

**Владимирский государственный университет**

**Кафедра «Сопротивления материалов»**

**Малова Н.А.**

**КУРС ЛЕКЦИЙ  
ПО АВТОМАТИЗИРОВАННОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ В  
СРЕДЕ АВТОКАД**

**ЧАСТЬ 1**

**Владимир 2003**

## ЛЕКЦИЯ 1 **ВОЗМОЖНОСТИ АВТОКАДА. СЛУЖЕБНЫЕ СРЕДСТВА.**

Автокад (AutoCAD - Automated Computer Aided Drafting and Design) - прикладная система автоматизации чертежно-графических работ. Сегодня Автокад является международным стандартом для подготовки конструкторской документации. Система постоянно развивается, и в настоящий момент наиболее популярными являются версии 2000 - 2004 для Windows-98,NT, 2000, XP. Программа универсальна, поскольку позволяет выполнять графические работы в любой области промышленности как в 2-мерном, так и в 3-мерном пространстве. Автокад ориентирован для работы человека в интерактивном, т.е. диалоговом, режиме, позволяя на экране видеть результат своих действий. Черчение в системе очень удобно: нет необходимости замерять расстояния, вычислять координаты или размеры, поскольку имеются средства указания и необходимые команды, производящие все необходимые вычисления и замеры.

Автокад представляет собой графический редактор, однако в отличие от художественных редакторов работает не с изображением, а с геометрическим описанием объектов, составляющих изображение. Так, отрезок во внутреннем представлении графического редактора описывается двумя точками, круг – центром и радиусом и т.д. Такое представление данных называется векторным (в отличие от пиксельного или растрового), которое позволяет производить различные геометрические преобразования.

**Запуск системы AutoCAD** осуществляется в среде Windows через кнопку Start (Пуск) – Programs (Программы), или двойным щелчком мыши на пиктограмме ACAD, если таковая имеется.

Вы попадаете в графический редактор (рис.1.1): на экране появляется графическая зона (в центре, 1) с движущимся перекрестьем для указания точек и пиктограммы используемой системы координат (5) в нижнем левом углу графической зоны; список экранного меню (справа, 2); строка падающего меню (3), зона подсказок и формирования команд (снизу,6); строка состояния, или статусная строка, (под командной, 6); набор «плавающих» панелей, которые могут быть изменены по усмотрению пользователя (4).

В **графической зоне** происходит непосредственное рисование. **Перекрестие** графической зоны является средством указания, помогает ориентироваться в рисунке, находить и указывать нужные точки. **Строка состояния** позволяет следить за текущими настройками рисунка. **Командная строка** содержит информацию о выполнении команды и ведет диалог с пользователем.

Поскольку общение с Автокадом происходит посредством команд, система работает попеременно в двух режимах: режиме ожидания команды и ее выполнения. Режим ожидания команды содержит только одну запись “Command:”. В процессе выполнения команды возникает диалоговый режим между программой и пользователем, поэтому и в том и в другом случае нужно следить и за командной строкой, и за строкой состояния, содержащим текущую информацию.

**Вызов команд** в Автокаде осуществляется при помощи экранного меню, падающего меню, плавающих панелей или непосредственным вводом команды с клавиатуры в командной строке. Доступ в экранное меню осуществляется как с помощью мыши, так и с помощью клавиши Insert; падающее меню и плавающие панели доступны только при помощи мыши. Помимо команд существуют системные переменные, обеспечивающие ту или иную настройку рисунка. Имя системной

переменной вводится также в командной строке, после чего запрашивается ее значение.

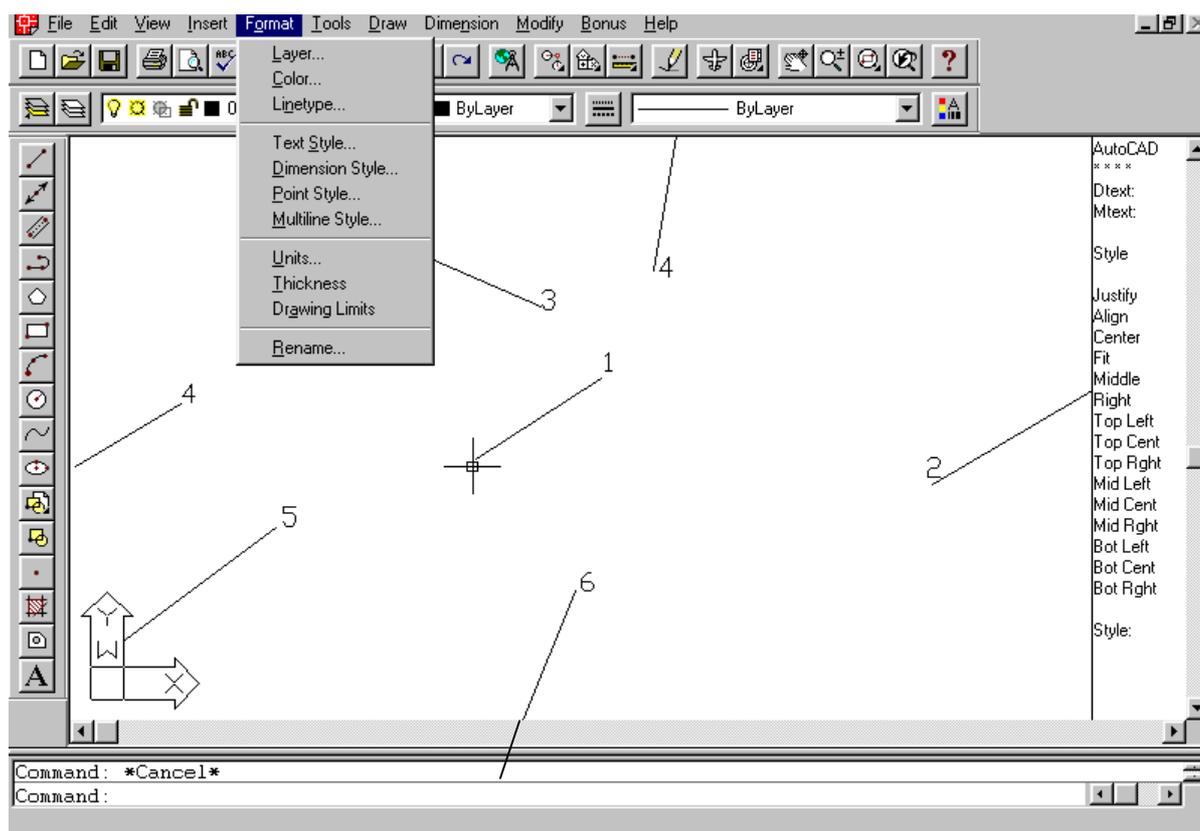


Рис.1. Основные зоны графического редактора

**Исполнение команды** осуществляется после ее занесения любым способом в командную строку (при вводе команды с клавиатуры следует нажать клавишу Enter или пробел). В процессе исполнения команды может появиться список дополнительных подкоманд, которые называются «опции». Выбор соответствующей опции продолжает процедуру выполнения команды.

Первая страница экранного **меню** называется корневым меню. Строки корневого меню вызывают следующие, и т. д., образуя древовидную структуру, заканчивающуюся отдельными командами. В падающем меню пункты подменю не листаются, а «выпадают» в графическую зону: пункт со стрелкой вызывает подменю; **троеточие** означает вызов диалогового окна.

**Плавающие панели** в рисунке вызываются из бара инструментариев (падающее меню VIEW – Toolbars; бар можно активизировать, щелкнув правой кнопкой мыши на любой пиктограмме). Каждая панель легко переносится мышью по области рисунка и размещается так, чтобы не мешать работе. Большое количество панелей загораживают графическую область, поэтому в работе следует оставлять только часто используемые.

Две панели, которые не рекомендуется удалять из рисунка, расположены, как правило, вверху и называются Standard Toolbar (стандартная панель) и Object Properties (свойства объектов).

Одним из основных устройств управления является **клавиатура**. Она предназначена для ввода команд, текста, цифровой информации, ввода «горячих клавиш» и т.п.

Другим не менее важным и частично дублирующим клавиатуру устройством управления является **мышь**. Она позволяет быстро перемещать средство указания и

задавать в поле рисунка нужные точки, ей доступны все виды меню, с помощью которых вызываются команды, и т.п. За каждой кнопкой мыши закрепляется определенная функция. Свойство левой кнопки – вводить точки в графической зоне, находить объекты, запускать команды при помощи списка меню или пиктограмм; правая кнопка дублирует клавишу ENTER: это функция завершения и повтора предыдущей команды. Кроме того, правая кнопка вызывает контекстное меню, содержание которого зависит от месторасположения указателя мыши: в графической зоне - список опций текущей команды; при щелчке на любой пиктограмме – список всех плавающих панелей; в строке состояния – настройка указанного мышью режима, и т.д.

В Автокаде используется традиционная декартова **система координат**. Все три координаты (x,y,z) хранятся в собственной внутренней системе координат – т.н. Мировой (WORLD) системе координат (МСК). Однако при работе с рисунком можно пользоваться и своей назначенной, пользовательской системой. Если в рисунке используется мировая система координат, то пиктограмма осей, располагаемая в левом нижнем углу, имеет букву W (World – мировая).

**Единицы измерения.** Все расстояния между точками измеряются в условных единицах. Соответствие между условными единицами Автокада и конкретной системой (метрической, дюймовой) устанавливаются выбором формата представления. Число знаков после запятой может изменяться от 0 до 8. Точность отображения можно увидеть по координатам в строке состояния.

Автокад не предусматривает **масштаб рисования** – при любых размерах чертеж можно выполнять в масштабе 1:1 и работать только с его видимой частью. Соответствие между 1мм и 1 усл. единицей задается пользователем. Чертеж можно передвигать по экрану, приближать или удалять отдельные его участки, уменьшать, увеличивать и, наконец, компоновать в соответствии с необходимым форматом листа для дальнейшей распечатки.

**Чертеж – файл.** В результате рисования в Автокаде получается не собственно чертеж, а файл, содержащий геометрическую, текстовую и другую вспомогательную информацию, полностью записывающую графический объект. Файл можно сохранять и редактировать впоследствии. Поскольку Автокад является приложением Windows, то на файлы, созданные в Автокаде, распространяются общие правила: имя файла может иметь длину до 256 любых символов. Файлу, созданному в Автокаде, автоматически присваивается расширение dwg. Сохранение готового рисунка происходит по команде SAVE (Сохрани) и SAVE AS (Сохрани как). Однако существует и автоматическое сохранение рисунка, а также запрос о сохранении при выходе из программы.

### Служебные средства Автокада.

В Автокаде предусмотрены специальные средства указания точек - **режимы рисования**:

**GRID (сетка)** - формирует на экране точечное поле с заданным расстоянием между точками;

**SNAP (шаг)** - заставляет графический курсор (перекрестие или прицел) перемещаться дискретно - т.е. по шагам, с заданным интервалом;

**ORTHO (орто)** - включает ортогональный режим рисования, т.е. параллельно осям текущей системе координат (или сетки);

**OSNAP (привязки)** – Object snap (объектная привязка), осуществляющая автоматическое нахождение характерных точек объектов (конечных точек, середины, пересечений, центра и т.д.).

Эти и другие параметры рисования назначаются в диалоговом окне Drawing Aids падающего меню TOOLS (версия 14) или Drafting Settings (версия 2000).

На рис. 2 представлено диалоговое окно (версии 2000) настройки сетки Grid и шаговой привязки (Snap).

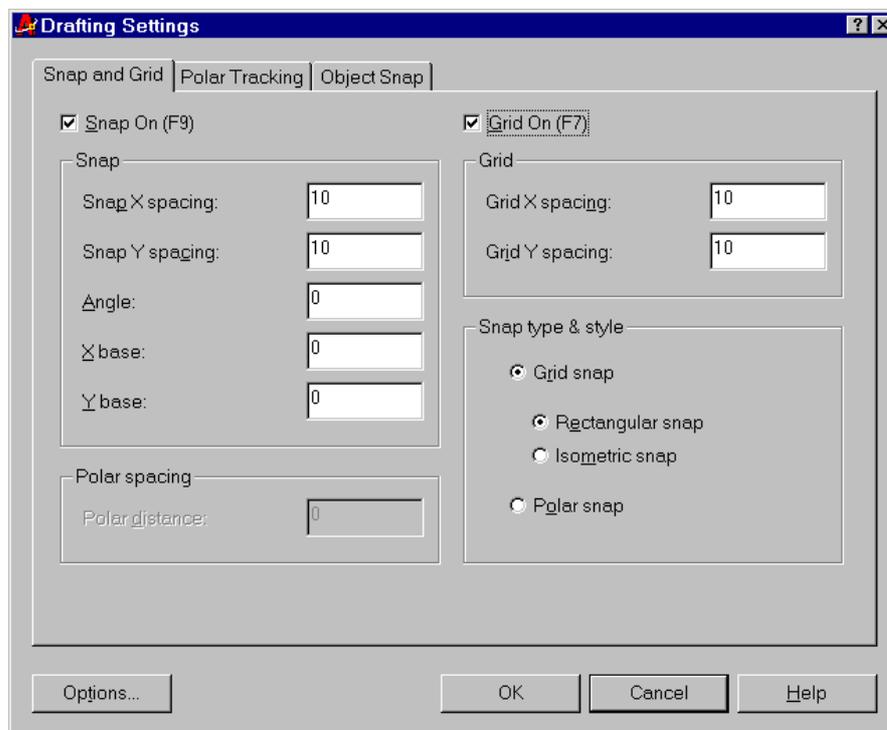


Рис. 2. Режимы рисования

Включение и отключение режимов рисования, переключение управления курсором и другие функции могут быстро осуществляться при помощи “Кнопочного меню” Автокада:

Таблица

#### Функции клавиш

Клавиши	Функция
F2	Переключение экрана из графического режима в текстовый
F3	Включение/отключение режима объектной привязки
F6	Переключение отображения координат
F7	Включение/отключение режима СЕТКА
F8	Включение/отключение режима ОРТО
F9	Включение/отключение режима ШАГ
CTRL- E	Переключение плоскостей изометрии
ESC	Отмена команды
INSERT	Курсор меню + Ctrl ↑↓
ENTER (пробел)	Выполнение команды, окончание ввода, повторение предыдущей команды (то же правая кнопка мыши)

**DRAGMODE (Режим слежения)** – очень удобное средство: при рисовании и редактировании происходит динамическое отслеживание их будущего положения на экране. Автокад «подсказывает», что Вы можете получить в результате, если зафиксируете на экране координату текущей точки курсора (перекрестия). Как правило, режим слежения в рисунке активен (т.е. включен).

**LIMITS (Лимиты)** – прямоугольная области плоскости XY, задаваемая двумя противоположными вершинами. Если лимиты включены (опция ON), то происходит контроль над вводом точек за пределами лимитов: проще говоря, этот ввод запрещается. Это необходимо в том случае, когда полезно ограничить рабочую зону, если формат чертежа заранее определен. Поле сетки ограничено размерами лимитной рамки.

**TEMPLATE (Рисунок-шаблон)**. Каждый раз, входя в новый рисунок, Автокад по умолчанию загружает в него настройку чертежа (единицы измерения, систему координат, цвет и тип линии, и т.п.) согласно рисунку – шаблону (для метрической системы измерения это **acadiso.dwt**). Рисунок – прототип (Template - шаблон) имеет расширение dwt и может быть создан самостоятельно. В дальнейшем им можно пользоваться при загрузке нового рисунка, в этом случае свойства шаблона будут приравнены новому рисунку. Использование шаблона (рис. 3) избавит Вас от предварительных настроек, необходимых для дальнейшей работы.

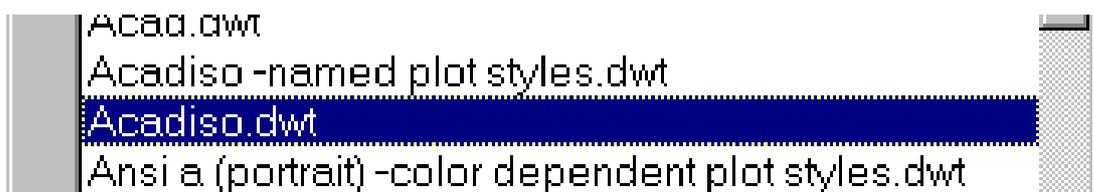
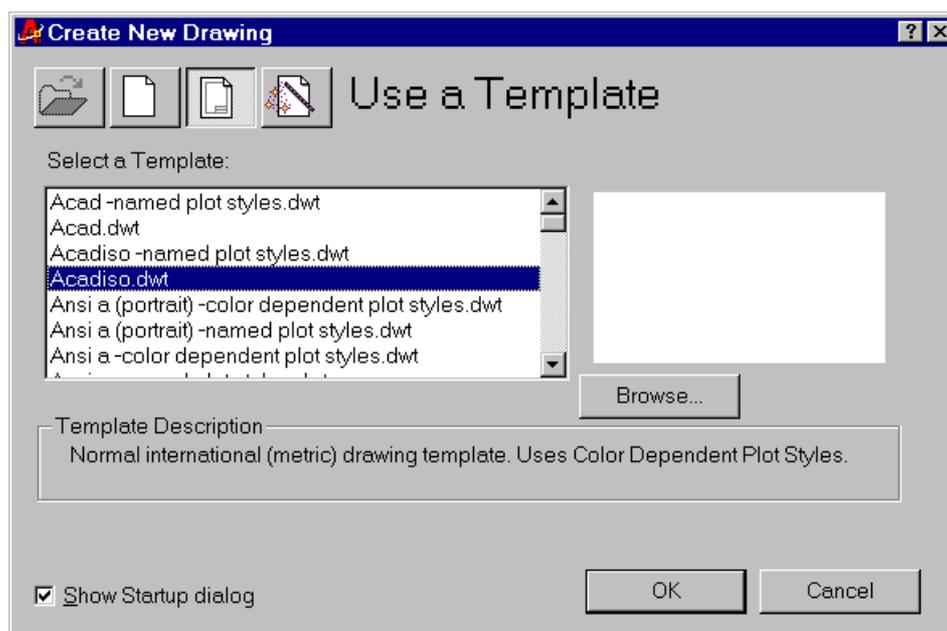


Рис. 3. Создание нового рисунка с использованием шаблона

**ОСНОВНЫЕ ПРИМИТИВЫ. СПОСОБЫ ВВОДА КООРДИНАТ.**  
**ИСПРАВЛЕНИЕ ОШИБОК**

Все примитивы Автокада имеют собственную команду рисования, соответствующую имени примитива. Список команд находится в падающем меню DRAW, экранном DRAW1 и DRAW2, а также большая часть примитивов имеет свою пиктограмму в плавающей панели DRAW.

<b>Пиктограм-</b>	<b>Команда примитива</b>	<b>Кор. ввод</b>	<b>Экранное меню</b>	<b>Комментарии, основные опции</b>
	<b>POINT ТОЧКА</b>	<b>po</b>	<b>DRAW2</b>	Имеет координаты, размер и код; используется как вспомогательное средство разметки и проч.
	<b>LINE ОТРЕ- ЗОК</b>	<b>L</b>	<b>DRAW1</b>	Задается двумя точками. Опции: Close (замкни); Undo (отмени предыдущий сегмент); Continue (продолжи); значок @ (от последней введенной точки).
	<b>ARC ДУГА</b>	<b>a</b>	<b>DRAW1</b>	Задается 3 параметрами (всего св. 12 комбинаций); по умолчанию строится против часовой стрелки.
	<b>CIRCLE КРУГ</b>	<b>c</b>	<b>DRAW1</b>	Построение окружности по центру и радиусу (или диаметру); по 2 диаметральных точкам; 3 точкам; с использованием касательных.
	<b>PLINE ПОЛИ- ЛИНИЯ</b>	<b>pl</b>	<b>DRAW1</b>	Единый объект, строящийся из линейных и дуговых сегментов. Имеет свойство "width" (ширина). Полилиния с ненулевой шириной м.б. закрашена.
	<b>REC- TANG ПРЯМО- УГОЛЬ- НИК</b>	<b>rec</b>	<b>DRAW1</b>	Производная полилинии. Строится указанием противоположных вершин. Вершины могут быть скруглены или подрезаны; имеет свойство ширины и закрашки.
	<b>POLY- GON МНО- УГОЛЬ- НИК</b>	<b>pol</b>	<b>DRAW1</b>	Производная полилинии, строящая правильные многоуг-ки от 3 до 1024 сторон. Опции: Edge (указание начала и конца стороны); Circumscribed (по центру вписанной окружн.) или Inscribed (описанной окружн.)
	<b>ELLIPSE ЭЛ- ЛИПС</b>	<b>el</b>	<b>DRAW1</b>	Производная полилинии. Строится по по оси и полуоси или центру и двум полуосям.
	<b>DONUT КОЛЬ- ЦО</b>	<b>do</b>	<b>DRAW1</b>	Строит 2 концентрические окружности по внутреннему (inside) и внешнему (outside) диаметрам. Если внутренний диаметр = 0, строится круг. Круг и кольцо м.б. закраш.

	<b>SOLID ФИГУРА</b>	<b>so</b>	<b>DRAW2 SURFACE</b>	Сплошная область строится по 3-м или 4-м вершинам, введенным крест накрест. М.б. закрашена. 3-ю и 4-ю вершины можно вводить до бесконечности, присоединяя доп. область
нет	<b>TRACE ПОЛО- СА</b>	-	<b>Клавиша- тура</b>	Линейный сегмент ненулевой ширины
	<b>MLINE МУЛЬ- ТИЛИ- НИЯ</b>	<b>ml</b>	<b>DRAW1</b>	Построение параллельных (до 16) линейных сегментов (элементов) заданного стиля MLSTYLE (меню FORMAT)
	<b>RAY ЛУЧ</b>	-	<b>DRAW1</b>	Построение линии по начальной точке и второй, указывающ. направл. в бесконечность
	<b>XLINE ПРЯ- МАЯ</b>	<b>xl</b>	<b>DRAW1</b>	Создание бесконечной линии. Строит по 2 точкам или по 1 с выбором опций: Hor (гориз); Ver (вертикал); Ang (угол); Bisect (биссектриса: указ. половину угла 3 точками); Offset (смещение от базовой линии).
	<b>SPLINE СПЛАЙ</b>	<b>spl</b>	<b>DRAW1</b>	Строит кривую по определяющим точкам и направлению касательных в нач. и кон. точках
	<b>REGION ОБЛАСТ Ь</b>	<b>reg</b>	<b>DRAW2</b>	Создает плоскость, обр. замкнутыми полилинией, отрезками, дугами, сплайнами, без самопересечений. Можно тонировать, вычислять площадь.
нет	<b>SKETCH ЭСКИЗ</b>	-	<b>Клавиша- тура</b>	Эскиз, вып. «от руки» (при помощи движений мыши); состоит из мельчайших отрезков. Строится, когда задана опция Pen (перо).

**Ввод координат** можно задавать любым из существующих в Автокаде способов:

- **абсолютными декартовыми** координатами:  $x, y$ . Координаты являются абсолютными, если они выражают абсолютное расстояние от начала координат до избранной точки:  $x$  по горизонтали и  $y$  по вертикали;

- **относительными декартовыми** координатами:  $@x, y$  (@ знак, сообщающий системе, что построение осуществляется относительно предыдущей построенной точки, а не от точки начала координат). От предыдущей точки до последующей откладываются расстояния  $x$  и  $y$  с учетом знака координаты: правее и выше при положительных координатах, левее и ниже соответственно при отрицательных (рис. 1);

- **относительными полярными** координатами:  $@L < \alpha$  (здесь  $L$  - длина отрезка, отсчитываемая от предыдущей точки,  $< \alpha$  - угол, откладываемый от горизонтали). При положительных значениях длина отрезка откладывается вправо, а угол против часовой стрелки;

- предыдущие пункты в пользовательской системе координат (ПСК) для ввода координат в мировой системе будут выглядеть со звездочкой впереди

(означает переход из пользовательской системы в мировую):  $*x,y$  (абсолютные);  $@*x,y$  (относительные декартовы);  $@*L<\alpha$  (относительные полярные);

- указанием точек прямо в зоне чертежа графическим курсором (клавиатурой или мышью), пользуясь шаговой привязкой, сеткой, режимом орто, фильтрами, объектной привязкой;

- любыми комбинациями вышеназванных способов.

- бескоординатный ввод. Используется в том случае, когда в режиме слежения на экране задано направление построения или редактирования. С клавиатуры достаточно задать только одно значение (т.е. длину). Бескоординатным вводом можно пользоваться только в случае зафиксированного направления, которое обеспечивается режимами ORTHO или POLAR. В противном случае возможны ошибки при построении. Такой способ лучше применять тогда, когда приобретен навык построения с использованием ввода относительных координат.

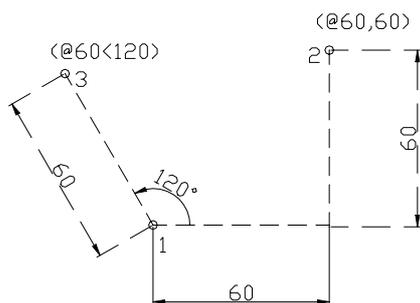


Рис. 1. Построение точек 2 и 3 относительно точки 1

### Исправление ошибок при построении:

1. В процессе построения некоторых примитивов (отрезок, полилиния, мультилиния) каждый последний введенный сегмент можно удалить при помощи опции Undo (отмени). Эта опция работает только внутри команды и позволяет последовательно удалять построенные сегменты вплоть до ввода начальной точки.

2. Отмена целиком всей команды осуществляется командой UNDO или U (меню EDIT). Каждый очередной запуск команды U отменяет действие команд в обратной последовательности их запуска вплоть до начала работы в рисунке. Неверная отмена может быть возвращена командой REDO (верни), немедленно идущей вслед за командой U. Этим командам соответствуют пиктограммы со стрелками (прямой и обратной) на панели STANDARD TOOLBAR.

3. Ненужные объекты можно стереть командой ERASE СОТРИ (меню MODIFY) или при помощи пункта CLEAR ОЧИСТИТЬ в меню EDIT, что тоже является запуском команды ERASE. Для удаления объектов с экрана требуется их указать Автокаду, чтобы было понятно, что именно следует стереть командой ERASE. Указание объектов осуществляется при помощи опции Select object или по предварительной команде SELECT (ВЫБЕРИ).

4. Иначе стереть объекты можно клавишей Delete, предварительно щелкнув перекрестием на удаляемом примитиве (щелчок на объекте в режиме ожидания команды высвечивает его цветными квадратиками – т.н. ручками).

## ЛЕКЦИЯ 3

### **СВОЙСТВА ПРИМИТИВОВ. ОБЪЕКТНАЯ ПРИВЯЗКА И РЕЖИМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ. ПОЛУЧЕНИЕ СПРАВОК**

**Примитив** – элементарный объект чертежа, обрабатываемый Автокадом как единое целое. Насчитывается порядка 20: точка, отрезок, круг, многоугольник, размер, текст, и.т.д.

Каждый примитив имеет ряд свойств, которые могут быть общими для всех в текущем рисунке, либо индивидуальными. Свойства, общие для всех примитивов рисунка, назначаются при помощи соответствующих диалоговых окон через падающее и экранное меню **FORMAT**, а также на панели свойств объектов **Object Properties**.

К свойствам примитивов относятся:

1. **Color - Цвет**. Всего до 256 оттенков, из них 8 основных цветов. Выбираются по палитре диалогового окна **Color**, или на панели свойств.
2. **Linetype – Тип линии**. Способ отображения объектов (сплошной, пунктирной, штрих-пунктирной, и.т.д.) Выбирается и загружается в рисунок из окна **Linetype**. Имеет имя, способ отображения и масштаб отображения (для длины пунктира: глобальный и индивидуальный).
3. **Layer – Слой**. Возможность распределения элементов чертежа по слоям, которые могут отключаться, замораживаться, блокироваться, удаляться (последнее за исключением встроенного нулевого). Наличие слоев в рисунке подобно калькам, уложенным друг на друга. Слои имеют имя, обладают своим цветом и типом линии. В каждом рисунке первоначально имеется один слой – нулевой. Он не может быть переименован и удален, в отличие от других. Каждый примитив может принадлежать только одному слою. Слой выбирается и загружается в рисунок из окна **Layer**.

Такие свойства, как уровень и высота, имеют смысл в трехмерной графике, и мы их рассматривать не будем. Свойство толщины линий **Lineweight** будет рассмотрено в теме «Печать».

Помимо конкретного цвета и типа линии примитив может иметь логический цвет и тип линии: **BYLAYER (ПОСЛОЮ)** и **BYBLOCK (ПОБЛОКУ)**. Это означает, что цвет и тип линии примитива будут изменяться в зависимости от принадлежности слою (блоку).

Каждый примитив рисуется со свойствами, заданными в данный момент в рисунке (панель **Object Properties**). Впоследствии их можно изменить в диалоговом окне **PROPERTIES (Свойства)** – пиктограмма на стандартной панели, или щелкнуть перекрестием на объекте и изменить цвет, тип линии либо принадлежность слою непосредственно на панели **Object Properties (Свойства объектов)**. Кроме того, свойства одного примитива можно передать другому при помощи команды **MATCHPROP** - пиктограмма на стандартной панели

**Объектная привязка** – служебное средство Автокада, служащее для точных построений. Разница между шаговой и объектной привязкой в том, что последняя позволяет находить характерные точки построенных объектов, даже если они находятся вне узлов сетки: например, конечные точки и середину линейных и дуговых сегментов, центры и квадранты окружностей, восстанавливает перпендикуляр и т.д. Ввод точек “на глаз” без использования всех имеющихся вспомогательных средств приводит лишь

к кажущейся точности построений, которую легко опровергнуть, укрупнив видимое изображение. Поэтому использование объектной привязки – гарантия безупречного чертежа.

Объектная привязка (ОП) – специальный режим задания точек, который действует только тогда, когда требуется указать нужную точку в графической зоне. При включенном режиме ОП к центру перекрестия добавляется прицел ОП – квадратное поле, размером и видимостью которого управляет диалоговое окно DRAFTING SETTING. Каждый параметр объектной привязки имеет свое имя, пиктограмму и геометрическую форму (маркер). Маркер появляется, когда прицел захватывает или даже касается характерной точки, параметр которой в настоящий момент активен (т.е. включен).

ОП может работать как во временном (параметр привязки включается перед вводом конкретной точки щелчком на пиктограмме соответствующего параметра ОП), так и в постоянном режиме (параметры привязки заранее назначаются в закладке Object Snap окна Drafting Settings). В последнем случае при построении или редактировании автоматически начинается поиск тех характерных точек, режимы которых включены.

Например, нужно построить отрезок от вершины прямоугольника до центра окружности в режиме временной привязки. Для этого перед вводом начальной точки необходимо сделать щелчок на пиктограмме ОП «пересечение», после этого перекрестие подводится к нужной вершине, тогда в ней высвечивается маркер пересечения (крестик); щелчком мыши подтверждается правильность поиска – точка введена; перед вводом второй точки отрезка включается привязка поиска центра, а прицел подводится к окружности, при этом маркер высвечивает центр окружности. Щелчок левой кнопкой – точка введена, а отрезок построен точно. При постоянном режиме устанавливаем в закладке Object Snap (рис. 2) активными параметры пересечения и центра, а сам режим поиска делаем активным (это можно сделать не только в диалоговом окне, но и щелчком на кнопке OSNAP строки состояния, или клавишей F3). Теперь поиск точек пересечения и центра при построении станет автоматическим.

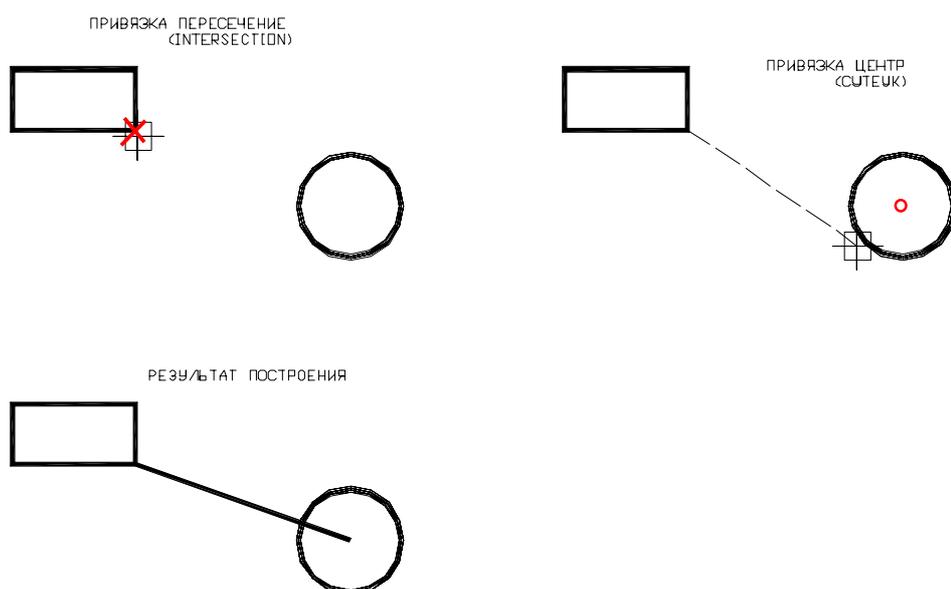


Рис.1. Построение отрезка при помощи объектной привязки

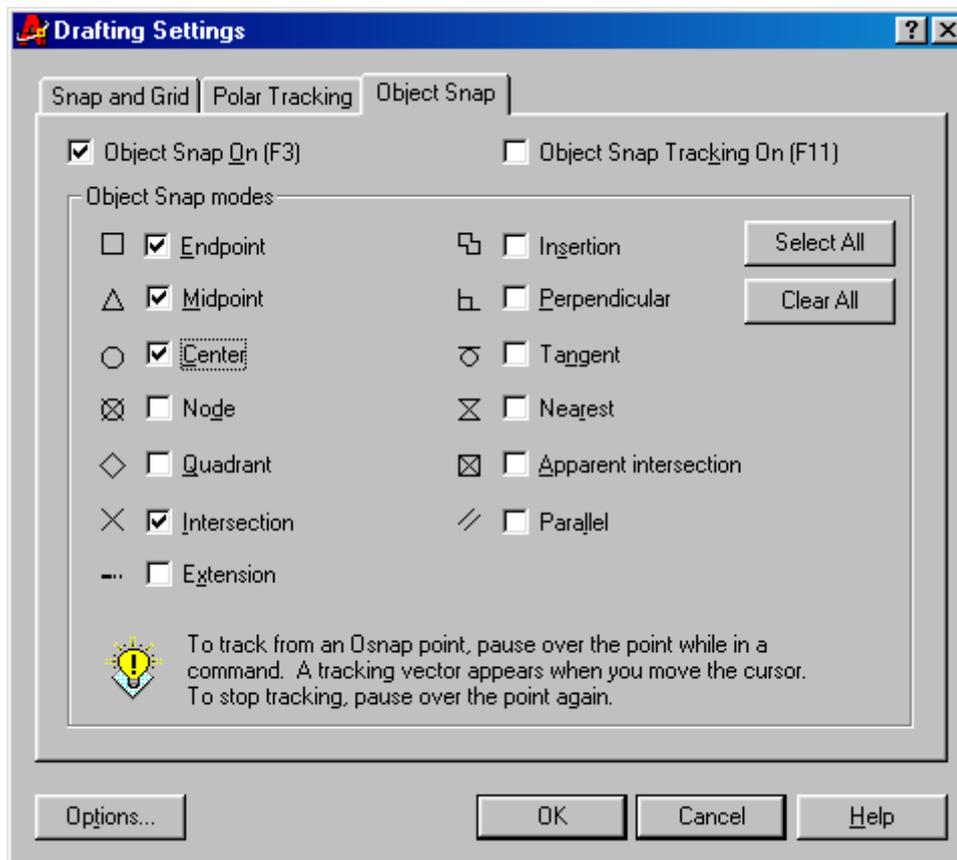


Рис. 2. Диалоговое окно Drafting Settings – управления объектной привязкой

Включение режимов временной ОП наиболее удобно с помощью пиктограмм плавающей панели Object Snap, или при помощи курсорного меню, которое вызывается комбинацией клавиш Shift– правая кнопка мыши. Диалоговое окно Drafting Settings для назначения постоянного режима быстрее всего может быть вызвано щелчком правой кнопки в строке состояния на соответствующем режиме (OSNAP) или щелчком на пиктограмме Object Snap Setting в группе пиктограмм объектной привязки.

Настройка размера и цвета маркера, включение изображения маркера, подсказки и т.д., осуществляется в опциях (кнопка Options – вызывается только в режиме ожидания команды).

**Отслеживание** в сочетании с объектной и шаговой привязкой позволяет находить любые точки чертежа:

- точки в заданном направлении от исходной (полярное отслеживание – Polar Tracking);
- точки, находящиеся на пересечении двух указанных объектной привязкой (Object Tracking).

**Polar Tracking** (полярное отслеживание) позволяет отложить точку в нужном направлении с использованием угловой шаговой привязки (рис. 3). Суть в следующем: текущая точка временно становится центром полярных координат. Относительно данной точки появляются траектории, описывающие полный круг под фиксированным углом, кратным заданному в настройках. Вдоль траектории можно откладывать необходимое расстояние, используя линейную шаговую привязку, которая в данном случае называется Polar Snap.

Назначение режимов Polar Tracking осуществляется в диалоговом окне Drafting Setting (соответственно закладка Polar Tracking); включение режима – соответствующей

кнопкой POLAR в строке состояния или функциональной клавишей <F10>. Шаг вдоль угловой траектории осуществляется в закладке Snap and Grid (заменяется шаговая привязка к сетке Grid Snap на полярную Polar Snap, после чего в поле Polar Spacing следует ввести размер шага); угловой шаг назначается в окне Polar Tracking. Здесь же выбирается отсчет угловой привязки – абсолютный (угол откладывается от оси X) или относительный (угол откладывается от текущей траектории). Следует заметить, что режимы Polar и Ortho являются взаимоисключающими: активизация одного автоматически отключает другой.

При Polar Tracking на помощь приходят флажки-подсказки (tooltip), указывающие направление и расстояние от текущей точки (рис.3). При достижении траекторией какого-либо объекта загорается привязка “пересечение”, которая позволяет закончить построение на объекте.

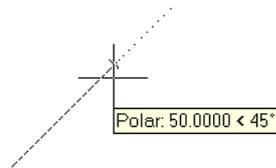


Рис. 3. Использование Polar Tracking

Наиболее удобным способом нахождения точек, имеющих общие координаты с имеющимися на чертеже, является постоянный режим **Object Tracking**, который активизируется функциональной клавишей <F11> или соответствующей кнопкой строки состояния (**OTRACK**). Режим работает совместно с объектной привязкой. При вводе необходимой точки следует «зацепить» без щелчка две характерные точки и отследить пересечение их траекторий: как только загорятся оба маркера объектных привязок, искомая точка найдена, ее следует ввести щелчком левой кнопки мыши. На рис. 4 показан пример нахождения центра прямоугольника при пересечении траекторий средних точек смежных сторон прямоугольника:

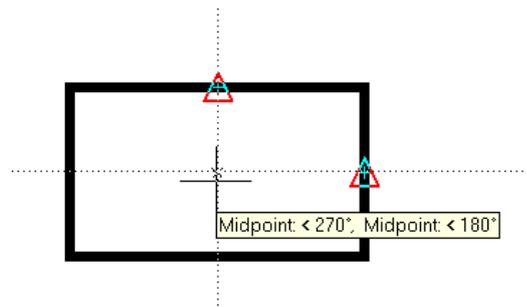


Рис. 4. Применение режима Object Tracking

Как при активизации Polar Tracking, так и при Object Tracking флажки-подсказки (tooltip) указывают, каким образом найдена точка, а векторы-траектории показывают пересечение.

Помимо постоянного режима Object Tracking можно использовать временный (его пиктограмма находится на панели Object Snap). Отличие временного режима в том, что на опорных точках следует щелкнуть.

Совместная работа объектной привязки, полярного отслеживания и траекторий чрезвычайно удобна и значительно ускоряет и упрощает работу.

## ПОЛУЧЕНИЕ СПРАВОК

Автокад обладает мощными справочными средствами по каждой команде, системной переменной, содержанию меню и т.д. Справка может быть вызвана пиктограммой со знаком вопроса "?", через меню HELP, или пунктом HELP любого диалогового окна. Кроме этого, система позволяет наводить справки посредством команд о текущем состоянии рисунка, дает описание указанного примитива, вычисляет координаты точек, расстояние между точками, и проч. Команды справок находятся в меню Tools – Inquiry и на стандартной панели:

- AREA (Площадь) – вычисляет площадь, ограниченную указанным примитивом. Имеет опции вычитания и добавления площади.
- DISTANCE (Дистанция) – измеряет расстояние между точками, их смещение по горизонтали и вертикали, а также угол, образуемый этими двумя точками. Угол вычисляется в зависимости от последовательности заданных точек.
- ID POINTS (Координаты) – вычисление координат x,y,z указанной точки в текущей системе координат.
- LIST (Список) – сообщает основные данные указанного (или сразу нескольких) объекта: тип примитива, координаты характерных точек, общие свойства, и т.д.
- STATUS (Статус) – сообщает о текущем состоянии рисунка (шаг, сетка, лимиты, занимаемая память и т.д.
- TIME (Время) – сообщает текущее время, время создания рисунка, его последнего редактирования и сохранения.

Команда CAL вызывает калькулятор.

## ЛЕКЦИЯ 4

### ВЫБОР ОБЪЕКТОВ. ШТРИХОВКА. НАНЕСЕНИЕ ТЕКСТА.

### РЕДАКТИРОВАНИЕ ПОЛИЛИНИЙ И МУЛЬТИЛИНИЙ

Прежде чем начать любое редактирование или штрихование построенного объекта, его следует указать Автокаду. Для этого осуществляется операция - **select object (выбор объектов)**.

Приглашение для выбора объектов сопровождается заменой перекрестия небольшим квадратиком, который называется прицелом. Размер прицела регулируется в диалоговом окне SELECTION (в настройках OPTION). Все, что попадает в прицел, оказывается выбранным. За один щелчок прицелом выбирается единый примитив (линейный сегмент ломаной линии, дуговой сегмент, полилиния, построенная за одну команду, круг, многоугольник, и т.д.) Наглядность выбора осуществляется подсветкой выбранного объекта при значении 1 системной переменной HIGHLIGHT, а также сообщением в командной строке: «n found», т.е. n объектов найдено. В случае повторного выбора одного и того же примитива выдается сообщение 1 (n) duplicate (повторно). Последовательный выбор объектов осуществляется левой кнопкой мыши; окончание выбора - <ENTER> или правая кнопка мыши.



Составные объекты выбирать прицелом неудобно, поэтому существуют несколько параметров выбора:

■ **Window (Рамка)** - объекты выбираются в прямоугольную рамку, противоположные вершины которой указываются при помощи координат с клавиатуры либо мышью в зоне рисунка. Выбираются те объекты, которые вошли в рамку целиком. На экране появляется рамка, очерченная сплошной линией.



■ **Crossing (Секрамка)** - то же, что и рамка, но выбор объектов расширен: выбираются все примитивы, полностью или частично попавшие в рамку. Рамка очерчивается пунктирной линией



■ **BOX (БОКС)** – объединяет два предыдущих метода: выбор прямоугольной рамкой, заданной слева направо, соответствует Window (рамке), справа налево – Crossing (секрамке).

■ **AUto (Авто)** - универсальный выбор, объединяющий в себя режим указания объектов прицелом, если же прицел не находит ни одного объекта, включается режим выбора в рамку или секрамку (бокс).

По умолчанию режим AUto постоянно работает в рисунке, и его нет необходимости дополнительно указывать. Данная настройка может быть отключена опцией Implied Windowing в диалоговом окне Selection, входящее в общие настройки Option.

■ **ALL (Все)** – выбор всех примитивов с участием отключенных, замороженных и заблокированных слоев.

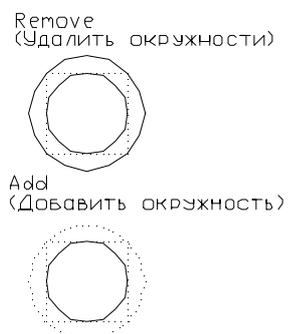
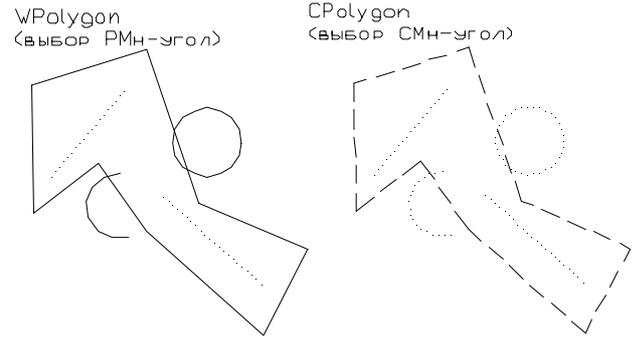
■ **WPolygon (PMн-угол), CPolygon (CMн-угол)** – выбор соответственно сплошным или секущим многоугольником по принципу Window (рамки) и Crossing (секрамки). Многоугольник строится произвольной формы путем

указания точек вокруг объектов, которые следует выбирать; при этом не допускаются самопересечения. Многоугольник замыкается автоматически после указания очередной вершины; для истинного замыкания вместо ввода очередной вершины следует нажать <ENTER> и соответствующую ей правую кнопку мыши.

- **Fence (Линия)** – выбирает объекты, пересекаемые линией. Линия может быть одна, или несколько (ломаная линия), которые могут, в отличие от многоугольника, иметь пересечения друг с другом.
- **Group (Группа)** – выбирает все объекты, входящие в указанную группу. Поименованная группа объектов создается при помощи команды GROUP: это удобно в том случае, когда приходится работать несколько раз с одним и тем же набором объектов.
- **Multiple (Несколько)** – позволяет указывать несколько объектов, если режим выбора разрешает только один объект.
- **Last (Последний)** - выбирается последний отрисованный объект.
- **Single (Единственный)** - выбирается только один объект.
- **Previous (Текущий)** - выбирается предыдущий набор объектов.

Остальные опции редактируют процесс выбора в случае нечаянных ошибок:

- **Remove (Удали)** - вывести из набора уже выбранных объектов те, которые не нужны в выборе (например, попали туда случайно).
- **Add (Добавь)** - отменяет режим удаления, продолжая выбор объектов.
- **Undo (Отмени)** - отменяет результат последней опции выбора.



Все вышеупомянутые опции выбора, за исключением Auto, который настроен по умолчанию, необходимо водить ключевыми буквами в ответ на запрос Select object или вызвать из экранного меню ASSIST.

Опции сложного выбора (Window, Crossing и т.п.) удобны для большого количества объектов. Такие примитивы, как полилиния, многоугольник, прямоугольник, а также блоки легко выбирать просто прицелом, поскольку это единые объекты и высвечиваются целиком за один щелчок. Диалоговое окно SELECTION позволяет назначать и редактировать параметры выбора объектов.

**Штриховка** - единый объект Автокада, выполняется автоматически. Заштриховывание образца осуществляется командой HATCH, запущенной из командной строки или при помощи диалогового окна **Boundary Hatch**, которое может быть вызвано:

- командой BHATCH из командной строки или экранного меню DRAW2;
- пиктограммой HATCH плавающей панели DRAW;
- пунктом HATCH... падающего меню DRAW.



Штриховка видна на экране только в том случае, если системная переменная **FILLMODE =1**, что означает, что режим закрашки объектов включен (в противном случае переменная равна 0)

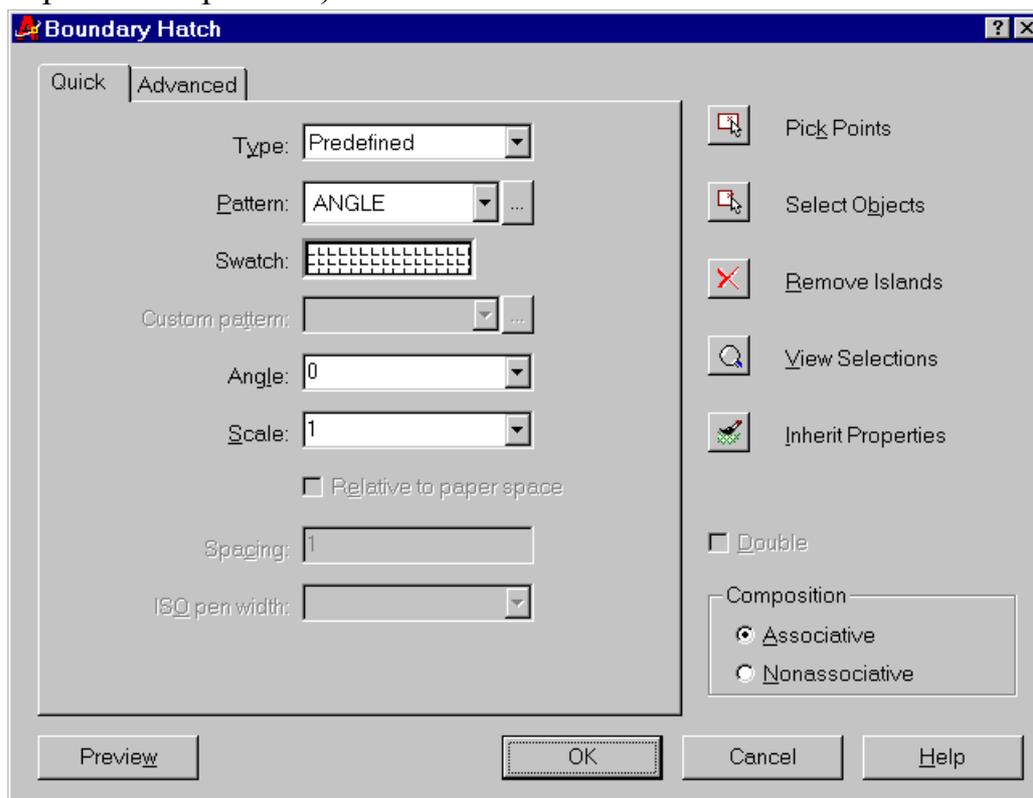


Рис 1. Диалоговое окно создания штриховки

Диалоговое окно **Boundary Hatch** предлагает следующие возможности:

- выбора образца штриховки при помощи пункта Pattern;
- назначения масштаба Scale и угла наклона штрихования Angle;
- выбора стиля штрихования (Boundary Style) пунктом Advanced в окне Boundary Hatch): нормальный стиль Normal (штрихуются замкнутые контуры через один, начиная с самого внешнего); внешний Outer (штрихуется только внешний контур); игнорирующий Ignore (штрихуется вся указанная область независимо от количества вложенных контуров);
- указания объекта штрихования двумя способами: точкой внутри области штрихования (пункт Pick Point) или средствами выбора Select object самого контура. Если выбираемый контур имеет разрывы, штриховка не создается; контур, образованный пересечением нескольких примитивов, следует выбирать Pick Point; контур, в который вложено несколько контуров, удобнее выбирать Select Object;
- использования уже существующей штриховки в качестве настроенного образца Inherit Properties;
- предварительного просмотра результата Preview Hatch;
- назначения вида штриховки – ассоциативной Associative (т.е. позволяющей редактироваться совместно с контуром) или неассоциативной Nonassociative, не принимающей контуры объекта при его трансформации. Ассоциативная штриховка позволяет редактироваться совместно с контуром при условии, если включена опция Associative Hatch в закладке Selection диалогового окна

Options. Если штриховка ассоциативная, то при стирании штриховки сотрется и сам контур. Чтобы этого избежать, создание штриховки следует выполнять на отдельном слое. Тогда перед удалением штриховки слой, на котором вычерчен контур, следует заблокировать.

Выполнение задания штрихования в диалоговом окне Boundary Hatch осуществляется пунктом ОК.

Создание штриховки при помощи команды HATCH, введенной из командной строки, позволяет помимо штрихования существующих контуров, создавать контур полилинией. Чаще всего это требуется при создании штриховки – земли, когда сам контур штриховки должен быть невидимым. Возможность создания невидимого контура задается в диалоге команды Hatch.



**Нанесение текста.** Часто в рисунке необходимы текстовые пояснения. Для этого в Автокаде существуют несколько команд для написания текста:

**DTEXT (Дтекст) и TEXT (Текст)** – написание многострочного текста одновременно из командной строки и в графической зоне. Каждая новая строка записывается друг под другом при нажатии <ENTER>; в любом другом месте рисунка - указанием начала новой строки левой кнопкой мыши. Окончание ввода текстового массива – двойное нажатие <ENTER> (здесь правая кнопка *не работает*!). Команды вводятся через падающее меню DRAW – группу TEXT; экранное DRAW2 и с клавиатуры.



**MTEXT (Мтекст)** – многострочный текст, создаваемый в текстовом редакторе шрифтами Windows. Создает абзацы текста, которые вписываются в указанные границы. Команда вводится через падающее меню DRAW – группу TEXT; экранное DRAW2, плавающую панель Multiline Text и с клавиатуры.

**QTEXT (Ктекст)** – контурный текст. Имеет ключи ON/OFF (Вкл/Выкл). При включенном контурном тексте на экране отображаются только габариты (контуры) текстовых строк. Это ускоряет перерисовку, когда рисунок имеет много текстового массива. Команда вводится с клавиатуры.

Текст, созданный командами TEXT и DTEXT, имеют гарнитуру (шрифт и стиль его написания) и способ размещения относительно указанной точки ввода. Назначение стиля осуществляется в меню FORMAT – Text Style.

Размещение текста имеет несколько возможностей, которые могут быть реализованы при помощи опции Justify (размещение):

- Align (ВПИСанный) – вписывает текст в область, ограниченную заданными начальной и конечной точками, сохраняя буквенные пропорции текущего стиля;
- Fit (ВЫравненный)- то же, что и вписанный, но текстовая строка выравнивается по заданной высоте без сохранения буквенных пропорций;
- Center (Центр) – горизонтальное центрирование текста относительно заданной точки ввода;
- Middle (СЕРедина) – то же, что Центр, плюс вертикальное центрирование;
- Right (ВПРАво) – прибавляет текст к указанной правой границе.

Остальные ключи ориентируют текст относительно введенной точки (например, Top-Left – точка ввода в верхнем левому углу текста, Bottom-Center – в центре снизу, и т.п.)

Написанные текстовые строки и массивы можно в дальнейшем редактировать как непосредственно сам текст (команда DDEDIT), так и гарнитуру текста (команда CHANGE – измени, или MODIFY – с вызовом диалогового окна модификации объекта).

Привязка к текстовой строке - Insert point (точка вставки).

### Редактирование полилиний и мультилиний

**Редактирование полилинии** осуществляется при помощи команды PEDIT (ПОЛПРЕД), находящейся в экранном меню MODIFY 1 и плавающей панели MODIFY П (пиктограмма Edit Polyline). Кроме того, данная команда позволяет преобразовать отрезки и дуговые сегменты в полилинию.



Команда PEDIT ПОЛПРЕД имеет следующие опции:

**Close(Open) - Замкни (Разомкни)** - отрисовывается объект, соединяющий конечную и начальную точки полилинии (удаляет замыкающий сегмент).

**Join (Добавь)** - добавляет к разомкнутой полилинии другие полилинии, дуги или отрезки. Слияние происходит с крайней точкой текущей полилинии, при этом конечная точка присоединяемого сегмента становится крайней точкой полилинии, и.т.д.

Если сегменты имеют несмыкающиеся вершины (т.е. построены “на глаз”, без использования шаговой или объектной привязки, либо без точного ввода координат), их добавление к полилинии невозможно.

**Width (Ширина)** - устанавливает единую ширину для всех сегментов.

**Edit vertex (Редактирование вершин)** - предлагает выбрать в режиме слежения (появляется передвигающийся с помощью устройства указания крестик - метка для редактируемой вершины) одну вершину и выполнить над ней различные операции редактирования (перемещения, выпрямления, разрыва и т.п.).

**Fit (Сгладь); Spline (Сплайн)** - сглаживает вершины полилинии дугами окружности (Fit) или полиномами различного порядка (Spline);

**Decurve (Убери сглаживание)**. Опция **Decurve** одинакова и для опции Fit, и для Spline.

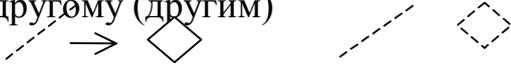
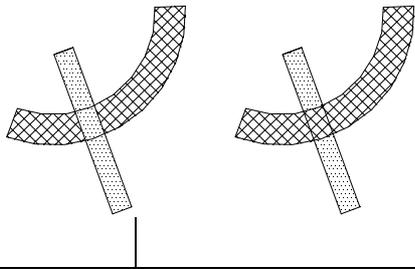
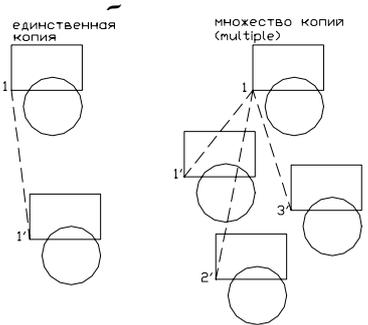
**Undo (Отмени)** - отменяет выполнение последней опции редактирования: последовательно может отменить весь ход редактирования за исключением преобразования сегментов в полилинию.

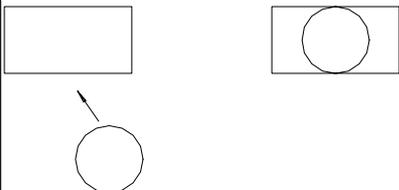
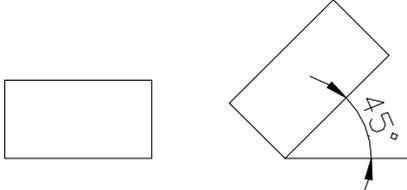
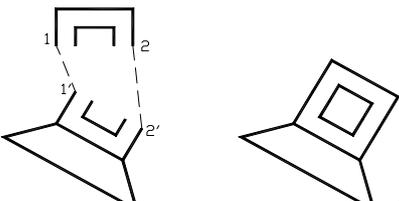
**eXit (выХод)** - выход из команды Pedit.

**Редактирование мультилиний** осуществляется посредством диалогового окна Multiline Edit Tools или командой MLEDIT.

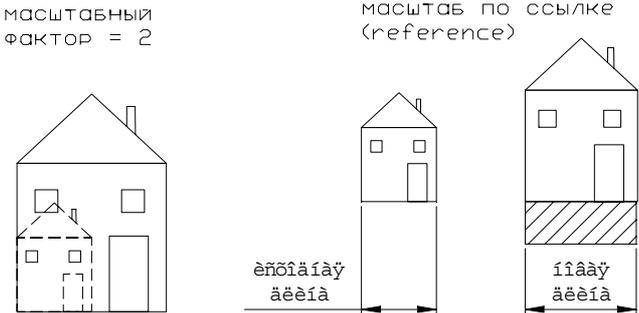
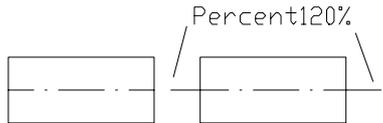
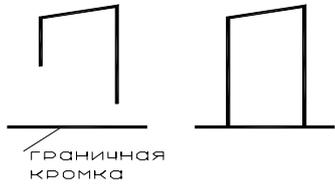
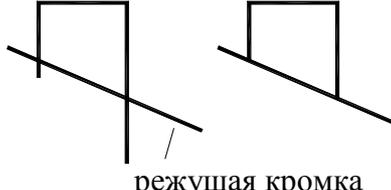
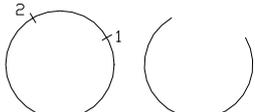
Редактирование мультилиний позволяет объединять линии с удалением лишних остатков сегментов, добавлять или удалять вершины, разрывать часть линий, и.т.п. Способы редактирования проиллюстрированы в диалоговом окне.

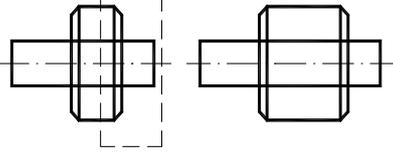
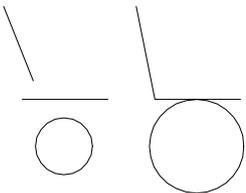
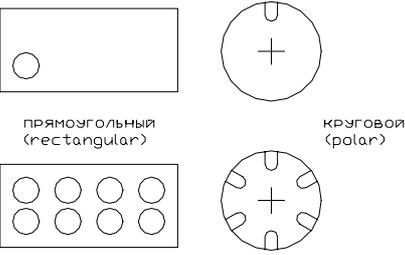
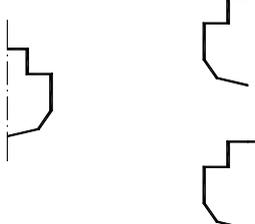
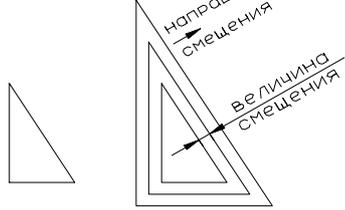
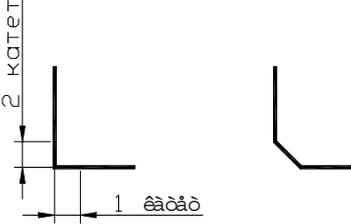
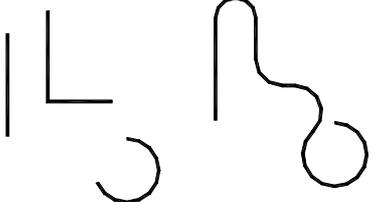
## ЛЕКЦИЯ 5. РЕДАКТИРОВАНИЕ. УПРАВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЕМ

Пикто-грам-ма	Команда	Падаю-щее ме-ню	Корот-кий ввoд	Комментарии	Иллюстрации
<b>Изменение свойств объектов</b>					
нет	CHANGE (PROPERTIES) ИЗМЕНИ	нет	<b>-ch</b>	Изменяет геометрию объектов (Point) и их свойства (Properties)	СВОЙСТВА 
нет	CHPROP СВОЙСТВА	нет	<b>нет</b>	Работа команды Change в режиме свойств (цвет, типлинии, масштаб линии, слой, высота)	
Stand-d Toolbar 	PROPERTIES ДИАЛ-СВОЙСТВА	нет	<b>ch, mo, props</b>	Изменение свойств в диалоговом окне	
Stand-d Toolbar 	MATCH-PROP МТСВОЙСТВА	Modify	<b>ma</b>	Копирование свойств одного объекта другому (другим) 	
нет	RENAME НОВОЕ ИМЯ	Format	<b>ren</b>	Переименование слоев, блоков, видов и т.д.	
Modif2 	DRAW-ORDER ПОРЯДОК РИСОВАНИЯ	Tools – Display Order	<b>dr</b>	Изменяет порядок отображ. объектов друг под другом 	
M 	EXPLODE РАСЧЛЕ-НИ	Modify	<b>x</b>	Расчленяет полилинию, штриховку или блок на составляющие, не изменяя геометрии	
<b>Изменение положения объектов</b>					
I 	ERASE СОТРИ	Modify	<b>e</b>	Удаляет выбранные объекты из рисунка	
нет	OOPS ОЙ	Modify	<b>-</b>	Возвращает удале	
Modify 	COPY КОПИ-РУЙ	Modify	<b>co</b>	Осуществляет одну или не-сколько копий объектов 	

Modify 	MOVE ПЕРЕНЕСИ	Modify	<b>m</b>	Параллельный перенос объектов от базовой точки до указанной	
Modify 	ROTATE ПОВЕРНИ	Modify	<b>ro</b>	Поворот объектов относительно базовой точки на указанный угол	
Custom-Modify 	ALIGN ВЫРОВНЯЙ	Modify – 3d Operation	<b>al</b>	Перенос объектов с поворотом путем указания 2 пар точек	

### Изменение геометрического представления

Modify 	SCALE МАСШТАБ	Modify	<b>sc</b>	Пропорциональное изменение размеров объекта в n раз, или в n/a раз, где a – ссылка (reference)	
Modify 	LENG- THEN УВЕЛИЧЬ	Modify	<b>len</b>	Изменяет длину незамкнутых линейных, дуговых объектов и сплайнов	
Modify 	EXTEND УДЛИНИ	Modify	<b>ex</b>	Удлиняет один незамкнутый линейный или дуговой объект до другого	
Modify 	TRIM ОБРЕЖЬ	Modify	<b>tr</b>	Обрезает один объект по кромке другого	
Modify 	BREAK РАЗОРВИ	Modify	<b>br</b>	Разрывает объект между двумя указ. точками	

Modify 	STRETCH РАСТЯЖИ	Modify	<b>s</b>	Растягивает (перемещает) часть выбранного объекта	
нет	CHANGE (POINT) ИЗМЕНИ (ТОЧКА)	нет	<b>-ch</b>	Изменяет положение характерных точек (отрезок, круг, текст, блок)	
Modify 	ARRAY МАССИВ	Modify	<b>ar</b>	Тиражирует объекты прямоугольным или круговым массивом	
Modify 	MIRROR ЗЕРКАЛО	Modify	<b>mi</b>	Отражает объект по зеркальной оси, сохраняя или не сохраняя копию	
Modify 	OFFSET ПОДОБИЕ	Modify	<b>o</b>	Построение нового подобного объекта на основе указанного примитива	
Modify 	CHAMFER ФАСКА	Modify	<b>cha</b>	Подрезка двух линейных сегментов на заданное расстояние	
Modify 	FILLET СОПРЯГИ	Modify	<b>f</b>	Сопряжение двух сегментов заданным радиусом	
нет	DIVIDE ПОДЕЛИ	DRAW- POINT	<b>div</b>	Разметка сегмента на равные части примитивом Точка	
нет	MEASURE РАЗМЕТЬ	DRAW- POINT	<b>me</b>	Разметка сегмента на части заданной длины примитивом Точка	

нет	BOUND- ARY ГРАНИЦЫ	DRAW	<b>bo</b>	Создание единого замкнутого контура в виде области или полилинии, образованного пересекающимися объектами.	
Редактирование примитивов ручками					
<b>Редактирование примитивов собственными командами</b>					
Modif2 	PEDIT ПОЛРЕД	Modify- Object	<b>pe</b>	Изменяет ширину сегментов, положение вершин, сглаживает, и т.д.	<p>Перенос вершины</p> <p>Сглаживание сплайном</p>
Modif2 	MLEDIT МЛРЕД	Modify- Object	-	Редактирует вершины, соединение линий, добавляет вершины и т.д.	
Modif2 	SPLIN- EDIT РЕД- СПЛАЙН	Modify- Object	<b>spe</b>	Трансформирует сплайн изменением положения вершин, и т.п	
Modif2 	HATCH- EDIT РЕД- ШТРИХ	Modify- Object	<b>he</b>	Редактирует ассоциативную штриховку: образец, масштаб, стиль, и т.д.	
Modif2 	DDEDIT ДИАЛРЕД	Modify- Object	<b>ed</b>	Редактирует текстовую строку (содержание текста)	
Modif2 	DDATTE АТРЕД	Modify- Object	-	Редактирует атрибуты блока	

Дополнительные комментарии к командам редактирования.

**CHANGE (Point):** у отрезка изменяется положение ближайшей к прицелу конечной точки; у окружности изменяется величина радиуса; у текстовой строки – точка вставки, гарнитура, содержание текста.

**COPY :** при создании нескольких копий вместо указания базовой точки (Base point) Ввести опцию Multiple (несколько), и только потом указать положение базовой точки.

**ROTATE:** по умолчанию задается базовая точка и величина угла поворота (положительный – против часовой стрелки); второй способ – ссылка (reference) - позволяет задать угол поворота относительно вектора (сначала задается положение вектора значением угла или двумя точками, затем новый угол поворота относительно вектора).

Базовые точки в командах Copy, Move, Rotate, Scale и др. могут быть указаны произвольно, либо привязаны к объекту для точного размещения.

**ARRAY:** прямоугольный массив задается количеством строк и столбцов и расстоянием между строками (rows) и столбцами (columns). Расстояние задается числом или указанием двух точек. Положительное расстояние означает построение вправо и вверх, отрицательное – соотв. влево и вниз. Графический ввод расстояния между строками и столбцами осуществляется построением прямоугольника, основание которого – расстояние между столбцами; высота – расстояние между строками. Размещение элемента массива осуществляется параллельно сетке; для наклонного массива следует изменить угол сетки (шаговой привязки Snap). Круговой массив строится по центру с указанием количества элементов (item); м.б. полный (360) или неполный угол заполнения. Элементы при создании массива поворачиваются (rotate) относительно центра массива или нет (по запросу).

**OFFSET:** работает только с одним примитивом (запрос Select object реагирует только на выбор прицелом), поэтому составной объект предварительно (если это возможно) обращается в полилинию. Опция Through (через точку) запрашивает точку, через которую должен проходить смещенный объект (для этого следует указать точку на объекте и вторую точку, через которую должен пройти эквидистантный объект). Не осуществляет точного повторения объекта, созданного сплайном или сглаженной полилинией.

**EXTEND, TRIM:** запрашивает двойной выбор (первый – пограничный объект, или режущая кромка, до которого «дотягивается» (по которому режется) редактируемый объект, указываемый во втором выборе); допускается «мнимое» редактирование граничной или режущей кромки (edge), если нет пересечения объекта с кромкой.

**LENGTHEN:** изменение длины происходит при помощи 4 опций с той стороны объекта, которая ближе оказалась к прицелу:

- Delta (приращением) – задается положительное или отрицательное;
- Percent (процент): свыше 100% - увеличение, менее - уменьшение длины;
- Total (длина) – задается желаемая длина объекта;
- Dynamic (динамика) – конечная длина определяется при визуальном контроле.

**STRETCH:** выбор части объекта осуществляется текущей рамкой. Если примитив попал в рамку полностью, он переносится, если попал частично – растягивается (исключение – окружности и правильные многоугольники).

**BREAK:** стирает часть объекта при помощи двух опций: Second point (вторая точка), при условии, что первой разрывающей точкой было место указания объекта прицелом; F (first point – первая точка), при которой последовательно указываются первая, затем вторая точка разрыва. Полилинии и замкнутые объекты (круг, прямоугольник, многоугольник) разрываются в направлении против часовой стрелки.

**FILLET:** не сопрягает объекты, если их длина соразмерна с величиной заданного радиуса. То же с длиной фаски в команде **CHAMFER**. Если же длина фаски (радиуса) 0, осуществляется подгонка (подрезка) примитивов в общую конечную точку. Формирование сопряжений и фасок осуществляется с тем концом объекта, ближе к которому был щелчок прицела. Команды **FILLET** и **CHAMFER** не работают с двумя

различными полилиниями. Выход из положения: расчленить полилинии, либо объединить сегменты в одну полилинию, если исходные объекты незамкнуты.

**PEDIT**: при указании объекта, не являющегося полилинией, происходит запрос об обращении его в полилинию (to turn into one). Редактирование происходит по следующим опциям:

- join (присоединить) – добавляет линейные, дуговые сегменты и другие полилинии к незамкнутой полилинии, при условии, что они имеют общие конечные точки.
- Close/open (замкни/разомкни)-работает с первым и последним введенными сегментами.
- Width (ширина) – задается единая ширина для всех сегментов.
- Fit (сгладь) – сглаживает вершины дугами.
- Spline (сплайн) – то же, но сплайном.
- Decurve (убери сглаживание) – отменяет сглаживание дугами или сплайном.
- Edit vertex (редактирование вершины) – выбор и редактирование вершины и прилегающих элементов (перемещение, выпрямление, изменение ширины сегмента между двумя вершинами, и др.)
- Undo (отмени) – отмена предыдущего шага редактирования.
- eXit (выход) – выход из команды.

**Редактирование ручками. GRIPS** (Ручки - маленькие цветные квадратики) появляются при выборе примитива в режиме ожидания команды. Ручки указывают характерные точки примитива. На панели *Objet Properties* появляется соответствующая информация о свойствах выбранного примитива, которые, кстати, можно быстро поменять, указав новый цвет, слой или тип линии. Если запустить команду редактирования, она будет исполняться с теми примитивами, которые высвечены ручками. Наконец, если щелкнуть на какой-либо ручке, она изменит цвет, т.е. станет базовой, а Автокад перейдет в режим ручек, с помощью которого можно редактировать командами *Stretch*, *Move*, *Rotate*, *Scale*, *Mirror*. Эти команды могут выполняться с опцией *Copy* (исходный объект остается неизменным, а редактируется его копия). Выбор нужной команды осуществляется листанием их в командной строке кнопкой *ENTER*, или конкретным выбором из курсорного меню, которое появится при щелчке правой кнопки мыши. Ручки удаляются двойным нажатием клавиши *ESC*. Настройка ручек (цвет, размер и др.) осуществляется в окне *Selection* (общее окно настроек *Option*).

### Управление изображением

Все команды управления изображением находятся в меню *VIEW*.

Перерисовка экрана осуществляется командами: **REDRAW** (освежи), при которой экран очищается от графического мусора. Быстро запускается двойным нажатием *F7* (вкл/откл сетки) или пиктограммой на стандартной панели (в виде карандаша, ведущего линию); **REGEN** (реген), которая регенерирует рисунок. Это означает, что происходит полная перестройка чертежа по его геометрическому описанию, с учетом текущих системных переменных.

Перерисовка и регенерация происходит также при изменении вида рисунка на экране командой **ZOOM** (покажи):



**All** (все) – выводит на экран весь чертеж в пределах лимита, если они включены, или за пределами, если выключены.



**Window** (рамка) – выводит на экран часть рисунка, заключенного в рамку.

-  Extents (границы) – выводит на экран границы рисунка.
-  Previous (предыдущий) – выводит на экран предыдущий вид (пиктограмма в виде обратной стрелки).
-  Center (центр) – центрирует по указанной точке.
-  Scale (масштаб) - масштабирует изображение по заданному коэффициенту.
-  Dynamic (динамика) –динамическое задание области отображения с помощью динамического окна.левой кнопкой окно перемещается и центрируется, правой – выводится изображение.

-  In/Out – увеличение/уменьшение изображения;
-  Realttime (реальное время) – появляется лупа, двигая которую левой кнопкой из центра верх можно достичь увеличения, вниз – уменьшения изображения; нажатие правой кнопки вызывает курсорное меню с основными опциями визуализации.

Команда **PAN** (пиктограмма в виде руки) – позволяет перемещать видимую часть изображения, не масштабируя.

Область чертежа можно определять с помощью управления экраном по общему виду в окне **Areal View** (общий вид) – пиктограмма в виде самолета.

Все изменяемые виды рисунка могут быть запомнены и возобновлены Автокадом при помощи диалогового окна **Named Views** (стандартная панель, команда **View**, или в меню **VIEW** пункт **Named Views**).

## ЛЕКЦИЯ 6. БЛОКИ. АТРИБУТЫ БЛОКА. ВНЕШНИЕ ССЫЛКИ

Группа объектов, связанная в единый примитив, называется **блоком** (BLOCK). Примитивы, объединенные в блок, сохраняют свои свойства (слой, цвет и тип линии).

Блоки создаются как Автокадом (штриховка, размерный блок), так и пользователем. В первом случае блоки анонимные (безымянные); пользовательский блок имеет имя, хранится в архиве рисунка, поэтому может использоваться неоднократно, убыстряя процесс рисования и значительно экономить память. Кроме того, блок можно записать в отдельный файл, что дает возможность применять его в других рисунках. Таким образом, создается библиотека блоков на диске. Основным параметром блока является его точка вставки (Insert point) – своего рода «ручка», положение которой определяется в момент создания блока, а впоследствии – опорной точкой, относительно которой блок вставляется, деформируется и поворачивается. Объектная привязка Insertion позволяет отыскать на экране точку вставки блока. Операции (команды) с блоками:

Имя команды	Способ вызова (кор. ввод)	Комментарии
BMAKE, BLOCK СБЛОК  	Панель DRAW меню DRAW и DRAW2; клавиатура  ( b )	Создание блока в текущем рисунке при помощи диалогового окна Block Definition (определение блока). Запросы при создании: Name (имени блока – до 31 символа); Base point (точки вставки); Objects (выбора объектов). Опция Retain сохраняет исходные объекты на экране после создания блока; Convert to block – конвертирует исходные объекты в блок; Delete – удаляет исходные объекты (рис.1)
WBLOCK ПБЛОК	клавиатура  ( w )	Запуск диалогового окна Write block. Запись в файл: блока (по опции Block); выбранных объектов (по опции object); объектов рисунка (по опции Entire drawing) – рис. 3
INSERT ВСТАВЬ DDINSERT ДИАЛВСТ  	Панель DRAW меню INSERT клавиатура  ( i )	Вставка блока (или файла) с указанием его имени. В диалоговом окне указываются имя блока или имя файла (если блок не находится в архиве текущего рисунка – кнопка Browse). Флажки Specify on Screen (ввод параметров на экране) позволяют задать точку вставки, масштаб и поворот блока относительно точки вставки непосредственно на экране. Explode – вставка расчлененного блока. (рис.2)
MINSERT МВСТАВЬ	клавиатура	Вставка блока прямоугольным массивом. Одновременное действие команд INSERT (ВСТАВЬ) и ARRAY (МАССИВ). Экономит память (получается один объект)
BASE	меню DRAW и DRAW2	Указывается базовая точка вставки текущего рисунка, если он является фрагментом другого рисунка. По умолчанию базовая точка = 0,0,0.

Вставка блока в другой рисунок осуществляется на тот слой, на котором блок был создан. Если такого слоя в рисунке нет, он будет создан при вставке блока автоматически.

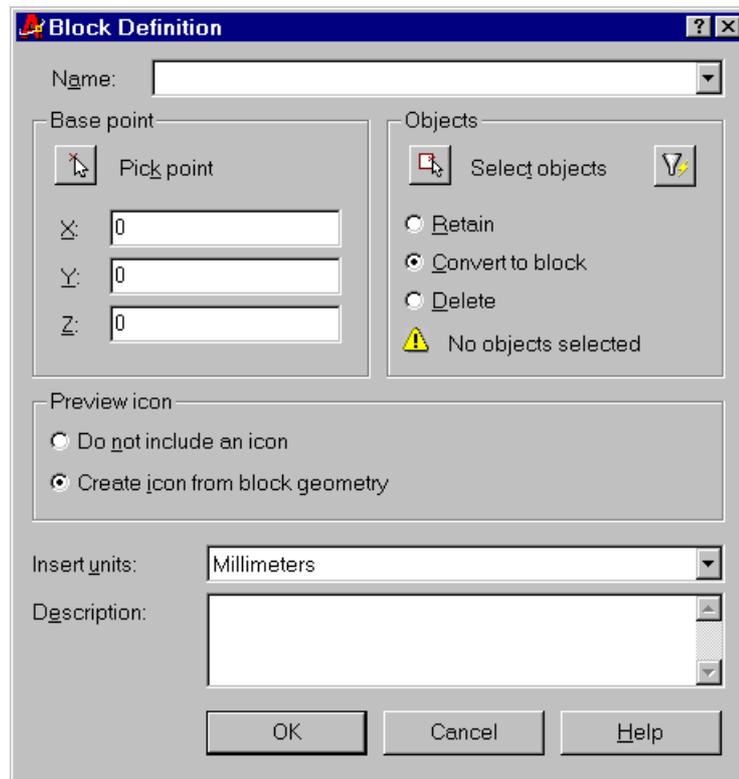


Рис. 1. Окно для создания блока.

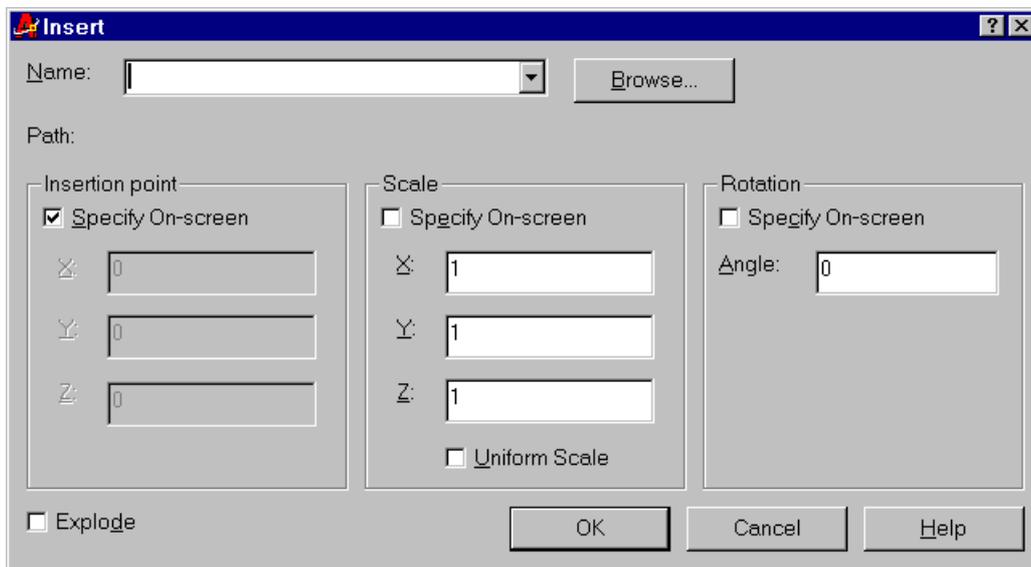


Рис. 2. Окно для вставки блока.

**АТРИБУТЫ** блока. Атрибут – специальный примитив Автокада, предназначенный для работы с блоками. Представляет собой текстовую переменную – ячейку, в которую при вставке блока можно записать некоторую строку или символ (до 256). Это позволяет, однажды создав блок, изменять необходимые подписи (атрибуты) в зависимости от размещения блока на чертеже. Атрибуты создаются командой ATTDEF (АТОПР) с клавиатуры или из меню DRAW – block - Define Attributes (рис. 4). Атрибут имеет имя (Tag), которое хранится в архиве рисунка и не является смыслом текстовой переменной; подсказку (Prompt), которая выдается при вставке блока; значение (Value) – собственно текстовая переменная, которая может изменяться при вставке. При

подготовке атрибута в блок на экране появится его имя, а при вставке – значение (на рисунке 5 соответственно слева – имя, справа – значение).

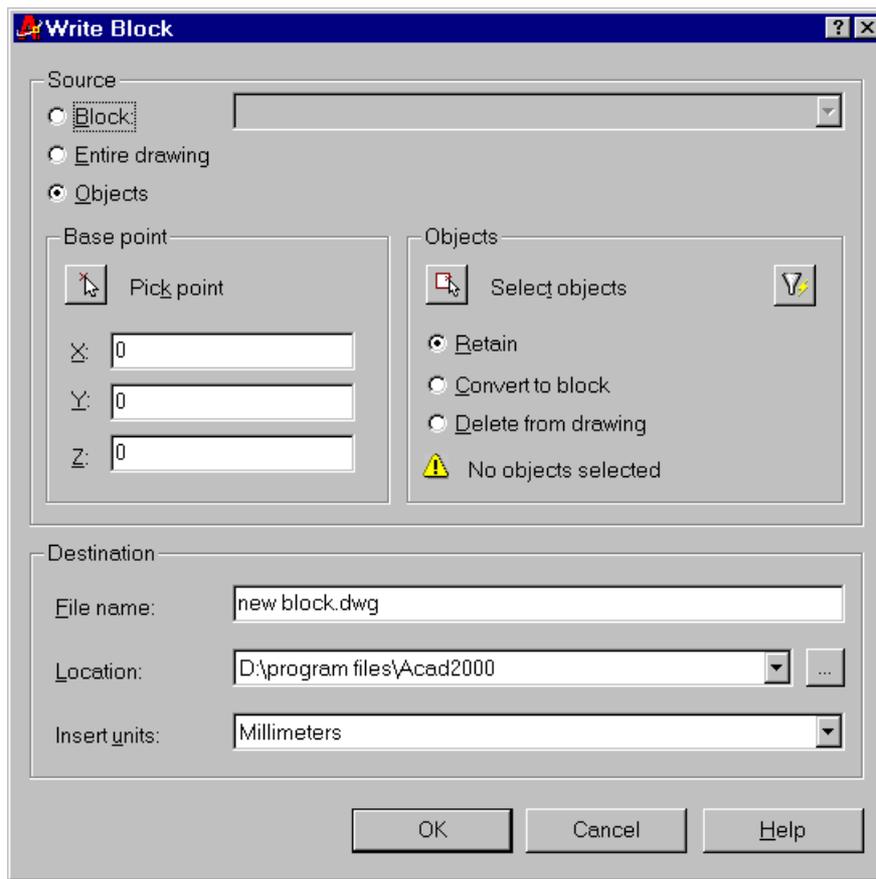


Рис.3. Диалоговое окно записи блока (объектов) в файл

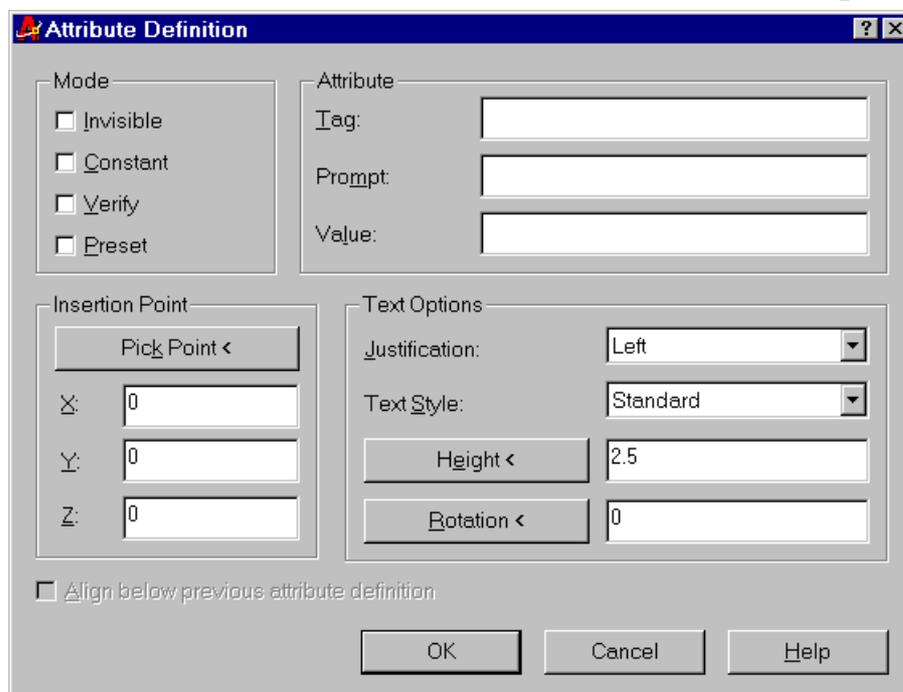


Рис. 4 Диалоговое окно назначения атрибутов

Помимо значения атрибут имеет режим задания (их 4): Invisible (скрытый): при вставке блока атрибут не отображается; Constant (постоянный): фиксированное значение при любой вставке блока; Verify (контролируемый): позволяет задавать различные значения с проверкой правильности при вставке; Present (установленный) -

позволяет задавать различные значения без проверки правильности при вставке. Если подсказка или значение должны начинаться с пробела, первый символ при вводе - обратная косая черта «\».

Порядок создания блока с атрибутами следующий: 1) создание объектов для блока; 2) создание атрибутов; 3) создание блока (выбор объектов и атрибутов одновременно).

Атрибуты в дальнейшем (значение, гарнитура, цвет, слой) могут редактироваться командами ATTEDIT, DDATE, ATTREDEF.

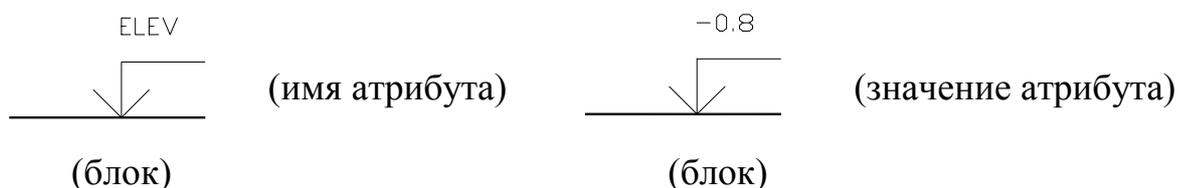


Рис. 5. Создание (слева) и вставка блока с атрибутом (справа)

**Внешние ссылки (XREF)** позволяют использовать фрагменты других чертежей и оформлять их как ссылки. При этом всякое редактирование ссылки вызовет соответствующее ее изменение во всех чертежах, где она была использована.

Чтобы использовать ссылку в чертеже, необходимо скопировать содержимое указанного рисунка как блок (с указанием точки вставки, масштаба и поворота). В отличие от блока ссылка сохраняет путь (место нахождения файла).

Порядок создания ссылки (меню Insert – xref Manager):

- в диалоговом окне Xref Manager (рис. 6) кнопкой Attach загружается необходимый рисунок как внешняя ссылка;
- в открывающемся окне вставки ссылки назначаются параметры вставки (аналогичные вставке блока).

В дальнейшем ссылку можно разорвать с «родным» файлом (Unload); удалить из чертежа (Detach).

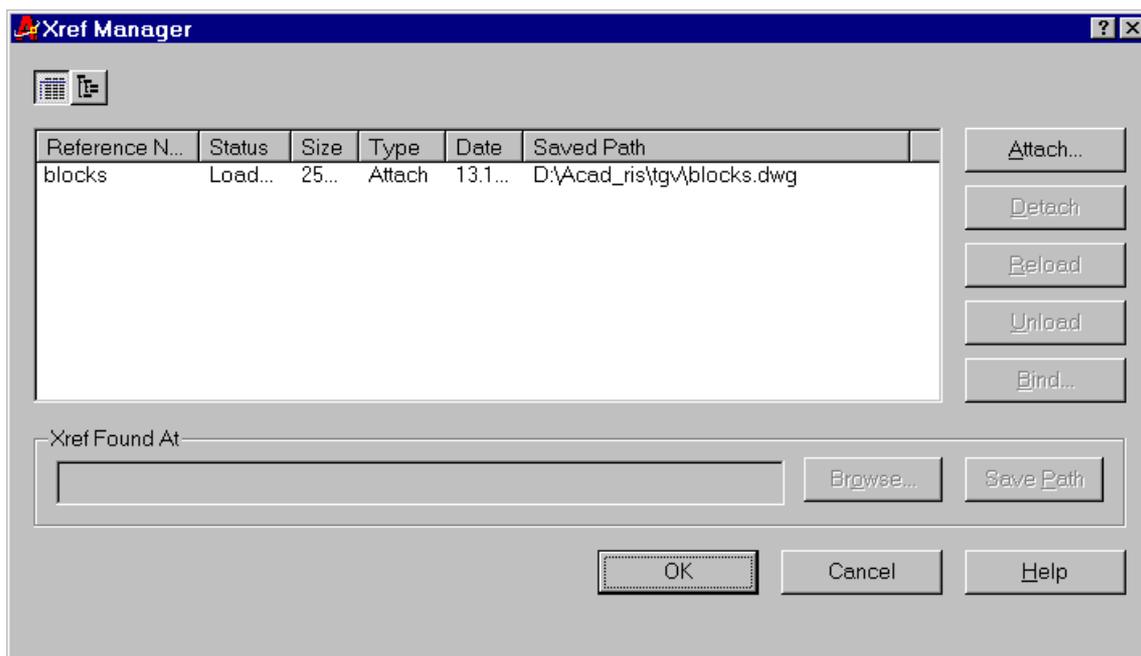


Рис. 6. Диалоговое окно управления внешними ссылками

## ЛЕКЦИЯ 7: НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ. РАЗМЕРНЫЕ СТИЛИ. РЕДАКТИРОВАНИЕ РАЗМЕРОВ

Простановка размеров в Автокаде осуществляется специальными командами, в результате которых система производит все необходимые вычисления и создается единый размерный блок в соответствии с текущим размерным стилем:

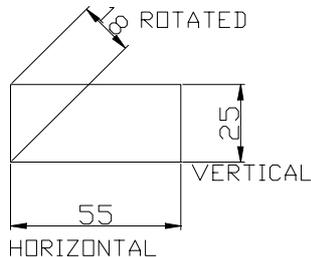


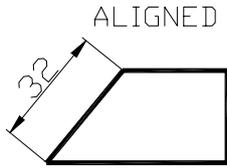
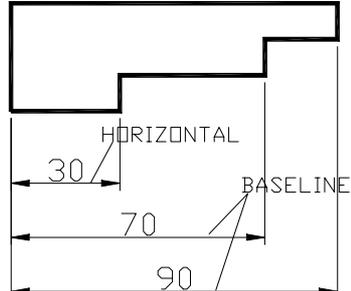
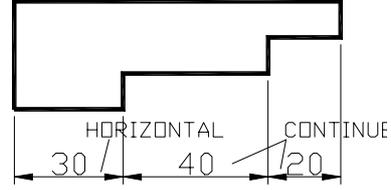
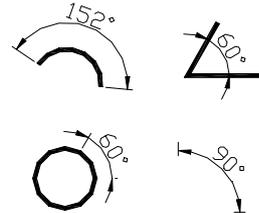
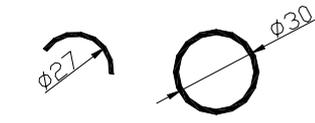
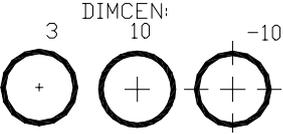
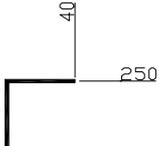
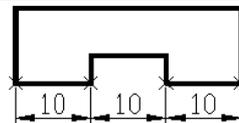
Все команды простановки, редактирования размеров и размерных стилей находятся в меню DIMENSION, а пиктограммы в плавающей панели DIMENSION. Если команды будут вызваны из командной строки, то к ним необходима приставка DIM, которая отсутствует в строках меню Dimension. К основным командам простановки размеров следует отнести группу команд для простановки линейных размеров, угловых, радиальных и диаметральных, а также выноски и маркер центра дуг и окружностей.

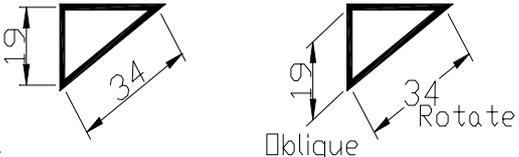
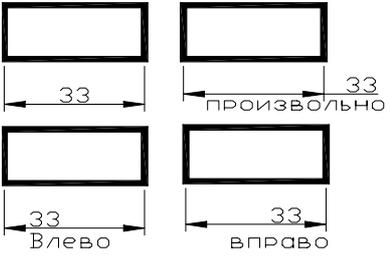
Порядок простановки всех линейных размеров предполагает либо указание начала и конца соответственно первой и второй выносных линий, либо после нажатия ENTER указание всего объекта (линейного сегмента). В первом случае для точности измерения Автокадом расстояния между началом 1-й и 2-й выносных линий обязательно использование шаговой или объектной привязки, либо точное указание координат с клавиатуры. Система, измерив расстояние, предлагает размерный текст, однако при помощи опции Text можно ввести свой, т.н. пользовательский текст. Следует иметь в виду, что в дальнейшем при изменении геометрии образмеренного объекта пользовательский текст Автокадом не пересчитывается. При простановке диаметральных или радиальных размеров значки диаметра или радиуса Автокад проставляет автоматически, если указывается в качестве объекта дуга или окружность. То же следует отнести и к значку градуса в угловых размерах. Если же, например, значок диаметра необходимо проставить на разрезе, то можно воспользоваться пользовательским текстом, где символы вводятся при помощи специальных знаков, проставляемых в латинском регистре:

- %% c – значок диаметра
- %% d – значок градуса
- %% p - допуск
- %% o - надчеркивание
- %% u – подчеркивание

### Основные команды простановки и редактирования размеров

Команда	Комментарий	Иллюстрация
<b>1. Простановка размеров</b>		
DIMLINEAR РЗМЛИ- НЕЙНЫЙ  	Подразделяется на: <b>Horizontal</b> – горизонтальный <b>Vertical</b> – вертикальный <b>Rotated</b> – повернутый. Опции: Mtext, Text – написание пользовательского текста; Angle – ввод текста под углом	

<p>DIMALIGNED РЗМПАРАЛ</p> 	<p>Простанавливает линейный размер, параллельный указанному объекту или двум введенным точкам. Опции: Text, Angle</p>	
<p>DIMBASE- LINE РЗМБАЗОВЫЙ</p> 	<p>Продолжает линейный размер от базовой выносной линии предыдущего размера. Опции: Select – выбор базового размера; Undo – отмена предыдущего действия. Величина отступа назначается размерной переменной DIMDLI.</p>	
<p>DIMCONTINUE РЗМЦЕПЬ</p> 	<p>Построение линейных размеров цепью на одном уровне с предыдущим или указанным линейным размером. Опции: Select – выбор базового размера; Undo – отмена предыдущего действия</p>	
<p>DIMANGU- LAR РЗМУГЛОВОЙ</p> 	<p>Проставляет угловой размер между непараллельными линиями или тремя указанными точками, а также центральный угол дуги или сектора окружности. Опции: Mtext, Text, Angle</p>	
<p>DIMDIAME- TER РЗМДИА- МЕТР</p> 	<p>Проставляет диаметр указанной дуги или окружности. Опции: Mtext, Text, Angle</p>	
<p>DIMRADIUS РЗМ- РАДИУС</p> 	<p>Проставляет радиус указанной дуги или окружности. Опции: Mtext, Text, Angle</p>	
<p>DIMCENTER РЗМЦЕНТР</p> 	<p>Проставляет маркер центра или осевые линии указанной дуги или окружности. Управляющая размерная переменная DIMCEN</p>	
<p>DIMORDI- NATE РЗМОРДИ- НАТА</p> 	<p>Проставляет координату X или Y указанной точки с выносной – отрезком. Опции: Xdatum, Ydatum, Mtext, Text</p>	
<p>QDIM БРАЗМЕР</p> 	<p>Запрашивает объекты для нанесения размеров. Простанавливает и редактирует все типы размеров</p>	
<p>QLEADER БВЫНОСКА</p> 	<p>Построение выноски линейными или сплайновыми сегментами. Настройки в диалоговом окне Leader Setting (опция Setting)</p>	

<b>2. Редактирование размеров</b>		
DIMEDIT РЗМПРЕД 	Изменение размерного текста и угла наклона выносных линий. Опции: Home, New, Rotate, Oblique (верни, новый, поверни, наклоны)	
DIMTEDIT РЗМПРЕД-ТЕКСТ 	Редактирование расположения размерного текста и размерного блока. Опции: Left, Right, Home, Angle (влево, вправо, верни, угол)	
DIMSTYLE РЗМСТИЛЬ 	Вызов диалогового окна Dimension Style Manager для создания нового (New) и редактирования текущего (Modify) размерного стиля. Включает опции Override (индивидуальная корректировка стиля для указанных командой Update размеров); Compare – сравнение настроек размерных стилей. Set current – назначение текущим выделенного стиля.	
DIMOVERRIDE РЗМПОДАВИ 	Задает новые значения размерным переменным и изменяет текущее состояние указанных размеров. Применение настройки Override в Dimension Style Manager является временным и приведет к изменению стиля указанного размера только после запуска команды Update при условии, что Style override текущий	
UPDATE 	Обновляет стиль размера чертежа в соответствии с текущими настройками. Если в Dimension Style Manager текущим является Style overrides, то изменит стиль указанного размера по временным текущим настройкам	

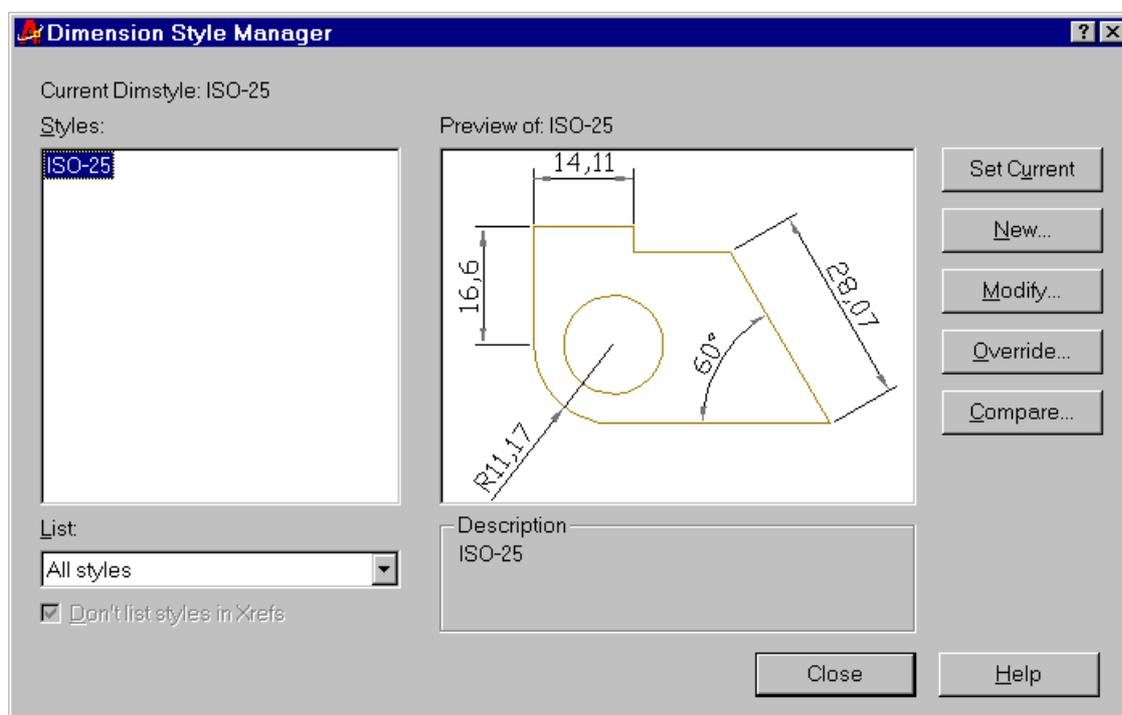
Для нанесения допусков отклонений формы служит команда TOLERANCE (допуски). При помощи диалогового окна **Symbol** и **Geometric Tolerance** назначается необходимая группа допусков и размеров и затем размещается в указанном месте чертежа.

При многократном изменении способов формирования размеров удобно создавать несколько размерных стилей и хранить их под различными именами в архиве рисунка. Каждый стиль может быть создан или отредактирован в диалоговом окне DIMENSION STYLE MANAGER. Возможны настройки для каждого типа размера (подстиль на базе основного). Все настройки размерного стиля предполагают изменение конкретных размерных переменных, которые имеют свое имя и могут быть назначены или отредактированы самостоятельно вызовом их в командной строке, либо при помощи команды DIMOVERRIDE, которая одновременно корректирует указанный размер в соответствии с изменением размерной переменной. Список размерных переменных с их значениями, соответствующими данному размерному стилю, в сравнении с другим размерным стилем, можно увидеть в окне Compare (сравнить).

Создание нового стиля осуществляется кнопкой NEW - Новый. Редактирование существующего размерного стиля – кнопкой Modify.

Новый стиль может быть создан на базе текущего как для отдельных семейств размеров (линейных, радиальных, и т.д.), так и для всех размеров в целом. Модифицирование размеров осуществляется в окнах:

- Lines and Arrows – редактирование размерных линий и стрелок (задаются отступы для базовых линий – Baselines Spacing; подавление выносных и размерных линий - Suppress dimline, Suppress extension line; отступы выносных линий – offset from linear; вид и размеры стрелок - Arrow headers and Arrow sides; виды маркеров для окружностей и дуг - Center Marks for circles;
- Text – настройка размерного текста – высота height, способ размещения – Text Placement, Text Alignment;
- Fit Options – способы размещения размерных блоков (основная настройка для радиальных и диаметральных размеров);
- Primary Units – основные единицы. Задается точность отображения (Precision), формат единиц и т.д.;
- Alternative Units – то же для альтернативных единиц;
- Tolerances Format – задается формат допусков.



**Рис. 1. Диалоговое окно создания и редактирования размерных стилей**

По окончании модифицирования и выхода в главное меню диалогового окна все изменения отображаются в окне образца. Достаточно нажать кнопку Close – и все размеры, принадлежащие данному стилю, будут перерисованы. Если же этого не происходит, следует использовать команду Update.

## ЛЕКЦИЯ 8

### **ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ (ПСК). ПОСТРОЕНИЕ ИЗОМЕТРИИ. ВИДЫ И ВИДОВЫЕ ЭКРАНЫ. ПОИМЕНОВАННЫЕ ОБЪЕКТЫ. ДИЗАЙН - ЦЕНТР**

Координаты точек  $X, Y, Z$  хранятся в рисунке в собственной системе Автокада – мировой (WORLD). Однако пользователь может создавать свои системы координат, которые имеют другое начало, расположение осей по отношению к мировой системе. Каждая ПСК может быть поименована с сохранением в архиве рисунка для ее дальнейшего использования. В любой момент текущей (т.е. активной) является только одна система координат. Команда, назначающая и управляющая ПСК, называется **UCS (ПСК)**. Команда находится в падающем меню **TOOLS – New UCS** и экранном **TOOLS2 – UCS**. Способов (опций) назначения ПСК довольно много, поэтому команда имеет свою панель пиктограмм **UCS**.

Основные опции, необходимые для построения на плоскости, следующие:

- **Origin (Начало)** – смещение начала координат без изменения ориентации осей (осуществляется параллельный перенос). Задается любыми способами указания точки на экране. Опция **Move (перенеси)** на плоскости имеет то же значение.

- **3 Point (3 точки)** – одновременное определение начала координат и направление осей  $X$  и  $Y$ . Первая точка – начало координат; вторая указывает положение положительной полуоси  $OX$ , третья – направление положительной полуоси  $OY$ .

- **Object (Объект, в списке экранного меню Entity)** – устанавливает новую систему так, чтобы ее оси были параллельны локальным осям выбранного объекта. Начало координат устанавливается в первой характерной точке примитива. Вторая характерная точка задает направление оси  $X$ . Для точки центром является сама точка, при этом оси ПСК останутся параллельны предыдущей. Отрезок – первая ближайшая к прицелу указания конечная точка – начало ПСК, вторая конечная точка указывает направление и положение положительной полуоси  $OX$ . Окружность – центром является начало ПСК, ось  $X$  проходит через точку указания окружности. Дуга: центр является началом ПСК, а ось  $OX$  пройдет через ближайшую к прицелу конечную. Полилиния – начало и направление  $OX$  устанавливаются применительно к указанному сегменту (в зависимости от того, отрезок или дуга – начало установится в вершину полилинии или в центр указанной дуги, а направление  $OX$  – соответственно по правилам данного сегмента).

- **Z** - поворачивает текущую систему координат вокруг оси  $Z$  (в мировой системе ось  $Z$  направлена на пользователя).

- **World (Мир)** – переход в мировую систему координат.

- **Previous (предыдуш)** – назначение текущей предыдущую ПСК.

- **Save (Сохрани)** – сохранение текущей системы координат под именем (до 31 символа).

- **Restore (Замени)** – установка текущей ранее сохраненной ПСК.

- **Delete (Удали)** – удаление сохраненной ПСК из списка.

- **? (List)** – вывод списка ПСК, сохраненных в рисунке.

Команда может вызываться при помощи пиктограмм **UCS**, группа которых размещена на стандартной панели. Большинство опций имеют свою индивидуальную пиктограмму, с помощью которой можно непосредственно назначить ПСК.

На рис.1 слева изображена пиктограмма мировой системы координат. В центре – пиктограмма ПСК, которая задана применительно к объекту (при этом начало текущей системы координат в левой нижней вершине прямоугольника, а сама пиктограмма – в левом нижнем углу экрана – из пиктограммы исчезла буква W). Справа на рис. 1 изображена пиктограмма ПСК со значком “+”, поскольку она совмещена с началом координат.



Рис. 1. . Пиктограммы системы координат

Включение пиктограммы ПСК в экране, а также установка ее в начало управляется командой **UCSICON (ЗНАКПСК)**. Команда находится в меню **VIEW – DISPLAY**, или экранном **VIEW2**, а также **TOOLS2 – UCS**.

Помимо команды **UCS** можно управлять ПСК с помощью диалоговых окон **UCS** (меню **TOOLS – Named UCS** и т.д.): вызывается общее окно **UCS** (назначает текущей, переименовывает или удаляет из списка любую поименованную пользовательскую систему координат; управляет пиктограммой и т.п.).

При повороте ПСК относительно мировой системы можно использовать команду **PLAN**, которая развернет пространство чертежа так, чтобы новая система координат на экране размещалась подобно мировой (ось **X** горизонтально, **Y** вертикально). Возврат в мировую систему необходимо осуществить командой **UCS-WORLD**, затем снова использовать команду **PLAN**, чтобы вернуть ориентацию чертежа.

**Изометрия.** Аксонометрические проекции на плоскости в Автокаде могут быть выполнены при помощи команды **ISOPLANE (ИЗОМЕТР)**. Команда вводится с клавиатуры либо все параметры назначаются в окне **TOOLS – Drafting Settings – Snap and Grid**. Включение изометрии назначается против **Isometric snap**. Назначение изометрических плоскостей (рис.2): **LEFT**- левая; **RIGHT** – правая; **TOP** – верхняя происходит во время построения переключением **Ctrl -E**. При этом перекрестие, сетка и шаговая привязка подчиняются направлению изометрических осей. Режим **ОПТО** позволяет перемещаться строго по изометрической сетке соответствующей плоскости.

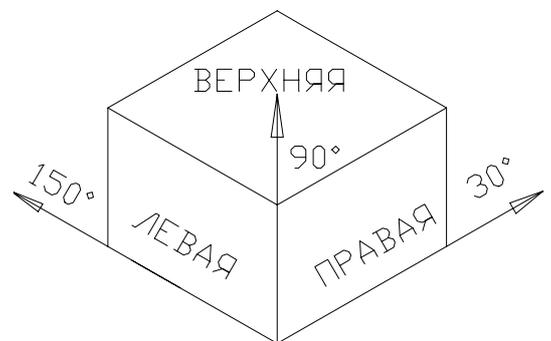


Рис. 2. Изометрические плоскости

Круги в изометрических плоскостях строятся при помощи эллипса с применением опции **Isocircle** (изокруг). По указанным центру, затем диаметру или радиусу строится проекция круга в данной изометрической плоскости.

**Виды и видовые экраны.** Автокад позволяет любое видоизменение чертежа (укрупнение, перемещение по экрану а также различного рода трехмерные виды)

запомнить и поименовать при помощи диалогового окна Named Views (команда VIEW, пиктограмма Named Views на стандартной панели, падающее меню VIEW – Named View; экранное VIEW1 - ddview). Виды можно запоминать (Save), назначая им имя (до 31 символа), восстанавливать Restore на экране, Delete – удалять из списка видов.

Помимо видов на экране могут быть созданы видовые экраны. Неперекрывающиеся видовые экраны создаются при помощи команды VPORT ВЭКРАН (падающее меню VIEW – Viewports; экранное меню VIEW1 – Vports). Видовые экраны удобны в том случае, когда возникает необходимость одновременно работать (или компоновать чертеж) с несколькими видами рисунка. Команда позволяет создавать различные конфигурации видовых экранов (от 1 до 4 и более): все вертикально, горизонтально, а также с разбивкой. Назначение конфигурации экранов нагляднее выполнить через диалоговое окно Viewports– рис. 3.

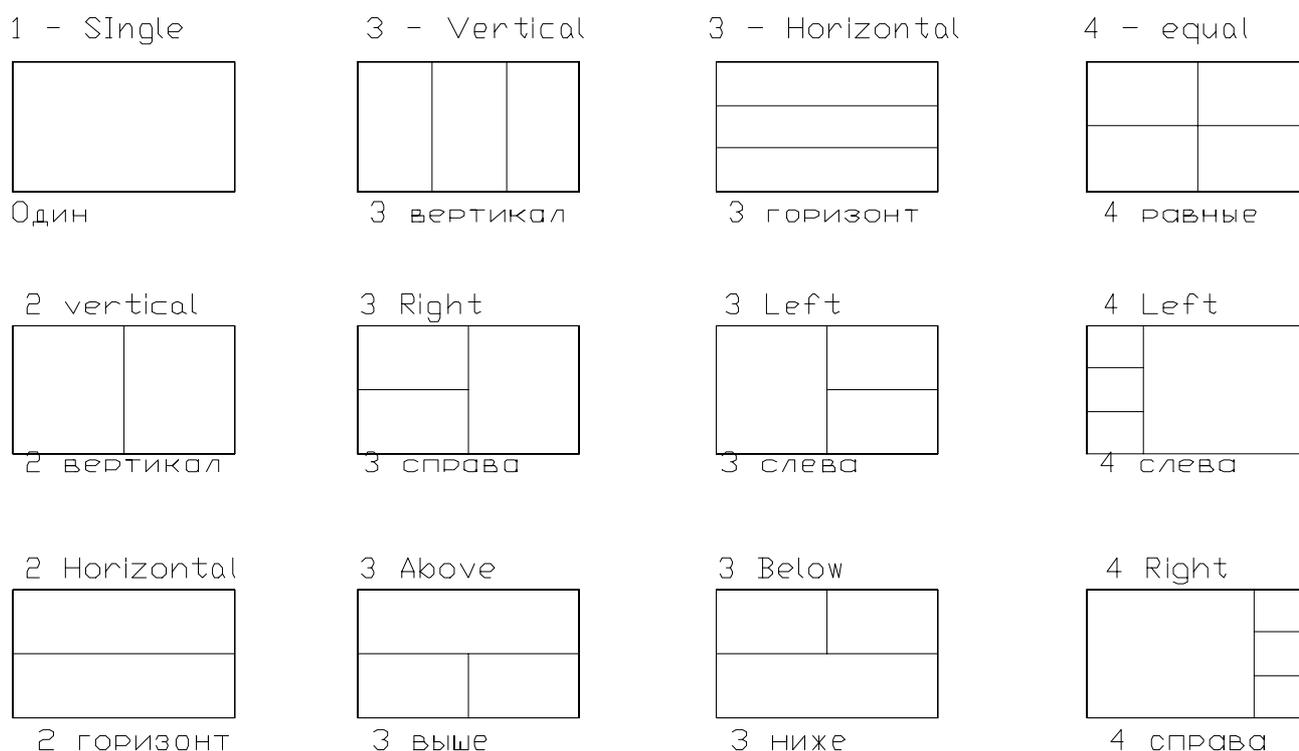


Рис. 3. Расположение видовых экранов

Тот экран, на котором происходит отрисовка объектов, выделен широкой рамкой и является текущим. Курсор за пределами экрана имеет вид стрелки, а не перекрестия. Каждый экран становится текущим при щелчке левой кнопкой в графической зоне видового экрана. Все команды построения и редактирования распространяются на все экраны, что позволяет строить один объект на разных экранах с разным масштабированием чертежа. Все команды управления изображением (опции команд ZOOM, PAN) работают только с текущим экраном. В каждом экране можно установить различные ПСК. Сохранением ПСК для каждого видового экрана управляет системная переменная UCSVP (вводится с клавиатуры). При значении переменной 1 заданная в экране ПСК запоминается и не изменяется при переходе на другой экран. Если же UCSVP = 0, то изменение ПСК на одном из экранов будет временным, при переходе на другой экран изменится в соответствии с ПСК текущего видового экрана. Значения переменной UCSVP в каждом видовом экране индивидуальны.

Таким образом, применяя различные виды в каждом экране, можно компоновать чертеж с крупным и мелким планом отдельных фрагментов чертежа. Трехмерная

графика позволяет выполнять в каждом видовом экране различные точки зрения трехмерных объектов, их аксонометрические проекции, а также перспективу.

Вернуться к одному экрану: Viewports – 1 Viewport (при этом изображение восстановится по текущему экрану).

Конфигурацию экранов и изображений в них можно сохранить (а затем восстановить) под конкретным именем, используя окно Named Viewport.

**Поименованные объекты.** К поименованным объектам следует отнести все объекты, которым присваивается имя в рисунке. Это слои, блоки, различные стили, типы линий и т.д. При завершении работы в чертеже накапливается много “мусора”, т.е. множество поименованных объектов, которые создавались как вспомогательные и стали не нужны. Для быстрого удаления объектов из чертежа (что снижает объем файла) используется команда PURGE – удали (меню File – Drawing Utilities). Объект будет удален только в том случае, если в чертеже уже не используется.

**Дизайн – центр. Design Center.** Диалоговое окно дизайн – центра загружается из стандартной панели (или меню TOOLS). Центр позволяет использовать поименованные объекты, созданные в других чертежах (слои, блоки, размерные стили и т.п.). Диалоговое окно центра позволяет быстро находить нужный файл и просматривать его компоненты. Нужный объект загружается в текущий рисунок по контекстному меню правой кнопки (опция Add – добавить) или обычным перетаскиванием. Центр позволяет осуществить быстрый поиск поименованного объекта по указанному адресу. Для этого вызывается опция Find (найти). Опция имеет вид бинокля. В появившемся диалоговом окне следует указать тип поименованного объекта, область поиска (корневую папку) и название объекта.

Таким образом, использование уже созданных ранее объектов значительно ускоряет процесс работы.

## ЛЕКЦИЯ 9 **ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА. ПОЛУЧЕНИЕ ТВЕРДЫХ КОПИЙ**

### **Оформление чертежа.**

Автокад предусматривает два режима функционирования системы: режим разработки чертежа (MODEL SPACE – ПРОСТРАНСТВО МОДЕЛИ) для построений компьютерного чертежа и режим подготовки листа (PAPER SPACE – ПРОСТРАНСТВО ЛИСТА). В пространстве листа также можно чертить, редактировать, делать подписи, однако основное назначение - создание макета листа заданных размеров для вычерчивания на принтере или плоттере. Оба режима отражаются в строке состояния Model/Paper. Переключение в режим макета осуществляется щелчком на закладке Layout.

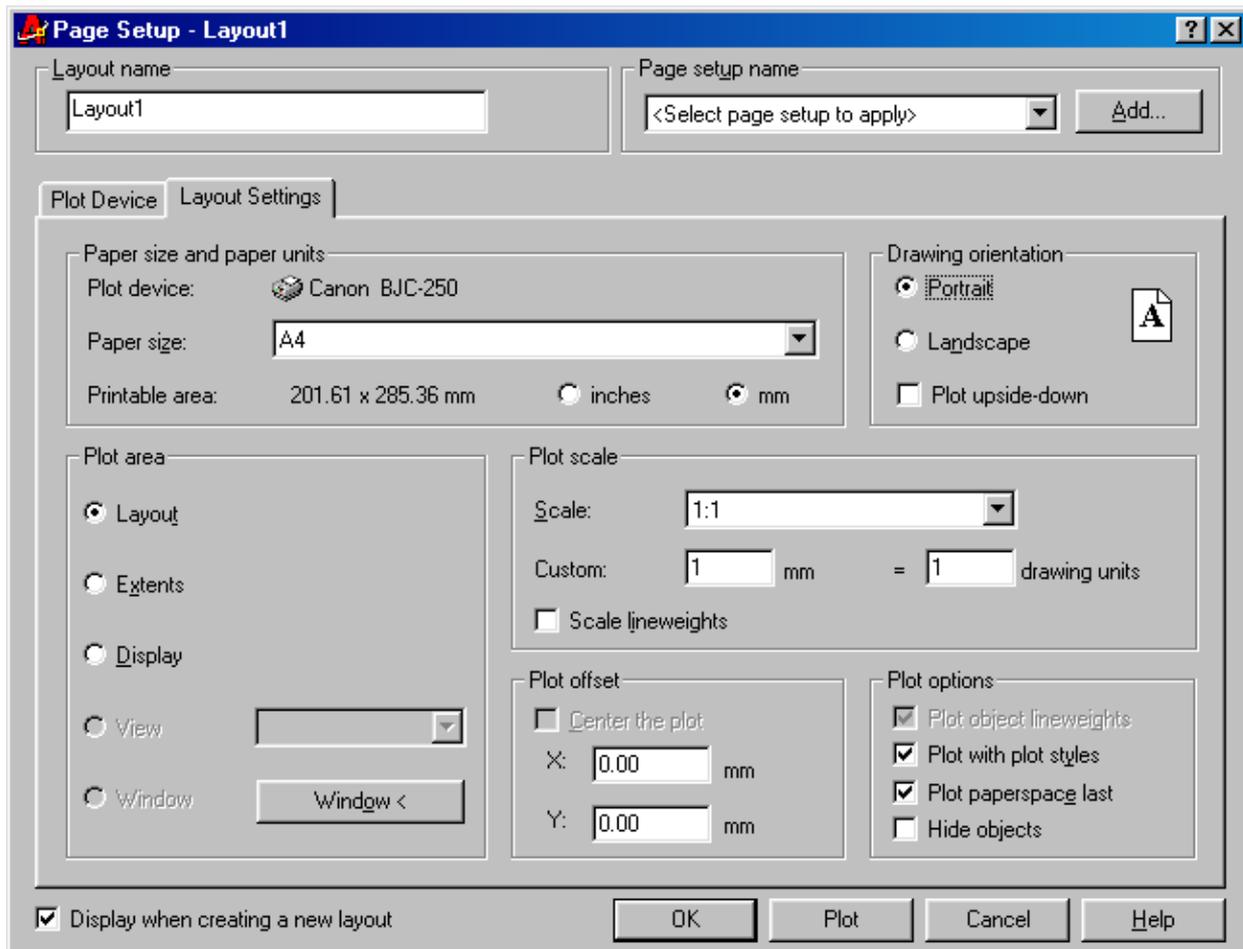


Рис. 1. Настройка макета чертежа

Настройка макета чертежа осуществляется при первом переключении на пространство листа - появляется диалоговое окно (рис. 1) Page Setup (настройка макета). Задается устройство печати (в закладке Plot Device) и параметры листа (закладка Layout Settings). В параметрах листа назначается размер бумаги, ориентация чертежа (книжная – Portrait, альбомная – Landscape); единицы измерения – мм; масштаб 1:1; в левой стороне окна следует отметить активным режим Layout (тогда левый нижний край бумаги совместится с началом координат).

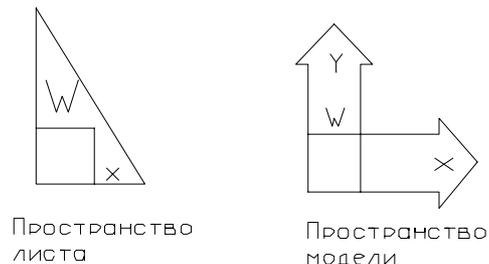


Рис. 2. Пиктограммы СК

После выполненных настроек и подтверждении их в диалоговом окне Автокад переходит в пространство листа, автоматически создавая видовой экран, в который

вписывает все содержимое пространства модели. В строке состояния кнопка Model переключается на Paper; пиктограмма СК изменяет свой вид на треугольный (рис.2).

Видовые экраны в пространстве листа, в отличие от экранов в пространстве модели, называются «плавающими», или «перекрывающимися». Это означает, что их можно перемещать, накладывать друг на друга, удалять, изменять размер. Добавить или вновь создать экраны можно той же командой VPORTS, что и в пространстве модели.

Рамка и штамп чертежа вычерчиваются в пространстве листа, либо импортируются из другого файла с уже готовой рамкой. При размещении рамки следует учесть возможности принтера (границы области печати - Printable area - указываются в закладке Page Setup), и при необходимости откорректировать внутренний контур.

Если чертеж в пространстве модели вычерчивался в натуральную величину, то при подготовке его к печати следует подобрать соответствующий масштаб по формату листа. Первоначально чертеж вписывается в видовой экран без всякого масштаба, поэтому масштаб необходимо задать. Находясь в пространстве листа, невозможно изменить изображение чертежа на экране, так как он недоступен для изменения и самостоятельной, отдельной от листа визуализации. Однако, не теряя изображение листа, можно перейти в пространство модели в самом видовом экране. Для этого существует кнопка Paper в строке состояния. Переключившись на Model, видовой экран будет очерчен жирной рамкой, внутри экрана появится пиктограмма пространства модели и подвижное перекрестие. Вне видового экрана перекрестие изменится на указатель. Таким образом, доступной графической зоной становится пространство модели, «вписанное» в лист чертежа. Здесь можно изменить изображение чертежа, провести дополнительные построения или редактирование. Опция nX команды ZOOM позволяет ввести масштаб изображения чертежа в пространстве листа. N – масштабный коэффициент уменьшения изображения чертежа на листе по сравнению с пространством модели. Например, если следует напечатать чертеж в масштабе 1:100, коэффициент  $n = 0.01$ , при этом диалог команды следующий:

**Command: zoom**

**Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or**

**[All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window] <real time>: 0.01xp**

**Regenerating layout.**

По завершении масштабирования следует использовать команду Pan, чтобы разместить чертеж в центре листа. Ненужные детали чертежа можно «закрыть», изменив размер видового экрана (отредактировать размер экрана, находясь в Paper).

Следующим этапом к подготовке листа является настройка толщин линий. Наиболее удобно это выполнять, когда заранее линии различной толщины вычерчивались в разных слоях. Тогда каждому слою можно задать соответствующую толщину – **Lineweight** (буквально – вес линии). Толщина выбирается из определенного ряда значений от 0 до 2.11 мм, при этом существует специальное значение – Default – по умолчанию (обычно 0.25 мм), которое можно изменить в диалоговом окне настроек – меню FORMAT. Так же, как и в свойствах цвета и типа линий, можно назначить логическую толщину – по слою Bylayer. Отображением толщины управляет кнопка LWT в строке состояния. В диалоговом окне настройки пространства листа указывается, нужно ли масштабировать толщину линий по сравнению с пространством модели (как правило, делать это не следует, поскольку толщина задается в соответствии с форматом печатного листа: тонкими задаются линии до 0.13 мм; средние – 0.25 мм; толстые – 0.35 мм). Соединение концов линий регулируется в стилях печати (окно Plot Device – Plot Style –

Edit – Lineweight). Видимость настроек стиля печати осуществляется при активном флажке в закладке Plot device – Display Plot Styles.

Если необходимо скомпоновать чертеж, состоящий из нескольких видов, нужно эти виды создать (VPORPTS, или меню VIEW – Viewports). В каждом экране масштаб задается самостоятельно, поэтому на одном и том же листе можно распечатать фрагменты чертежа с разными масштабами. Отображение содержимого слоев на видовых экранах также индивидуально, регулируется кнопкой Active VP Freeze в диалоговом окне настройки слоев, которая доступна только в режиме Layout:

- в Paper регулируется видимость рамки видового экрана;
- в Model регулируется видимость объектов, принадлежащих слою.

Дополнительно для оформления чертежа можно использовать две следующие команды:

1. MVSETUP (ФОРМАТЛ)
2. MVIEW (СВИД).

Основные опции команд:

#### 1. MVSETUP :

- Align (выровнять) – выравнивает объекты, находящиеся в разных видовых экранах, по горизонтали, вертикали, заданному углу;
- Create (создать) – создает (удаляет) 1 или несколько видовых экранов;
- Scale viewports (масштаб видовых экранов) – задает масштабный коэффициент отображения объекта в пространстве модели и листа для каждого видового экрана;
- Title block (блок-титул) – вставка стандартной рамки нужного формата;
- Options (дополнительные опции) – назначение слоя для вставки рамки; лимитов; единиц.

#### 2. MVIEW имеет следующие опции:

- ON/OFF (вкл/откл) – включает/отключает отображение видовых экранов;
- Fit (вписать) – вписывает в пространство листа чертеж пространства модели. Если в пространстве модели несколько видовых экранов, то появляется изображение только активного видового экрана.
- 2,3,4 – создает 2, 3 или 4 равных видовых экрана в пределах прямоугольной рамки, указанной пользователем.
- Restore (восстановить) – восстанавливает текущую конфигурацию видовых экранов пространства модели (ACTIVE), либо любую поименованную конфигурацию.
- Hideplot (скрой) – удаляет невидимые линии при выводе на печать (для 3D)

**Распечатка чертежей** осуществляется как из пространства листа так и из пространства модели. Следует заметить, что при наличии нескольких видовых экранов печать из пространства модели осуществляется только по текущему видовому экрану; в пространстве листа печатается весь подготовленный макет. Настройка печати осуществляется из диалогового окна Plot, которое имеет две закладки – Plot Device и Plot Settings. Настройки похожи на окно Layout. Здесь следует обратить внимание на параметры вывода на печать:

Display – все, что видно на экране в настоящий момент;

Extend, Limits – вывод соответственно по границам рисунка или в пределах лимитов;

View – печать поименованного вида рисунка;

Window – рамка. Печать части чертежа, заключенной в рамку. Рамка указывается при нажатии кнопки Window: указать рамку непосредственно на экране.

Для определения размеров и ориентации бумаги служит область окна Drawing Orientation. Прежде, чем отправить чертеж на печать, следует запустить предварительный просмотр: частичный (Partial Preview) и полный (Full Preview). Частичный просмотр показывает эффективную область чертежа относительно бумажного размера и выводимой области. Уведомляет о любых предупреждениях, связанных с превышением размера чертежа. Полный просмотр позволяет увидеть размещение чертежа на бумаге. Откорректировать положение чертежа можно смещениями по x и y относительно нижнего левого угла бумаги (Plot offset). Запуск на печать – ОК из диалогового окна Plot, или из контекстного меню предварительного окна просмотра (правая кнопка мыши – Plot).

## Приложение к лекции 7: Размерные стили

### I. Главное меню Dimension Style manager

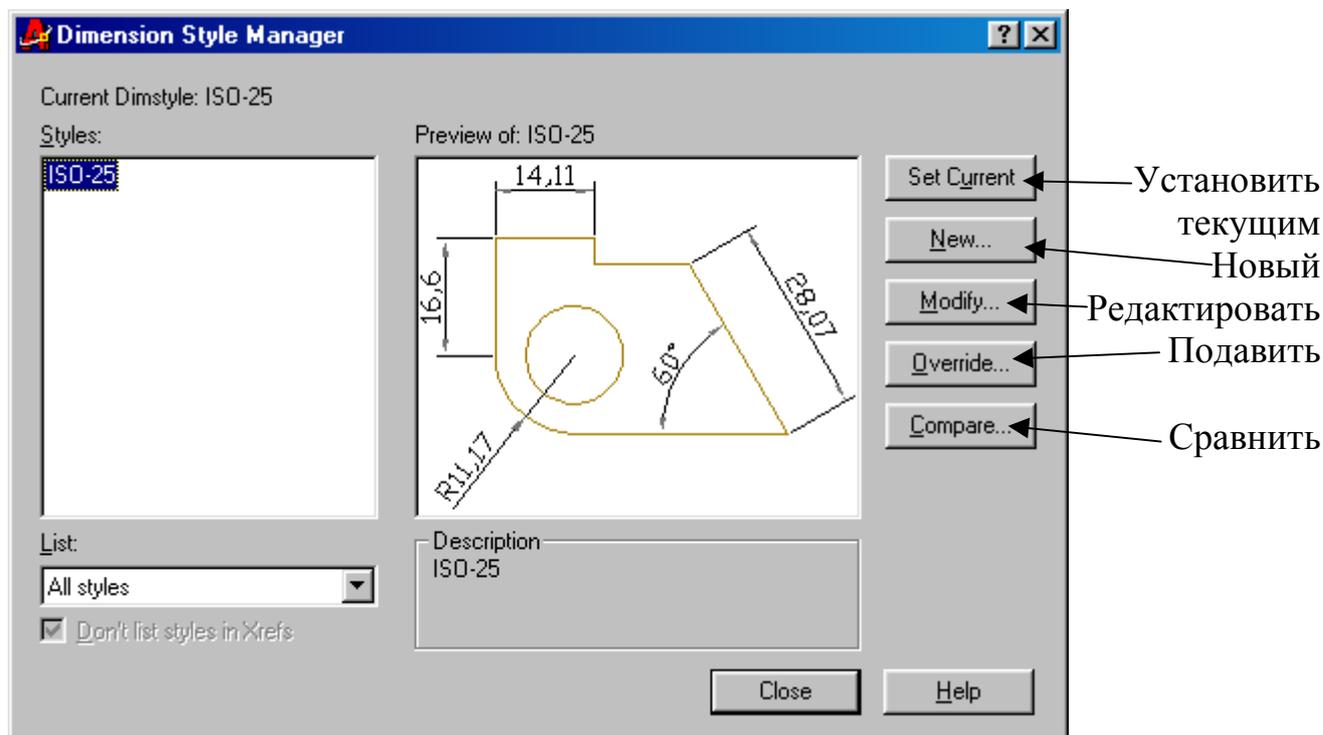


Рис.1 Главное меню

#### 1.1. Создание нового размерного стиля.

Для создания нового размерного стиля необходимо в главном меню нажать кнопку «Новый» (New). При этом появится диалоговое окно (рис. 2), в котором предлагается задать имя новому стилю, начальные настройки установить на основе одного из существующих стилей, а также выбрать тип размера, для которого создается новый стиль (либо выбрать пункт “все размеры” – All dimension). Нажать на кнопку “Далее” (Continue) и приступить к настройкам стиля (см. пункт II “Редактирование”).

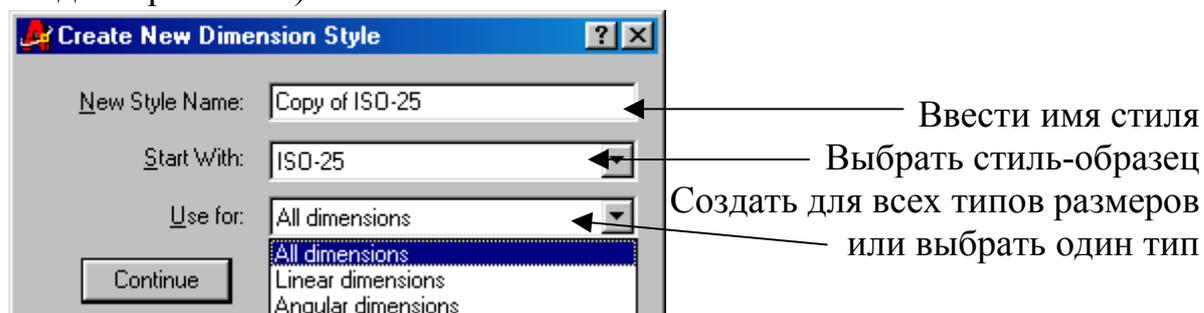


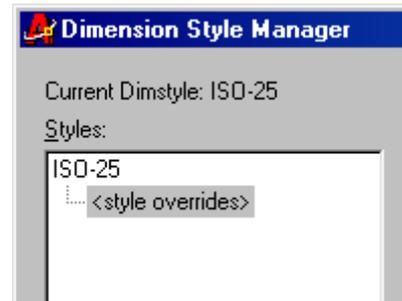
Рис. 2. Создание нового размерного стиля

#### 1.2. Редактирование существующего размерного стиля.

Для редактирования существующего размерного стиля его следует подсветить, после чего нажать на кнопку «Редактировать» (Modify). После редактирования стиля все существующие размеры чертежа, выпол-

ненные данным стилем, автоматически перестроятся. Подробнее в разделе II Редактирование.

- 1.3. Выбор *текущего стиля*. Чтобы установить размерный стиль текущим, его следует подсветить мышью (высветится синим цветом), а затем щелкнуть на кнопке «Текущий» (Current). При этом имя стиля станет серым. Удобнее назначать текущим размерный стиль на панели «Размеры» (Dimension), выбирая его в окне списка размерных стилей.
- 1.4. **Подавить настройки**. При помощи кнопки «Подавить» (Override) можно внести временные изменения в настройки размерного стиля. При этом в окне появится ссылка “style overrides”(рис.3), что настройки временно изменены. Если эта ссылка выделена серым цветом (текущая настройка), то последующие построения размеров будут соответствовать данным изменениям. Чтобы перестроить в соответствии с этими изменениями уже существующие размеры чертежа, к ним следует применить команду UPDATE (Перестроить).



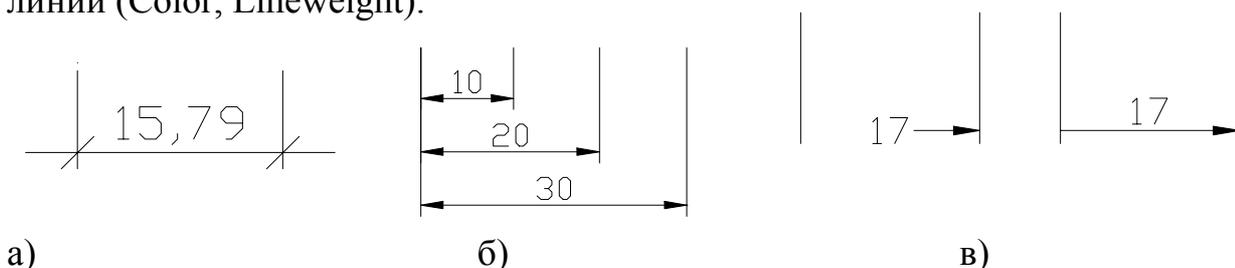
**Рис.3.** Подавление настроек размерного стиля

- 1.5. **Сравнить стили**. Если чертеж имеет несколько размерных стилей, то при помощи кнопки «Сравнить» (Compare) можно увидеть в соответствующем диалоговом окне, по каким настройкам размерные стили отличаются друг от друга.
- 1.6. **Образец размерного стиля**. Верхний правый угол главного меню и всех диалоговых окон редактирования показывает текущие настройки размерного стиля. Образец размеров является динамичным, поскольку изменяет свой стиль при настройке тех или иных параметров стиля.

## II. Редактирование размерных стилей

Редактирование размерных стилей осуществляется кнопкой «Редактировать» (Modify) главного меню (рис.1). Существует 6 диалоговых окон для изменения стиля.

2.1. **Редактирование линий и стрелок** - окно Lines and Arrows (рис.5). Окно разделено на 4 фрагмента. Верхний левый посвящен настройкам размерных линий (Dimension lines). Размерную линию можно выделить цветом и толщиной линии (Color, Lineweight).



**Рис.4.** Настройка размерных линий

Настройка «Продлить за засечки» (Extend beyond ticks) доступна, если в качестве стрелок заданы засечки (см. ниже). При ненулевом значении размерная линия продлевается за пределы выносных линий на указанное расстояние (рис. 4,а). Настройка «Пространство базовой линии» (Baseline Spacing) необходима для создания базовых размеров. Заданное расстояние является постоянной величиной, откладываемой от одной размерной линии базового размера до последующей (рис. 4,б). «Подавить размерную линию» (Suppress Dim. line 1; Dim. line 2) означает удаление половины размерной линии и стрелки. Для этого следует поставить флажок против требуемой половины. Первой половиной размерной линии считается прилегающая к первой указанной выносной линии. При размещении текста над размерной линией подавляется только стрелка; при центрированном вертикальном размещении текста подавляется размерная линия до текста (рис. 4,в).

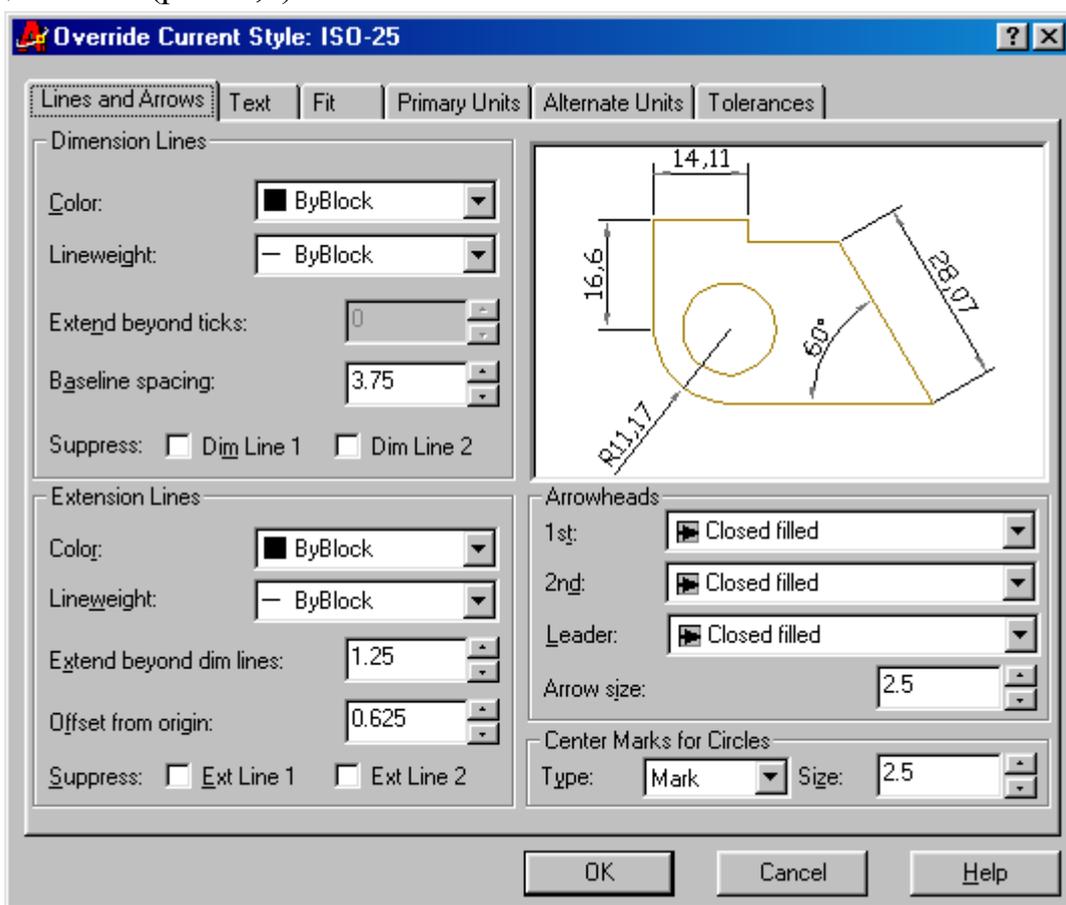


Рис.5. Настройка линий и стрелок

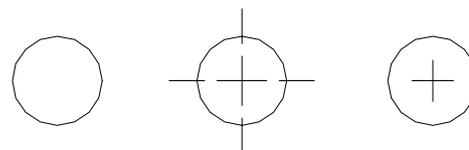
Левый нижний угол окна – настройка выносных линий (Extension lines). Помимо цвета и толщины линий задается величина, на которую *продлевается выносная линия за размерную* (Extend beyond dim lines) – рис. 6,а. *Отступ от начала* (Offset from origin)



Рис. 6. Настройка выносных линий

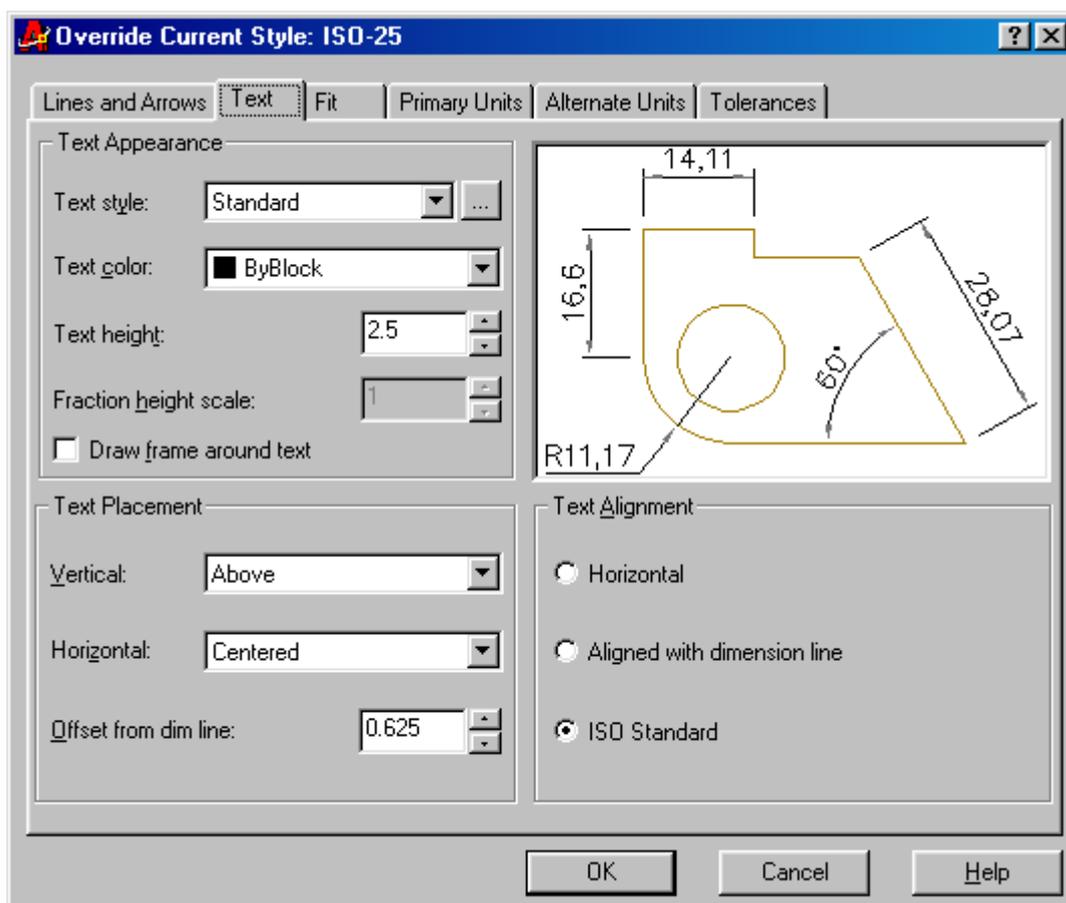
обеспечивает зазор между выносными линиями и объектом (рис. 6,а). *Подавить размерную линию* (Suppress Ext 1 Ext 2) можно, поставив флажок рядом с первой или второй выносной линией (удалится выносная линия, указанная в соответствующей последовательности) – рис. 6,б.

Верхний правый угол – образец настроек. Нижний правый угол – настройка *стрелок* (arrowheads) и *маркировки центров* дуг и окружностей (Center Marks for circles). Вид стрелок задается из графического списка. Можно задать отдельно для левого и правого края размерной линии (1-я и 2-я стрелки), а также для выноски (Leader). Ниже задается размер стрелки (Arrow size). Маркировка центров назначается по его типу и размеру. Типы подразделяются на отсутствие маркера (none), осевые линии (line) и собственно маркер (mark) – рис. 7.



**Рис. 7.** Типы маркеров

## 2.2 Редактирование текста – окно Text (рис.8).



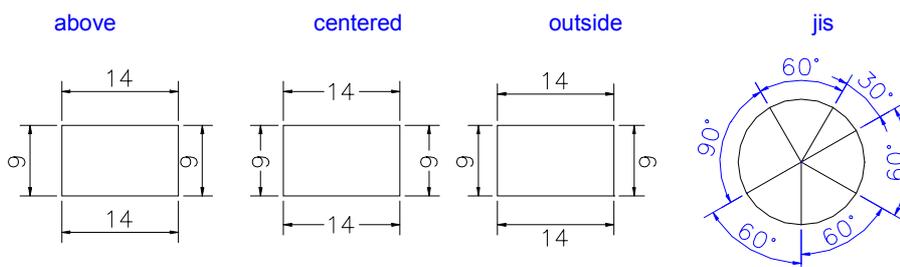
**Рис. 8.** Редактирование текста

В верхнем левом углу настройка *формата и размера текста* (Text Appearance). Назначается текстовый стиль, цвет, высота. Следует обратить внимание на то, что для размерного текста используется существующий в чертеже текстовый стиль. Если в этом стиле задана высота текста (а не равна нулю), то

независимо от настроек в данном окне, высота размерного текста будет соответствовать высоте, заданной в текстовом стиле. Таким образом, во избежание недоразумений, следует обнулить высоту текста в используемом текстовом стиле. Там же может быть задан коэффициент масштабирования высоты доли (Fraction text scale). Данная настройка доступна только тогда, когда в качестве формата используемых единиц применяются дроби. Масштабный коэффициент означает отношение высоты дроби к высоте целого числа. Ниже можно задать формат изображения текста в рамке, если поставить флажок против настройки “Draw frame around text”.

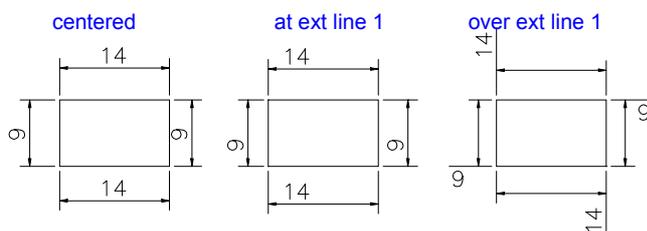
Нижний левый угол настраивает размещение текста (Text Placement) по вертикали и горизонтали относительно размерной линии. Возможные настройки:

- по вертикали (рис.9)
  - above – над размерной линией;
  - centered – центрированно;
  - outside – на внешней относительно объекта стороне;
  - JIS – размещает размерный текст в соответствии с японским промышленным стандартом (Japanese Industrial Standards)



**Рис.9.** Размещение текста по вертикали

- по горизонтали (рис. 10)
  - centered – в середине размерной линии;
  - at ext line 1 (2) – у первой (второй) выносной линии;
  - over ext line 1 (2) – над первой (второй) выносной линией



**Рис. 10.** Размещение текста по горизонтали

Отступ от размерной линии (Offset from dim line) зависит от способа размещения текста по вертикали: если текст размещен над или под размерной линией, то отступ задается как расстояние от текста до размерной линии по перпендикуляру относительно размерной линии; если же размещение центрировано, то отступ задает продольный зазор между текстом и размерной линией.

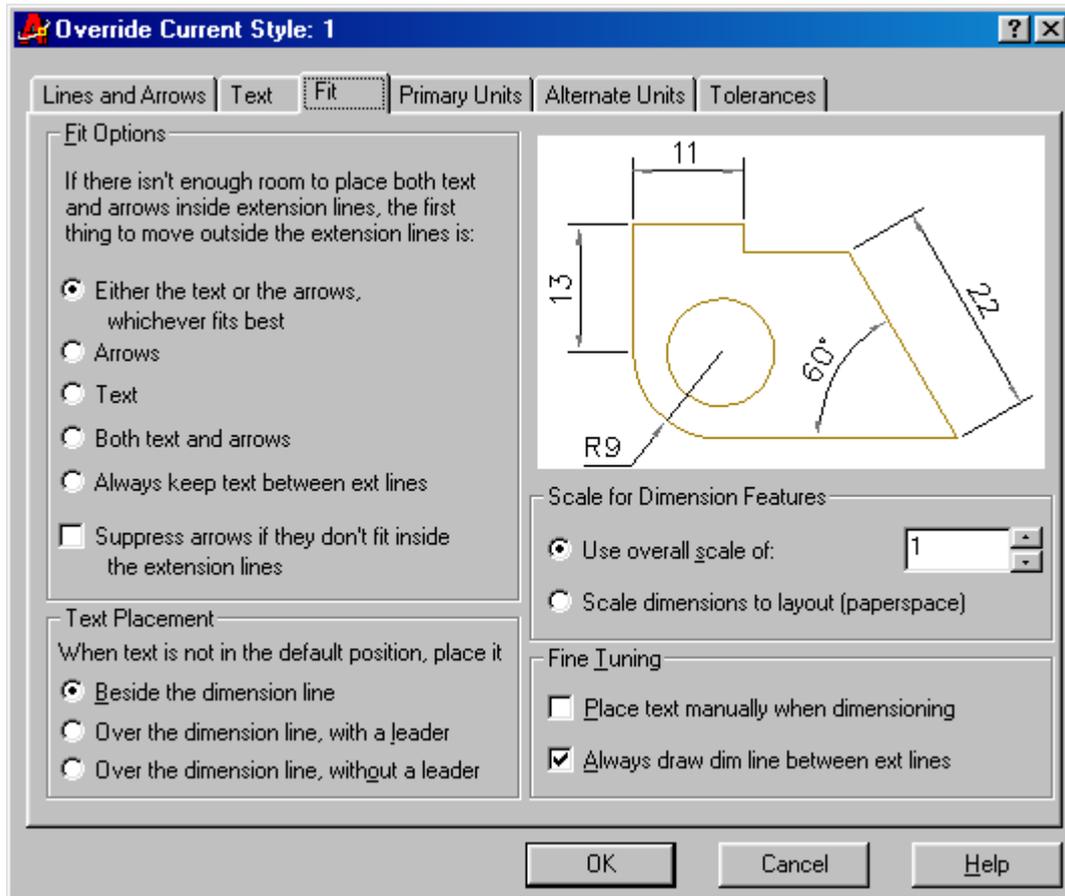
Правый нижний угол задает способы выравнивания текста (Text Alignment). Их три:

- текст всегда горизонтален (Horizontal);

- текст параллелен размерной линии (Aligned with dim line);
- текст размещается в соответствии со стандартом ISO (ISO Standard).

Как выглядят при этом размеры, легко проверить по образцу размерного стиля.

**2.3. Размещение** – окно Fit (рис. 11). Это окно для настройки размещения текста, стрелок, размерной и выносной линий. Установки определены в три группы; каждая из установок одной группы в комбинации с настройками других групп могут дать различные варианты размещения элементов размерного блока.



**Рис. 11.** Окно настройки для размещения элементов размерного блока *Fit Options* – *опции подгонки*. Управляют размещением текста и стрелок внутри или снаружи выносных линий, в зависимости от возможности их размещения. Когда пространство между выносными линиями достаточно, Автокад всегда размещает текст и стрелки внутри.

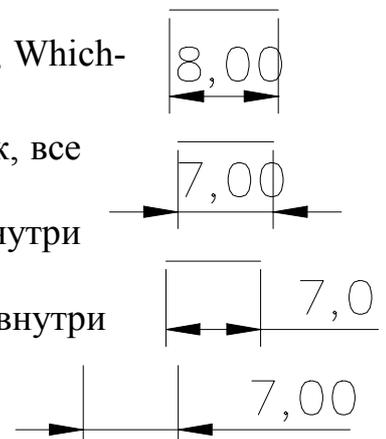
- или текст, или стрелки (Either the Text or the Arrows, Whichever Fits Best):

а) когда достаточно места для текста и стрелок, все размещается внутри;

б) когда достаточно места только для текста, внутри размещается текст, снаружи – стрелки;

в) когда достаточно места только для стрелок, внутри размещаются стрелки, снаружи – текст;

г) когда места недостаточно ни для текста, ни для стрелок, и то и другое размещается снаружи.

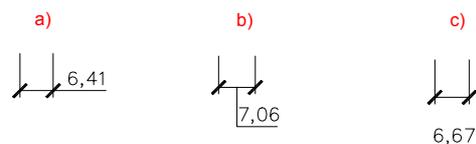


- *стрелки* (Arrows):
  - а) когда достаточно места для текста и стрелок, все размещается внутри;
  - б) когда достаточно места только для стрелок, внутри размещаются стрелки, снаружи – текст;
  - в) когда места недостаточно для стрелок, и текст и стрелки размещаются снаружи
- *текст* (Text):
  - а) когда достаточно места для текста и стрелок, все размещается внутри;
  - б) когда достаточно места только для текста, внутри размещается текст, снаружи – стрелки;
  - в) когда места недостаточно для текста, и текст и стрелки размещаются снаружи
- *и текст и стрелки* (Both Text and Arrows):
  - когда недостаточно места для текста и стрелок, все размещается снаружи;
- *всегда хранить текст между выносными линиями* (Always keep text between ext lines):
  - текст всегда размещается между выносными линиями
- *подавить стрелки, если они не помещаются между выносными линиями* (Suppress Arrows, if they don't fit inside Extension Lines)
  - при установке флажка против данной настройки стрелки будут аннулированы.

### ***Text Placement – размещение текста.***

Дополнительные установки для размерного текста, когда он смещен от заданной стилем позиции:

- *около размерной линии* (Beside the Dimension Line)
  - текст размещается около размерной линии (рис.12 а);
- *за размерной линией, с выноской* (Over the Dimension Line, with a Leader) – рис. 12 б)
  - Если текст перемещен далеко от размерной линии, создается выноска, соединяющая текст с размерной линией. Автокад опускает выноску, когда текст слишком близко к размерной линии
- *за размерной линией, без выноски* (Over the Dimension Line, Without a Leader) - рис. 12 с)
  - Сохраняет размерную линию в том же самом месте, когда текст перемещен. Текст, перемещенный от размерной линии, не связан с ней выноской.



**Рис. 12** Размещения текста

Правая часть диалогового окна устанавливает

*Масштаб для изображения размера (Scale dimension feature):*  
устанавливается общий масштаб для отображения размера или для пространства листа

- *использовать общий масштаб (Use Overall Scale Of)*  
задается масштабный коэффициент, увеличивающий/уменьшающий элементы размерного блока (текст, величину стрелок и прочие настройки стиля) – рис.13 (слева масштаб = 1, справа = 2)

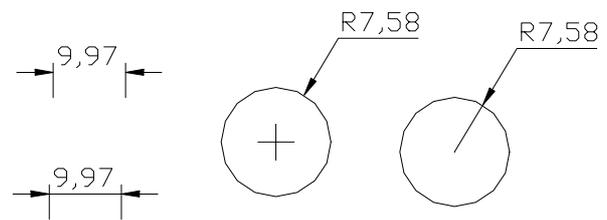


**Рис. 13.** масштабный фактор отображения размера

- *масштаб размера для пространства листа (Scale Dimension to Layout (Paper Space))*  
определяет масштаб, основанный на коэффициенте масштабирования между пространством модели и пространством листа.

*Опции точной настройки (Fine Tuning Option)* имеют две дополнительных установки – флажка:

- *разместить текст вручную (Place Text Manually When Dimensioning)*  
при простановке размера текст размещается там, где его установит пользователь;
- *размерная линия всегда между выносными (Always Draw Dim Line Between Ext Line)*  
размерная линия всегда вычерчивается между выносными линиями, даже если и текст, и стрелки снаружи (рис.14).



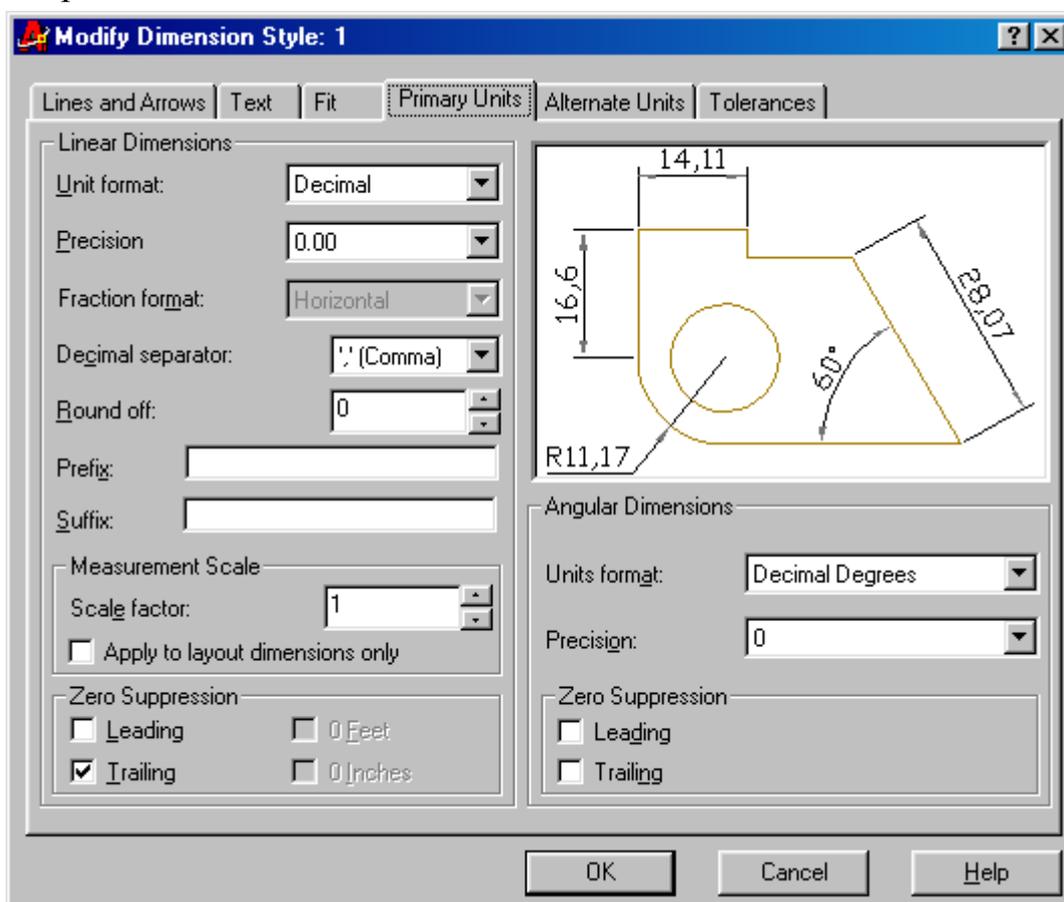
**Рис. 14.** Установка размерной линии

## 2.4. Основные единицы – Primary units (рис.15).

В этом окне назначаются единицы измерения размерного текста. Левая половина окна посвящена линейным размерам, правая – угловым.

- *формат единиц (Unit format)*. Выбор единиц осуществляется из следующего списка: десятичные (Decimal); архитектурные (Architectural); инженерные (Engineering); научные (Scientific); дробные (Fractional); системные Windows (Windows Desktop).
- *точность отображения единиц (Precision)* не связана с точностью вычисления программы. Отображение единиц десятичного формата возможно от целого до 8 знаков дробной части.
- *формат дроби (Fraction Format)* доступен только при назначении дробного формата: дробь задается горизонтально, наклонно с расположением цифр вертикально (Diagonal) и наклонно с размещением цифр горизонтально (Non stacked).

- *разделитель десятичной дроби (Decimal Separator)* доступен при десятичном формате. Целое от дробного может быть разделено точкой (Period), запятой (Comma), пустым пространством (Space).
- *округление (Round off)* задает точность округления
- *префикс/суффикс (Prefix/Suffix)* назначает ввод дополнительного текста перед – префикс или после – суффикс написания собственно размерного текста.



**Рис. 15.** Настройка основных единиц

*Масштаб измерения (Measurement Scale)* задает масштабный фактор увеличения/уменьшения размерного числа, если чертеж выполняется не в натуральную величину. Флажок «*Применить только для пространства листа*» (Apply to Layout Dimensions Only) позволяет игнорировать коэффициент масштабирования в пространстве модели.

*Подавление нуля (Zero Suppression)* устанавливает две настройки: подавить нуль целых, если число меньше 1 (Leading) и подавить нули дробной части (Trailing).

Настройки угловых единиц (Angular Dimensions) в правой части диалогового окна идентичны линейным.

**2.5. Альтернативные единицы – Alternate Units** (рис.16) назначают (если проставлен флажок “*Показывать альтернативные единицы*” (Display Alternate Units) дополнительные единицы (например, дюймы). Так же, как и в основных единицах, назначаются формат и точность отображения, а также величина *переводного коэффициента (Multiplier for Alternate Units)*. В правой стороне окна

назначается размещение единиц - *после основных единиц* (After Primary Units) или *ниже основных единиц* (Below Primary Units).

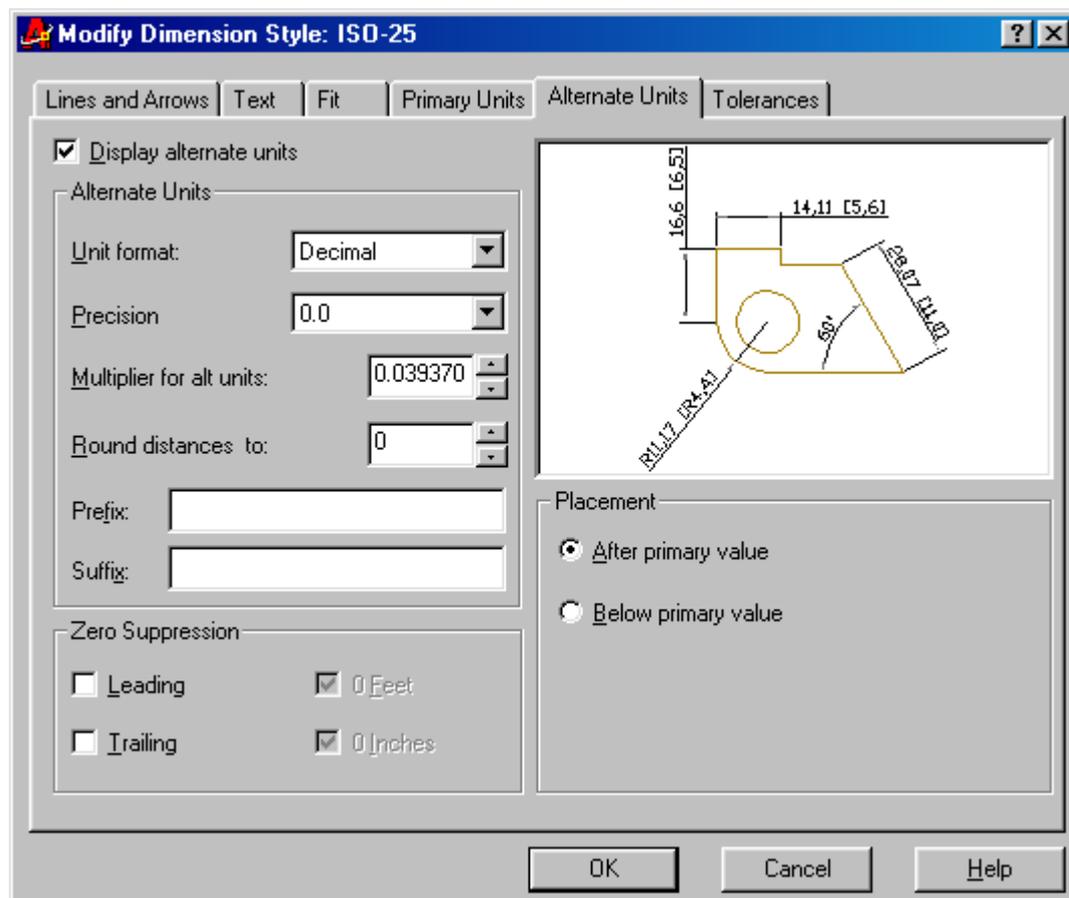


Рис. 16. Настройка альтернативных единиц

## 2.6. Допуски – Tolerance (рис. 17).

В левой части окна назначается метод допусков:

- *нет* (None) – отсутствие допуска;
- *симметрично* (Symmetrical) – положительный и отрицательный допуски одинаковы, при этом величина допуска задается по *верхнему значению* (Upper value);
- *отклонение* (Deviation) – задаются верхнее и нижнее значения (Upper, Lower value);
- *пределы* (Limits) – размер задается в виде верхнего и нижнего пределов;
- *основной* (Basic) – указывается основной размер, обведенный в рамку.

*Масштаб высоты допуска* (Scaling for Height) может быть задан меньше 1, тогда размещение текста допуска регулируется тремя настройками *вертикальной позиции*: *вверху* (Top), *внизу* (Bottom), *посередине* (Middle). *Подавление нулей* осуществляется по тому же принципу, что и в основных единицах. В правой части окна настройки для альтернативных

единиц, которые доступны в том случае, если альтернативные единицы назначены в данном размерном стиле.

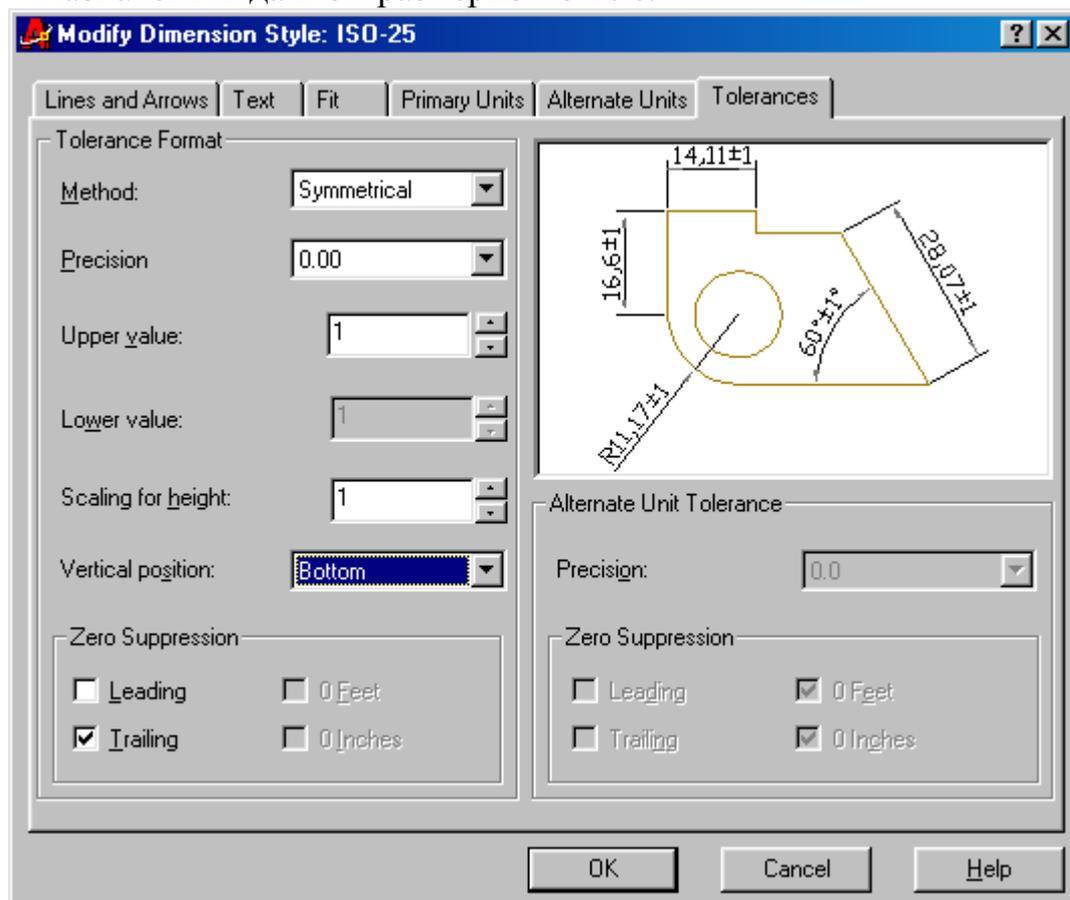


Рис. 17. Настройка допусков