

**ГРАФИЧЕСКИЕ  
СРЕДСТВА  
В САПР  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

• ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ •

Министерство образования Российской Федерации  
Тамбовский государственный технический университет

## **ГРАФИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В САПР СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Методические указания к практическим и лабораторным занятиям  
по курсу «САПР систем управления»  
для студентов 4, 5 курса дневного и заочного отделений  
специальности 210200

Тамбов  
• Издательство ТГТУ •  
2002

УДК (658.512.011.56:681.327.2:003.6)(075)  
ББК Ж2-5-05я73-5 Е-511  
Г78

Утверждено Редакционно-издательским советом ТГТУ

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент

***И. В. Милованов***

Г78      Графические средства в САПР систем управления: Метод. указания к практическим и лабораторным занятиям / Сост.: И. А. Елизаров, С. А. Машков. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. 32с.

Представлены основные команды двухмерного черчения в среде AutoCAD версий R14, 2000, 2002 и их использование при разработке конструкторско-технологической документации систем автоматизации: технологической и функциональной схем, принципиальных схем автоматизации.

Предназначены для студентов 4, 5 курсов дневного и заочного отделений специальности 210200.

УДК (658.512.011.56:681.327.2:003.6)(075)  
ББК Ж2-5-05я73-5 Е-511

© Тамбовский государственный

технический университет (ТГТУ), 2002

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

**ГРАФИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА  
В САПР СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Методические указания

Составители:

ЕЛИЗАРОВ Игорь Александрович,  
МАШКОВ Сергей Александрович

Редактор Т. М. Г л и н к и н а

Инженер по компьютерному макетированию М. Н. Р ы ж к о в а

Подписано в печать 05.06.2002

Гарнитура Times New Roman. Формат 60 × 84 / 16

Бумага газетная. Печать офсетная. Объем: 1,86 усл. печ. л.; 1,8 уч.-изд. л.

Тираж 100 экз. С. 404

Издательско-полиграфический центр

Тамбовского государственного технического университета

392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## ВВЕДЕНИЕ

Одними из основных компонентов автоматизированного производства являются автоматизированные системы проектирования (САПР). Задача подготовки конструкторской документации (КД) является одной из важных и наиболее трудоемких в САПР. Ее решение осуществляется с помощью графической подсистемы автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации (АКД).

Система АКД выполняет ввод, хранение, обработку и вывод графической информации в виде конструкторских документов. Эффективность применения АКД при разработке КД обеспечивается следующими ее возможностями:

- наличием средств преобразований: поворота, переноса, симметрирования, масштабирования, построения зеркального изображения и др.;
- использованием готовых фрагментов чертежей (для функциональных схем автоматизации – контрольно-измерительные приборы, запорно-регулирующая арматура и др.; для принципиальных схем – кнопки, переключатели, лампы, реле, предохранители и др.);
- ведением диалога с компьютером в привычных для конструктора терминах и с привычными для него объектами;
- получением чертежей высокого качества, оформленных по стандартам ЕСКД путем вывода на графопостроители, плоттеры, принтеры.

Система AutoCAD фирмы AutoDesk является одной из наиболее распространенных в мире систем подготовки конструкторско-технологической документации самого широкого профиля.

Наибольшей популярностью в настоящее время пользуются версии AutoCAD R14, AutoCAD 2000 и AutoCAD 2002.

### Запуск системы AutoCAD

Для запуска AutoCAD под ОС Windows 95/98/NT/Me/2000/XP в строке задач щелкните *Пуск (Start)*, выберите пункт *Программы (Programs)* и затем осуществите запуск из выпавшего меню AutoCAD;

После запуска AutoCAD выводится диалоговое окно создания нового чертежа *Create New Drawing (Создание нового рисунка)*.

Для установки параметров нового чертежа можно воспользоваться следующими возможностями:

- *Use a Wizard (Вызвать Мастер)*: в области *Select a Wizard (Выберите Мастер)* выбрать опции *Quick Setup (Быстрой подготовки)* или *Advanced Setup (Детальной подготовки)*. Диалоговое окно *Quick Setup* позволяет выбрать единицы измерения длины (*Units (Единицы)*) и определить границы области черчения (*Area (Область)*). Диалоговое окно *Advanced Setup (Детальная подготовка)* кроме этого позволяет установить единицы измерения угла (*Angle (Углы)*), задать начало (*Angle Measure (Отсчет угла)*) и направление измерения угла (*Angle Direction (Направление отсчета углов)*), и выбрать формат (*Format (Title Block)*).
- *Use a Template (По шаблону)* – в области *Select a template (Выберите шаблон)* выбрать шаблон, содержащий необходимые установки черчения.
- *Start from Scratch (Без шаблона)* – в области *Select Default Settings (Выберите единицы)* выбрать одну из двух систем измерения: английскую или метрическую.
- *Open a Drawing* – открыть сохраненный файл чертежа.

### Команды редактора AutoCAD

Ввод команд можно осуществлять следующими способами: набрать на клавиатуре, выбрать из меню или щелкнуть соответствующую пиктограмму на панели инструментов. Команда может быть введена только в тот момент, когда в окне командных строк высвечивается *Command: (Команда:)*. Для ввода команды с клавиатуры после имени команды необходимо нажать клавишу *<Enter>* или *Пробел*. Для прерывания выполнения команды служит клавиша *<Esc>*.

После ввода команды AutoCAD выдает запросы, в ответ на которые необходимо ввести дополнительную информацию: численное значение (например, ширину, угол и т.д.), ключевое слово или точку; или вызывает диалоговое окно.

### Структура запросов команд в зависимости от ключей

В качестве примера рассмотрим команду формирования окружности. Для ее создания используется команда *CIRCLE (КРУГ)*.

Запрос: *3P/2P/TTR/<Center point>:(3T/2T/ККР/<Центр>:)*

По умолчанию окружность строится по точке центра и точке на окружности или радиусу.

В начале запроса через символ «/» перечисляются *ключи*, которые позволяют выбрать способ построения окружности, отличный от принятого по умолчанию:

*2P (2T)* – построение окружности по двум точкам на диаметре;

*3P (3T)* – построение окружности по трем точкам, лежащим на окружности;

*TTR (ККР)* – построение окружности по двум касательным и радиусу.

Запрос заканчивается текстом в угловых скобках *<Center point> (<Центр>)*, что означает, что AutoCAD по умолчанию ожидает ввода координат центра окружности.

Описанная структура запроса команды *CIRCLE (КРУГ)* принята для всех команд AutoCAD: в начале запроса перечисляются *ключи* команды, разделенные наклонной чертой, а текст в угловых скобках соответствует ожидаемому по умолчанию ответу на запрос.

После ввода координат центра выдается запрос:

*Diameter/<Radius>: (Диаметр/<Радиус>:),*

где *<Radius> (<Радиус>)* – ожидаемое по умолчанию значение радиуса или точка на окружности, а *Diameter (Диаметр)* – ключ изменения способа задания окружности, при выборе которого выдается запрос *Diameter: (Диаметр)* для ввода значения диаметра.

*Ключевое* слово вводится точно так же, как и любая другая команда. *Ключевое* слово можно сокращать (сокращение выделяется в запросах прописными буквами).

При иных способах создания окружности меняются и *запросы*:

для ключа *2P (2T)*:

*First point on diameter: (Первая точка на диаметре:)*

*Second point on diameter: (Вторая точка на диаметре:)*

для ключа *3P (3T)*:

*First point: (Первая точка:)*

*Second point: (Вторая точка:)*

*Third point: (Третья точка:)*

для ключа *TTR (ККР)*:

*Enter Tangent spec: (Направление касательной:)*

*Enter second Tangent spec: (Направление второй касательной:)*

*Radius: (Радиус:)*

## Команды управления экраном

Команда *REDRAW (ОСВЕЖИ)* освежает текущий видовой экран, удаляя маркеры и перерисовывая объекты. Находится в меню *View (Вид)*.

Команда *REGEN (РЕГЕН)* обеспечивает регенерацию всего рисунка и перерисовку текущего видowego экрана. Находится в меню *View (Вид)*.

Команда *ZOOM (ПОКАЖИ)* используется для изменения размера и места видимой на экране части чертежа. Выбрать различные варианты выполнения команды можно из вторичного меню *Zoom (Покажи)* меню *View (Вид)*, стандартной панели инструментов и панели инструментов *Zoom (Покажи)*.

В команде *Zoom (Покажи)* используются *ключи*:

- *All (Все)* – отображение всей области чертежа или области внутри границ (если они заданы);
- *Center (Центр)* – задание области изображения путем ввода точки центра и высоты окна в единицах рисунка.

*Запросы*:

*Center point: (Центральная точка:)*

*Magnification or Height: (Увеличение или Высота:)*

Для задания высоты вводится число. При этом изменение происходит относительно полного вида. Для изменения масштаба относительно текущего вида за числом следует ввести латинскую букву ‘X’.

- *Dynamic (Динамика)* – динамическое задание области отображения;
- *Extents (Границы)* – отображение области, содержащей все примитивы чертежа;
- *Previous (Предыдущий)* – использование предыдущего вида рисунка;
- *Window (Рамка)* – задание области отображения с использованием рамки;
- *Scale (Масштаб)* – задание масштабного коэффициента увеличения (если за числом следует

латинская буква 'X' – то увеличение происходит относительно текущего вида, если 'X' отсутствует – относительно полного вида);

- *Realtime (Реальное время)* – режим реального времени позволяет увеличивать/уменьшать изображение в интерактивном режиме. Увеличение/уменьшение обеспечивается перемещением курсора вертикально соответственно вверх или вниз.

### Ввод координат

Ввод координат в AutoCAD осуществляется двумя способами:

1. Непосредственно с клавиатуры, путем задания численных значений;
2. С использованием графического маркера (курсора), который управляется с помощью мыши. Ввод координаты осуществляется при нажатии левой кнопки мыши

Для удобства ввода можно использовать:

1. Орто-режим, когда изменение координат происходит только по осям  $X$  или  $Y$  (клавиша <F8> – переключатель режима). Орто-режиму соответствует кнопка *ORTHO (ОПТО)* в информационной строке;
2. Привязку к узлам невидимой сетки, определенной с некоторым шагом по  $X$  и  $Y$  (клавиша <F9> – переключатель режима, кнопка *SNAP (ШАГ)* в информационной строке).

В двумерном пространстве точка определяется в плоскости  $XY$ . Ввод координат с клавиатуры возможен в виде абсолютных и относительных координат. Относительные координаты задают смещение от последней введенной точки.

Формат абсолютных координат:

1. Прямоугольные (декартовы) координаты:  $X, Y$ .
2. Полярные координаты:  $r < A$ , где  $r$  – радиус;  $A$  – угол от предыдущей точки. Угол исчисляется против часовой стрелки. Значение 0 совпадает с осью  $OX$ .

Формат относительных координат:

1. Прямоугольные (декартовы) координаты:  $@dx, dy$ .
2. Полярные координаты:  $@r < A$ .

*Пример:* Нарисовать прямоугольник (рис. 1) с использованием абсолютных и относительных координат (для рисования применить команду *LINE (ОТРЕЗОК)*).

С использованием абсолютных координат:

Command: *LINE*

**FROM POINT: 0,0**

To point: 100,0

To point: 100,50

To point: 0,50

To point: 0,0 (или *Close*)

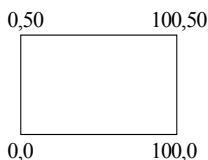


Рис. 1

С использованием относительных координат:

Command: *LINE*

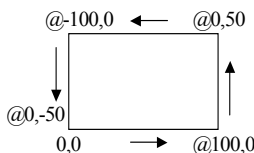
**FROM POINT: 0,0**

To point:  $@100,0$

To point:  $@0,50$

To point:  $@-100,0$

To point:  $@0,-50$  (или *Close*)



*Упражнение:* Построить равнобедренный прямоугольный треугольник с катетами 100 с использованием абсолютных и относительных координат в декартовых и полярных координатах (для рисования использовать команду *LINE (ОТРЕЗОК)*).

### Привязка координат

Для точного ввода координат с использованием мыши используются специальные команды:

*SNAP (ШАГ)* – привязка координат к узлам невидимой сетки;

*OSNAP (ПРИВЯЖИ)* – объектная привязка (привязка координат к различным точкам уже созданных объектов).

Определение узлов невидимой сетки с помощью команды *SNAP (ШАГ)* выполняется по запросу: *Snap spacing or ON/OFF/Aspect/Rotate/Style <current>*:

*Интервал привязки или Вкл./Откл./Аспект/Поворот/Стиль <текущее значение>*:

По умолчанию определяется одинаковый шаг сетки по осям *X* и *Y*, а текущее значение выдается в угловых скобках.

Ключи команды позволяют:

*ON/OFF (Вкл./Откл.)* – включить/выключить привязку (то же самое осуществляется с помощью функциональной клавиши <F9> или кнопки *SNAP (ШАГ)* в строке состояния);

*Aspect (Аспект)* – определить различный шаг сетки по осям *X* и *Y*;

*Rotate (Поворот)* – определить угол сетки по отношению к оси *X*;

*Style (Стиль)* – задать стиль режима *SNAP*: стандартный или изометрический. Стандартный режим определяет прямоугольную сетку шаговой привязки. Изометрический режим служит для работы с изометрическими изображениями. По умолчанию используется стандартный стиль.

Для облегчения построений и работы над рисунком можно использовать команду *GRID (СЕТКА)*, которая позволяет получить на экране изображение узлов ортогональной сетки.

Ключи:

*Grid spacing (X) (Интервал сетки (X))* – расстояние между узлами сетки, выраженное в условных единицах.

*ON/ OFF (Вкл./Откл.)* – включает/отключает видимость сетки (то же самое осуществляется с помощью функциональной клавиши <F7> или кнопки *GRID (СЕТКА)* строке состояния);

*Snap (Шаг)* – делает интервал сетки равным интервалу привязки (То же самое достигается заданием интервала сетки, равного 0);

*Aspect (Аспект)* – запрашивает интервалы сетки по горизонтали и по вертикали и определяет сетку, ширина и высота ячейки которой имеют разную величину.

При вводе точек можно использовать *объектную привязку*. Этот способ позволяет точно указывать такие точки, как, например, точка пересечения, середина отрезка или дуги, центр круга и т.д. Объектные привязки можно задать с помощью команды *OSNAP*, пункта *Object Snap Settings...* меню *Tools* или панели инструментов *Object snap*.

Режимы объектной привязки:

*ENDpoint (КОНточка)* – привязка к ближайшей конечной точке линии или дуги, границы области;

*MIDpoint (СЕРедина)* – средняя точка таких объектов, как линия или дуга;

*CENter (ЦЕНтр)* – центр окружности, дуги или эллипса (необходимо указывать на линию дуги или окружности или эллипса, а не на их центр);

*NODE (УЗЕл)* – привязка к точечному элементу;

*QUAdrant (КВАдрант)* – привязка к ближайшей точке квадранта на дуге, окружности или эллипсе (0, 90, 180, 270 градусов);

*INTersection (ПЕРесечение)* – пересечение двух линий, линии с дугой или окружностью, двух окружностей и/или дуг, сплайнов, границ области

*INSertion (ТВСтавки)* – привязка к точке вставки текста, атрибута, формы, блока;

*NEArest (Ближайшая)* – привязка к точке на линии, дуге или окружности, которая является ближайшей к позиции перекрестья;

*APParent Intersection (Кажущееся пересечение)* – привязка к точке предполагаемого пересечения.

Режимы объектной привязки, использующие предыдущую точку:

*PERpendicular (Нормаль)* – привязка к точке на линии, окружности, эллипсе, сплайне или дуге, которая образует совместно с последней точкой нормаль к этому объекту;

*TANgent (КАСательная)* – привязка к точке на окружности или дуге, которая при соединении с последней точкой образует касательную;

*NONE (НИЧего)* – отмена объектной привязки. Для отмены режима объектной привязки на запрос команды можно ответить *OFF* либо нажать клавишу <ENTER>.

Все режимы объектной привязки могут быть использованы в любой комбинации. Приоритет действия привязки соответствует порядку перечисления режимов.

Часто необходимо определить точку, у которой известны координаты относительно некоторой точки уже нарисованного объекта, то есть задать точку со ссылкой на некоторую точку. Для этого используется объектная привязка *From (Смещение)*.



Объектная привязка *From* (*Смещение*) устанавливает временную точку ссылки, как базовую для определения очередной точки. Этот вид привязки можно использовать в комбинации как с привычными типами объектных привязок, так и с заданием относительных координат.

*Пример:* построить отрезок *CD*, точка *C* которого находится на расстоянии 100,50 от середины отрезка *AB* (рис. 2).

Command: *LINE*  
From point: *from*  
Base point: *mid*

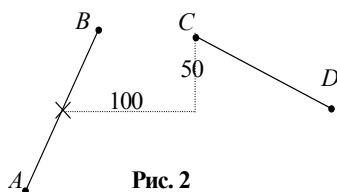


Рис. 2

нарисованный отрезок)

(Выбрать ранее  
<Offset>: @100,50  
To point:

*Упражнение:* С использованием координатного ввода точек и объектной привязки построить фигуру (рис. 3).

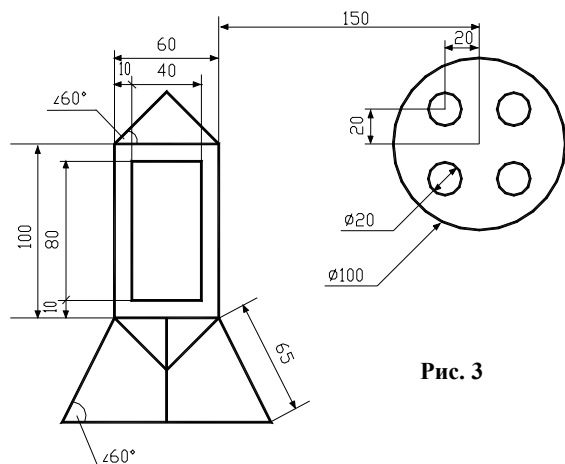


Рис. 3

*Упражнение:* построить окружности, вписанную и описанную около треугольника с использованием объектных привязок (рис. 4, а).

*Упражнение:* с использованием объектных привязок нарисовать фигуру, представленную на рис. 4, б, в.

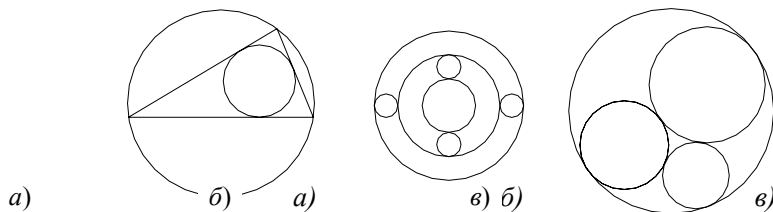


Рис. 4

### Координатные фильтры и отслеживание

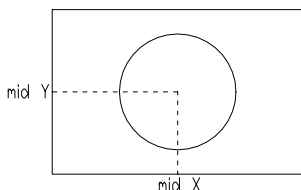
Использование координатных фильтров позволяет задавать значение одной координаты, временно игнорируя значения других. Координатные фильтры в сочетании с объектными привязками позволяют извлекать значения координат существующих объектов для определения новой точки.

Координатные фильтры можно вводить в командной строке в ответ на запрос ввода точки. Если необходимо ввести отдельно координаты *X* или *Y*, достаточно соответственно использовать фильтры *.X* или *.Y*. Для задания значений координат можно использовать объектные привязки.

*Пример:* построить окружность в центре прямоугольника (рис. 5).

Command: *CIRCLE*

**3P/2P/TTR/<Center point>: .X**  
of *mid*



(Выбрать нижнюю сторону прямоугольника).

(need YZ): *mid*

(Выбрать левую сторону прямоугольника).

of Diameter/<Radius>: 10

Если для построения (ввода) точки необходимы одна или несколько промежуточных точек, удобно использовать команду *Tracking* (Отслеживание). Команду можно использовать в ответ на любой запрос точки. При этом автоматически устанавливается режим *ORTHO*. Процесс ввода промежуточных точек завершается нажатием клавиши <ENTER>. Последняя введенная точка будет использована в качестве ответа на запрос ввода точки.

Отслеживание является быстрым способом определения таких точек, как, например, центр прямоугольника. Так для построения окружности в центре прямоугольника с помощью отслеживания необходимо выполнить следующую последовательность действий:

Command: *CIRCLE*

3P/2P/TTR/<Center point>: *tracking*

First tracking point: *mid* (Выбрать нижнюю сторону прямоугольника).

Next point (Press Enter to end tracking): *mid* (Выбрать левую сторону).

Next point (Press Enter to end tracking): <ENTER>

Diameter/<Radius>: 10

### Вычисление точек и значений

Для указания точек на чертеже или вычисления математических выражений можно вводить формулы в командной строке. При этом используется команда *CAL*, которая вызывает геометрический калькулятор. Калькулятор позволяет вычислять векторные, действительные и целочисленные выражения, которые подчиняются стандартным математическим правилам вычисления.

Приоритет математических операций в порядке убывания:

() – операция «взятие скобки» (групповое выражение);

^ – возведение в степень;

\*, / – умножение и деление;

+, - – сложение и вычитание.

Запрос:

*CAL Expressions: (Выражение:)*

Можно вызывать калькулятор в прозрачном режиме ('*CAL*') каждый раз, когда необходимо вычислить точку или число.

*Пример:* необходимо построить отрезка, соединяющего точку центра проточки, и радиусом, равным 1/5

Command: *CIRCLE*

3P/2P/TTR/<Center point>: '*cal*

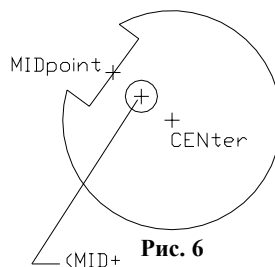
»Expression:  $(mid+cen)/2$

»Select entity for MID snap:

»Select entity for CEN snap:

Diameter/<Radius>: '*cal*

»Expression:  $1/5*rad$  »Select circle, arc or polyline segment for RAD function: (Выбрать заданную окружность).



окружность с центром в точке середины заданной окружности и точку середины радиуса заданной окружности (рис. 6).

(Выбрать линию проточки).

(Выбрать заданную окружность).

### Графические примитивы в AutoCAD и команды их создания

Рисунки в AutoCAD строятся из набора графических примитивов, под которыми понимается элемент чертежа, обрабатываемый системой как целое, а не как совокупность точек или объектов. Команды рисования могут быть введены в командной строке или выбраны из меню *Draw* (Рисование) или панели инструментов *Draw*.

#### Графический примитив дуга

## Команда *ARC* (ДУГА)

*Ключи:*

*Center* (Центр):

*Start point* (Начальная точка);

*End point* (Конечная точка);

*Angle* (Угол);

*Length of chord* (Длина хорды);

*Radius* (Радиус);

*Direction* (Направление).

Варианты построения дуги:

*3-point* (3 точки) – по трем точкам, лежащим на дуге;

*St, C, End* (*H, Ц, K*) - по начальной точке, центру и конечной точке. Дуга строится против часовой стрелки;

*St, C, Ang* (*H, Ц, Угол*) – по начальной точке, центру и углу. При положительном значении угла дуга строится от начальной точки против часовой стрелки, при отрицательном значении – по часовой стрелке;

*St, C, Len* (*H, Ц, Длин*) – по начальной точке, центру и длине хорды;

*St, E, Rad* (*H, K, Rad*) – по начальной, конечной точкам и радиусу;

*St, E, Ang* (*H, K, Угол*) – по начальной, конечной точкам и углу;

*St, E, Dir* (*H, K, Hanp*) – по начальной, конечной точкам и направлению (угол наклона касательной из начальной точки);

*Ce, S, End* (*Ц, H, K*) – по центру, начальной и конечной точкам;

*Ce, S, Len* (*Ц, H, Длин*) - по центру, начальной точке и длине хорды;

*Ce, S, Ang* (*Ц, H, Угол*) – по центру, начальной точке и углу;

*ArcCont*: (*ПродДуг:*) – как продолжение предшествующей линии или дуги. Аналогичные действия вызываются, если в ответ на первый запрос нажать клавишу *<ENTER>* или *Пробел*. Происходит построение дуги подобно варианту *St, E, Dir* (*H, K, Hanp*). При этом начальной точкой дуги и ее начальным направлением станут соответственно конечная точка и конечное направление последней созданной дуги или отрезка. Этот способ особенно удобен для построения дуги, касательной к заданному отрезку.

По умолчанию принят способ вычерчивания дуги по трем лежащим на ней точкам.

## **Графический примитив Полилиния**

*Полилиния* - последовательность прямолинейных и дуговых сегментов с возможным указанием ширины.

## Команда *PLINE* (ПЛИНИЯ)

*Ключи* для изменения ширины полилинии:

*Half-width* (*Полуширина*) – позволяет задать полуширину – расстояние от осевой линии широкого сегмента до края;

*Width* (*Ширина*) – позволяет задать ширину последующего сегмента. Запрашивается начальная и конечная ширина.

*Undo* (*ОТМени*) – используется для отмены последнего созданного сегмента.

*Ключи* в режиме создания прямолинейных сегментов (отрезков):

*Arc* (*Дуга*) – переход в режим рисования дуг;

*Close* (*Замкни*) – замкнуть отрезком (особенно рекомендуется использовать при создании замкнутых полилиний);

*Length* (*Длина*) – длина сегмента, как продолжение предыдущего, в том же направлении.

*Ключи* в режиме рисования дуговых сегментов:

*Angle* (*Угол*) – центральный угол (по умолчанию рисуется против часовой стрелки, при отрицательном значении угла дуга рисуется по часовой стрелке);

*CEnter* (*Центр*) – центр дуги;

*CLose* (*Замкни*) – замкнуть дугой;

*Direction* (*Направление*) – направление (аналогично *ARC*);

*Line* (*ОТРЕЗОК*) – переход в режим отрезков;

*Radius* (*Радиус*) – радиус дуги;

*Second point (Вторая)* – вторая точка дуги, которая строится по трем точкам. Если дуга не является первым сегментом полилинии, то начинается она в конечной точке предыдущего сегмента и по умолчанию проводится по касательной к нему.

Дуговые сегменты полилинии можно задавать любым из способов, описанных для команды *ARC* (ДУГА).

Возможность задания толщины линии делает удобной эту команду при разработке функциональных и принципиальных схем автоматизации технологических процессов.

При разработке функциональной схемы автоматизации (ФСА) элементы этих чертежей рекомендуется выполнять линиями толщиной:

- контуры технологического оборудования 0,6 – 1,5 мм;
- трубопроводные коммуникации – 0,6 – 1,5 мм;
- приборы и средства автоматизации – 0,5 – 0,6 мм;
- линии связи – 0,2 – 0,3 мм;
- прямоугольники, изображающие щиты и пульты – 0,6 – 1,5 мм.

*Упражнение:* Нарисовать элементы как единые полилинии (рис. 7).

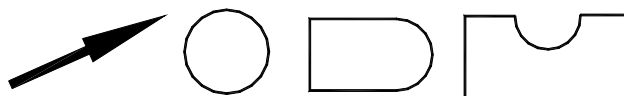


Рис. 7

*Упражнение:* Выполнить фрагмент технологической схемы с использованием полилиний (рис. 8).

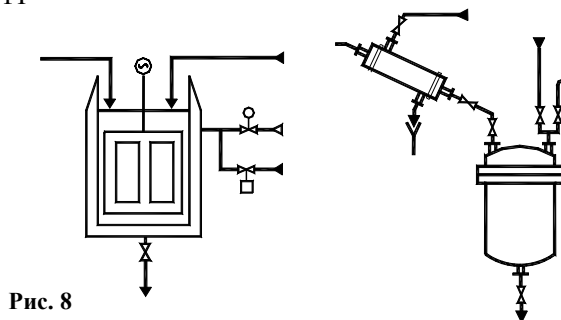


Рис. 8

### Кольцо

Команда *DONUT* (КОЛЬЦО) строит «закрашенные» круги и кольца. Кольцо строится по внутреннему и внешнему диаметрам и центру и представляет собой замкнутую широкую полилинию, состоящую из дуговых сегментов.

*Запросы:*

*Inside diameter <current>:* (Внутренний диаметр <по умолчанию>:)

*Outside diameter <current>:* (Внешний диаметр <по умолчанию>:)

*Center of doughnut:* (Центр кольца:)

Последний запрос выдается циклически. Для окончания следует нажать <ENTER>.

Команду *DONUT* (КОЛЬЦО) удобно использовать для изображения приборов и средств автоматизации.

Если предварительно в команде *FILL* (ЗАКРАСЬ) был задан ключ *On* (Включи), то полоса изображается в виде сплошной линии, если *Off* (Отключи), то полоса изображается в виде контура. Это справедливо также для команд *PLINE* (ПЛИНИЯ), *ФИГУРА* (*SOLID*), *TRACE* (ПОЛОСА).

### Текст

В AutoCAD можно задавать различные типы текста (стили). Их задание обеспечивает команда *STYLE* (СТИЛЬ), которая выводит диалоговое окно *Text Style* (Текстовые стили). Это диалоговое окно вызывается также из пункта *Text Style...* (Текстовые стили...) меню *Format* (Формат). В диалоговом окне можно задать:

*Style name* (Имя стиля) – имя создаваемого стиля;

*Font name (Имя шрифта)* – имя файла шрифта, который берется за основу создания нового стиля. Шрифт определяет форму текстовых символов. В AutoCAD можно использовать шрифты *True Type* в дополнение к собственным шрифтам (*SHX*).

*Height (Высота)* – высота текста. Для шрифтов *SHX* ключ *Height (Высота)* определяет высоту строчных букв. Для шрифтов *True Type* ключ *Height (Высота)* задает высоту области, включающей букву и другие значки не латинского алфавита:

*Width factor (Степень растяжения)* – масштабный коэффициент;

*Obliquing angle (Угол наклона)* – наклон текста по отношению к нормали;

*Backwards (Справа налево)* – задание текста в обратном порядке;

*Upside down (Перевернутый)* – задание перевернутого текста;

*Vertical (Вертикальный)* – задание написания букв одна над другой.

Если характеристики текстового стиля изменяются, то это никак не влияет на существующие текстовые примитивы, созданные с использованием данного стиля. Однако, если задать другой файл шрифта или другую ориентацию текста, то весь текст, использующий данный стиль, регенерируется с использованием нового шрифта или ориентации.

Команда *TEXT (ТЕКСТ)* предназначена для включения в чертеж одной строки текстовой информации.

*Запросы:*

*Justify /Style/<Start point>: (Выравнивание/Стиль/<Начальная точка>:)*

В ответ на запрос можно:

- указать точку – для выравнивания строки текста по левой точке вдоль базовой линии;



- ввести *J* (ключ *Justify*) – для выравнивания текстовой строки с использованием ключей выравнивания;
- ввести *C* (ключ *Style*) – для установки нового текстового стиля;
- нажать *<ENTER>* или *Пробел* – для перевода каретки и размещения текстовой строки непосредственно под предыдущей.

*Запросы для текста с указанной начальной точкой:*

*Height <default>: (Высота <значение по умолчанию>:)* – определяет высоту прописных букв над базовой линией. Запрос выдается, если в стиле задано значение высоты, равное нулю, в противном случае берется значение высоты из текстового стиля;

*Rotation angle <default>: (Угол поворота <значение по умолчанию>:)* – задает ориентацию базовой линии текста относительно начальной точки. По умолчанию используется последнее заданное значение угла;

*Text: (Текст:)* – запрашивает ввод текстовой строки, при этом допускается ввод пробелов.

При использовании ключа *Justify (Выравнивание)* выдаются запросы:

- для горизонтальной ориентации:

*Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR:*

(*ВПИсанный/Поширине/Центр/Середина/ВПраво/ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ/СП/НЛ/НЦ/НП:*)

- для вертикальной ориентации:

*Align/Center/Middle/Right: (ВПИсанный/Центр/Середина/ВПраво:)*

*Ключи:*

*Align (ВПИсанный)* – служит для задания начальной и конечной точек текста; высота и ширина каждого символа автоматически устанавливаются такими, чтобы текст точно вписывался в заданную область;

*Fit (Поширине)* – служит для ввода строки заданной высоты, вписанной между двумя точками;

*Center (Центр)* – обеспечивает центрирование базовой линии относительно заданной точки;

*Middle (Середина)* – обеспечивает горизонтальное и вертикальное центрирование текста относительно заданной точки;

*Right (ВПраво)* – служит для ввода текста, выровненного по правому краю.

Остальные ключи выравнивания и их описание приведены в таблице. По умолчанию текст выравнивается по левому краю.

Ключ	Выравнивание
<i>TL (Top-Left)</i>	Вверх – влево
<i>TC (Top-Center)</i>	Вверх – по центру
<i>TR (Top-Right)</i>	Вверх – вправо
<i>ML (Middle-Left)</i>	По середине – влево
<i>MC (Middle-Center)</i>	Центрирование по вертикали и горизонтали
<i>MR (Middle-Right)</i>	По середине 0 вправо
<i>BL (Bottom-Left)</i>	Вниз – влево
<i>BC (Bottom-Center)</i>	Вниз – по центру
<i>BR (Bottom-Right)</i>	Вниз – вправо

Для всех случаев задания текста, кроме *Align (ВПИСанный)* и *Fit (Поширине)*, запрашивается угол поворота базовой линии по отношению к нормали:

*Rotation angle: (Угол наклона:)*

При использовании всех ключей, кроме *Align (ВПИСанный)*, запрашивается высота текста:

*Height <default>: (Высота <по умолчанию>:)*

Во всех случаях ввод текста осуществляется в ответ на запрос:

*Text: (Текст:)*

Некоторые шрифты поддерживают управляющие коды и специальные символы, которые помещаются в текстовую строку. Возможны следующие управляющие последовательности:

- %%o – переключение режима надчеркивания (Вкл/Откл);
- %%u – переключение режима подчеркивания (Вкл/Откл);
- %%d – специальный символ «градус» (°);
- %%p – специальный символ «допуск» (±);
- %%c – специальный символ «диаметр» (ø);
- %%% – вывод единичного символа процента;
- %%nnn – специальный символ с десятичным кодом *nnn*.

#### Команда *DTEXT (ДТЕКСТ)*

Команда *DTEXT* (динамический текст) предназначена для ввода нескольких строк текста. В этой команде используются те же *ключи*, что и в команде *TEXT (ТЕКСТ)*.

Запрос *Text: (Текст:)* выдается циклически. Строки текста выводятся последовательно одна под другой. Для окончания ввода текста необходимо нажать *<ENTER>*.

При использовании команды *DTEXT (ДТЕКСТ)* на экране появляется курсор, соответствующий размерам символа текста. В процессе набора текста на клавиатуре он отображается на экране.

#### Команда *MTEXT (МТЕКСТ)*

служит для создания многострочного текста. Она может быть вызвана из командной строки, из панели инструментов *Draw (Рисование)* или при выборе пункта *Multiline Text (Многострочный)* вторичного меню *Text (Текст)*, вызываемого из меню *Draw (Рисование)*.

Каждый объект *MTEXT (МТЕКСТ)* – отдельный графический примитив. Однако имеется возможность изменять свойства отдельных частей текста.

*Ключи:*

*Height (Высота)* – высота текста;

*Justify (Выравнивание)* – управляет выравниванием текстовой границы и текста по заданной точке;

*Rotation (Поворот)* – угол поворота границ текста;

*Style (Стиль)* – стиль текста;

*Width (Ширина)* – ширина параграфа.

После определения параметров для ввода текста выводится диалоговое окно *Multiline Text Editor* (*Редактор многострочного текста*), имеющего закладки *Character* (*Символ*), *Properties* (*Свойства*), *Find/Replace* (*Поиск/Замена*).

В закладке *Character* (*Символ*) можно:

- задать шрифт, высоту и написание символов (*Bold* (*Полужирный*), *Italic* (*Курсив*), *Underline* (*Подчеркнутый*));
- произвести выравнивание выделенного текста по вертикали (*Stack/Unstack* (*Двух/Одноэтажный*)) – используется для создания двухуровневых фрагментов и правильных дробей (фрагменты двухуровневого текста должны быть разделены символом «^», а числитель и знаменатель дроби – «/»);
- выбрать цвет;
- включить в текст специальные символы (*Symbol*);
- импортировать ASCII или RTF файлы (*Import Text* (*Импорт текста*));

В закладке *Properties* (*Свойства*) можно:

- выбрать или задать текстовый *Стиль* (*Style*),
- произвести *Выравнивание* (*Justification*);
- задать *Ширину* параграфа (*Width*) и *Поворот* текста (*Rotation*).

В закладке *Find/Replace* (*Поиск/Замена*) можно провести поиск (*Find* (*Найти*)) и контекстную замену текста (*Replace with* (*Заменить на*)).

*Упражнение*: выполнить штамп чертежей с использованием полилиний и команд для создания текста (рис. 9). Заполнить штамп собственными данными.

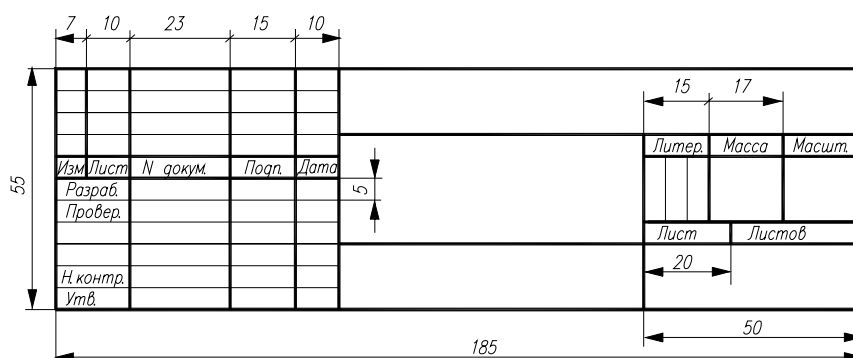


Рис. 9

*Упражнение*: выполнить плакат (формат A1), содержащий сводную таблицу технико-экономических показателей по проекту по автоматизации технологического процесса по производству продукта А. Пример выполнения таблицы представлен на рис. 10. При выполнении плаката рекомендуется использовать шрифты *True Type*.

### Многоугольник

Команда *POLYGON* (*МН-УГОЛ*) строит правильный многоугольник с числом сторон от 3 до 1024 как замкнутую полилинию.

*Ключи*:

*Edge* (*Сторона*) – задание одной стороны;

*Circumscribed* (*Описан.*) – описывающий;

*Inscribed* (*Вписан.*) – вписанный.

*Запросы*:

*Number of sides*: (*Число сторон*:)

*Edge*/*Center of polygon*: (*Сторона*/*Центр многоугольника*:)

При выборе центра многоугольника (ключ *Center of polygon*) выдаются запросы:

*Inscribed on circle*/*Circumscribed about circle I/C*:

(*Вписанный*/*Описанный вокруг круга* (*В/О*):)

*Radius of circle*: (*Радиус круга*:)

При выборе ключа *Edge* (*Сторона*) дальнейшие запросы имеют вид:

*First endpoint of edge: (Первый конец стороны:)*

*Second endpoint of edge: (Второй конец стороны:)*

*Упражнение:* выполнить построение трех-, четырех- и пятиугольников, вписанных и описанных вокруг окружностей заданного радиуса.

Сводная таблица технико-экономических показателей

Показатели	Единицы измерения	До внедрения	После внедрения	Изменение, %
Годовой объем производства	руб.	280 350,0	294 367,5	0,05
Цена за единицу	руб./кг	35,0	35,0	–
Годовая стоимостная оценка результатов	руб.	9 812 250	10 302 862	5,00
Предпроизводственные затраты	руб.	–	5000,0	–
Капитальные вложения	руб.	–	49147,2	–
Стоимость основных средств	руб.	883 214,0	932 361,0	5,50
Годовые стоимостные оценки затрат	руб.	6 205 775	6 231 593,4	0,48
Себестоимость годового выпуска, в т.ч. по статьям:	руб.	6 309 994	63 225 560	0,20
амортизация	руб.	89712,0	90963,2	1,39
топливо и энергия	руб.	169 123,9	171 013,7	1,12
содержание и эксплуатация оборудования	руб.	37 566,9	46 976,17	25,00
себестоимость единицы продукции	руб.	22,50459	22,55237	0,199
экономический эффект	руб.	1 140 457	1 710 685,9	1,50

**Рис. 10**

*Сплайн*

Сплайн – это гладкая кривая, проходящая через заданные точки. Сплайны обычно используются для представления кривых, имеющих нерегулярную форму, например, для рисования контурных линий в географических информационных системах, для иллюстрации переходных процессов в системах управления технологическими процессами и др.

Команда *SPLINE (СПЛАЙН)*

строит гладкую кривую по заданным определяющим точкам и направлению касательных в начальной и конечной точках.

*Ключи:*

*Object (Объект)* – преобразование сглаженной полилинии в эквивалентный сплайн и удаление информации о полилинии;



*Fit Tolerance (Допуск)* – допуск: при нулевом значении сплайн проходит через заданные точки, при положительном – с заданным отклонением.

Для определения касательных в начальной и конечной точках не замкнутой кривой выдаются соответственно *запросы*:

*Enter start tangent:* (Направление касательной начала:)

*Enter end tangent:* (Направление касательной конца:)

Для замкнутой кривой (ключ *Close (Замкни)*) выдается *запрос*:

*Enter Tangent:* (Направление касательной:)

*Упражнение:* нарисовать с использованием сплайнов графики переходных процессов в системе управления при обработке возмущения и изменении задания (рис. 11).

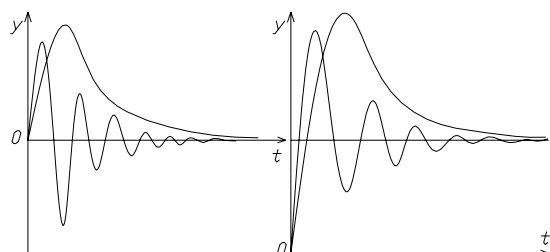


Рис. 11

### Полоса

Графический примитив *полоса* – плоская закрашенная линия любой заданной ширины, одинаковой по всей длине.

### Команда *TRACE (ПОЛОСА)*

*Запросы:*

*Trace width <current>:* (Ширина полосы <значение по умолчанию>:)

*From point:* (От точки:)

*To point:* (К точке:)

Команда *TRACE (ПОЛОСА)* практически идентична команде *LINE (ОТРЕЗОК)*. Отличие команд – в команде *TRACE* запрашивается ввод ширины полосы. Все отрезки полосы имеют одинаковую ширину. Заданный отрезок не появляется на экране до тех пор, пока либо не будет задан следующий отрезок, либо работа команды не будет прекращена нажатием клавиши *<ENTER>*.

Команду удобно использовать при рисовании различного вида таблиц, спецификаций, изображении линий технологических материальных потоков и т.п.

Основное неудобство при работе с этим графическим примитивом является сложность его модификации, т.е. изменение ширины или длины полосы.

### Область

*Область* – это часть плоскости, ограниченная некоторой замкнутой кривой или последовательностью связанных кривых, образующих замкнутую границу, не имеющую самопересечений, и лежащих в одной плоскости. Граница может состоять из отрезков, полилиний, окружностей, дуг, эллипсов, сплайнов. Область можно штриховать, тонировать, анализировать также ее площадь, момент инерции.

### Команда *REGION (ОБЛАСТЬ)*

создает область из существующих объектов, которые образуют замкнутую границу. Команда может быть вызвана из панели инструментов *Draw*, из меню *Draw* или из командной строки.

### Команда *BOUNDARY (КОНТУР)*

создает область (или замкнутый контур) из перекрывающихся объектов. При этом используется диалоговое окно *Boundary Creation (Создание контура)*. Диалоговое окно может быть вызвано из меню *Draw* (пункт *Boundary...*) (*Рисование* (пункт *Контур*)) или из командной строки после ввода команды *BOUNDARY (КОНТУР)*.

Для создания области требуется:

- в раскрывающемся списке *Object Type* (*Тип объекта*) необходимо выбрать *Region* (*Область*) (для создания полилинии, представляющей границу области, необходимо выбрать *Poliline* (*Полилиния*));
- выбрать *Make New Boundary Set* (*Создание нового контура*) и выбрать объекты, участвующие в образовании области *Из всех объектов на экране* (*From Everything on Screen*) или *Из существующего контура* (*From Existing Boundary Set*);
- указать точку внутри каждого объекта, который вы хотите сделать областью (для этого нажать кнопку *Pick Points* (*Указание точек*)).

При создании полилинии, являющейся границей области, в раскрывающемся списке *Object Type* (*Тип объекта*) необходимо выбрать *Poliline* (*Полилиния*). Остальные действия остаются без изменений.

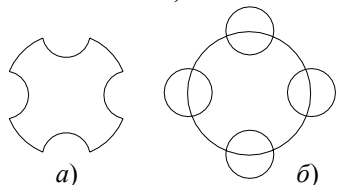


Рис. 12

Команду *BOUNDARY* (*КОНТУР*) удобно использовать при создании сложных объектов, которые легко могут быть получены как результат наложения простых объектов. Например, объект, изображенный на рис. 12, а, может быть получен при использовании команды *BOUNDARY* (*КОНТУР*) из объектов на рис. 12, б.

#### Блок

Формирование объектов, которые часто используются, может быть произведено один раз. Затем они объединяются в блок, и чертеж может выполняться с использованием их как «строительных материалов». При выполнении конструкторской технологической документации разрабатываемой системы управления, выполнении функциональных и принципиальных схем автоматизации в виде блоков могут быть представлены технологические аппараты (реакторы, теплообменники, смесители), насосы (центробежные, плунжерные, шестеренчатые), запорно-регулирующая арматура, элементы электрических принципиальных схем (реле, лампы, резисторы, предохранители, транзисторы, диоды) и др. Для создания блоков используются команды *BMAKE* (*СБЛОК*) и *BLOCK* (*БЛОК*).

#### Команда *BMAKE* (*СБЛОК*)

определение блока «на ходу» с помощью диалогового окна *Block Definition* (*Создание описания блока*) и без удаления объектов из чертежа.

В диалоговом окне можно:

- присвоить имя создаваемому блоку (*Block name: (Имя блока:)*);
- выбрать объекты, включаемые в блок (*Select objects (Выбрать объекты)*);
- указать базовую точку для привязки блока к чертежу (*Select point (Базовая точка)*);
- просмотреть список имен существующих в текущем чертеже блоков (*List Block Name... (Список имен блоков...)*).

#### Команда *BLOCK* (*БЛОК*)

Запросы:

*Block name (or ?): (Имя блока: (или ?))* – имя создаваемого блока (имена блоков могут содержать до 31 символа). При вводе «?» выдается список существующих в текущем чертеже блоков.

*Insertion base point: (Базовая точка вставки:)* – указать точку для привязки блока к чертежу.

*Select objects: (Выберите объекты:)* – указать объекты, включаемые в блок.

Записанные в блок объекты исчезают с экрана, для их восстановления пользуется командой *OOPS* (*ОЙ*).

#### Команда *WBLOCK* (*ПБЛОК*)

Команды *BMAKE* (*СБЛОК*) и *BLOCK* (*БЛОК*) создают блок, который доступен для использования только в текущем чертеже. Для получения блоков, которыми можно воспользоваться при создании других чертежей используется команда *WBLOCK* (*ПБЛОК*). Эта команда служит для записи блока в отдельный файл с заданным именем.

*Запрос:*

*Block name:* (*Имя блока:*) – вводится имя блока или *Пробел*. При вводе имени блока на диск записываются все примитивы, составляющие заданный блок. При нажатии клавиши *Пробел* требуется выбрать объекты и базовую точку, как в команде *BLOCK* (*БЛОК*).

### Команда *INSERT* (*ВСТАВЬ*)

Предварительно определенные блоки или существующие файлы рисунков можно вставить в качестве блока в текущий чертеж с помощью команд *INSERT* (*ВСТАВЬ*) и *DDINSERT* (*ДИАЛВСТ*).

Запросы команды *INSERT* (*ВСТАВЬ*):

*Block name (or ?):* (*Имя блока (или ?):*) – имя включаемого в чертеж блока. При вводе «?» выдается список существующих в текущем чертеже блоков. Если блок с заданным именем не определен, ищется файл рисунка, имеющий такое имя. Если в ответ на *запрос* ввести «~», то на экран выведется диалоговое окно *Select Drawing File* (*Выбор файла рисунка*).

*Insertion point:* (*Точка вставки:*) – координата точки включения блока, которая совмещается с базовой точкой блока *base point*.

*X scale factor/Corner/XYZ:* (*Масштаб по оси X/Угол/XYZ:*) – вводится число – коэффициент масштабирования по оси *X* (по умолчанию 1) или точка. Заданная точка вместе с точкой вставки определяют углы масштабного прямоугольника, определяя одновременно масштаб по осям *X* и *Y*. При использовании ключа *Corner* (*Угол*) выдается запрос *Other corner:* (*Второй угол:*), который определяет второй угол масштабного прямоугольника;

*Y scale factor:* (*Масштаб по оси Y:*) – коэффициент масштабирования по оси *Y* (по умолчанию равен масштабу по оси *X*). Если коэффициент масштабирования задан со знаком «-», то осуществляется зеркальное отображение;

*Rotation angle:* (*Угол поворота:*) – угол поворота (по умолчанию 0).

При включении блока в чертеж AutoCAD обрабатывает его как графический примитив. Для работы с его отдельными составляющими блок необходимо разбить. Для этого используется команда *EXPLODE* (*РАСЧЛЕНИ*).

### Команда *DDINSERT* (*ДИАЛВСВ*)

позволяет вставить блок или существующий файл рисунка с использованием диалогового окна *Insert* (*Вставка*). В диалоговом окне представлены те же запросы, которые выдаются командой *INSERT* (*ВСТАВЬ*). При использовании команды *DDINSERT* (*ДИАЛВСВ*) вставляемый блок может быть одновременно разбит. Для этого в диалоговом окне устанавливается значок *Explode* (*Расчлененный*).

*Упражнение:* выполнить в виде блоков элементы принципиальных электрических схем (рис. 13).

*Упражнение:* выполнить в виде блоков элементы технологических схем: запорно-регулирующая арматура, емкости теплообменники, реакторы (рис. 14).

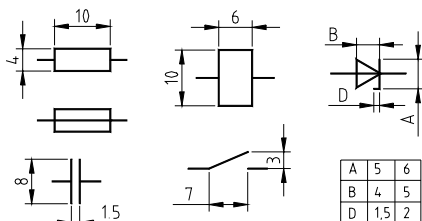


Рис. 13

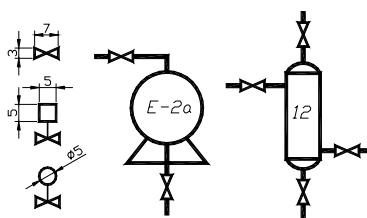


Рис. 14

*Упражнение:* выполнить в виде блока фрагмент функциональной схемы автоматизации (рис. 15)

Приборы по месту	
Щит преобраз	
Информационный щит	
Пульт управления	
P-130	Входы
	Выходы
УВМ	
Мнемосхема	

Рис. 15

### Редактирование чертежей

Команды AutoCAD позволяют вносить в чертеж различные изменения. Большинство команд редактирования расположено в меню *Modify* (*Редактирование*) и панели инструментов *Modify* (*Редактирование*).

#### Команда *EXPLODE* (*РАСЧЛЕНИ*)

заменяет блок на составляющие его примитивы, а также формирует простые отрезки и дуги из двумерных полилиний. При расчленении полилинии информация о ширине сегментов теряется. После выполнения команды выдается сообщение:

*Exploding this poliline has lost width information*

(*При расчленении этой полилинии потеряны сведения о ширине*).

Нельзя расчленить блоки, вставленные командой *MINSERT* (*МВСТАВЬ*), блоки с неравными масштабными коэффициентами по различным осям, внешние ссылки и зависимые от них блоки.

#### Команда *ERASE* (*СОТРИ*)

служит для удаления сформированного набора объектов.

Разновидностью команды *ERASE* является команда *ERASE Last* (*СОТРИ Последний*), которая предназначена для стирания последнего построенного объекта. Для выполнения этой команды можно в ответ на запрос *Select object: (Выберите объект:)* ввести *L(P)*.

Для восстановления удаленных объектов используется команда *OOPS* (*ОЙ*).

#### Команда *MOVE* (*ПЕРЕПЕСТИ*)

обеспечивает перемещение набора объектов.

*Запросы:*

*Base point or displacement: (Базовая точка или перемещение:)* – указывается точка, относительно которой предполагается смещение набора объектов.

*Second point of displacement: (Вторая точка перемещения:)* – указывается новое положение базовой точки.

#### Команда *COPY* (*КОПИРУЙ*)

обеспечивает копирование сформированного набора объектов.

*Запросы:*

*<Base point or displacement>/Multiple:*

(*<Базовая точка или перемещение>/Несколько:*)

По умолчанию указывается точка, относительно которой предполагается копирование набора объектов. Для создания множества копий используется ключ *Multiple* (*Несколько*). При этом на запрос *Base point* (*Базовая точка*) указывается базовая точка для множественного копирования.

*Second point of displacement: (Вторая точка перемещения:)* – точка смещения. Определяет положение новых копий объектов.

Можно копировать объекты из других чертежей через *буфер* (*clipboard*) с помощью пунктов *Cut*

(*Вырезать*), *Copy* (*Копировать*) и *Paste* (*Вставить*), находящихся в меню *Edit* (*Редактирование*); с помощью кнопок *Cut to Clipboard*, *Copy to Clipboard*, *Paste from Clipboard*, находящихся в стандартной панели инструментов; с помощью команд *CUTCLIP* (*ВБУФЕР*), *COPYCLIP* (*КБУФЕР*), *PASTECLIP* (*ВСТБУФЕР*) из командной строки.

#### Команда *ROTATE* (*ПОВОРОТ*)

обеспечивает поворот набора объектов.

*Запросы:*

*Base point:* (*Базовая точка:*) – центр вращения;

*<Rotation angle>/Reference:* (*<Угол поворота>/Ссылка:*).

Для поворота относительно существующего угла используется ключ *Reference* (*Ссылка*). При этом выдаются запросы:

*Reference angle <0>:* (*Угол ссылки <0>:*) – задается угол, определяющий текущее положение объекта;

*New angle:* (*Новый угол:*) – задается новое положение объекта.

#### Команда *SCALE* (*МАСШТАБ*)

обеспечивает изменение размеров существующих объектов.

*Запросы:*

*Base point:* (*Базовая точка:*) – задается центр масштабирования;

*<Scale factor>/ Reference:* (*<Масштаб>/Ссылка:*) – указывается коэффициент масштабирования.

Вводимое число воспринимается как относительный масштабный коэффициент, на который умножаются все размеры выбранных объектов. При установке ключа *Reference* (*Ссылка*) для определения коэффициента масштабирования с применением существующих объектов выдаются запросы:

*Reference Length:* (*Длина ссылки:*) – задается исходная длина объекта масштабирования;

*New Length:* (*Новая длина:*) – задается новая требуемая длина.

#### Команда *MIRROR* (*ЗЕРКАЛО*)

обеспечивает формирование зеркальных отражений существующих на рисунке объектов, удаляя или сохраняя при этом оригиналы.

*Запросы:*

*First point of mirror line:* (*Первая точка оси отражения:*);

*Second point:* (*Вторая точка:*);

*Delete old objects? <N>* (*Удалить старые объекты? <H>:*).

#### Команда *OFFSET* (*ПОДОБИЕ*)

строит объект подобный существующему с заданным смещением или через заданную точку с сохранением ориентации.

*Запросы:*

*Offset distance or Through <current>:*

(*Величина смещения или точка <текущее значение>:*);

*Select object to offset:* (*Выберите объект для создания ему подобных:*);

*Side to offset? (Сторона смещения?)* – если было указано смещение, показать курсором в какую сторону смещать;

*Through point:* (*Через точку:*) – если был выбран ключ *Through*, указать точку, через которую будет проходить смещенный объект.

Команду *OFFSET* (*ПОДОБИЕ*) удобно использовать при выполнении таблиц, спецификаций на заказное оборудование.

#### Команда *ARRAY* (*МАССИВ*)

обеспечивает получение нескольких копий выбранных объектов, размещенных в прямоугольной или круговой структуре.

*Запросы:*

*Rectangular or Polar array (<R>/P):*

(Прямоугольный или круговой массив (<П>/К)) – определение прямоугольного массива по строкам и столбцам или кругового массива.

*Запросы для определения прямоугольного массива:*

*Number of rows (---) <I>: (Число строк (---) <I>:);*

*Number of columns (| |) <I>: (Число столбцов (| |) <I>:);*

*Unit cell or distance between rows (---): (Размер ячейки или расстояние между строками (---):);*

*Distance between columns (| |): (Расстояние между столбцами (| |):).*

*Запросы для определения кругового массива:*

*Base/<Specify center point of array>: (Базовая/<Центр массива>).*

Далее запрашиваются два из трех параметров:

*Number of items: (Число элементов:);*

*Angle to fill (+=ccw, -=cw) <360>: ;*

(Угол заполнения (+=прс, -=пс)<360>:) – угол между первым и последним элементами относительно центральной точки (против часовой стрелки – положительное значение, против часовой стрелки – отрицательное значение);

*Angle between items (+=ccw, -=cw):*

(Угол между элементами массива (+=прс, -=пс):)

Для отказа от ввода числа элементов необходимо нажать <ENTER>, для отказа ввода угла заполнения – ввести 0 (нуль).

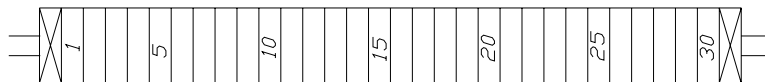
После выбора способа формирования кругового массива выдается запрос:

*Rotate objects as they are copied? <Y>*

(Поворачивать объекты при копировании? <Д>).

Команду *ARRAY* (*МАССИВ*) удобно использовать при выполнении спецификаций на заказное оборудование и средства автоматизации (при рисовании горизонтальных линий), клеммных колодок в принципиальных электрических схемах и монтажно-коммутационных схемах.

*Упражнение:* нарисовать клеммную колодку на 30 клемм с использованием команды *ARRAY* (*МАССИВ*).



### Команда *STRETCH* (*РАСТЯЖИ*)

обеспечивает перемещение выбранной части рисунка, сохраняя при этом связь с остальными частями рисунка. Выбор объектов должно производиться с ключом Секрамка (Crossing) или СМн-угол (SPolygon). Любые объекты, полностью заключенные в рамку или прямоугольник, перемещаются без преобразования. Отрезки, дуги и полилинии, пересекающие рамку или сторону выделяющего многоугольника, растягиваются только перемещением конечных точек, находящихся внутри этой рамки или многоугольника.

Команда *STRETCH* (*РАСТЯЖИ*) не влияет на ширину полилиний.

*Запросы:*

*Base point or displacement: (Базовая точка или перемещение:)*

*Second point of displacement: (Вторая точка перемещения:)*

### Изменение элементов чертежа

#### Команда *CHANGE* (*ИЗМЕНИ*)

позволяет изменить графические примитивы и их свойства.

*Запрос:*

*Properties/<Change point>: (Свойства/<Точка изменения>:)*

При указании точки будут сделаны изменения:

- для отрезка – передвинется его конечная точка;
- для круга – изменится радиус;
- для текста – изменится точка вставки, далее можно изменить стиль текста, высоту, угол поворота и сам текст;
- для блока – изменится точка вставки, далее можно изменить угол поворота блока.

При использовании ключа *Properties* (*Свойства*) можно изменить следующие свойства:

*Color* (*Цвет*) – цвет объекта;

*Elev* (*Уровень*) и *Thickness* (*Высота*) – уровень и высоту;

*Layer* (*Слой*) – слой;

*Ltype* (*Тип линии*) – ключ воздействует только на отрезки, дуги, круги и двумерные полилинии;

*LtScale* (*ЛМасштаб*) – масштаб отрезков видов линий.

Команда *BREAK* (*РАЗОРВИ*)

позволяет разбить объект на части (на несколько объектов того же типа). При этом в зависимости от используемых ключей можно осуществить разрыв без стирания или со стиранием части отрезка, круга, дуги, эллипса, двумерной полилинии, сплайна.

*Запрос:*

*Enter second point (or F for first point):*

(*Вторая точка (или П для первой точки)*)

При выполнении команды предполагается, что точка, используемая для выбора объекта, является точкой начала разрыва. Если это не так, то в ответ на запрос необходимо ввести ключ *F* (*П*) для указания первой точки разрыва.

Если вторая точка разрыва совпадает с первой, то стирания не происходит, а лишь осуществляется разбиение объекта на два объекта того же типа.

При разбиении круга из окружности вырезается дуга от первой до второй точки против часовой стрелки.

Команда *TRIM* (*ОБРЕЖЬ*)

обеспечивает частичное стирание отрезка, полосы, дуги и двумерной полилинии точно по режущей кромке.

*Запросы:*

*Select cutting edges: (Выберите режущие кромки:)* – режущей кромкой могут служить отрезки, дуги, круги, двумерные полилинии, сплайны, эллипсы, прямые, лучи.

*<Select object to trim>/Project/Edge/Undo:*

*<Выберите объект, который нужно обрезать>/Проекция/Кромка/*

*Отмени:*

необходимо указать часть объекта, предназначенную для удаления.

Команда *PEDIT* (*ПОЛПРЕД*)

предназначена для редактирования полилиний. Она позволяет:

- объединить любое количество соседних отрезков, дуг и двумерных полилиний в единую полилинию;
- разбить полилинию на две;
- переместить выбранные вершины полилинии или добавить новые;
- замкнуть открытую полилинию или открыть замкнутую;
- определить для полилинии единую ширину;
- изменить ширину отдельных сегментов полилинии;
- удалить все изломы и изгибы между двумя вершинами;
- подобрать гладкую кривую для полилинии.

*Запрос:*

*Select polyline: (Выберите полилинию:)* – если выбранный объект не полилиния, то выдается дополнительное сообщение и запрос:

*Object selected is not a polyline (Выбранный объект не полилиния);*

*Do you want to turn it into one? <Y> (Сделать его полилинией? <Д>)*

*Ключи:*

*Close (Замкни)* – создает замыкающий сегмент полилинии, соединяя ее последний сегмент с первым;

*Open (Разомкни)* – удаляет замыкающий сегмент полилинии;

*Join (Добавь)* – присоединяет к полилинии отрезки, дуги и другие полилинии, конец которых совпадает с конечной точкой текущей полилинии. При этом выдается дополнительный запрос:

*Select objects (выберите объекты:)*

*Width (Ширина)* – позволяет задать ширину, единую для полной полилинии. При этом выдается дополнительный запрос:

*Enter new width for all segments: (Новая ширина для всех сегментов:)*

*Edit vertex (Вершина)* – производит выбор и редактирование вершины и прилегающих сегментов;

*Fit (СГладь)* – создает кривую, сглаживающую все вершины полилинии;

*Spline (СПлайн)* – создает кривую, скругляющую все вершины полилинии.

*Decurve (Уберите сгл.)* – позволяет удалить сглаживание. При этом удаляются любые дополнительные вершины, вставленные при выполнении операции *Fit (СГладь)*, и выпрямляются все сегменты полилинии.

*Undo (Отмени)* – отменяет действие последней операции редактирования.

*eXit (выХод)* – выход.

При выборе режима редактирования вершин (ключ *Edit vertex*) становятся доступными следующие ключи редактирования:

*Next* и *Previous (След и Пред)* – перемещение маркера «X» к следующей или предыдущей точке;

*Break (Разорви)* – разрыв. Запоминается место вершины, отмеченное маркером «X», и выдается запрос:

*Next/Previous/Go/eXit <N> (След/Пред/Выполни/выХод<С>)*

теперь маркер можно переместить к любой вершине и ввести *Go (Выполни)*. Полилиния разорвется на две части. При разрыве замкнутая полилиния становится открытой, а замыкающий сегмент удаляется.

*Insert (ВСтавь)* – добавление к полилинии новой вершины. При этом выдается запрос:

*Enter location of new vertex: (Положение новой вершины:)*

новая вершина добавляется к полилинии после помеченной вершины;

*Move (ПЕренеси)* – перемещение помеченной вершины. При этом выдается запрос:

*Enter new location: (Новое положение:)*

*Width (Ширина)* – изменение начальной и конечной ширины сегмента, следующего за помеченной вершиной. При этом выдаются запросы:

*Enter starting width <1.00>: (Начальная ширина <1.00>:)*

*Enter ending width <1.00>: (Конечная ширина <1.00>:)*

После задания новой ширины сегмент сразу не перерисовывается. Для визуализации изменений необходимо воспользоваться ключом *Regen (PEген)*.

## Использование цвета и типов линий

Для всех примитивов или объектов при их создании можно определить цвет и тип линии. Для этого используются соответственно команды *COLOR (ЦВЕТ)* и *LINETYPE (ТИПЛИН)*.

Команда *COLOR (ЦВЕТ)* выдает запрос:

*New object color <current>: (Новый цвет для объектов <текущий>:)*

В AutoCAD для задания цвета используются имена от *Red (Красный)* до *White (Белый)* для основных цветов, цифры от 1 до 255 для всех возможных цветов, а также ключевые слова *BYLAYER (ПОСлою)* и *BYBLOCK (ПОБЛОКУ)*.

Установить цвета объекта можно через диалоговое окно *Select Color (Выбор цвета)*, вызываемое через пункт *Color... (Цвета...)* меню *FORMAT (ФОРМАТ)* или командой *DDCOLOR*.

Изменить цвет объекта можно через пункт *Color Control (Управление Цветом)* панели инструментов *Object Properties (Свойства Объекта)*.

Команда *LINETYPE (ТИПЛИН)* позволяет изменить тип линии через диалоговое окно *Layer & Linetype Properties (Параметры слоев и типы линий)*. Это диалоговое окно может быть также вызвано через меню *FORMAT (ФОРМАТ)*, пункт *LINETYPE*.



## Список литературы

1. AutoCAD 14. Русская и англоязычная версии / Э. Т. Романычева, Т. М. Сидорова, С. Ю. Сидоров, Т. Ю. Трошина. – М.: ДМК, 1998. – 512 с.
2. Романычева Э. Т., Соколова Т. Ю. Компьютерная технология инженерной графики в среде AutoCAD 2000: Учеб. пособие для вузов. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 656 с.
3. Автоматизация инженерно-графических работ / Г. Красильникова, В. Самсонов, С. Тарелкин. – СПб: Изд-во «Питер», 2000. 256 с.
4. Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: Справочник / Э. Т. Романычева, А. К. Иванова, А. С. Куликов и др.; Под ред. Э. Т. Романычевой. – М.: Радио и связь, 1989. – 448 с.