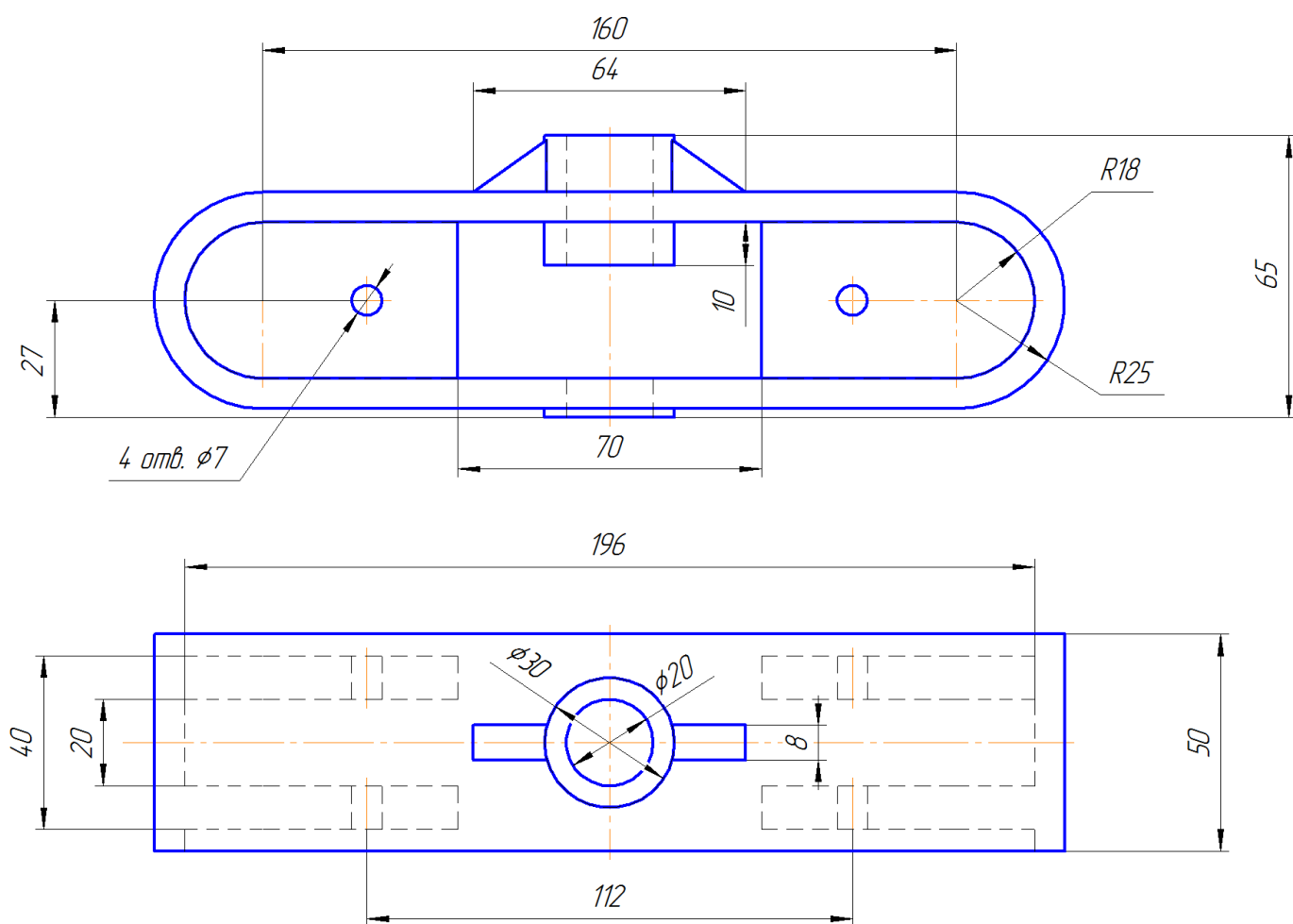


## Вариант 20

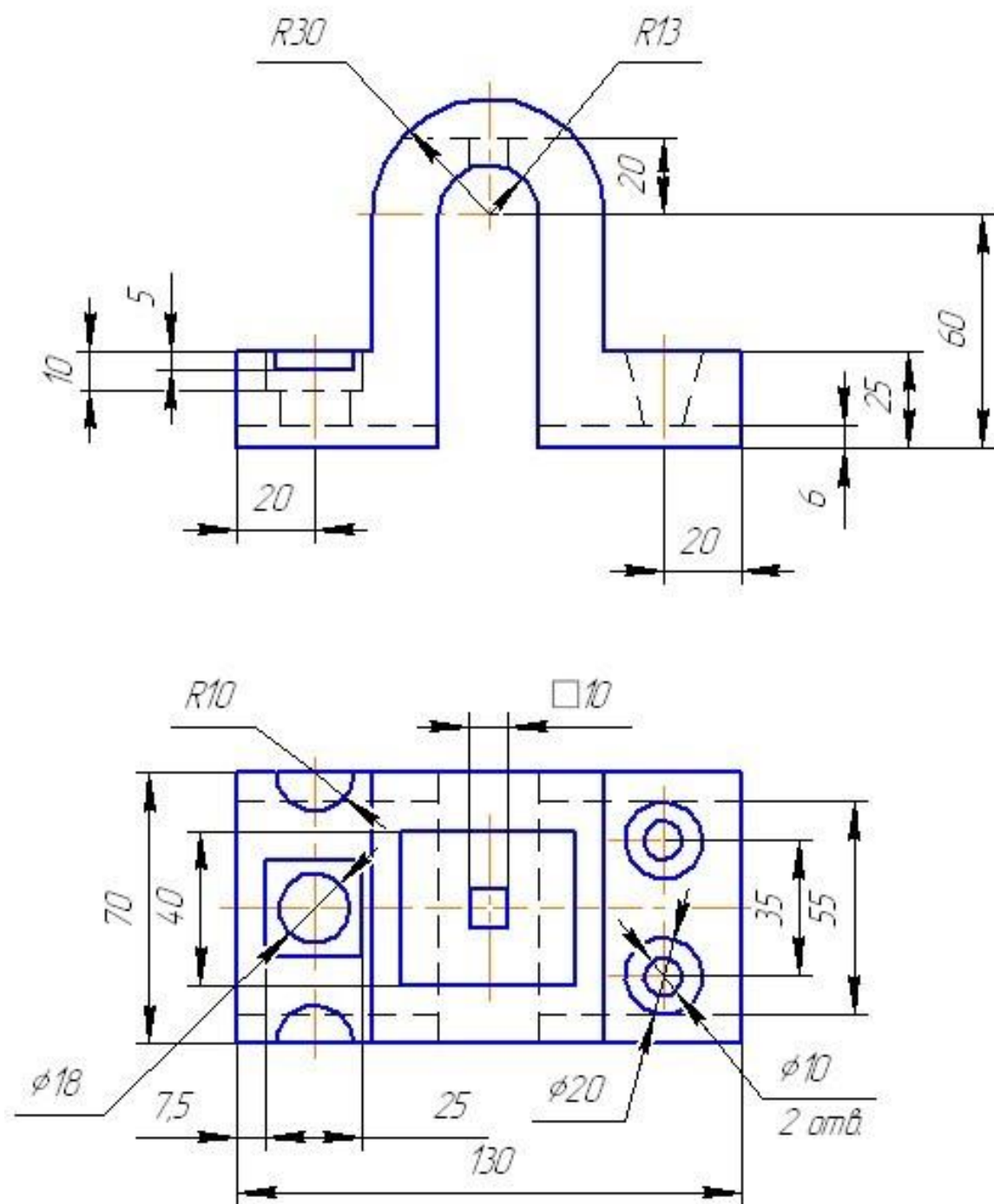




## Вариант 21



## Вариант 22



## Лабораторная работа № 6

**Цель работы:** освоение методов оформления чертежа, создания сечений, видов, разрезов по трехмерной модели и помещения их на одном чертеже.

Основные команды: SOLVIEW, SOLDRAW, SOLPROF, MVSETUP.

Откройте файл лабораторной работы № 3 (рис. 6.1). Обратите внимание, что в файле открыта вкладка **Model** – т.е. пространство модели.

Кроме того, этот режим можно определить по слову **MODEL** в строке состояния (внизу экрана).

Чтобы перейти от создания модели к оформлению чертежа, надо переключиться в режим **Paper space**. Для этого надо перейти на вкладку **Layout1** (или щелкнуть мышью на слове **MODEL** в строке состояния). При этом рисунок исчезает, а в строке состояния вместо **MODEL** появляется **PAPER**.

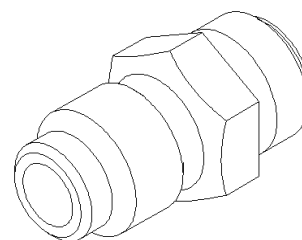


Рис. 6.1

Перейдя в режим **Paper space**, установите границы листа командой **LIMITS** (чтобы размер листа соответствовал стандартному размеру А4, проще всего задать углы **0,0** и **297,210**), включите сетку (**GRID**) с шагом **10**. Затем установите масштаб **ZOOM All**. Далее следует нарисовать рамку чертежа командой **RECTANG**.

Чтобы расположить изображения объекта (проекции и разрезы) на листе, надо создать так называемые виды (Viewports). Для этого воспользуемся командой **SOLVIEW**:

Command: **SOLVIEW**

Ucs/Ortho/Auxiliary/Section/<eXit>: **U** - первый вид создается опцией UCS  
Named/World/?/<Current>: **W**

Enter view scale<1>: **1** - задать масштаб

View center: - указать мышью центр вида и нажать **<ENTER>**

Clip first corner:

Clip other corner: - указать два угла – рамку вокруг созданного вида

View name: **FRONT** - дать виду имя

Ucs/Ortho/Auxiliary/Section/<eXit>: **O** - Ortho – создание проекции

Pick side of viewport to project: - выбрать нижнюю сторону  
имеющегося вида (рис. 6.2)

View center: - указать центр нового вида и нажать **<ENTER>** (рис. 6.3)

Clip first corner:

Clip other corner: - указать два угла – рамку вокруг созданного вида

View name: **TOP** - дать виду имя

Ucs/Ortho/Auxiliary/Section/⟨eXit⟩: **O**

Pick side of viewport to project: - выбрать правую сторону вида (рис. 6.4)

View center: - указать центр нового вида и нажать **<ENTER>**

Clip first corner: - указать два угла – рамку вокруг нового вида (рис. 6.5)

Clip other corner:

View name: **SIDE** - дать виду имя

Ucs/Ortho/Auxiliary/Section/⟨eXit⟩: **S** - Section – создание разреза

Cutting Plane's 1st point: **CEN** - используя привязку CEN, задать

Cutting Plane's 2nd point: **CEN** плоскость разреза (рис. 6.6, 6.7)

Side to view from: - указать точку сбоку от заданной плоскости

Enter view scale<1>: **1** - масштаб разреза

View center: - указать центр нового вида и нажать **<ENTER>**

Clip first corner: - Указать два угла – рамку вокруг созданного вида

Clip other corner:

View name: **RAZREZ** - дать разрезу имя

Ucs/Ortho/Auxiliary/Section/⟨eXit⟩: **X** - EXIT – завершение создания видов

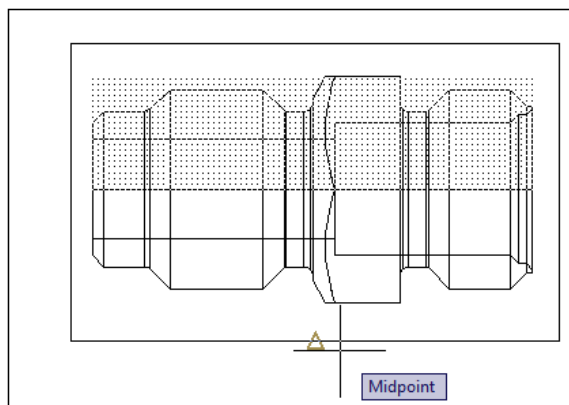


Рис. 6.2

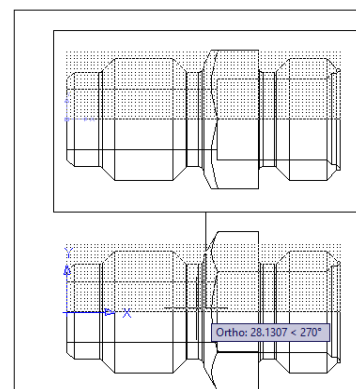


Рис. 6.3

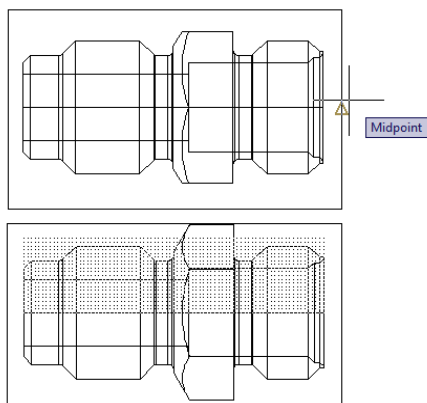


Рис. 6.4

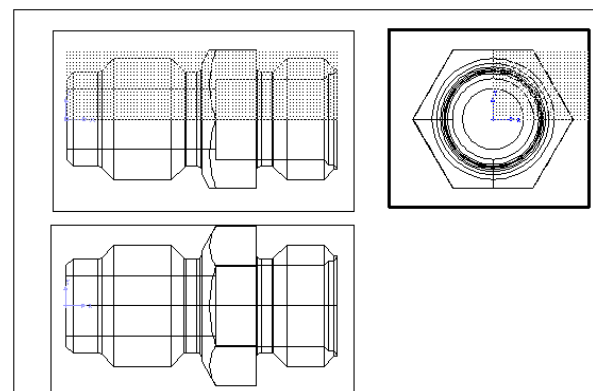


Рис. 6.5

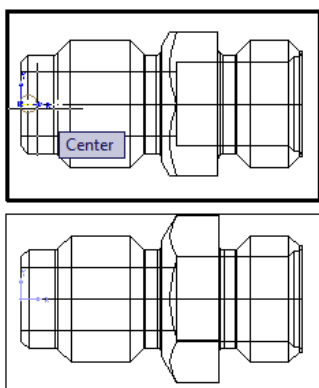


Рис. 6.6

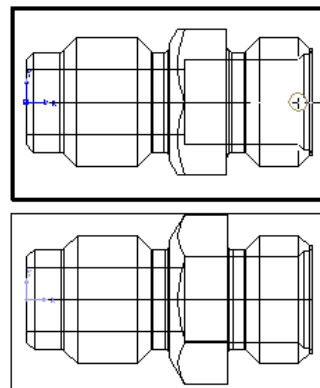
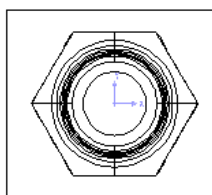
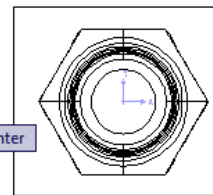


Рис. 6.7



В списке слоев появились новые слои.  
Слои имеют имена, состоящие из имени вида (**Front, Top, Side, Razrez**) и обозначений **hid**, **vis**, **hat** и **dim**. Слои **hid** и **vis** предназначены для скрытых и видимых линий соответственно, слой **hat** – для штриховки, слой **dim** – для размеров. Слой **VPORTS** – рамки видов.

Когда виды созданы, их надо обработать командой **SOLDRAW**.

Command: **SOLDRAW**

Select viewports to draw:

Select objects: - *выбрать все созданные виды (они выделяются как простые прямоугольники) и нажать <ENTER>*

Командой **LINETYPE** загрузить (**Load**) штриховые линии (например, **Hidden** или **Dashed**).

Командой **LAYER** назначить эти линии для всех слоев, заканчивающихся на "**-hid**". Назначить отдельный цвет линий для всех слоев **\*\*\*\*-vis**, отдельный для **\*\*\*\*-hid** и т. д. Таким образом, все линии видимого контура будут отображаться, например, черным цветом, скрытые (штриховые) – красным, размеры – синим, штриховка – зеленым. Такой подход не только облегчает визуальное восприятие чертежа на экране, но и позволяет использовать различную толщину линий при печати.

Запустить команду **LINETYPE** и подобрать подходящий масштаб (**global scale factor**) для штриховых линий.

Штриховку на разрезе при необходимости можно отредактировать командой **HATCHEDIT** или **DDMODIFY** (или меню **Modify>Properties**).

Для построения изометрической проекции надо создать еще один вид. Для этого следует выбрать пункт меню **View> Viewports>1 Viewport** и задать

два угла нового вида. После этого надо перейти в режим **Model Space** (для этого можно щелкнуть мышью на слове **PAPER** внизу экрана или дважды щелкнуть на одном из видов. Этот вид становится активным (выделяется жирной рамкой). Надо сделать активным последний созданный **Viewport** и в нем установить вид, например **SW Isometric**. Далее проекция создается командой **SOLPROF**.

Command: **SOLPROF**

Select objects: 1 found - *выбрать 3D-объект*

Select objects: **<ENTER>**

Display hidden profile lines on separate layer? <Y>: **<ENTER>**

- *поместить ли скрытые линии на отдельный слой?*

Project profile lines onto a plane? <Y>: **<ENTER>**

- *спроецировать ли линии на плоскость?*

Delete tangential edges? <Y>: **<ENTER>**-

- *удалить ли линии стыков разных поверхностей по касательной?*

В результате выполнения этой команды появляются два новых слоя **Ph-\*\*\*\*** (скрытые линии) и **Pv-\*\*\*\*** (видимые линии) (вместо звездочек стоят случайные цифры/буквы – это имя, которое автоматически присвоено данному виду).

Далее в этом виде надо отключить слой **0** (на котором находится сама трехмерная модель). Для слоя **Ph-\*\*\*\*** надо задать штриховой тип линии так же, как ранее для остальных проекций.

Лучше всего сразу переименовать слои, дав им более осмысленные названия. Например, по аналогии с предыдущими, слои для изометрии можно назвать **Isom-vis** и **Isom-hid**.

Следующий этап – проставить размеры в прямоугольных проекциях и разрезах. Порядок действий:

1. Выбрать вид, на котором надо проставить размеры, например, разрез. Сделать его активным в режиме **Model Space**.
2. Назначить текущим соответствующий слой (в данном случае **Razrez-dim**).
3. Включить систему координат по текущему виду (команда **UCS - View**).
4. Поставить один размер (меню **Dimension>...**). Проверить и при необходимости изменить его параметры (меню **Modify>Properties**), в первую очередь масштаб (**Overall scale**).

5. Изменить настройки стиля размеров (меню **Dimension>Style** или команда **DDIM**), задав оптимальные значения параметров, подобранные в п. 4.

6. Проставить все размеры, нужные в данном виде.

Эти операции необходимо повторить (кроме пп. 4 и 5) для каждого вида, где надо проставить размеры.

Если в ходе работы (например, при простановке размеров) масштабы в некоторых видах изменились, то на всех видах надо установить одинаковый масштаб, а затем выровнять изображения так, чтобы виды совпадали по осям. Воспользуемся командой **MVSETUP**.

Command: **MVSETUP**

Enter an option [Align/Create/Scale viewports/...]: **S** – *Scale - масштаб*

Select the viewports to scale...

Select objects: - *выбрать виды, для которых надо задать масштаб*

Select objects: **<ENTER>**

Set zoom scale factors for viewports. Interactively/<Uniform>: **U**

- *Uniform – одинаковый масштаб для всех видов*

Set the ratio of paper space units to model space units...

Enter the number of paper space units <1.0>: - *число единиц на листе*

Enter the number of model space units <1.0>: - *число единиц в модели*

Enter an option [Align/.../Scale viewports/...]: **A** - *ALIGN – выравнивание*

Angled/Horizontal/Vertical/Rotate view/Undo: **H** - *виды расположены по горизонтали*

Specify basepoint: **MID**

- *выбрать, например, середину линии на левом виде, используя привязку к середине отрезка (**MID**) (рис. 6.8)*

Specify point in viewport to be panned: **CEN**

- *переключиться в соседний вид и выбрать, например, центр окружности, используя привязку **CEN** (рис. 6.9)*

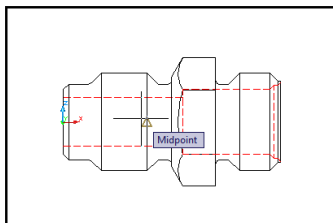


Рис. 6.8

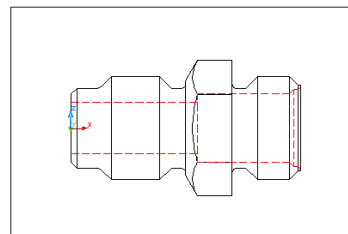
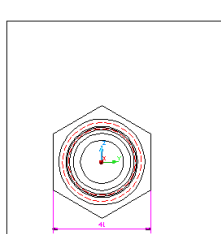
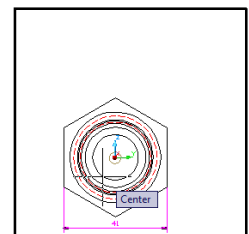


Рис. 6.9



В результате первый (левый) вид останется без изменений, а во втором (правом) изображение сдвинется вверх или вниз так, чтобы указанная точка в нем совпала по высоте с выбранной точкой в первом виде.

Так же выравниваются остальные виды, при этом для выравнивания видов, расположенных по вертикали, используются опции **Align – Vertical**.

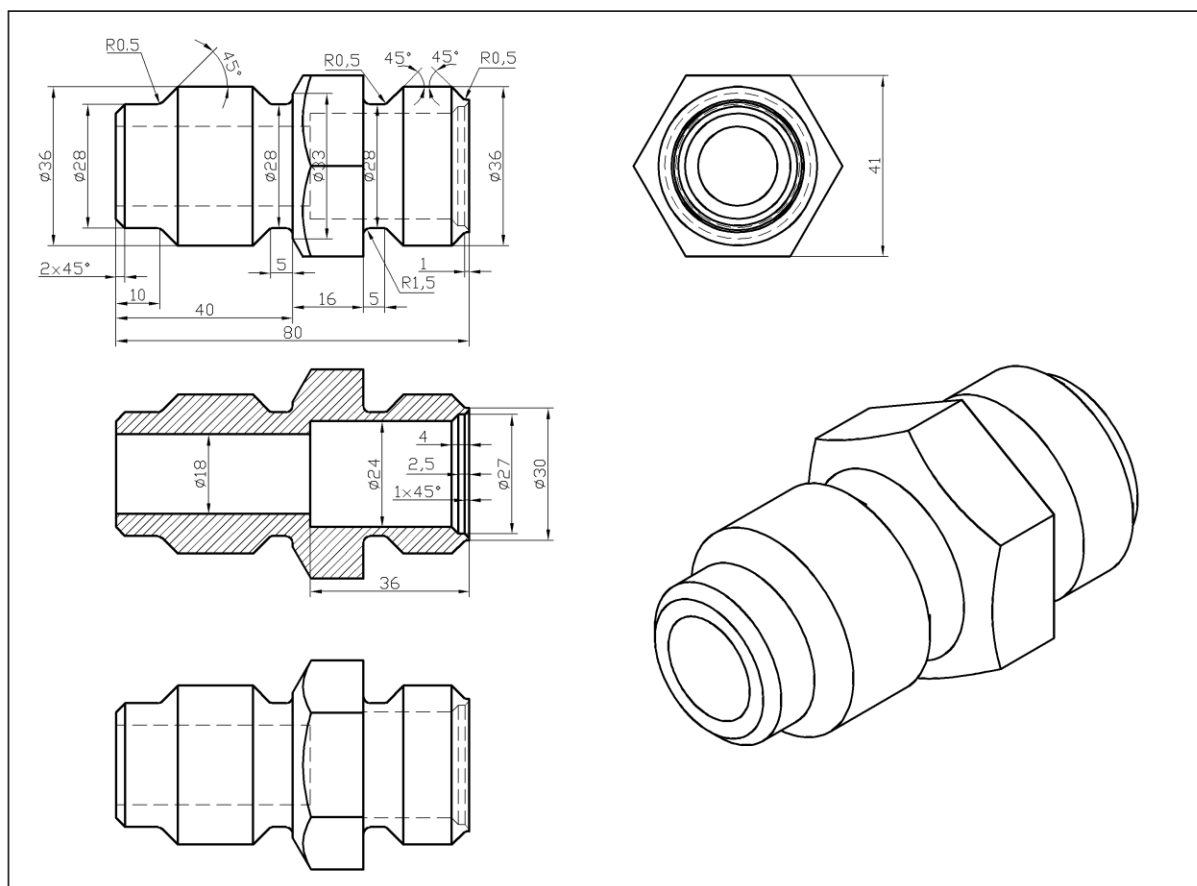


Рис. 6.10

Для завершения работы остается перейти в режим **Paper space** и спрятать рамки видов. Они находятся на слое **Vports**. Вид с изометрией находится на слое **0**. Целесообразно его тоже перенести на слой **Vports**. В результате должен получиться законченный чертеж (рис. 6.10).

**В заключение следует самостоятельно выполнить чертеж детали, модель которой была создана в ходе работы № 5.**