
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ВВЕДЕНИЕ

Система *AutoCAD*, созданная фирмой «Autodesk», является на сегодняшний день наиболее распространенной программной графической системой автоматизированного проектирования в промышленности. Сама фирма «Autodesk» занимает четвертое место в мировом «табеле о рангах» среди разработчиков программного обеспечения для персональных компьютеров. Введенное фирмой «Autodesk» и общепринятое в мире персональных компьютеров сокращение *CAD* означает как систему конструирования с помощью компьютера (*Computer Aided Design*), так и систему технического черчения с помощью компьютера (*Computer Aided Drafting and Drawing*). В отечественной литературе подобные системы известны как системы автоматизированного проектирования – САПР [1].

Первая версия *AutoCAD* увидела свет в 1982 году и работала в среде *DOS*. Успех системы *AutoCAD* во многом объяснялся принятой при ее разработке концепцией системы с открытой архитектурой. Главная ее особенность состояла в том, что файлы были представлены в формате *ASCII*. Это позволяло легко использовать содержащиеся в них данные в сопряженных пользовательских системах. Другим важным фактором была предусмотренная в системе возможность использования специализированного языка программирования *AutoLISP*.

AutoCAD является базовой системой для целого ряда более специализированных САПР, используемых в различных областях науки и техники: в архитектуре, машиностроении, географических информационных системах, автоматизированных системах управления ресурсами, электротехнике и электронике, системах мультимедиа.

В настоящее время *AutoCAD* является постоянно развивающейся средой проектирования. *AutoCAD* – на сегодняшний день самая распространенная в мире система автоматизированного проектирования из тех, что разработаны для персональных компьютеров. Существенным новшеством последней версии является увеличение быстродействия и уменьшение объемов занимаемой памяти.

Практическая работа № 1

СОЗДАНИЕ УСЛОВНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ОБОЗНАЧЕНИЙ (УГО) ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЯ РИСУНКОВ В AUTOCAD

1. Цель занятия

Знакомство с принципами работы *AutoCAD 2004*, основными приемами использования меню, командной строки, панели инструментов, строки состояния. Выполнение упражнений по использованию основных команд *AutoCAD*: *XLine*, *Pline*, *Offset*, *Trim*, *Erase*. Изучение базовых технологий построения и редактирования рисунков в *AutoCAD*.

2. Порядок выполнения

Практическая работа заключается в последовательной реализации нижеследующего интерактивного диалога с системой автоматизированного проектирования *AutoCAD 2004*.

Запуск AutoCAD в операционной среде Windows



В практикуме мы рассматриваем новую версию *AutoCAD 2004*, ту ее модификацию, которая работает под управлением операционной системы *Windows 2000 Professional*, *Windows XP* или *Windows 2003*.

После включения компьютера *Windows* загружается автоматически, и на экране появляется Рабочий стол. *Windows* предлагает пользователю несколько способов запуска программы, простейшим из которых является двойной щелчок мыши на соответствующем ярлыке.

Если ярлык отсутствует, то предлагается следующая последовательность операций:

- щелкните на кнопке **Пуск** на панели задач в нижней части экрана;
- выберите пункт **Программы**;
- в открывшемся списке выберите *Autodesk* → *AutoCAD 2004*. Откроется подменю, и в нем нужно выбрать *AutoCAD 2004*. Система загрузится, загрузит свое меню и выведет на экран диалоговое окно *Start Up* (рис. 1).

В этом окне можно выбрать одну из предлагаемых опций:

- *Use a Wizard* (Использовать мастер) запускает процесс установки параметров чертежа под управлением специального мастера;
- *Use Template* (Использовать шаблон) использует ранее созданный шаблон чертежа;
- *Start from Scratch* (Без шаблона) позволяет начать новый чертеж с параметрами, которые *AutoCAD* устанавливает по умолчанию.

Если предполагается продолжить работу с уже существующим чертежом, следует выбрать опцию *Open a Drawing* (Открыть чертеж).

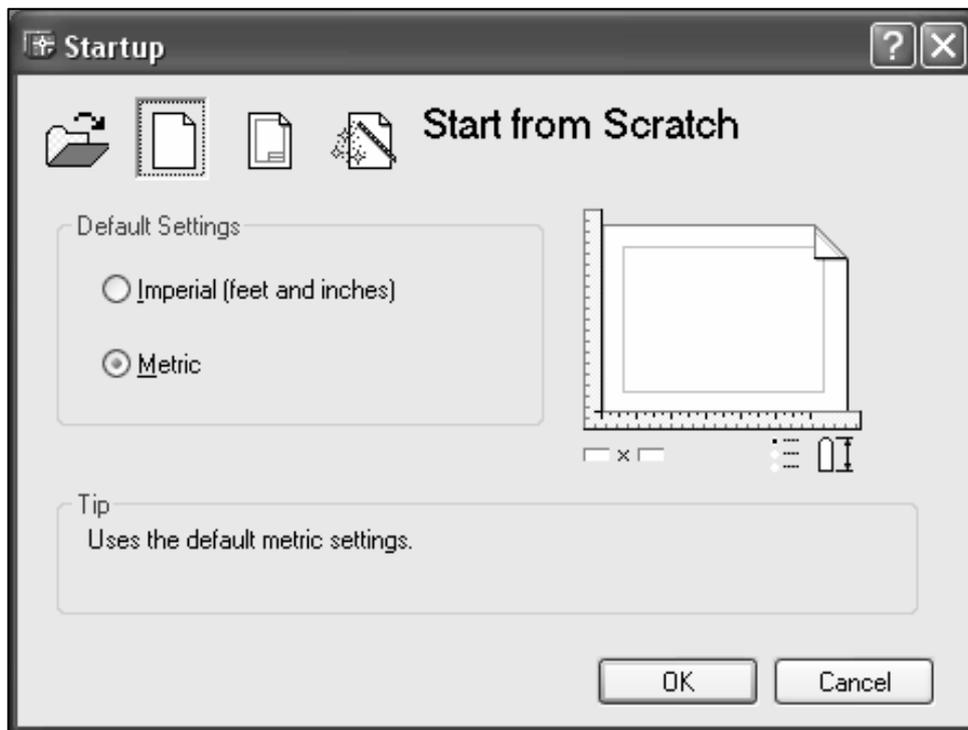


Рис. 1

Рабочий экран AutoCAD

Для того чтобы увидеть рабочий экран, необходимо в диалоговом окне *Start Up* выбрать, например, *Start from Scratch* (Начало без шаблона). Выделить метрические единицы.

На экране можно выделить четыре функциональные зоны (рис. 2).

Графическая зона. Это большая пустая зона в середине экрана. Именно в ней вы будете выполнять элементы чертежа. Эта зона может иметь произвольные размеры. Она снабжена несколькими вкладками.

Практическая часть

Вкладка *Model* – это часть чертежа, которая называется пространством модели. В каждой из оставшихся вкладок отображена отдельная компоновка пространства листа.

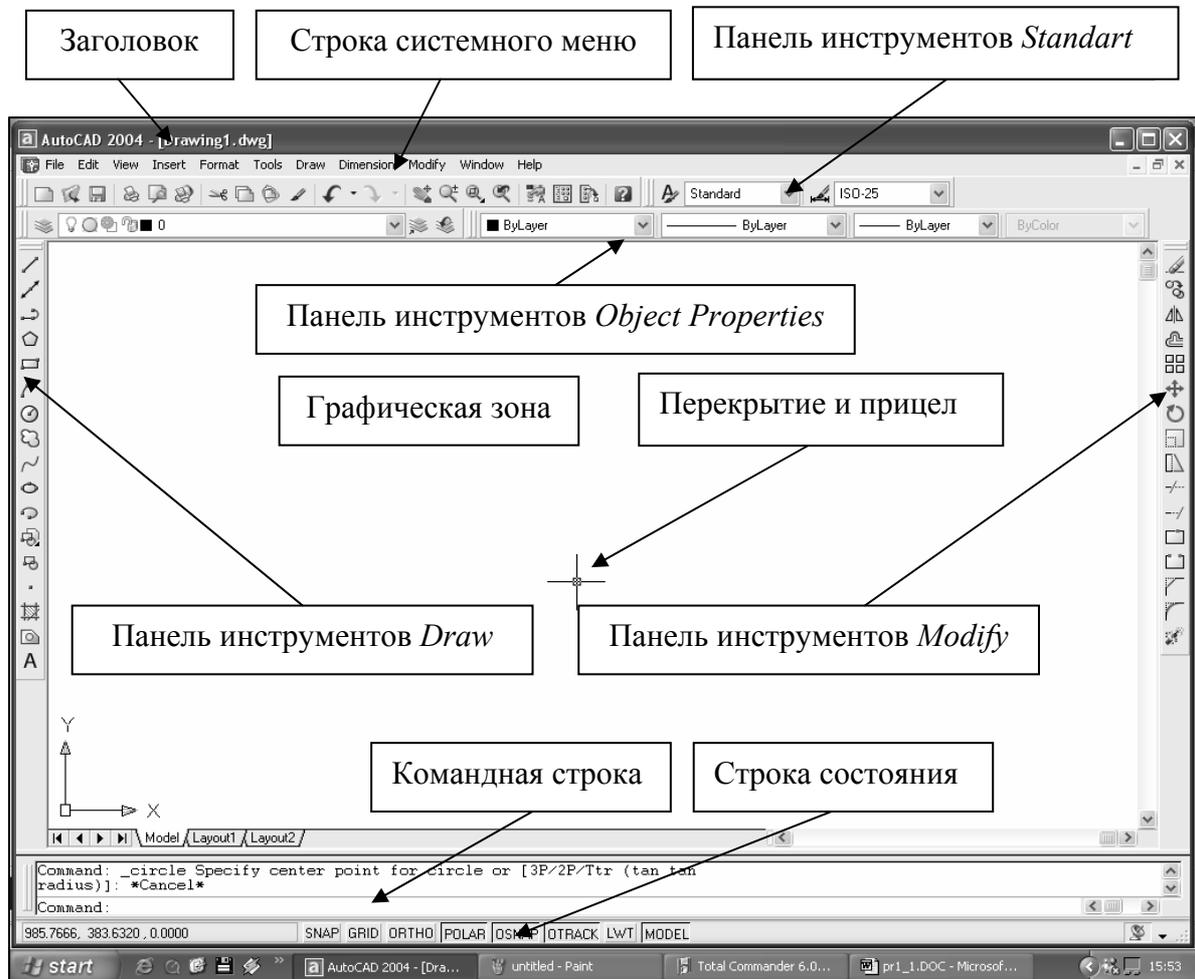


Рис. 2

Обратите внимание на две прямые линии в графической зоне экрана с небольшим прямоугольником в области их пересечения. Этот маленький прямоугольник называется *прицелом*, поскольку он служит для показа и выбора графических элементов чертежа. Пара же пересекающихся линий называется *перекрестием*. Подвигайте мышью и вы увидите, как на экране прицел и перекрестие отслеживают ваше движение в графической зоне.

Меню и панели инструментов. Вверху экрана находится *строка заголовка*, а сразу под ней *строка системного меню*. Ниже меню распо-

гаются две строки, которые заняты *панелями инструментов*. Кроме того, имеются еще несколько панелей инструментов. Эти панели плавающие. Их можно переместить в любую удобную зону экрана. Панели инструментов позволяют запускать выполнение команд *AutoCAD* простым щелчком мыши на выбранной пиктограмме. При стандартной компоновке экрана перед вами четыре панели инструментов: *Standard* (Стандартная), *Object Properties* (Свойства объектов), *Draw* (Рисование), *Modify* (Редактирование). Остальные могут быть открыты при необходимости.

Упражнение 1. Манипулирование панелями инструментов

Выберите в меню *AutoCAD View* → *Toolbars* (Вид → Панели). В диалоговом окне *Customize* (Настройка), которое появится на экране (рис. 3) в списке *Toolbars* выберите *Object Snap* (Привязка объектов) и щелкните на кнопке *Close* (Закреть).

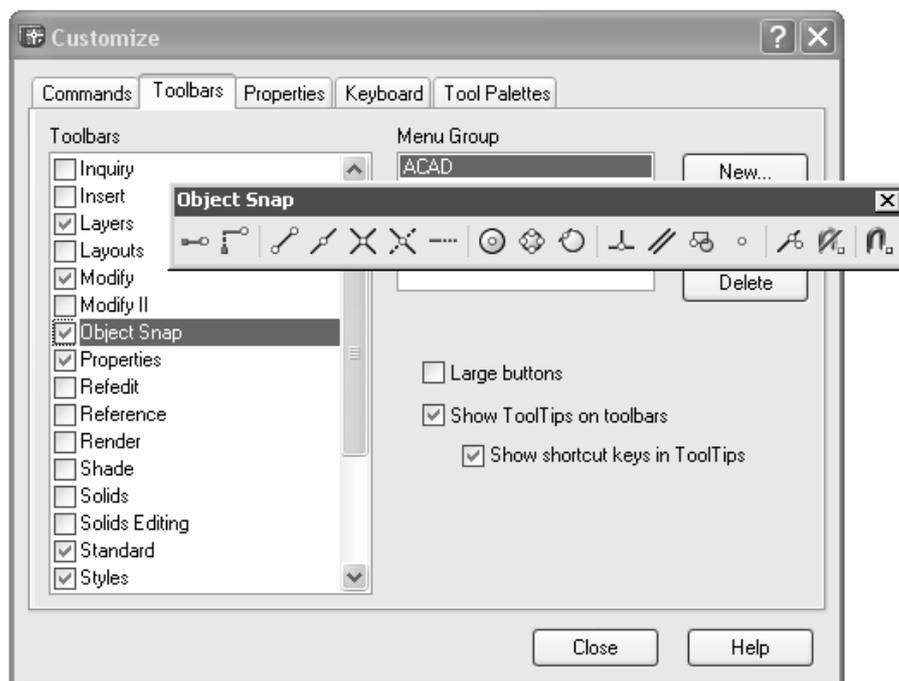


Рис. 3

Тем самым вы вызовете на экран панель инструментов *Object Snap*. Установите указатель мыши на четвертой пиктограмме этой панели. Появится контекстное окно указателя, в котором будет выведена надпись *Snap*

to *Midpoint* (Привязка к середине). Эта пиктограмма вызывает команду, обеспечивающую привязку к серединной точке.

Для того чтобы убрать с экрана панель инструментов, которая в настоящий момент вам уже не нужна, необходимо, “ухватившись” за кромку панели, перетащить ее на поле чертежа и отпустить. У панели появится строка заголовка и в ней – кнопка *Close*. Щелчок на этой кнопке убирает панель инструментов с экрана. Прделайте этот эксперимент с панелью *Object Snap*.

Командная строка. В нижней части экрана *AutoCAD* располагается отдельное окно, в котором умещается приблизительно три строки текста. Обратите внимание на слово *Command:* (Команда:). Это и есть командная строка. Каждая команда, которую вы вводите в *AutoCAD* тем или иным способом (с клавиатуры или нажатием соответствующей пиктограммы), обязательно дублируется в командной строке. Перед названиями команд, которые автоматически отображаются системой в командной строке (например, после щелчка мышью на кнопке панели инструментов), появляются один или два специальных символа. Перед именем некоторых команд *AutoCAD* автоматически вставляет символ подчеркивания (например *_LINE*). Этот прием используется для неанглийских версий *AutoCAD*, чтобы система распознавала встроенные в меню английские названия команд. Перед именами некоторых команд *AutoCAD* автоматически добавляет не только символ подчеркивания, но и символ апострофа (например, *'_ZOOM*). Апострофом обозначаются *прозрачные* команды. Такие команды можно запускать в процессе выполнения других команд, не прерывая последних. Например, не прерывая выполнение команды *LINE*, можно воспользоваться командой *ZOOM* и после ее выполнения продолжить работу с командой *LINE*.

В некоторых приглашениях командной строки в угловых скобках указываются значения, принятые по умолчанию. Например, первое приглашение, появляющееся после ввода команды *Polygon* (Многоугольник) с предложением ввести количество сторон фигуры, выглядит следующим образом:

Enter number of sides <4>:

В данном случае, для того чтобы создать четырехсторонний многоугольник, то есть воспользоваться значением по умолчанию, достаточно нажать клавишу *Enter* (перед нажатием клавиши *Enter* цифру 4 вводить не обязательно).

Существует два типа скобок в приглашениях командной строки. Параметры команд всегда заключены в квадратные скобки, например [Close/Undo]. В угловых скобках <> указаны только значения, принимаемые по умолчанию. Для запуска опции команды необходимо ввести в командной строке только прописной символ опции (например, символ C для параметра [Close]) и нажать клавишу *Enter*. Для того чтобы воспользоваться значением по умолчанию, достаточно просто нажать клавишу *Enter*.

Командную строку, как и большинство других элементов интерфейса *AutoCAD*, можно переместить или же изменить ее размеры. Если вы щелкнете правой кнопкой мыши в любой части командной строки, то в появившемся контекстном меню обнаружите ряд команд, например: *Recent Commands* (Список из шести последних команд), *Copy* (Копировать) и *Paste* (Вставить). Для перемещения по списку введенных ранее команд нажмите клавиши управления.

В систему включено множество средств ускоренного вызова таких операций, как повторение или отмена команды. Самый простой способ повторить только что выполненную команду – нажать *Enter* в ответ на запрос *Command:* в командной строке. Нажав *Esc*, можно отказаться от выполнения текущей команды на любой стадии диалога. После этого в командной строке вновь появится приглашение *Command:*. Большинство приложений *Windows* предлагают пользователю средства отмены и восстановления результатов выполнения последней команды. Эти операции выполняются при помощи специальных пиктограмм *Undo* (Отменить) и *Redo* (Повторить) на стандартной панели инструментов.

Строка состояния. В самом низу экрана находится строка состояния. Слева в строке состояния выведены текущие координаты *X*, *Y* перекрестия. Они изменяются по мере перемещения перекрестия с помощью мыши в пределах графической зоны экрана. Правее расположено несколько кнопок, о назначении которых будет рассказано позже.

Упражнение 2. Создание УГО диода

Для выполнения задания необходимы панели инструментов *Draw*, *Modify*, *Object Snap*.

Создание файла рисунка

Из меню *File* (Файл) выберите *New* (Новый).

Практическая часть

В диалоговом окне *Create New Drawing* (Создание нового рисунка) выберите *Start from Scratch* (Начало без шаблона). Выделите метрические единицы, затем *OK*.

Установка среды рисования

Из меню *Format* (Формат) выберите *Units* (Единицы).

В диалоговом окне *Drawing Units* (Единицы рисунка) выберите *Precision* (Точность) 0.0, затем *OK*.

Из меню *Format* выберите *Drawing limits* (Границы рисунка).

В командной строке появится запрос: *Specify lower left corner or [On |Off] <0.0,0.0>:* (Нижний левый угол<0.0,0.0>:). – Нажмите *Enter*, чтобы принять значение по умолчанию.

Запрос: *Specify upper right corner <420.0,297.0>:* (Правый верхний угол<420.0,297.0>:). – Нажмите *Enter*, чтобы принять значение по умолчанию. (При выборе опции *Start from Scratch* (Начало без шаблона) в чертеже по умолчанию установлен размер формата А3.)

Из меню *Tools* (Сервис) выберите *Drafting Settings* (Режимы черчения) и активизируйте вкладку *Snap and Grid* (Шаг и сетка) (рис. 4).



Рис. 4

Поставьте флажок *Grid On(F7)* в рамке *Grid* (Сетка) для установки на экране вспомогательной сетки. Установите *Grid X Spacing* (Интервал по X) в рамке *Grid* равным 1. Поставьте флажок *Snap On(F9)* в рамке *Snap* (Шаг) для включения привязки к шагу сетки. Установите *Snap X Spacing* (Интервал по X) равным 1 и нажмите *OK*.

Из меню *View* (Вид) выберите *Zoom* → *Scale* (Покажи → Масштаб).

Запрос: *Enter a scale factor (nX or nXP)*: (Введите масштабный коэффициент:). – Наберите 10 и *Enter*.

На экране появится вспомогательная сетка.

О команде *Zoom*. Эта команда позволяет управлять масштабом чертежа на экране.

Опции команды *Zoom*:

– *Window* (Рамка) – позволяет определить прямоугольную рамку, которая рассматривается как новые границы видимой на экране части чертежа;

– *Dynamic* (Динамика) – позволяет одновременно выполнять масштабирование и панорамирование;

– *Scale* (Масштаб) – позволяет при помощи ввода численных значений управлять масштабом чертежа;

– *Center* (Центр) – позволяет задать новое положение центра выводимого на экран участка чертежа и его масштабный коэффициент;

– *In* (Увеличить) – дублирует опцию *Scale* с удвоением коэффициента;

– *Out* (Уменьшить) – дублирует опцию *Scale* с уменьшением коэффициента вдвое;

– *All* (Все) – масштабирует изображение таким образом, чтобы лимиты чертежа совпали с графической зоной экрана;

– *Extents* (Границы) – масштабирует изображение таким образом, чтобы в графическую зону экрана попали все имеющиеся на чертеже графические элементы;

– *Previous* (Предыдущий) – восстанавливает предыдущие параметры масштабирования.

Построение вспомогательных линий

Часто в процессе работы над чертежом приходится строить вспомогательные линии, которые используются только как база для нанесения контурных линий. *AutoCAD* предлагает несколько способов построения вспомогательных линий при помощи команды *XLINE* (прямая). Для вызова команды щелкните на пиктограмме *Construction Line* (Вспомогательная ли-

ния) панели инструментов *Draw* (Рисование). В ответ *AutoCAD* выведет в командную строку список опций:

Запрос: *Specify a point or [Hor/ Ver/ Ang/ Bisect/ Offset/]*: (Укажите точку или [Гор/ Вер/ Угол/ Биссект/ Подоб/]:).

После выбора опции, предлагаемой по умолчанию, *AutoCAD* будет просить ввести точки, необходимые для вычерчивания линии. Эта опция позволяет определить линию построения двумя точками. В ответ на запрос *Specify a point* (Укажите точку) любым допустимым в *AutoCAD* способом укажите одну из точек, через которую должна проходить прямая. Точно так же поступите и в ответ на запрос *Specify through point*: (Через точку:).

Для построения горизонтальной вспомогательной линии нужно ввести *h* и в ответ на запрос *Specify through point*: (Через точку:) задать любую точку, через которую она должна пройти.

Для построения вертикальной вспомогательной линии нужно ввести *v* и в ответ на запрос *Specify through point*: (Через точку:) задать любую точку, через которую она должна пройти.

Для того чтобы провести прямую под углом, нужно ввести *a*. Далее *AutoCAD* выведет запрос *Enter angle of xline (0) or [Reference]*: (Введите угол прямой (0) или [Относительно]:). Если теперь ввести какое-нибудь числовое значение, *AutoCAD* будет считать его значением угла наклона формируемой прямой и запросит точку, через которую она должна пройти. Если же в ответ на запрос ввести *r*, нужно указать на чертеже прямую, от которой будет вестись отсчет угла. А далее нужно ввести значение угла и любую точку, через которую должна пройти формируемая линия.

Для того чтобы построить биссектрису угла по его вершине и двум точкам, расположенным на сторонах угла, нужно ввести *b*. *AutoCAD* ответит запросом *Specify angle vertex point*: (Укажите вершину угла:). Укажите любую точку, через которую должна проходить формируемая линия. В ответ на запрос *Specify Angle start point*: (Укажите точку на первой стороне угла:) укажите точку, которая вместе с предыдущей образует один луч, а в ответ на следующий запрос *Specify Angle end point*: (Укажите точку на другой стороне угла:) – точку, которая определит другой луч.

В данном упражнении используется построение прямой под углом.

Для вызова команды щелкните на пиктограмме *Construction Line* (Вспомогательная линия) панели инструментов *Draw* (Рисование).

Запрос: *Specify a point or [Hor/ Ver/ Ang/ Bisect/ Offset/]*: (Укажите точку или [Гор/ Вер/ Угол/ Биссект/ Подоб/]:). – Наберите *a* и *Enter*.

Запрос: *Enter angle of xline (0) or [Reference]*: (Введите угол прямой (0) или [Относительно]:). – Наберите 60 и *Enter*.

Запрос: *Specify through point:* (Через точку:). – Задайте любую точку, через которую прямая должна пройти, например введите координаты 270,150, *Enter*.

Запрос: *Specify through point:* (Через точку:). – Нажмите *Enter*, чтобы закончить команду.

Повторите построение прямой (угол задайте 60°).

Удаление объектов

Без удаления объектов не обходится ни один процесс построения чертежа. Если вы ошиблись и вам необходимо удалить какой-либо объект, примените команду *Erase* (Сотри). Нужно выбрать объект (щелчком мыши) и щелкнуть на пиктограмме *Erase* панели инструментов *Modify*.

Отключите привязку к шагу сетки щелчком на кнопке *SNAP* в строке состояния (см. рис. 2).

Щелкните на пиктограмме *Construction Line* (Вспомогательная линия) панели инструментов *Draw* (Рисование).

Запрос: *Specify a point or [Hor/ Ver/ Ang/ Bisect/ Offset/]:* (Укажите точку или [Гор/ Вер/ Угол/ Биссект/ Подоб/]:). – Наберите *v* и *Enter*.

Запрос: *Specify through point:* (Через точку:). – На панели инструментов *Object Snap* (Объектная привязка) нажмите кнопку *Snap to intersection* (Привязка к пересечению) или в командной строке наберите команду *int of* и укажите точку пересечения ранее построенных прямых (должен появиться крестик).

Запрос: *Specify through point:* (Через точку:). – Нажмите *Enter*, чтобы закончить команду.

Аналогично постройте горизонтальную прямую, проходящую через эту же точку. Изображение на дисплее должно соответствовать рис. 5.

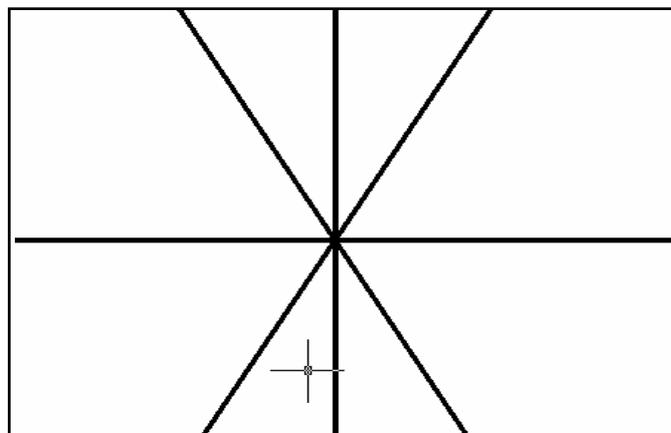


Рис. 5

Создание подобных объектов

Щелкните на пиктограмме команды *Offset* (Подобие) панели инструментов *Modify*. Команда *Offset* конструирует объект, подобный данному, на установленном расстоянии.

Запрос: *Specify offset distance or [through] <through>*: (Величина смещения или [точка] <точка>:). – Наберите 3 и *Enter*.

Запрос: *Select object to offset or <exit>*: (Выберите объект для создания подобного или <выход>:). – Установите курсор на вертикальную линию, щелкните один раз мышью.

Запрос: *Specify point on side to offset*: (Точка на стороне подобия:). – Выберите любую точку справа от вертикальной линии.

Запрос: *Select object to offset or <exit>*: (Выберите объект для создания подобного или <выход>:). – Установите курсор на вертикальную линию, щелкните один раз мышью.

Запрос: *Specify point on side to offset*: (Точка на стороне подобия:). – Выберите любую точку слева от вертикальной линии.

Запрос: *Select object to offset or <exit>*: (Выберите объект для создания подобного или <выход>:). – Нажмите *Enter*, чтобы закончить команду.

Изображение на дисплее должно соответствовать рис. 6.

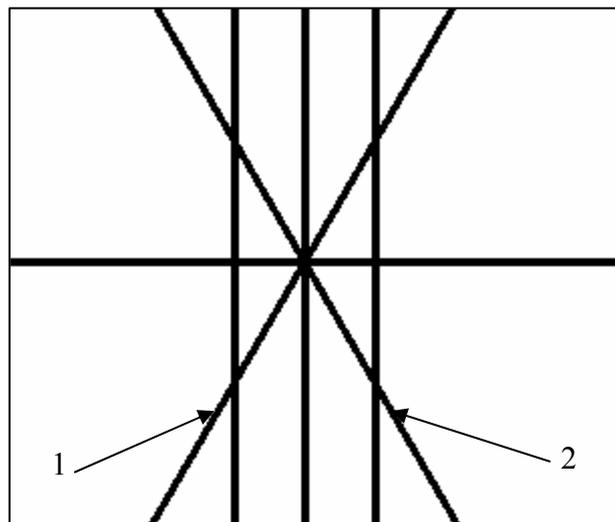


Рис. 6

Обрезка линий

Прежде чем удалить (подрезать) часть объекта, необходимо определить границы обрезки. Можно выбирать несколько границ и подрезать не-

сколько объектов одновременно. В данном упражнении границами обрезки будет горизонтальная линия и вертикальные линии, построенные на предыдущем этапе.

Из панели инструментов *Modify* выберите *Trim* (Обрежь).

Запрос: *Select cutting edge. Select objects:* (Выберите края обрезки:). – Выберите горизонтальную линию. Нажмите *Enter*, чтобы закончить выбор объектов.

Запрос: *Select objects to Trim ...:* (Выберите подрезаемые объекты ... :). – Выберите линии 1, 2 (см. рис. 6). Нажмите *Enter*, чтобы закончить выбор объектов.

Щелкните на пиктограмме команды *Offset* (Подобие) панели инструментов *Modify*.

Запрос: *Specify offset distance or [through] <through>:* (Величина смещения или [точка] <точка>:). – Наберите 5 и *Enter*.

Запрос: *Select object to offset or <exit>:* (Выберите объект для создания подобного или <выход>:). – Установите курсор на горизонтальную линию (см. рис. 6), щелкните один раз мышью.

Запрос: *Specify point on side to offset:* (Точка на стороне подобия:). – Выберите любую точку сверху от горизонтальной линии.

Запрос: *Select object to offset or <exit>:* (Выберите объект для создания подобного или <выход>:). – Нажмите *Enter*, чтобы закончить команду.

Изображение на дисплее должно соответствовать рис. 7.

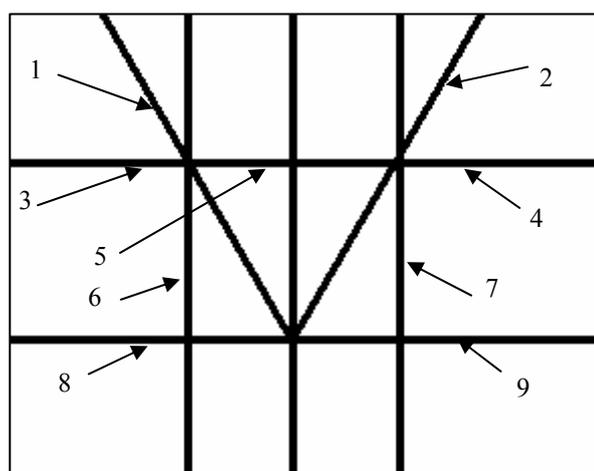


Рис. 7

Выполните команду *Trim* для удаления частей 3, 4 линии, выбирая в качестве границ обрезки линии 1, 2 (см. рис. 7).

Выполните команду *Trim* для удаления частей 1, 2 линии, выбирая в качестве границы обрезки 5 (см. рис. 7).

Выполните команду *Trim* для удаления частей 8, 9 линии, выбирая в качестве границ обрезки линии 6, 7 (см. рис. 7).

С помощью команды *Erase* панели инструментов *Modify* удалите вертикальные линии 6, 7.

Изображение на дисплее должно соответствовать рис. 8.

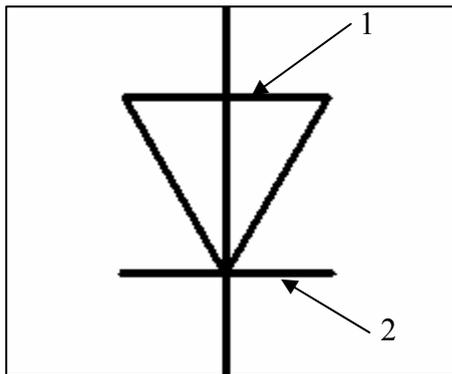


Рис. 8

Постройте вспомогательные линии с помощью команды *Offset* (Подобие).

Щелкните на пиктограмме команды *Offset* (Подобие) панели инструментов *Modify*.

Запрос: *Specify offset distance or [through] <through>*: (Величина смещения или [точка] <точка>:). – Наберите 5 и *Enter*.

Запрос: *Select object to offset or <exit>*: (Выберите объект для создания подобного или <выход>:). – Установите курсор на отрезок 1 (см. рис. 8), щелкните один раз мышью.

Запрос: *Specify point on side to offset*: (Точка на стороне подобия:). – Выберите любую точку сверху от отрезка.

Запрос: *Select object to offset or <exit>*: (Выберите объект для создания подобного или <выход>:). – Установите курсор на отрезок 2 (см. рис. 8), щелкните один раз мышью.

Запрос: *Specify point on side to offset*: (Точка на стороне подобия:). – Выберите любую точку снизу от отрезка.

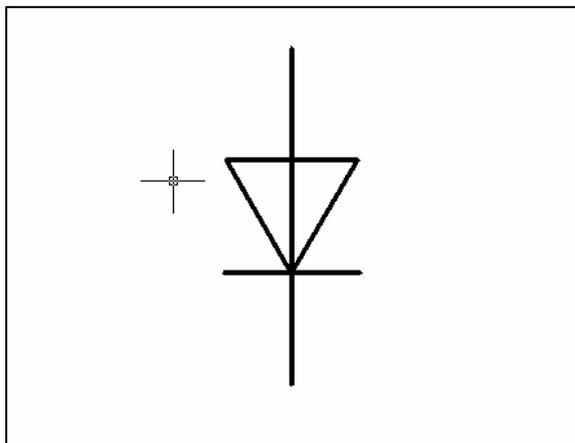


Рис. 9

Запрос: *Select object to offset or <exit>*: (Выберите объект для создания подобного или <выход>:). – Нажмите *Enter*, чтобы закончить команду.

Обрежьте вертикальную линию до построенных вспомогательных линий с помощью команды *Trim* (Обрежь).

Удалите вспомогательные линии с помощью команды *Erase* (Сотри).

Изображение на дисплее должно соответствовать рис. 9.

Завершение сеанса работы с AutoCAD

Как и любая другая программа *Windows*, *AutoCAD* позволяет завершить работу с системой разными способами. Самое простое – использовать кнопку *Close* (Закреть) в правом верхнем углу экрана. Вторым способом – выбрать в меню *File* → *Exit* (Файл → Выход). Если в ходе сеанса работы вы не сохраняли рисунок, то *AutoCAD* предложит сохранить его. В зависимости от ситуации вы можете либо принять предложение (щелчок на *Yes*), либо отвергнуть (щелкнуть на *No*).

Упражнение 3. Создание УГО резистора

Откройте файл с рисунком, созданным в предыдущем упражнении, или продолжайте работать, если файл открыт.

Для построения условного графического обозначения резистора будем использовать команду *Pline* (Полилиния).



Рассмотрим один из самых интересных объектов *AutoCAD* – двумерную полилинию. Полилиния представляет собой объект, состоящий из списка вершин переменной длины, который отображается на экране как совокупность линейных сегментов и дуг. В отличие от команды *Line*, полилиния обладает шириной, которая позволяет чертить линии и дуги разной ширины, причем начальная и конечная ширина может быть разной. При использовании полилиний гарантируется создание замкнутого контура. Полилиния, даже состоящая из 100 сегментов, воспринимается *AutoCAD* как один объект.

О задании координат в *AutoCAD*. Ввод координат в *AutoCAD* может быть осуществлен двумя способами:

- непосредственно с клавиатуры путем задания численного значения;
- с использованием мыши.

Ввод с клавиатуры возможен в виде чисел, соответствующих абсолютным координатам в формате *x,y*, относительным координатам в формате *@dx,dy* (относительные координаты задают смещение от последней введенной точки) и относительным полярным координатам в формате *@расстояние<угол*.

Практическая часть

Включите привязку к шагу сетки щелчком на кнопке *SNAP* в строке состояния (см. рис. 2).

Включите режим угловой привязки щелчком на кнопке *POLAR* в строке состояния (см. рис. 2). Во время перемещения указателя мыши появится всплывающая подсказка, начинающаяся со слова *POLAR*: (рис. 10) (это помогает отслеживать вводимые координаты).

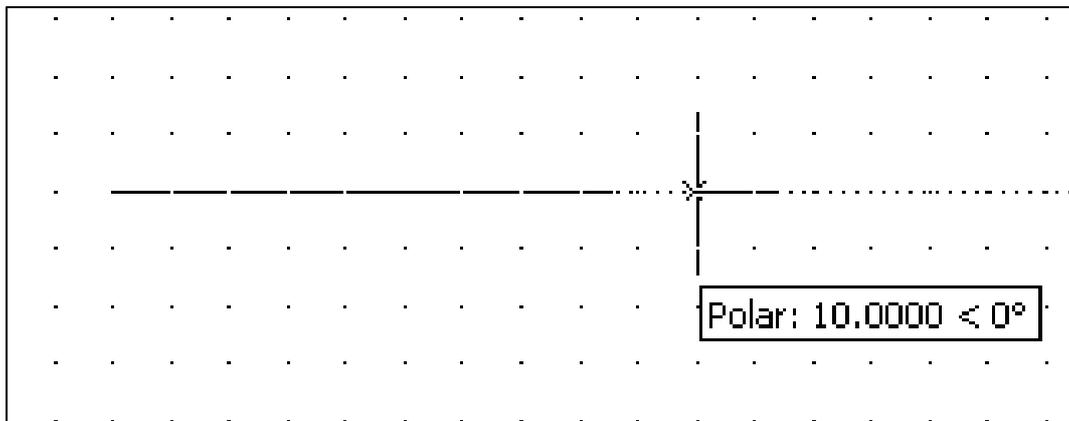


Рис. 10

Для вычерчивания полилинии щелкните на пиктограмме *Polyline* панели инструментов *Draw*.

Запрос: *Specify start point:* (Точно определите начальную точку:). – Набираем 240,150, *Enter*.

Запрос: *Specify next point or [Arc / Halfwidth / Length / Undo / Width]:* (Точно определите следующую точку или [Дуга / Полуширина / Длина / Отмени / Ширина]:). – Наберите @10,0, нажмите *Enter* (или, отслеживая координаты, щелкните левой кнопкой мышки в точке 10.0<0).

Запрос: *Specify next point or [Arc / Halfwidth / Length / Undo / Width]:* (Точно определите следующую точку или [Дуга / Полуширина / Длина / Отмени / Ширина]:). – Наберите @0,4 и нажмите *Enter*.

Запрос: *Specify next point or [Arc / Close / Halfwidth / Length / Undo / Width]:* (Точно определите следующую точку или [Дуга / Замкни / Полуширина / Длина / Отмени / Ширина]:). – Наберите @-10,0 и нажмите *Enter*.

Запрос: *Specify next point or [Arc / Close / Halfwidth / Length / Undo / Width]:* (Точно определите следующую точку или [Дуга / Замкни / Полуширина / Длина / Отмени / Ширина:]). – Наберите *C* и нажмите *Enter*.

Изображение на дисплее должно соответствовать рис. 11.

Щелкните на пиктограмме *Polyline* панели инструментов *Draw*.

Запрос: *Specify start point:* (Точно определите начальную точку:). – На панели инструментов *Object Snap* (Объектная привязка) нажмите кнопку *Snap to midpoint* (Привязка к середине) или в командной строке наберите команду *mid of* и укажите середину отрезка 1 (должен появиться треугольник), щелкните левой кнопкой мыши.

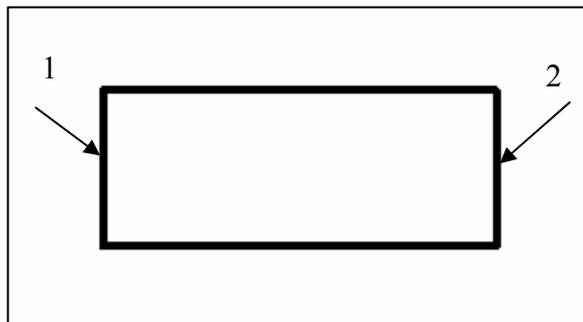


Рис. 11

Запрос: *Specify next point or [Arc / Halfwidth / Length / Undo / Width]:* (Точно определите следующую точку или [Дуга / Полуширина / Длина / Отмени / Ширина:]). – Наберите *@-5,0* и нажмите *Enter* (или, отслеживая координаты, щелкните левой кнопкой мыши в точке $5.0<180$).

Запрос: *Specify next point or [Arc / Close / Halfwidth / Length / Undo / Width]:* (Точно определите следующую точку или [Дуга / Замкни / Полуширина / Длина / Отмени / Ширина:]). – Нажмите *Enter*.

Аналогично постройте полилинию от середины отрезка 2 (см. рис. 11) длиной 5 мм.

Изображение на дисплее должно соответствовать рис. 12.

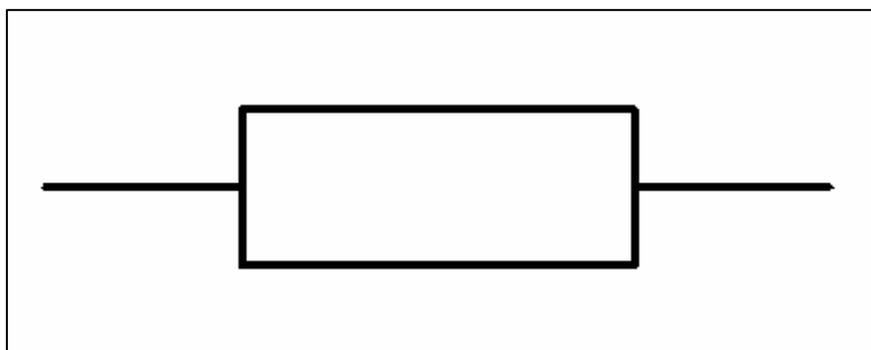


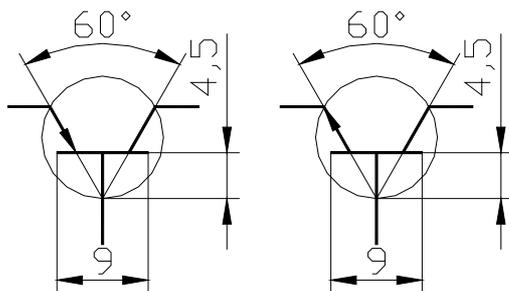
Рис. 12

3. Вопросы для самоконтроля

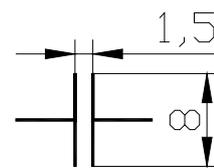
1. Как осуществляется запуск *AutoCAD* в операционной среде *Windows*?
2. Какие опции (режимы) установки параметров чертежа вы знаете?
3. Что представляет собой рабочий экран *AutoCAD*?
4. Как установить на рабочий экран нужную панель инструментов?
5. Что необходимо сделать на этапе подготовительных действий?
6. В каком меню находятся команды рисования?
7. Какой примитив рисует команда *Xline*?
8. Как создать подобные объекты?
9. С помощью какой команды можно удалить объект?
10. Как осуществить отсечение объектов по границе?
11. Как завершить сеанс работы с *AutoCAD*?

4. Практическое задание

Создайте условные графические обозначения, приведенные на рисунке.



Транзистор



Конденсатор