

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**Таганрогский государственный
радиотехнический университет**

Лукьяненко Е.Б.

**СБОРНИК ЛАБОРАТОРНЫХ
РАБОТ**

по курсу «Компьютерная графика»

Для студентов специальностей 2205, 2019

КАФЕДРА КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ



Таганрог 2004

1. ИЗУЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ AutoCAD 14

Лабораторная работа №1 Настройка рабочих режимов

1.1. Начало работы в программе AutoCAD

После загрузки AutoCAD на мониторе появляется рабочий экран (рис.1).

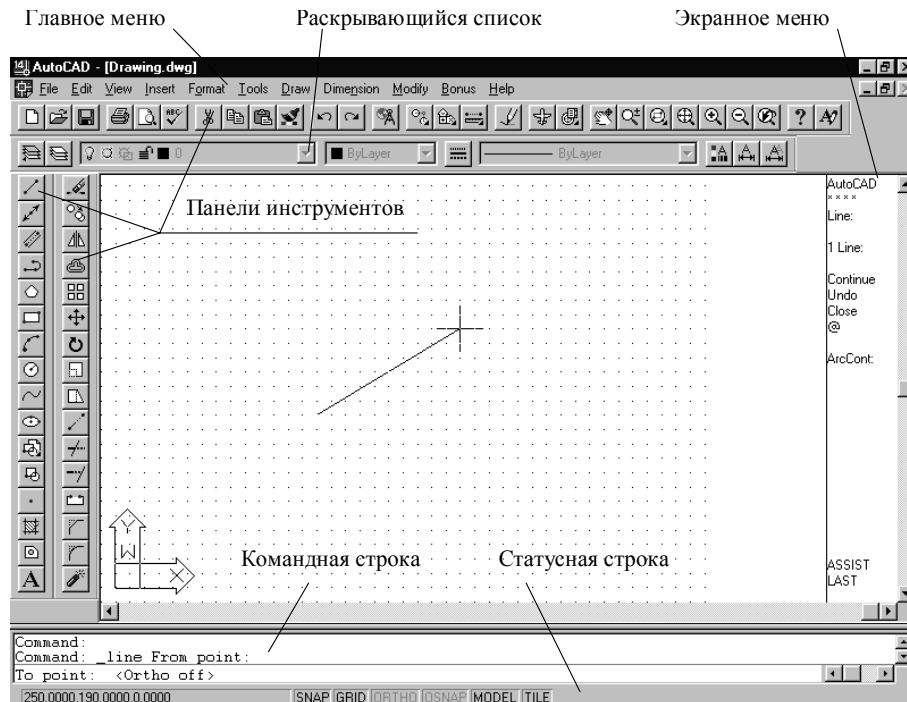


Рис.1

Выполнение операций рисования производится путем ввода команд. Команды вводятся из главного меню, экранного меню, командной строки путем набора команд на клавиатуре, активизацией кнопок в статусной строке или с помощью панелей инструментов.

После ввода команды AutoCAD выдает запросы в командной строке или вызывает диалоговое окно. Некоторые команды допускают работу через командную строку и через диалоговое окно. Для подавления вывода диалогового окна надо ввести знак “-” (минус) перед командой, набираемой в командной строке. Если набрать команду LAYER – то выводится диалоговое окно, а если –LAYER, то после нажатия ENTER в командной строке появляется соответствующий запрос на выбор следующего шага в выполнении вызванной команды. Набирается ответ, нажимается ENTER и т.д.

Очистить командную строку можно, нажав Esc.

Для повторения последней команды (когда команда выполнена и в командной строке имеется приглашение Command:.) надо нажать ENTER или пробел.

Начинать работу с программой лучше всего со ввода следующих трех команд, набираемых в командной строке:

- Limits – устанавливает границы чертежа, в которых видима координатная сетка. Сначала указывается левый нижний угол:

```
Command: limits
Reset Model space limits:
ON/OFF/<Lower left corner> <0.0000,0.0000>:
```

нажимается Enter, а затем набираются координаты правого верхнего угла и нажимается Enter:

```
Upper right corner <420.0000,297.0000>: 210,297
```

(Данные приведены для формата A4).

- Grid – устанавливается шаг сетки. При разработке электрических схем рекомендуется устанавливать шаг равным 5 мм:

```
Command: grid
Grid spacing(X) or ON/OFF/Snap/Aspect <10.0000>: 5
Command:
```


- Snap – привязка курсора к узлам координатной сетки. Привязка выбирается обычно равной шагу сетки:

```
Command: snap
Snap spacing or ON/OFF/Aspect/Rotate/Style <10.0000>: 5
Command:
```

Видимость сетки можно включить/выключить двойным щелчком на кнопке Grid в статусной строке (или нажатием на клавишу F7 клавиатуры). Режим привязки курсора управляется двойным щелчком на кнопке Snap статусной строки (или клавишей F9 клавиатуры).

Кнопка Orth в статусной строке устанавливает/отменяет ортогональный режим проведения линий (или клавишей F8 клавиатуры). При включении соответствующего режима команда в статусной строке окрашивается в темный цвет. При повторном двойном щелчке команда изменяется на противоположную.

1.2. Настройка слоев чертежа

Щелчком на значке  панели инструментов, а также по командам DDLMODES или Layer, набранным в командной строке, вызывается окно настройки слоев (рис.2).

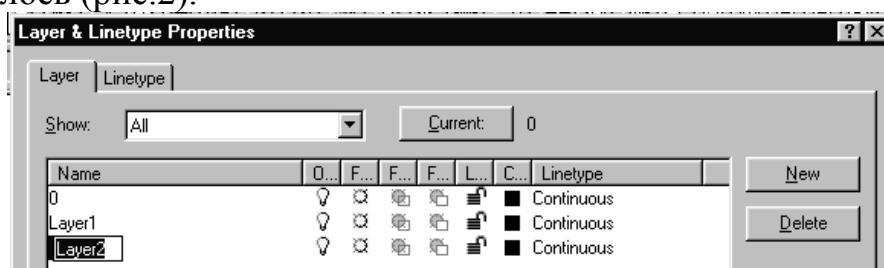


Рис.2

Для создания новых слоев в этом же окне нажимается кнопка New. При последовательном нажатии кнопки создаются слои Layer1, Layer2 и т.д. Цвет слоя устанавливается (или изменяется уже существующий цвет) щелчком мыши на цвете слоя (Color) и в раскрывшемся окне выбирается необходимый цвет слоя. После чего окно закрывается.

Затем выбирается слой, в котором будут производиться графические работы. Для этого раскрывают значок, в котором указаны все созданные слои и выбирают слой щелчком мыши на нужном слое:

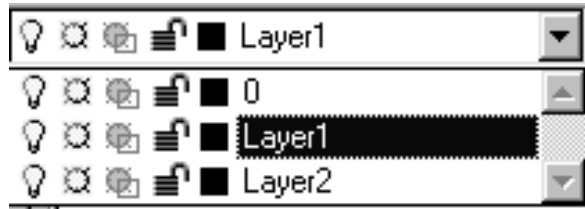


Рис.3

Слой можно сделать невидимым щелчком на соответствующем значке (лампочка). Для того, чтобы сделать слой недоступным для редактирования, устанавливают замок в положение «закрыто».

По команде DDCHPROP и выборе объекта открывается окно (рис.4), в котором можно изменить цвет выделенного объекта (кнопка Color) или перенести выделенный объект в другой слой (кнопка Layer).

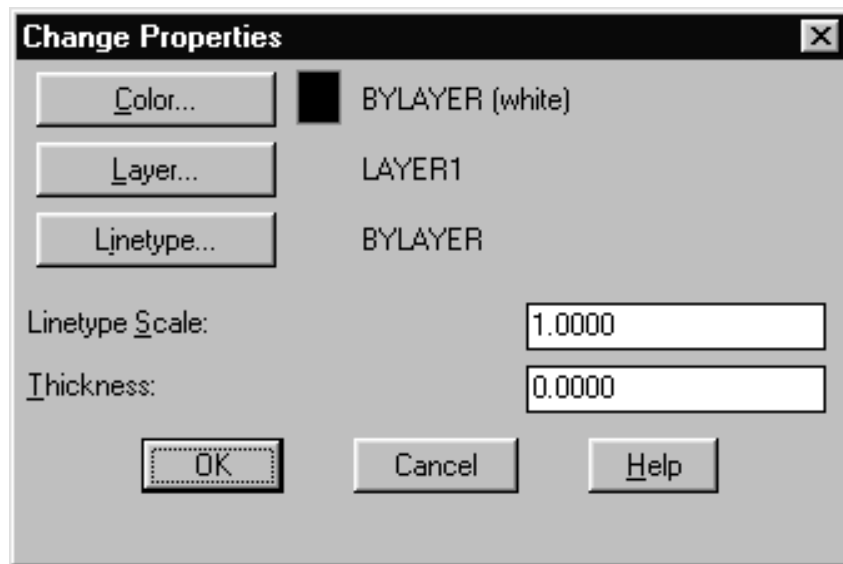


Рис.4

При вводе команды «-Layer» появляется строка:

```
Command: -layer
?/Make/Set/New/ON/OFF/Color/Ltype/Freeze/Thaw/LOck/Unlock:
```

Выбрав опцию Make или New, можно создать слой под любым именем, в том числе и на русском языке.

1.3. Система единиц

Установка формата и точности отображения как линейных, так и угловых размеров производится по команде DDUNITS или из главного меню Format/Units (рис.5).

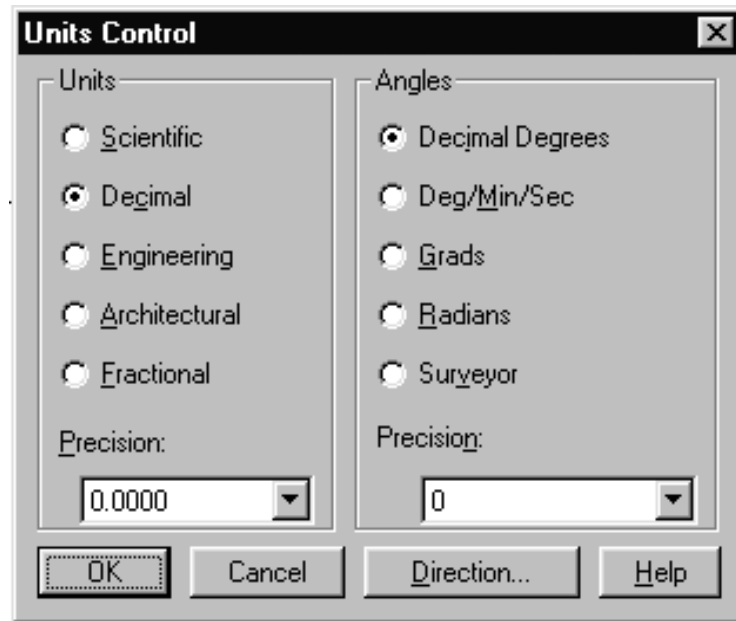


Рис.5

Обычно устанавливается метрическая система линейных единиц (Decimal) и отображение углов как десятичных чисел (Decimal Degrees). Точность отображения размеров устанавливается в строке Precision.

1.4. Режимы рисования

Режимы рисования устанавливаются по команде DDRMODES или из главного меню Tools/Drawing Aids. В раскрывшемся окне (рис.6) можно установить следующие режимы:

- Ortho – ортогональный режим;
- Solid Fill – режим закрашивания замкнутых областей;
- Blips – режим отрисовки маркеров и др.

При этом шаг сетки и режим привязки можно установить различными по осям X и Y.

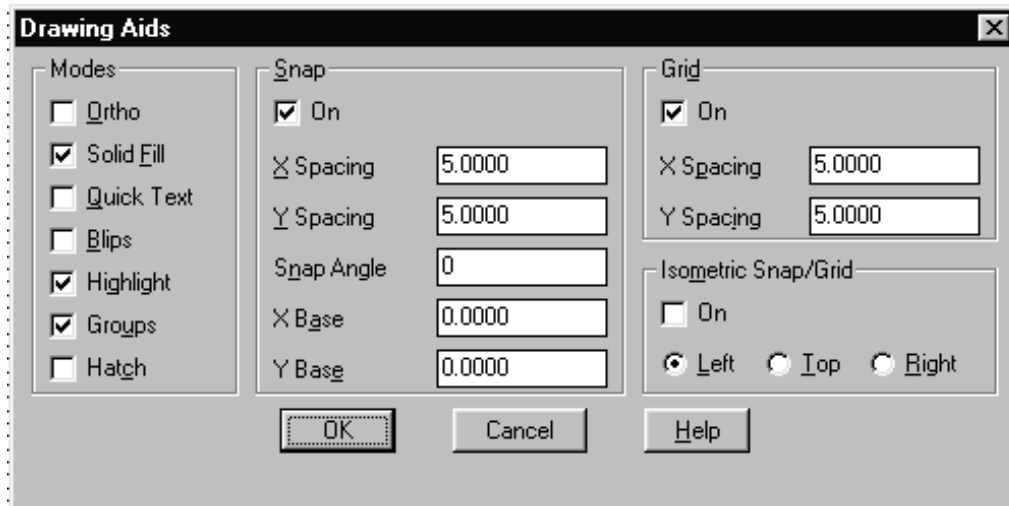


Рис.6

Этим окном пользуются редко, предпочитая применять команды или системные переменные, набранные в командной строке, например:

- Fill – режим закрашки (OFF – выключен, ON – включен);
- Blipmode – показ маркеров (OFF – выключен, ON – включен);
- Dragmode – отслеживание перемещения объекта (OFF – выключено, AUTO – включено);
- Ucsicon – управление видимостью системы координат (OFF – выключено, ON – включено).

1.5. Установка цвета экрана и размера курсора

Для управления этими установками выбирается команда из главного меню Tools/Preferences. В открывшемся окне (рис.7) нажимают на кнопку Display и в новом окне на кнопку Colors. Цвет экрана выбирается из базовых цветов (Basic Colors). Удобно использовать экран серого цвета как менее утомительный для глаз. Размер курсора по умолчанию устанавливается 5% к размеру экрана. Можно увеличить размер курсора до 100% в окне, появляющемся после нажатия на кнопку Pointer (рис.7).

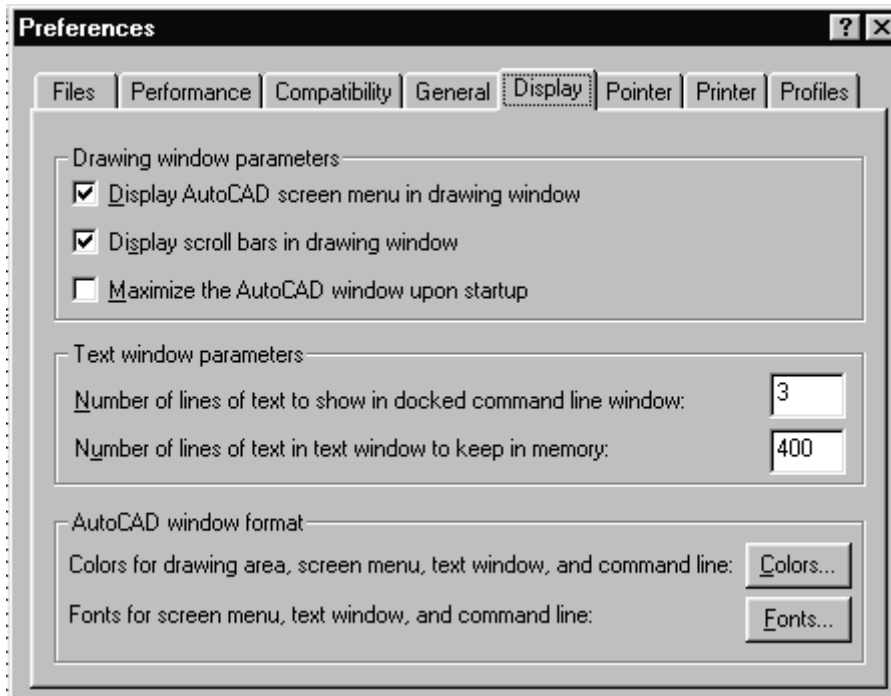


Рис. 7

Лабораторное задание. Выполнить в программе AutoCAD 14 п.п.1-3 задания:

Настройка рабочих режимов программы AutoCAD 14

1. Настройка слоев чертежа.

Открыть лист А4. Установить шаг сетки и привязки к узлам сетки 5 мм.

а. Создать слои layer1, «Круг», «Прямоугольник». Установить цвета в слое круг – синий, в слое прямоугольник – красный.

б. Нарисовать в слое «Круг» – круг, в слое «Прямоугольник» – прямоугольник, в слое «0» – квадрат, в слое layer1 – несимметричную фигуру.

Подписать рисунки: Круг, Прямоугольник и т.д.

в. Изменить цвет слоя «Круг» на зеленый.

г. Перенести прямоугольник в слой «0».

д. Сделать слой «Круг» невидимым.

е. Переместить прямоугольник в другое место.

ж. Повернуть квадрат на 45 градусов.

з. Увеличить количество прямоугольников до 3.

и. Зеркально отобразить несимметричную фигуру.

к. Увеличить размеры прямоугольника в 2 раза.

л. Увеличить изображение квадрата на весь экран.

2. Изучение системы отображения линейный и угловых размеров.

Установить метрическую систему единиц и проставить размеры прямоугольника по команде: Dimension/Linear.

3. Режимы рисования.

По команде Pline нарисовать линию шириной 5 мм. Выключить (включить) режим закраски. Регенерировать изображение по команде Regen. Выключить режим отслеживания при перемещении фигуры. Переместить фигуру. Включить режим отслеживания и переместить фигуру.

Отключить видимость системы координат.

Включить показ маркеров.

4. Установка цвета экрана и размера курсора.

а. Установить цвет экрана сначала серый, а затем – белый.

б. Увеличить размер курсора на весь экран.


Лабораторная работа №2

2.1 Создание блоков элементов электрической схемы

Для создания блока необходимо открыть лист. Включить режимы Grid и Snap, установить шаг сетки и привязки равными 5 мм. Нарисовать блок. Выводы блока должны совпадать с узлами сетки. Далее в командной строке набрать команду Wblock и нажать Enter. В открывшемся окне открыть каталог, в котором сохраняются блоки, ввести имя файла и нажать «Сохранить». На запрос «Block name» нажать клавишу пробела. На следующий запрос «Insertion base point» указать курсором точку вставки блока (обычно левый нижний вывод). По запросу «Select object» – выделить объект щелчком мыши на элементах объекта или заключить элемент в прямоугольную рамку. После каждого селектирования появляется запрос «Select object». Если выделение объектов закончено, то необходимо нажать Enter. Для проверки созданного объекта открыть новый лист. На запрос «Сохранить?» ответить «Нет». Вставить созданный блок.

2.2. Вставка блоков на поле чертежа

Вначале вставляются УГО элементов, включая точку соединения, в одном экземпляре, а затем путем копирования увеличивается количество элементов до нужного значения. При этом кнопки Grid и Snap должны быть активными.

Вставка элементов производится щелчком на значке  (Insert Block) или по команде DDINSERT. Диалоговое окно этой команды приведено на рис. 8.

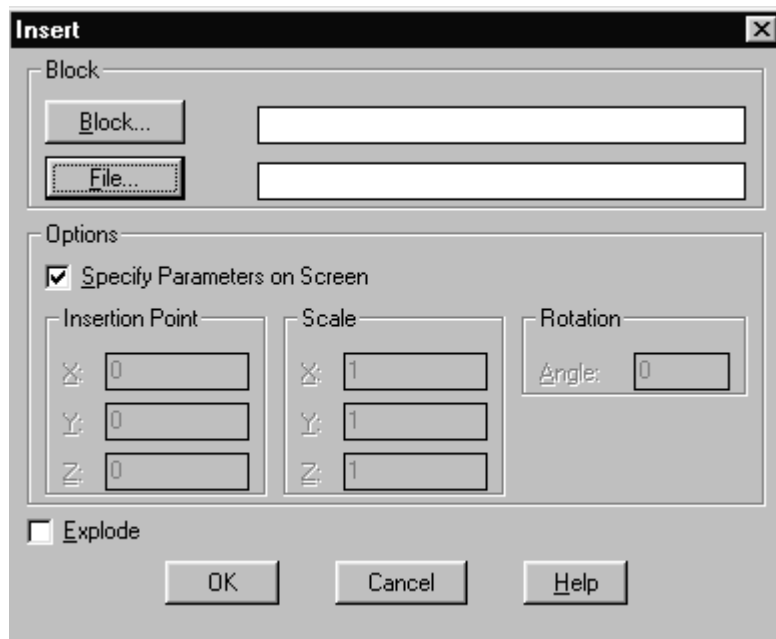



Рис.8


Нажав на кнопку File, выбираем в каталоге Bib УГО необходимого элемента, нажимаем кнопку «Открыть» и в новом окне нажимаем ОК. Затем по запросу указываем точку вставки щелчком левой кнопки мыши и по следующему запросу указываем масштаб по осям X и Y. Можно соглашаться с предлагаемыми установками и каждый раз нажимать Enter. Таким образом располагаются все элементы на поле чертежа в одном экземпляре. Если элементы занимают небольшую часть чертежа, то область схемы можно увеличить на весь экран щелчком на значке  (Zoom Extents).

Лабораторное задание. Создать блоки элементов, входящих в электрическую схему, выданную преподавателем из методички №2923. Размеры и конфигурация элементов должны соответствовать ГОСТам на элементы. Выводы элементов должны заканчиваться в узлах пятимиллиметровой координатной сетки.

Лабораторная работа №3


Создание чертежа схемы электрической принципиальной

3.1. Копирование элементов


Увеличиваем количество элементов путем копирования в соответствии со схемой. Копирование производится по команде Copy или щелчком на значке  (Copy Object). Режимы Grid и Snap – включены, Ortho – выключен. После вызова команды появляется запрос

на выделение объекта: «Select Objects:». После его выделения (щелчком на объекте или заключением его в прямоугольную рамку) появляется повторный запрос на выделение другого объекта. И если копировать больше ничего не надо, нажимается Enter. Появляется запрос на выбор базовой точки <Base point or displacement>/Multiple: . Если надо создать несколько копий элементов, то выбирается ключ /Multiple (набирается буква m и нажимается Enter). Затем щелчком мыши выбирается точка перемещения (Base point:) и точка установки копии элемента (Second point of displacement:). Оканчивается вставка элемента нажатием правой кнопки мыши.


3.2. Перемещение элементов схемы

Для оформления схемы элементы надо расположить на поле чертежа так, чтобы схема легко читалась. Перемещение осуществляется по команде Move или щелчком на значке этой команды . При перемещении элементов режимы Grid и Snap должны быть включены, режим Ortho – выключен. Запросы при перемещении аналогичны запросам, появляющимся при копировании элементов.

3.3. Поворот элемента

Поворот резисторов, конденсаторов, транзисторов и других элементов схемы осуществляется командой Rotate или с помощью значка этой команды . После выбора команды появляется запрос на выделение элемента и далее запрашивается центр вращения (Base Point:) и угол поворота (Rotation Angle). Набирается значение угла и нажимается Enter.

3.4. Зеркальное отображение

Некоторые элементы иногда требуется расположить так, что добиться этого можно только путем зеркального отображения элемента. Для этого набирается команда Mirror или используется значок этой команды . Объект выделяется, после чего запрашивается первая точка оси отображения (First point of mirror line:). После щелчка мышкой на первой точке появляется запрос о второй точке оси (Second point:). Указывается вторая точка оси, затем появляется запрос на удаление исходного объекта (Delete old objects?<N>). Если объект удалять не надо, то нажимается Enter. Если исходный объект надо удалить, то в строке набирается буква Y и нажимается Enter. Зеркальное отображение n-p-n-транзистора приведено на рис.9.

Ось зеркального
отображения

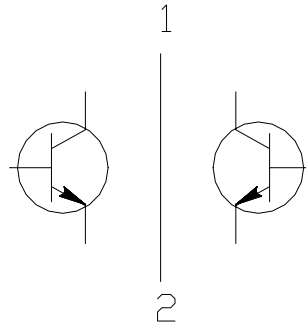



Рис.9

3.5. Соединение элементов схемы

Соединение элементов может осуществляться по команде Line или использованием значка этой команды . При этом режимы Grid, Snap, Ortho должны быть активными.

Отрезки определяются двумя точками в пространстве по запросам: “line First point” (начало отрезка) и «To point» (конец отрезка). Цикл заканчивается нажатием Enter или щелчком правой кнопки мыши. Координаты точек проще всего вводить курсором, нажимая левую кнопку мыши.

3.6. Установка точек соединения

Установка точек соединения проводников осуществляется по команде копирования Copy с ключом /m. Режимы Snap, Grid – включены, режим Ortho – выключен. Эти режимы могут изменяться при выполнении других команд (прозрачный режим).



3.7. Ввод позиционных обозначений элементов

Перед вводом позиционных обозначений включается режим Grid и выключаются Snap и Ortho. Однострочный текст вводится командой из главного меню: Draw/Text/Single Line Text. На запрос «dtext Justify/Style/<Start point>:» указывается начальная точка ввода текста щелчком левой кнопки мыши. Затем на запрос «Height» указывается высота прописных букв (рекомендуется 3.5). На следующий запрос «Rotation Angle» вводится угол поворота текста (против часовой стрелки).

После этого появляется запрос на ввод текста <Text:> и в строку вводится позиционное обозначение элемента. После ввода текста можно указать маркером другую точку и разместить новый текст. Обозначив все элементы, на запрос <Text:> нажимается Enter (без ввода текста). Затем введенные обозначения можно переместить на более подходящие места.


Введенный текст можно отредактировать. Для этого выбирается команда из главного меню Modify/Object/Text, выделяется текст, в открывшемся окне текст редактируется и нажимается ОК. После чего нажимается Enter.


3.8. Удаление и восстановление объектов


Ненужные объекты удаляются с поля чертежа путем их выделения и набором команды Erase или выбором ее значка . Действие команды может быть отменено по команде Undo (ее значок ). Нажимая несколько раз на этот значок, можно последовательно отменять предыдущие команды, начиная с последней.



3.9. Управление изображением чертежа


В процессе работы зачастую возникает необходимость изменения масштаба отображения чертежа в графической зоне экрана. Для этого служит команда View/Zoom или ее значки :

 (Zoom Window) - увеличивает изображение, заключенное в прямоугольную рамку на весь экран;

 (Zoom Realtime) - изменение масштаба изображения путем перемещения курсора при нажатой левой кнопке мыши. Снизу-вверх – увеличение масштаба, сверху-вниз – уменьшение ;

 (Zoom Extens) - увеличение чертежа на весь экран;

 (Zoom In),  (Zoom Out) - дискретное увеличение или уменьшение масштаба чертежа.

Перемещение чертежа по экрану осуществляется линейками прокрутки или, более эффективно, с помощью значка  (Pan Realtime). Щелкнув левой кнопкой мыши на этом значке, переводим курсор на поле чертежа и при нажатой левой кнопке мыши перемещаем чертеж по экрану. Для отмены команды нажимаем Enter или Esc либо вызываем контекстное меню щелчком правой кнопки мыши и выбираем Exit.

В заключение чертеж увеличивается на весь экран и сохраняется по команде File/Save as в выбранном каталоге с расширением *.dwg.

Лабораторное задание. Выполнить на форматке А4 схему электрическую принципиальную.

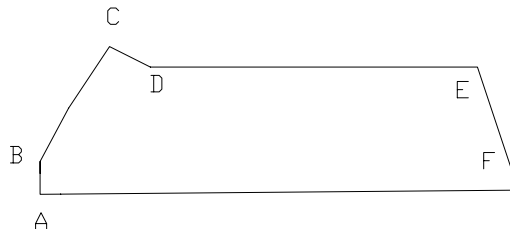
Лабораторная работа №4

Нанесение размеров на чертеж

4.1. Размерный текст

Размерный текст состоит из размерного числа и предельных отклонений. При отрисовке размера проставляется размер, определенный системой. Этот размер автоматически изменяется при изменении чертежа. Для ввода собственного размерного текста надо воспользоваться опциями Text и Mtext, которые появляются в процессе нанесения размера. В случае ввода размерного текста с клавиатуры размер теряет способность автоматической корректировки.

Для ввода размеров нарисуйте фигуру, приведенную на рисунке (без обозначения углов):



Выберите команду Line (ввод линии), щелкните ЛКМ (левой кнопкой мыши) в произвольной точке A и далее заполните командные строки, вводя относительные координаты точек A, B, C, D, E, F (относительно предыдущей точки). Первая координата - ΔX , вторая координата - ΔY .

Command: LINE ↵

From point: @0,8 ↵ (т. B)

To point: @17,28 ↵ (т. C)

To point: @10,-5 ↵ (т. D)

To point: @80,0 ↵ (т. E)

To point: @10,-31 ↵ (т. F)

To point: close (линия замыкается в т. A)

Скругление угла в т. A осуществляется командой Fillet. Сначала указывается радиус скругления $R=5$ мм. Затем опять вызывается команда Fillet и указываются сглаживаемые прямые.

Полученный чертеж сохраните в виде блока. Откройте форматку A4. Вставьте блок рисунка в 2 экземплярах. Проставьте размеры по пп. 1-4.

4.2. Горизонтальные и вертикальные размеры

Для простановки горизонтальных и вертикальных размеров служит команда Dimension/Linear. Сначала проставьте на чертеже горизонтальные размеры (размеры по оси X). Для этого вызывается команда:

Command: Dimlinear ↵

First extension line origin or press Enter to select:

После этого с помощью курсора указывается начальная точка проставляемого размера. Для более точного определения точек можно воспользоваться командами объектной привязки Osnap, набираемой в командной строке или вызываемой из меню Tools/Object Snap Setting.

Ниже приведены некоторые опции этой команды:

Endpoint – привязка к конечной точке объекта;

Intersection – привязка к точке пересечения двух объектов;

Center – привязка к центру окружности.

и другие.

Для отмены постоянного режима объектной привязки выполняется двойной щелчок ЛКМ в статусной строке (кнопка Osnap).

После указания конечной точки размера, курсором определяется положение размерной линии и размерного текста. Отрисовка размера заканчивается щелчком ЛКМ.

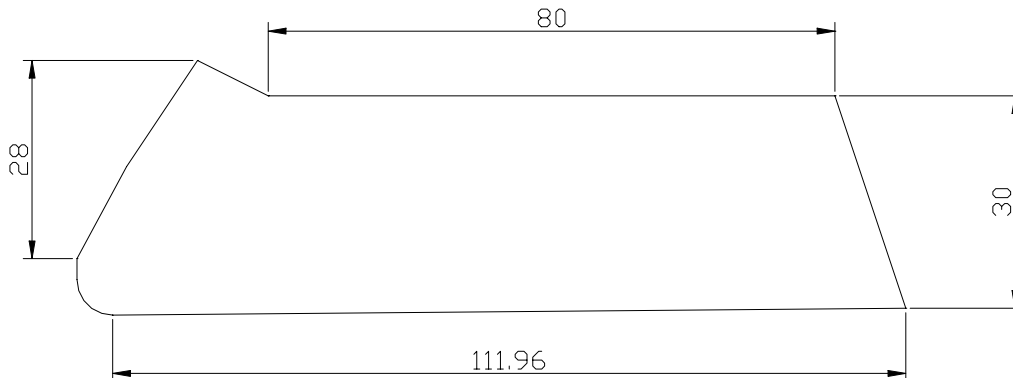


Рис. 10

Аналогично проставляются вертикальные размеры.

4.3. Повернутые размеры

Для простановки повернутых размеров поворачивается система координат (ПСК) на нужный угол (команда UCS, опция Z). Эта команда поворачивает текущую ПСК вокруг оси Z против часовой стрелки на заданный угол. Размеры проставляются как горизонтальные или вертикальные.

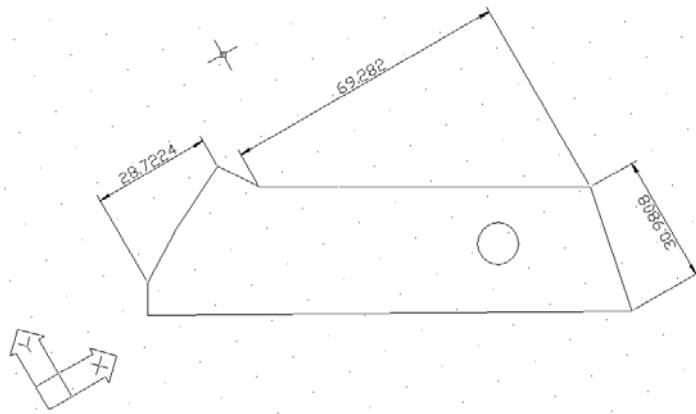


Рис. 11

4.4. Параллельные размеры

Отрисовка размера данного типа выполняет команда Dimaligned (Dimension/Aligned). Такая размерная линия располагается параллельно измеряемому интервалу.

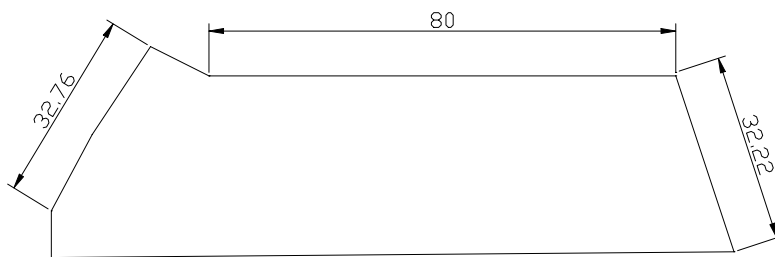


Рис. 12

4.5. Координатный способ нанесения размеров

Применяется при оформлении чертежей гибридных и полупроводниковых микросхем. При этом используется команда DIMOrdinate (Dimension/Ordinate).

Протокол диалога команды:

Command: DIMOrdinate ↵

Select feature: (указывается курсором локальная точка)

Leadert endpoint (Xdatum/Ydatum/Mtext/Text) (проводится курсором горизонтальная или вертикальная линия (включена опция Ortho) и производится щелчок ЛКМ).

Перед простановкой размеров знак ПСК переносится на рисунке в т.А. (команда UCS, опция Origin с указанием координаты т.А).

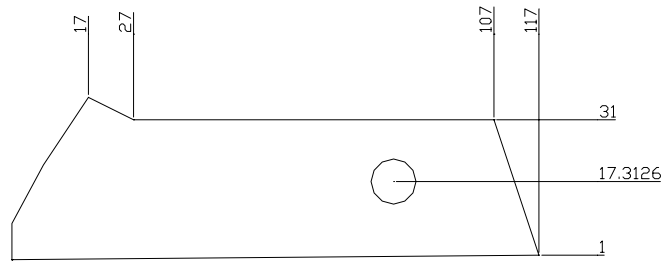


Рис. 13

4.6. Нанесение размеров от общей базы

Нарисовать рисунок с произвольными размерами (рис. 5). Включить опции Grid, Ortho, выключить опцию Snap. Сначала проставляется левый линейный размер. Затем по команде DIMbaseline (Dimension/Baseline) указывается сначала общая база, а затем начальная точка первой выносной линии, затем второй и так далее.

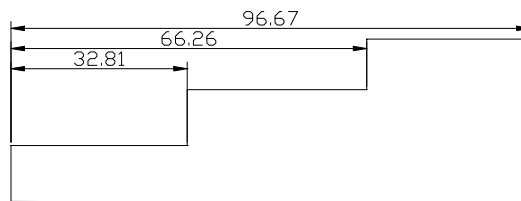


Рис. 14

4.6. Нанесение размеров цепью

Включаются опции Grid, Ortho, выключается опция Snap. Проставляется линейный размер слева. Затем по команде Dimension/Continue указывается т.А и затем точка В, т.С. В заключение нажимается Enter.

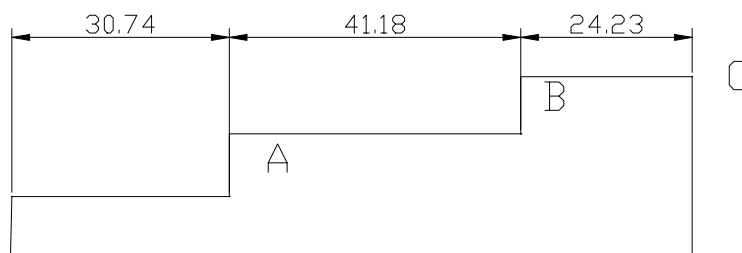


Рис. 15

4.7. Угловые размеры

Для нанесения угловых размеров служит команда Dimangular (Dimension/Angular):

Command: Dimangular ↵

Select arc, circle, line, or press Enter:

На запрос надо указать дугу, круг или два отрезка, определяющих угол и мышкой выбрать положение размерной линии.

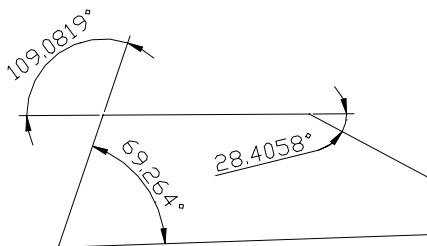


Рис. 16

4.8. Радиальные размеры

Для нанесения размеров дуг и окружностей используются команды Dimension/Radius и Dimension/Diameter.

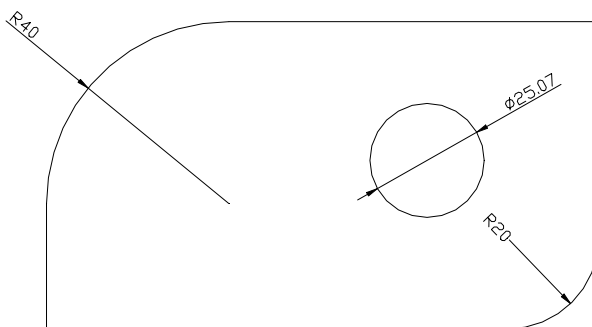


Рис. 17

4.9. Выноска

Для построения выноски служит команда Dimension/Leader. Диалог команды:

Command: _leader ↵

From point (указывается начальная точка выноски)

To point (указывается конечная точка выноски)

To point <Annotation> ↵

Annotation: 5 ↵

Mtext ↵

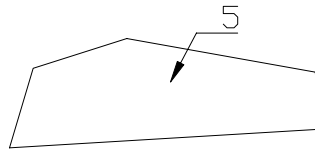


Рис. 18

4.10. Редактирование размеров

Для редактирования размеров служит команда Dimension/Oblique. Опция New загружает текстовый редактор для изменения размерной графики. Диалог команды следующий:

Command: `_dimedit`

Select objects: ↵

Command: ↵

DIMEDIT (Home/New/Rotate/Oblique): New ↵

в текстовый редактор вводится новый текст. ОК.

Select objects: (выделяется изменяемый размер)

Select objects: ↵

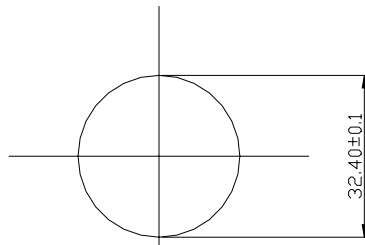


Рис. 18

Можно также использовать команду Modify / Object / Text . После чего навести курсор на размер. Нажать ЛКМ и в открывшемся окне проставить новый размер.

Лабораторная работа №5

Создание 3D – моделей

Проектирование объемных фигур начинается с их построения. При построении объемных фигур используются примитивы: BOX (ящик), CYLINDER (Цилиндр), TORUS (Тор), WEDGE (клин), CONE (конус), а также

специальные приемы построения: тела вращения, выдавленное тело, объединение тел, вычитание тел, пересечение тел. При этом сначала создается плоская фигура, но имеющая высоту, а затем, устанавливая точку зрения, фигура приводится к объемному виду. После чего можно подавить невидимые линии и тонировать объект.

5.1. ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕД.

Построение параллелепипеда производится по команде **Draw/Solid/Box**.
Ключи команды:

- Center – указывается центральная точка ящика;
- Cub - создается куб;
- Length – создается ящик с заданной длиной (X), шириной (Y), высотой (Z).

Установка точки зрения на объект (получение трехмерного изображения).

Точка зрения устанавливается командой

View/3D Orbit (AutoCAD 2000);

AutoCAD14 имеет следующие команды:

- **View/3D Viewpoint/Vector** – позволяет задать в командной строке координаты точки зрения;
- **View/3D Viewpoint/Rotate** – позволяет выбрать мышкой направление осей;
- **View/3D Dynamic View** с ключом **CAmera** – перемещением мышки изменяется точка зрения на объект.

Количество промежуточных ребер объемных фигур (например, цилиндра), устанавливается системной переменной **Isolines** (от 0 до 2047). Можно задать значение 10-20.

5.2. Подавление невидимых линий

Невидимые линии подавляются командой **View/Hide**. Вернуться назад можно по команде Regen.

5.3. ТОНИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА

По команде **VIEW/RENDER/RENDER** вызывается окно с параметрами тонирования. В поле Destination устанавливается Viewpoint (вывод видового экрана), в поле Render (тип тонирования) выбирается Render – упрощенное, но быстро выполняемое тонирование. Более реалистичное, но длительное тонирование, выполняется выбором Photo Real или Photo Raytrace.

Фон можно задать по команде **View/Render/Backgroup:**

- Solid – сплошной;
- Gradient – цветной;
- Image – в виде растровой картинке.

Формирование источника света производится командой **View/Render/Light.**

Плавность тонирования регулируется системной переменной Facetres (от 0,01 до 10, по умолчанию – 0,5).

Возврат к плоской картинке производится по команде:

View/3D Viewpoint/Plan View/World UCS

КЛИН:	<i>Draw/Solids/Wedge</i>
КОНУС:	<i>Draw/Solids/Cone</i>
<u>ЦИЛИНДР:</u>	<i>Draw/Solids/Cylinder</i>
<u>ШАР:</u>	<i>Draw/Solids/Sphere</i>
ТОР:	<i>Draw/Solids/Torus</i>

5.4. ВЫДАВЛЕННОЕ ТЕЛО

Выдавливание заключается в создании плоской двухмерной фигуры проведением замкнутой полилинии и приданием фигуре высоты.

Выдавливание производится по команде

Draw/Solids/Extrude.

Направление выдавливания определяется траекторией (ключ Path) или заданием глубины и конусности.

5.5. ТЕЛО ВРАЩЕНИЯ

Плоский объект, вычерченный замкнутой полилинией, можно вращать вокруг заданной оси, придавая фигуре объем.

Команда вращения: **Draw/Solids/Revolve**

Команда Revolve может вращать только один объект. Если фигура состоит из нескольких объектов, то вращать надо каждый объект по отдельности вокруг одной и той же оси.

5.6. ОБЪЕДИНЕНИЕ ТЕЛ

Производится командой **Modifi/Boolean/Union**

5.7. ВЫЧИТАНИЕ ОБЪЕКТОВ

Удаляется та часть объема, которая принадлежит другому множеству. Команда вычитания: **Modifi/Boolean/Subtract**

Сначала селектируется объект, из которого вычитается другое тело и на последующий запрос Select Solid нажимается Enter. После этого селектируется вычитаемый объект, и на последующий запрос Select Solid нажимается Enter.

5.8. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ОБЪЕКТОВ

Непересекающиеся части объемов удаляются командой **Modifi/Boolean/Intersect**.

5.9. РЕДАКТИРОВАНИЕ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Команды редактирования в двухмерном пространстве (MOVE, COPY, ROTATE, MIRROR) могут использоваться и в трехмерном пространстве. Имеются и специфические команды для трехмерного пространства.

Поворот вокруг оси

Для поворота можно использовать команды **Rotate** и **Rotate3D: Modifi/3D Operation/Rotate 3D**

Зеркальное отражение относительно плоскости

Производится по команде **Modifi/3D Operation/Mirror 3D**

Обрезка и удлинение трехмерных объектов

Используются команды Trim (обрезка) и Extend (удлинить) с ключом Project (проекция).

Снятие фасок на гранях

Производится по команде **Modifi/Chamfer**. Надо сначала выбрать базовую поверхность, затем ввести размеры фаски и далее выбрать ребра.

Сопряжение граней

Команда **Modifi/Fillet**

Построение сечений

Команда **Draw/Solids/Section**

Указываются 3 точки сечения и переносится сечение в другое место. Команду выполнять при включении опции Osnap.

Получение разрезов

Команда **Draw/Solids/Slice**.

Здесь тремя точками задается режущая плоскость (при включенной опции Osnap) и указывается область, которую надо оставить на чертеже.

Лабораторное задание.

1. Построить параллелепипед. Получить трехмерное изображение. Тонировать объект.
2. Нарисовать полилинией плоскую фигуру (рис.19).

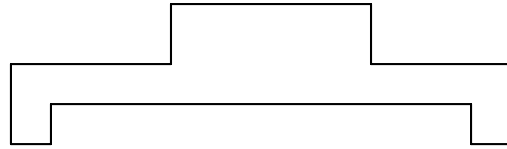


Рис. 19

Получить объемную фигуру выдавливанием. Тонировать.

3. Нарисовать фигуру (рис. 20)

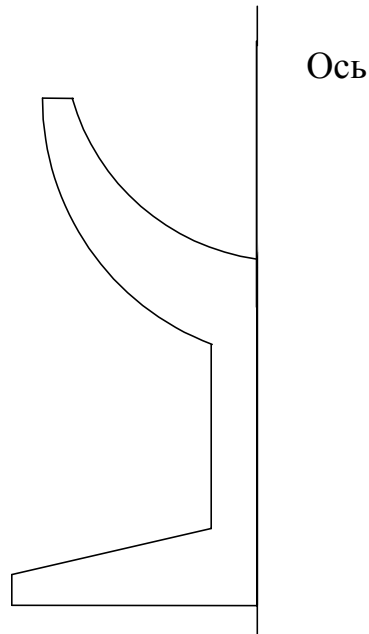


Рис. 20

Получить объемную фигуру вращением вокруг оси. Тонировать.

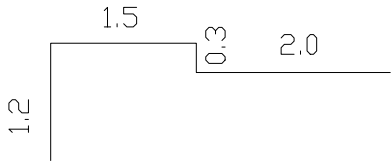

4. Нарисовать два многоугольника (один в другом). Получить объемные фигуры выдавливанием. Вычесть из большего меньшую. Тонировать. Построить сечение полученной фигуры. Построить разрез.

Лабораторная работа №6

Создание объемного резистора

Все линии на рисунке рисуются полилинией (команда **Pline**).

1). Нарисовать четверть резистора прямоугольными отрезками (рис.21) с указанием относительных координат, например: @2.5,10 Где 2.5 – относительная координата по оси X, 10 – относительная координата по оси Y.

 <p>Рис.21</p>	<p>2). Вызвать команду Filett, выбрать ключ R и установить радиус скругления углов равным 0.15 мм. Повторно вызвать команду Filett, выбрать опцию Polyline и выбрать двумерную полилинию. Появятся скругления (рис.22).</p>
 <p>Рис.22</p>	<p>3) Зеркально отобразить фигуру относительно линии Ось1 и замкнуть фигуру полилинией (рис.23). Для точного выбора точек Ось1 и замыкания фигуры использовать привязку к концам линии с помощью команды Osnap.</p>

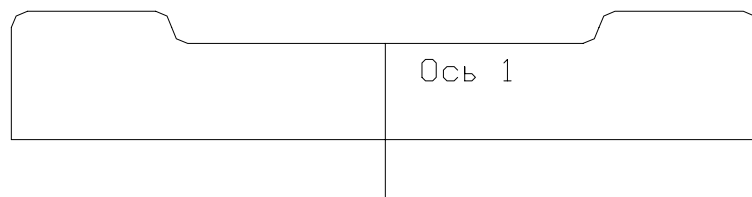


Рис.23

- 4). Командой **Draw/Region** создать область из существующих линий.
5). Командой **Draw/Solid/Revolve** вращать фигуру вокруг линии Ось2 (Рис. 24).

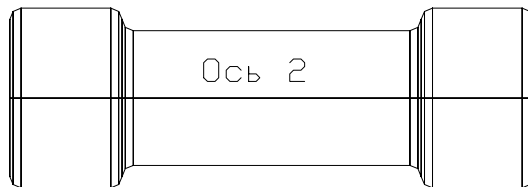


Рис. 24

- 6). Установить изометрический вид (команда из главного меню **View/3d Viewpoint/SW Isometric**). Повернуть оси системы координат, как показано на рис. 25 (команда **Options/UCS/X,Y** или **Z**).

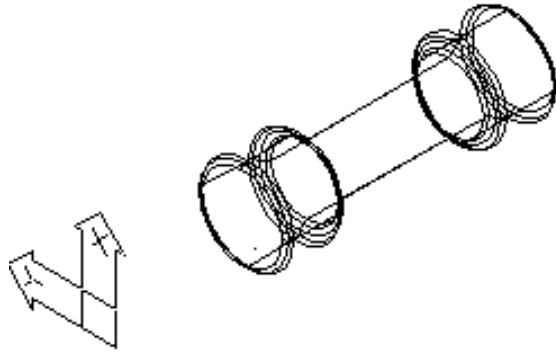


Рис.25

7. Нарисовать два круга радиусом 0.3 мм (половина диаметра вывода резистора) в точках подсоединения выводов к резистору. Рисовать с включенной привязкой **Osnap** к центру круга (рис. 26).

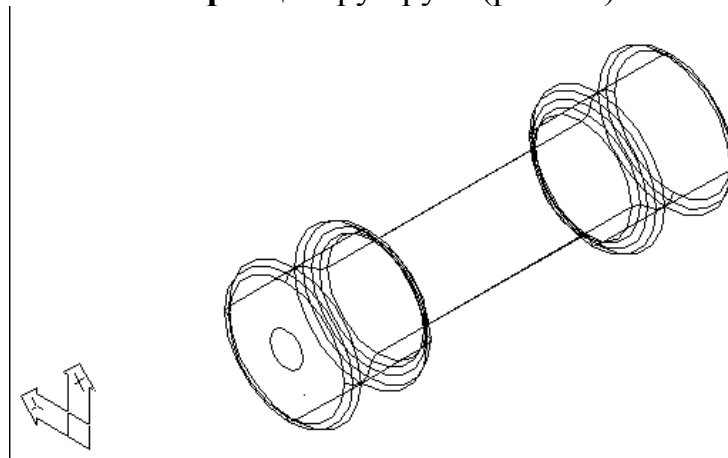


Рис.26

8. Повернуть оси системы координат, как показано на рис. 27 и нарисовать путь, по которому должен проходить вывод резистора, полилинией, сначала баз закругления, а затем скруглить командой **Filett**. Радиус скругления 0.5 мм.

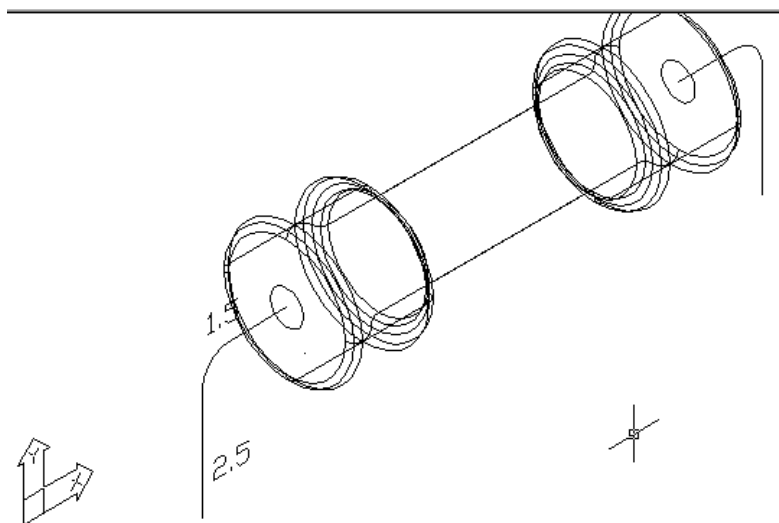


Рис.27

9. Создать выводы путем выдавливания окружности диаметром 0.6 мм по направляющей изгиба вывода. Команда **Draw/Solids/Extrude** с ключом **Path** (рис. 28).

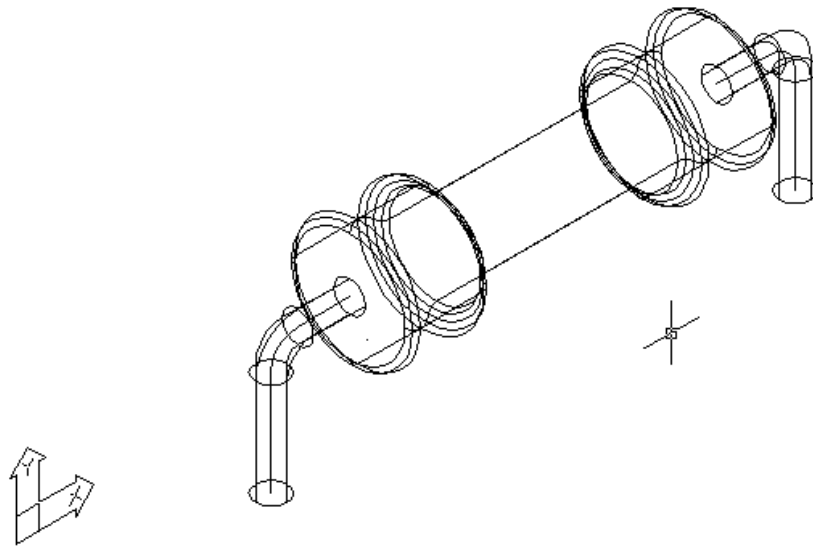


Рис. 28

10. Создать единый объект командой **Modify/Boolean/Union**.
11. Удалить направляющие, используемые для выдавливания выводов.
12. Повернуть оси системы координат, как показано на рис. 29.

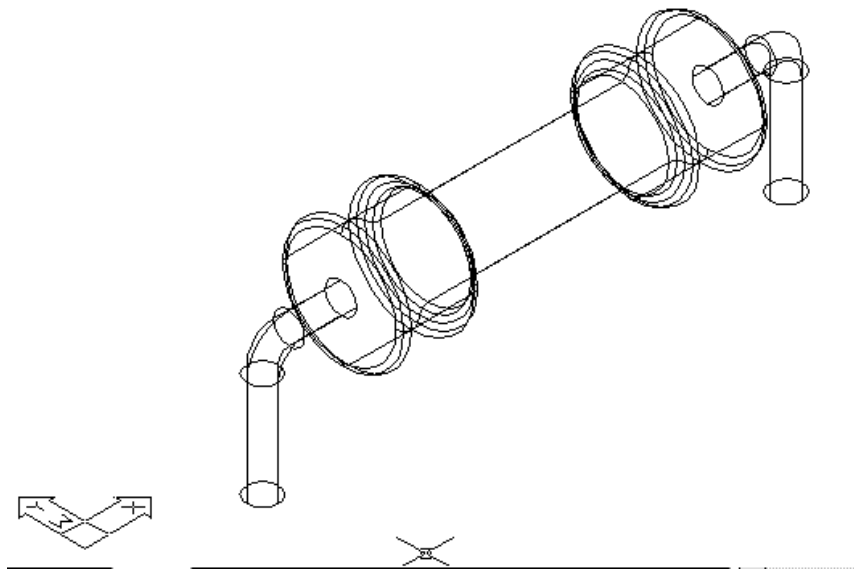


Рис.29

13. Командой **File/Export** сохранить созданный резистор в формате блока ***.dwg**.
 14. Вставляется резистор в чертеж командой **Insert/Block**.
- Лабораторное задание.** Нарисовать резистор МЛТ – 0,125 в объемном виде.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ tFLEX 7.0

Лабораторная работа №7

Создание 3D – чертежа детали

7.1. Создание чертежа.

Создание нового 3D чертежа выполняется по команде: **Файл/Новый/Из прототипа/3D модель с рабочими плоскостями**. 3D модель содержит три вида:

- Вид спереди (Front1)
- Вид слева (Left2)
- Вид сверху (Top0)

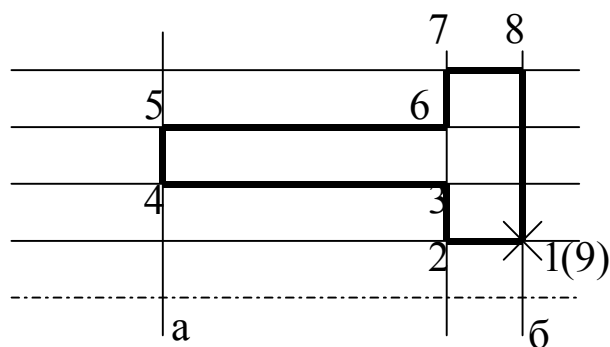
Щелчком ЛКМ (левой кнопкой мыши) выбираем плоскость Left2. Из контекстного меню выполняем команду **«Активизировать рабочую плоскость»**. Открываем 2D окно командой **«Вид/Рабочая плоскость/Открыть 2D окно»** (или щелкнуть на кнопке **«Открыть 2D окно с активной рабочей плоскостью»**).

Далее по команде **«Построение/Прямая»** создаются линии построения. В автоменю (слева на экране) отражаются значки для различных построений прямых. Выбираем команду автоменю **«Создать 2 перпендикулярные прямые и узел»**. Выбираем курсором точку на экране (справа внизу) и нажимаем ЛКМ. Затем нажимаем ПКМ (правую кнопку мыши) для выхода из последней команды. Для проведения параллельных линий подводим курсор к вертикальной линии. Нажимаем ЛКМ и отводим курсор влево. Отпускаем ЛКМ. Для задания точного значения расстояния надо нажать на кнопку **Р** (параметры) и в окне указать расстояние 20 мм, нажать ОК. Затем опять нажать **Р** и указать 100 мм, нажать ОК. Выйти из команды. Аналогично проводятся горизонтальные линии на расстояниях 20, 40, 60, 100 мм.

Для выхода из команды **«Построения/Прямая»** нажать ПКМ.

7.2. Построение линий изображения.

Выполняется команда **«Чертеж/Изображение»**. Щелчком ЛКМ указывается на нужные точки (точки 1-9) (объектная привязка включена). Нажать ПКМ. Далее в системном меню (расположено под Главным меню) в окне **Тип линии** выбрать **Center** и провести линию аб, которая будет служить осью вращения. Нажать ПКМ.



Для выхода из команды «**Чертеж/Изображение**» нажать ПКМ.

3. Возвращение к пространственному изображению производится нажатием ОК в системном меню (Завершить черчение на активной рабочей плоскости).

7.4. Вращение.

Активизировать рабочую плоскость Left2.

Вращение вокруг оси выполняется по команде **Операции/Вращение** Нажимаем ОК в автоменю!

7.5. Создание окружности на грани фигуры.

Для выбора грани подвести курсор к грани (она подсвечивается и появляется надпись – грань). Нажать ПКМ и затем в контекстном меню выбрать команду «**Начертить 3D профиль**». Создана новая рабочая плоскость на основе плоской грани. Открыть 2D окно. Выполнить команду «**Построение/Прямая**». В автоменю выбрать опцию **Создать вертикальную прямую**. Подвести прямую к центру окружности (подсветится узел, обозначающий центр окружности). Нажать ЛКМ. Выйти из обеих команд.

Построить окружность $R=80$ мм. Для этого выполнить команду «**Построения / Окружность**». Указать курсором центр окружности и нажать ЛКМ. Нажать на кнопку **P** (параметры) и указать в окне радиус окружности (80 мм).

Аналогично строится окружность $R=10$ мм на пересечении вертикальной линии и созданной окружности. Окружность с $R=10$ мм обводится линией изображения по команде «**Чертеж / Изображение**». Тип линии - «Основная». Для этого курсор подводится к окружности и нажимается ЛКМ. (Для удобства выбора окружности фрагмент чертежа с окружностью увеличивается). Выйти из команды.

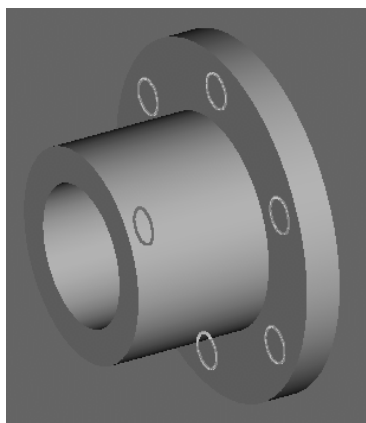
7.6. Создание массива.

Массив создается по команде «**Чертеж / Круговой массив**». Подвести курсор к линии окружности ($R=10$ мм) и нажать ЛКМ. При этом выбирается линия изображения окружности. Нажимается ОК в автоменю.

Для задания шести отверстий нажимаем на кнопку **P** (свойства) и устанавливаем в поле **Общее количество копий** цифру 6. Нажимаем ОК. Переместить курсор к центральному узлу окружности с $R=80$ мм и нажать ЛКМ. Выйти из команды. Вернуться в 3D окно нажатием ОК в системном меню.

7.7. Выталкивание и вычитание.

Выполнить команду **«Операции / Выталкивание»**. Подвести курсор к одной из 6 окружностей и нажать ЛКМ. В системной панели (распо



ложена под главным меню) устанавливаем высоту выталкивания –20 мм, нажимаем Enter.

Далее нажать на кнопку в автоменю **«Выполнить булеву операцию вычитание»**. В автоменю нажать ОК.

8. По команде **«Вид / Изображение / Рендеринг»** просмотреть созданную деталь с разных точек зрения.

Лабораторное задание. Создать 3D – чертеж рассмотренной детали.


ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

Создание лофтинга, трубопровода, текста.


Создание сборки из деталей.


8.1. СОЗДАНИЕ ЛОФТИНГА

Выбрать команду создания нового чертежа: **« Файл/Новый/ Из прототипа/С рабочими плоскостями»**. Навести курсор на плоскость left_2, нажать ПКМ и выбрать пункт **Активизировать рабочую плоскость**. В системной панели щелкнуть ЛКМ на значке **Открыть 2D окно с активной рабочей плоскостью**.

Выбрать значок **Построить прямую**. Создать две перпендикулярные прямые. Значок . Щелчком ПКМ закрыть команду. Выбрать из меню команду **«Построения / Сплайн»**. В параметрах (**P**) установить тип **Через узлы**

и **Закрытый**. Нажать ОК. Нарисовать сплайн. Нажать ЛКМ на ОК в автоменю. Заккрыть команду.

Нажать на значок **Создать изображение**. В автоменю выбрать значок  (**Создать контур – полный сплайн**). Навести курсор на сплайн и нажать ЛКМ. Заккрыть команду.

Выбрать значок «**Создать штриховку**». В автоменю в свойствах (**P**) установить – невидимая. Нажать ЛКМ на значке  (**Создать контур – полный сплайн**), навести курсор на сплайн и нажать ЛКМ. В автоменю нажать ОК. Заккрыть команду. В системном меню нажать ОК.


Аналогично нарисовать другие сплайны, соответствующие профилям сечения.

Вернуться к пространственному изображению.

Навести курсор на сплайн. Нажать ПКМ. Выбрать **Перемещение**. В свойствах (**P**) указать перемещение по необходимой оси на необходимое расстояние. В автоменю нажать ОК.

Так же поступить для других профилей. Выполнить команду «**Операции / Лофтинг**». Указать курсором на каждый профиль. Нажать ОК.

8.2. СОЗДАНИЕ ТРУБОПРОВОДА

Построение вести на 3D плоскостях, не активизирую их. Сначала строится 3D путь по команде «**Построения /3D путь**». Выбрать кнопку «Построить путь для трубопровода» . Далее нажать на кнопку «Режим построения узлов в плоскости черчения». На панели «Управление плоскостью черчения» щелчком ЛКМ на значке  выбрать необходимую плоскость черчения. Затем на этой плоскости рисуется путь трубопровода. Для скругления щелкнуть на кнопке «Задать радиус скругления в узле пути». Щелкнуть ЛКМ на узле, который скругляется. Нажать в автоменю ОК. Выйти из команды.

Для построения трубопровода задать команду «**Операции/Трубопровод**». Указать курсором на трубопровод и щелкнуть ЛКМ. Нажать в автоменю на кнопку P (свойства) и в опции «Операция» выбрать диаметр трубы. Нажать в автоменю ОК. Выйти из команды. Создать рендеринг.

8.3. Создание текста

Сначала создается деталь или сборка. Затем по команде **Построения/Рабочая плоскость** при выбранной кнопке в Автоменю «Выбрать плоскую грань, задающую положение РП» навести курсор на грань и щелкнуть ЛКМ. Нажать в автоменю ОК. Будет создана дополнительная плоскость Workplane_3. На свободном поле щелкнуть ПКМ и в контекстном меню выбрать команду **Активизировать РП**. Указать плоскость Workplane_3 и

нажать ОК. Затем перейти к двумерному изображению. Нажать кнопку «А» (создание текста). Указать курсором точку вносимого текста и щелкнуть ЛКМ. В окне «Параметры текста» в опции «Стиль» занести угол поворота текста, слой, цвет. В опции «Шрифт» выбрать шрифт Times New Roman Cyr. В строке «Размер» задать размер шрифта. В опции «Содержание» – написать текст. Нажать ОК. (Шрифт и размер можно сначала указать в свойствах, кнопка Р. Тогда упрощается ввод различных текстовых надписей). Для позиционирования текста навести курсор на текст и в контекстном меню выбрать команду «Изменить». Установить прямоугольную рамку с текстом в нужное место. Нажать ОК. Перейти к объемному изображению. (Элементы построения должны быть показаны!).

Далее навести курсор на текст и щелкнуть ПКМ. В контекстном меню выбрать команду **Создать/Создать выталкивание**. Установить выталкивание 2-3 мм. Нажать ОК. (В свойствах «Р» можно наложить на текст материал). Нажать в автоменю ОК. Элементы построения сделать невидимыми.

Для перемещения текста или изменения его материала выбрать текст щелчком ЛКМ и немного переместить мышью до изменения цвета текста. Затем еще раз щелкнуть ЛКМ. В контекстном меню выбрать команду «Перемещение» или «Свойства».

8.4. Вставка деталей в сборку

Вставка производится по команде **Операции/3D фрагмент**. В автоменю нажать на кнопку «Вставить 3D фрагмент из файла». Выбрать вставляемый файл. Далее в автоменю выбрать команду создания исходной системы координат – СК (например, на плоской грани). Указать на плоскую грань и щелкнуть ЛКМ. Создается система координат, которую с помощью команд автоменю можно вращать вокруг любой оси. Затем в автоменю нажимается кнопка ОК (завершить выбор исходной СК). На экране появляются оба фрагмента. Затем в новом меню выбирается целевая СК, например, грань. К этой грани будет привязана система координат фрагмента. Нажимается ОК в автоменю.

Вставленный фрагмент можно перемещать (вращать). Для этого курсор наводится на фрагмент, который подсвечивается, нажимается ЛКМ. Затем еще раз нажимается ЛКМ. В контекстном меню выбирается команда **Перемещение/Вращение**. Перемещение фрагмента (и вращение) производится по командам автоменю.

Лабораторное задание. Создать 3D – модель телевизионной трубки, используя операцию «лофтинг». Создать 3D резистор. Создать текст на одной из граней объемной фигуры. Создать сборку из двух деталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукьяненко Е.Б., Замков Е.Т., Жейц Л.Е. Руководство к лабораторной работе «Оформление электрических схем с использованием программы AutoCAD 14». Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2001. 17с. №3023.
2. Лукьяненко Е.Б. и др. Руководство к лабораторной работе «Конструирование печатных плат». Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. 18с. №2923.
3. Разработка и оформление конструкторской документации на РЭА. Под ред. Э.Т. Романычевой. 1984, 1991.