

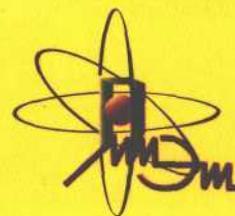
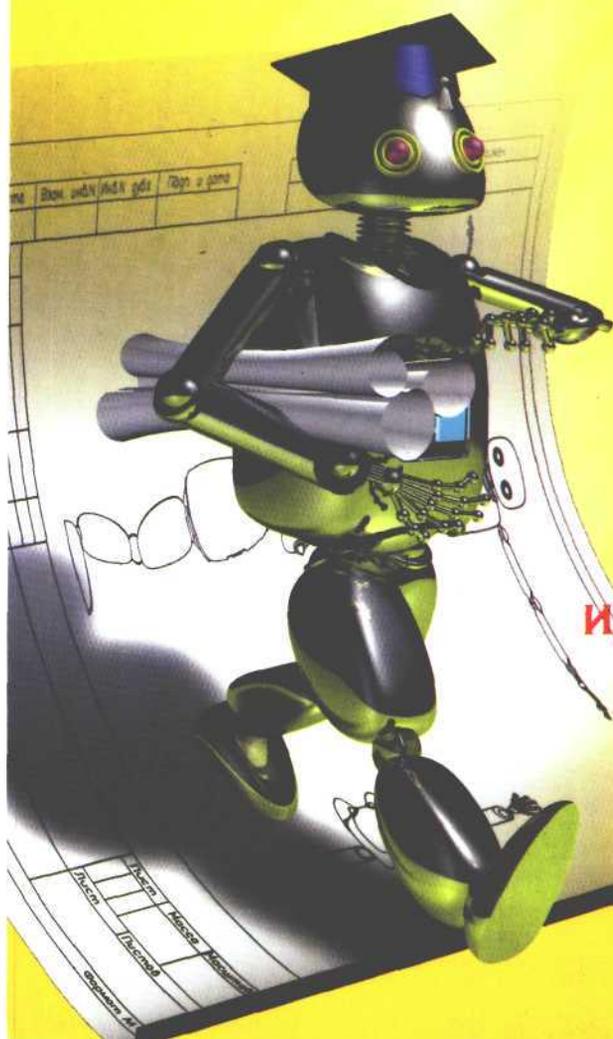
ПОПУЛЯРНЫЙ САМОУЧИТЕЛЬ

Т. Соколова  
**AUTOCAD 2005**  
**ДЛЯ СТУДЕНТА**

**В этой КНИГЕ:**

- ПРИЕМЫ НАСТРОЙКИ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ И ИНСТРУМЕНТОВ
- СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ
- ПОЛУЧЕНИЕ РЕАЛИСТИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ
- ВЫВОД ТВЕРДЫХ КОПИЙ ЧЕРТЕЖЕЙ И СХЕМ

**ДОСТУПНА ЗАГРУЗКА  
ИНТЕРАКТИВНОГО КУРСА!**



**ПИТЕР®**

ПОПУЛЯРНЫЙ САМОУЧИТЕЛЬ

Т. Соколова

# AUTOCAD

## ДЛЯ СТУДЕНТА



**ПИТЕР®**

Москва • Санкт-Петербург • Нижний Новгород • Воронеж  
Новосибирск • Ростов-на-Дону • Екатеринбург • Самара  
Киев • Харьков • Минск

2005

ББК 30.2-5-05я7  
УДК 681.3(075)  
С59

**Соколова Т.**

С59 AutoCAD 2005 для студента. Популярный самоучитель. — СПб.: Питер, 2005. — 320 с.: ил. — (Серия «Популярный самоучитель»).

ISBN 5-469-00630-1

«AutoCAD для студента» — это практическое и справочное руководство, являющееся основой для самостоятельного изучения и подготовки к работе в мощной универсальной графической системе AutoCAD 2005. В книге приведены общие сведения о системе, подробно рассмотрен пользовательский интерфейс, рассказано о настройке рабочей среды и адаптации инструментов AutoCAD 2005. Описываются средства создания, редактирования и оформления чертежей, принципы пространственного моделирования, включая получение реалистических изображений, а также твердых копий чертежей. Книга рекомендуется студентам технических специальностей.

ББК 30.2-5-05я7  
УДК 681.3(075)

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полностью приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 5-469-00630-1

© ЗАО Издательский дом «Питер», 2005

# Краткое содержание

<b>Введение</b> .....	7
<b>Глава 1.</b> AutoCAD 2005. Общие сведения.....	10
<b>Глава 2.</b> Системы координат.....	51
<b>Глава 3.</b> Свойства примитивов.....	65
<b>Глава 4.</b> Управление экраном.....	82
<b>Глава 5.</b> Построение объектов.....	93
<b>Глава 6.</b> Команды оформления чертежей.....	155
<b>Глава 7.</b> Редактирование чертежей.....	187
<b>Глава 8.</b> Пространство и компоновка чертежа.....	222
<b>Глава 9.</b> Формирование трехмерных объектов.....	239
<b>Глава 10.</b> Редактирование в трехмерном пространстве.....	257
<b>Глава 11.</b> Визуализация трехмерных моделей.....	275
<b>Приложение.</b> Перечень команд.....	299

# Оглавление

Введение.....	7
От издательства.....	9
<b>Глава 1. AutoCAD 2005. Общие сведения.....</b>	<b>10</b>
Требования к системе.....	11
Установка AutoCAD.....	11
Запуск системы AutoCAD.....	12
Вызов справочной системы.....	15
Пользовательский интерфейс AutoCAD.....	15
Настройка рабочей среды AutoCAD.....	27
Инструментальные палитры.....	37
Открытие рисунков.....	39
Создание рисунков.....	42
Сохранение рисунков.....	48
Получение твердой копии рисунка.....	49
Выход из AutoCAD.....	50
<b>Глава 2. Системы координат.....</b>	<b>51</b>
Ввод координат.....	52
Декартовы и полярные координаты.....	53
Определение трехмерных координат.....	55
Определение пользовательской системы координат.....	57
<b>Глава 3. Свойства примитивов.....</b>	<b>65</b>
Разделение рисунка по слоям.....	66
Управление видимостью слоя.....	69
Блокировка слоев.....	70
Назначение цвета слою.....	71
Назначение типа линии слою.....	71
Назначение веса (толщины) линии слою.....	73
Фильтрация слоев.....	76
Использование свойств слоев.....	76
Палитра свойств объектов.....	77

Глава 4. Управление экраном.....	82
Зумирование.....	83
Панорамирование.....	89
Использование окна общего вида.....	90
Перерисовка и регенерация.....	91
Изменение порядка рисования объектов.....	91
<b>Глава 5. Построение объектов.....</b>	<b>93</b>
Объектная привязка координат.....	94
Геометрический примитив.....	108
Точка.....	108
Построение линий.....	109
Построение криволинейных объектов.....	122
Текст.....	135
Блок.....	148
<b>Глава 6. Команды оформления чертежей.....</b>	<b>155</b>
Штриховка.....	156
Простановка размеров.....	161
Управление размерными стилями.....	176
<b>Глава 7. Редактирование чертежей.....</b>	<b>187</b>
Выбор объектов.....	188
Редактирование с помощью «ручек».....	190
Удаление и восстановление объектов.....	192
Перемещение объектов.....	194
Поворот объектов.....	195
Копирование объектов.....	196
Размножение объектов массивом.....	197
Зеркальное отображение объектов.....	199
Создание подобных объектов.....	201
Масштабирование объектов.....	202
Растягивание объектов.....	204
Удлинение объектов.....	206
Разбиение объектов на части.....	208
Обрезка объектов.....	209

Расчленение объектов.....	210
Снятие фасок.....	212
Рисование скруглений.....	214
Разработка чертежей в среде AutoCAD.....	219
<b>Глава 8. Пространство и компоновка чертежа.....</b>	<b>222</b>
Пространство модели и пространство листа.....	224
Работа в пространстве листа.....	227
<b>Глава 9. Формирование трехмерных объектов.....</b>	<b>239</b>
Построение тел.....	240
Сложное тело.....	253
<b>Глава 10. Редактирование в трехмерном пространстве.....</b>	<b>257</b>
Редактирование трехмерных объектов.....	258
Редактирование трехмерных тел.....	262
Формирование чертежей с использованием трехмерного моделирования.....	269
<b>Глава 11. Визуализация трехмерных моделей.....</b>	<b>275</b>
Интерактивное управление точкой взгляда.....	277
Типы трехмерных изображений.....	279
Подавление скрытых линий и раскрашивание.....	280
Тонирование.....	283
<b>Приложение. Перечень команд.....</b>	<b>299</b>

## **Введение**

---

В настоящее время существует множество графических редакторов и программ геометрического моделирования. Компания Autodesk — один из ведущих производителей систем автоматизированного проектирования и программного обеспечения для конструкторов, дизайнеров, архитекторов. Система AutoCAD, разработанная этой компанией, является лидирующей в мире платформой программного обеспечения систем автоматизированного проектирования (САПР), предназначенной для профессионалов, которым требуется воплощать свои творческие замыслы в реальные динамические проекты. AutoCAD характеризуется, с одной стороны, мощностью и гибкостью, с другой — предельно четкой фокусировкой на максимальной производительности. Кроме того, эту полностью расширяемую и адаптируемую систему можно использовать в самых разных отраслях.

AutoCAD — программа с богатой и во многом уникальной историей. Впервые она увидела свет в 1982 году под именем MicroCAD. Первая версия AutoCAD ознаменовала начало настоящей революции в автоматизированном проектировании. Сегодня AutoCAD переводится на 18 языков мира, ее используют в своей работе миллионы проектировщиков во всем мире на процессорах в тысячи раз мощнее тех, которые были установлены на первых персональных компьютерах.

Настоящая книга посвящена новой версии универсальной графической системы проектирования AutoCAD 2005, разработанной компанией Autodesk. Программа получила широкое распространение в нашей стране и за рубежом и признается стандартным средством автоматизации проектно-конструкторских работ. По сравнению с предыдущими версиями, система значительно переработана, в ней появились усовершенствования, которые помогают повысить производительность труда и сэкономить время для творческой работы.

Новая версия AutoCAD усовершенствована в направлении документооборота. Разработан новый Диспетчер наборов листов (Sheet Set Manager), призванный помочь пользователям организовать размещение пакетов листов в зависимости от типа чертежей и с возможностью эффективного создания, управления и совместного использования наборов логически связанных рисунков.

В AutoCAD 2005 пересмотрен подход к работе с таблицами, что позволит сделать управление данными более удобным, а создание крупноформатных таблиц — более эффективным. Для этого разработано новое диалоговое окно Create Table, в котором можно задать количество столбцов и строк, ввести данные о ширине и высоте ячеек или же просто определить размеры таблицы. Таким образом, пользователи получают существенную экономию времени на создание и редактирование таблиц, а также возможность производить обмен данными с другими приложениями.

В новой версии AutoCAD особое внимание уделено расширению возможностей инструментальных палитр. Для использования в дальнейшей работе блоков, штриховки, размеров пользователю достаточно перетащить их непосредственно из текущего чертежа на палитры, не используя Центр управления, что позволяет очень быстро создавать свои объектно-ориентированные библиотеки графических элементов. Пользователю предоставляется возможность вызывать из палитры практически все команды AutoCAD, включая те, что написаны на языке AutoLISP. Организованные в группы палитры при желании теперь загружаются из контекстного меню.

Впервые появилась долгожданная возможность автоматически формировать спецификации сразу на листе AutoCAD 2005, для чего пользователю достаточно разместить по чертежу метки-идентификаторы элементов. Информация с меток автоматически считывается и передается в таблицы спецификации.

Дальнейшее развитие получил формат файлов .dwf (Design Web Format), позволяющий просмотреть проектные файлы, сделать пометки и аннотации к каждому чертежу, а затем распечатать или отправить их обратно проектировщику даже при отсутствии установленной системы AutoCAD. Для этих операций любому члену команды дизайнеров-проектировщиков достаточно наличие такого бесплатного компонента, как Autodesk DWF Viewer.

Наряду с тем, что в AutoCAD 2005 закреплены все лучшие функциональные возможности предыдущей версии, размеры файлов, по результатам тестирования, уменьшены на 52 % и на 70 % повышена производительность программы.

Грамотный подход к проблеме автоматизации вовлекает конструктора в мир проектирования без границ, предоставляя ему среду, работа в которой становится более производительной и творческой.



Для удобства читателей и лучшего усвоения ими приемов работы в программе в данной книге упоминается авторская тренинг-система по AutoCAD 2005. Все упоминания выделяются так же, как данная врезка. Чтобы воспользоваться тренинг-системой, нужно скачать с сайта Издательского дома «Питер» архив с заданиями. Точный адрес страницы скачивания: <http://www.piter.com/download/978546900630/> (объем архива — около 10 Мбайт). Использование тренинг-системы во многом определяет успех обучения, так что автор настоятельно рекомендует своим читателям воспользоваться предоставленной возможностью.

## **От издательства**

---

Ваши замечания, предложения, вопросы отправляйте по адресу электронной почты [shakhov@piter.msk.ru](mailto:shakhov@piter.msk.ru) (издательство «Питер», компьютерная редакция).

Мы будем рады узнать ваше мнение!

На web-сайте издательства <http://www.piter.com> вы найдете подробную информацию о наших книгах.

## **ГЛАВА 1    **AutoCAD 2005.****

### **Общие сведения**

- Требования к системе
- Установка AutoCAD
- Запуск системы AutoCAD
- Вызов справочной системы
- Пользовательский интерфейс AutoCAD
- Настройка рабочей среды AutoCAD
- Инструментальные палитры
- Открытие рисунков
- Создание рисунков
- Сохранение рисунков
- Получение твердой копии рисунка
- Выход из AutoCAD

## Требования к системе

---

AutoCAD 2005 может работать как в автономном режиме, так и в локальной сети. Для эффективной работы AutoCAD 2005 под управлением операционных систем Windows необходимы следующие программные и аппаратные средства:

- операционные системы: Microsoft Windows NT 4.0 SP 6a или выше, Microsoft Windows 2000/XP Professional/XP Home Edition/XP Tablet PC Edition. Рекомендуется устанавливать и эксплуатировать AutoCAD либо в операционной системе, локализованной на одном языке с программой, либо на англоязычной версии одной из перечисленных систем;
- web-браузер: Microsoft Internet Explorer 6.0 и выше;
- процессор: Pentium(r) III или выше, тактовая частота процессора минимум 800 МГц;
- ОЗУ 256 Мбайт;
- видеосистема: минимум 1024x768 VGA с цветовой палитрой True Color;
- жесткий диск: свободное место — 300 Мбайт;
- манипулятор: мышь, трекбол или другой аналогичный;
- привод CD-ROM: любой (только для установки программы);
- необязательное оборудование: 3D-видеоадаптер, совместимый с Open GL, принтер или плоттер, дигитайзер, модем или устройство подключения к Internet через локальную сеть, сетевой адаптер.

## Установка AutoCAD

---

Чтобы успешно установить AutoCAD, понадобится выполнить несколько подготовительных шагов.

Для подготовки к установке следует:

- выяснить серийный номер — он должен быть напечатан на упаковке AutoCAD 2005. В случае обновления одной из прежних версий AutoCAD требуется использовать серийный номер предыдущей версии. Его можно либо найти на соответствующей упаковке, либо узнать, выбрав из меню AutoCAD пункты Help ► About;
- воспользоваться правами администратора локального компьютера, на который будет установлен AutoCAD. Иметь права администратора домена при этом необязательно;
- закрыть все работающие приложения;
- отключить средства антивирусной защиты.

Установка AutoCAD выполняется с помощью специальной программы-инсталлятора, которая переписывает файлы с компакт-диска в папку, созданную на жестком диске компьютера. В ходе установки AutoCAD автоматически настраивается на работу с системным устройством указания и WHIP-драйвером монитора.

## Запуск системы AutoCAD

Запуск AutoCAD осуществляется следующими способами:

- ❑ на панели задач выберите из меню Start пункт Programs, а в нем — подпункты Autodesk ▶ AutoCAD 2005;
- ❑ на Рабочем столе Windows дважды щелкните по пиктограмме AutoCAD 2005.

При запуске AutoCAD создается новый неименованный рисунок. Можно либо начать создавать в нем объекты, либо загрузить с диска один из уже имеющихся файлов.

При открытии ранее подготовленного имеющегося рисунка всем системным переменным присваиваются значения, которые они имели в ходе последнего сеанса работы с ним. Это происходит благодаря тому, что переменные сохраняются в файле вместе с рисунком. Если же вы начинаете работу «с нуля», следует предварительно задать ряд установок. Обычно это делается автоматически с помощью программы мастера подготовки Wizard Description. AutoCAD позволяет менять установки и в ходе сеанса, если возникает такая необходимость.

В зависимости от установок после запуска AutoCAD выводится диалоговое окно начала работы Startup (рис. 1.1).

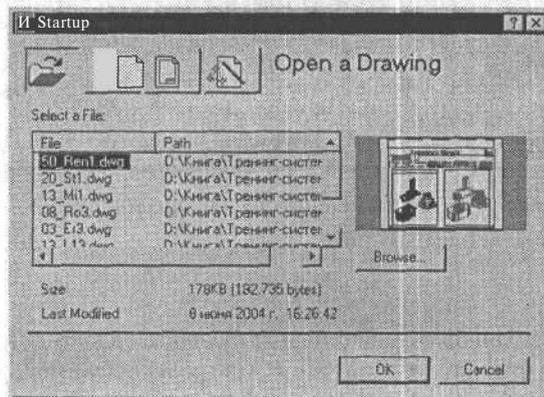


Рис. 1.1. Диалоговое окно начала работы

В диалоговом окне Startup пользователю предлагается четыре кнопки:

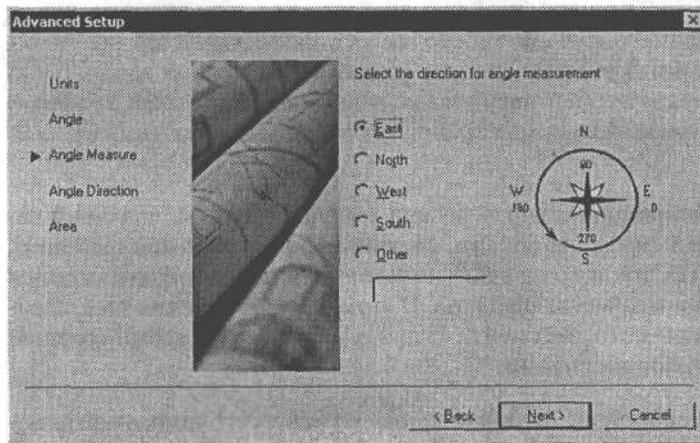
- ❑ **Open a Drawing** для открытия ранее созданного чертежа. Позволяет выбрать из списка один из пяти рисунков, открывавшихся самыми последними, и загрузить его в AutoCAD. Чтобы загрузить файл, отсутствующий в списке, следует нажать кнопку обзора **Browse...**;
- ❑ **Start from Scratch** для создания чертежа, где устанавливаются только единицы измерения в области **Default Settings** — британские (футы и дюймы) или метрические (миллиметры):

- Imperial (feet and inches) — создание нового рисунка, использующего британскую систему единиц измерения по шаблону acad.dwt. При этом область рисования, называемая еще лимитами рисунка, устанавливается равной 12х9 дюймов;
- Metric — создание нового рисунка, использующего метрическую систему единиц измерения по шаблону acadiso.dwt. При этом область рисования устанавливается равной 429х297 мм;

**Я** Use a Template для создания чертежа по шаблону — документу, установки которого используются как основа для нового рисунка. В области Select a Template: выбирается шаблон, содержащий необходимые установки черчения. В списке перечисляются имена файлов шаблонов с расширением .dwt, которые найдены по стандартному пути, заданному в диалоговом окне настройки Options. В шаблонах определяются различные параметры рисунка, в том числе наборы специально созданных слоев, типов линий и видов;

**N** Use a Wizard для установки параметров нового чертежа. В области Select a Wizard: предлагается два режима автоматической настройки рабочей среды AutoCAD — Advanced Setup и Quick Setup.

Диалоговое окно детальной подготовки Advanced Setup, показанное на рис. 1.2, позволяет выполнить полную установку параметров рабочей среды AutoCAD: назначить единицы измерения длины Units и угла Angle, задать начало отсчета угла Angle Measure и направление его измерения Angle Direction, определить границы области рисунка Area.



**Рис. 1.2.** Диалоговое окно детальной подготовки

Диалоговое окно быстрой подготовки Quick Setup, представленное на рис. 1.3, позволяет выполнить быструю установку параметров рабочей среды AutoCAD: выбрать единицы измерения длины Units и определить границы области черчения Area.

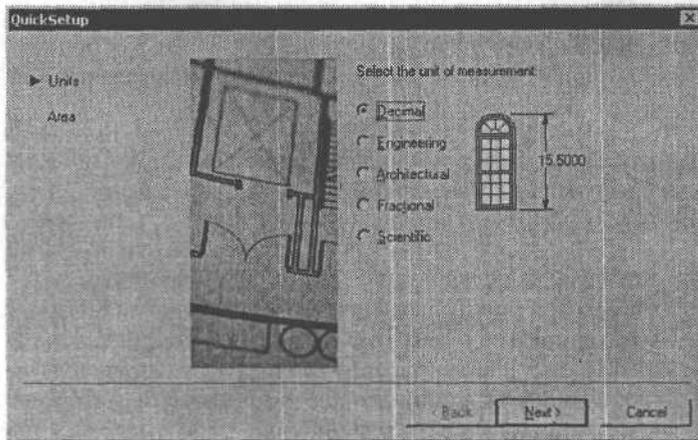


Рис. 1.3. Диалоговое окно быстрой подготовки

Диалоговое окно начала работы Startup вызывается при каждой загрузке сеанса AutoCAD только один раз. В дальнейшем для создания рисунков в уже запущенном сеансе AutoCAD открывается диалоговое окно создания нового рисунка Create New Drawing.

Чтобы отключить или, наоборот, обеспечить вывод на экран диалогового окна Startup, следует поставить соответствующий флажок в диалоговом окне Options.

## Подробнее о шаблоне

Установленный набор параметров сеанса можно сделать доступным и для рисунков, создаваемых впоследствии. Для этого следует сохранить документ как шаблон. *Шаблон* обычно представляет собой рисунок, не содержащий никаких графических объектов и используемый только для хранения стандартных значений системных переменных.

Шаблоны (файлы с расширением .dwt) — весьма удобное средство создания набора рисунков с однотипными настройками. Можно использовать как шаблоны, поставляемые с AutoCAD, так и созданные пользователем. Любой имеющийся рисунок можно сохранить в качестве шаблона. В этом случае значения всех параметров настройки сохраняемого документа будут наследоваться всеми создаваемыми на его основе новыми рисунками.

Хотя в качестве шаблона подойдет любой рисунок, лучше всего подготовить набор стандартных шаблонов, где представлены чаще всего используемые установки и базовые элементы:

- тип и точность представления единиц;
- лимиты рисунка;
- настройки режимов шага SNAP, сетки GRID и ORTHO;

- организация слоев;
- основные надписи, рамки и логотипы;
- размерные и текстовые стили;
- типы и веса (толщины) линий.

Никакие изменения, вносимые в рисунок, созданный на основе шаблона, на сам шаблон не распространяются.

## Вызов справочной системы

- В любой момент работы с AutoCAD вы можете получить доступ к электронной документации по программе. Для этого необходимо выбрать в падающем меню пункт Help. Альтернативный вариант — нажать клавишу F1 на функциональной клавиатуре, ввести символ ? в командной строке или щелкнуть мышью по пиктограмме со значком вопроса на стандартной панели инструментов.

## Пользовательский интерфейс AutoCAD

При первом запуске Рабочий стол AutoCAD настроен по умолчанию (рис. 1.4).

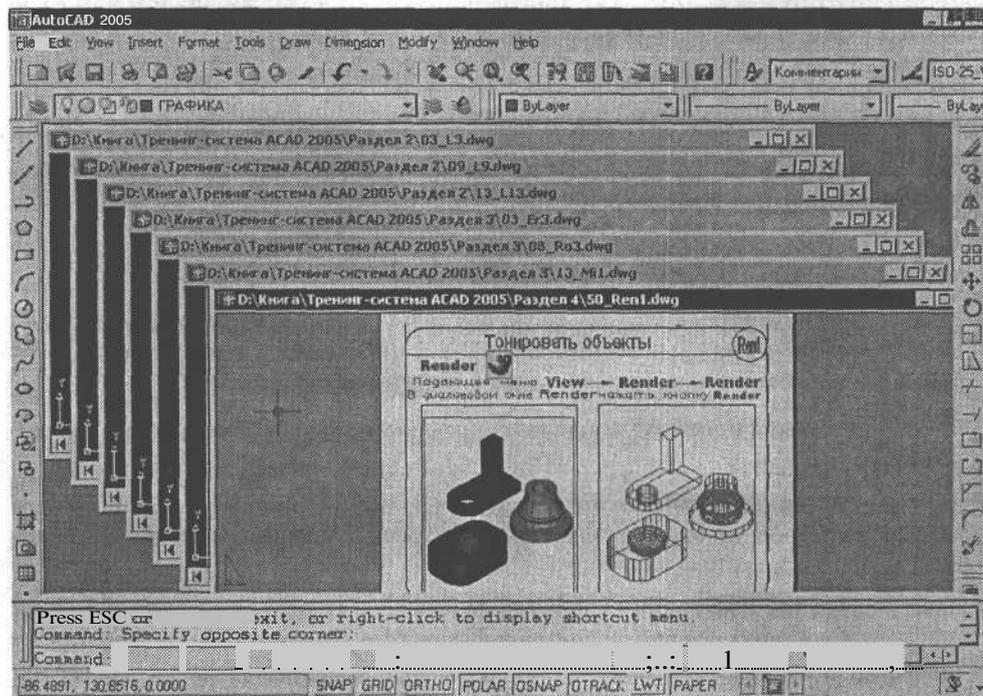


Рис. 1.4. Рабочий стол AutoCAD

В Рабочий стол AutoCAD для Windows включены:

- падающие меню* — верхняя строка непосредственно под заголовком окна программы;
- необязательные панели инструментов*:
  - Standard и Styles — вторая строка от заголовка;
  - Layers и Properties — третья строка;
  - Draw и Modify — например, столбцы слева и справа;
- строка состояния* — строка внизу окна программы;
- окно командных строк* — выше строки состояния;
- необязательное экранное меню* — столбец справа;
- графическое поле*, занимающее остальную часть Рабочего стола.

## Падающие меню

Строка падающих меню может быть изменена путем добавления либо удаления тех или иных пунктов. Для этого необходимо выбрать в падающем меню пункты Tools ► Customize ► Menus..., в появившемся диалоговом окне Menu Customization перейти на вкладку Menu Bar и отметить требуемые пункты.

Загрузка другого меню AutoCAD производится либо в том же диалоговом окне Menu Customization, на вкладке Menu Groups, либо с помощью команды MENU, введенной в командной строке.

Строка падающих меню по умолчанию содержит следующие пункты:

- File — команды работы с файлами: создание, открытие, сохранение, печать, экспорт файлов в другие форматы и пр.;
- Edit — инструменты для редактирования частей графического поля Рабочего стола программы, работы с буфером обмена;
- View — команды управления экраном, панорамирования, установки точки зрения, удаления невидимых линий, закрашки, тонирования, управления параметрами дисплея; установка необходимых панелей инструментов;
- Insert — команды вставки блоков, внешних объектов, объектов других приложений;
- Format — команды работы со слоями, цветом, типами линий; управления стилем текста, размеров, видом маркера точки, стилем мультитинии; установки единиц измерения, границ чертежа;
- Tools — средства управления системой, экраном пользователя; установки параметров черчения и привязок с помощью диалоговых окон; работы с пользовательской системой координат;
- Draw — команды рисования;

- Dimension — команды простановки размеров и управления параметрами размеров;
- Modify — команды редактирования элементов чертежа;
- Window — многооконный режим работы с чертежами;
- Help — вывод на экран системы гипертекстовых подсказок.

## Панели инструментов

Команды AutoCAD на панелях инструментов представлены в виде пиктограмм. Если задержать указатель мыши на пиктограмме, рядом с ней появляется название соответствующей команды, помещенное в маленький прямоугольник.

Если в правом нижнем углу пиктограммы изображен маленький черный треугольник, это значит, что она содержит подменю с набором родственных команд. Для вызова подменю необходимо на некоторое время задержать на пиктограмме указатель мыши, нажав ее левую кнопку.

Панели инструментов могут быть плавающими (float) или закрепленными (dock), с фиксированным местоположением. Допускаются изменения размеров плавающих панелей, а также их перемещение по графическому полю (рис. 1.5). Плавающую панель можно сделать закрепленной, перетащив ее мышью за пределы графического поля. И наоборот, как только закрепленная панель попадает в область графического поля, она превращается в плавающую.

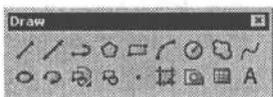


Рис. 1.5. Плавающая панель инструментов

При первой загрузке AutoCAD на экране присутствует шесть панелей инструментов:

- стандартная — Standard, панель стилей — Styles;
- панель слоев — Layers, панель свойств — Properties;
- О панели рисования — Draw и редактирования — Modify.

Вывести на Рабочий стол требуемую панель инструментов можно, указав ее имя на вкладке Toolbars диалогового окна Customize (рис. 1.6). Это диалоговое окно загружается из падающего меню View ▶ Toolbars..., или Tools ▶ Customize ▶ Toolbars..., или из пункта Customize... контекстного меню, выводимого на экран нажатием правой кнопки мыши в фоновой области панелей инструментов (рис. 1.7).

Удобно выбирать имя требующейся панели инструментов из списка контекстного меню (рис. 1.8), которое появляется при нажатии правой кнопки мыши, если ее указатель находится на любой пиктограмме панелей инструментов. Если же указатель мыши находится в фоновой области панелей инструментов, то список

панелей инструментов можно получить после выбора пункта ACAD контекстного меню, показанного на рис. 1.7.

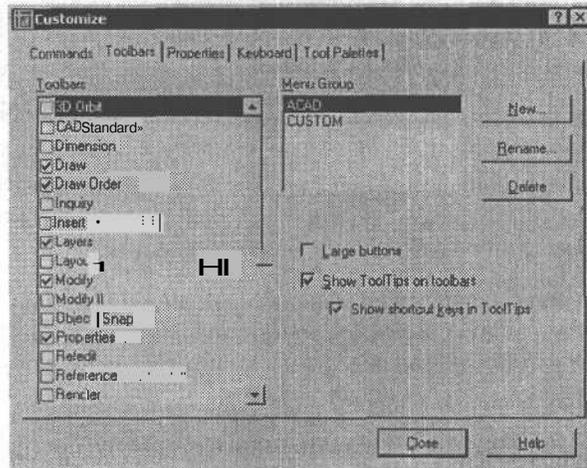


Рис. 1.6. Диалоговое окно выбора панелей инструментов

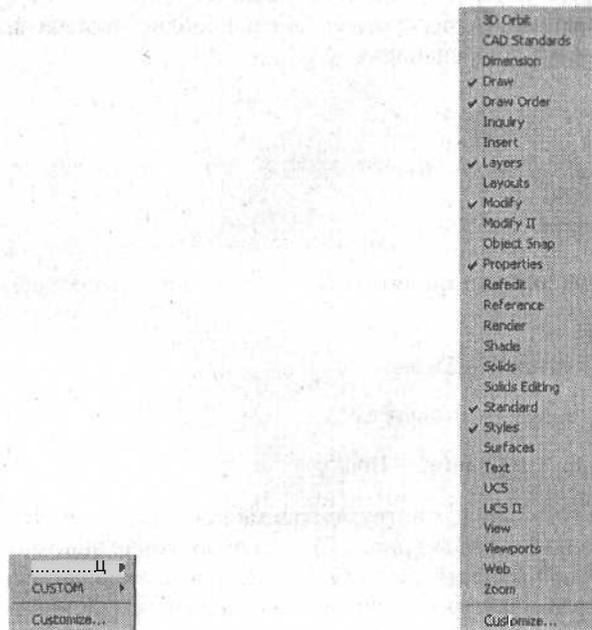


Рис. 1.7. Контекстное меню выбора панелей инструментов

Рис. 1.8. Список панелей инструментов

Для удаления панели инструментов необходимо сделать ее плавающей, если она закреплена, и щелкнуть по кнопке закрытия, расположенной в правом верхнем

углу заголовка панели. Другой вариант — отключить ее отображение на вкладке Toolbars диалогового окна Customize или в соответствующем контекстном меню.

## Стандартная панель инструментов

Стандартная панель Standard показана на рис. 1.9. Она содержит следующие инструменты:



Рис. 1.9. Стандартная панель инструментов

- QNew — создание нового файла рисунка;
- Open (Ctrl+O) — загрузка существующего файла;
- Save (Ctrl+S) — сохранение текущего файла;
- Plot (Ctrl+P) — вывод рисунка на плоттер, принтер или в файл;
- Print Preview — предварительный просмотр чертежа перед выводом на печать, позволяющий увидеть размещение чертежа на листе бумаги;
- Publish — публикация листов рисунка в формате .dwt;
- Cut to Clipboard (Ctrl+X) — копирование объектов в буфер обмена с удалением их из рисунка;
- Copy to Clipboard (Ctrl+C) — копирование выбранных элементов чертежа в буфер Windows без удаления их из исходного документа;
- Paste from Clipboard (Ctrl+V) — вставка данных из буфера Windows;
- Л Match Properties — копирование свойств заданного объекта другому объекту;
- Undo — отмена последнего действия;
- Redo — восстановление только что отмененного действия;
- Pan Realtime — перемещение изображения на текущем видовом экране в режиме реального времени;
- Щ Zoom Realtime — увеличение или уменьшение видимого размера объектов на текущем видовом экране в режиме реального времени;
- Подменю Zoom Window — раскрывающийся набор инструментов, в котором можно задать различные способы увеличения и уменьшения видимого размера объектов на текущем видовом экране;

-  Zoom Previous — возврат к показу предыдущего вида;
  -  Properties (Ctrl+1) — загрузка палитры управления свойствами объектов;
  -  DesignCenter (Ctrl+2) — диалоговый интерфейс, позволяющий быстро находить, просматривать, вызывать, переносить в текущий рисунок ранее созданные рисунки, управлять вхождениями блоков, внешними ссылками и другими элементами рисунков, такими как слои, листы и текстовые стили;
  -  Tool Palettes (Ctrl+3) — отдельные вкладки в специальном окне, которые служат эффективным средством хранения/вставки блоков и штриховки. Палитры могут содержать инструменты, предоставленные сторонними разработчиками;
  - III Sheet Set Manager (Ctrl+4) — диспетчер наборов листов, позволяющий организовать размещение пакетов листов в зависимости от типа чертежей и с возможностью эффективного создания, управления и совместного использования наборов логически связанных рисунков;
  -  Markup Set Manager (Ctrl+7) — диспетчер, позволяющий организовать работу с рисунками формата .dwf;
- Щ Help — вызов справочной системы.

---

## Панель слоев

Панель слоев Layers, показанная на рис. 1.10, чаще всего размещается на Рабочем столе и обеспечивает работу со слоями. В нее входят следующие инструменты:



Рис. 1.10. Панель слоев

III Layer Properties Manager — вызов диалогового окна установки параметров слоев Layer Properties Manager;

 Filter applied — раскрывающийся список управления слоями. Каждая строка содержит пиктограммы управления свойствами слоя или отображения его свойств, а также его имя. Ниже перечисляются назначения пиктограмм (слева направо):

- Turn a layer On or Off — включение/отключение слоя;
- Freeze or thaw in ALL viewports — замораживание/размораживание на всех видовых экранах;
- Freeze or thaw in current viewport — замораживание/размораживание на текущем видовом экране;
- Lock or Unlock a layer — блокирование/разблокирование слоя;

- Color of layer — цвет слоя;
- Имя слоя;
- Make Object's Layer Current — установка текущего слоя в соответствии со слоем выбранного примитива;
- Layer Previous — возврат к предыдущему состоянию слоев.

## Панель свойств объектов

Панель свойств объектов Properties, показанная на рис. 1.11, предназначена для работы с цветом, типом и весом линий.

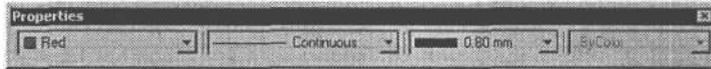


Рис. 1.11. Панель свойств объектов

В нее входят следующие инструменты:

 Color Control — раскрывающийся список установки текущего цвета, а также изменения цвета выбранных объектов;

 Linetype Control — раскрывающийся список установки текущего типа линии, а также изменения типа линии для выбранных объектов;

 Lineweight Control — раскрывающийся список установки текущего веса (толщины) линии, а также изменения толщины линий выбранных объектов;

 Plot Styles Control — раскрывающийся список установки стилей печати. Здесь можно изменять внешний вид вычерчиваемого на плоттере рисунка. В стилях печати при необходимости переопределяются цвета, типы и веса (толщины) линий объектов. Кроме этого, имеется возможность указывать используемые при печати стили концов линий, соединений и заливонок, а также различные выходные эффекты — размывание, оттенки серого, присвоения перьев и интенсивность. Манипулируя стилями печати, можно получить на бумаге различные варианты одного и того же рисунка. Допускается применение стилей печати к объектам или слоям.

## Строка состояния

Строка состояния расположена в нижней части Рабочего стола. Она содержит текущие координаты курсора, а также кнопки включения/выключения режимов черчения (рис. 1.12):

- SNAP — Snap Mode, включение и выключение шаговой привязки курсора;
- GRID — Grid Display, включение и выключение отображения сетки;
- ORTHO — Ortho Mode, включение и выключение ортогонального режима;

- POLAR — PolarTracking, включение и выключение режима полярного отслеживания;
- OSNAP — Object Snap, включение и выключение режимов объектной привязки;
- OTRACK — Object Snap Tracking, включение и выключение режима отслеживания при объектной привязке;
- LWT — Show/Hide Lineweight, включение и выключение режима отображения линий в соответствии с весами (толщинами);
- MODEL/PAPER — Model or Paper space, переключение из пространства модели в пространство листа.



Рис. 1.12. Строка состояния

## Окно командных строк

Окно командных строк обычно расположено над строкой состояния; оно служит для ввода команд и вывода подсказок и сообщений AutoCAD. Размеры окна, а следовательно, и количество выводимых строк протокола можно изменять. При наличии в окне команд более одной строки перемещение по строкам осуществляется с помощью полосы прокрутки.

По умолчанию окно команд закреплено и равно по ширине окну AutoCAD (рис. 1.13). Если текстовая строка не помещается в окне, ее полное содержимое выводится в рамке вблизи командной строки.

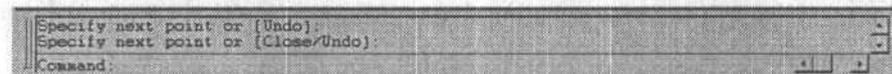


Рис. 1.13. Закрепленное окно командных строк

Изменить высоту окна можно с помощью разделительной полосы, находящейся в его верхней части (если оно закреплено внизу) или в нижней (если оно закреплено вверху). Чтобы изменить размер, следует захватить разделительную полосу мышью и отбуксировать ее до требуемой высоты.

Окно может быть как закрепленным, так и плавающим. Закрепление отменяется путем выбора рамки окна в любом месте и последующей буксировки за пределы зоны закрепления до тех пор, пока граница окна не примет вид широкой контурной линии. Если отпустить окно в этот момент, оно станет плавающим и приобретет размер, который имело до закрепления. Плавающее окно может быть перемещено в любую позицию экрана; при этом пользователю разрешено изменять его ширину и высоту (рис. 1.14).

Закрепляется окно команд путем буксировки к верхней или нижней зоне закрепления окна AutoCAD. В окне командных строк можно прокручивать текст, выполнять его редактирование и повторно вводить команды. Для этого используются стандартные клавиши: ←, ↑, →, ↓, Insert, Delete, Home, End, Page Up, Page Down, Backspace.

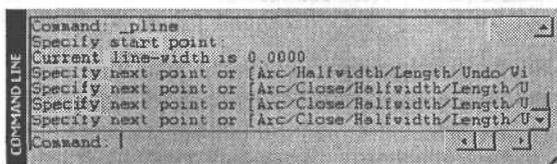


Рис. 1.14. Плавающее окно командных строк

При повторении ранее введенных команд удобно воспользоваться комбинацией клавиш **Ctrl+C**, чтобы копировать выделенный текст в буфер обмена, и **Ctrl+V** — чтобы вставить содержимое буфера в текстовое окно или окно команд.

При щелчке правой кнопкой мыши в области окна командных строк или текстового окна AutoCAD вызывает контекстное меню, куда входят шесть последних использованных команд, функции копирования выделенного текста или всего протокола команд, вставки текста, а также вызова диалогового окна Options.

## Текстовое окно

Просмотреть большую часть протокола команд — так называемую историю команд (command history) можно, переключившись в текстовое окно, показанное на рис. 1.15. Оно вызывается нажатием функциональной клавиши **F2** или по команде **TEXTSCR** из падающего меню **View** ▶ **Display** ▶ **Text Window F2**.

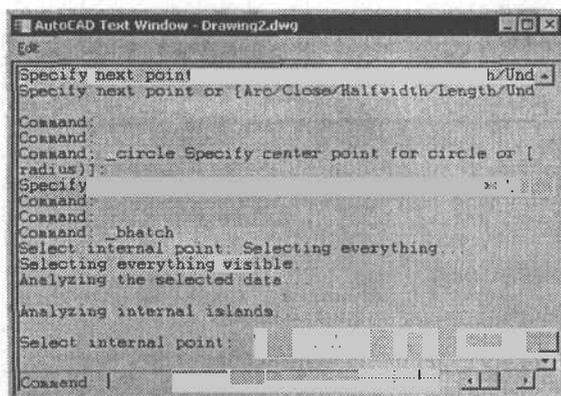


Рис. 1.15. Текстовое окно

Текстовое окно подобно окну команд: в нем также можно вводить команды, наблюдать подсказки и сообщения, выдаваемые AutoCAD.

Для перемещения по окну используются полоса прокрутки или клавиши **←**, **T**, **→**, **↓**, **Page Up** и пр.

Содержимое текстового окна предназначено только для чтения и не подлежит изменению. Но протокол команд можно копировать для последующей вставки в командную строку или текстовый редактор.

## Экранное меню

В AutoCAD 2005 сохраняется возможность отображения экранного меню. Его включение и отключение выполняются на вкладке Display диалогового окна Options, загружаемого из падающего меню Tools ► Options.... Достаточно поставить или снять флажок Display screen menu в области Window Elements.

Экранное меню AutoCAD имеет иерархическую структуру. Используя переходы в различные подменю, можно передвигаться по дереву меню. Для перехода к корню дерева служит верхняя строка экранного меню, где всегда находится слово AutoCAD.



Выполните упражнение N1 из раздела 1.

N1

Установить экранное меню

*Options*

*Падающее меню*

*Tools → Options... → Display*

*В диалоговом окне Options в области*

*Window Elements поднять флажок*

*Display screen menu*

*Щелкнуть по кнопке Apply — OK*

*В правой части рабочего стола AutoCAD*

*появится панель экранного меню*

## Функциональные клавиши

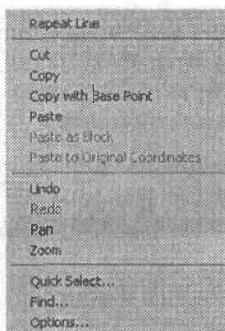
Для удобной работы с системой сохраняется возможность использования функциональных клавиш:

- F1 — вызов справочной системы AutoCAD;
- F2 — переключение между текстовым и графическим окнами;
- F3 или Ctrl+F — включение/отключение текущих режимов объектной привязки OSNAP;
- F4 — переключение системной переменной TABMODE;
- F5 или Ctrl+E — циклическое переключение изометрических плоскостей;
- Q F6 или Ctrl+D — включение/отключение отображения текущих координат курсора в строке состояния;
- Q F7 или Ctrl+G — включение/отключение отображения сетки GRID;
- F8 или Ctrl+L — включение/отключение ортогонального режима ORTHO;
- F9 или Ctrl+B — включение/отключение шаговой привязки SNAP;
- F10 — включение/отключение режима полярного отслеживания POLAR;

- F11 — включение/отключение режима объектного отслеживания OTRACK;
- Esc или Ctrl+[, Ctrl+\ — прерывание текущей операции;
- Enter, Ctrl+M или Ctrl+J — повторение последней команды;
- Ctrl+A — включение и отключение выбора группы объектов;
- Ctrl+C — копирование объектов в буфер обмена Windows;
- Ctrl+N — открытие диалогового окна создания нового рисунка Create New Drawing;
- Ctrl+O — открытие диалогового окна выбора ранее созданного чертежа Select File;
- Ctrl+P — открытие диалогового окна вывода чертежа на печать Plot — Model;
- Ctrl+R — смена видового журнала;
- Ctrl+S — сохранение текущего рисунка;
- Ctrl+V — вставка объектов из буфера обмена данных в текущий чертеж;
- Ctrl+X — удаление выбранных объектов из чертежа и копирование их в буфер обмена данными;
- Ctrl+Y — восстановление только что отмененного действия;
- Ctrl+Z — отмена последней команды.

## Контекстное меню

Для выбора пунктов меню и команд на панели инструментов часто используется устройство указания — мышь. При работе с мышью нажатие левой кнопки обычно обеспечивает выбор и указание точки на экране; щелчок правой кнопкой мыши вызывает контекстное меню (см. рис. 1.7, 1.8, 1.16). Форма и содержание меню зависят от положения указателя мыши и состояния задачи: например, обеспечивается быстрый доступ к опциям, необходимым для текущей команды.



**Рис. 1.16.** Пример контекстного меню

При щелчке правой кнопкой мыши в области рисования вызывается одно из шести контекстных меню:

- стандартное* — содержит набор стандартных функций, предназначенных, в частности, для работы с буфером обмена, зумирования, панорамирования.

Чтобы вызвать это меню, необходимо отменить выбор объектов, завершить текущую активную команду и щелкнуть правой кнопкой мыши;

- *редактирование* — объединяет функции, предназначенные для редактирования объектов. Набор функций может изменяться в зависимости от типа выбранного объекта. Чтобы вызвать меню, необходимо выбрать один или несколько объектов, завершить текущую активную команду и щелкнуть правой кнопкой мыши;
- *команда* — содержит набор функций, облегчающих выполнение команд с помощью мыши. Сюда также включаются опции текущей команды, отображаемые в командной строке. Для вызова данного меню необходимо при выполнении какой-либо команды щелкнуть правой кнопкой мыши;
- *объектная привязка* — позволяет выбрать или настроить режимы объектной привязки, включить координатный фильтр. Для вызова меню следует щелкнуть правой кнопкой мыши, удерживая нажатой клавишу Shift;
- *ручки* — содержит функции, позволяющие проводить редактирование с помощью ручек. Для вызова меню необходимо выделить на объекте ручки и щелкнуть правой кнопкой мыши;
- *OLE* — объединяет функции, позволяющие редактировать OLE-объекты. Для вызова меню необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по вставленному в рисунок OLE-объекту.

Контекстные меню *объектная привязка*, *ручки* и *OLE* всегда включены, а потому их можно вызывать в любой момент. Контекстные же меню *стандартное*, *редактирование* и *команда* можно отключить. В этом случае щелчок правой кнопкой мыши будет соответствовать нажатию клавиши Enter. По умолчанию вызов этих трех контекстных меню включен.

Для других элементов окна AutoCAD, кроме области рисования, можно вызывать следующие контекстные меню:

- *панель инструментов*. Для включения/отключения какой-либо панели или для настройки панелей необходимо щелкнуть по любой из них правой кнопкой мыши. Для отображения списка групп панелей следует щелкнуть правой кнопкой мыши по свободной области правее стандартной панели инструментов;
- *командная строка*. Для выбора одной из шести команд, выполнявшихся последними, или для вызова некоторых функций, используемых при работе с командной строкой, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по командной строке или в окне команд;
- *диалоговое окно* (это меню доступно не для всех диалоговых окон). Как правило, контекстные меню связаны либо с раскрывающимися списками, либо с полями для ввода значений и позволяют удалять, переименовывать отдельные пункты списка или работать с буфером обмена. Контекстные меню могут быть связаны и с некоторыми другими элементами окон. Для вызова меню следует щелкнуть правой кнопкой мыши по элементу диалогового окна;
- *строка состояния*. Для переключения режима рисования или изменения настроек необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по области строки, где

выводятся текущие координаты, либо по любой кнопке переключения режима рисования или изменения настроек;

- *вкладки Model/Layout.* Для вызова окон печати и настройки параметров страницы, а также управления листами следует щелкнуть правой кнопкой мыши по вкладке Model или одной из вкладок Layout.

## Настройка рабочей среды AutoCAD

Пользователь имеет возможность изменять различные параметры рабочей среды AutoCAD, влияющие на конфигурацию интерфейса и условия рисования. Такие настройки называются профилем. Различные пользователи, входящие в систему под одним именем, могут загружать свои настройки из различных профилей. Целесообразно использование профилей для сохранения настроек, присущих различным проектам.

Процедура настройки рабочей среды AutoCAD осуществляется в диалоговом окне Options, которое вызывается из падающего меню Tools ► Options... или из контекстного меню при условии, что нет выполняющихся команд или выбранных объектов. Диалоговое окно Options содержит 9 вкладок, описанных ниже.

### Определение доступа к файлам поддержки

На вкладке Files диалогового окна Options, показанной на рис. 1.17, задаются пути доступа к файлам поддержки, где хранятся шрифты, шаблоны рисунков, типы линий и образцы штриховок, используемые AutoCAD. Здесь перечисляются все пути доступа к папкам, которые должны существовать в текущей структуре папок локального и подключенных сетевых дисков.

В области Search paths, file names, and file locations: содержатся тематические заголовки путей доступа к файлам и папкам:

- Support file Search paths — путь доступа к вспомогательным файлам;
- Working Support file Search paths — путь поиска рабочих файлов поддержки, специфичных для системы пользователя;
- Device Driver File Search Path — путь доступа к драйверам устройств;
- Project File Search Path — путь доступа к файлам проектов;
- Menu, Help, and Miscellaneous File Names — имена файлов меню, справочной системы и др.;
- Text Editor, Dictionary, and Font File Names — имена файлов текстового редактора, словаря и шрифтов;
- Print File, Spooler, and Prolog Section Names — имена файла печати, программы фоновой печати и раздела пролога;
- Printer Support File Path — путь к вспомогательным файлам поддержки печати;
- Automatic Save File Location — папка для файла автосохранения;

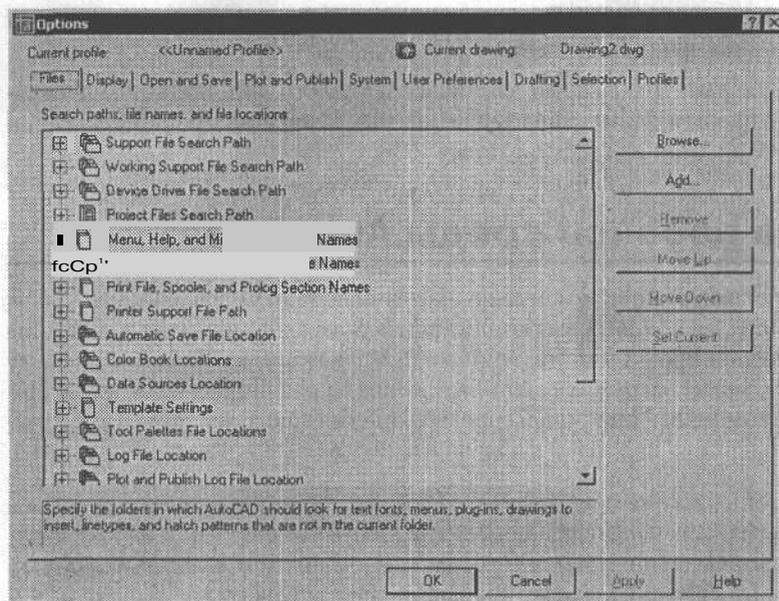


Рис. 1.17. Диалоговое окно определения доступа к файлам поддержки

- Color Book Location — папки для альбомов цветов;
- Data Sources Location — положение источников данных;
- Template Settings — параметры шаблона рисунка;
- Tool Palettes File Location — папки с файлами инструментальных палитр;
- Log File Location — расположение файла журнала;
- Plot and Publish Log File Location — печать и публикация файла журнала;
- Temporary Drawing File Location — папка для временных файлов;
- Temporary External Reference File Location — папка для временных файлов внешних ссылок;
- Texture Maps Search Path — папка для поиска текстур;
- i-drop Associated File Location — папка для связанных файлов точек загрузки.

## Настройка параметров рабочего экрана

На вкладке **Display** диалогового окна **Options**, показанной на рис. 1.18, можно осуществлять настройку параметров рабочего экрана AutoCAD:

- в области элементов окна **Window Elements**:
  - включаются/отключаются полосы прокрутки и экранное меню с помощью параметров **Display scroll bars in drawing window** и **Display screen menu** соответственно;

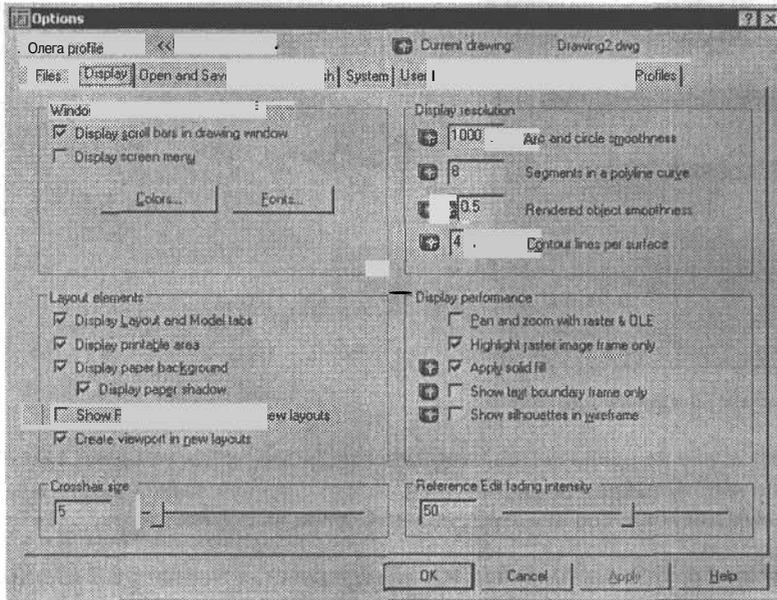


Рис. 1.18. Диалоговое окно настройки параметров рабочего экрана

- изменяется цвет фона графической области и текстового окна, графического курсора, текста в графической области и в области текстового окна при помощи кнопки Colors.... Изменение цвета выполняется в диалоговом окне Color Options (рис. 1.19). Достаточно указать объект изменения в списке Window Element: и цвет в области Color:. Для возврата к параметрам, определенным в управляющей панели Windows, следует выбрать Default All или Default one element;

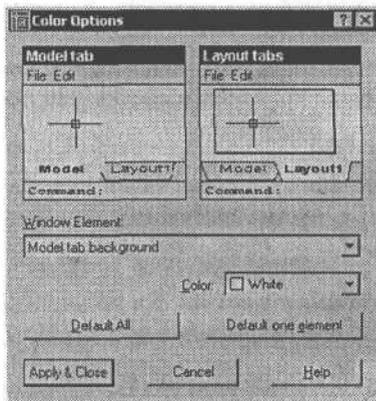


Рис. 1.19. Диалоговое окно изменения цвета элементов Рабочего стола

- изменяются шрифты, используемые в текстовом окне, при помощи кнопки Fonts..., нажатие которой вызывает диалоговое окно Command Line Window

Font (рис. 1.20). В этом диалоговом окне устанавливаются шрифт, стиль шрифта и размер в областях Font:, Font Style: и Size: соответственно;

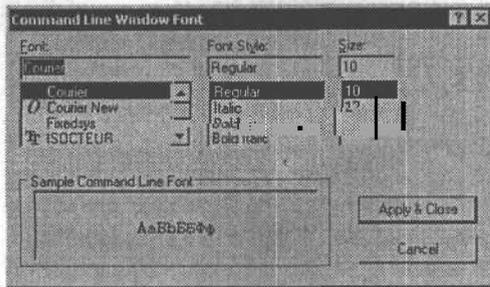


Рис. 1.20. Диалоговое окно изменения шрифтов

- в области Layout elements назначается отображение вкладок листа Layout и модели Model, поля листа, заданный формат, тень вокруг границ, вывод окна параметров для новых листов и создание видовых экранов на новых листах;
  - в области Crosshair size устанавливается размер перекрестья в процентах от размера экрана;
  - в области экранного разрешения Display resolution определяются плавность дуг и окружностей, число сегментов в дугах полилиний, плавность тонированных объектов, число образующих в поверхностях;
- О в области Display performance настраиваются параметры отображения объектов:
- Pan and zoom with raster & OLE — управляет динамическим отображением в реальном времени растровых изображений. Текущее значение параметра хранится в системной переменной RTDISPLAY;
  - Highlight raster image frame only — управляет подсветкой растровых изображений при их выборе. Текущее значение параметра хранится в системной переменной IMAGEHLT;
  - Apply solid fill — управляет закраской плоских фигур и полилиний ненулевой ширины. Текущее значение параметра хранится в системной переменной FILLMODE;
  - Show text boundary frame only — управляет отображением текста на экране. Текущее значение параметра хранится в системной переменной QTEXTMODE;
  - Show silhouettes in wireframe — управляет отображением контура трехмерного объекта. Текущее значение параметра хранится в системной переменной DISPSILH.



Выполните упражнение N2 из раздела 1.

Установить цвет рабочего поля N2

*Options*

Падающее меню  
*Tools* → *Options...* → *Display*

В диалоговом окне Options в области Window Elements щелкнуть по кнопке Color

В диалоговом окне Color Options выбрать из раскрывающегося списка Color: цвет рабочего поля чертежа

Предлагаемые упражнения рекомендуется выполнять на черном фоне

### Настройка параметров открытия и сохранения файлов

Вкладка Open and Save диалогового окна Options, показанная на рис. 1.21, позволяет:

- в области File Save сохранять файлы в заданном формате, назначать создание образца для просмотра, определять процент для быстрых сохранений;

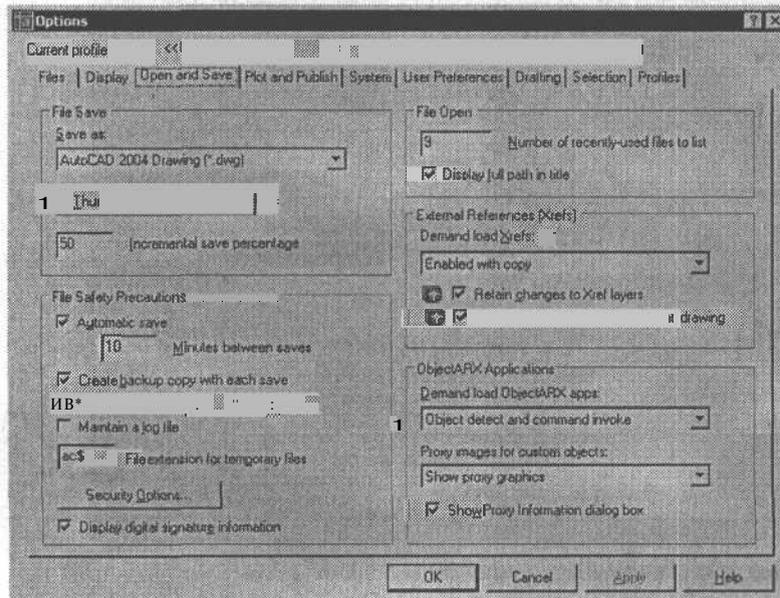


Рис. 1.21. Диалоговое окно настройки параметров открытия и сохранения файлов

- в области File Safety Precautions включать функцию автоматического сохранения файла, задавать интервал между сохранениями в минутах, обеспечивать созда-

ние резервных копий, ведение файла журнала, определять расширение для временных файлов и отображать информацию о цифровой подписи;

- в области File Open определять количество последних файлов, указываемых в меню, и назначать полные пути в заголовках;
- в области External References (Xrefs) управлять подгрузкой файлов внешних ссылок;
- в области ObjectARX Applications определять поведение приложений и сторонних объектов ObjectARX.

### Определение параметров вывода на печать

Параметры печати задаются на вкладке Plot and Publish диалогового окна Options (рис. 1.22):

- в области Default plot settings for new drawings определяется устройство вывода, добавляются и настраиваются плоттеры;
- в области General plot options регулируется качество печати OLE-объектов.

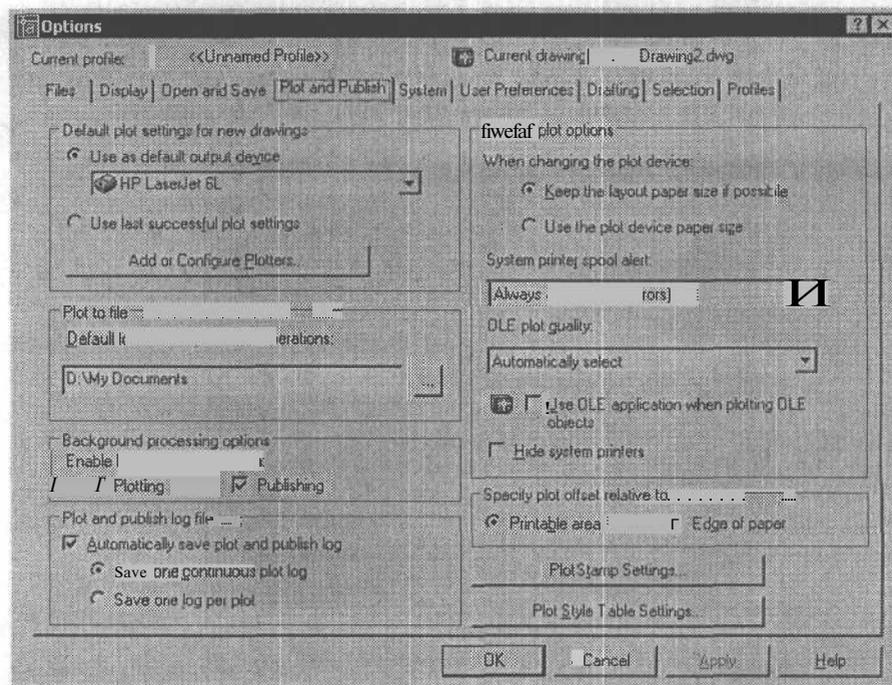


Рис. 1.22. Диалоговое окно определения параметров вывода на печать

### Настройка системных параметров

Для настройки системных параметров AutoCAD используется вкладка System диалогового окна Options (рис. 1.23):

- ❑ в области Current 3D Graphics Display определяются состояние видов при манипуляции, динамическая аппроксимация, параметры тонирования;
- ❑ в области Current Pointing Device выбирается текущее устройство указания — мышь, дигитайзер и пр.;
- ❑ в области Layout Regen Options настраиваются регенерация при переключении, кэширование модели и последнего листа или всех листов;
- ❑ в области dbConnect Options устанавливаются параметры подключения к базам данных и обеспечивается хранение индекса связей в рисунке;
- в области General Options выбирается много- или однодокументный режим работы, настраиваются вывод диалогового окна свойств OLE-объектов, отображение предупреждающих сообщений, оповещение об ошибках пользовательского ввода, режим загрузки LISP-файла, использование длинных имен символов, вывод диалогового окна начала работы Startup;
- ❑ в области Live Enabler Options организуется поиск адаптеров объектов в Интернете.

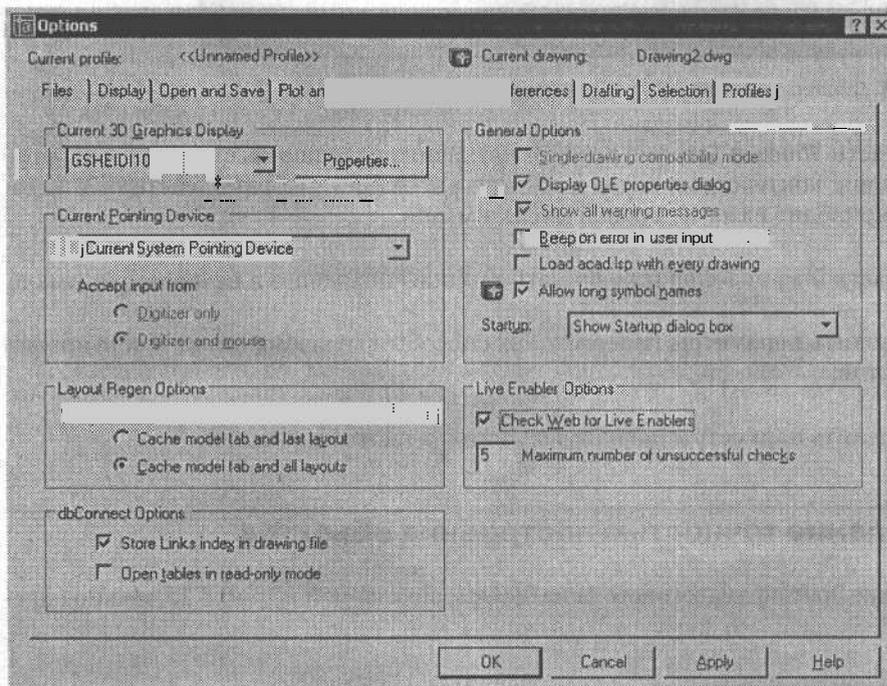


Рис. 1.23. Диалоговое окно настройки системных параметров

## Настройка пользовательской среды

На вкладке User Preferences диалогового окна Options можно настроить среду рисования по своему усмотрению (рис. 1.24):

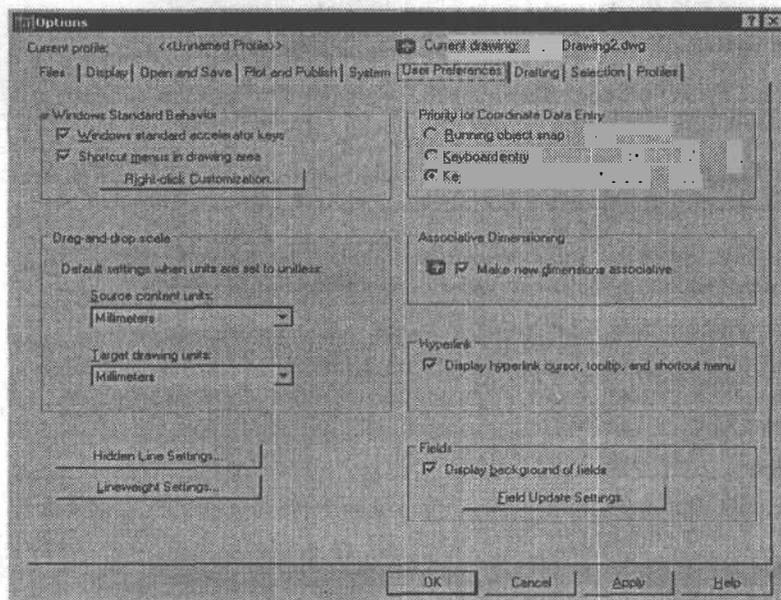


Рис. 1.24. Диалоговое окно настройки пользовательской среды

- в области Windows Standard Behavior назначить клавиши быстрого вызова, отображение контекстных меню в области рисования, выбрать действия, к которым приводит нажатие правой кнопки мыши;
- в области Drag-and-drop scale указать единицы исходного и целевого рисунков;
- установить параметры гиперссылок, способы ввода координат и сортировки объектов;
- определить параметры невидимых линий, а также веса линий.

## Управление точностью построения объектов

На вкладке Drafting диалогового окна Options, показанной на рис. 1.25, можно определить;

- параметры автопривязки — маркер, магнит, всплывающие подсказки, прицел, а также цвет и размер маркера автопривязки;
- параметры автоотслеживания — бесконечные линии полярного и объектного отслеживания, всплывающие подсказки, захват точек отслеживания, а также размер прицела.

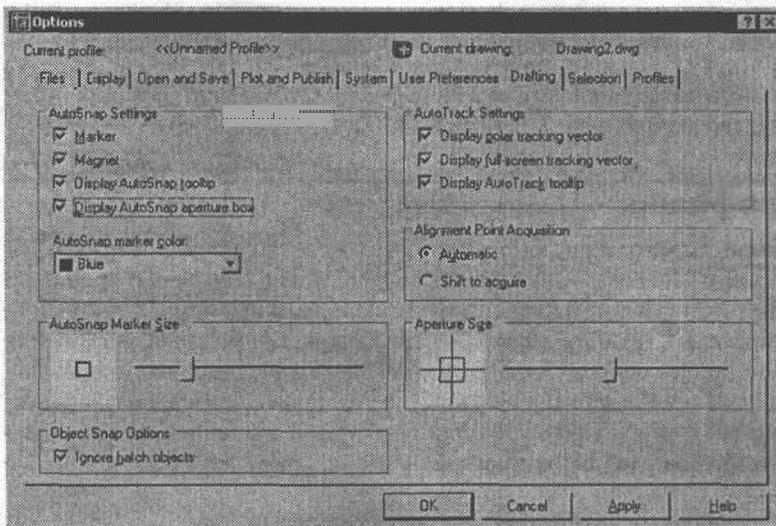


Рис. 1.25. Диалоговое окно управления точностью построения объектов

### Настройка параметров выбора объектов

Вкладка Selection диалогового окна Options, показанная на рис. 1.26, позволяет настроить:

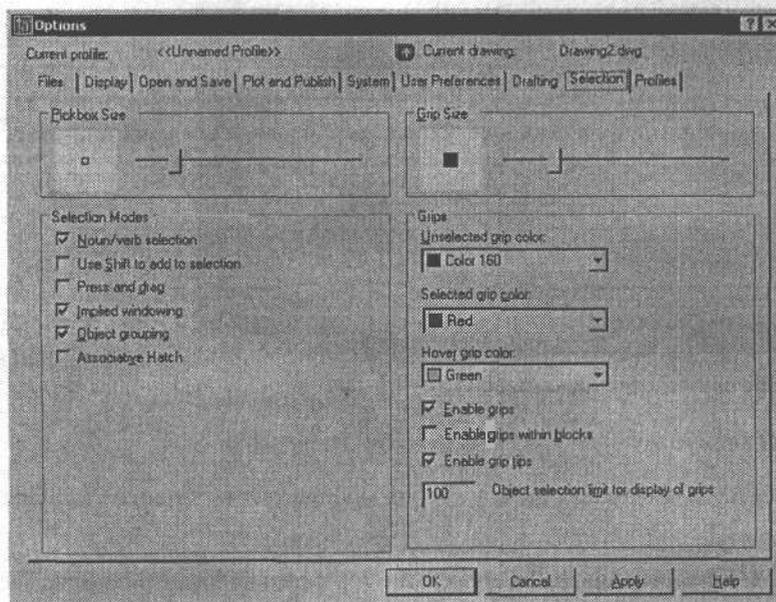


Рис. 1.26. Диалоговое окно настройки параметров выбора объектов

- размер прицела, режимы выбора — предварительный выбор, использование клавиши Shift для добавления объектов, выбор с помощью рамки и пр.;
- размер и цвет выбранных и невыбранных ручек, цвет ручки под курсором, предельное количество выбранных объектов и пр.

## Настройка профилей

Вкладка Profiles диалогового окна Options используется для создания профилей и сохранения в них параметров среды рисования (рис. 1.27). *Профиль* — набор параметров настройки AutoCAD, сохраненный с уникальным именем. Один из профилей является текущим; он определяет настройки рабочей среды рисования. Пользователи, входящие в систему под одним именем, могут загружать свои настройки из различных профилей. По умолчанию AutoCAD записывает текущие параметры в «Unnamed Profile». Имена текущего профиля и рисунка всегда выводятся над именами вкладок диалогового окна Options.

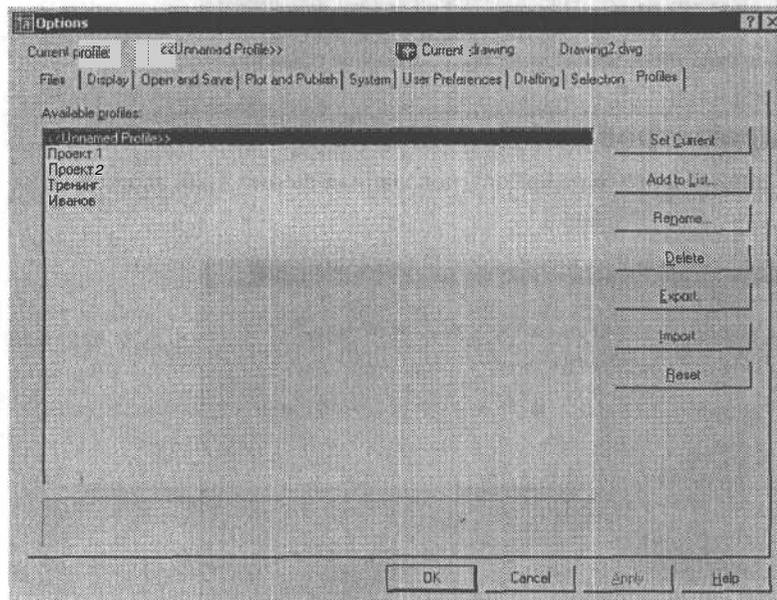


Рис. 1.27. Диалоговое окно настройки профилей

На вкладке Profiles можно осуществлять следующие настройки:

- выбирать необходимый профиль из перечня доступных в области Available Profiles;
- устанавливать выбранный профиль в качестве текущего нажатием кнопки Set Current;
- добавлять новый профиль, используя кнопку Add to List...;

- экспортировать настройки текущего профиля во внешний ARG-файл с помощью кнопки Export...;
- импортировать настройки профиля из внешнего ARG-файла после щелчка по кнопке Import...;
- переименовывать и удалять имеющиеся профили.

## Инструментальные палитры

Инструментальные палитры представлены отдельными вкладками в специальном окне. Они являются эффективным средством хранения/вставки блоков и штриховки. Палитры могут содержать инструменты, предоставленные сторонними разработчиками (рис. 1.28).

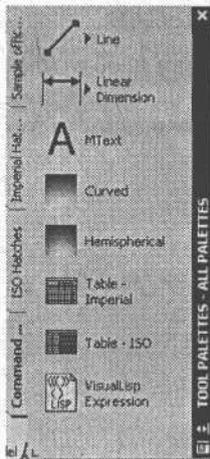


Рис. 1.28. Инструментальная палитра

На палитрах удобно размещать часто используемые блоки и штриховки. Для того чтобы вставить блок или штриховку из палитры в рисунок, необходимо «захватить» элемент палитры мышью и перетащить его в графическую область. Блоки и штриховки, размещенные на палитре, носят название инструментов. Некоторые свойства инструментов, включая масштаб, угол поворота и слой, могут устанавливаться отдельно для каждого инструмента. Блоки, вставляемые в рисунок из палитр, часто требуется масштабировать и поворачивать. При перетаскивании блоков с палитры можно использовать объектную привязку, однако шаговая привязка в это время не действует.

При перетаскивании из инструментальной палитры в рисунок блок автоматически масштабируется в зависимости от соотношения заданных единиц блока и единиц текущего рисунка. Например, если в качестве единиц измерения данного рисунка используются метры, а в качестве единиц измерения блока — сантиметры, то коэффициент пересчета составляет 1 к 100. Соответственно, при перетаскивании блока в рисунок его размеры меняются в пропорции 1:100.

В разных областях окна инструментальных палитр через контекстные меню можно изменять следующие настройки:

- автоматически убирать палитры с экрана — при этом окно инструментальных палитр может автоматически разворачиваться и сворачиваться при подведении указателя мыши к строке заголовка окна и отведении от нее;
- ID прозрачность — окно палитры инструментов делается прозрачным, так чтобы оно не скрывало находящихся за ним объектов (эта функция недоступна для пользователей Microsoft Windows NT);
- вид — изменяются стиль и размер отображаемых в палитре значков.

Окно инструментальных палитр при необходимости можно закрепить у правой или левой границы окна приложения. Для того чтобы избежать закрепления, при перемещении окна следует удерживать нажатой клавишу Ctrl.

Настройки инструментальных палитр сохраняются в профиле AutoCAD.

Для изменения масштаба блока и угла поворота образца штриховки необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по инструменту, а затем выбрать из контекстного меню пункт свойств объекта Properties.... Далее в диалоговом окне свойств инструмента Tool Properties изменяются свойства (рис. 1.29):

- параметры вставки или образца — масштаб, поворот и угол;
- общие свойства — слой, цвет и тип линий.

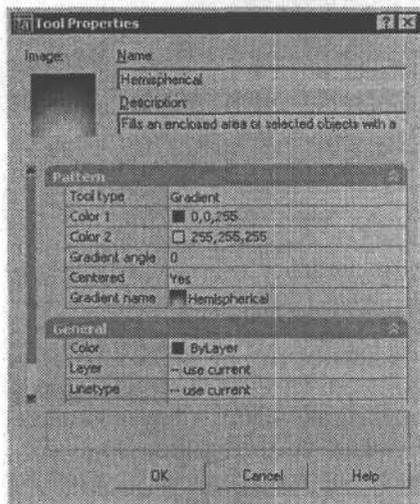


Рис. 1.29. Диалоговое окно свойств инструментов палитры

Для добавления инструментов в палитру можно использовать следующие способы:

- перетаскивать рисунки, блоки и штриховки из Центра управления на инструментальную палитру. Если туда занесен целый рисунок, то при перетаскивании из палитры в графическую область он вставляется как блок;

- перемещать и копировать инструменты с одной палитры на другую при помощи команд контекстного меню: Cut — вырезать, Copy — копировать и Paste — вставить;
- чтобы создаваемая палитра сразу оказалась заполнена инструментами — щелкнуть правой кнопкой мыши по папке, файлу рисунка или блоку в Центре управления, а затем выбрать из контекстного меню пункт создания инструментальной палитры Create Tool Palette.

Порядок размещения инструментов на палитре изменяется в результате перетаскивания их мышью.

Последовательность вкладок палитры можно изменять с помощью контекстного меню или на вкладке Tool Palettes диалогового окна Customize. Такими же способами можно удалять инструментальные палитры, необходимость в которых отпала. Палитры будет легко восстановить, если перед удалением они были экспортированы в файл (с расширением .xpt), в том числе и в локальной сети.

Если в нижнем углу палитры высвечивается значок замка, это значит, что файлу инструментальной палитры присвоен атрибут «только чтение».

## Открытие рисунков

Программа AutoCAD по умолчанию записывает внутреннее представление рисунка в файл с расширением .dwg.

Кроме рисунка, файл содержит ряд параметров, определяющих значения переключателей режимов шага SNAP, сетки GRID, ортогонального режима ORTHO; принятые единицы измерения и точность представления; границы рисунка; организацию слоев; форматы и логотипы; размерные и текстовые стили; типы линий и т. п.

AutoCAD 2005 предлагает многооконную среду проектирования Multiple Design Environment (MDE), которая допускает одновременное открытие нескольких чертежей. В одном сеансе работы можно открывать неограниченное число рисунков AutoCAD, не жертвуя при этом производительностью.

Среда MDE позволяет перетаскивать объекты, копировать их свойства, такие как цвет, слой, тип линии, из одного рисунка в другой. Она обеспечивает параллельную работу с несколькими рисунками, не прерывая выполнения текущей команды и не нарушая последовательности действий. Это существенно упрощает выполнение многих операций и повышает эффективность работы.

- Открыть существующий рисунок можно при помощи команды OPEN, которая вызывается из падающего меню File ► Open или щелчком по пиктограмме Open (Ctrl+O) на стандартной панели инструментов.

После обращения к команде OPEN на экране AutoCAD появляется диалоговое окно выбора файла Select file, показанное на рис. 1.30. Здесь можно выбрать имя файла из списка или ввести это название в поле File name:

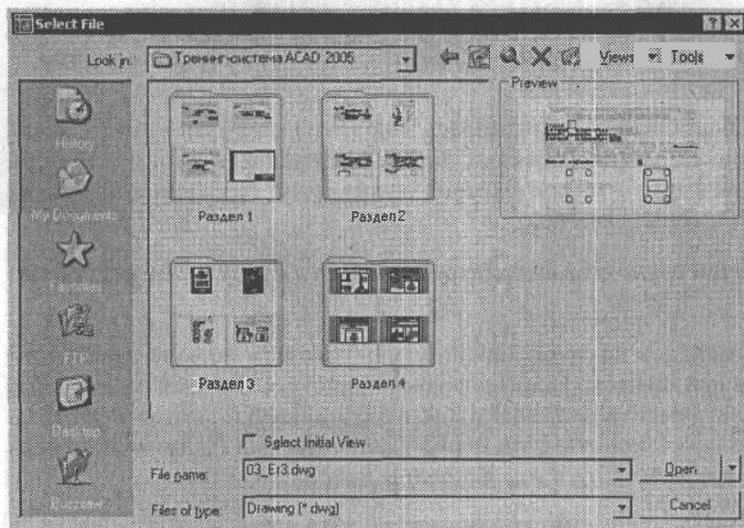


Рис. 1.30. Диалоговое окно выбора файла

При выделении в списке одного из файлов в области Preview появляется соответствующий образец рисунка. Нажатие кнопки Views выводит список, изменяя параметры которого, пользователь может выбрать форму представления файлов, предлагаемых для открытия: список, таблицу, образцы.

Режим открытия файлов — Open, для чтения Open Read only, частично Partial Open, для чтения частично Partial Open Read only — устанавливается в списке при нажатии кнопки Open. Частичное открытие позволяет загружать только те объекты рисунка, которые принадлежат определенным слоям или видовым экранам. Это оказывается полезным при работе с большими файлами.

Для открытия нескольких рисунков одновременно следует выбрать необходимые файлы в диалоговом окне Select file, используя клавиши Shift и Ctrl. Кроме того, рисунки можно открывать путем перетаскивания из программы Windows Explorer. Для этого один или несколько выделенных в дереве Проводника файлов следует переместить мышью в любую часть окна AutoCAD, за исключением области рисунка, например на командную строку или в ту часть панелей инструментов, которая не занята кнопками. Если же перетащить один файл в область рисования уже открытого рисунка, то произойдет вставка содержимого перетаскиваемого документа в текущий рисунок в качестве внешней ссылки.

Для открытия рисунка можно дважды щелкнуть по имени соответствующего файла в Проводнике Windows Explorer, что приведет к автоматическому запуску AutoCAD. Однако если в системе уже ведется сеанс работы в AutoCAD, то рисунок откроется в нем.

В AutoCAD имеется специальное средство просмотра небольших фрагментов рисунков, открытия файлов рисунков и их поиска. Его можно использовать для поиска файлов в структуре папок на одном или нескольких дисках. Для загрузки окна про-

смотря и поиска файлов Find, показанного на рис. 1.31, необходимо в диалоговом окне выбора файла Select file последовательно щелкнуть по кнопкам Tools и Find.

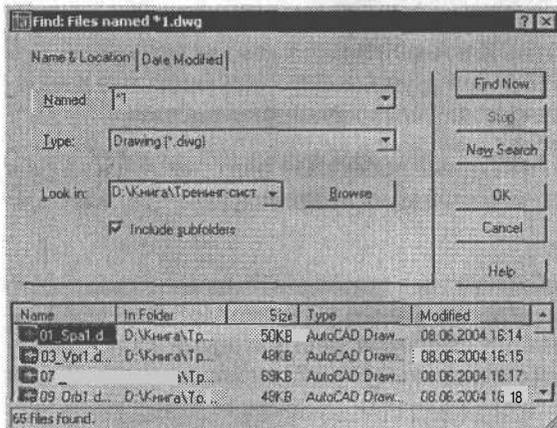


Рис. 1.31. Диалоговое окно просмотра и поиска файлов

На вкладке Name & Location диалогового окна Find указываются имя, расширение и область поиска файла.

AutoCAD разрешает выполнять поиск файлов по датам их создания, пользуясь вкладкой Data Modified окна Find (рис. 1.32). Здесь организуется поиск файлов, созданных или измененных в период между двумя указанными датами, либо за определенное количество последних дней или месяцев. Имена найденных документов отображаются в нижней части диалогового окна.

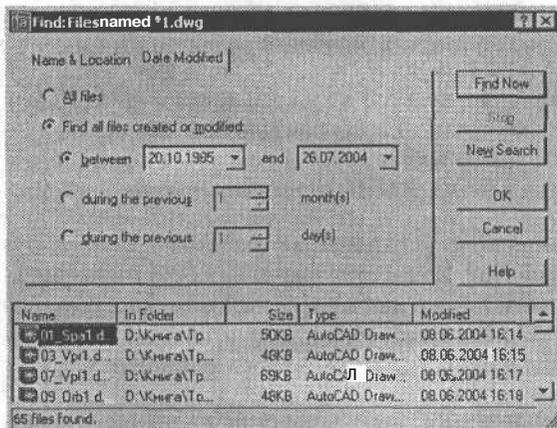


Рис. 1.32. Вкладка поиска файлов

Рисунки, созданные в AutoCAD любой предшествующей версии, открываются как любой документ версии 2005 и автоматически преобразуются в новый формат.

## Создание рисунков

При создании рисунка могут использоваться различные стандарты. Иногда они диктуются государственными и отраслевыми стандартами или нормами предприятия, иногда — требованиями заказчика. Ключевой момент как для непосредственных исполнителей, так и для руководителей групп, контролирующих ход выполнения проекта, — грамотная подготовка начальных параметров рисунка.

Рассмотрим в качестве примера архитектурный проект. Он может включать в себя множество разделов: планы этажей, схемы сетей водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции и т. п.

Обычно каждый раздел проекта разрабатывается в отдельном подразделении, поэтому здесь остро встает проблема унификации. Наиболее грамотное ее решение — обеспечение всех исполнителей файлами шаблонов, настроенными на используемую систему единиц и содержащими стандартные рамку, основную надпись, слои и типы линий.

Не менее важно, какие стили используются для текстовых надписей, штрихования и нанесения размеров. Их также следует задавать заранее: это дает гарантию, что каждый проектировщик будет действовать без отклонения от оговоренных стандартов.

Следует ответственно подходить к выбору рабочего масштаба. Только четкое представление о том, как соотносятся единицы рисунка на экране и единицы чертежа, выводимого на плоттер, позволяет правильно выбрать высоту текста для пояснительных надписей и размеров.

Хотя компоновка чертежа обычно производится на последних стадиях проектирования, грамотное планирование на предварительных этапах позволяет избежать многих ошибок и избавить персонал от излишних операций редактирования.

При создании проекта работа, как правило, ведется в пространстве модели (здесь объекты представляются в натуральную величину), а для компоновки чертежа выполняется переход в пространство листа, где ко всем графическим объектам, текстам, типам линий и размерам применяется необходимый масштабный коэффициент.

Все начальные установки рисунка могут быть сохранены в шаблоне для последующего использования в других документах. В качестве шаблона могут применяться как рисунки, поставляемые с AutoCAD, так и любые другие, в том числе созданные пользователем. Новый рисунок наследует всю информацию из используемого шаблона. Имеется также возможность запускать AutoCAD без шаблона.

 Создать рисунок позволяет команда NEW, вызываемая из падающего меню File ► New... или щелчком по пиктограмме QNew на стандартной панели инструментов.

После запуска команды необходимые настройки параметров рабочей среды AutoCAD производятся в диалоговом окне Create New Drawing (рис. 1.33).

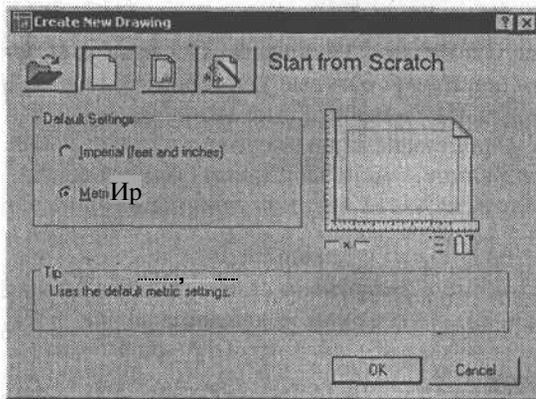


Рис. 1.33. Диалоговое окно создания нового рисунка

При создании рисунка по простейшему шаблону используется пиктограмма Start from Scratch. В данном режиме устанавливается британская или метрическая система единиц. Значения многих системных переменных, принятые по умолчанию, зависят от того, какая из двух систем выбрана. Эти переменные управляют текстом, размерами, сеткой, режимами привязки, а также устанавливают действующие по умолчанию тип линий и файл образцов штриховки:

- ❑ Imperial (feet and inches) — создается рисунок, использующий британскую систему единиц измерения, по шаблону acad.dwt. При этом область рисования, иначе называемая *лимитами рисунка*, устанавливается равной 12x9 дюймов;
- ❑ Metric — создается рисунок, где используется метрическая система единиц измерения по шаблону acadiso.dwt. При этом устанавливается область рисования 429x297 мм.

Чтобы создать рисунок с использованием шаблона, необходимо в диалоговом окне Create New Drawing щелкнуть по пиктограмме Use a Template и в списке Select a Template: указать нужный шаблон (рис. 1.34).

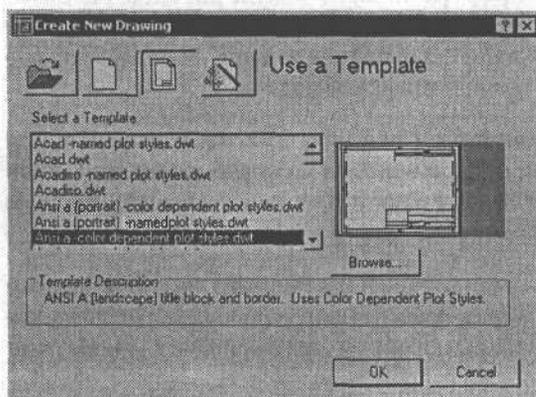


Рис. 1.34. Выбор шаблона рисунка

В AutoCAD имеется так называемый Мастер подготовки, Wizard — служебное средство для создания нового рисунка. С помощью Мастера можно, взяв за основу текущий шаблон, модифицировать некоторые базовые установки. Например, пользователь может автоматически настраивать масштабные коэффициенты для текста в зависимости от общих размеров рисунка. Если рисунки крупные, выбирается большая высота символов, если мелкие — меньшая; таким образом обеспечивается разборчивость текстовых надписей, когда рисунок отображается на экране целиком.

Для вызова Мастера подготовки необходимо в диалоговом окне Create New Drawing щелкнуть по пиктограмме Use a Wizard — откроется окно, показанное на рис. 1.35.

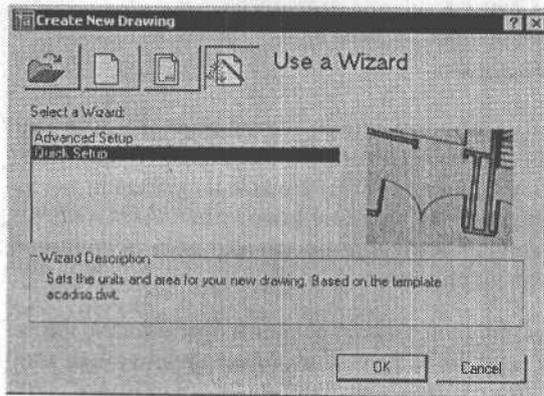


Рис. 1.35. Создание нового рисунка с помощью Мастера подготовки

Мастер быстрой подготовки Quick Setup позволяет задать для нового рисунка параметры Units — единицы измерения и Area — область рисования. Поддерживаются следующие типы единиц для рисования и вычерчивания: Decimal — десятичные, Engineering — инженерные, Architectural — архитектурные, Fractional — дробные, Scientific — научные (см. рис. 1.3). Указывая ширину Width и длину Length области рисования, пользователь тем самым задает граничные пределы рисунка, так называемые лимиты. Именно лимитами определяется размер чертежа, впоследствии выводимого на плоттер. После того как все параметры заданы, Мастер быстрой подготовки запускает сеанс рисования в пространстве модели.

Мастер детальной подготовки Advanced Setup (см. рис. 1.2) позволяет задать для нового рисунка тип линейных единиц измерения Units и способ измерения углов Angle, задать начало отсчета угла Angle Measure и направление измерения угла Angle Direction, определить границы области рисунка Area.

В отличие от Мастера быстрой подготовки, который настраивает только пространство модели, Мастер детальной подготовки воздействует как на пространство модели, так и на пространство листа.

Любая из установок, произведенных в начале рисования, в дальнейшем может быть изменена.

## Определение границ рисунка

Команда LIMITS позволяет установить границы текущего рисунка в пространстве модели и в пространстве листа. Она вызывается из падающего меню Format ► Drawing Limits. В AutoCAD границы рисунка выполняют три функции:

- определяют диапазон изменения координат точек;
- контролируют фрагмент рисунка, покрытый видимой координатной сеткой;
- определяют, какая часть рисунка отображается на экране по команде ZOOM ALL.

*Границы рисунка* — это пара двумерных точек в мировой системе координат: координаты левого нижнего и правого верхнего углов, определяющие прямоугольную область. По оси Z границы не устанавливаются.

Запросы команды LIMITS:

**Reset Model space limits:** — переустановка лимитов пространства модели;

**Specify lower left corner or [ON/OFF] <current>:** — указание левого нижнего угла;

**Specify upper right corner <current>:** — указание правого верхнего угла, где:

- ON — включается контроль соблюдения границ. При этом AutoCAD отвергает все попытки ввести точки с координатами, выходящими за границы рисунка;
- OFF — отключается контроль соблюдения границ рисунка;
- <current> — задается новое текущее значение левого нижнего, а затем правого верхнего угла.

Если текущее значение границ рисунка вас устраивает, достаточно нажать клавишу Enter.

Лимиты должны полностью охватывать полномасштабную модель/Например, если ее размеры 100x200 мм, значения лимитов должны слегка превышать эти цифры.

В пространстве листа лимиты обычно задают равными формату листа бумаги. Следовательно, сетка (если она включена) покрывает при этом весь скомпонованный чертеж, включая графические объекты, размерные элементы, основную надпись и т. п. Например, если формат листа равен 210x297 мм, следует установить десятичный формат единиц и определить лимиты указанием точек (0,0) для левого нижнего угла прямоугольника и (210, 297) — для правого верхнего угла.

Если в пространстве листа отображаются поля листа или подложен заданный формат, нельзя задать границы рисунка с помощью команды LIMITS. В этом случае лимиты вычисляются и устанавливаются в зависимости от размеров выбранного листа. Включение и отключение отображения полей и разметки листа производятся на вкладке Display диалогового окна Options.

В пространстве модели лимиты могут быть заданы при создании нового рисунка с помощью Мастера быстрой подготовки или Мастера детальной подготовки.

## Определение параметров сетки

*Сеткой* называется упорядоченная последовательность точек, покрывающих область рисунка в пределах лимитов. Работа в режиме сетки GRID подобна наложению на рисунок листа бумаги в клетку. Использование сетки помогает выровнять объекты и оценивать расстояние между ними. Сетку можно включать и отключать в ходе выполнения других команд. На печать она не выводится.

Включение сетки и определение ее частоты осуществляется на вкладке **Snap and Grid** диалогового окна режимов рисования **Drafting Settings**, которое загружается из падающего меню **Tools** ▶ **Drafting Settings...** или при выборе пункта **Settings...** контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши по кнопке GRID в строке состояния (рис. 1.36).

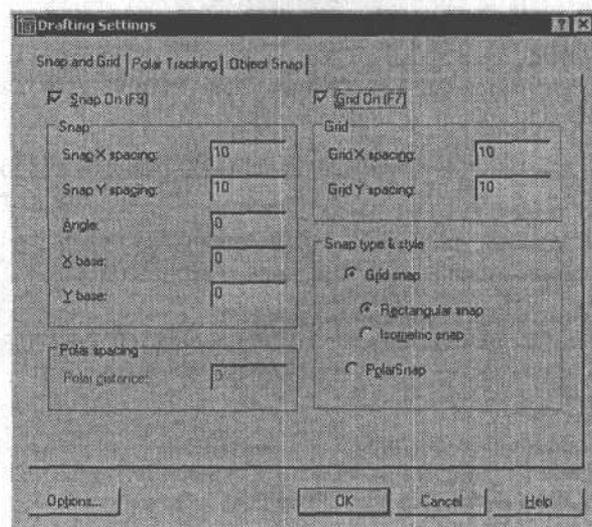


Рис. 1.36. Диалоговое окно определения параметров сетки и шага привязки

Сетка включается при установке флажка **Grid On (F7)**. В области **Grid** текстового поля **Grid X spacing**: устанавливается частота горизонтальных делений сетки. Если частота вертикальных и горизонтальных делений сетки должна быть одинаковой, следует нажать клавишу **Enter** или щелкнуть мышью в текстовом поле **Grid Y spacing**. В противном случае понадобится ввести частоту по вертикали в соответствующем поле.

Удобно включать и отключать сетку щелчком мыши по кнопке GRID в строке состояния или нажатием функциональной клавиши F7.

После зумирования рисунка для лучшего согласования с новым коэффициентом экранного увеличения может потребоваться изменение частоты сетки.

## Определение шага привязки

В режиме шаговой привязки SNAP курсор может находиться только в определенных точках согласно установленному значению шага и при этом движется не плавно, а скачкообразно между узлами воображаемой сетки, как бы «прилипая» к ее узлам. Активность режима SNAP можно определить визуально, по скачкообразному движению курсора на экране. Шаговая привязка обычно используется для точного указания точек с помощью мыши. Интервал привязки задается отдельно по осям  $X$  и  $Y$ . Включение и отключение режима шаговой привязки может производиться в ходе выполнения другой команды.

Шаг привязки не обязательно совпадает с частотой сетки. Сетку часто делают достаточно редкой, используя ее исключительно для наглядности, а шаг привязки устанавливают меньшим. Допустимо и обратное: установка большего по сравнению с сеткой шага привязки.

Включение шаговой привязки SNAP и настройка ее параметров осуществляются на вкладке Snap and Grid диалогового окна режимов рисования Drafting Settings, которое загружается из падающего меню Tools ▶ Drafting Settings... или при выборе пункта Settings... из контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши по кнопке SNAP в строке состояния (см. рис. 1.36).

Шаговая привязка включается при установке флажка Snap On (F9). В области Snap текстового поля Snap X spacing: задается шаг привязки по горизонтали. Если шаг привязки по вертикали должен быть таким же, следует нажать клавишу Enter или щелкнуть мышью в текстовом поле Snap Y spacing:. В противном случае значение шага по вертикали вводится в соответствующем поле.

Удобно включать и отключать шаговую привязку щелчком мыши на кнопке SNAP в строке состояния или нажатием функциональной клавиши F9.



Выполните упражнение L4 из раздела 2.

Построить многоугольник. используя привязку координат к узлам сетки		L4
<p><b>Line</b> /</p> <p>LINE Specify first point: из точки 1</p> <p>Specify next point or [Undo]: 8 точку 2</p> <p>Specify next point or [Undo]: 6 точку 3</p> <p>Specify next point or [Close/Undo]: 6 точку 4</p> <p>Specify next point or [Close/Undo]: fl точку 5</p> <p>Specify next point or [Close/Undo]: C замкнуть</p>	<p>Включить привязку к узлам сетки:</p> <p><b>SNAP</b> &lt;F9&gt;</p> <p>координатную сетку:</p> <p><b>GRID</b> &lt;F7&gt;</p> <p>Точки указывать щелчком мыши</p>	

## Сохранение рисунков

Команда сохранения рисунка QSAVE вызывается из падающего меню File ▶ Save или щелчком мыши по пиктограмме Save (Ctrl+S) на стандартной панели инструментов. Команда QSAVE используется в тех случаях, когда уже существующий рисунок сохраняется без изменения его имени. Если рисунок новый и его имя не определено, то QSAVE действует так же, как команда SAVEAS.

Команды SAVE и SAVEAS предназначены для сохранения рисунка под другим именем. Команда SAVE может вызываться только из командной строки, а SAVEAS — из падающего меню File ▶ SaveAs.... В обоих случаях имя документа задается в поле File name: диалогового окна Save Drawing As (рис. 1.37).

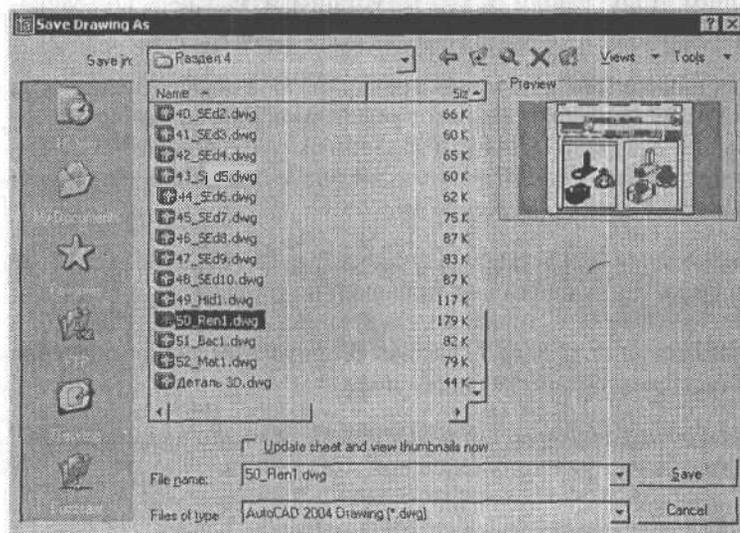


Рис. 1.37. Диалоговое окно сохранения рисунка

Предыдущей копии рисунка на диске присваивается расширение .bak вместо .dwg (все предыдущие .bak-файлы с данным именем удаляются).

Обновленный рисунок записывается с расширением .dwg. Если при указании имени файла оказывается, что рисунок с таким названием уже существует, выдается предупреждение и предоставляется возможность перезаписать файл или ввести другое имя.

Любой рисунок можно сохранить как шаблон. Для этого в раскрывающемся списке Files of type: диалогового окна Save Drawing As необходимо выбрать пункт AutoCAD Drawing Template File (\*.dwt).

Чтобы обеспечить автоматическое сохранение рисунка через заданные интервалы времени, следует использовать системную переменную SAVETIME или вкладку Open and Save диалогового окна Options, показанного на рис. 1.21. Оно вызывается

из падающего меню Tools ► Options.... В последнем случае необходимо поставить флажок автосохранения Automatic save в области File Safety Precautions и установить интервал в минутах в поле Minutes between saves.

## Получение твердой копии рисунка

Распечатка чертежа — последний этап при работе с рисунком. Процесс оформления и вывода рисунков на печать в AutoCAD 2005 стал более управляемым и гибким по сравнению с предыдущими версиями.

Перед выводом рисунка на печать необходимо его скомпоновать, то есть определить, какие виды должны быть вычерчены. Работа над рисунком ведется на разных этапах либо в пространстве модели, либо в пространстве листа.

*Пространство модели* предназначено для создания модели — изображения в реальном масштабе.

*Пространство листа* представляет собой аналог листа бумаги, на котором производится создание и размещение видов перед вычерчиванием.

Как в пространстве модели, так и в пространстве листа может быть один или несколько видовых экранов, на которых представлены различные виды модели. Компоновка чертежа, по сути дела, представляет собой процесс создания и размещения таких экранов. По завершении компоновки чертеж выводится на принтер или плоттер.

Перед выводом рисунка на плоттер можно предварительно просмотреть, как он будет размещаться на листе бумаги. Для этого используется команда предварительного просмотра PREVIEW, вызываемая из падающего меню File ► Plot Preview или щелчком по пиктограмме Plot Preview на стандартной панели инструментов. При этом автоматически включается изменение масштаба изображения в режиме реального времени для просмотра мелких деталей чертежа. Для изменения режима масштаба изображения, вывода на плоттер, использования панорамирования или выхода из предварительного просмотра используется контекстное меню (рис. 1.38), которое вызывается в ответ на нажатие правой клавиши мыши.

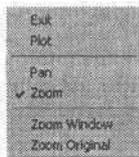


Рис. 1.38. Контекстное меню

Все установки вывода рисунка на плоттер осуществляются в диалоговых окнах Plot-Model и Plot-Layout (рис. 1.39). Эти окна загружаются командой PLOT, вызываемой из падающего меню File ► Plot... или щелчком мыши по пиктограмме Plot (Ctrl+P) на стандартной панели инструментов.

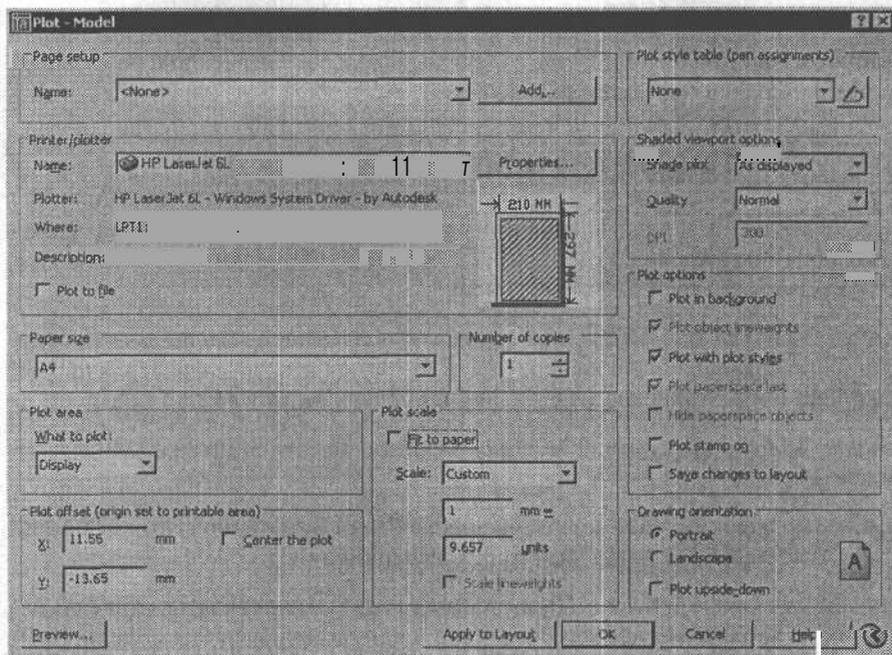


Рис. 1.39. Диалоговое окно вывода на печать пространства модели

## Выход из AutoCAD

Для выхода из AutoCAD используется команда QUIT, которая вызывается из падающего меню File ► Exit (Ctrl+Q).

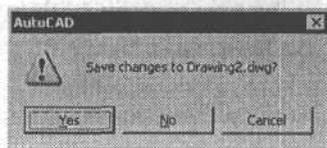


Рис. 1.40. Диалоговое окно сохранения изменений в рисунке

Команда позволяет сохранить или проигнорировать сделанные в рисунке изменения и выйти из AutoCAD. Если все сделанные изменения сохранены, при выходе из программы не появится никаких дополнительных сообщений. В противном случае на экран будет выведено диалоговое окно AutoCAD (рис. 1.40), где пользователю предлагается выбор: сохранить изменения, отказаться от них или продолжить сеанс работы. Если текущему рисунку не было присвоено имя и вы хотите его сохранить, откроется диалоговое окно Save Drawing As (см. рис. 1.37).

## **ГЛАВА 2      Системы координат**

- Ввод координат
- Декартовы и полярные координаты
- Определение трехмерных координат
- Определение пользовательской системы координат

## Вводкоординат

Когда программа AutoCAD запрашивает точку, команда ожидает ввода координат какой-либо точки текущего рисунка. В AutoCAD может быть включен контроль лимитов рисунка, осуществляемый командой LIMITS. В этом случае, если введенная точка выходит за пределы рисунка, AutoCAD выдает сообщение:

\*\* Outside limits — вне лимитов

и отвергает введенную точку.

В представлении рисунка во внутренней графической базе данных координаты каждой точки задаются с точностью не менее 14 значащих цифр.

Ввод координат в AutoCAD может осуществляться двумя способами:

- непосредственно с клавиатуры, путем указания численных значений;
- с использованием графического маркера (курсора), который движется по экрану с помощью устройства указания. Ввод координат осуществляется щелчком левой кнопки мыши.

Как следствие, в строке состояния, расположенной внизу Рабочего стола, происходит отображение текущих значений координат. Существует три режима отображения координат:

- динамический*, при котором обновление координат происходит постоянно по мере перемещения указателя мыши;
- статический*, при котором координаты обновляются только после указания точки;
- режим относительных координат*, формат *расстояние<угол*, при котором обновление значений происходит по мере перемещения указателя мыши во время рисования объекта, содержащего более одной точки.

Включение отображения координат в строке состояния осуществляется с помощью либо функциональной клавиши F6, либо системной переменной COORDS. Значение 0 соответствует статическому отображению, 1 — динамическому, 2 — относительному.

Для определения координат точек существующих объектов (например, точки пересечения или середины отрезка) можно воспользоваться командой ID. При этом следует применять объектную привязку, иначе полученные координаты могут оказаться неточными.

Для определения координат сразу всех характерных точек объекта пригодится команда LIST. Еще один метод получения координат характерных точек — выбор объекта с помощью ручек.

Ручки представляют собой маленькие прямоугольники, располагающиеся в характерных точках объектов, например, конечных точках и середине отрезка. При при-

вязке курсора к одной из ручек в поле координат строки состояния отображаются ее координаты.

Для удобства ввода координат можно использовать:

- *орторежим*, когда изменение координат происходит только по осям  $X$  или  $Y$ . Орторежим включается либо нажатием функциональной клавиши F8, либо щелчком мыши по кнопке ORTHO в информационной строке;
- *привязку к узлам* невидимой сетки, определенной с некоторым шагом по  $X$  и  $Y$ . Такую привязку можно установить, либо нажав функциональную клавишу F9, либо щелкнув мышью по кнопке SNAP в строке состояния. Если включен шаг привязки, то при перемещении мыши перекрестье будет «перепрыгивать» с одного узла невидимой сетки на другой.

Значения координат, независимо от способа ввода всегда, связаны с некоторой системой координат.

По умолчанию в AutoCAD используется так называемая *мировая система координат*, МСК — World Coordinate System (WCS). Она определена так, что ось  $OX$  направлена слева направо, ось  $OY$  — снизу вверх, ось  $OZ$  — перпендикулярно экрану, вовне.

Как правило, для выполнения конкретного проекта удобнее определить *пользовательскую систему координат*, ПСК — User Coordinate System (UCS), которую можно сместить относительно мировой и/или повернуть под любым углом. Допускается существование нескольких пользовательских систем координат, и в любой момент возможен переход от одной к другой.

Никакие изменения МСК не допускаются. AutoCAD позволяет одновременно использовать и координаты, связанные с текущей ПСК, и координаты, связанные с МСК. При этом для МСК при вводе с клавиатуры значению координат должен предшествовать символ «звездочка» (\*).

## Декартовы и полярные координаты

В двумерном пространстве точка определяется в плоскости  $XY$ , которая называется также *плоскостью построений*. Ввод координат с клавиатуры возможен в виде абсолютных и относительных координат.

Ввод *абсолютных* координат производится в следующих форматах:

- *декартовы* (прямоугольные) координаты. При этом для определения двумерных и трехмерных координат применяются три взаимно перпендикулярные оси:  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ . Для ввода координат указывается расстояние от точки до начала координат по каждой из этих осей, а также направление (+ или -). При начале нового рисунка текущей системой всегда является мировая система координат World Coordinate System (WCS), следовательно, ось  $X$  направлена горизонтально, ось  $Y$  — вертикально, а ось  $Z$  перпендикулярна плоскости  $XY$ ;

О *полярные* координаты. При вводе координат указывается расстояние, на котором располагается точка от начала координат, а также величина угла, образованного полярной осью и отрезком, мысленно проведенным через данную точку и начало координат. Угол задается в градусах против часовой стрелки. Значение 0 соответствует положительному направлению оси *OX*.

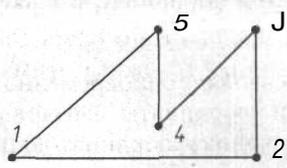
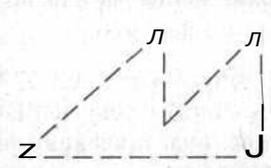
*Относительные* координаты задают смещение от последней введенной точки. При вводе точек в относительных координатах можно использовать любой формат записи в абсолютных координатах: @dx, dy — для декартовых, @r<A — для полярных.

Относительные декартовы координаты удобно применять в том случае, если известно смещение точки относительно предыдущей.

 Выполните упражнения L1–L3 из раздела 2.

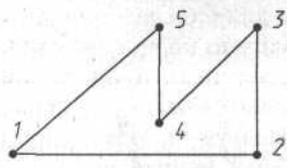
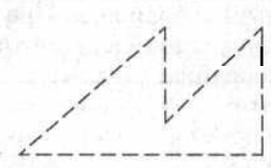
**Построить многоугольник,  
задавая точки в абсолютных координатах** L1

<b>Line</b> 	Падающее меню <b>Draw</b> → <b>Line</b>	<b>Undo</b>
	LINE Specify first point: 240, 20 из точки 1	f *
	Specify next point or [Undo]: 390, 20 Ъ точку 2	отмена
	Specify next point or [Undo]: 390, 100 8 точку 1	последнего
	Specify next point or [Close/Undo]: 330, 40 8 точку 4	действия
	Specify next point or [Close/Undo]: 330, 100 6 точку 5	
	Specify next point or [Close/Undo]: Close замкнуть	

**Построить многоугольник,  
задавая точки в относительных координатах** L2

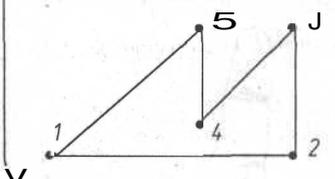
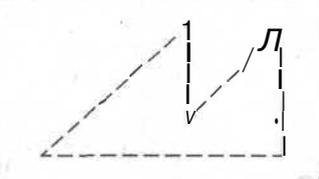
<b>Line</b> 	© - комбинация клавиш Shift + 2	
	LINE Specify first point: 240, 20 из точки 1	
	Specify next point or [Undo]: @ 150, 0 6 точку 2	
	Specify next point or [Undo]: @ 0, 80 в точку 3	
	Specify next point or [Close/Undo]: @ -60, -60 в точку 4	
	Specify next point or [Close/Undo]: @ 0, 60 в точку 5	
	Specify next point or [Close/Undo]: Close замкнуть	

**Построить многоугольник,  
задавая точки в полярных координатах** L3

Line

LINE Specify first point:	240, 20	из точки 1
Specify next point or [Undo]:	⊙ 150 < 0	б точку 2
Specify next point or [Undo]:	⊙ 80 < 90	б точку 3
Specify next point or [Close/Undo]:	⊙ 85 < -135	б точку 4
Specify next point or [Close/Undo]:	⊙ 60 < 90	б точку 5
Specify next point or [Close/Undo]:	Close	замкнуть

### Формирование точек методом «направление-расстояние»

Вместо ввода координат допускается использование *прямой записи расстояния*, что особенно удобно для быстрого ввода длины линии. Такой ввод может производиться во всех командах, кроме тех, которые предполагают указание просто действительного значения, например, в командах построения массива ARRAY, разметки MEASURE и деления объекта DIVIDE. При использовании прямой записи расстояния в ответ на запрос точки достаточно переместить мышь в нужном направлении и ввести числовое значение в командной строке. Например, если таким способом задается отрезок, то он строится путем указания числового значения длины и направления под определенным углом. При включенном орторежиме этим способом очень удобно рисовать перпендикулярные отрезки.

### Определение трехмерных координат

Трехмерные координаты задаются аналогично двумерным, но к двум составляющим по осям *X* и *Y* добавляется третья величина — по оси *Z*. В трехмерном пространстве аналогично двумерному моделированию можно использовать абсолютные и относительные координаты, а также *цилиндрические* и *сферические*, которые схожи с полярными в двумерном пространстве.

Значения координат независимо от способа ввода всегда связаны с некоторой системой координат. При работе в трехмерном пространстве значения *x*, *y* и *z* указывают либо в мировой системе координат World Coordinate System (WCS), либо в пользовательской User Coordinate System (UCS).

### Правило правой руки

При работе в трехмерном пространстве в AutoCAD все системы координат формируются по *правилу правой руки*. Оно определяет положительное направление

оси  $Z$  трехмерной системы координат при известных направлениях осей  $X$  и  $Y$ , а также положительное направление вращения вокруг любой из осей трехмерных координат.

Для определения положительных направлений осей необходимо поднести тыльную сторону кисти правой руки к экрану монитора и направить большой палец параллельно оси  $X$ , а указательный — по оси  $Y$ . Если согнуть средний палец перпендикулярно ладони, как показано на рис. 2.1 справа, то он будет указывать положительное направление оси  $Z$ .

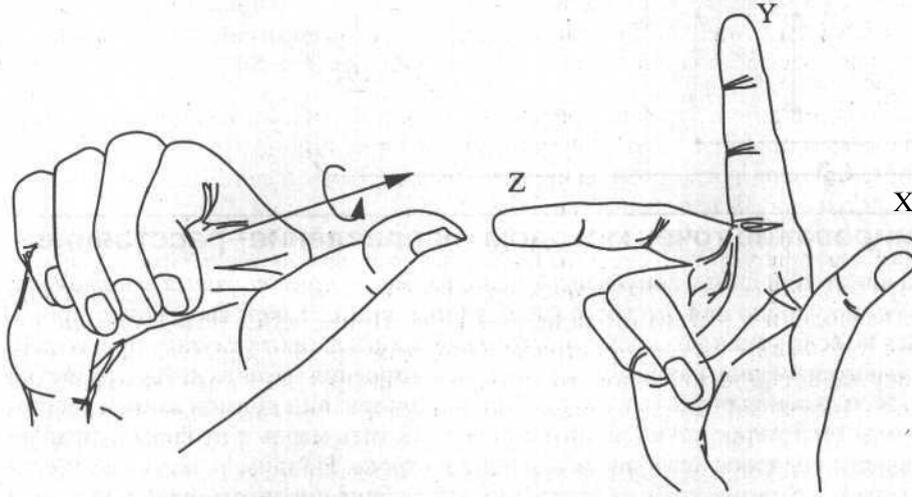


Рис. 2.1. Правило правой руки

Для определения положительного направления вращения следует ориентировать большой палец правой руки в положительном направлении оси и согнуть остальные пальцы, как показано на рис. 2.2 слева. Положительное направление вращения совпадает с направлением, указываемым согнутыми пальцами.

### Ввод трехмерных декартовых координат

Трехмерные декартовы координаты  $(x, y, z)$  вводятся аналогично двумерным  $(x, y)$ . Дополнительно к координатам по осям  $X$  и  $Y$  необходимо ввести еще и значение по оси  $Z$ . На самом деле в AutoCAD не существует двумерных координат, и если введены значения только  $x$  и  $y$ , это означает, что отсутствующая координата  $z$  берется по умолчанию равной нулю (системная переменная THICKNESS). При указании декартовых трехмерных координат с клавиатуры вводятся три числа через запятую, например:

3,5,2

В трехмерном пространстве, так же как и в двумерном, широко используются и абсолютные координаты (отсчитываемые от начала координат), и относительные

(отсчитываемые от последней указанной точки). Признак относительных координат — символ @ перед координатами вводимой точки, которая в этом случае берется относительно последней введенной точки.

## Определение пользовательской системы координат

---

Как было сказано выше, в AutoCAD существуют: мировая система координат World Coordinate System, WCS, и пользовательская система координат User Coordinate System, UCS. Ось  $X$  мировой системы координат направлена горизонтально, ось  $Y$  — вертикально, а ось  $Z$  проходит перпендикулярно плоскости  $XY$ .

Начало координат — это точка пересечения осей  $X$  и  $Y$ ; по умолчанию она совмещается с левым нижним углом рисунка. В любой текущий момент активна только одна система координат, которую принято называть *текущей*. В ней координаты определяются любым доступным способом.

Основное отличие мировой системы координат от пользовательской заключается в том, что *мировая система координат* может быть только одна (для каждого пространства модели и листа) и она неподвижна. Применение *пользовательской системы координат* не имеет практически никаких ограничений. Она может быть расположена в любой точке пространства под любым углом к мировой системе координат. Разрешается определять, сохранять и восстанавливать неограниченное количество ПСК. Проще выровнять систему координат с существующим геометрическим объектом, чем определять точное размещение трехмерной точки. ПСК обычно используется для работы с несмежными фрагментами рисунка. Поворот ПСК упрощает указание точек на трехмерных или повернутых видах. Узловые точки и базовые направления, определяемые режимами привязки SNAP, сетки GRID и ортогонального режима ORTHO, поворачиваются вместе с ПСК.

При работе в ПСК допускается поворачивать ее плоскость  $XY$  и смещать начало координат. Все они при вводе отсчитываются относительно текущей пользовательской системы координат. Соответствующая пиктограмма дает возможность судить о положении и об ориентации текущей ПСК, помогая визуализировать эту ориентацию относительно мировой системы координат, а также относительно объектов, содержащихся в рисунке.

Пиктограмма ПСК всегда изображается в плоскости  $XY$  текущей ПСК и указывает положительное направление осей  $X$  и  $Y$ . Сама пиктограмма может располагаться как в начале пользовательской системы координат, так и в другом месте. Эту позицию регулирует команда управления пиктограммой системы координат UCSICON. С помощью той же команды можно выбрать одну из трех пиктограмм (рис. 2.2). В трехмерной пиктограмме допускается изменение размера, цвета, типа стрелок осей и толщины линий.

Различные варианты пиктограмм ПСК используются для облегчения восприятия изображения (рис. 2.3).

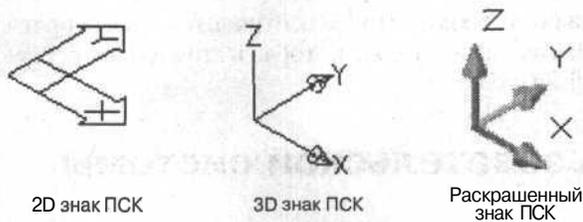


Рис. 2.2. Пиктограммы системы координат



Рис. 2.3. Варианты пиктограмм системы координат

Появление символа + (плюс) в нижнем левом углу пиктограммы указывает на ее расположение в начале ПСК. Пользовательская система координат используется для перемещения начала системы координат и/или изменения ориентации осей системы координат в пространстве, что значительно упрощает процесс создания и редактирования объектов. При создании объекта удобно поместить начало системы координат в базовую точку объектов, особенно если в данной точке формируется много объектов.

Пиктограмма с изображением сломанного карандаша говорит о том, что плоскость  $XU$  практически параллельна направлению взгляда. В этом случае при указании значений координат мышью происходит выбор точек с нулевыми координатами  $z$ , что обычно не соответствует желанию пользователя. Перед вводом точек или редактированием модели по виду пиктограммы следует оценить угол между направлением взгляда и пиктограммой ПСК: если этот угол мал, точный выбор точек с помощью мыши или другого манипулятора затруднителен.

### Выбор пользовательской системы координат в пространстве

Для изменения положения ПСК применяются следующие способы:

- указание новой плоскости  $XU$  или новой оси  $Z$ ;
- ввод нового начала координат;

- Q совмещение ПСК с имеющимся объектом;
- совмещение ПСК с гранью тела;
- совмещение ПСК с направлением взгляда;
- Q поворот ПСК вокруг одной из ее осей;
- расположение плоскости  $XU$  ПСК перпендикулярно выбранному в качестве оси  $Z$  направлению;
- восстановление ранее сохраненной ПСК;
- O применение имеющейся ПСК к любому видовому экрану.

Размещение, перемещение, вращение и отображение пользовательских систем координат производится с помощью команды UCS. Вызвать ее или варианты ее исполнения можно из командной строки или из падающего меню Tools. Наиболее удобным представляется вызов этой команды из плавающей панели инструментов UCS (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Панель инструментов UCS

- Команда UCS — определение новой пользовательской системы координат. Запрос данной команды:

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World] <World>: — задать опцию [Новая/Перенести/Ортогональная/Предыдущая/Восстановить/Сохранить/Удалить/Применить/?/Мир] <Мир>

- Display UCS Dialog — управление имеющимися пользовательскими системами координат из диалогового окна UCS (рис. 2.5);
- UCS Previous — восстановление предыдущей ПСК. При этом сохраняется десять последних определенных ПСК;
- World UCS — переход к мировой системе координат;
- Object UCS — выравнивание системы координат по существующему объекту;
- Face UCS — определение пользовательской системы координат путем простого указания на грань;
- View UCS — выравнивание системы координат в направлении текущего вида, то есть определение новой системы координат с плоскостью  $XU$ , перпендикулярной направлению вида (иначе говоря, параллельно экрану);

- Origin UCS — размещение ПСК в начале координат;
- ZAxis Vector UCS — определение нового положительного направления оси;
- 3Point UCS — определение нового начала координат и направления осей  $X$  и  $Y$  по трем точкам;
- XAxis Rotate UCS — поворот системы координат вокруг оси  $X$ ;
- YAxis Rotate UCS — поворот системы координат вокруг оси  $Y$ ;
- Z Axis Rotate UCS — поворот системы координат вокруг оси  $Z$ ;
- Apply UCS — применение текущей ПСК к выбранному видовому экрану.

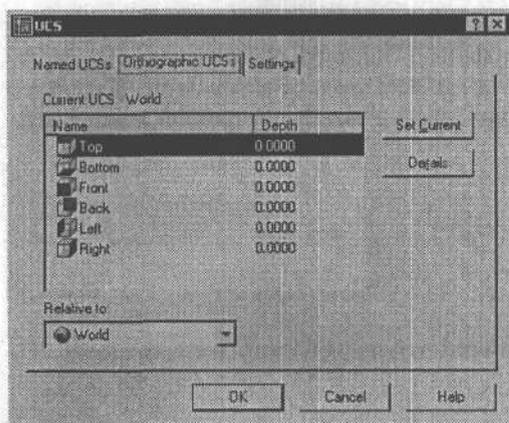


Рис. 2.5. Диалоговое окно UCS

Изменение текущей ПСК не влияет на изображение рисунка на экране, если не включена системная переменная UCSFOLLOW; в противном случае показывается вид в плане текущей ПСК.

Если пиктограмма ПСК активизирована, она перерисовывается в соответствии с ориентацией новой системы координат.

С ПСК связаны следующие системные переменные:

- UCSXDIR, UCSYDIR определяют направление осей  $X$  и  $Y$  в мировых координатах. Переменные доступны только для чтения;
- UCSNAME определяет имя текущей ПСК;
- WORLDUCS равна 1, если текущая ПСК совпадает с мировой системой координат, и 0 — в противном случае;
- UCSORG определяет начало координат текущей системы координат для текущего пространства.

Управление системами координат осуществляется с помощью команды DDUCS, вызываемой из падающего меню Tools ► Named UCS.... На вкладке Named UCSs диалогового окна UCS, загружаемого командой DDUCS, можно присвоить любой пользовательской системе координат уникальное имя.

В дальнейшем, открыв вкладку именованных ПСК Named UCSs диалогового окна UCS, можно по ранее заданному имени восстановить пользовательскую систему координат. На рис. 2.6 показана вкладка Named UCSs этого окна с тремя пользовательскими системами координат. Чтобы сделать систему координат текущей, необходимо навести указатель мыши на ее имя и щелкнуть по кнопке Set Current.

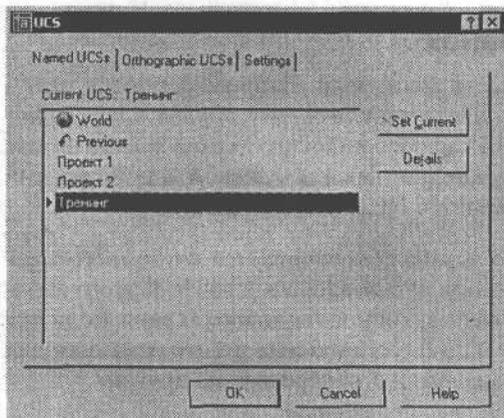


Рис. 2.6. Диалоговое окно управления именованными ПСК

Для удаления пользовательской системы необходимо навести на ее имя указатель мыши и нажать клавишу Delete.

При щелчке по кнопке Details раскрывается подробное диалоговое окно UCS Details, в котором отражена вся информация о координатах точки начала и направлении осей относительно текущей системы координат по каждой именованной ПСК (рис. 2.7).

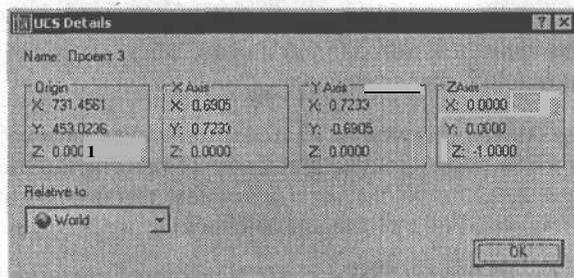


Рис. 2.7. Диалоговое окно UCSDetails

Чтобы добавить новую пользовательскую систему координат, необходимо присвоить текущей ПСК со стандартным именем Unnamed уникальное название. Для этого достаточно щелкнуть мышью по имени текущей ПСК и набрать новое с клавиатуры в появившемся поле. Другие стандартные названия — World и Previous — зарезервированы для мировой системы координат и для той, которая использовалась перед текущей. Именованные пользовательские системы координат применяются в случаях, когда установленная ПСК, с которой неоднократно придется работать в дальнейшем, не совпадает со стандартной. Если пользовательские системы координат были определены как именованные, их легко восстановить в диалоговом окне UCS, на вкладке Named UCSs.

---

### Работа с ПСК на видовых экранах

На видовые экраны выводятся различные виды модели. Например, иногда требуется создать четыре видовых экрана для показа модели сверху, справа, слева и снизу. Чтобы повысить удобство работы, для каждого видового экрана можно задать и сохранить отдельную ПСК. В этом случае при переключении между видовыми экранами не происходит потери информации о ПСК каждого из них.

Сохранение ПСК для каждого видового экрана обеспечивается системной переменной UCSVP. Если для видового экрана она установлена в 0, то ПСК этого видового экрана всегда совпадает с ПСК текущего активного видового экрана. Если для видового экрана системная переменная UCSVP установлена в 1, то заданная для этого экрана ПСК запоминается и не изменяется при переходе на другой.

Вкладка Settings диалогового окна UCS позволяет устанавливать различные режимы отображения пиктограммы ПСК. Причем параметры отображения можно задавать либо отдельно для текущего видового экрана, либо сразу для всех активных видовых экранов текущего рисунка. Здесь же можно указать, следует ли сохранять систему координат вместе с видовым экраном, а кроме того, нужно ли на видовом экране всегда показывать вид модели в плане.

---

### Выбор стандартной пользовательской системы координат

*Ориентацию* текущей ПСК в зависимости от мировой системы координат, предыдущей ПСК или ПСК, установленной для текущего вида, можно изменить в диалоговом окне UCS, на вкладке Orthographic UCS, показанной на рис. 2.5: достаточно выбрать объект и выполнить команду DDUCSVP.

С помощью данной команды можно определить новую пользовательскую систему координат либо по отношению к мировой, либо к текущей, выбрав соответствующий слайд в диалоговом окне. Команду DDUCSVP используют в основном для переноса пользовательской системы координат из одной ортогональной проекции в другую.

В AutoCAD имеются шесть стандартных ортогональных ПСК: верхняя, нижняя, передняя, задняя, левая и правая. По умолчанию параметры ортогональных ПСК рассчитываются относительно МСК.

Стандартной системой координат удобно пользоваться при переходе от одной ортогональной проекции трехмерного объекта к другой.

Обычно эти проекции располагаются в соседних окнах, и признаком правильной установки ПСК считается отображение в нужном окне правильной пиктограммы системы координат (ось  $X$  направлена вправо, ось  $Y$  — вверх).

Так как набор стандартных систем координат ограничен, оптимальным является табличный способ их определения.



Выполните упражнения UCS1–UCS3 из раздела 4.

**Задать пользовательскую систему координат** **UCS1**

---

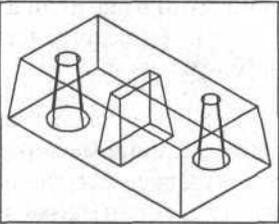
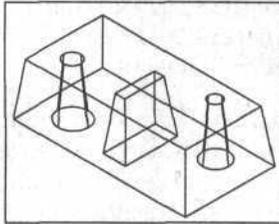
**UCS**

Падающее меню *Tools* — *New UCS* — *Origin*

Current UCS name: \*WORLD\*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World] <World>: \_o

Specify new origin point <0,0,0>: указать новую точку ПСК

**Задать пользовательскую систему координат** **Ucs2**

---

**UCS**

Падающее меню *Tools* — *New UCS* — *3 Point*

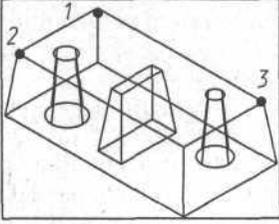
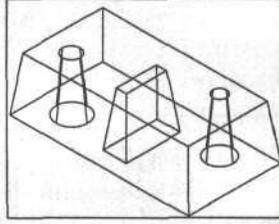
Current UCS name: \*WORLD\*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World] <World>: \_3

Specify new origin point <0,0,0>: указать центр ПСК точку 1

Specify point on positive portion of  $X$ -axis точку 2 (ось  $OX$ )

Specify point on positive- $Y$  portion of the UCS  $XY$  plane точку 3 (ось  $Oy$ )

Задать мировую систему координат

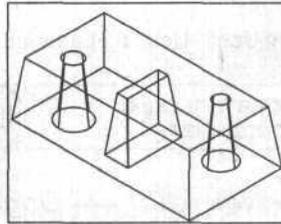
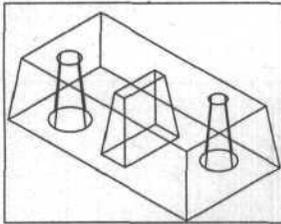
Ucs3

UCS 

Падающее меню Tools → New UCS → World

Current UCS name: \*NO NAME\* .

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/  
Save/Del/Apply/?/World] <World>: \_w



## **ГЛАВА 3      Свойства примитивов**

- Разделение рисунка по слоям
- Управление видимостью слоя
- Блокировка слоев
- Назначение цвета слою
- Назначение типа линии слою
- [Л] Назначение веса (толщины) линии слою
- О Фильтрация слоев
- Использование свойств слоев
- Палитра свойств объектов

Слои подобны лежащим друг на друге прозрачным листам кальки. На различных слоях группируются различные типы данных рисунка. Любой графический объект рисунка обладает такими свойствами, как цвет, тип и вес (толщина) линии, стиль печати. При создании объекта значения этих свойств берутся из описания слоя, на котором он создается. При необходимости свойства любого объекта можно изменить. Использование цвета позволяет различать сходные элементы рисунка. Применение линий различных типов помогает быстро распознавать такие элементы, как осевые или скрытые линии. Вес (толщина) линии определяет толщину начертания объекта и используется для повышения наглядности рисунка. Расположение объектов на различных слоях позволяет упростить многие операции по управлению данными рисунка.

## Разделение рисунка по слоям

Построенные объекты всегда размещаются на определенном слое. Например, один слой может содержать несущие конструкции, стены, перегородки здания, другой слой — коммуникации, электрику и т. п., а третий — мебель, элементы дизайна и т. д. Таким образом, комбинируя различные сочетания слоев, можно компоновать необходимые комплекты конструкторской документации.

Слои могут применяться по умолчанию, а также определяться и именоваться самим пользователем. С каждым слоем связаны заданные цвет, тип, вес (толщина) линии и стиль печати. Размещая различные группы объектов на отдельных слоях, можно структурировать рисунок. Послойная организация чертежа упрощает многие операции по управлению его данными.

Например, можно создать отдельный слой для размещения осевых линий, назначить ему голубой цвет и штрихпунктирный тип линии CENTER. Впоследствии, если потребуется построить осевую линию, достаточно переключиться на этот слой и начать рисование. Таким образом, перед каждым построением осевых линий не требуется вновь устанавливать их цвет и тип. Кроме того, при необходимости отображение слоя можно отключить. Возможность использования слоев — одно из главных преимуществ рисования в среде AutoCAD перед черчением на бумаге.

Работая в пространстве листа или с плавающими видовыми экранами, можно установить видимость слоя индивидуально для каждого видового экрана. При необходимости показ какого-либо слоя на экране или его вывод на печать легко отключить. Для всех слоев действуют одни и те же установки лимитов рисунка, системы координат и коэффициента экранного увеличения. Если какая-либо совокупность слоев используется часто, то эти слои, цвета и типы линий рекомендуется сохранить в шаблоне. Слои представляют собой неграфические объекты, которые также хранятся в файле рисунка.

■ Управление установками свойств слоев осуществляется в диалоговом окне Layer Properties Manager, показанном на рис. 3.1. Оно загружается из падающего меню Format ► Layer... или щелчком по пиктограмме Layer Properties Manager на панели инструментов Layers.

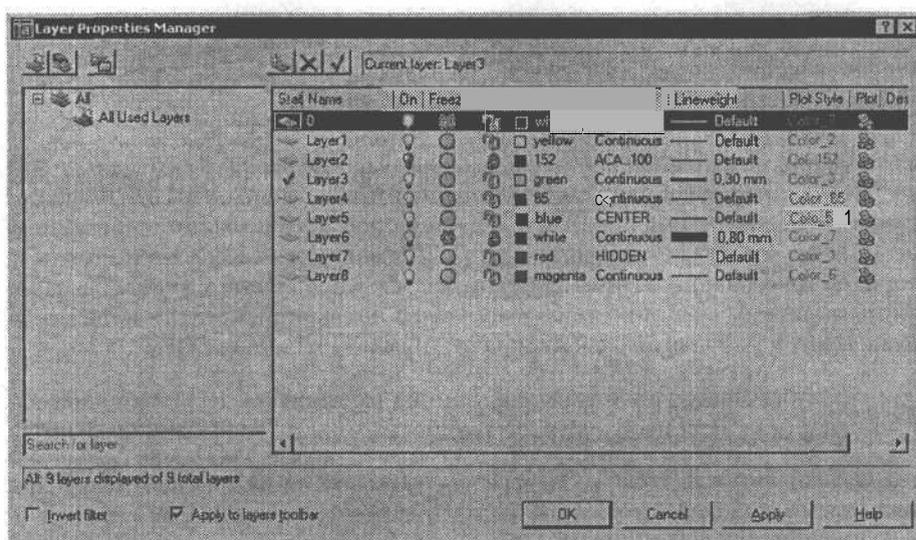


Рис. 3.1. Диалоговое окно управления слоями

При создании нового рисунка автоматически создается слой, названный 0, которому присваиваются белый цвет, непрерывный тип линии Continuous, вес (толщина) линии Default, по умолчанию соответствующий толщине 0.25 мм. Этот слой не может быть удален и переименован.

Слои обладают следующими свойствами:

- Status — состояние слоя. Назначение слою статуса текущего;
- Name — имя слоя. Состоит из алфавитно-цифровой информации, включающей специальные символы и пробелы;
- On — видимость слоя. При этом на экране изображаются только те примитивы, которые принадлежат видимому слою, однако примитивы в скрытых слоях являются частью рисунка и участвуют в регенерации;
- Freeze — замораживание слоя. Означает отключение видимости слоя при регенерации и исключение из генерации примитивов, принадлежащих замороженному слою;
- Lock — блокировка слоя. Примитивы в заблокированном слое отображаются, но их нельзя редактировать. Блокированный слой можно сделать текущим, рисовать в нем, замораживать и применять к его примитивам команды справок и объектную привязку;
- Color — цвет примитивов заданного слоя;
- Linetype — тип линии, которым будут отрисовываться все примитивы, принадлежащие слою;
- Lineweight — вес (толщина) линии, которой будут отрисовываться все примитивы, принадлежащие слою;

- Plot style — стиль печати для заданного слоя;
- Plot — разрешение/запрет вывода слоя на печать;
- Description — описание слоя.

Для создания нового слоя необходимо щелкнуть мышью по пиктограмме New Layer (Alt+N), которая находится в верхней части диалогового окна Layer Properties Manager, показанного на рис. 3.1. Создается слой, по умолчанию названный Layer1. Далее все новые слои автоматически именуются Layer2, Layer3 и т. д. — в порядке их создания. Чтобы присвоить слою уникальное имя, необходимо двойным щелчком мыши по текущему названию активизировать поле ввода текста, а затем набрать имя с клавиатуры и нажать клавишу Enter.

Если при создании нового слоя выделен один из имеющихся, то новый слой наследует его свойства. При необходимости свойства нового слоя можно изменить.

Все вновь создаваемые в AutoCAD объекты размещаются на текущем слое. При установке нового текущего слоя все объекты будут создаваться на нем с использованием назначенных ему цвета и типа линии. Замороженные и зависящие от ссылок слои нельзя сделать текущими.

Для того, чтобы сделать слой текущим, необходимо установить указатель мыши в графе Status соответствующего слоя и щелкнуть по пиктограмме Set Current (Alt+C), находящейся в верхней части диалогового окна Layer Properties Manager (см. рис. 3.1). Сделать слой текущим можно двойным щелчком мыши в графе Status соответствующего слоя, или использовать системную переменную CLAYER.

Установить текущий слой также можно, выбрав его из раскрывающегося списка управления слоями на панели инструментов (рис. 3.2).

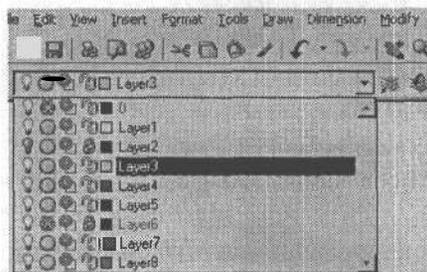


Рис. 3.2. Список управления слоями

Кроме того удобно устанавливать слой *объекта* текущим. Для этого следует выбрать этот объект, а затем щелкнуть по пиктограмме Make Object's Layer Current на панели инструментов Layers.

Для удобства список слоев, выводимый в диспетчере свойств слоев Layer Properties Manager, можно упорядочить по любому свойству слоя. Допускается сортировка слоев по их имени, видимости, цвету, типу, весу (толщине) линии или стилю пе-

части. Для сортировки списка достаточно щелкнуть по заголовку столбца того параметра, по которому нужно отсортировать слои. Имена слоев могут быть отсортированы в алфавитном порядке, как прямо, так и обратном.



Выполните упражнение La из раздела 2.

**Создать новый слой Оси  
с типом линии Center2**

La

---

*Layer* Падающее меню *Form Ot* — *Layer...*

*В диалоговом окне Layer Properties Manager выбрать  .*  
*в появившемся поле нового слоя ввести имя Оси.*  
*В области Linetype слоя Оси выбрать CONTINUOUS.*  
*В диалоговом окне Select Linetype выбрать кнопку .*  
*в диалоговом окне Load or Linetypes выбрать CENTER2.*  
*в диалоговом окне Layer Properties Manager установить CENTER2.*  
*Сформировать отрезок в слое Оси,*

## Управление видимостью слоя

AutoCAD не отображает на экране объекты, расположенные на невидимых слоях, и не выводит их на плоттер. Если при работе с деталями рисунка на одном или нескольких слоях чертеж слишком загроможден, допускается отключение или замораживание неиспользуемых слоев. Кроме того, чтобы запретить вывод на печать объектов определенных слоев, например для вспомогательных линий, можно оставить эти слои видимыми, но отключить их вывод на печать.

Выбор способа отключения показа слоев зависит от характера их использования и от сложности рисунка. Замораживать слои лучше в тех случаях, когда отображение слоя можно отключить на длительное время. При этом ускоряется выполнение команд зумирования ZOOM, панорамирования PAN и VPORIS, упрощается выбор объектов и снижается время регенерации сложных рисунков.

Объекты замороженных слоев не обрабатываются функциями регенерации, скрывания и тонирования. Разрешается замораживать и размораживать слои только на активном плавающем видовом экране.

При создании новых плавающих видовых экранов можно автоматически замораживать на них определенные слои. Например, допустимо скрывание размеров путем замораживания слоя с размерными линиями для всех новых видовых экранов. Если же на новом видовом экране требуется отображение размеров, для этого видового экрана можно разморозить соответствующий слой. Включение или отключение заморозки слоев для новых видовых экранов не изменяет видимость слоев

на уже имеющихся видовых экранах. В тех случаях, когда требуются частые настройки отображения слоев, лучше использовать их отключение, а не замораживание. При размораживании слоя выполняется регенерация рисунка, после чего находящиеся на этом слое объекты становятся видимыми.

На печать могут выводиться только объекты включенных и размороженных слоев. Видимый слой печатается только в том случае, если не отключен его вывод на печать.

Объекты отключенных слоев участвуют в регенерации, хотя и не выводятся на экран или плоттер. Чтобы сделать слой временной невидимым, его лучше отключить, а не заморозить, так как при размораживании слоя всегда выполняется регенерация рисунка. При включении слоя выполняется перерисовка объектов данного слоя.

Для отключения слоя необходимо в диалоговом окне Layer Properties Manager, показанном на рис. 3.1, навести указатель мыши на имя отключаемого слоя и затем щелкнуть по пиктограмме On. Аналогично происходит и замораживание слоя при щелчке по пиктограмме Freeze.

Кроме того, управлять видимостью слоев можно в раскрывающемся списке управления слоями на панели инструментов (см. рис. 3.2).

Предусмотрена возможность запрещать печать любого слоя, даже видимого. Если слой содержит, например, только справочную информацию, то его вывод на печать можно отключить. Запрещение печати слоя не изменяет его отображения на экране. Поэтому запрет печати удобно использовать для слоев, содержащих вспомогательные элементы построений. При этом перед выводом рисунка на печать такие слои не требуется отключать. Запрет печати любого слоя осуществляется в диалоговом окне Layer Properties Manager (см. рис. 3.1). С этой целью требуется выделить слои, для которых необходимо разрешить или запретить вывод на печать, и щелкнуть мышью по пиктограмме Plot.

## **Блокировка слоев**

---

Блокировку слоев полезно применять в случаях, когда требуется редактирование объектов, расположенных на определенных слоях, с возможностью просмотра объектов на других слоях. Редактировать объекты на заблокированных слоях нельзя. Однако они остаются видимыми, если слой включен и разморожен. Можно сделать заблокированный слой текущим и создавать на нем объекты.

Допускается также применение на заблокированных слоях справочных команд к объектам и привязка к ним с помощью режимов объектной привязки.

Блокированные слои можно включать и отключать, а также изменять связанные с ними цвета и типы линий.

Блокировка слоя включается либо в диалоговом окне Layer Properties Manager, показанном на рис. 3.1, либо в раскрывающемся списке управления слоями из стро-

ки свойств объектов (см. рис. 3.2) — щелчком мыши по пиктограмме Lock соответствующего слоя.

## Назначение цвета слою

Присвоение цветов слоям осуществляется в диспетчере свойств слоев Layer Properties Manager, показанном на рис. 3.1, для чего необходимо щелкнуть мышью по пиктограмме Color соответствующего слоя. При этом загружается диалоговое окно Select Color, предлагающее выбрать оттенок из палитры (рис. 3.3). Можно ввести либо его имя, либо номер в таблице индексов цветов ACI (AutoCAD Color Index). Стандартные имена присвоены только цветам с номерами от 1 до 7.

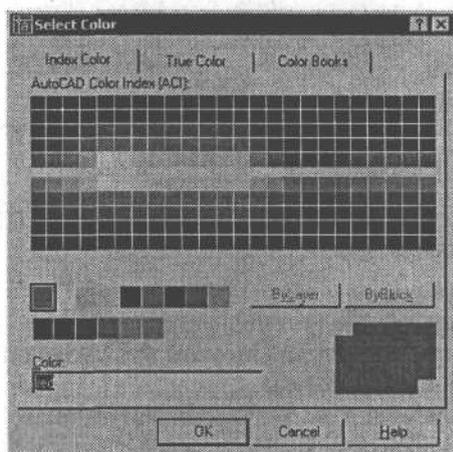


Рис. 3.3. Диалоговое окно выбора цвета

Кроме того, могут быть заданы ключевые слова **ByLayer** и **ByBlock**. **ByLayer** означает, что примитив будет создаваться в соответствии с цветом, определенным для текущего слоя. **ByBlock** означает, что объекты будут изображаться белым цветом до тех пор, пока их не объединят в блок. Куда бы затем ни был вставлен блок, объекты приобретут текущий цвет.

Интерес представляет работа с альбомами цветов (вкладка **Color Books**), которые содержат именованные образцы, что позволяет улучшить вид рисунка и подготовить высококачественные презентационные материалы.

## Назначение типа линии слою

Применение различных типов линий — еще один способ визуального представления информации. Различные типы линий отражают их разное назначение. Тип линии описывается повторяющейся последовательностью штрихов, точек и пробелов. Линии сложных типов, кроме того, могут включать в себя различные символы. Пользователь имеет возможность создавать собственные типы линий.

Конкретные последовательности штрихов и точек, относительные длины штрихов и пробелов, а также характеристики включаемых текстовых элементов и форм определяются именем типа линии, а также его описанием.

Назначение типа линии слою осуществляется в диспетчере свойств слоев Layer Properties Manager. Для этого необходимо щелкнуть мышью по пиктограмме Linetype соответствующего слоя. В открывшемся диалоговом окне Select Linetype, показанном на рис. 3.4, выбирается подходящий тип линии.

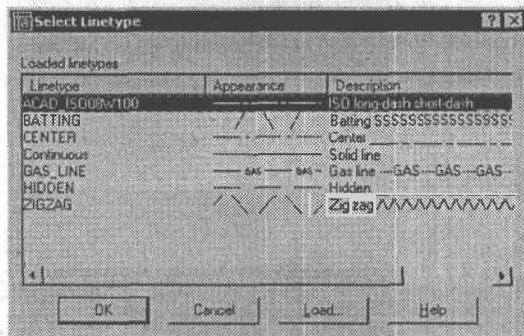


Рис. 3.4. Диалоговое окно установки типа линии

Если в предлагаемом списке нет нужного варианта, следует подгрузить его, щелкнув мышью по кнопке Load... и указав в открывшемся диалоговом окне Load or Reload Linetypes подходящий образец линии (рис. 3.5). Затем, вернувшись в диалоговое окно Select Linetype, установить указатель мыши на требуемый тип линии.

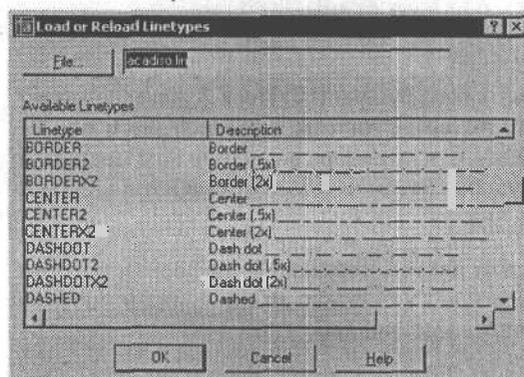


Рис. 3.5. Диалоговое окно подгрузки различных типов линий

Ключевое слово `ByLayer` означает, что примитив будет создаваться в соответствии с типом линии, определенным для текущего слоя. Ключевое слово `ByBlock` означает, что примитивы будут изображаться сплошными (continuous) линиями. Если эти объекты объединены в блок, им присваивается тип линии, установленный для слоя, которому принадлежит точка вставки блока.

Длина штрихов и пробелов, составляющих штрихпунктирную линию, измеряется в условных единицах.

Начальная установка масштаба типа линии для каждого рисунка — одна единица. AutoCAD позволяет изменять масштаб изображения линии. Текущее значение масштабного коэффициента хранится в системной переменной LTSCALE.

Имеется возможность переименовывать типы линий в любой момент редактирования рисунка.

Переименование какого-либо типа линии приводит к изменению его описания, используемого в текущем рисунке. Название этого типа линии в библиотечном LIN-файле остается прежним.

Нельзя изменить имена типов линий ByLayer, ByBlock и Continuous, а также типов линий, зависящих от внешних ссылок.

Типы линий можно сортировать по имени и по описанию. При этом типы линий ByLayer и ByBlock всегда находятся в начале списка. Названия типов линий могут быть отсортированы в алфавитном порядке, как прямом, так и обратном.

Типы линий можно назначать любым объектам AutoCAD, кроме текстовых объектов, точек, видовых экранов, бесконечных прямых, лучей, трехмерных полилиний и блоков. Если длина объекта меньше длины элементарного фрагмента типа линии, такой объект отрисовывается сплошной линией.

Для двумерной полилинии имеется возможность центрировать образец типа линии в пределах каждого сегмента либо размещать образец непрерывно по всей ее длине. Управляет этими режимами системная переменная PLINEGEN.

## **Назначение веса (толщины) линии слою**

Веса линий определяют толщину начертания объектов и используются при выводе объектов как на экран, так и на печать. Веса (толщины) линий игнорируются для шрифтов True Type, растровых изображений, точек и заливок (для плоских фигур). Назначение слоям и объектам различных весов позволяет повысить наглядность рисунка. Веса линий можно выбирать из определенного ряда значений, среди которых есть специальный вес под названием Default. По умолчанию вес линии Default соответствует толщине 0.25 мм (0,01 дюйм).

Вес линии устанавливается в диспетчере свойств слоев Layer Properties Manager. Для этого необходимо щелкнуть мышью по пиктограмме **Lineweight** соответствующего слоя, а затем в раскрывшемся диалоговом окне **Lineweight** выбрать из списка подходящее значение (рис. 3.6).

Веса линий позволяют получать тонкие и толстые линии, что требуется при оформлении чертежей (при построении разрезов, сечений, нанесении размеров), карт и т. д. Например, назначив слоям различные веса линий, можно облегчить идентификацию зданий, находящихся в эксплуатации, строящихся или подлежащих

сносу. Веса линий могут применяться для графического выделения различных объектов и информации аналогично тому, как это делается при черчении с помощью карандаша и линейки. Однако веса линий лучше не использовать в тех случаях, когда у объектов должны быть произвольные или нестандартные значения толщины начертания. Например, если толщина линий объекта должна составлять ровно 5 мм, то для его построения следует использовать двумерную полилинию шириной 5 мм.

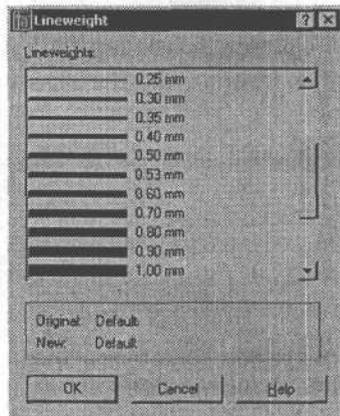


Рис. 3.6. Диалоговое окно установки веса линии

При выводе на печать толщина начертания объекта определяется назначенным ему весом линии.

Веса линий могут выбираться из фиксированного ряда значений, среди которых есть специальные веса `ByLayer`, `ByBlock` и `Default`. Значения весов линий могут выражаться в миллиметрах или дюймах (по умолчанию используются миллиметры).

Новым слоям по умолчанию назначается вес линии `Default`. В пространстве модели нулевое значение веса линии соответствует линии толщиной в один пиксел, а при выводе на печать — наименьшей величине, обеспечиваемой используемым печатающим устройством. Все объекты, вес линии которых не превышает 0,025 мм (0,01 дюйм), отрисовываются в пространстве модели линией толщиной в один пиксел. Значения весов **линии**, вводимые в командной строке, округляются до ближайшей стандартной величины.

Информация о весе линии сохраняется при экспорте рисунка в другие форматы и при копировании объектов в буфер обмена. Выбрать единицы представления веса линий и задать значение для веса `Default` можно в диалоговом окне `Lineweight Settings`, показанном на рис. 3.7.

Для вызова этого окна необходимо либо щелкнуть правой кнопкой мыши по кнопке `LWT` в строке состояния и выбрать пункт `Settings...` из контекстного меню, либо нажать кнопку `Lineweight Settings...` на вкладке `User Preferences` диалогового окна `Options`, либо использовать команду `LWEIGHT`.

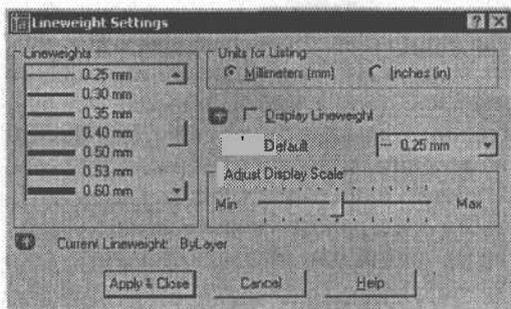


Рис. 3.7. Диалоговое окно установки параметров весов линий

Системная переменная `LWUNITS` устанавливает единицы представления весов линий (миллиметры или дюймы), используемые при создании новых объектов и слоев. Переменная `LWDEFAULT` устанавливает значение веса линии Default.

Способы отображения весов линий в пространствах модели и листа несколько различаются.

В пространстве модели каждому значению веса линии соответствует определенное число пикселей, определяющих видимую на экране толщину линий.

В пространстве листа видимая на экране толщина начертания объекта устанавливается пропорциональной текущему коэффициенту экранного увеличения. Использование в пространстве модели фиксированного числа пикселей для каждого веса линии облегчает идентификацию объектов по их толщине при любом коэффициенте экранного увеличения. При этом необходимо помнить, что в пространстве модели видимая толщина линий может не соответствовать их действительной толщине. Значению веса линии 0 в пространстве модели всегда соответствует линия толщиной в один пиксел. Толщина отображения остальных весов линий (в пикселах) устанавливается пропорционально их точным значениям.

В пространстве модели, когда включен режим отображения весов линий, в точках соединения концов отдельных отрезков используется соединение со скосом без окончаний линий. При этом угол скоса подбирается автоматически. Окончания линий определяют способ изображения концов отрезков и могут, например, представлять закругление или скос. При выводе на печать с помощью стилей печатей можно задавать различные типы соединений и окончания линий для различных весов линий.

В пространстве модели в режиме отображения весов линий толщина начертания любого объекта не зависит от коэффициента экранного увеличения. Например, если весу линии соответствует толщина четыре пиксела, то объекты с таким весом всегда отрисовываются линией толщиной четыре пиксела даже при уменьшении экранного изображения до максимально возможного значения.

Можно задавать масштаб отображения весов линий и изменять таким образом число пикселей, соответствующих весам линий в пространстве модели. Изменение

масштаба отображения не влияет на толщину линий при выводе на печать. Следует отметить, что если используемые веса линий представлены более чем одним пикселом, то время регенерации рисунка возрастает. Если устанавливаемый по умолчанию масштаб отображения не изменялся, то веса линий, меньшие или равные 0,025 мм (0,01 дюйм), отображаются толщиной в один пиксел и потому не снижают скорость работы AutoCAD. При изменении масштаба отображения весов линий число весов, соответствующих толщине в один пиксел, также изменяется. Для повышения скорости работы AutoCAD в пространстве модели можно уменьшить масштаб экранного отображения весов линий или вообще отключить веса линий.

## Фильтрация слоев

---

Иногда требуется, чтобы в списке имеющихся слоев диалогового окна Layer Properties Manager перечислялись только определенные слои. Для указания выводимых в список слоев используется функция фильтрации.

Фильтрация слоев может производиться по следующим критериям:

- по именам, цветам и типам линий, весам линий и стилям печати, назначенных слоям;
- по состояниям слоев «включен/отключен»;
- по состояниям слоев «заморожен/разморожен»;
- по состояниям слоев «блокирован/разблокирован»;
- по состояниям слоев «печатать/не печатать»;
- по наличию/отсутствию слоев в текущем рисунке;
- по наличию/отсутствию зависимостей слоев от внешних ссылок.

## Использование свойств слоев

---

Имеется возможность присваивать свойства как слоям, так и непосредственно объектам рисунка. При построении нового объекта ему автоматически назначаются цвет, тип и вес линии, а также стиль печати ByLayer. Если свойство объекта имеет специальное значение ByLayer, фактическое значение этого свойства определяется параметром того слоя, на котором находится объект.

Например, при построении на слое, которому назначены зеленый цвет, тип линии Continuous, вес линии 0.25 мм и стиль печати Default, новый объект отображается с использованием именно этих значений. Применение специального значения ByLayer, доступного для таких свойств объекта, как цвет, тип линии, вес линии и стиль печати, упрощает управление и манипуляцию объектами рисунка. Кроме того, послойная организация чертежа упрощает визуальную идентификацию различных его элементов (болтов, прокладок, номеров деталей и т. д.) по свойствам слоев, на которых они располагаются.

Если необходимо, любому объекту можно присвоить цвет, тип линии, вес линии или стиль печати, отличный от соответствующего свойства слоя, на котором располагается объект. Свойство объекта может иметь какое-либо определенное значение (например, «красный» для цвета) или одно из специальных значений `ByLayer` либо `ByBlock`. Новое значение свойства объекта используется вместо соответствующего свойства слоя до тех пор, пока этому свойству не будет возвращено значение `ByLayer`.

При выборе значения `ByBlock` свойства новых объектов используют стандартные значения до тех пор, пока объекты не будут объединены в блок. После создания блока из таких объектов значения их свойств определяются свойствами слоя, в который вставляется блок.

Рассмотрим пример: блок с именем `СТУЛ` образован из двух объектов, сиденья и спинки. Исходные объекты, изображающие сиденье и спинку стула, находятся соответственно на слоях `СИДЕНЬЕ` и `СПИНКА`. Пусть блок `СТУЛ` вставляется в слой с именем `МЕБЕЛЬ`, которому назначен фиолетовый цвет. Если до создания блока объекты, соответствующие спинке и сиденью, имели цвет `ByLayer`, то независимо от слоя, в который вставлен блок, цвет сиденья и спинки будет определяться текущим значением цвета слоев `СИДЕНЬЕ` и `СПИНКА`. Если до создания блока объекты, соответствующие спинке и сиденью, имели цвет `ByBlock`, то цвет сиденья и спинки будет определяться текущим цветом того слоя, в который вставлен блок (в данном случае это фиолетовый цвет).

Для быстрого просмотра и изменения цвета, типа линии и ее веса можно использовать строку свойств объектов (см. рис. 1.10).

При выборе объекта, если ни одна из команд не активна, динамически отображаются слой, цвет, тип и вес линии данного объекта. Параметры выбранного объекта можно изменить, настроив их в раскрывающихся списках управления цветом, типом или весом линии, но при этом не должна выполняться ни одна команда. Чтобы сделать цвет, тип или вес линии текущими, достаточно выбрать их соответственно из раскрывающихся списков управления свойствами линии.

## Палитра свойств объектов

 Палитра `Properties`, показанная на рис. 3.8, — это единый инструмент, управляющий практически всеми свойствами объектов рисунка. В палитре собрано около 40 диалоговых окон и команд, которые были разрознены в более ранних версиях `AutoCAD`. Загружается она командой `PROPERTIES`, либо из падающего меню `Modify` ▶ `Properties`, либо щелчком по пиктограмме `Properties` (`Ctrl+1`) на стандартной панели инструментов.

Палитра `Properties` позволяет производить фильтрацию наборов выбранных объектов по их типу, предоставляя возможность редактировать свойства каждого объекта. В случае если текущий набор объектов не создан, показывается текущее состояние таких свойств рисунка, как стиль вывода на печать, ПСК, данные о видовых экранах, гиперссылки.

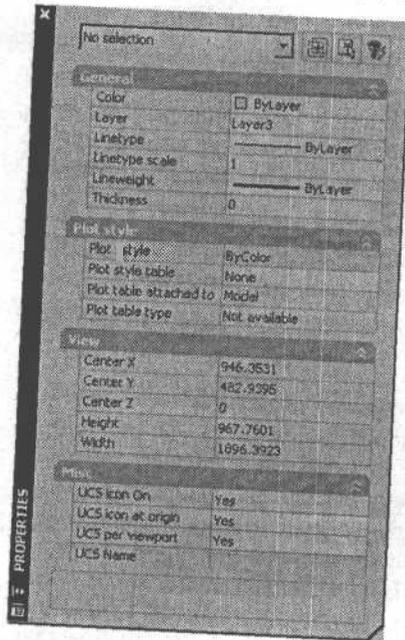


Рис. 3.8. Палитра свойств объектов

В верхней части палитры расположен раскрывающийся список, содержащий типы и количество выбранных объектов. Справа от него — кнопки переключения Noggle value of PICKADD Sysvar и выбора объектов Select Objects и Quick Select.

Ниже расположены следующие разделы:

- общий General содержит поля: цвет Color, слой Layer, тип линий Line type, масштаб типа линий Linetype scale, вес линий Lineweight, высота Thickness;
- стиль печати Plot style содержит поля: стиль печати Plot style, таблица стилей печати Plot style table, пространство таблицы печати Plot table attached to тип таблицы печати Plot table type
- вид View содержит поля: Center X, Center Y, Center Z, высота Height, ширина Width;
- разное Misc содержит поля: знак ПСК включен UCS icon On, знак ПСК в начале координат UCS icon at origin, ПСК в каждом видовом экране UCS per viewport, имя ПСК UCS Name.

Палитра Properties может оставаться открытой в процессе работы: она показывает свойства выбранного объекта. Если выделено несколько объектов, в окне выводятся только общие свойства, значения к которым совпадают у всех выбранных объектов. К общим свойствам относятся цвет, слой, тип линии, масштаб типа линии, стиль печати, вес линии, гиперссылка высота



Выполните упражнения Pr1–Pr7, Pe1 из раздела 3.

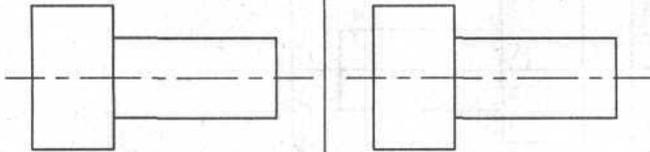
**Изменить цвет объекта**

Pr1

**Properties**

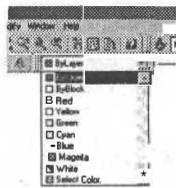
Падающее меню *Modify* —► *Properties*

Выбрать редактируемый объект.  
 В палитре свойств Properties щелкнуть мышью в поле Color.  
 Щелкнуть мышью по появившейся справа стрелочке  
 и выбрать в раскрывающемся списке желаемый оттенок.  
 Назначить контуру цвет Red.  
 Осевой линии назначить цвет Yellow.

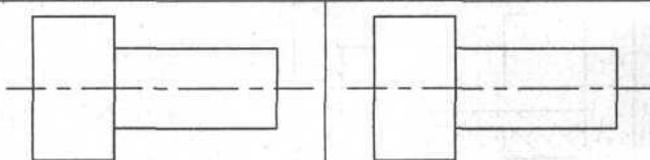


**Изменить цвет объекта**

Pr2



Command:  
 Выбрать редактируемый объект.  
 В *треке* свойств объектов щелкнуть мышью по стрелочке раскрывающегося списка (Color Control).  
 Из предлагаемых оттенков выбрать желаемый.  
 Для удаления ручек с объекта дважды нажать клавишу Esc.



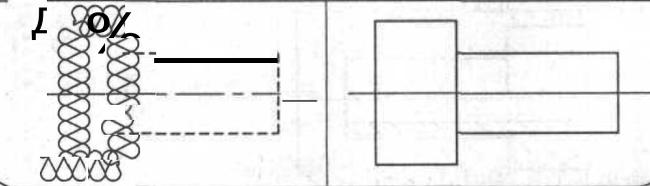
**Изменить тип линии объекта**

Pr3

**Properties**

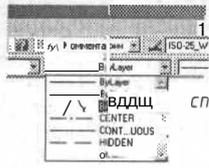
Падающее меню *Modify* —► *Properties*

Выбрать редактируемый объект.  
 В палитре свойств Properties щелкнуть мышью в поле Linetype.  
 Щелкнуть мышью по появившейся справа стрелочке  
 и выбрать в раскрывающемся списке желаемый тип линии.  
 Осевой линии назначить тип CENTER.  
 Линиям *штрих* тура назначить типы BATTING и HIDDEN.

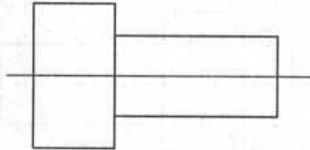
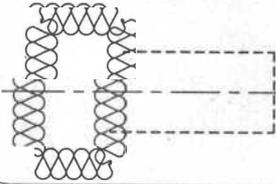


## Изменить тип линии объекта

Pr4



Command:  
 1. Выбрать редактируемый объект.  
 В строке свойств объектов щелкнуть мышью по стрелочке раскрывающегося списка Linetype Control.  
 Из предлагаемых типов линий выбрать желаемый.  
 Для удаления ручек с объекта дважды нажать клавишу Esc.



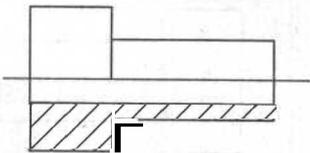
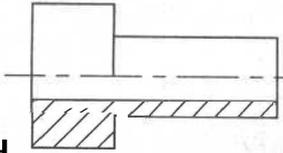
## Изменить слой объекта

Pr5

Properties

Падающее меню *Modify* — *Properties*

Выбрать редактируемый объект.  
 В палитре свойств Properties щелкнуть мышью в поле Layer.  
 Щелкнуть мышью по появившейся справа стрелочке и выбрать в раскрывающемся списке желаемый слой.  
 Контур назначить слой Контур,  
 осевой линии - Осевые линии, штриховке - Штриховка.

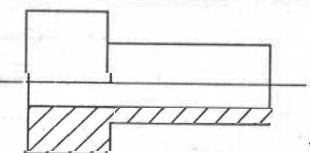
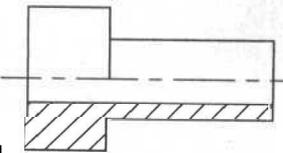


## Изменить слой объекта

Pr6



Command:  
 1. Выбрать редактируемый объект.  
 В строке свойств объектов щелкнуть мышью по стрелочке раскрывающегося списка слоев.  
 Из предлагаемых слоев выбрать желаемый.  
 Для удаления ручек с объекта дважды нажать клавишу Esc.



Изменить текст и его стиль Pr7

**Properties**

Падающее меню *Modify* → *Properties*  
 Выбрать редактируемый текст.

<i>В палитре свойств</i>	Properties	
<i>в поле</i>	Contents	<i>ввести</i> NEW TEXT
<i>в поле</i>	Justify	установить Left
<i>в поле</i>	Layer	установить ГРАФИКА
<i>в поле</i>	Style	установить Новый текст

Редактируемый текст  
**NEW TEXT**

Редактируемый текст

Изменить ширину полилинии (Pe?)

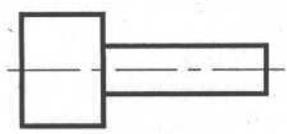
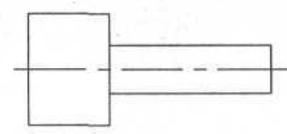
**Pedit**

Select polyline: *указать на контур детали*

Enter an option [Close/Join/Width/Edit vertex/Fit/Spline/  
 /Decurve/Ltype gen/Undo]: *W режим изменения ширины полилинии*

Specify new width for all segments: *3 ширина*

Enter an option [Close/Join/Width/Edit vertex/Fit/Spline/  
 /Decurve/Ltype gen/Undo]: *Enter*

## **ГЛАВА 4      Управление экраном**

- Зумирование
- Панорамирование
- Использование окна общего вида
- Перерисовка и регенерация
- Изменение порядка рисования объектов

Система AutoCAD обладает широкими возможностями отображения различных видов рисунка. Предусмотрены команды, которые позволяют при редактировании чертежа быстро перемещаться от одного его фрагмента к другому для визуального контроля внесенных изменений. Можно зумировать изображение, изменяя его экранное увеличение, или производить панорамирование, перемещая рисунок по видовому экрану; также допускается сохранение выбранного вида с его последующим восстановлением для вывода на печать или просмотра. Кроме того, обеспечивается одновременный просмотр различных участков рисунка путем разделения его области на несколько неперекрывающихся видовых экранов.

## Зумирование

*Видом* называется совокупность экранного увеличения, положения и ориентации части рисунка, видимой на экране. Основной способ изменения вида — выбор одного из имеющихся в AutoCAD режимов зумирования, при котором размер изображения фрагмента в области рисунка увеличивается или уменьшается.

При зумировании либо увеличивают изображение с целью большей детализации, либо уменьшают для того, чтобы на экране помещалась большая часть рисунка (рис. 4.1, 4.2).

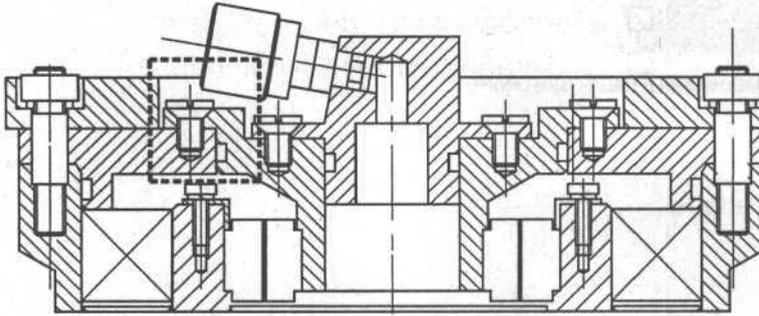


Рис. 4.1. Уменьшенное изображение рисунка

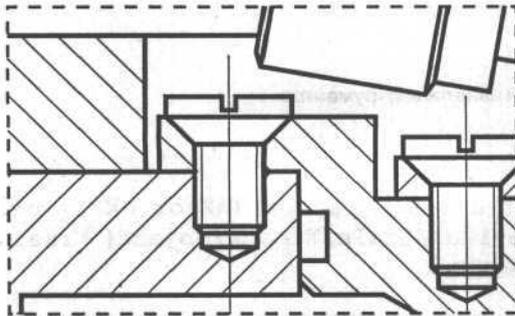


Рис. 4.2. Увеличенное изображение рисунка

При зумировании абсолютные размеры рисунка остаются прежними — изменяется лишь размер его части, видимой в графической области. В AutoCAD существуют различные способы изменения вида, в том числе указание его границ рамкой, изменение коэффициента увеличения/уменьшения на заданную величину и показ рисунка в его границах.

Операция зумирования осуществляется командой ZOOM, вызываемой из падающего меню View ► Zoom, как показано на рис. 4.3, либо же из стандартной (рис. 4.4) или плавающей панели инструментов Zoom.

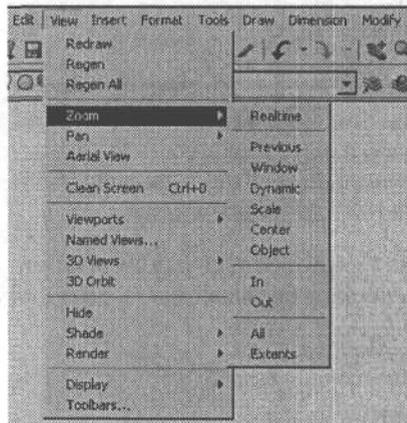


Рис. 4.3. Команда зумирования в падающем меню

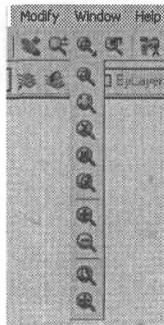


Рис. 4.4. Команда зумирования в стандартной панели инструментов

Запрос команды ZOOM:

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: — указать угол рамки, ввести масштаб.

Команда ZOOM на стандартной панели инструментов имеет несколько исполнений. Ниже приводится подробное описание каждого из них.

■ Zoom Realtime — увеличение и уменьшение масштаба изображения в режиме *реального времени*.

Команда ZOOM с ключом *real time* обеспечивает возможность интерактивного зумирования изображения. При перемещении указателя мыши по видовому экрану происходит динамическое увеличение или уменьшение выводимого на экране рисунка. Для активизации функции зумирования в реальном времени можно либо выбрать команду из падающего меню View ▶ Zoom ▶ Realtime (см. рис. 4.3), либо щелкнуть мышью по пиктограмме Zoom Realtime на стандартной панели инструментов (см. рис. 4.4), либо ввести слово ZOOM в командной строке с ключом *real time*. Этот ключ используется по умолчанию при вызове команды ZOOM. При нажатии клавиши Enter после ввода команды в командной строке устанавливается режим зумирования в реальном времени. В этом режиме пользователь может изменять экранное увеличение выводимого изображения, перемещая вверх или вниз по видовому экрану указатель мыши. Поместив его в середину изображения на экране и удерживая нажатой кнопку мыши, можно увеличить или уменьшить изображение на 100 %, переместив указатель соответственно в верхнюю или нижнюю часть видового экрана.

Если отпустить кнопку мыши, зумирование приостанавливается. Пользователь может отпустить кнопку, переместить указатель в другую позицию на рисунке, а затем снова нажать, чтобы продолжить зумирование в новой позиции.

Для выхода из режима зумирования можно использовать контекстное меню, выбрав в нем опцию Enter или нажав на клавиатуре клавишу Esc.

Если применяется функция предварительного просмотра печатаемого чертежа, то пределы зумирования ограничены разрешающей способностью используемого плоттера. При увеличении изображения в окне предварительного просмотра операция зумирования прекращается в тот момент, когда точка на экране в точности соответствует точке (или шагу) используемого плоттера. Увеличение изображения при зумировании в окне предварительного просмотра допускается только до тех пределов детализации изображения, которые может обеспечить плоттер или принтер.

По достижении предела увеличения изображения на текущем виде символ «плюс» (+) на указателе зумирования исчезает, что свидетельствует о невозможности дальнейшего зумирования в данном направлении. Аналогичным образом при уменьшении рисунка до предела (до границ текущего вида) на указателе зумирования исчезает символ «минус» (-). Еще больше уменьшить рисунок после вывода границ текущего вида нельзя.

■ Zoom Window — определение области отображения с помощью *рамки*. Для этого следует задать два противоположных угла прямоугольной рамки. При этом левый нижний угол обозначенной рамки становится левым нижним углом нового вида. Форма нового вида может несколько отличаться от формы рамки, так как при зумировании вид вписывается в область рисунка. Команда ZOOM с ключом Window выдает следующие запросы:

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: \_W

Specify first corner: — указать первый угол рамки;

Specify opposite corner: — указать противоположный угол рамки.

 Zoom Dynamic — динамическое определение области отображения. Используется для изменения вида без регенерации рисунка. Команда ZOOM с ключом Dynamic отображает видимую часть рисунка в рамке, представляющего текущий вид. Путем перемещения этой рамки и изменения ее размеров выполняются зумирование и панорамирование рисунка. Видовое окно перемещается по рисунку при нажатой левой кнопке мыши; аналогичным способом изменяются и размеры окна. Видовое окно можно передвигать по изображению, когда окно содержит символ X, и изменять его размеры в состоянии, когда имеется символ ®. Переключение из одного состояния в другое осуществляется щелчком левой кнопки мыши. При нажатии клавиши Enter изображение, заключенное в видовом окне, выводится на видовой экран. В зависимости от используемого видеомонитора границы текущего вида обозначаются зеленой пунктирной линией, а границы рисунка — синей. Границы рисунка в данном случае либо соответствуют лимитам рисунка, либо ограничивают область, реально занимаемую изображением (если она выходит за пределы лимитов).

 Zoom Scale — установка масштабного коэффициента увеличения. Масштабирование вида используется в том случае, если изображение требуется уменьшить или увеличить на точно заданную величину. При этом необходимо указать коэффициент экранного увеличения одним из трех способов:

- относительно лимитов рисунка;
- относительно текущего вида;
- относительно единиц пространства листа.

Команда ZOOM с ключом Scale выдает следующие запросы:

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: \_S

Enter a scale factor (nX or nXP) : — указать масштабный коэффициент.

Чтобы экранное увеличение было задано относительно лимитов рисунка, достаточно лишь ввести значение коэффициента. Например, если это 1, то в графической области будет располагаться рисунок в своих лимитах. Центр рисунка совпадает с центром предыдущего вида. Для увеличения или уменьшения изображения следует указать соответственно большее или меньшее значение коэффициента. Если ввести 2, изображение будет вдвое больше, чем при коэффициенте 1, а если ввести 0.5, — вдвое меньше.

Для масштабирования вида относительно текущего нужно после значения коэффициента добавить латинскую букву *x*. Так, для увеличения изображения текущего вида вдвое понадобится ввести *2x*, а для уменьшения вдвое — *0.5x*. Ввод *1x* не изменяет изображение.

■ **Zoom Center** — определение области изображения путем ввода *точки центра* и высоты окна в единицах рисунка. Команда ZOOM с ключом Center выдает следующие запросы:

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: *\_C*

Specify center point: — указать центральную точку;

Enter magnification or height: — указать увеличение или высоту.

Для указания высоты можно использовать абсолютное значение — число. При этом изменение происходит относительно полного вида.

Если требуется задать изменение масштаба относительно текущего вида, за числом следует ввести латинскую букву *x*.

При работе с плавающими видовыми окнами для увеличения вида относительно пространства листа необходимо ввести после числа латинские буквы *xr*.

■ **Zoom Object** — отображение области, которая содержит *выбранные объекты*. Команда ZOOM с ключом Object производит вычисление коэффициента экранного увеличения с учетом границ, в которые вписан выбранный объект, и выдает следующие сообщения:

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: *\_0*

Select objects: — выбрать объекты.

• **Zoom In** — *увеличение* изображения. Команда ZOOM с ключом *2x* выдает следующие сообщения:

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: *2x*

■ **Zoom Out** — *уменьшение* изображения. Команда ZOOM с ключом *.5x* выдает следующие сообщения:

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: *.5x*

Щ) **Zoom All** — отображение *всей области чертежа* или области внутри границ, если они заданы. Команда ZOOM с ключом All позволяет увидеть на экране рисунок целиком. Если некоторые его объекты расположены вне лимитов, он изображается в своих собственных границах. При этом происходит регенерация рисунка. Если все объекты находятся в пределах лимитов, команда выводит чертеж в его лимитах. С помощью данного метода удобно контролировать размещение объектов относительно области рисования.

 **Zoom Extents** — отображение области, которая содержит *все примитивы* чертежа. Команда ZOOM с ключом Extents производит вычисление коэффициента экранного увеличения с учетом границ текущего видового экрана, а не текущего вида. Чаще всего видовой экран отображается полностью; в таком случае результат работы функции очевиден и понятен. Однако, когда команда ZOOM используется в пространстве модели при работе в видовом экране пространства листа для зумирования за пределами границ этого видового экрана, некоторая часть зумируемой области может остаться за пределами видимости.

 **Zoom Previous** — использование *предыдущего* вида рисунка. При работе с мелкими деталями часто возникает необходимость уменьшить изображение, чтобы просмотреть сделанные изменения в общем виде. Для быстрого возврата к предыдущему виду служит команда ZOOM с ключом Previous. Она восстанавливает только экранное увеличение и положение вида, но не содержимое редактируемого рисунка.

Программа AutoCAD способна восстанавливать последовательно до 10 предыдущих видов.

В это число входят виды, полученные не только при зумировании, но и при панорамировании, восстановлении и установке вида в перспективе или в плане.

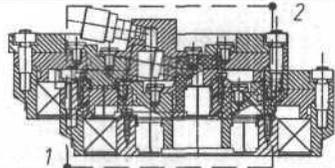


Выполните упражнения Z1–Z3 из раздела 2.

**Задать область отображения  
с помощью рамки**
Z1

**Zoom Window**  Падающее меню View → Zoom  
Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or  
[All/Center/.../Previous/Scale/Window] <real time>: \_w  
Specify first corner: указать точку 1  
Specify opposite corner: указать точку 2

**Zoom Previous**  отображение предыдущей области рисунка

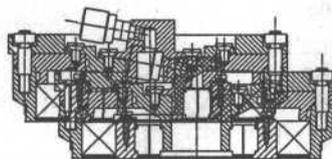


Отобразить всю область чертежа

Z2

**Zoom All** Я

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All/Center/.../Scale/Window] &lt;real time&gt;: \_all

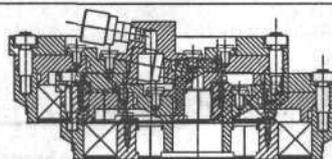
Задать область отображения  
в режиме реального времени

Z3

**Zoom Realtime** 

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window] &lt;realtime&gt;:

Press ESC or ENTER to exit, or right-click to display shortcut menu.

*Для увеличения изображения переместить мышь вверх, удерживая кнопку выбора.**Для уменьшения изображения переместить мышь вниз, удерживая кнопку выбора.**Для выхода из команды нажать Enter → Exit или ESC.*

## Панорамирование

 Pan Realtime — панорамирование в реальном времени.

Команда PAN обеспечивает возможность интерактивного панорамирования изображения. При перемещении указателя мыши по видовому экрану происходит динамическое перемещение изображения. Для активизации функции панорамирования в реальном времени можно либо щелкнуть мышью по кнопке Pan Realtime на стандартной панели инструментов, либо выбрать команду из падающего меню View ► Pan ► Realtime.

Режим панорамирования в реальном времени используется по умолчанию при вызове команды PAN.

Чтобы изменить положение изображения на видовом экране в режиме панорамирования в реальном времени, следует перемещать указатель мыши, удерживая ее левую кнопку нажатой. Панорамирование может выполняться в одном направле-

нии до тех пор, пока не потребуется полная регенерация изображения или не будут достигнуты лимиты рисунка. В этом случае к изображению указателя панорамирования добавляется соответствующий направлению символ-ограничитель.

Для выхода из режима панорамирования или переключения между режимами панорамирования и зумирования можно использовать контекстное меню; при этом надо нажать клавишу Enter или Esc.



Выполните упражнение Pa1 из раздела 2.

**Панорамировать изображение  
в режиме реального времени**

*Pan Realtime*

Press ESC or ENTER to exit, or right-click to display shortcut menu.

Для изменения положения изображения следует перемещать мышь, удерживая кнопку выбора.

Для выхода из команды нажать *Enter* → *Exit* или *Esc*

## Использование окна общего вида

Окно Aerial View, показанное на рис. 4.5, вызывается из падающего меню View ► Aerial View. В нем отображается общий вид рисунка и предоставляется возможность быстрого перемещения в любую его часть. Если окно Aerial View открыто в ходе работы, можно производить панорамирование и зумирование, не используя опции меню или ввод команд.

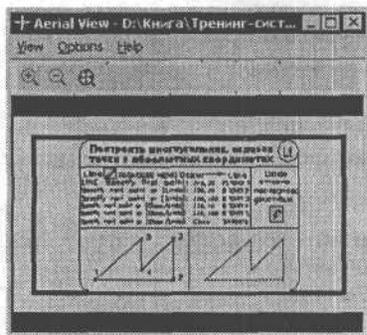


Рис. 4.5. Окно общего вида

При каждой регенерации рисунка в AutoCAD происходит обновление содержимого виртуального экрана, то есть он очищается и заполняется заново. Окно Aerial View обеспечивает возможность просмотра содержимого виртуального экрана AutoCAD.

Это окно работает со всеми видами пространства модели. Его легко отбуксировать в любое место экрана. Изменение размеров окна производится при помощи буксировки границ.

Открыв окно Aerial View, можно оставить его видимым в ходе работы, а затем, когда необходимость в нем отпадет, закрыть. Оно позволяет зумировать и панорамировать изображение в окне рисунка AutoCAD в реальном времени.

Зумирование вида может производиться путем создания в окне Aerial View новой рамки вида. Для увеличения видимых размеров рисунка рамка должна быть меньше, для уменьшения — больше. При создании или изменении размера рамки соответствующие изменения вида параллельно отображаются в области рисунка.

Панорамирование рисунка выполняется путем перемещения рамки вида без изменения ее размеров. При этом изменяется только вид — экранное увеличение остается прежним.

## Перерисовка и регенерация

---

Чтобы обновить изображение на экране монитора, его можно перерисовать или регенерировать.

При регенерации, кроме перерисовки изображения текущего видового экрана, производится пересчет экранных координат (преобразование значений с плавающей точкой из базы данных в соответствующие целочисленные экранные координаты) всех объектов базы данных рисунка. Таким образом, перерисовка происходит быстрее, чем регенерация.

Иногда в процессе работы возникает необходимость полной регенерации рисунка с пересчетом экранных координат всех объектов. В этом случае AutoCAD выполняет регенерацию автоматически, выдавая соответствующее сообщение.

Команда REDRAWALL перерисовывает или «освежает» текущий видовой экран. Она вызывается из падающего меню View ▶ Redraw.

Для регенерации рисунка используется команда REGEN, вызываемая из падающего меню View ▶ Regen или View ▶ Regen All.

## Изменение порядка рисования объектов

---

- По умолчанию объекты отображаются на экране в порядке их создания. Порядок отображения можно изменить, поместив один объект перед другим. Это существенно, когда один объект перекрывает другой. Изменение порядка

отображения объектов производится с помощью команды DRAWORDER, которая вызывается с панелей инструментов Modify II и Draw Order, показанных на рис. 4.6, 4.7, а также из падающего меню Tools ▶ Draw Order ▶ Bring to Front или Tools ▶ Draw Order ▶ Send to Back. Эти команды меню обеспечивают соответственно размещение объекта на переднем или заднем плане.



Рис. 4.6. Панель инструментов Modify II

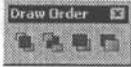


Рис. 4.7. Панель инструментов Draw Order

Выбор пунктов Bring Above Object или Send Under Object приводит к размещению объектов соответственно впереди или позади заданного объекта.

## **ГЛАВА 5 Построение объектов**

- Объектная привязка координат
- G** Геометрический примитив
- Точка
- O** Построение линий
- Построение криволинейных объектов
- Текст
- Блок

## Объектная привязка координат

*Объектная привязка* — наиболее быстрый способ точно указать точку на объекте, не обязательно зная ее координаты, а также построить вспомогательные линии. Например, объектная привязка позволяет построить отрезок от центра окружности, от середины сегмента полилинии, от реального или видимого пересечения объектов.

Объектную привязку можно задать в любой момент, когда AutoCAD ожидает ввода координат точки. В этом случае указанный режим применяется только к следующему выбранному объекту. Кроме того, имеется возможность установки одного или нескольких режимов объектной привязки в качестве текущих.

Таким образом, активизация объектной привязки может осуществляться двумя способами:

- разовые* режимы объектной привязки, действующие при указании только текущей (одной) точки;
- текущие* режимы объектной привязки, действующие постоянно до их отключения.

Режимы объектной привязки выбираются на плавающей панели инструментов Object Snap (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Панель инструментов объектной привязки

Можно для выбора ключей объектной привязки использовать контекстное меню, которое вызывается щелчком правой кнопки мыши в любом месте области рисования при нажатой клавише Shift.

В режиме объектной привязки точка помечается маркером; его форма зависит от используемого режима, имя которого появляется возле точки в виде подсказки.

### Отслеживание

 Temporary Tracking Point — точка отслеживания.

Отслеживание применяется для наглядного указания точек, связанных с другими точками рисунка. Оно может использоваться в любой момент, когда AutoCAD запрашивает координаты точки. После включения режима Temporary Tracking Point и указания первой точки AutoCAD включает ортогональный режим ORTHO и ставит выбор следующей точки в зависимость от положения вершины вертикальной или горизонтальной траектории, проведенной из первой точки. Для смены направления траектории необходимо вернуть указатель мыши в первую точку, а затем перемещать его в нужном направлении (вертикальном или горизонтальном).

Направление траектории определяет, какая из координат первой точки ( $x$  или  $y$ ) сохраняется неизменной, а какая получает новое значение. Если резиновая линия траектории направлена по горизонтали, изменяется координата  $x$ ; если же по вертикали — изменяется координата  $y$ .

После выбора второй точки и нажатия клавиши **Enter** для завершения отслеживания AutoCAD фиксирует точку, которая находится на пересечении воображаемых ортогональных линий, проходящих через две выбранные точки.

Использование режима Temporary Tracking Point — наиболее легкий способ обнаружения центральной точки прямоугольника.

Чтобы включить режим отслеживания, необходимо щелкнуть мышью по пиктограмме Temporary Tracking Point на стандартной панели инструментов, а затем указать центры вертикальной и горизонтальной сторон прямоугольника.

Режим Temporary Tracking Point в комбинации с прямым вводом расстояния может использоваться для размещения объектов или текста на заданном расстоянии от другого объекта.

После включения режима отслеживания AutoCAD не отображает выбираемые точки до тех пор, пока этот режим не будет отключен нажатием клавиши **Enter**. Поэтому для отслеживания можно использовать любое количество точек.

---

## Смещение

 Snap From — смещение.

Режим объектной привязки From отличается от остальных тем, что позволяет установить временную базовую точку для построения следующих точек.

Обычно режим смещения используется в сочетании с другими режимами объектной привязки и относительными координатами, поскольку довольно часто требуется определить точку, у которой известны координаты относительно некоторой точки уже нарисованного объекта.

---

## Конечная точка

 Snap to Endpoint — привязка к ближайшей из конечных точек объектов (отрезков, дуг и т. п.).

В случае пространственного моделирования, если объект имеет ненулевую высоту, допускается привязка к его нижней и верхней границам.

В режиме Endpoint привязка может производиться к границам трехмерных тел и областей, например, к конечной точке (вершине) параллелепипеда.

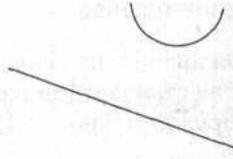
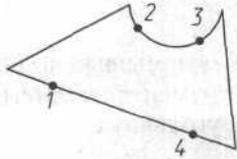


Выполните упражнение L5 из раздела 2.

## Привязка к конечным точкам примитивов (L5)

Line 

LINE Specify first point: об. привязка ENDPoint  указание 1  
 Specify next point or [Undo]: об. привязка ENDPoint  указание 2  
 Specify next point or [Undo]: Enter



## Средняя точка

 Snap to Midpoint — привязка к средним точкам объектов (отрезков, дуг и т. п.).

Привязка для бесконечных прямых и лучей производится к первой из определяющих их точек. Для сплайнов и эллипсов в режиме Midpoint осуществляется привязка к точке объекта, расположенной на равных расстояниях от начальной и конечной точек.

В случае пространственного моделирования, если отрезок или дуга имеет ненулевую высоту, можно осуществлять привязку к серединам верхней и нижней границ объекта. Режим Midpoint позволяет также производить привязку к границам трехмерных тел и областей.

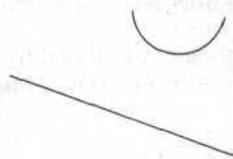
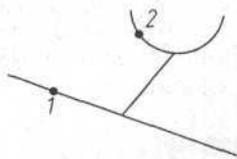


Выполните упражнение L6 из раздела 2.

## Привязка к средним точкам примитивов (L6)

Line 

LINE Specify first point: об. привязка MIDpoint  указание 1  
 Specify next point or [Undo]: об. привязка MIDpoint  указание 2  
 Specify next point or [Undo]: Enter



## Пересечение

 **Snap to Intersection** — привязка к точкам пересечений объектов (отрезков, окружностей, дуг, сплайнов и т. п.).

В случае пространственного моделирования в режиме **Intersection** допускается привязка к угловым точкам объектов, имеющих ненулевую высоту выдавливания.

Если два таких объекта с пересекающимися основаниями имеют одинаковое направление выдавливания, можно произвести привязку к пересечениям их верхней и нижней границ.

Если высоты объектов различны, точка пересечения определяется объектом с меньшей высотой.

Привязка к пересечениям дуг и окружностей, входящих в блоки (в них группы объектов рассматриваются как единый объект), производится только в том случае, если масштабы вставки блока по осям равны.

К пересечениям отрезков внутри блока сказанное не относится.

Можно осуществлять привязку к пересечениям границ областей и кривых, за исключением криволинейных границ трехмерных тел.

Режим **Intersection** позволяет выполнить привязку к точке воображаемого пересечения любых двух объектов. Если в прицел попадает только один из них, **AutoCAD** предлагает указать второй и производит привязку к точке, в которой эти объекты пересекались бы при их естественном удлинении.

Режим расширенного пересечения **Extended Intersection** включается автоматически при выборе режима объектной привязки **Intersection**.



Выполните упражнение L8 из раздела 2.

Привязка к точке пересечения примитивов **L8**

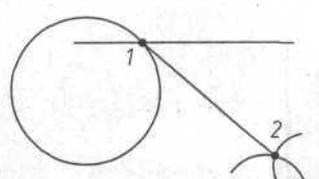
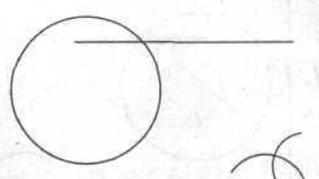
---

**Line** 

LINE Specify first point: об. привязка INTersection  указание 1

Specify next point or [Undo]: об. привязка INTersection  указание 2

Specify next point or [Undo]: Enter

## Предполагаемое пересечение

 Snap to Apparent Intersection — привязка к точке видимого на экране предполагаемого пересечения.

Режим Apparent Intersection ищет точку пересечения двух объектов, которые не имеют явной точки пересечения в пространстве. Режим предполагаемого пересечения обеспечивает эффективную работу с границами областей и кривыми, но не работает с границами и углами трехмерных тел. Если объекты находятся в одной плоскости, то описываемый режим повторяет возможности режима Intersection. Режим Apparent Intersection включает в себя два отдельных режима: собственно Apparent Intersection и расширенное кажущееся пересечение Extended Apparent Intersection. Привязка в этих режимах может применяться к пересечениям границ областей и кривых, кроме криволинейных границ трехмерных тел.

В режиме Apparent Intersection выполняется привязка к точке пересечения двух объектов, которые реально не пересекаются в трехмерном пространстве, но на текущем виде выглядят пересекающимися. Если существует несколько точек кажущихся пересечений, AutoCAD производит привязку к пересечению, расположенному ближе ко второй точке выбора.

Режим Extended Apparent Intersection позволяет осуществить привязку к точке воображаемого пересечения двух любых объектов. Если в прицел попадает только один объект, AutoCAD предлагает указать второй и производит привязку к точке, в которой эти объекты пересекались бы при их естественном удлинении.

Режим Extended Apparent Intersection включается автоматически при выборе режима объектной привязки Apparent Intersection; при этом он активен тогда, когда в прицел попадает только один объект и другие режимы объектной привязки отключены. Оба указанных режима могут использоваться как для разовой привязки точки, так и в качестве текущих режимов привязки.

 Выполните упражнение L9 из раздела 2.

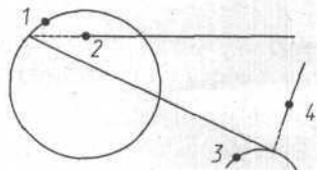
Привязка к точке  
кажущегося пересечения примитивов L9

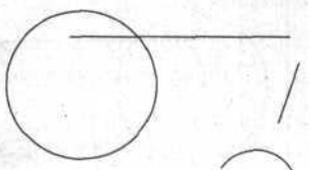
**Line** 

LINE Specify first point: об. привязка Apparent intersection  указ. 1,2

Specify next point or [Undo]: об. привязка Apparent Intersection X, указ. 3,4

Specify next point or [Undo]: Enter





## Продолжение объекта

 Snap to Extension — привязка к продолжениям объектов. Она необходима в том случае, когда при построении объектов требуется использовать линии, являющиеся временным продолжением существующих линий и дуг. Данный режим можно совмещать с режимом Apparent Intersection с целью осуществить привязку к точке воображаемого пересечения объектов, для чего нужно медленно перемещать указатель мыши рядом с конечной точкой отрезка или дуги. Появляющийся символ «плюс» (+) свидетельствует о захвате конечной точки отрезка или дуги. После этого следует провести указатель вдоль временной линии продолжения. Если включен режим привязки Apparent Intersection, можно найти точку пересечения воображаемого продолжения отрезка или дуги с другим объектом.

## Точка центра

 Snap to Center — привязка к центру дуги, окружности или эллипса.

При использовании режима Center необходимо указывать мышью на линию дуги, окружности или эллипса, а не на их центр. В этом режиме можно осуществлять привязку и к центрам окружностей, являющихся частью тел и областей. При привязке к центру нужно выбирать видимую часть дуги, окружности или эллипса.



Выполните упражнение L7 из раздела 2.

**Привязка к центру окружности, дуги или эллипса** L7

---

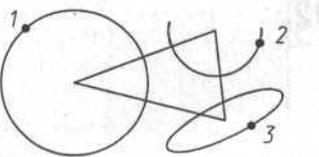
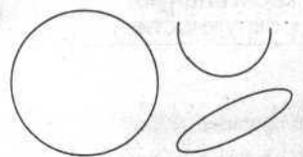
**Line** 

LINE Specify first point: об. привязка CENter  *указание 1*

Specify next point or [Undo]: об. привязка CENter  *указание 2*

Specify next point or [Undo]: об. привязка CENter  *указание 3*

Specify next point or [Close/Undo]: Close

## Квадрант

 Snap to Quadrant — привязка к ближайшему квадранту (точке, расположенной под углом 0°, 90°, 180° или 270° от центра) дуги, окружности или эллипса.

Расположение точек квадрантов окружностей и дуг определяется текущей ориентацией ПСК. Если дуга, окружность или эллипс входят в блок, вставленный с ненулевым углом поворота, точки квадрантов ориентируются в соответствии с этим углом.

## Касательная

 Snap to Tangent — привязка к точке на дуге, окружности, эллипсе или плоском сплайне, принадлежащей касательной к другому объекту.

С помощью режима объектной привязки Tangent можно, например, построить по трем точкам окружность, касающуюся трех других окружностей.

При выборе точки на дуге, полилинии или окружности в качестве первой точки привязки в режиме Tangent автоматически активизируется режим задержанной касательной Deferred Tangent, который может быть использован для построения окружностей по двум и трем точкам, при формировании окружности, касательной к трем другим объектам.

Режим Deferred Tangent неприменим к эллипсам и сплайнам. Если необходимо построить отрезок, касательный к эллипсу или сплайну, функция привязки будет выдавать ряд точек на эллипсе или сплайне, через которые может быть проведен касательный отрезок, но положения этих точек непредсказуемы.

Режим привязки Tangent работает с дугами и окружностями, входящими в блоки, только если масштабные коэффициенты вставки блока по осям равны, а направления выдавливания объектов параллельны текущей ПСК. Для сплайнов и эллипсов вторая указанная точка должна лежать в той же плоскости, что и точка привязки.

При совместном использовании режимов привязки From и Tangent для построения объектов, отличных от касательных отрезков к дугам и окружностям, первая точка объекта лежит на касательной к дуге или окружности, проведенной через последнюю указанную в пространстве рисунка точку.



Выполните упражнение L12 из раздела 2.

**Построить касательную из точки 1 к окружности** L12

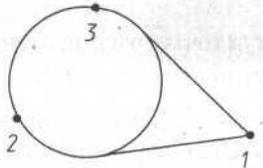
---

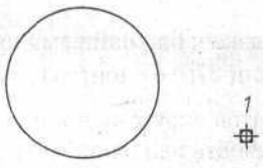
**Line** 

LINE Specify first point: об. привязка NODE указание 1

Specify next point or [Undo]: об. привязка TANGent указание 2

Specify next point or [Undo]: Enter (или 3)





## Нормаль

 Snap to Perpendicular — привязка к точке объекта, лежащей на нормали к другому объекту или к его воображаемому продолжению.

Режим Perpendicular может использоваться для таких объектов, как отрезки, окружности, эллипсы, сплайны и дуги.

Если режим привязки Perpendicular применяется для указания первой точки отрезка или окружности, происходит построение отрезка или окружности, перпендикулярных выбранному объекту. Если должна быть указана вторая точка отрезка или окружности, AutoCAD производит привязку к точке объекта, которая принадлежит нормали, проведенной к первой указанной точке.

Когда описываемый режим используется для сплайнов, функция выполняет привязку к точке на сплайне, через которую проходит вектор нормали, проведенный из указанной точки. Вектором нормали в любой точке сплайна является вектор, перпендикулярный касательной в данной точке. Если указанная пользователем точка лежит на сплайне, то в режиме Perpendicular она будет считаться одной из возможных точек привязки. В некоторых случаях при работе со сплайнами положение точек привязки оказывается неочевидным. Кроме того, для некоторых сплайнов в данном режиме объектной привязки таких точек может вообще не существовать.



Выполните упражнение L13 из раздела 2.

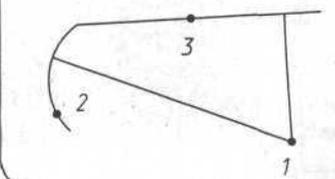
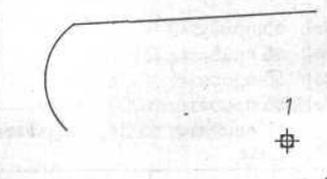
Построить перпендикуляры  
из точки 1 к дуге и отрезку L13

**Line** 

LINE Specify first point: об. привязка NODE указание 1

Specify next point or [Undo]: об. привязка PERpendicular указание 2

Specify next point or [Undo]: Enter (или 3)

## Параллель

 Snap to Parallel — привязка объектов к параллелям.

Эта привязка удобна при необходимости построения прямолинейных объектов, параллельных имеющимся прямолинейным сегментам. В области прицела должен

находиться только один отрезок. Появление символа параллельной привязки свидетельствует о выборе отрезка. Теперь следует медленно перемещать указатель мыши из начальной точки в направлении, приблизительно параллельном выбранному объекту. При этом появляется линия отслеживания, отображаемая пунктиром. Ее положение и ориентация определяются заданной начальной точкой и выбранным объектом. Чтобы в качестве конечной точки создаваемого параллельного отрезка использовать точку пересечения линии отслеживания с имеющимися объектами, можно включить режимы привязки пересечения Intersection и кажущегося пересечения Apparent Intersection.

### Точка вставки

 Snap to Insert — привязка к точке вставки блока, формы, текста, атрибута (содержащего информацию о блоке) или определения атрибута (задающего характеристики атрибута).

При выборе атрибута, входящего в блок, AutoCAD производит привязку к точке вставки атрибута, а не блока. Таким образом, если блок не содержит ничего, кроме атрибутов, привязка к точке вставки самого блока возможна только в случае, если эта точка совпадает с точкой вставки одного из атрибутов.

### Точечный элемент

 Snap to Node — привязка к объекту «точка», сформированному командой POINT.

Точки, входящие в определение блока, после его вставки могут служить узлами привязки.



Выполните упражнение L11 из раздела 2.

**Построить многоугольник с привязкой к точечному элементу** L11

*Line* 

LINE Specify first point: об. привязка NODE  указание 1

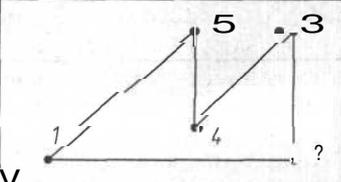
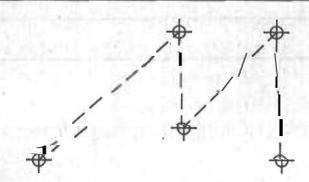
Specify next point or [Undo]: об. привязка NODE  указание 2

Specify next point or [Undo]: об. привязка NODE  указание 3

Specify next point or [Close/Undo]: об. привязка NODE  указание 4

Specify next point or [Close/Undo]: об. привязка NODE  указание 5

Specify next point or [Close/Undo]: Close

## Ближайшая точка

 Snap to Nearest — привязка к точке на объекте, которая является ближайшей к позиции перекрестья.



Выполните упражнение L10 из раздела 2.

Привязка к произвольной точке примитивов L10

---

*Line* /

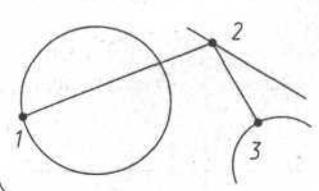
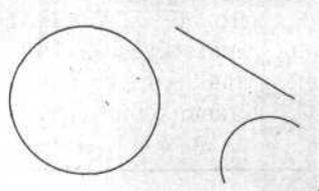
LINE Specify first point: об.привязка NEArest  указание 1

Specify next point or [Undo]: об.привязка NEArest  указание 2

Specify next point or [Undo]: об.привязка NEArest  указание 3

Specify next point or [Close/Undo]: Enter

---

## Отмена объектной привязки

 Snap to None — режим отмены всех текущих и разовых режимов объектной привязки.

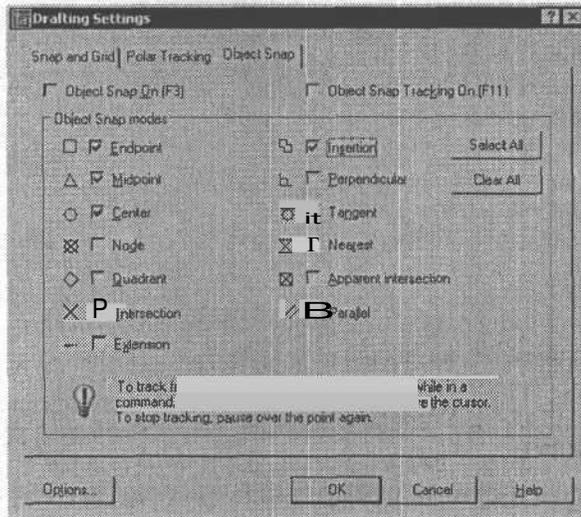
## Выбор режимов привязки

 Object Snap Settings — установка режима текущей объектной привязки на вкладке Object Snap диалогового окна Drafting Settings (рис. 5.2). Это окно также загружается из падающего меню Tools ▶ Drafting Settings... или из контекстного меню, которое вызывается при щелчке правой кнопки мыши по кнопке OSNAP в строке состояния и последующем выборе пункта Settings...

Если требуется несколько раз подряд произвести привязку определенного типа (например, к конечным точкам или центрам), можно задать один или несколько текущих режимов объектной привязки. Следует иметь в виду, что режим объектной привязки From не может быть установлен текущим. Специальные средства повышения наглядности, называемые автопривязкой AutoSnap, облегчают выбор точек привязки и повышают эффективность использования объектной привязки. Средства автопривязки включают в себя следующие элементы:

- маркеры* обозначают тип объектной привязки в точке привязки с помощью соответствующего символа;

- ❑ *всплывающие подсказки автопривязки* поясняют тип объектной привязки в точке привязки ниже позиции указателя мыши;
- ❑ *магнит* автоматически перемещает в точку привязки указатель мыши, если он находится около возможной точки привязки;
- ❑ *прицел* окружает перекрестье указателя мыши и ограничивает область рисунка, в пределах которой при перемещении указателя определяются возможные точки привязки. Показ прицела можно включать и отключать, а его размер — изменять.



**Рис. 5.2.** Диалоговое окно установки режима текущей объектной привязки

Для включения или отключения сразу всех текущих режимов объектной привязки без вызова диалогового окна *Drafting Settings* необходимо щелкнуть по кнопке *OSNAP* в строке состояния (или нажать клавиши *Ctrl+F* или *F3*). Если текущие режимы объектной привязки не заданы, вызывается диалоговое окно *Drafting Settings*.

По умолчанию включены следующие элементы автопривязки: маркеры, всплывающие подсказки и магнит. Параметры автопривязки всегда можно изменить в поле *Autosnap Settings* на вкладке *Drafting* диалогового окна *Options*, которое вызывается щелчком мыши по кнопке *Options...* в диалоговом окне *Drafting Settings* либо из падающего меню *Tools* ► *Options...* (см. рис. 1.25).

Если задано Несколько режимов объектной привязки, AutoCAD использует режим, наиболее подходящий для выбранного объекта. Если в прицел выбора попадают две точки, удовлетворяющие заданному режиму, система производит привязку к той из них, которая лежит ближе к центру прицела. При необходимости можно переключаться между точками, нажимая клавишу *Tab*. Например, если активизированы режимы привязки *Quadrant* и *Center*, а в прицел попадает часть

окружности, то нажатие Tab позволит поочередно перебрать все возможные точки привязки: четыре квадранта и центр окружности.

## Автоотслеживание

Средства автоотслеживания AutoTrack облегчают построение объектов в определенных направлениях или в определенной зависимости относительно других объектов рисунка.

При включенных режимах автоотслеживания специальные временные линии отслеживания помогают выполнять точные построения. По умолчанию эти линии являются бесконечными и продолжаются до границ области рисования. Однако можно установить такой режим, при котором длина линий отслеживания ограничивается текущим положением курсора.

Имеются два режима автоотслеживания: полярное отслеживание и отслеживание при объектной привязке.

Режимы автоотслеживания можно быстро включать и отключать нажатием кнопок POLAR и OTRACK в строке состояния.

Для изменения параметров автоотслеживания используется вкладка Drafting диалогового окна Options, которое загружается из падающего меню Tools ► Options....

В области AutoTrack Settings устанавливаются следующие флажки:

- Display polar tracking vector — отображение линий полярного отслеживания в виде бесконечных лучей. Если флажок снят, линия полярного отслеживания проводится от предыдущей указанной точки до курсора;
- Display full-screen tracking vector — отображение линий объектного отслеживания в виде бесконечных прямых. Если флажок снят, линия объектного отслеживания проводится от точки привязки до курсора;
- Display AutoTrack tooltip — отображение всплывающих подсказок к режимам автоотслеживания, выводимых ниже позиции курсора. Всплывающие подсказки дают информацию о типе объектной привязки (при объектном отслеживании), текущем угле отслеживания и расстоянии до предыдущей точки.

Способ захвата характерных точек объектов для отслеживания устанавливается в области Alignment Point Acquisition:

- Automatic — захват точек отслеживания осуществляется автоматически. Если выбран данный способ, для предотвращения захвата характерной точки объекта можно удерживать нажатой клавишу Shift;
- Shift to acquire — захват точек происходит только при нажатии клавиши Shift в момент, когда курсор находится над точкой объектной привязки.

Системные переменные TRACKPATH и POLARMODE управляют соответственно отображением линий отслеживания и способом захвата точек отслеживания.

## Объектное отслеживание

Объектное отслеживание расширяет и дополняет возможности объектной привязки. Для его использования необходимо, чтобы были включены режимы объектной привязки. При этом размер прицела определяет зону, в пределах которой происходит активизация линий отслеживания.

При объектном отслеживании по умолчанию захват подходящих точек осуществляется автоматически. Однако можно установить такой режим, при котором захват точек происходит только по нажатию клавиши Shift.

Автопривязка позволяет более простыми способами строить объекты, имеющие определенную геометрическую зависимость от других объектов. Удобно использовать следующие рекомендации:

- ❑ для выбора точек, лежащих на перпендикулярах к концам или серединам объектов, объектное отслеживание следует применять совместно с режимами привязки Perpendicular, Endpoint и Midpoint;
- ❑ для выбора точек, лежащих на касательной к конечной точке дуги, объектное отслеживание следует использовать совместно с режимами привязки Tangent и Endpoint;
- ❑ отслеживание можно осуществлять от так называемых *временных точек отслеживания*. Для указания такой точки в ответ на запрос команды выбрать точку, ввести сочетание `_ТТ` и задать нужную точку. Она помечается маленьким маркером в виде знака «плюс» (+). Далее по мере перемещения указателя мыши поочередно появляются линии отслеживания, проходящие через временную точку отслеживания. Для удаления временной точки при перемещении достаточно задержать указатель мыши на ее маркере (знаке «плюс»);
- ❑ можно выбрать точку, находящуюся на заданном расстоянии от точки объектной привязки вдоль линии отслеживания. Для этого после появления линии отслеживания следует ввести в командной строке требуемое расстояние;
- ❑ изменение способа захвата точек осуществляется на вкладке Drafting диалогового окна Options с помощью опций Automatic и Shift to acquire. По умолчанию устанавливается автоматический способ. Для предотвращения автоматического выбора точек в областях рисунка с высокой плотностью объектов можно удерживать нажатой клавишу Shift.

## Полярное отслеживание

Полярное отслеживание облегчает выбор точек, лежащих на воображаемых линиях, которые можно провести через последнюю указанную в команде точку под одним из заданных полярных углов. Если, например, шаг углов полярного отслеживания равен  $45^\circ$ , линии отслеживания и всплывающие подсказки могут появляться под углами, кратными  $45^\circ$  относительно текущего направления отсчета углов. Текущая линия полярного отслеживания исчезает, так же как и всплывающая подсказка, если она оказывается вне прицела курсора.

Полярное отслеживание может осуществляться под углами, кратными следующим стандартным значениям: 90°, 45°, 30°, 22,5°, 18°, 15°, 10° или 5°. Кроме того, пользователь может определить другие значения углов.

Для включения полярного отслеживания необходимо нажать функциональную клавишу F10 или кнопку POLAR в строке состояния.

Линия полярного отслеживания и всплывающая подсказка появляются, если прямая, мысленно проведенная через предыдущую указанную точку и курсор, проходит под углом, близким к одному из полярных углов отслеживания. По умолчанию шаг полярных углов равен 90°. Линию полярного отслеживания и информацию, содержащуюся во всплывающей подсказке, можно использовать при построении объектов. Для нахождения точки пересечения линии полярного отслеживания с другими объектами удобно задействовать режимы объектной привязки Intersection и Apparent Intersection.

Режим ORTHO разрешает указание только тех точек, которые лежат на прямой, параллельной оси X или Y текущей ПСК и проходящей через последнюю указанную в текущей команде точку. При включении режима ортогонального рисования режим полярного отслеживания автоматически отключается, поскольку они не могут быть активными одновременно. Аналогичным образом при включении полярного отслеживания отключается режим ORTHO.

Изменение параметров полярного отслеживания осуществляется на вкладке Polar Tracking диалогового окна Drafting Settings (рис. 5.3). Это окно загружается из падающего меню Tools ► Drafting Settings... или из контекстного меню, которое вызывается при щелчке правой кнопкой мыши по кнопке POLAR в строке состояния и последующем выборе пункта Settings...

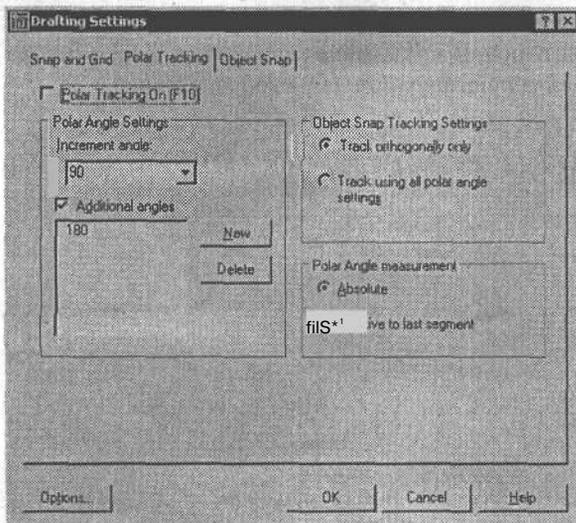


Рис. 5.3. Диалоговое окно изменения параметров полярного отслеживания

## Геометрический примитив

Рисунки в AutoCAD строятся из набора *геометрических примитивов*, под которым понимается элемент чертежа, обрабатываемый системой как *целое*, а не как совокупность точек или объектов. Графические примитивы создаются командами вычерчивания или рисования, которые вызываются из падающего меню Draw или одноименной панели инструментов. Необходимо отметить, что одни и те же элементы чертежа могут быть получены по-разному, с помощью различных команд вычерчивания.

### Точка

Команда POINT формирует точку, вызывается из падающего меню Draw ► Point или щелчком мыши по пиктограмме Point на панели инструментов Draw.

Точка определяется указанием ее координат (см. главу 2). Запрос команды POINT:

Current point modes: PDMODE=33 PDSIZE=10.0000 — текущие режимы точек;

Specify a point: — указать точку.

Точки могут пригодиться, например, в качестве узлов или ссылок для объектной привязки и отсчета расстояний. Форма символа точки и его размер устанавливаются либо относительно размера экрана, либо в абсолютных единицах.

Задать форму точки можно с помощью системной переменной PDMODE, а ее размер — с помощью переменной PDSIZE. Если PDSIZE положительна, она указывает абсолютный размер маркера точки, а если отрицательна, то размер указывается в процентах от размера экрана монитора. В последнем случае величина символа точки инвариантна по отношению к текущему масштабу изображения.

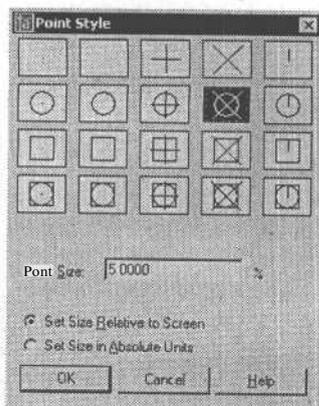


Рис. 5.4. Диалоговое окно установки параметров точки

Значения системных переменных `PDMODE` и `PDSIZE` пользователь устанавливает в диалоговом окне `Point Style`, показанном на рис. 5.4. Оно вызывается из падающего меню `Format ▶ Point Style...` Размер маркера точки задается в поле `Point Size`: При этом, если поднят флажок `Set Size Relative to Screen`, размер маркера определяется в процентах от размера экрана монитора, а если поставлен флажок `Set Size in Absolute Units`, указывается абсолютный размер маркера.

## Построение линий

Линия в AutoCAD является базовым примитивом. Линии бывают различного рода — одиночные отрезки, ломаные (с сопряжениями дугами или без них), пучки параллельных линий (мультилинии), а также эскизные. Линии рисуют, задавая координаты точек, свойства (тип, цвет и другие), значения углов.

### Отрезок

 Команда `LINE` формирует отрезок, вызывается из падающего меню `Draw ▶ Line` или щелчком мыши по пиктограмме `Line` на панели инструментов `Draw`.

Отрезки могут быть одиночными или объединенными в ломаную линию. Несмотря на то что сегменты соприкасаются в конечных точках, каждый из них представляет собой отдельный объект. Отрезки используются, если требуется работа с каждым сегментом в отдельности; если же необходимо, чтобы набор линейных сегментов представлял единый объект, лучше применять полилинии. Последовательность отрезков может быть замкнутой — в этом случае конец последнего сегмента совпадает с началом первого.

Запросы команды `LINE`:

`Specify first point:` — указать первую точку;

`Specify next point or [Undo]:` — указать следующую точку.

`Specify next point or [Undo]:`

`Specify next point or [Close/Undo]:`

`Specify next point or [Close/Undo]:`

Запросы команды `LINE` организованы циклически. Это означает, что при построении непрерывной ломаной линии конец предыдущего отрезка служит началом следующего. При перемещении к каждой следующей точке за перекрестьем тянется «резиновая нить». Это позволяет отслеживать положение строящегося отрезка ломаной линии. При этом каждый отрезок ломаной линии представляет собой отдельный примитив. Цикл заканчивается после нажатия клавиши `Enter` в ответ на очередной запрос `Specify next point or [Close/Undo]:`. К аналогичному результату приведет щелчок правой кнопкой мыши с последующим выбором пункта `Enter` из появившегося контекстного меню (рис. 5.5).

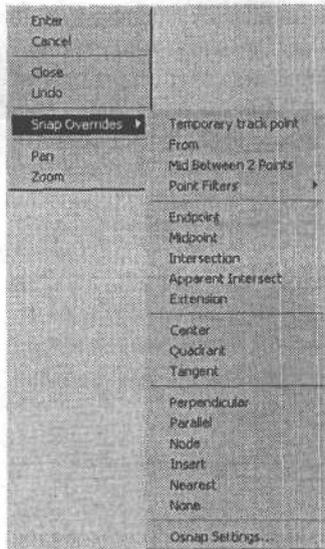


Рис. 5.5. Контекстное меню

Ключи команды LINE:

- Close — замкнуть ломаную;
- Undo — отменить последний нарисованный отрезок.

Работа команды LINE проиллюстрирована упражнениями L1-L13 из раздела 2 (см. выше).



Выполните упражнения L1-L13 и тест 1 из раздела 2.

**ТЕСТ 1**

Построить прямоугольник в слое ГРАФИКА

Прежде чем формировать линию, сделай слой ГРАФИКА текущим

## Прямая и луч

В AutoCAD 2005 допускается построение линий, не имеющих конца в одном или в обоих направлениях. Такие линии называются соответственно *лучами* и *прямыми*. Их можно использовать в качестве вспомогательных при построении других объектов.

Наличие бесконечных линий не изменяет границ рисунка. Следовательно, бесконечные линии не влияют на процесс зумирования и на видовые экраны. Прямые и лучи разрешается перемещать, поворачивать и копировать таким же образом, как и любые другие объекты. Бесконечные линии обычно строятся на отдельном слое, который перед выводом на плоттер можно заморозить или отключить.

 Команда XLINE формирует прямую, вызывается из падающего меню Draw ► Construction Line или щелчком мыши по пиктограмме Construction Line на панели инструментов Draw.

Прямые могут располагаться в любом месте трехмерного пространства. Существуют различные способы установки ориентации прямой. По умолчанию прямая строится путем указания двух точек, задающих ее ориентацию. Первая точка называется *корневой* — это условная середина прямой.

Запросы команды XLINE:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:

Specify through point:

Specify through point:

Ключи команды XLINE:

- Hor — построение горизонтальной прямой, проходящей через заданную точку;
- Ver — построение вертикальной прямой, проходящей через заданную точку;
- Ang — построение прямой по точке и углу. Есть два способа задать угол для построения прямых. Можно либо выбрать опорную линию и указать угол между нею и прямой, либо (для построения прямой, лежащей под определенным углом к горизонтальной оси) указать угол и точку, через которую должна проходить прямая. Построенные прямые всегда параллельны текущей ПСК;
- Bisect — по точке и половине угла, заданного тремя точками. При этом создается прямая, делящая какой-либо угол пополам. Нужно указать вершину угла и определяющие его линии;
- Offset — по смещению от базовой линии. При этом создается прямая, параллельная какой-либо базовой линии. Следует задать величину смещения, выбрать базовую линию, а затем указать, с какой стороны от базовой линии должна проходить прямая.

 Команда RAY, формирующая луч, вызывается из падающего меню Draw ► Ray или щелчком мыши по пиктограмме Ray на панели инструментов.

Луч представляет собой линию в трехмерном пространстве, начинающуюся в заданной точке и уходящую в бесконечность. В отличие от прямых, бесконечных с обеих сторон, луч не имеет конца только в одном направлении. Использование лучей вместо прямых помогает избежать загромождения рисунка. Как и прямые, лучи игнорируются командами, с помощью которых рисунок в его границах выводится на экран.

Запросы команды RAY:

`Specify start point:` — указать первую точку;

`Specify through point:` — указать точку, через которую проходит луч.

---

## Полилиния

 Команда PLINE, формирующая полилинию, вызывается из падающего меню Draw ► Polyline или щелчком мыши по пиктограмме Polyline на панели инструментов Draw.

Полилиния представляет собой связанную последовательность линейных и дуговых сегментов и обрабатывается системой как графический примитив. Полилинии используют, если требуется работа с набором сегментов как с целым, хотя допускается их редактирование по отдельности. Можно задавать ширину или полуширину отдельных сегментов, сужать полилинию или замыкать ее. При построении дуговых сегментов первой точкой дуги является конечная точка предыдущего сегмента. Дуги описываются путем указания угла, центра, направления или радиуса. Кроме того, дугу можно построить, указав вторую и конечную точки.

Запросы команды PLINE:

`Specify start point:` — указать первую точку;

`Current line-width is 0.0000` — текущая ширина полилинии равна 0.0000;

`Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]:` — указать следующую точку;

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

Запросы команды PLINE организованы циклически. Цикл заканчивается после нажатия клавиши Enter в ответ на очередной запрос команды. К аналогичному результату приводит щелчок правой кнопкой мыши с последующим выбором пункта Enter в появившемся контекстном меню. Ключи команды PLINE:

- Arc — обеспечивает переход в режим дуг;
- Close — замыкает полилинию отрезком. Замыкающий отрезок существенно отличается от обычного, проведенного от конечной точки к начальной. Они по-разному обрабатываются при редактировании и сглаживании полилиний, а также при подрезке углов стыков широких сегментов. Практически всегда предпочтительно использовать замыкающие отрезки;

- Halfwidth — позволяет задать полуширину, то есть расстояние от осевой линии широкого сегмента до края;
- Length — задает длину сегмента, созданного как продолжение предыдущего в том же направлении;
- Undo — отменяет последний созданный сегмент;
- Width — позволяет задать ширину последующего сегмента. AutoCAD запрашивает начальную и конечную ширину. Введенное значение начальной ширины автоматически предлагается установить значением конечной ширины по умолчанию. Начальная и конечная точки широких линейных сегментов лежат на оси полилинии. Обычно угловые стыки смежных широких сегментов полилинии подрезаются; исключения составляют случаи, когда линейные сегменты не являются касательными к смежным дуговым сегментам, а также если углы схождения очень острые или при использовании штрихпунктирных линий.

При переходе команды PLINE в режим дуг запрос меняется следующим образом:

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: ARC — переход в режим построения дуг;

Specify endpoint of arc or [Angle/Center/Close/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Second pt/Undo/Width]:

Ключи команды PLINE в режиме построения дуг:

- Angle — ввести центральный угол. По умолчанию дуга отрисовывается против часовой стрелки. Если требуется отрисовка дуги по часовой стрелке, необходимо задать отрицательное значение угла;
- CEnter — указать центр дуги;
- CClose — замкнуть дугой;
- Direction — задать направление касательной;
- Halfwidth — определить полуширину полилинии;
- Line — перейти в режим построения отрезков;
- Radius — ввести радиус дуги;
- Q Second pt — указать вторую точку дуги по трем точкам. Если дуга не является первым сегментом полилинии, то она начинается в конечной точке предыдущего сегмента и по умолчанию проводится по касательной к нему;
- Q Undo — отменить последнюю точку;
- Width — определить ширину полилинии.

Заметим, что дуговые сегменты полилинии задаются **любым** из способов, характерных для команды формирования дуги ARC (см. соответствующий раздел данной главы). Кроме того, такие сегменты можно построить, задав радиус, центральный угол и направление хорды. Это единственный случай, когда дуга, предлагаемая по умолчанию, не строится по касательной.



Выполните упражнение P1–P4 и тест 3 из раздела 2.

(P1)

**Pline** Падающее меню Draw — Polyline

Specify start point: 230,10 начальная точка 1  
 Current line-width is 0.0000 (ширина полилинии по умолчанию)

Specify next point or [Arc/Close/Width/Undo/Width]: w ширина полилинии  
 Specify starting width <0.0000>: 1 стартовая ширина  
 Specify ending width <1.0000>: 1 конечная ширина

Specify next point or [Arc/Close/Width/Undo/Width]: 290,30 точка 2  
 Specify next point or [Arc/Close/Width/Undo/Width]: w ширина полилинии  
 Specify starting width <1.0000>: 20 стартовая ширина  
 Specify ending width <20.0000>: 0 конечная ширина

Specify next point or [Arc/Close/Width/Undo/Width]: 380,60 точка 3  
 Specify next point or [Arc/Close/Width/Undo/Width]: <Enter>

(P2)

**Pline**

Specify start point: 230,10 начальная точка 1  
 Current line-width is 0.0000 (ширина полилинии по умолчанию)

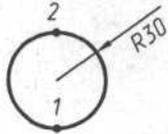
Specify next point or [Arc/Close/Width/Undo/Width]: w ширина полилинии  
 Specify starting width <0.0000>: 0 стартовая ширина  
 Specify ending width <1.0000>: 15 конечная ширина

Specify next point or [Arc/Close/Width/Undo/Width]: Arc режим дуг  
 Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/Close/.../Second pt/Undo/Width]: Ang задать углом  
 Specify included angle: 70 величина угла  
 Specify endpoint of arc or [CEnter/Radius]: Cen задать центр  
 Specify center point of arc: 270,60 точка 2  
 Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/Close/.../Second pt/Undo/Width]: 350,10 точка 4  
 Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/Close/.../Second pt/Undo/Width]: <Enter>

Построить окружность с помощью полилинии **P3**

Pline 

Specify start point: 300,10 начальная точка 1  
 Current line-width is 0.0000 (ширина полилинии по умолчанию)  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: w ширина полилинии  
 Specify starting width <0.0000>: 2 стартовая ширина  
 Specify ending width <1.0000>: 2 конечная ширина  
 Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: Arc режим дуг  
 Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/Close/.../Second pt/Undo/Width]: Center  
 Specify center point of arc: @0,30 задать центром  
 Specify endpoint of arc or [Angle/Length]: @0,30 точка 2  
 Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/Close/.../Second pt/Undo/Width]: Close замкнуть

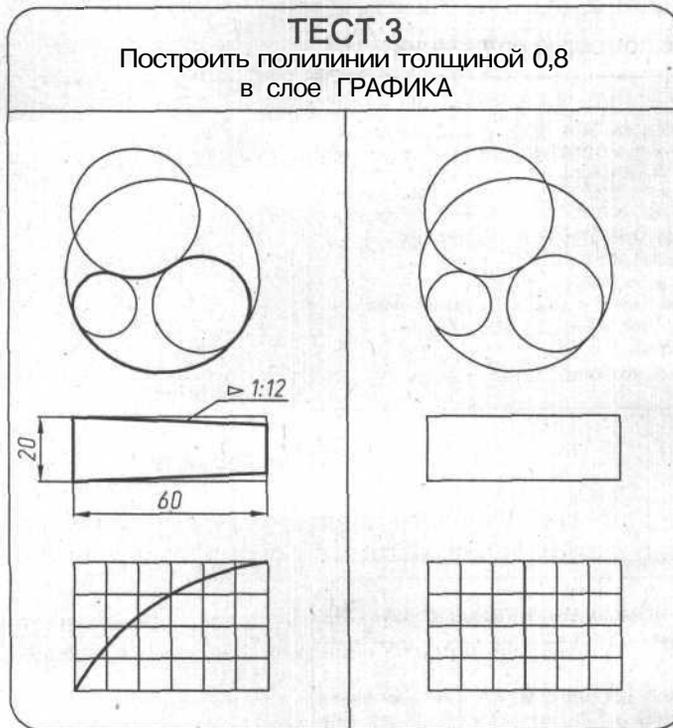


Построить полилинию с помощью направления **P4**

Pline 

Specify start point: 230,60 начальная точка 1  
 Current line-width is 0.0000 (ширина полилинии по умолчанию)  
 Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: w ширина полилинии  
 Specify starting width <0.0000>: 2 стартовая ширина  
 Specify ending width <1.0000>: 2 конечная ширина  
 Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 260,60 точка ?  
 Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: Arc режим дуг  
 Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/Close/Direction/.../Second pt/Undo/Width]: Dir  
 Specify the tangent direction for the start point of arc: 270 направление  
 Specify endpoint of the arc: 360,60 точка 3  
 Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/.../Line/Radius/Second pt/Undo/Width]: Line режим линии  
 Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 390,60 точка 4  
 Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: <Enter>





### Мультилиния

Команда MLINE, формирующая мультилинию, вызывается из падающего меню Draw ► Multiline или щелчком мыши по пиктограмме Multiline на панели инструментов.

Мультилиния состоит из пучка параллельных линий, называемых ее *элементами* (рис. 5.6). Чтобы расставить элементы, необходимо указать смещение каждого из них относительно исходной точки. Можно создавать и сохранять стили мультилиний или же пользоваться стилем по умолчанию (мультилиния из двух элементов). Для каждого элемента задаются цвет и тип линии; соответствующие вершины элементов соединяются отрезками. Мультилинии могут иметь торцевые ограничители различного вида, например, отрезки или дуги.

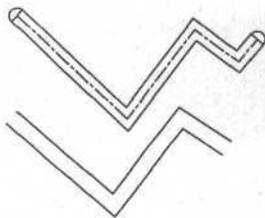


Рис. 5.6. Примеры мультилиний

Запросы команды MLINE:

Current settings: Justification = Top, Scale = 20.00, Style = STANDARD—текущие настройки:расположение, масштаб, стиль;

Specify start point or [Justification/Scale/STyle]: — указать начальную точку;

Specify nextpoint: — указать следующую точку;

Specify next point or [Undo]:

Specify next point or [Close/Undo]:

Specify next point or [Close/Undo]:

Ключи команды MLINE:

- Justification** — определение положения точки начала черчения: Top — верх, Zero — центр, Bottom — низ. Линия проходит соответственно с максимальным положительным, с нулевым или максимальным отрицательным смещением от заданной точки;
- Scale** — коэффициент масштабирования. Смещение между линиями равняется заданному коэффициенту, умноженному на величину Offset, определенную в стиле;
- Style** — выбор стиля.

При построении мультилинии используется *стиль мультилинии*. Он создается в диалоговом окне Multiline Styles, которое вызывается из падающего меню Format ► Multiline Style... (рис. 5.7). Щелчком мыши по кнопке Load... можно загрузить существующий стиль; сохранить вновь созданный на диске — нажатием кнопки Save..., добавить свой — нажатием кнопки Add. Имя добавляемого стиля должно быть задано в текстовом поле Name:. По умолчанию используется стиль STANDARD.

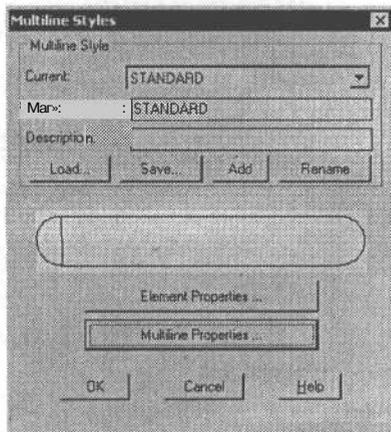


Рис. 5.7. Диалоговое окно создания стилей мультилинии

Свойства элементов мультилинии определяются в диалоговом окне Element Properties (рис. 5.8):

- в области Offset определяется смещение линий мультилинии друг относительно друга;
- нажатие кнопки Linetype... выводит на экран диалоговое окно определения типа линии;
- нажатие кнопки Color... загружает диалоговое окно определения цвета каждой линии.

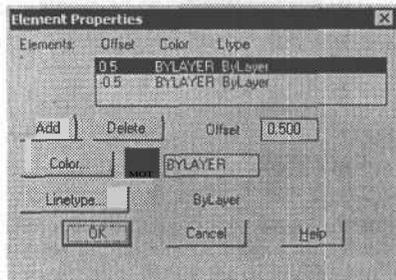


Рис. 5.8. Диалоговое окно определения свойств элемента мультилинии

Свойства мультилинии определяются в диалоговом окне Multiline Properties (рис. 5.9):

- в области Fill установкой флажка On обеспечивается заполнение мультилинии цветом;
- в области формирования торцов Caps определяется вид концевых элементов;
- в поле Angle определяется величина угла наклона концевого элемента к мультилинии.

По умолчанию используется файл стиля с именем acad.mln.

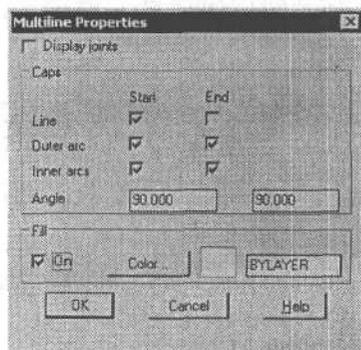


Рис. 5.9. Диалоговое окно определения свойств мультилинии

Системная переменная CMLSTYLE содержит имя текущего стиля мультилинии.

## Многоугольник

 Команда POLYGON, обеспечивающая формирование правильного многоугольника, вызывается из падающего меню Draw ► Polygon или щелчком мыши по пиктограмме Polygon на панели инструментов Draw.

Многоугольники представляют собой замкнутые полилинии; они могут иметь от 3 до 1024 сторон равной длины. Многоугольник можно построить, либо вписав его в воображаемую окружность, либо описав вокруг нее, либо задав начало и конец одной из его сторон. Так как длины сторон многоугольников всегда равны, с их помощью легко строить квадраты и равносторонние треугольники.

Запросы команды POLYGON:

Enter number of sides < default >: — указать число сторон;

Specify center of polygon or [Edge]: — указать центр многоугольника.

Ключи команды POLYGON:

Edge — указание одной стороны. При использовании этого ключа команда POLYGON выдает следующие запросы:

Specify first endpoint of edge: — указать первую конечную точку стороны;

Specify second endpoint of edge: — указать вторую конечную точку стороны.

При указании центра многоугольника команда POLYGON выдает следующие запросы:

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] - <I>: — задать опцию размещения;

Specify radius of circle: — задать радиус окружности,

где:

- Inscribed in circle — формирование многоугольника, вписанного в окружность;
- Circumscribed about circle — формирование многоугольника, описанного вокруг окружности.

*Вписанные* многоугольники строятся, когда известно расстояние между центром многоугольника и его вершинами. *Описанные* многоугольники — когда известно расстояние между центром многоугольника и серединами его сторон. В обоих случаях это расстояние совпадает с радиусом окружности.

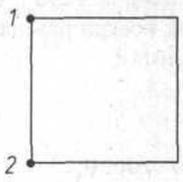


Выполните упражнение Pg1-Pg3 и Re1 из раздела 2.

**Построить многоугольник по известной стороне** Pg1

*Polygon* **O** *Падающее меню Draw* — *Polygon*

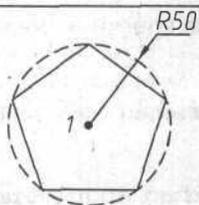
Enter number of sides <4>: 4 *количество сторон*  
 Specify center of polygon or [Edge]: E *задать стороной*  
 Specify first endpoint of edge: *указание 1*  
 Specify second endpoint of edge: *указание 2*



**Построить многоугольник, вписанный в окружность** Pg2

*Polygon* **O**

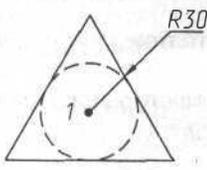
Enter number of sides <4>: 5 *количество сторон*  
 Specify center of polygon or [Edge]: 310,60 *центр окружности 1*  
 Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: i *вписанный многоугольник*  
 Specify radius of circle: 50 *радиус окружности*

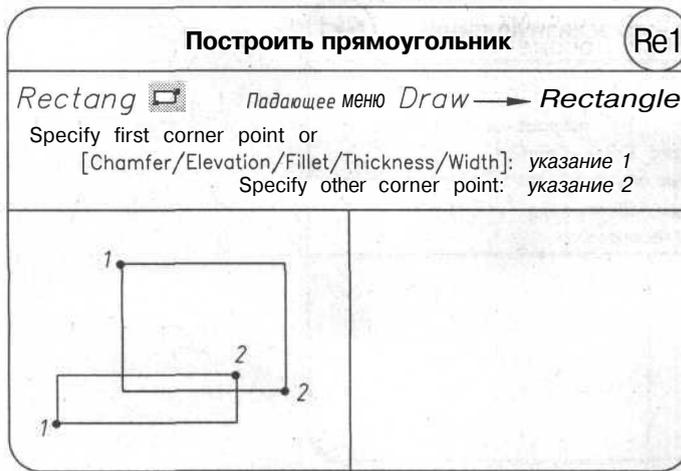


**Построить многоугольник, описанный вокруг окружности** Pg3

*Polygon* **O**

Enter number of sides <4>: 3 *количество сторон*  
 Specify center of polygon or [Edge]: 310,60 *центр окружности 1*  
 Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <C>: C *описанный многоугольник*  
 Specify radius of circle: 30 *радиус окружности*





### Эскиз

Команда SKETCH, обеспечивающая рисование эскиза, вызывается из командной строки.

Эскизы состоят из множества прямолинейных сегментов. Каждый сегмент представляет собой либо отдельный объект, либо отрезок полилинии. Имеется возможность задавать минимальную длину, или приращение сегментов. Эскизное рисование используется при формировании линий неправильной формы и при снятии копий с помощью дигитайзера. Состоящие из множества маленьких линейных сегментов эскизы позволяют рисовать с достаточно высокой точностью, но при этом резко возрастает объем файла рисунка. Поэтому данное средство следует применять только в крайнем случае.

При эскизном рисовании устройство указания используется как перо. После щелчка перо «опускается» и рисует на экране; следующий щелчок приводит к «подъему» пера и прекращению рисования.

Запросы команды SKETCH:

Record increment <default>: — приращение сегментов;

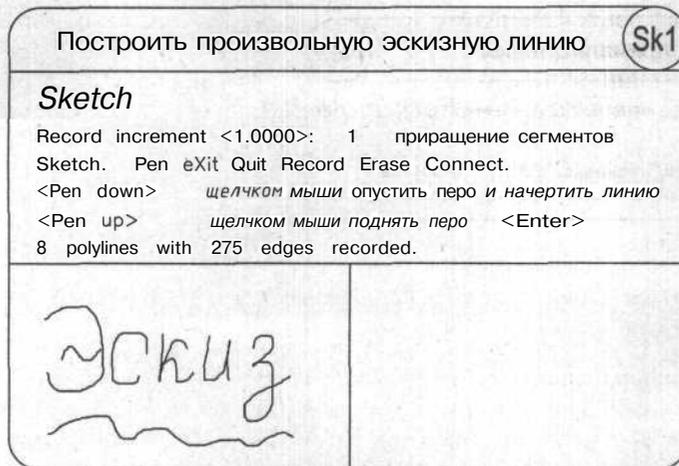
Sketch. Pen eXit Quit Record Erase Connect.

Перед началом эскизного рисования следует убедиться, что системная переменная CELTYPE задает тип линии Continuous. Если рисуется линия, включающая в себя точки или штрихи, а величина приращения меньше длины точки или штриха, эти элементы не будут видны на рисунке.

Кроме того, при эскизном рисовании рекомендуется отключать режимы ORTHO и SNAP, иначе результаты могут быть непредсказуемы.



Выполните упражнение Sk1 из раздела 2.



## Построение криволинейных объектов

### Сплайн

 Команда SPLINE формирует сплайн, вызывается из падающего меню Draw ► Spline или щелчком мыши по пиктограмме Spline на панели инструментов Draw.

Сплайн представляет собой гладкую кривую, проходящую через заданный набор точек. AutoCAD работает с одной из разновидностей сплайнов — неоднородными рациональными B-сплайнными кривыми NURBS. Использование NURBS обеспечивает достаточную гладкость кривых, проходящих через заданные контрольные точки. Сплайны применяются для рисования кривых произвольной формы, например горизонталей в географических информационных системах или при проектировании автомобилей.

Сплайн можно строить путем интерполяции по набору точек, через которые он должен проходить. Таким способом при построении кривых для двумерного и трехмерного моделирования достигается намного большая точность, чем при использовании полилиний. К тому же рисунок, использующий сплайны, занимает меньше места на диске и в оперативной памяти, чем рисунок с полилиниями.

Запросы команды SPLINE:

Specify first point or [Object]: — указать первую точку;

Specify next point: — указать следующую точку;

Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>:

Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>:

Сплайн строится путем указания координат определяющих точек. Сплайны могут быть замкнутыми; при этом совпадают как сама конечная и начальная точки, так

и направления касательных в них. Кроме того, в ходе построения можно изменять допуск сплайновой аппроксимации — величину, определяющую, насколько близко проходит сплайн к указанным определяющим точкам. Чем меньше значение допуска, тем ближе сплайн к определяющим точкам; при нулевом допуске он проходит прямо через них.

## Окружность

☉ Команда CIRCLE, формирующая окружность, вызывается из падающего меню Draw ▶ Circle или щелчком мыши по пиктограмме Circle на панели инструментов Draw.

Окружности можно строить различными способами. По умолчанию построение производится путем указания центра и радиуса. Можно задавать центр и диаметр или только диаметр, указывая его начальную и конечную точки. Окружность также может строиться по трем точкам. Кроме того, имеется возможность определять окружность, касающуюся либо трех объектов рисунка, либо двух (в последнем случае задается еще и радиус).

Запросы команды CIRCLE:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius) ] : — указать центр окружности;

Specify radius of circle or [Diameter] : — указать радиус окружности.

Ключи команды CIRCLE:

☐ 3 P — строит окружность по трем точкам, лежащим на окружности. При использовании этого ключа команда CIRCLE выдает следующие запросы:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius) ] :  
3P — переход в режим построения окружности по трем точкам;

Specify first point on circle : — указать первую точку окружности;

Specify second point on circle : — указать вторую точку окружности;

Specify third point on circle : — указать третью точку окружности.

○ 2 P — строит окружность по двум точкам, лежащим на диаметре. При использовании этого ключа команда CIRCLE выдает следующие запросы:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius) ] :  
2P — переход в режим построения окружности по двум точкам;

Specify first end point of circle's diameter : — указать первую конечную точку диаметра окружности;

Specify second end point of circle's diameter : — указать вторую конечную точку диаметра окружности.

- Ttr — строит окружность по двум касательным и радиусу. При использовании этого ключа команда CIRCLE выдает следующие запросы:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:  
 TTR — переход в режим построения окружности по двум касательным и радиусу;

Specify point on object for first tangent of circle: — указать точку на объекте, задающую первую касательную;

Specify point on object for second tangent of circle: — указать точку на объекте, задающую вторую касательную;

Specify radius of circle <default>: — указать радиус окружности.



Выполните упражнения C1–C8 и тест 2 из раздела 2.

Построить окружность по центру и радиусу (C1)

Circle Падающее меню Draw → Circle

Specify center point for circle  
 or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 320, 90 центр в точке 1

Specify radius of circle or [Diameter]: 60 радиус

Построить окружность по двум точкам диаметра (C2)

Circle

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

Specify first end point of circle's diameter: 320,30 точка 1

Specify second end point of circle's diameter: 320,150 точка 2

Построить окружность по трем точкам

C3

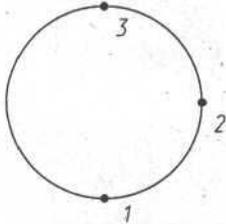
Circle 

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

Specify first end point of circle's diameter: 320,30 точка 1

Specify second end point of circle's diameter: 380,90 точка 2

Specify second end point of circle's diameter: 320,150 точка 3



Построить окружность, касательную к двум примитивам

C4

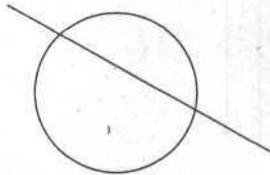
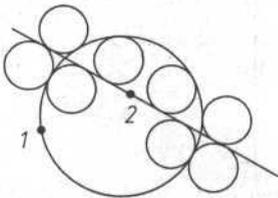
Circle 

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

Specify point on object for first tangent of circle: указать на окружность 1

Specify point on object for second tangent of circle: указать на линию 2

Specify radius of circle: 15 радиус



Построить окружность, касательную к двум другим

C5

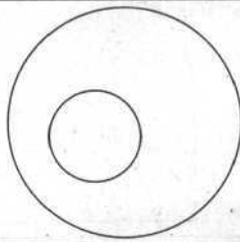
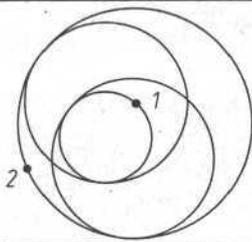
Circle 

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

Specify point on object for first tangent of circle: указать на окружность 1

Specify point on object for second tangent of circle: указать на окружность 2

Specify radius of circle: 50 радиус

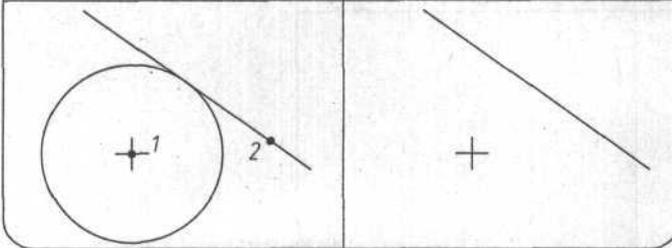


Построить окружность, касательную к прямой **C6**

Circle 

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr]:  указание 1  
*об.привязка INTERsection*

Specify radius of circle or [Diameter]:  указание 2  
*об.привязка TANGent*



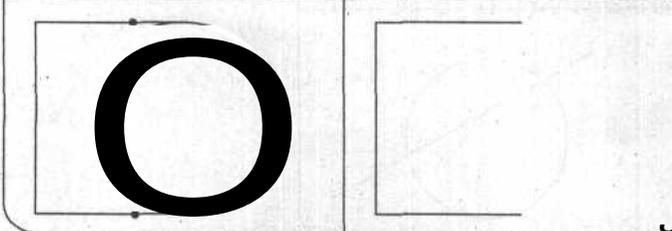
С Построить окружность по двум точкам диаметра, лежащим на концах отрезка **C7**

Circle 

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

Specify first end point of circle's diameter:  указание 1  
*об.привязка ENDpoint*

Specify second end point of circle's diameter:  указание 2  
*об.привязка ENDpoint*

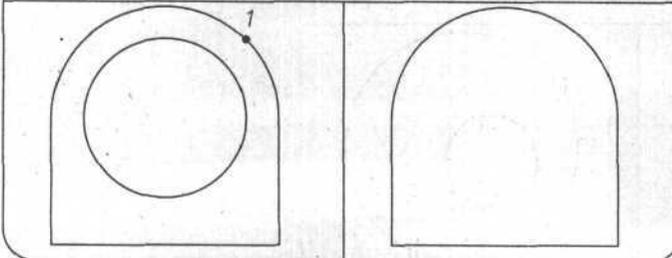


Построить концентрическую окружность **C8**

Circle 

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: *об.привязка CENTER*  указание 1

Specify radius of circle or [Diameter]: 50 *радиус*





## Дуга

 Команда ARC, формирующая дугу, вызывается из падающего меню Draw ▶ Arc или щелчком мыши по пиктограмме Arc на панели инструментов Draw.

Дуги можно строить различными способами. По умолчанию построение производится путем указания трех точек: начальной, промежуточной и конечной. Дугу можно также определить, задав центральный угол, радиус, направление или длину хорды. *Хордой* называется отрезок, соединяющий начало и конец дуги. По умолчанию дуга рисуется против часовой стрелки.

КлючикомандыARC:

- Center — точка центра дуги;
- End — конечная точка дуги;
- Angle — величина угла;
- chord Length — длина хорды;
- Direction — направление касательной;
- Radius — радиус дуги.

Существует несколько способов построения дуги при помощи команды ARC.

- 3Point — построение дуги по трем точкам, лежащим надуге. Запросы команды ARC:

Specify start point of arc or [CEnter] : — указать начальную точку дуги;

Specify second point of arc or [CEnter/ENd] : — указать вторую точку дуги;

Specify end point of arc: — указать конечную точку дуги.

- **Start, Center, End** — построение дуги по стартовой точке, центру и конечной точке дуги. Положительным направлением считается построение дуги против часовой стрелки. Запросы:

**Specify start point of arc or [CEnter]** : — указать начальную точку Дуги;

**Specify second point of arc or [CEnter/ENd]** : C — переход в режим построения дуги по центру;

**Specify center point of arc** : — указать центр дуги;

**Specify end point of arc or [Angle/chord Length]** : — указать конечную точку дуги.

- **Start, Center, Angle** — построение дуги по стартовой точке, центру и углу. Положительным направлением считается построение дуги против часовой стрелки; изменить направление на противоположное можно, задав отрицательное значение угла. Запросы:

**Specify start point of arc or [CEnter]** : — указать начальную точку дуги;

**Specify second point of arc or [CEnter/ENd]** : C — переход в режим построения дуги по центру;

**Specify center point of arc** : — указать центр дуги;

**Specify end point of arc or [Angle/chord Length]** : A — переход в режим построения дуги по углу;

**Specify included angle** : — указать центральный угол.

- **Start, Center, Length** — построение дуги по стартовой точке, центру и длине хорды. Дуга строится против часовой стрелки от начальной точки, причем по умолчанию — меньшая из двух возможных (то есть дуга, которая меньше 180°). Если же вводится отрицательное значение длины хорды, будет нарисована большая дуга. Запросы:

**Specify start point of arc or [CEnter]** : — указать начальную точку дуги;

**Specify second point of arc or [CEnter/ENd]** : C — переход в режим построения дуги по центру;

**Specify center point of arc** : — указать центр дуги;

**Specify end point of arc or [Angle/chord Length]** : L — переход в режим построения дуги по длине хорды;

**Specify length of chord** : — указать длину хорды.

- **Start, End, Angle** — построение дуги по стартовой точке, конечной точке и углу. Положительным направлением считается построение дуги против часовой стрелки, изменить направление на противоположное можно, задав отрицательное значение угла. Запросы:

**Specify start point of arc or [CEnter]** : — указать начальную точку дуги;

**Specify second point of arc or [CEnter/ENd]** : E — переход в режим построения дуги по конечной точке;

**Specify end point of arc**: — указать конечную точку дуги;

**Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]**: A — переход в режим построения дуги по углу;

**Specify included**: — указать центральный угол.

- **Start, End, Direction** — построение дуги по стартовой точке, конечной точке и направлению — углу наклона касательной из начальной точки. Запросы:

**Specify start point of arc or [CEnter]** : — указать начальную точку дуги;

**Specify second point of arc or [CEnter/ENd]** : E — переход в режим построения дуги по конечной точке;

**Specify end point of arc**: — указать конечную точку дуги;

**Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]**: D — переход в режим построения дуги по направлению касательной;

**Specify tangent direction for the start point of arc**: — указать направление касательной от начальной точки дуги.

- Q **Start, End, Radius** — построение дуги по стартовой точке, конечной точке и радиусу. Строится меньшая дуга против часовой стрелки. Запросы:

**Specify start point of arc or [CEnter]** : — указать начальную точку дуги;

**Specify second point of arc or [CEnter/ENd]** : E — переход в режим построения дуги по конечной точке;

**Specify end point of arc**: — указать конечную точку дуги;

**Specify center point of arc or [Angle /Direction /Radius]**: R — переход в режим построения дуги по радиусу;

**Specify radius of arc**: — указать радиус дуги.

- **Center, Start, End** — построение дуги по центру, стартовой и конечной точке. Запросы:

Specify start point of arc or [CEnter] : C — переход в режим построения дуги по центру;

Specify center point of arc: — указать центр дуги;

Specify start point of arc: — указать начальную точку дуги;

Specify end point of arc or [Angle/chord Length] : — указать конечную точку дуги.

□ Center, Start, Angle — построение дуги по центру, стартовой точке и углу. Запросы:

Specify start point of arc or [CEnter] : C — переход в режим построения дуги по центру;

Specify center point of arc: — указать центр дуги;

Specify start point of arc: — указать начальную точку дуги;

Specify end point of arc or [Angle/chord Length] : A — переход в режим построения дуги по углу;

Specify included angle: — указать центральный угол.

□ Center, Start, Length — построение дуги по центру, стартовой точке и длине хорды. Запросы:

Specify start point of arc or [CEnter] : C — переход в режим построения дуги по центру;

Specify center point of arc: — указать центр дуги;

Specify start point of arc: — указать начальную точку дуги;

Specify end point of arc or [Angle/chord Length] : L — переход в режим построения дуги по длине хорды;

Specify length of chord: — указать длину хорды.

□ ArcCont: — построение дуги как продолжения предшествующей линии или дуги. При этом начальной точкой дуги и ее начальным направлением станут соответственно конечная точка и конечное направление последней созданной дуги или последнего созданного отрезка. Такой способ особенно удобен для построения дуги, касательной к заданному отрезку. Запросы:

Specify start point of arc or [CEnter] : — указать начальную точку дуги;

Specify end point of arc: — указать конечную точку дуги.



Выполните упражнения А1–А5 из раздела 2.

Построить дугу по трем точкам

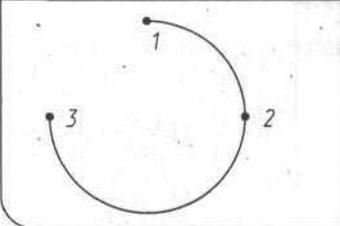
A1

Arc  Падающее меню Draw → Arc → J Points

Specify start point of arc or [CEnter]: 320,130 начальная точка 1

Specify second point of arc or [CEnter/ENd]: 380,70 вторая точка 2

Specify end point of arc: 260,70 конечная точка 3



Построить дугу по начальной точке, центру и величине угла

A2

Arc Г.. St,C,Ang

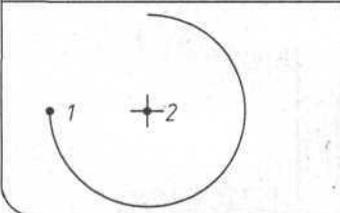
Specify start point of arc or [CEnter]: 240,70 начальная точка 1

Specify second point of arc or [CEnter/ENd]: c

Specify center point of arc: 300,70 центр дуги точка 2

Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: α

Specify included angle: 270 угол



ПОСТРОИТЬ Дугу по начальной точке, центру и длине хорды

A3

Arc  St,C,Len

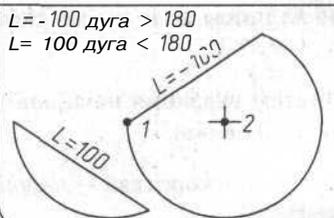
Specify start point of arc or [CEnter]: 290,80 начальная точка 1

Specify second point of arc or [CEnter/ENd]: c

Specify center point of arc: 350,80 центр дуги точка 2

Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: L

Specify length of chord: -100 длит хорды



L = -100 дуга > 180

L = 100 дуга < 180

## Построить дугу по двум точкам и радиусу

A4

**Arc**  *St,E,Rad*

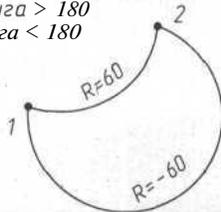
Specify start point of arc or [CEnter]: 290,70 начальная точка 1

Specify second point of arc or [CEnter/ENd]: e

Specify end point of arc: 370,120 конечная точка 2

Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]: r

Specify radius of arc: -60 радиус

 $R = -60$  дуга  $> 180$   
 $R = 60$  дуга  $< 180$ 

## Построить дугу по двум точкам и касательной

A5

**Arc**  *St,E,Dir*

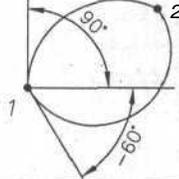
Specify start point of arc or [CEnter]: 270,60 начальная точка 1

Specify second point of arc or [CEnter/ENd]: e

Specify end point of arc: 350,110 конечная точка 2

Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]: d

Specify tangent direction for the start point of arc: -60 направление

 $D = -60$  по часовой стрелке  
 $D = 90$  против часовой стрелки**Эллипс**

 Команда ELLIPSE, обеспечивающая формирование эллипса, вызывается из падающего меню Draw ► Ellipse или щелчком мыши по пиктограмме Ellipse на панели инструментов Draw.

Имеется возможность строить эллипсы и эллиптические дуги, причем с математической точки зрения эти объекты — действительно эллипсы, а не какие-либо аппроксимирующие их кривые.

По умолчанию построение эллипсов производится путем указания начальной и конечной точек первой оси, а также половины длины второй оси.

Самая длинная ось эллипса называется его *большой осью*, самая короткая — *малой*.

Оси могут определяться в любом порядке.

Запросы команды ELLIPSE:

Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center] : — указать конечную точку оси эллипса;

Specify other endpoint of axis : — указать вторую конечную точку оси;

Specify distance to other axis or [Rotation] : — указать длину другой оси.

Ключи команды ELLIPSE:

Center — указание центра эллипса. Запросы:

Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center] : C — переход в режим указания центра эллипса;

Specify center of ellipse : — указать центр эллипса;

Specify endpoint of axis : — указать конечную точку оси;

Specify distance to other axis or [Rotation] : — указать длину другой оси.

Arc — режим построения эллиптических дуг. По умолчанию эллиптические дуги, как и эллипсы, строятся путем указания конечных точек первой оси и половины длины второй. После этого задаются начальный и конечный углы. Нулевым углом считается направление от центра эллипса вдоль его большой оси. Направление возрастания угла определяется значением системной переменной ANGDIR. Если она равна 0, то возрастание угла происходит при движении против часовой стрелки; если 1 — по часовой стрелке. Если начальный и конечный углы совпадают, строится полный эллипс. Вместо конечного угла можно указать центральный угол дуги, измеренный от начальной точки. Запросы:

Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center] : A — переход в режим построения эллиптических дуг;

Specify axis endpoint of elliptical arc or [Center] : — указать конечную точку оси эллиптической дуги;

Specify other endpoint of axis : — указать вторую конечную точку оси;

Specify distance to other axis or [Rotation] : — указать длину другой оси;

Specify start angle or [Parameter] : — указать начальный угол;

Specify end angle or [Parameter/Included angle] : — указать конечный угол.



Выполните упражнение ЕН из раздела 2.

E11

Построить эллипс по двум осям

**Ellipse** Падающее меню Draw → Ellipse

Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: 250,30 точка 1

Specify other endpoint of axis: 360,100 точка 2

Specify distance to other axis or [Rotation]: 20 половина оси

## Кольцо

Команда DONUT формирует кольца, вызывается из падающего меню Draw ► Donut или щелчком мыши по пиктограмме Donut.

С помощью функции построения колец легко строить закрашенные кольцеобразные объекты и круги. В действительности они представляют собой замкнутые полилинии ненулевой ширины. Для построения кольца необходимо задать его внутренний и внешний диаметры, а также центр. За один вызов команды можно построить любое количество колец одинакового диаметра, но с разными центрами. Работа команды завершается нажатием клавиши Enter. Если требуется построить заполненный круг, следует задать нулевой внутренний диаметр кольца.

Текущее значение внутреннего диаметра кольца хранится в системной переменной DONUTID, а значение внешнего диаметра — в переменной DONUTOD. Закраской колец и широких полилиний управляет системная переменная FILLMODE.

Запросы команды DONUT:

Specify inside diameter of donut <default>: — указать внутренний диаметр кольца;

Specify outside diameter of donut <default>: — указать внешний диаметр кольца;

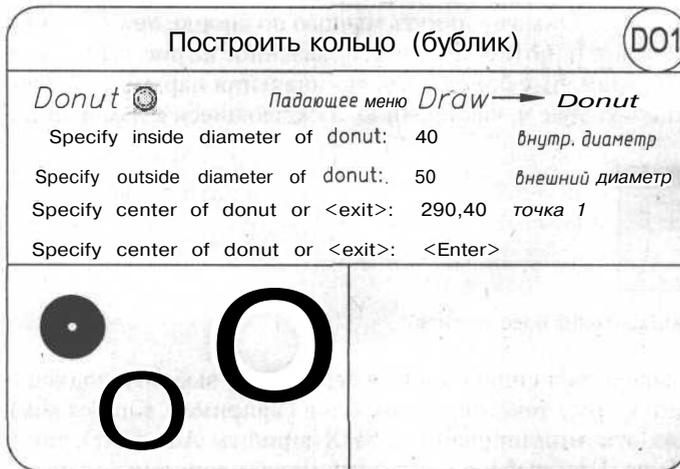
Specify center of donut or <exit>: — указать центр кольца;

Specify center of donut or <exit>: — указать центр кольца;

Specify center of donut or <exit>: — для завершения команды нажать клавишу Enter.



Выполните упражнение DO1 из раздела 2.



## Текст

### Текстовые стили

С каждой текстовой надписью в AutoCAD связан некоторый *текстовый стиль*. При нанесении надписей используется текущий стиль, в котором заданы шрифт, высота, угол поворота, ориентация и другие параметры. В одном рисунке можно создавать и использовать несколько текстовых стилей, причем их быстрое копирование из одного рисунка в другой обеспечивается благодаря Центру управления. Текстовые стили представляют собой неграфические объекты, которые также хранятся в файле рисунка. Все текстовые стили, кроме Standard, пользователь создает по своему желанию.

- Создание и модификация текстового стиля производится в диалоговом окне Text Style, вызываемом из падающего меню Format ► Text Style... (рис. 5.10).

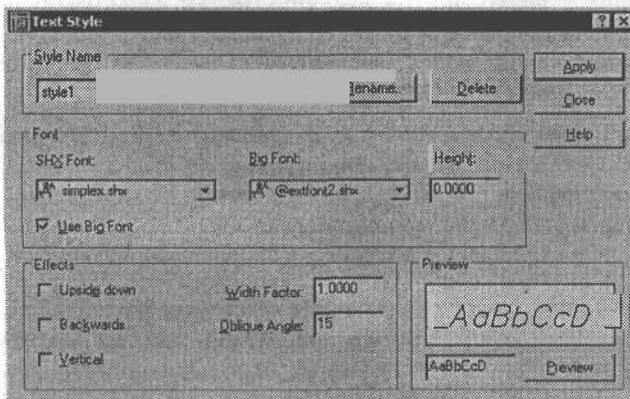
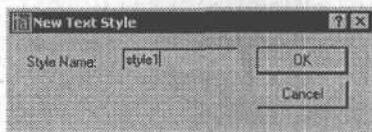


Рис. 5.10. Диалоговое окно текстовых стилей

Для создания нового стиля необходимо щелкнуть мышью по кнопке **New...** — при этом будет загружено диалоговое окно **New Text Style**, показанное на рис. 5.11. Здесь вводится имя создаваемого стиля. Ему присваиваются значения параметров, первоначально заданные в окне **Text Style** и, как правило, нуждающиеся в изменении.



**Рис. 5.11.** Диалоговое окно определения нового стиля

В области **Font** из раскрывающегося списка **Font Name:** следует выбрать подходящий шрифт, определяющий форму текстовых символов (например, *simplex.shx*). В списке присутствуют как откомпилированные **SHX**-шрифты **AutoCAD**, так и системные шрифты **TrueType**. При выборе последних можно дополнительно задать параметры начертания (например, полужирный или курсив). Для изменения имени существующего текстового стиля используется кнопка **Rename...**, нажатие которой выводит на экран соответствующее диалоговое окно **Rename Text Style**.

В области **Effects** доступны следующие опции:

- Upside down** — обеспечивает поворот текста на  $180^\circ$  сверху вниз симметрично горизонтальной оси;
- Backwards** — обеспечивает поворот текста на  $180^\circ$  слева направо симметрично вертикальной оси;
- Vertical** — обеспечивает вертикальное расположение текста, то есть символы выстраиваются один над другим;
- в поле **Width Factor:** устанавливается степень сжатия/растяжения текста, то есть масштабный коэффициент;
- в поле **Oblique Angle:** устанавливается угол наклона символов по отношению к нормали, причем положительным считается угол наклона вправо — по часовой стрелке, а отрицательным — влево, против часовой стрелки. Максимально возможное значение данного параметра —  $85^\circ$ .

Сделанные изменения наглядно представлены в области **Preview**.

Высота текста задается в поле **Height:** и определяет размер знаков используемого шрифта. Если в процессе описания стиля задана фиксированная высота текста, при создании однострочных надписей запрос **Height:** не выводится. Если планируется наносить надписи разной высоты с использованием одного и того же текстового стиля, при его создании следует указать высоту **0**.

Имеется возможность изменять параметры существующих текстовых стилей в диалоговом окне **Text Style**. Изменение типа шрифта или ориентации текста в каком-либо стиле вызывает обновление всех текстовых объектов, использующих его. Изменение высоты символов, коэффициента сжатия или угла наклона не влияет на имеющиеся текстовые объекты и применяется только при создании новых надписей.

## Однострочный текст

Текстовые надписи, добавляемые в рисунок, несут различную информацию. Они могут представлять собой сложные спецификации, элементы основной надписи, заголовки. Кроме того, надписи могут быть полноправными элементами самого рисунка. Сравнительно короткие тексты, не требующие внутреннего форматирования, создаются с помощью команд DTEXT и TEXT и записываются в одну строку. Однострочный текст хорошо подходит для создания заголовков.

**A** Команда DTEXT, формирующая *однострочный текст*, вызывается из падающего меню Draw ► Text ► Single Line Text или щелчком мыши по пиктограмме Single Line Text.

Команда DTEXT предназначена для создания набора строк, расположенных одна под другой. Переход к следующей строке производится нажатием клавиши Enter. Каждая строка представляет собой отдельный объект, который можно перемещать и форматировать.

Запросы команды DTEXT:

Current text style: "Standard" Text height: 2.5000 — текущий текстовый стиль и высота текста;

Specify start point of text or [Justify/Style]: — указать начальную точку текста;

Specify height <default>: — указать высоту текста;

Specify rotation angle of text <0>: — указать угол поворота текста;

Enter text: — ввести текст;

Enter text: — ввести текст;

Enter text: — нажать клавишу Enter для завершения работы команды.

Запрос определения высоты Specify height <default>: появляется только в том случае, если при описании текущего текстового стиля высота была задана равной нулю.

Высоту текста можно установить графическим способом. От точки вставки текста к указателю мыши в виде перекрестья протягивается «резиновая нить».

Если нажать левую кнопку мыши, то высоте будет присвоено значение длины этой нити в момент нажатия.

При вводе символы отображаются на экране, но надпись еще не размещена окончательно. Если в процессе ввода текста указать точку в любой части рисунка, курсор перемещается в нее. После этого можно продолжать вводить текст. Фрагмент текста, набранного после указания точки, представляет собой самостоятельный объект.

Ключи команды DTEXT:

- **Style** — установить текущий стиль;
- **Justify** — установить режим выравнивания текстовой строки с использованием ключей выравнивания. При использовании ключа **Justify** команда DTEXT выдает следующие запросы:

**Current text style: "Standard" Text height: 2.5000** — текущий текстовый стиль и высота текста;

**Specify start point of text or [Justify/Style]: J** — переход в режим выравнивания текстовой строки.

**Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]:**

где:

- Q **Align** формирует вписанный текст, запрашивая его начальную и конечную точки. Высота и ширина каждого символа вычисляются автоматически так, чтобы текст точно вписывался в заданную область. При использовании ключа **Align** команда DTEXT выдает следующие запросы:

**Current text style: "Standard" Text height: 2.5000** — текущий текстовый стиль и высота текста;

**Specify start point of text or [Justify/Style]: J** — переход в режим выравнивания текстовой строки;

**Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: A** — переход в режим формирования вписанного текста;

**Specify first endpoint of text baseline:** — указать первую конечную точку базовой линии текста;

**Specify second endpoint of text baseline:** — указать вторую конечную точку базовой линии текста;

**Enter text:** — ввести текст;

**Enter text:** — ввести текст;

**Enter text:** — нажать клавишу Enter для завершения работы команды.

- Q **Fit** формирует вписанный текст, выровненный по ширине и высоте. Запрашивает начальную и конечную точки текста, а также его высоту. При использовании ключа **Fit** команда DTEXT выдает следующие запросы:

**Current text style: "Standard" Text height: 2.5000** — текущий текстовый стиль и высота текста;

Specify start point of text or [Justify/Style]: J — переход в режим выравнивания текстовой строки;

Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: F — переход в режим формирования текста, вписанного по ширине и высоте;

Specify first endpoint of text baseline: — указать первую конечную точку базовой линии текста;

Specify second endpoint of text baseline: — указать вторую конечную точку базовой линии текста;

Specify height <2.5000>: — указать высоту текста;

Enter text: — ввести текст;

Enter text: — ввести текст;

Enter text: — нажать клавишу Enter для завершения работы команды.

- Center обеспечивает центрирование базовой линии текстовой строки относительно заданной точки. При использовании ключа Center команда DTEXT выдает следующие запросы:

Current text style: "Standard" Text height: 2.5000 — текущий текстовый стиль и высота текста;

Specify start point of text or [Justify/Style]: J — переход в режим выравнивания текстовой строки;

Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: C — переход в режим формирования центрированного текста;

Specify center point of text: — указать центральную точку текста;

Specify height <2.5000>: — указать высоту текста;

Specify rotation angle of text <0>: — указать угол поворота текста;

Enter text: — ввести текст;

Enter text: — ввести текст;

Enter text: — нажать клавишу Enter для завершения работы команды.

- Middle обеспечивает горизонтальное и вертикальное центрирование текстовой строки относительно заданной точки. Различие между данным ключом и ключом MC, о котором пойдет речь ниже, состоит в том, что используется средняя точка между верхом и базовой линией, а середина воображаемой рамки, в которую заключена строка текста. Таким образом, разница видна при наличии символов, достигающих до нижней или верхней базовых линий. При использовании ключа Middle команда DTEXT выдает следующие запросы:

Current text style: "Standard" Text height: 2.5000 – текущий текстовый стиль и высота текста;

Specify start point of text or [Justify/Style]: J – переход в режим выравнивания текстовой строки;

Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: M – переход в режим формирования текста, центрированного по горизонтали и вертикали;

Specify middle point of text: – указать среднюю точку текста;

Specify height <2.5000>: – указать высоту текста;

Specify rotation angle of text <0>: – указать угол поворота текста;

Enter text: – ввести текст;

Enter text: – ввести текст;

Enter text: – нажать клавишу Enter для завершения работы команды.

O Right служит для выравнивания текстовой строки по правому краю. При использовании ключа Right команда DTEXT выдает следующие запросы:

Current text style: "Standard" Text height: 2.5000 – текущий текстовый стиль и высота текста;

Specify start point of text or [Justify/Style]: J – переход в режим выравнивания текстовой строки;

Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: R – переход в режим формирования текстовой строки, выровненной по правому краю;

Specify right endpoint of text baseline: – указать правую конечную точку базовой линии текста;

Specify height <2.5000>: – указать высоту текста;

Specify rotation angle of text <0>: – указать угол поворота текста;

Enter text: – ввести текст;

Enter text: – ввести текст;

Enter text: – нажать клавишу Enter для завершения работы команды.

- TL формирует текстовую строку, выровненную по верхнему и левому краям;
- TC формирует текстовую строку, выровненную по верхнему краю и центрированную по горизонтали;
- TR формирует текстовую строку, выровненную по верхнему и правому краям;

- ML формирует текстовую строку, центрированную по вертикали и выровненную по левому краю;
- MC формирует текстовую строку, центрированную по вертикали и по горизонтали относительно средней точки;
- MR формирует текстовую строку, центрированную по вертикали и выровненную по правому краю;
- VL формирует текстовую строку, выровненную по нижнему и левому краям;
- VC формирует текстовую строку, выровненную по нижнему краю и центрированную по горизонтали;
- VR формирует текстовую строку, выровненную по нижнему и правому краям.



Выполните упражнения Т1–Т7 из раздела 2.

Сформировать динамический текст		Т1
<p><i>Dtext</i> <b>AI</b> <i>Draw</i> → <i>Text</i> → <i>Single Line Text</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Падающее меню</i></p>		
<p>Current text style: Задание" Text height: 5.0000</p> <p>Specify start point of text or [Justify/Style]: 240,40 <i>стартовая точка 1</i></p> <p style="text-align: center;">Specify height &lt;5.0000&gt;: 20 <i>высота текста</i></p> <p>Specify rotation angle of text &lt;0&gt;: 0 <i>угол поворота строки</i></p> <p style="text-align: center;">Enter text: Строка <i>формируемая надпись</i></p> <p style="text-align: center;">Enter text: текста <i>формируемая надпись</i></p> <p style="text-align: center;">Enter text: &lt;Enter&gt;</p>		
<p><b>1. Строка</b> <b>текста</b></p>		

Сформировать вписанный текст		Т2
<p><i>Dtext</i> <b>AI</b></p> <p>Current text style: 'Задание' Text height: 5.0000</p> <p>Specify start point of text or [Justify/Style]: Jus <i>выровненный</i></p> <p>Enter an option</p> <p>[Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/.../BC/BR]: Align <i>вписанный</i></p> <p style="text-align: center;">Specify first endpoint of text baseline: 240,40 <i>точка 1</i></p> <p style="text-align: center;">Specify second endpoint of text baseline: 390,40 <i>точка 2</i></p> <p style="text-align: center;">Enter text: Строка <i>формируемая надпись</i></p> <p style="text-align: center;">Enter text: вписанного текста <i>формируемая надпись</i></p> <p style="text-align: center;">Enter text: &lt;Enter&gt;</p>		
<p><b>1. Строка</b> <b>2. вписанного текста</b></p>		

Сформировать текст, выровненный по центру (T3)

*Dtext* A1

Current text style: "Задание" Text height: 5.0000  
 Specify start point of text or [Justify/Style]: Jus *выровненный*  
 Enter an option  
 [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/.../BC/BR]: Center *по центру*  
 Specify center point of text: 310,40 *точка 1*  
 Specify height <5.0000>: 15 *высота символа*  
 Specify rotation angle of text <0>: 0 *угол поворота строки*  
 Enter text: *Центрированный* *формируемая надпись*  
 Enter text: текст *формируемая надпись*  
 Enter text: <Enter>

Центрированный  
 текст

Сформировать текст, выровненный по ширине (T4)

*Dtext* A1

Current text style: "Задание" Text height: 5.0000  
 Specify start point of text or [Justify/Style]: Jus *выровненный*  
 Enter an option  
 [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/.../BC/BR]: Fit *по ширине*  
 Specify first endpoint of text baseline: 240,40 *точка 1*  
 Specify second endpoint of text baseline: 380,40 *точка 2*  
 Specify height <5.0000>: 10 *высота символа*  
 Enter text: Текст, *формируемая надпись*  
 Enter text: *выровненный по ширине* *формируемая надпись*  
 Enter text: <Enter>

Текст,  
 выровненный по ширине

Сформировать текст, выровненный по середине (T5)

*Dtext* A1

Current text style: "Задание" Text height: 5.0000  
 Specify start point of text or [Justify/Style]: Jus *выровненный*  
 Enter an option  
 [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/.../BC/BR]: Middle *по середине*  
 Specify middle point of text: 310,40 *точка 1*  
 Specify height <5.0000>: 10 *высота символа*  
 Specify rotation angle of text <0>: 0 *угол поворота строки*  
 Enter text: Текст, *формируемая надпись*  
 Enter text: *выровненный по середине* *формируемая надпись*  
 Enter text: <Enter>

Текст,  
 выровненный по середине

**Сформировать текст, выровненный вправо** **T**

*Dtext* **A**

Current text style; 'Задание' Text height: 5.0000  
 Specify start point of text or [Justify/Style]: Jus выровненный  
 Enter an option  
 [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/.../BC/BR]: Right *вправо*  
 Specify middle point of text: 310,40 *точка 1*  
 Specify height <5.0000>: 10 *высота символа*  
 Specify rotation angle of text <0>: 0 *угол поворота строки*  
 Enter text: Текст, *формируемая надпись*  
 Enter text: выровненный вправо *формируемая надпись*  
 Enter text: <Enter>

Текст.<sup>1</sup>  
 выровненный вправо

**Создать наклонный стиль текста** **T7**

*Style* **A** *Падающее меню* *Format* — *Text Style...*

В диалоговом окне Text Style выбрать кнопку **New...**  
 В поле Style Name: указать новое имя стиля  
 В раскрывающемся списке Font Name выбрать: simplex.shx  
 В поле Oblique Angle (Угол наклона) указать: 15 градусов  
 В поле Height (Высота) указать: 0 (*ноль III*)  
 Используя команду *Dtext* **A**, написать свое имя.

Новый стиль

## Многострочный текст

Длинные сложные надписи оформляются как многострочный текст с помощью команды MTEXT. Многострочный текст обычно вписывается в заданную ширину абзаца, но его можно растянуть и на неограниченную длину. В многострочном тексте допускается форматирование отдельных слов и символов.

Многострочный текст состоит из текстовых строк или абзацев, вписанных в указанную пользователем ширину абзаца.

Количество строк не лимитировано. Весь многострочный текст представляет собой единый объект, который можно перемещать, поворачивать, стирать, копировать, зеркально отображать, растягивать и масштабировать.

Возможности редактирования многострочного текста шире, чем однострочного. Например, для многострочных надписей предусмотрены режимы подчеркивания

и надчеркивания выделенных фрагментов; также разрешено указывать для них отдельные шрифты, цвета, высоту символов.

- A** Команда MTEXT, формирующая многострочный текст, вызывается из падающего меню Draw ► Text ► Multiline Text... или щелчком мыши по пиктограмме Multiline Text на панели инструментов Draw.

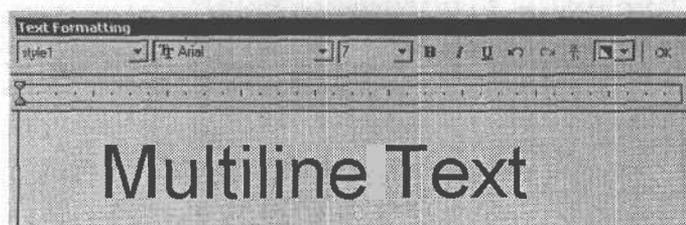
Запросы команды MTEXT:

**Current text style:** "Standard" **Text height:** 10.0000 — текущий текстовый стиль и высота текста;

**Specify first corner:** — указать первый угол окна абзаца;

**Specify opposite corner or [Height/Justify/Line spacing/Rotation/Style/Width] :** — указать противоположный угол окна абзаца.

После указания размеров абзаца загружается редактор многострочного текста, содержащий панель форматирования текста Text Formatting и контекстное меню (рис. 5.12).



**Рис. 5.12.** Редактор многострочного текста

Панель Text Formatting позволяет определить следующие параметры:

- Style** — список текстовых стилей, которые можно применить для многострочного текста. При этом соответственно изменяется исходный формат символов — шрифт, высота и начертание. Выбор стиля не влияет на используемый стиль форматирования отдельных символов (полужирный, курсивный, дробный и т. д.). Если стиль, в котором задано вертикальное начертание, применяется к SHX-шрифту, то в редакторе текст будет выведен горизонтально: Стили, в которых задано обратное или перевернутое начертание символов текста, не применяются. Текущий стиль запоминается в системной переменной TEXTSTYLE;
- Font** — установка шрифта для нового текста или изменение шрифта выделенного фрагмента. Шрифты TrueType упорядочиваются в списке по именам шрифтовых семейств. AutoCAD выводит список шрифтов SHX, упорядоченный по именам соответствующих им файлов;
- Text Height** — установка высоты символов или ее изменение для выделенного фрагмента текста. Высота задается в единицах рисунка, причем для разных символов может быть разной. Если высота символов не определена в выбранном текстовом стиле, ее значение хранится в системной переменной TEXTSIZE;

- P **Bold** — включение и отключение полужирного начертания символов для нового или выделенного текста. Опция доступна только для символов, использующих шрифты TrueType;
- **Italic** — включение и отключение курсивного начертания для нового или выделенного текста. Опция доступна только для символов, использующих шрифты TrueType;
- P **Underline** — включение и отключение подчеркивания для нового или выделенного текста;
- **Undo** — отмена последней операции редактирования;
- P **Redo** — повторение последней операции редактирования;
- P **Stack** — создание дробного текста. Для этого необходимо выделить фрагмент текста, содержащий специальные символы: крышку ^, обычную косую черту / или решетку #. Тексты, содержащие символ ^, преобразуются в выровненные по левому краю значения допусков; содержащие символ / — в выровненные по центру дроби с горизонтальным разделителем, длина которого соответствует длине наибольшей из выводимых друг над другом строк; включающие символ I — в числовые дроби с диагональным разделителем, длина которого зависит от высоты обеих разделяемых строк; текст над диагональной чертой выравнивается вниз и вправо, под чертой — вверх и влево. Если был выделен дробный текст, нажатие кнопки Stack превращает его в обычный. При преобразовании обычного текста в дробный фрагмент, расположенный слева от специальных символов, выводится над частью, расположенной справа от них;
- P **Color** — назначение цвета нового текста или изменение цвета выделенного фрагмента. Можно присваивать тексту цвет **ByLayer**, заданный для слоя, на котором он расположен, или цвет блока, в который он входит, — **ByBlock**, а также задать любой из цветов, перечисленных в списке;
- P **OK (Ctrl+Enter)** — сохранение сделанных изменений и выход из редактора. Тот же результат можно получить, щелкнув мышью по рисунку вне окна редактора. Для завершения работы без сохранения изменений следует нажать клавишу Esc.

Контекстное меню, которое включено в редактор многострочного текста, содержит пункты, используемые при редактировании как обычного, так и многострочного текста. Меню вызывается щелчком правой кнопкой мыши в окне редактора. Пять пунктов, расположенных в верхней части, — **Undo**, **Redo**, **Cut**, **Copy** и **Paste**, — предназначены для редактирования текстов любого типа. Следующие команды доступны только в редакторе многострочного текста:

- P **Indents and Tabs...** — загружает диалоговое окно **Indents and Tabs**, показанное на рис. 5.13. Там задаются отступы первой строки, абзаца и позиции табуляции. Значения отступа первой строки и всего абзаца могут различаться;
- P **Set Mtext Width** — этот пункт находится в отдельном меню, вызываемом щелчком правой кнопкой мыши по линейке в верхней части окна. При этом загружается диалоговое окно установки ширины **Set Mtext Width**, показанное на рис. 5.14. Ширина измеряется в единицах рисунка;

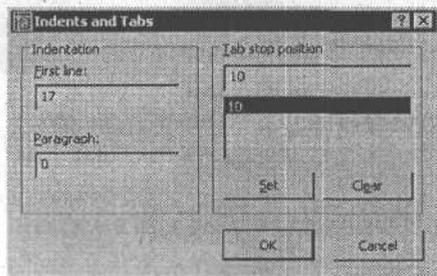


Рис. 5.13. Диалоговое окно отступов и табуляции

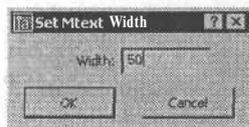


Рис. 5.14. Диалоговое окно установки ширины

- Justification** — выбор типа выравнивания для многострочного текста. По умолчанию используется вариант Top Left. При выравнивании абзаца и разбиении его на строки учитываются все пробелы. В горизонтальном направлении текст может центрироваться либо выравниваться влево/вправо. По вертикали текст может выравниваться по середине, вверх или вниз. Доступны следующие варианты:
  - Top Left — вверх влево;
  - Middle Left — середина влево;
  - Bottom Left — вниз влево;
  - Top Center — вверх по центру;
  - Middle Center — середина по центру;
  - Bottom Center — вниз по центру;
  - Top Right — вверх вправо;
  - Middle Right — середина вправо;
  - Bottom Right — вниз вправо;
- Find and Replace...** — загрузка диалогового окна Replace, где осуществляются поиск фрагментов текста и замена их новыми;
- Select All** — выделение всего текста в окне редактора;
- Change Case** — изменение регистра выбранного текста. Раскрывает подменю, содержащее два пункта: UPPERCASE Ctrl+Shift+U и lowercase Ctrl+Shift+L;
- AutoCAPS** — преобразование вводимого и импортируемого текста в верхний регистр. Функция не влияет на уже набранный в редакторе текст. Для изменения регистра имеющегося текста следует выделить нужный фрагмент, щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать из контекстного меню пункт Change Case;

- ❑ Remove Formatting — отмена полужирного и курсивного начертаний, а также подчеркивания выделенного текста;
- ❑ Combine Paragraphs — слияние выбранных абзацев в один. При этом каждый знак абзаца автоматически заменяется пробелом;
- ❑ Symbol — вставка выбранного в списке символа или неразрывного пробела в текущей позиции курсора. После выбора опции Other... выводится таблица символов, в которой представлен весь набор символов текущего шрифта. Для вставки нужно последовательно выделить один или несколько символов, нажать кнопку выбора, а затем — копирования; при этом отмеченные символы копируются в буфер обмена. Далее необходимо в редакторе многострочного текста выбрать из контекстного меню пункт Paste. Следует учесть, что символ диаметра отображается как %%C, но после вставки в рисунок этот и другие специальные символы отображаются корректно;
- ❑ Import Text... — вызов диалогового окна Select file. Для импорта следует выбрать файл в формате ASCII или RTF. Импортированный текст сохраняет исходные форматирование и свойства, заданные стилем, однако его можно отредактировать и переформатировать. Объем файла с импортируемым текстом не должен превышать 32 Кбайт;
- ❑ Background Mask... — вызов диалогового окна Background Mask...;
- ❑ Help — переход к описанию команды MTEXT в справочной системе.

Допускается изменение свойств только выделенной части текста. Символ можно выбрать одним щелчком мыши, слово — двойным щелчком, абзац — тройным.

*Дробные тексты* представляют собой фрагменты текста одной строки, расположенные на разных уровнях относительно базовой линии строки, и служат для записи натуральных дробей, предельных отклонений размеров и т. д. Для указания места разбиения текста используются специальные символы:

- ❑ *косая черта (/)* — для создания двухуровневого текста в виде обыкновенной дроби, числитель и знаменатель которой располагаются друг над другом и разделяются горизонтальной чертой;
- ❑ *решетка (#)* — для создания двухуровневого текста в виде обыкновенной дроби, числитель и знаменатель которой располагаются по диагонали и разделяются косой чертой;
- ❑ *крышка (^)* — при создании двухуровневого текста для записи предельных отклонений, элементы которого располагаются один над другим без разделительной черты.

Например, если после 1#3 ввести какой-либо нецифровой символ или пробел, средство автоформатирования разместит эти цифры в виде дроби с косой чертой. Кроме того, можно автоматически удалять незначимые пробелы перед целой и дробной частями числа.

Средство автоформатирования преобразует числа в дробный текст только в том случае, если между цифрами и символом-разделителем (косой чертой, решеткой

или крышкой) нет пробелов. Для преобразования в дробный вид произвольного фрагмента, содержащего символ-разделитель, этот фрагмент следует выделить, а затем нажать кнопку Stack на панели Text Formatting.

При редактировании дробного текста можно изменять содержимое верхнего и нижнего элементов текста по отдельности, применять стандартные параметры или сохранять текущие значения параметров в качестве стандартных.

Допускается вставка текста из другого приложения Windows в рисунок AutoCAD, при этом связь с приложением не теряется. Можно либо импортировать текст, либо захватить и отбуксировать в окно AutoCAD пиктограмму текстового файла из Проводника Windows.

Импорт ASCII- и RTF-файлов, созданных в других приложениях, значительно ускоряет работу с рисунками, где используются однотипные надписи. Например, можно создать текстовый файл со стандартными примечаниями для включения в рисунок и вместо того, чтобы каждый раз вводить их с клавиатуры, выполнять импорт из файла. Импортированный текст становится текстовым объектом AutoCAD; его можно редактировать так же, как и созданные в самой программе AutoCAD надписи. Исходное форматирование текста сохраняется.

## Блок

---

*Блоком* называется совокупность связанных объектов рисунка, обрабатываемых как единый объект. Формирование часто используемых объектов может быть произведено всего один раз. Затем они объединяются в блок и при построении чертежа выполняют роль «строительных материалов». Применяя блоки, легко создавать фрагменты чертежей, которые будут неоднократно требоваться в работе. Блоки можно вставлять в рисунок с масштабированием и поворотом, расчленять их на составляющие объекты и редактировать, а также изменять описание блока. В последнем случае AutoCAD обновляет все существующие вхождения блока и применяет новое описание ко вновь вставляемым блокам.

Применение блоков упрощает процесс рисования. Их можно использовать, например, в следующих целях:

- для создания стандартной библиотеки часто используемых символов, узлов и деталей. После этого можно неограниченное число раз вставлять готовые блоки, вместо того чтобы каждый раз отрисовывать все их элементы;
- для быстрого и эффективного редактирования рисунков путем вставки, перемещения и копирования целых блоков, а не отдельных геометрических объектов;
- В для экономии дискового пространства путем адресации всех вхождений одного блока к одному и тому же описанию блока в базе данных рисунка.

Блок может содержать любое количество графических примитивов любого типа, а воспринимается AutoCAD как один графический примитив наравне с отрезком, окружностью и т. д.

Блок может состоять из примитивов, созданных на разных слоях, разного цвета, с разными типами и весами линий. Все эти свойства примитивов сохраняются при объединении их в блок и при вставке блока в рисунок. Однако необходимо учесть следующее:

- ❑ примитивы блока, созданные в специальном слое с именем 0, свойства которых определены как `ByLayer`, при вставке генерируются в текущем слое, наследуя его свойства;
- ❑ примитивы блока, свойства которых определены как `ByBlock`, наследуют текущие значения;
- ❑ свойства примитивов, заданные явно, сохраняются независимо от текущих значений свойств.

Один блок может включать в себя другие. Если внутренний блок содержит примитивы, созданные в слое 0 или характеризующиеся цветом и типом линии `ByBlock`, то эти примитивы «всплывают» вверх сквозь вложенную структуру блоков до тех пор, пока не попадут в блок с фиксированным слоем, цветом или типом линии, иначе они генерируются в слое 0.

Блоку может быть присвоено *имя*. AutoCAD создает блоки без имени (*анонимные*), например, для ассоциативных размеров, то есть для примитивов, к которым не обеспечен прямой доступ пользователя.

Применение блоков позволяет значительно сэкономить память. При каждой новой вставке блока в рисунок AutoCAD добавляет к Имеющейся информации лишь данные о месте вставки, масштабных коэффициентах и угле поворота.

С каждым блоком можно связать *атрибуты*, то есть текстовую информацию, которую разрешается изменять в процессе вставки блока в рисунок и которая может изображаться на экране или оставаться невидимой.

При вставке блока на рисунке появляется так называемое *вхождение блока*. Во время каждой вставки блока задаются масштабные коэффициенты и угол его поворота. Масштабные коэффициенты по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  могут быть различными.

Использование блоков в AutoCAD значительно упрощает создание, редактирование и сортировку объектов рисунка и связанной с ними информации.

---

## Создание блока

Описание блока можно создать, сгруппировав объекты в текущем рисунке, или же сохранить блок в отдельном файле. При создании описания блока задается базовая точка и выбираются объекты, входящие в блок. Кроме того, необходимо указать, что происходит с исходными объектами: остаются ли они, удаляются или преобразуются в блок в текущем рисунке. Можно также ввести текстовое описание и задать пиктограмму для обозначения блока в Центре управления AutoCAD. Описания блоков представляют собой неграфические объекты, которые, наряду с другими символами, хранятся в файле рисунка.

Следует помнить, что имена DIRECT, LIGHT, AVE\_RENDER, RM\_SDB, SH\_SPOT и OVERHEAD не могут быть использованы в качестве имен блоков.

Команда BLOCK формирует блок для использования его только в текущем рисунке. Она вызывается из падающего меню Draw ► Block ► Make... или щелчком мыши по пиктограмме Make Block на панели инструментов Draw. В результате открывается диалоговое окно Block Definition (рис. 5.15).

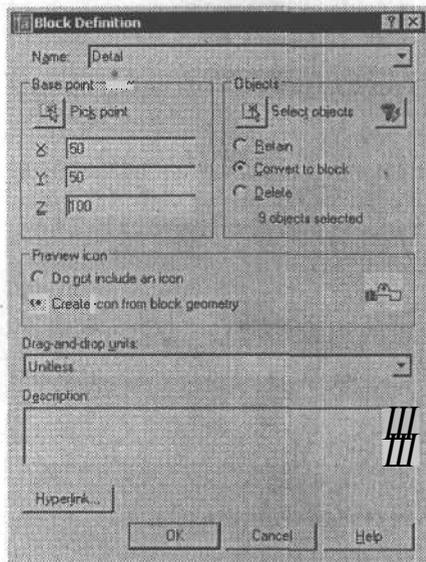


Рис. 5.15. Диалоговое окно описания блока

При создании описания блока в диалоговом окне Block Definition следует:

- в поле Name: ввести уникальное имя создаваемого блока;
- в области Objects нажать кнопку Select objects и выделить мышью объекты, входящие в блок. При этом диалоговое окно временно закрывается. По окончании выделения необходимо нажать клавишу Enter, и диалоговое окно откроется снова. Воспользовавшись кнопкой быстрого выбора QuickSelect, можно применять фильтры для выбора объектов;
- в области Objects задать способ обработки выбранных объектов после создания описания блока:
  - Retain — выбранные объекты остаются в текущем рисунке в их исходном состоянии;
  - Convert to block — выбранные объекты заменяются вхождением блока;
  - Delete — после создания описания блока выбранные объекты удаляются;
- в области Base point задать координаты базовой точки вставки или нажать кнопку Pick point для выбора базовой точки с помощью мыши;

- в поле Description ввести текстовые пояснения для облегчения идентификации и поиска блока впоследствии;
- в области Preview icon указать, требуется ли создание пиктограммы для описания блока:
  - Do not include an icon — изображение, используемое для предварительного просмотра блока, не создается;
  - Create icon from block geometry — изображение, используемое для предварительного просмотра блока, сохраняется с описанием блока.

Описание блока сохраняется в текущем рисунке.

Для получения блоков, которыми можно воспользоваться при создании любых чертежей в AutoCAD, применяется команда WBLOCK. Она позволяет загрузить диалоговое окно записи блока на диск Write Block (рис. 5.16), где доступны следующие настройки:

- Block: — указание блока, сохраняемого в отдельном файле;
- Entire drawing — блоком становится весь рисунок;
- Objects — указание объекта, сохраняемого в отдельном файле;
- кнопка Pick point в области Base point — указание базовой точки на рисунке;
- кнопка Select objects в области Objects — выбор объектов в файл блока;
- ввод имени нового файла. Если выбран блок, то команда WBLOCK автоматически использует его имя для нового файла;
- список Insert units: — выбор единиц вставки, используемых в Центре управления AutoCAD.

Описание блока сохраняется в отдельном рисунке.

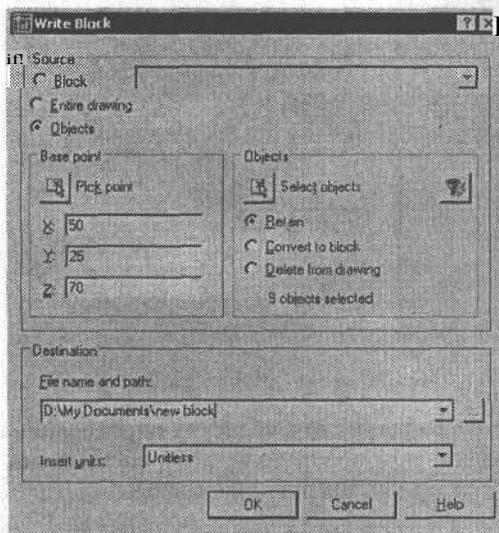
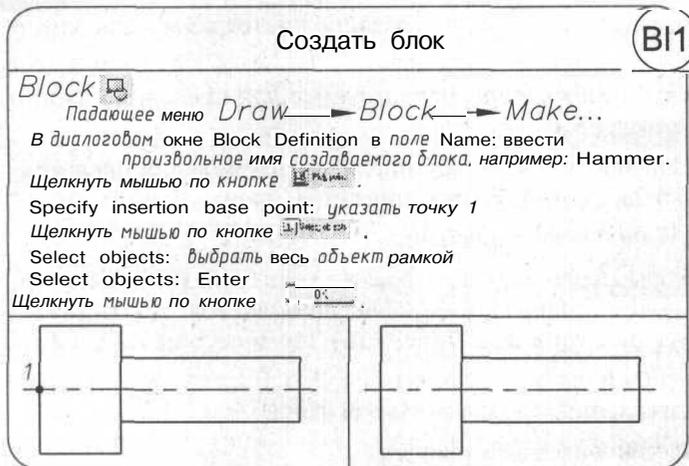


Рис. 5.16. Диалоговое окно записи блока на диск



Выполните упражнение В1 из раздела 3.



### Вставка блока

Команда INSERT осуществляет *вставку* в текущий чертеж предварительно определенных блоков или существующих файлов рисунков в качестве блока.

Команда INSERT вызывается из падающего меню Insert ► Block... или щелчком мыши по пиктограмме Insert на панели инструментов Draw. При этом загружается диалоговое окно Insert (рис. 5.17).

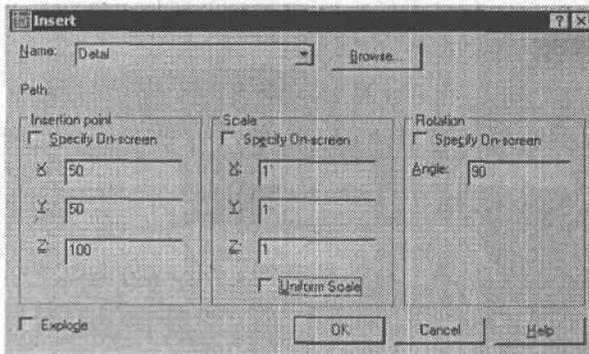


Рис. 5.17. Диалоговое окно вставки блока

Имя вставляемого блока указывается в поле Name. Если в областях определения точки вставки Insertion point, масштаба Scale и угла поворота Rotation поставлены флажки Specify On-screen, то команда INSERT выдает следующие запросы:

Specify insertion point or [Scale/X/Y/Z/Rotate/Pscale/PX/PY/PZ/PRotate] : — указать точку вставки блока;

Enter X scale factor, specify opposite corner, or [Corner/XYZ] <1>: — ввести масштаб по оси X;

Enter Y scale factor <use X scale factor>: — ввести масштаб по оси Y;

Specify rotation angle <0>: — ввести угол поворота.

Следует учесть, что при указании коэффициента масштабирования может быть задано число или точка. Заданная точка вместе с точкой вставки определяют углы масштабного прямоугольника, таким образом определяя одновременно масштаб по осям X и Y. Если ввести ключ Corner, будет выдан запрос Other corner: на ввод точки противоположной точке вставки угла масштабного прямоугольника. При указании коэффициента масштабирования по оси Y по умолчанию принимается значение, равное масштабу по оси X. Если коэффициент масштабирования задан со знаком «минус», то осуществляется зеркальное отображение. При указании угла поворота точка включения является центром поворота. Если для установки угла поворота вводится точка, AutoCAD измеряет угол наклона линии от точки вставки до этой точки и использует его в качестве угла поворота. Чтобы угол поворота был кратен 90°, следует включить режим ORTHO.

При вставке одного рисунка в другой AutoCAD обрабатывает вставленный рисунок так же, как и обычное вхождение блока.



Выполните упражнение In1 из раздела 3.

**Вставить блок в чертеж**

In1

**Insert**

Падающее меню *Insert* → *Block...*

В диалоговом окне Insert в поле Name: ввести имя вызываемого блока, которое можно указать из раскрывающегося списка, например: Detail, или Tree, или Car и щелкнуть мышью по кнопке

Specify insertion point or [Scale/X/Y/Z/Rotate/PScale/ /PX/PY/PZ/PRotate]: указать точку вставки блока

Команда EXPLODE *разбивает* блок на составляющие его объекты.

Команда EXPLODE вызывается из падающего меню Modify ► Explode или щелчком мыши по пиктограмме Explode на панели инструментов Modify.

При включении блока в чертеж AutoCAD обрабатывает его как графический примитив. Для обеспечения работы с его отдельными составляющими блок необхо-

можно разбить или «взорвать». Это можно сделать и в момент вставки его в рисунок, поставив в диалоговом окне Insert флажок Explode.

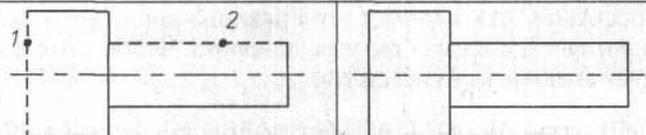


Выполните упражнение Ер1 из раздела 3.

**Взорвать (расчлнить) блок** Ер1

**Erase** *попробуйте удалить один из выделенных*  
Select objects: *отрезков (указание 1 или 2).*  
*Удаляется весь объект? Так и должно быть, поскольку вы пытаетесь*  
*редактировать объект, являющийся блоком. Чтобы работать*  
*с элементами блока, его необходимо взорвать.*  
*Восстановите удаленный блок.*

**Explode** *Падающее меню* **Modify** → **Explode**  
Select objects: *указать блок в любой точке контура*  
Select objects: **Enter**  
Повторить команду удаления выделенных отрезков.



## ГЛАВА 6

# Команды оформления чертежей

- Штриховка
- Простановка размеров
- Управление размерными стилями

## Штриховка

*Штрихование* — это заполнение указанной области по определенному образцу.

Команда **ВНАТЧН**, формирующая ассоциативную штриховку, вызывается из падающего меню **Draw** ► **Hatch...** или щелчком мыши по пиктограмме **Hatch** на панели инструментов **Draw**. При обращении к команде **ВНАТЧН** загружается диалоговое окно **Boundary Hatch and Fill**, показанное на рис. 6.1.

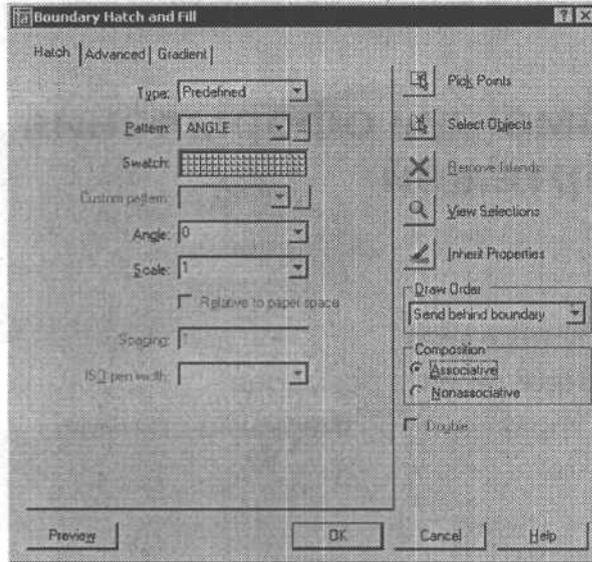


Рис. 6.1. Диалоговое окно штриховки

Команда **ВНАТЧН** позволяет наносить не только ассоциативную, но и неассоциативную штриховку. Ассоциативность здесь означает, что при изменении границ контура изменяется и штриховка. Неассоциативная штриховка не зависит от контура границы. Определение контура в команде **ВНАТЧН** производится автоматически на основании указания точки, принадлежащей штрихуемой области. Все объекты, полностью или частично попадающие в область штриховки и не являющиеся ее контуром, игнорируются и не влияют на процесс штриховки. В некоторых случаях контур содержит выступающие края и островки, которые можно либо штриховать, либо пропускать. *Островками* называются замкнутые области, расположенные внутри области штрихования.

Команда **ВНАТЧН** позволяет штриховать область, ограниченную замкнутой кривой, как путем простого указания внутри контура, так и путем выбора объектов. При этом контур определяется автоматически, а любые целые примитивы и их составляющие, которые не являются частью контура, игнорируются.

В поставку AutoCAD входит более 50 образцов штриховки, удовлетворяющих промышленным стандартам и служащих для обозначения различных компонен-

тов объектов или графического представления различных материалов. В программе имеется 14 образцов штриховки, удовлетворяющих стандартам ISO (Международной организации по стандартизации). Для штриховки по стандарту ISO можно задать ширину пера, которая определяет вес линии образца. Помимо образцов, поставляемых с AutoCAD, можно использовать образцы из внешних библиотек.

Выбор образца штриховки осуществляется в области Pattern: Удобно пользоваться как раскрывающимся списком, так и диалоговым окном Hatch Pattern Palette, показанным на рис. 6.2, — там содержатся пиктограммы с графическими образцами различных штриховок. Для выбора образца штриховки достаточно указать его изображение.

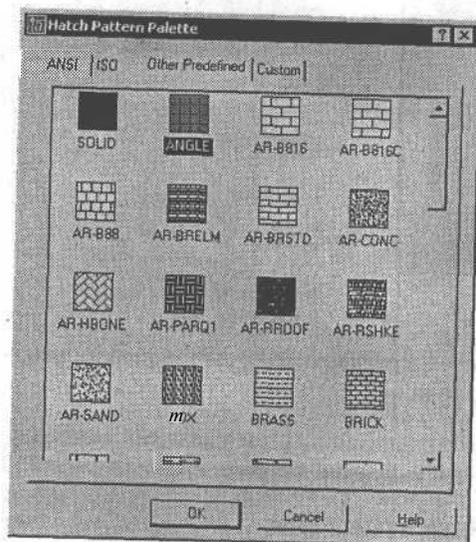


Рис. 6.2. Диалоговое окно с образцами штриховки

Для использования стандартных образцов штриховок необходимо в области Type: выбрать из раскрывающегося списка пункт Predefined. Имя образца штриховки запоминается в системной переменной HPNAME. Текстовые поля Scale: и Angle: позволяют задать масштабный коэффициент и угол наклона для выбранного образца штриховки. При этом введенные параметры запоминаются в системных переменных HPSCALE и HPANG.

Чтобы использовать пользовательский образец штриховки, надо в области Type: выбрать из раскрывающегося списка пункт User defined. При этом следует задать угол наклона в поле Angle:, расстояние между линиями штриховки — в поле Spacing: — ли необходимо, поставить флажок Double для отрисовки дополнительных линий под углом 90° к основным линиям штриховки.

В закладке Gradient диалогового окна Boundary Hatch and Fill, показанного на рис. 6.3, представляются параметры градиентной заливки, которая может состоять из

оттенков одного цвета или представлять собой плавный переход из одного цвета в другой.

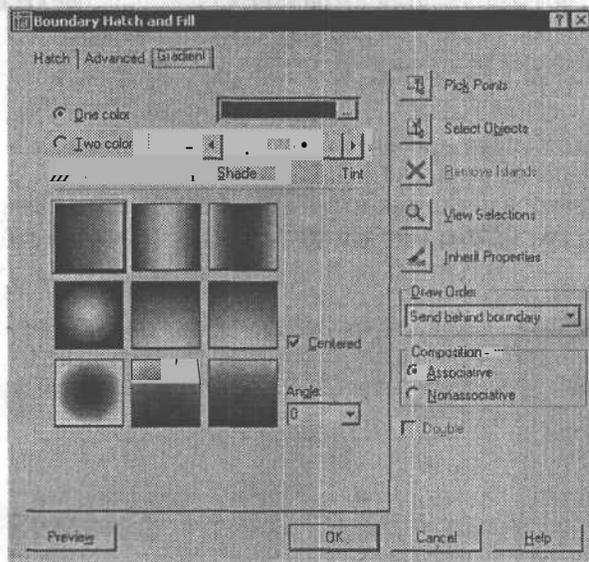


Рис. 6.3. Диалоговое окно градиентной заливки

Ассоциативность штриховки устанавливается в области Composition выбором одного из параметров: Associative или Nonassociative.

Для автоматического определения контура штриховки путем указания точек необходимо нажать кнопку Pick Points. При этом выдается запрос:

Select internal point: — указать внутреннюю точку;

Selecting everything... — осуществляется выбор всех объектов;

Selecting everything visible... — осуществляется выбор всех видимых объектов;

Analyzing the selected data... — осуществляется анализ выбранных данных;

Analyzing internal islands... — осуществляется анализ внутренних островков;

Select internal point: — указать внутреннюю точку;

Analyzing internal islands... — осуществляется анализ внутренних островков;

Select internal point: — нажать клавишу Enter по завершении выбора штрихуемой области.

При определении нескольких контуров штриховки необходимо выбрать несколько внутренних точек, а затем нажать клавишу Enter.

Если AutoCAD определяет, что контур не замкнут или точка находится вне контура, то на экране появляется диалоговое окно Boundary Definition Error с сообщением об ошибке.

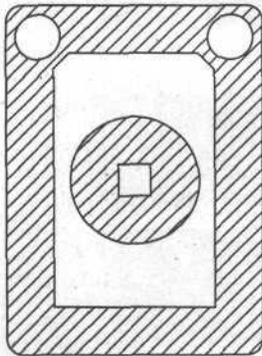
Для выбора любым стандартным способом объектов в качестве контура штриховки необходимо нажать кнопку Select objects.

Контур штриховки могут представлять собой любую комбинацию отрезков, дуг, окружностей, двумерных полилиний, эллипсов, сплайнов, блоков и видовых экранов пространства листа. Каждый из компонентов контура должен хотя бы частично находиться в текущем виде. По умолчанию AutoCAD определяет контуры путем анализа всех замкнутых объектов рисунка.

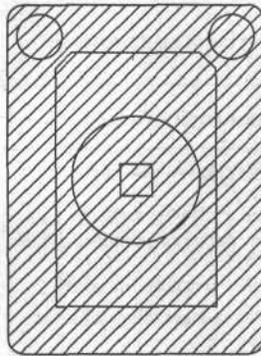
Когда штрихование производится стилем Normal, островки остаются незаштрихованными, а вложенные островки штрихуются, как показано на рис. 6.4. При этом штрихование производится вовнутрь, начиная от внешнего контура.

Если обнаружено внутреннее пересечение, штрихование прекращается, а на следующем пересечении возобновляется. Таким образом, данный стиль задает штрихование областей, отделенных от внешней части нечетным числом замкнутых контуров; области, отделенные четным числом контуров, не штрихуются.

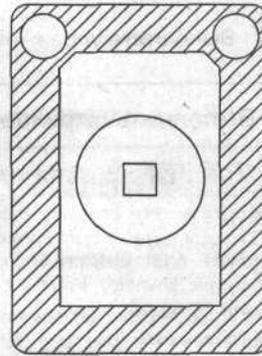
При использовании игнорирующего Ignore и внешнего стиля Outer штриховка аналогичного контура выглядит иначе (рис. 6.5, 6.6). Стиль Ignore задает штрихование всей области, ограниченной внешним контуром, без учета вложенных контуров. При использовании стиля Outer штрихование производится от внешнего контура и окончательно прекращается при первом обнаруженном пересечении.



**Рис. 6.4.** Пример контура, заштрихованного стилем Normal



**Рис. 6.5.** Пример контура, заштрихованного стилем Ignore



**Рис. 6.6.** Пример контура, заштрихованного стилем Outer

Стили Normal, Ignore и Outer устанавливаются в области Island detection style на вкладке Advanced диалогового окна Boundary Hatch (рис. 6.7).

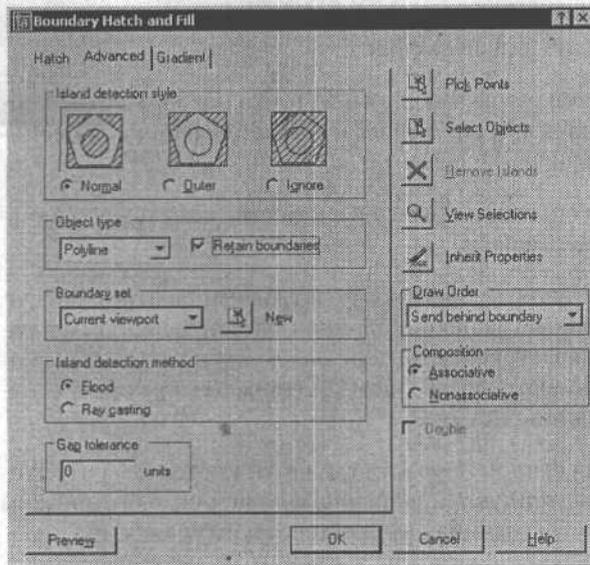


Рис. 6.7. Диалоговое окно определения стилей штриховки

Если на пути линии штриховки встречаются текст, атрибут, форма, полоса или закрашенная фигура и данный объект входит в набор контуров, AutoCAD не наносит на него штриховку. В результате, например, читаемость текста, размещенного внутри заштрихованного контура, не ухудшается. Если же перечисленные объекты также нужно заштриховывать, следует воспользоваться стилем Ignore.

Выбор образца штриховки можно осуществить в окне инструментальной палитры (см. рис. 1.28), перетащив образец штриховки на заданный контур.



Выполните упражнения Н1 и Н2 из раздела 2.

**Выполнить штриховку замкнутой области** Н1

**Hatch** Падающее меню Draw → Hatch...

В диалоговом окне Boundary Hatch в поле Pattern: выбрать .

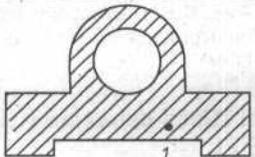
В диалоговом окне Hatch Pattern Palette выбрать закладку ANSI.

В закладке ANSI выбрать шаблон ANSI31.

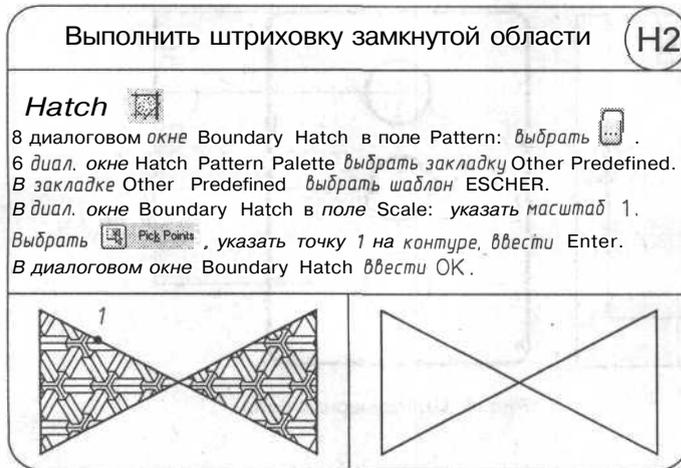
В диал. окне Boundary Hatch в поле Scale: указать масштаб 2.

Выбрать , указать точку I внутри контура, ввести Enter.

в диалоговом окне Boundary Hatch ввести OK.





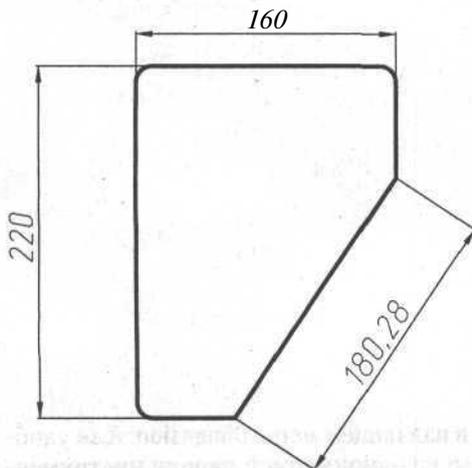
## Простановка размеров

*Размеры* показывают геометрические величины объектов, расстояния и углы между ними, координаты отдельных точек.

В AutoCAD используется 11 видов размеров, которые можно разделить на три основных типа: *линейные* (рис. 6.8–6.10), *радиальные* (рис. 6.11) и *угловые* (рис. 6.12).

Линейные размеры делятся на *горизонтальные*, *вертикальные* и *параллельные*, *повернутые*, *ординатные*, *базовые* и *размерные цепи*.

Ниже будут приведены простые примеры их нанесения.



**Рис. 6.8.** Горизонтальный, вертикальный и параллельный размеры

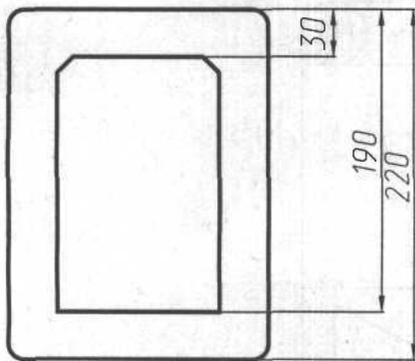


Рис. 6.9. Базовые размеры

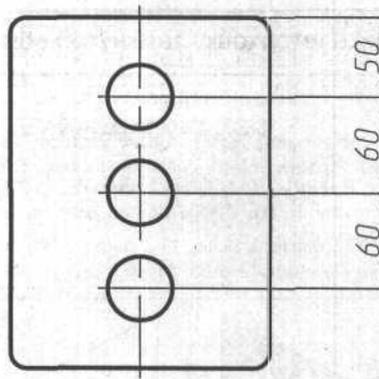


Рис. 6.10. Размерные цепи

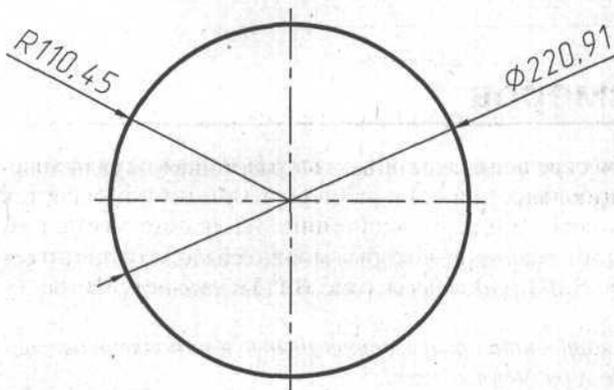


Рис. 6.11. Радиальные размеры

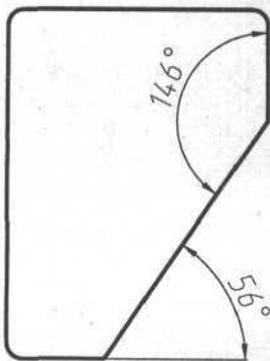


Рис. 6.12. Угловые размеры

Команды простановки размеров находятся в падающем меню Dimension. Для удобства можно воспользоваться пиктограммами на одноименной панели инструментов (рис. 6.13).

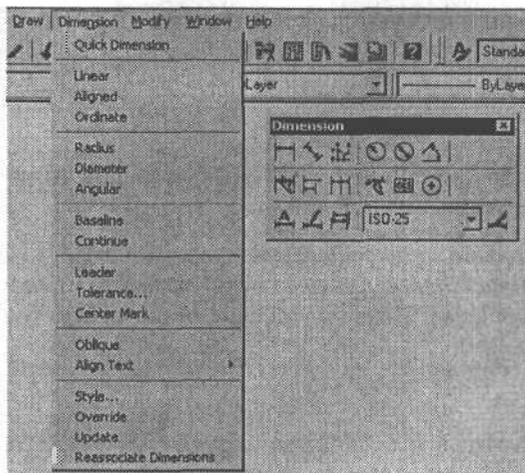


Рис. 6.13. Падающее меню и панель инструментов Dimension

В изображении размеров входят следующие составные элементы:

- *размерная линия* — линия со стрелками на концах, выполненная параллельно соответствующему измерению. Как правило, размерные линии помещаются между выносными. Если на короткой размерной линии не хватает места, размерные стрелки или текст размещаются снаружи в зависимости от настроек размерного стиля. Для угловых размеров размерной линией является дуга;
- *размерные стрелки* — стрелки, засечки или произвольный маркер, определяемый как блок, для обозначения концов размерной линии;
- *выносные линии* проводятся от объекта к размерной линии. Могут быть построены перпендикулярно ей или быть наклонными. Формируются только для линейных и угловых размеров (используются, если размерная линия находится вне образмериваемого объекта);
- *размерный текст* — текстовая строка, содержащая величину размера и другую информацию (например, обозначения диаметра, радиуса, допуска). Это необязательный элемент, то есть его вывод на рисунок можно подавить. Есть возможность принять размер, автоматически вычисленный AutoCAD, или заменить его другим текстом. Если принимается текст по умолчанию, к нему можно автоматически добавить допуски и ввести префикс и суффикс;
- *выноски* используются, если размерный текст невозможно расположить рядом с объектом;
- *маркер центра* — небольшой крестик, отмечающий центр окружности или дуги;
- *осевые линии* — линии с разрывом (штрихпунктирные), пересекающиеся в центре окружности или дуги и делящие ее на квадранты.

Все линии, стрелки, дуги и элементы текста, составляющие размер, будут рассматриваться как один размерный примитив, если установлен режим ассоциативного

образмеривания. Ассоциативные размеры изменяются в соответствии с изменением элементов, которые образмериваются.

## Линейные размеры

AutoCAD обеспечивает несколько видов простановки линейных размеров, отличающихся углом, под которым проводится размерная линия.

 Команда DIMLINEAR позволяет создавать *горизонтальный, вертикальный* или *повернутый* размеры. Команда вызывается из падающего меню Dimension ► Linear или щелчком мыши по пиктограмме Linear Dimension на панели инструментов Dimension.

Запросы команды DIMLINEAR:

Specify first extension line origin or <select object>: — указать начало первой выносной линии;

Specify second extension line origin: — указать начало второй выносной линии;

Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated] : — указать положение размерной линии;

Dimension text = измеренное значение.

Если на первый запрос нажать клавишу Enter, команда DIMLINEAR выдает следующие запросы:

Specify first extension line origin or <select object>: — нажать клавишу Enter для указания объекта;

Select object to dimension: — выбрать объект для нанесения размера;

Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated] : — указать положение размерной линии;

Dimension text = измеренное значение.

Ключи команды DIMLINEAR:

Mtext — позволяет редактировать размерный текст в редакторе многострочного текста. Можно полностью изменить текст или сохранить измеренное значение с помощью угловых скобок о и при необходимости добавить любой текст до и после скобок;

Text — позволяет редактировать размерный текст. При этом выдается запрос:

Enter dimension text <измеренное значение>: — ввести необходимую текстовую строку.

Angle — позволяет задать угол поворота размерного текста. При этом выдается запрос:

Specify angle of dimension text: – указать угол поворота размерного текста.

- Horizontal** – определяет горизонтальную ориентацию размера, отмеряет расстояние между двумя точками по оси X;
- Vertical** – определяет вертикальную ориентацию размера, отмеряет расстояние между двумя точками по оси Y;
- Rotated** – осуществляет поворот размерной и выносных линий, отмеряет расстояние между двумя точками вдоль заданного направления в текущей ПСК. При этом выдается запрос:

Specify angle of dimension line <0>: – указать угол поворота размерной линии.

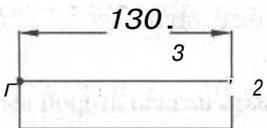
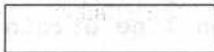


Выполните упражнения R1–R3 из раздела 2.

Проставить горизонтальный размер R1

*Dim/in ear* Падающее меню *Dimension - Linear*

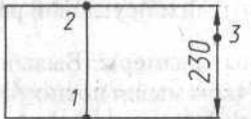
Specify first extension line origin or <select object>: *указать точку 1*  
 Specify second extension line origin: *указать точку 2*  
 Specify dimension line location or  
 [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: *указать точку 3*  
 Dimension text = 130

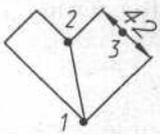
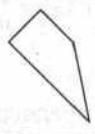



Проставить вертикальный размер с изменением размерного текста R2

*Dimlinear* Падающее меню *Dimension - Linear*

Specify first extension line origin or <select object>: *указать точку /*  
 Specify second extension line origin: *указать точку 2*  
 Specify dimension line location or  
 [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: *Т режим текста*  
 Enter dimension text <70>: *230 ввести размерный текст*  
 Specify dimension line location or  
 [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: *указать точку 3*  
 Dimension text = 70




Проставить повернутый размер		R3
<b>Dimlinear</b> 	Падающее меню Dimension $\rightarrow$ Linear	
Specify first extension line origin or <select object>:	указать точку 1	
Specify second extension line origin:	указать точку 2	
Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:	R повернутый	
Specify angle of dimension line <0>:	135 угол поворота	
Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:	указать точку 3	
Dimension text =	42	
		

### Параллельный размер

- С помощью команды DIMALIGNED создается размер, параллельный измеряемой линии объекта; это позволяет выровнять размерную линию по объекту. Размер создается подобно горизонтальному, вертикальному и повернутому. Команда вызывается из падающего меню Dimension  $\rightarrow$  Aligned или щелчком мыши по пиктограмме Aligned Dimension на панели инструментов Dimension.

Запросы команды DIMALIGNED:

Specify first extension line origin or <select. object>: — указать начало первой выносной линии;

Specify second extension line origin: — указать начало второй выносной линии;

Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: — указать положение размерной линии;

Dimension text = измеренное значение.

### Базовые размеры

Базовые размеры и размерные цепи представляют собой последовательность линейных размеров. *Базовые размеры* — это последовательность размеров, отсчитываемых от одной базовой линии. У *размерных цепей* начало каждого размера совпадает с концом предыдущего. Перед построением базового размера или цепи на объекте должен быть проставлен хотя бы один линейный, ординатный или угловой размер.

- Команда DIMBASELINE позволяет создавать базовые размеры. Вызывается она из падающего меню Dimension  $\rightarrow$  Baseline или щелчком мыши по пиктограмме Baseline Dimension на панели инструментов Dimension.

Запросы команды DIMBASELINE:

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: — указать начало второй выносной линии;

Dimension text = измеренное значение;

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: — указать начало следующей выносной линии;

Dimension text = измеренное значение;

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: — указать начало следующей выносной линии;

Dimension text = измеренное значение;

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: — указать начало следующей выносной линии или нажать клавишу Enter;

Select base dimension: — выбрать исходный размер или нажать клавишу Enter для завершения команды.

Если предыдущий размер не был линейным или если в ответ на первый запрос была нажата клавиша Enter, то предлагается выбрать линейный размер, который будет использоваться в качестве базового. При этом выдается следующий запрос:

Select base dimension: — выбрать исходный размер.

Далее следуют стандартные запросы команды DIMBASELINE.

Расстояние между размерными линиями в базовых размерах задается системной переменной DIMDLI.

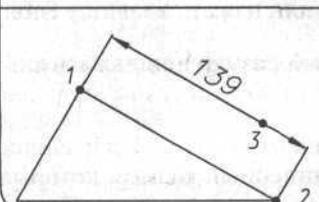
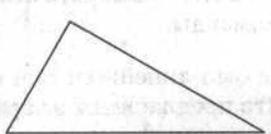


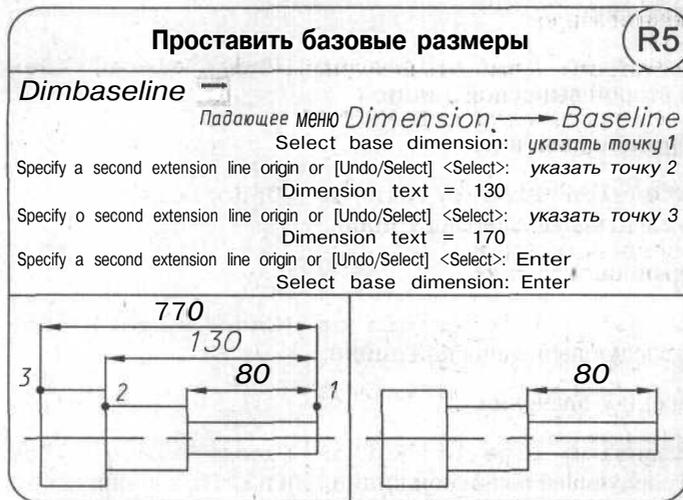
Выполните упражнение R4-R5 из раздела 2.

**Проставить параллельный размер** R4

*Dimaligned* *Dimension* → *Aligned*  
 Падающее меню

Specify first extension line origin or <select object>: *указать точку 1*  
 Specify second extension line origin: *указать точку 2*  
 Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: *указать точку 3*  
 Dimension text = 139



### Размерная цепь

Команда DIMCONTINUE позволяет создавать последовательную размерную цепь. Команда вызывается из падающего меню Dimension ► Continue или щелчком мыши по пиктограмме Continue Dimension на панели инструментов Dimension.

Запросы команды DIMCONTINUE:

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: — указать начало второй выносной линии;

Dimension text = измеренное значение;

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: — указать начало следующей выносной линии;

Dimension text = измеренное значение;

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: — указать начало следующей выносной линии;

Dimension text = измеренное значение;

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: — указать начало следующей выносной линии или нажать клавишу Enter;

Select continued dimension: — выбрать исходный размер или нажать клавишу Enter для завершения команды.

Если предыдущий размер не был линейным или если в ответ на первый запрос была нажата клавиша Enter, то предлагается выбрать линейный размер, который будет использован для продолжения.

При этом выдается следующий запрос:

Select continued dimension: — выбрать исходный размер.

Далее следуют стандартные запросы команды DIMCONTINUE.



Выполните упражнение R6 из раздела 2.

**Проставить последовательную размерную цепь** R6

*Dimcontinue*

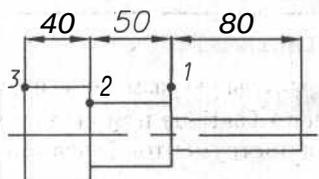
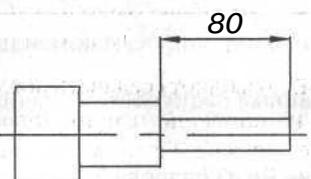
Падающее меню *Dimension* — *Continue*

Select continued dimension: *указать точку 1*

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: *указать точку 2*  
Dimension text = 50

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: *указать точку 3*  
Dimension text = 40

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: Enter  
Select continued dimension: Enter

## Радиальные размеры

Команда DIMDIAMETER строит *диаметр* окружности или дуги. Команда вызывается из падающего меню Dimension ► Diameter или щелчком мыши по пиктограмме Diameter Dimension на панели инструментов Dimension.

Запросы команды DIMDIAMETER:

Select arc or circle: — выбрать дугу или круг;

Dimension text = измеренное значение;

Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: — указать положение размерной линии.

При простановке размера диаметра текст по умолчанию начинается со знака Ø. Ключи команды позволяют изменять размерный текст и угол наклона размерного текста. Маркеры центра и осевые линии автоматически появляются в центре дуги или круга, если размер проставляется снаружи, и не наносятся, если размер проставляется внутри круга или дуги, а также в случае, когда маркеры центра отключены. Имеется возможность произвести принудительное размещение размерного текста и линии-выноски внутри круга или дуги.



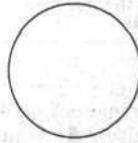
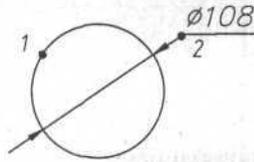
Выполните упражнение R7 из раздела 2.

## Проставить диаметральный размер

R7

**Dimdiameter** Падающее меню *Dimension* → *Diameter*Select arc or circle: *указать точку 1*

Dimension text = 108

Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: *указать точку 2*

- Команда DIMRADIUS, позволяющая построить *радиус* окружности или дуги, вызывается из падающего меню *Dimension* ▶ *Radius* или щелчком мыши по пиктограмме *Radius Dimension* на панели инструментов *Dimension*.

Запросы DIMRADIUS аналогичны запросам команды DIMDIAMETER.

По умолчанию при простановке радиуса текст начинается с символа R.



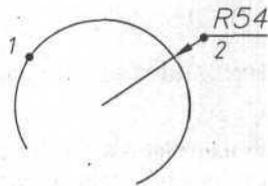
Выполните упражнение R8 из раздела 2.

## Проставить радиальный размер

R8

**Dimradius** Падающее меню *Dimension* → *Radius*Select arc or circle: *указать точку 1*

Dimension text = 54

Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: *указать точку 2*

## Угловые размеры

- Команда DIMANGULAR позволяет проставить угловой размер. Она вызывается из падающего меню *Dimension* ▶ *Angular* или щелчком мыши по пиктограмме *Angular Dimension* на панели инструментов *Dimension*.

Запросы команды DIMANGULAR:

Select arc, circle, line, or <specify vertex>: — выбрать дугу, круг, отрезок;

Select second line: — если первое указание было отрезком, следует указать второй отрезок, непараллельный первому;

Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]: — указать местоположение размерной линии;

Dimension text = измеренное значение.

Если в ответ на первый запрос нажата клавиша Enter, то угловой размер строится потрещкомикомандаDIMANGULARвыдаётследующиезапросы:

Specify angle vertex: — выбрать вершину угла;

Specify first angle endpoint: — указать первую конечную точку угла;

Specify second angle endpoint: — указать вторую конечную точку угла;

Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]: — указать местоположение размерной линии;

Dimension text = измеренное значение.

При простановке углового размера текст по умолчанию завершается знаком градуса °. Ключи команды позволяют изменять размерный текст и *угол* его наклона. Когда угол образован двумя непараллельными прямыми, размерная дуга стягивает угол между ними. Если в этом случае дуга не пересекается с обоими или с одним из образмериваемых отрезков, AutoCAD проводит одну или две выносные линии до пересечения с размерной дугой. Стягиваемый угол всегда меньше 180°.



Выполните упражнение R9 из раздела 2.

Проставить угловой размер		R9
<i>Dimangular</i>		
Падающее меню <i>Dimension</i> — <i>Angular</i>		
Select arc, circle, line, or <specify vertex>: <i>указать точку 1</i>		
Select second line: <i>указать точку 2</i>		
Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]: <i>указать точку 3</i>		
Dimension text = 118		

## Ординатные размеры

*Ординатные размеры* определяют расстояние по оси координат от базовой точки до образмериваемого объекта (например, до отверстия в детали). Применение таких размеров предохраняет от накапливающихся ошибок, поскольку положение объектов отмеряется от единой базовой точки.

Ординатный размер состоит из значения координаты  $x$  или  $y$  и выноски. Ординатный размер по  $X$  выражает расстояние от начала координат до объекта вдоль оси  $X$ , а ординатный размер по  $Y$  — соответственно вдоль оси  $Y$ . Если указана точка, AutoCAD автоматически определяет, по какой оси проставлять ординатный размер. Такой способ называется *автоматическим нанесением ординатных размеров*.

Текст ординатного размера располагается вдоль выноски независимо от ориентации текста, заданной текущим размерным стилем. Ключи команды позволяют изменять размерный текст и угол его наклона.

Выноска-отрезок или каждый сегмент выноски-ломаной отрисовывается перпендикулярно одной из осей координат, поэтому целесообразно включать режим ORTHO.

 Команда DIMORDINATE позволяет проставлять ординатные размеры. Она вызывается из падающего меню Dimension ► Ordinate или щелчком мыши по пиктограмме Ordinate Dimension на панели инструментов Dimension.

Запросы команды DIMORDINATE:

Specify feature location: — указать положение элемента;

Specify leader endpoint or [Xdatum/Ydatum/Mtext/Text/Angle]: — указать конечную точку выноски или координату, которую необходимо изменить; как следствие, изменится ориентация выносок и размерного текста;

Dimension text = измеренное значение.

## Выноски и пояснительные надписи

 Команда QLEADER, предназначенная для построения выноски, вызывается из падающего меню Dimension ► Leader или щелчком мыши по пиктограмме Quick Leader на панели инструментов Dimension.

Запросы команды QLEADER:

Specify first leader point, or [Settings]<Settings>: — указать первую точку выноски;

Specify next point: — указать следующую точку выноски;

Specify next point: — указать следующую точку выноски;

Specify text width <0>: — указать ширину текста;

Enter first line of annotation text <Mtext>: — ввести первую строку текста пояснения;

Enter next line of annotation text: — ввести следующую строку текста пояснения;

Enter next line of annotation text: — нажать клавишу Enter для завершения работы команды.

*Выноской* называется линия, соединяющая на рисунке пояснительную надпись с объектом, к которому она относится. Выноски и пояснительные надписи ассоциативны, то есть при редактировании одного из этих объектов соответственно изменяется и другой.

Выноску, состоящую из прямолинейных или сплайновых сегментов, можно начать от любой точки и от любого объекта рисунка. Все свойства выноски, ее цвет, вес линии, масштаб, тип стрелки, размер и прочее определяются установкой текущего размерного стиля для первой размерной стрелки.

Для связи пояснительной надписи и выноски применяется короткий отрезок, который называется *полкой*. Полки ставятся в случае, если отклонение от горизонтального положения превышает 15°. Для точного указания начальной точки выноски следует использовать объектную привязку.

*Пояснительные надписи* могут представлять собой многострочные тексты, рамки допусков формы и расположения поверхностей или вхождения блоков. Они либо строятся «с нуля», либо копируются из уже существующих пояснений.

Тексты пояснительных надписей вводятся построчно в командной строке или в диалоговом окне Text Formatting, если был введен Enter на запрос:

Enter first line of annotation text <Mtext>: — ввести первую строку текста пояснения.

Параметры пояснения, линии-выноски и стрелки, а также способ расположения текста относительно выноски можно задать в диалоговом окне Leader Settings:

- ❑ на вкладке Annotation, показанной на рис. 6.14, задается тип пояснения, для которого строится выноска. В качестве пояснений могут использоваться многострочный текст, копии объектов, рамки допусков формы и расположения, блоки. Параметр Copy an Object позволяет использовать в качестве пояснения уже имеющийся объект, не создавая новый. Здесь можно также указать режимы многострочного текста и настроить повторное использование пояснения для последующих выносок;
- ❑ на вкладке Leader Line & Arrow, представленной на рис. 6.15, указывается тип линии-выноски: ломаная Straight или сплайновая Spline. В области Arrowhead из раскрывающегося списка можно выбрать тип стрелки, а в области Angle Constraints задать ограничения углов для сегментов выноски. Чтобы обеспечить быстрое нанесение выносок, можно в области Number of Points указать количество точек на выноске;

- на вкладке Attachment, представленной на рис. 6.16, выбирается способ расположения многострочного текста относительно выноски.

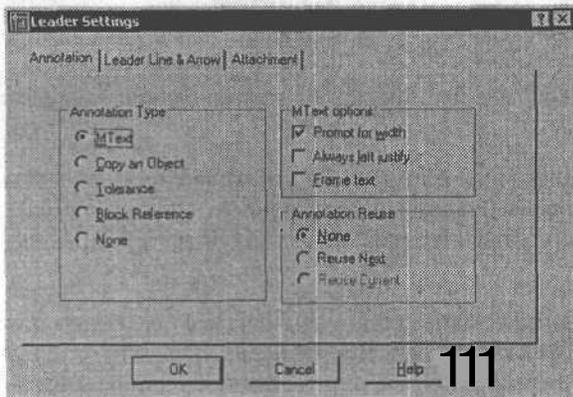


Рис. 6.14. Диалоговое окно параметров выноски

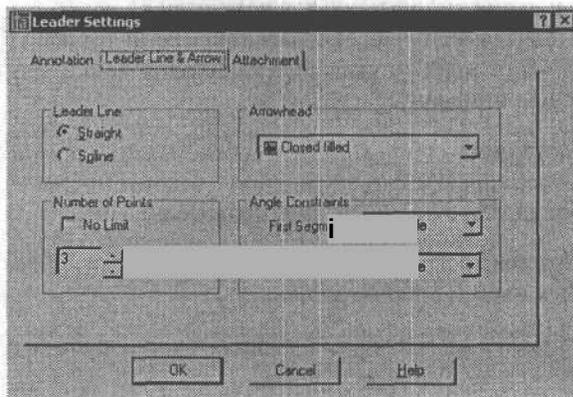


Рис. 6.15. Вкладка выносок и стрелок

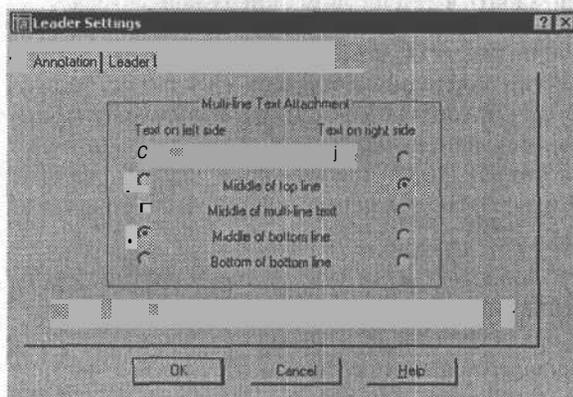


Рис. 6.16. Диалоговое окно параметров выноски, вкладка Attachment

Для загрузки диалогового окна Leader Settings необходимо выбрать из падающего меню пункты Dimension ► Leader, а затем нажать клавишу Enter.



Выполните упражнение R11 из раздела 2.

Выполнение надписи с выноской T

---

**Qleader** *Падающее меню* Dimension → Leader

Specify first leader point, or [Settings]<Settings>:	указать точку 1
Specify next point:	указать точку 2
Specify next point:	указать точку 3
Specify text width <0>:	Enter
Enter first line of annotation text <Mtext>:	Рифление
Enter next line of annotation text:	ГОСТ ...
Enter next line of annotation text:	Enter

---

### Быстрое нанесение размеров

Команда QDIM обеспечивает быстрое нанесение размеров. Она вызывается из падающего меню Dimension ► QDIM или щелчком мыши по пиктограмме Quick Dimension на панели инструментов Dimension.

Запросы команды QDIM:

Select geometry to dimension: — выбрать объекты для нанесения размеров;

Select geometry to dimension: — выбрать объекты для нанесения размеров;

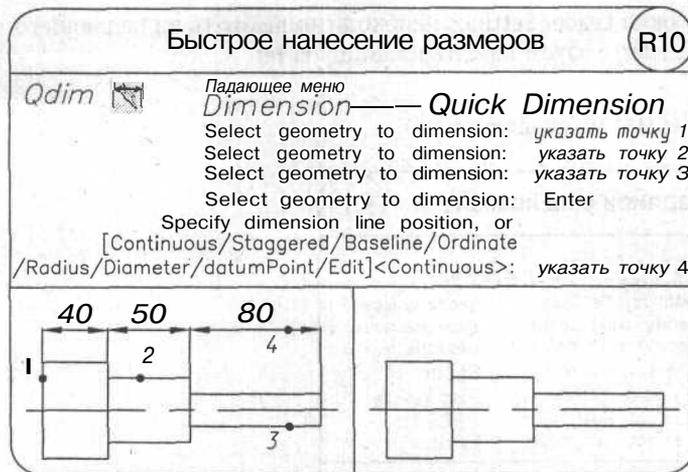
Select geometry to dimension: — нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов;

Specify dimension line position, or [Continuous/Staggered/Baseline/Ordinate/Radius/Diameter/datumPoint/Edit/Settings]<Continuous>: — указать местоположение размерной линии.

Команда QDIM запрашивает лишь указание контуров, на которые необходимо проставить размеры, и требует выбрать тип проставляемых размеров путем установкой соответствующего ключа.



Выполните упражнение R10 из раздела 2.



## Управление размерными стилями

*Размерный стиль* — это поименованная совокупность значений всех размерных переменных, определяющая вид размера на рисунке.

-  Команда DIMSTYLE обеспечивает работу с размерными стилями в диалоговом окне Dimension Style Manager (рис. 6.17). Команда вызывается из падающего меню Dimension ► Style... или щелчком мыши по пиктограмме Dimension Style на панели инструментов Dimension.

Диспетчер размерных стилей позволяет выполнить множество различных задач:

- создать новый размерный стиль;
- изменить имеющийся размерный стиль;
- установить текущий стиль;
- просмотреть размерные стили рисунка и их свойства;
- воспользоваться предварительным просмотром размерных стилей;
- сравнить два размерных стиля или создать перечень всех свойств стиля;
- переименовать размерные стили;
- удалить размерные стили.

Размерные стили задают внешний вид и формат размеров. Они позволяют обеспечить соблюдение стандартов и упрощают редактирование размеров. Размерный стиль определяет следующие характеристики:

- формат и положение размерных линий, линий-выносок, стрелок и маркеров центра;
- внешний вид, положение и поведение размерного текста;

- правила взаимного расположения текста и размерных линий;
- глобальный масштаб размера;
- формат и точность основных, альтернативных и угловых единиц;
- формат и точность значений допусков.

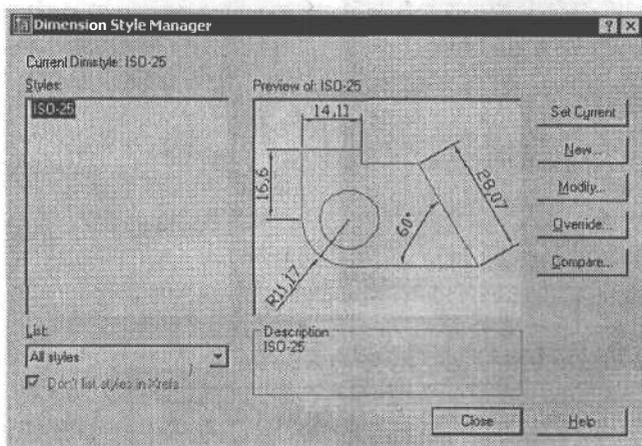


Рис. 6.17. Диалоговое окно управления размерными стилями

Для нанесения размера AutoCAD применяет текущий размерный стиль. По умолчанию в качестве такового используется ISO-25 (International Standards Organization), если пользователем не задан иной.

Стиль STANDARD создан на основе стандарта ANSI (American National Standards Institute, США), хотя и не полностью с ним совпадает. Если в рисунке используются британские единицы, то стиль STANDARD применяется по умолчанию. Стили DIN (Германия) и JIS (Japanese Industrial Standards, Япония) имеются в шаблонах рисунков AutoCAD DIN и JIS.

Определение базового размерного стиля следует начать с присвоения ему имени и сохранения. Новый стиль базируется на текущем и включает в себя все последующие изменения расположения размерных элементов, размещения текста и вида пояснительных надписей. Для создания нового размерного стиля необходимо в диалоговом окне Dimension Style Manager щелкнуть мышью по кнопке New.... Откроется диалоговое окно Create New Dimension Style (рис. 6.18).

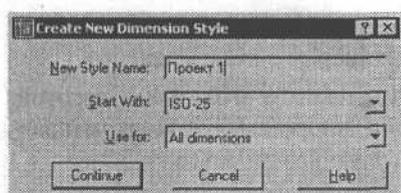
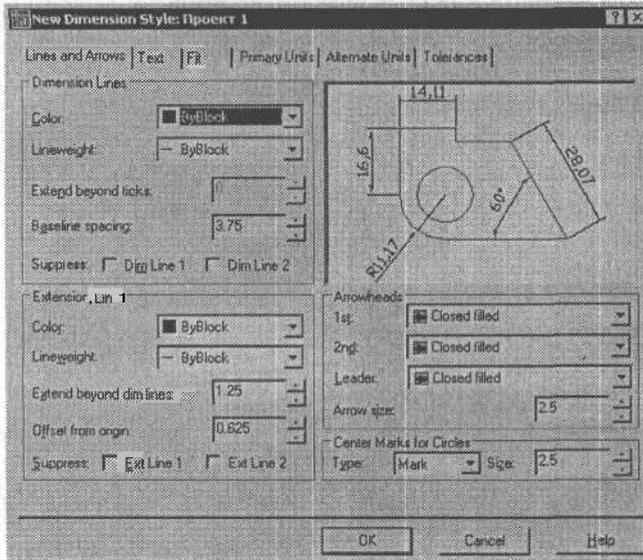


Рис. 6.18. Диалоговое окно создания размерного стиля

После введения в поле New Style Name: имени создаваемого размерного стиля на экране появится диалоговое окно New Dimension Style, показанное на рис. 6.19.



**Рис. 6.19.** Диалоговое окно определения параметров размерного стиля: вкладка линий и стрелок

Диалоговое окно NewDimensionStyle содержит следующие вкладки:

О вкладка Lines and Arrows — см. рис. 6.19 — позволяет осуществлять:

- управление внешним видом *размерных линий* в области Dimension Lines, а также их подавление при установке флажков Dim Line 1 и Dim Line 2 в поле Suppress;
  - управление внешним видом *выносных линий* в области Extension Lines, их подавление при установке флажков Ext Line 1 и Ext Line 2 в поле Suppress, а также удлинение выносных линий за размерные в поле Extend beyond dim lines: и настройка отступа выносных линий от объекта в поле Offset from origin;
  - управление формой *размерных стрелок* в области Arrowheads, их геометрией у первой/второй точек в полях 1st: и 2nd:, а также размерами стрелок в поле Arrow size;
  - управление формой *маркеров центра* в области Center Marks for Circles, их геометрией в раскрывающемся списке Type: и размером в поле Size;
- вкладка Text обеспечивает управление размерным текстом: его стилем, высотой, местоположением относительно размерной линии, зазором между текстом и размерной линией и т. п. (рис. 6.20):
- список Text style: в области Text Appearance содержит текстовые стили, используемые в текущем рисунке. Чтобы создать или отредактировать текстовый

стиль, следует нажать кнопку, расположенную рядом с этим списком, и тем самым загрузить диалоговое окно Text Style;

- для установки цвета текста и обведения надписи рамкой предназначены соответственно список Text color: и опция Draw frame around text;
- если в текстовом стиле задана фиксированная высота, она имеет приоритет перед величиной, указанной в списке Text height:.. Поэтому, чтобы пользователь имел возможность изменять данный параметр на вкладке Text, высота в описании используемого текстового стиля должна быть равна 0;
- в области Text Placement определяется размещение текста относительно размерных и выносных линий, а также образмериваемого объекта. Результат действия каждой опции сразу можно просмотреть на образце. Для того чтобы текст располагался по вертикали, следует использовать список Vertical:.. Вариант Centered позволяет разместить текст в центре, с разрывом размерной линии; Above — над размерной линией и параллельно ей. Обе опции учитывают направление осей X и Y. Outside означает, что текст всегда размещается за пределами образмериваемого объекта независимо от направления осей X и Y; JIS — над размерной линией, даже если не параллельно ей. Опции вертикального выравнивания основаны на горизонтальных размерах. Для настройки расположения текста по горизонтали используется список Horizontal:.. При этом параметр Centered позволяет разместить текст по центру между двумя выносными линиями; At Ext Line 1 выравнивает текст влево и располагает его у первой выносной линии вдоль размерной линии; At Ext Line 2 — вправо; Over Ext Line 1 — вдоль первой выносной линии; Over Ext Line 2 — вдоль второй выносной линии;

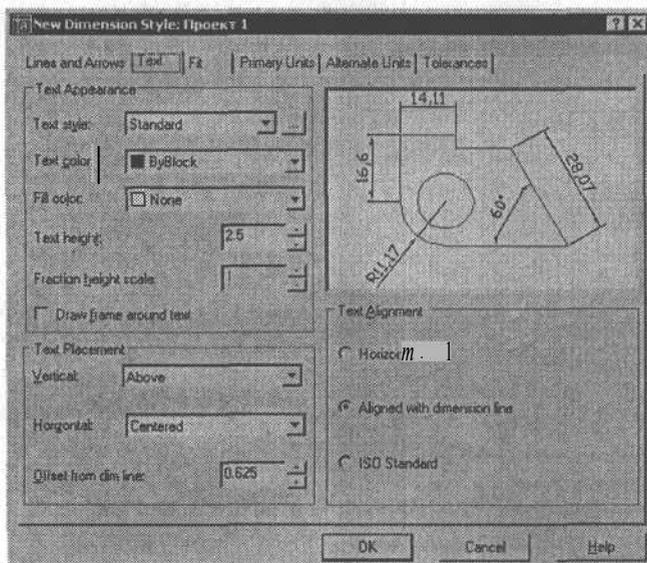


Рис. 6.20. Диалоговое окно определения параметров размерного стиля, вкладка управления размерным текстом

- вкладка Fit позволяет установить правила взаимного расположения размерных, выносных линий и текста (рис. 6.21). Здесь же задается глобальный масштаб для размеров:
  - в области Fit Options можно определить, как располагаются текст и стрелки при недостатке места для них между выносными линиями;
  - область Text Placement предназначена для установки правил перемещения размерного текста. Они применяются, если текст был помещен программой или вручную за пределы выносных линий. При этом текст может перемещаться вместе с размерной линией. Также он может быть отодвинут от размерной линии. Отодвинутый размерный текст бывает нанесен с выноской или без выноски;
  - в области Scale for Dimension Features опция Use overall scale of: позволяет указать коэффициент масштаба для всех параметров размерного стиля, задающих размеры, расстояния и отступы, включая высоту текста и величину стрелок. Глобальный масштаб не влияет на отмеренные расстояния, координаты, углы и допуски. По умолчанию он принимается равным 1.0. Для увеличения размерных элементов следует задать больший масштаб, для уменьшения — меньший. Если поставлен флажок Scale dimensions to layout (paperspace), используется масштаб видового экрана относительно пространства листа;
  - две опции в области Fine Tuning управляют подгонкой размерных элементов: Place text manually when dimensioning дает пользователю возможность размещать текст вручную; Always draw dim line between ext lines приводит к тому, что размерная линия размещается между выносными, даже если стрелки и размерный текст вынесены за их пределы;

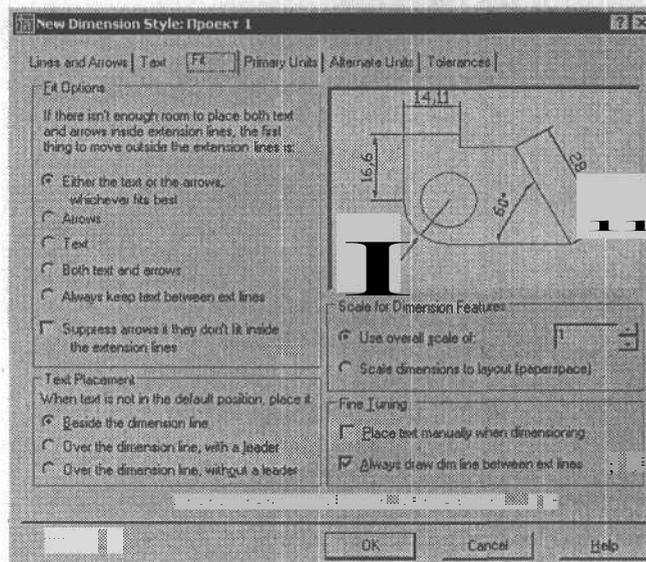


Рис. 6.21. Диалоговое окно определения параметров размерного стиля, вкладка размещения

- вкладка Primary Units — позволяет определить формат и точность основных линейных и угловых единиц, вид измеренных значений размеров (рис. 6.22):

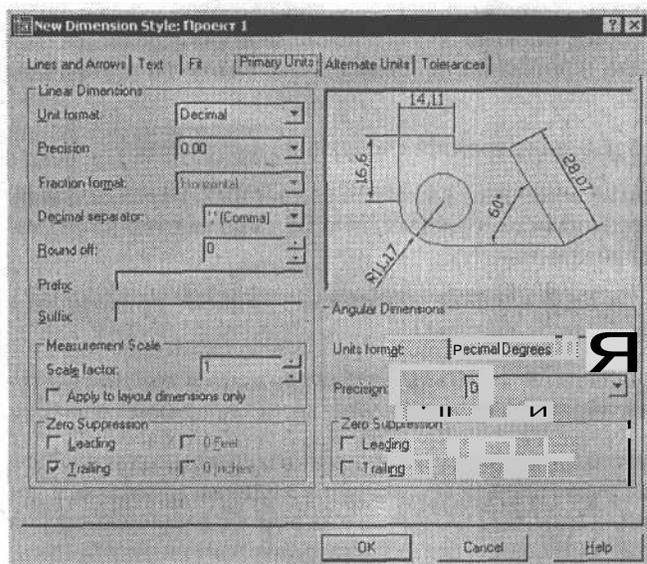


Рис. 6.22. Диалоговое окно определения параметров размерного стиля, вкладка определения основных единиц

- в области Linear Dimensions задается формат для цепей, линейных, параллельных, ординатных и неугловых базовых размеров, а также для радиусов и диаметров:

**Unit format:** — определяется формат единиц: научные, десятичные, технические, архитектурные, дробные или установленные в Windows. В последнем случае единицы берутся из настроек языка и стандартов на панели управления;

**Precision** — задается число десятичных знаков для единиц и в зависимости от выбранных единиц показывается формат представления величин;

**Fraction format:** — определяется формат дробных единиц: с горизонтальной чертой, с косой чертой или в одну строку;

**Decimal separator:** — назначается десятичный разделитель: точка, запятая или пробел. Если выбраны единицы, установленные в Windows, AutoCAD использует десятичный разделитель, заданный в настройках языка и стандартов на панели управления;

**Round off:** — устанавливается точность округления величин всех линейных размеров. Здесь можно вводить любое число, содержащее до пяти десятичных знаков. Значение для округления не должно превышать величину точности, заданную на этой закладке;

**Prefix:** — указание префикса, добавляемого перед величиной размера. Заданный здесь префикс заменяет обозначения радиуса и диаметра, которые

AutoCAD автоматически проставляет для соответствующих размеров. Для записи префикса можно использовать специальные символы и управляющие коды;

Suffix: — указание суффикса, проставляемого после величины размера. Для записи суффикса можно использовать специальные символы и управляющие коды;

- в области Measurement Scale производятся следующие настройки:

Scale factor: — измеренные величины размеров (линейных, параллельных, радиусов, диаметров, ординатных, базовых, цепей) умножаются на заданный здесь масштабный коэффициент;

Apply to layout dimensions only: — масштабный коэффициент применяется только к размерам, нанесенным на листах;

- в остальных областях вкладки Primary Units устанавливаются параметры угловых размеров и подавления нулей;

- вкладка Alternate Units — позволяет определить формат и точность альтернативных единиц, которые используются для обозначения величин размеров в дополнительной системе единиц (рис. 6.23). Обычно с их помощью проставляются значения размеров в метрических единицах, если рисунок выполнен в британской системе, и наоборот. Величина размера в альтернативных единицах наносится в квадратных скобках [ ] непосредственно после размерного текста в основных единицах. Для нанесения в размерах альтернативных единиц следует установить флажок Display alternate units.

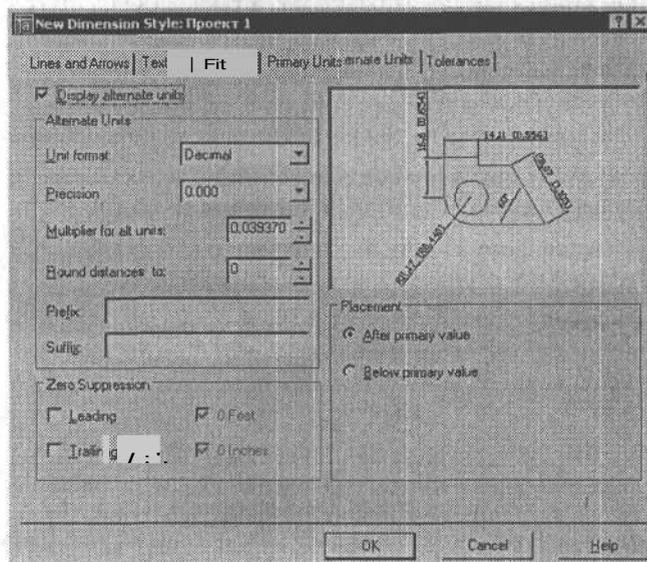
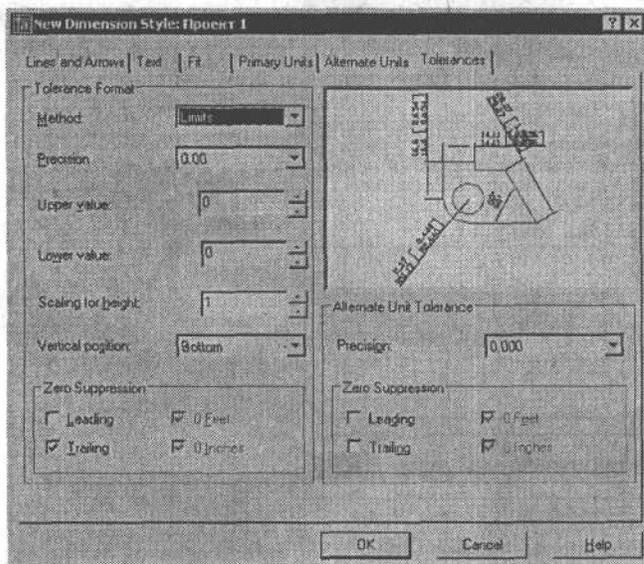


Рис. 6.23. Диалоговое окно определения параметров размерного стиля, вкладка определения альтернативных единиц

Формат альтернативных единиц, их точность, округление, префиксы и суффиксы, подавление нулей задаются так же, как и для основных единиц. Однако для альтернативных единиц можно задать еще два дополнительных параметра:

- **Multiplier for alt units:** — альтернативные единицы получаются путем умножения основных единиц на заданный здесь коэффициент. По умолчанию предлагается коэффициент 0,03937, используемый для пересчета миллиметров в дюймы;
- **Placement** — настраивается размещение альтернативных единиц после или под альтернативными единицами. При выборе параметра **Below primary value** основные единицы размещаются над размерной линией, а альтернативные — под ней.

О вкладка **Tolerances** — управляет параметрами формата и точности простановки допусков, показывающих пределы, в которых может варьироваться размер (рис. 6.24):



**Рис. 6.24.** Диалоговое окно определения параметров размерного стиля, вкладка простановки допусков

- в области **Tolerance Format** настраиваются следующие параметры нанесения допусков:

**Method:** — способ нанесения допусков. Выбор **None** отключает нанесение допусков. Если верхнее и нижнее отклонения равны, используется параметр **Simmetrical**, если же различаются — параметр **Deviation**. С помощью опции **Limits** можно указать максимальную и минимальную величины размера. Параметр **Basic**, позволяющий построить рамку вокруг размерного текста, обычно используется для обозначения теоретически точных размеров;

Precision — число десятичных разрядов в значениях допусков;

Upper value: — максимальное значение при нанесении отклонений и предельных размеров. AutoCAD использует эту же величину для симметричных допусков;

Lower value: — минимальное значение при нанесении отклонений и предельных размеров;

Scaling for height: — отношение высоты текста допусков к высоте основного размерного текста;

Vertical position: — вертикальное выравнивание текстов симметричных допусков и отклонений. Для выравнивания текста допуска по верхней границе размерного текста используется опция Top, по середине текста — Middle, а по нижней границе — Bottom.



Выполните упражнения RS1–RS6 и тест 4 из раздела 2.

**Установить размер и форму стрелок (RS1)**

**Dim style** Падающее меню **Dimension** — **Style...**

В диалоговом окне Dimension Style Manager выбрать .  
 В закладке Lines and Arrows в области Arrowheads  
 в поле 1st: и 2nd: в раскрывающихся списках установить стиль стрелок:  
 в поле Arrow size: установить размер стрелок.  
 В примере использовать следующие стили и размеры стрелок:

1. Closed Filled (размер 10)	3. Architectural Tick (размер 7)
2. Dot (размер 5)	4. Datum Triangle (размер 12)

Проставить четыре линейных размера

1	160
2	160
3	760
4	760

**Установить размер осей окружности и дуги (RS2)**

**Dimstyle** Падающее меню **Dimension** — **Style...**

В диалоговом окне Dimension Style Manager выбрать .  
 В закладке Lines and Arrows в области Center Marks for Circles  
 в полях Type: и Size: установить тип и размер маркера.  
 В примере использовать следующие типы и размеры маркеров:

1. Line (размер 50)	2. Mark (размер 10)
---------------------	---------------------

**Dimcenter** обозначить центр окружности и дуги  
 Падающее меню **Dimension** — **Center Mark**  
 Select arc or circle: указать окружность или дугу

1	2

**RS3**

**Подавить выносную линию**

**Dimstyle** падающее меню **Dimension** — **Style...**

В диалоговом окне Dimension Style Manager выбрать  .  
 В закладке Lines and Arrows в области Extension Lines в поле Suppress: (Подавить) поднять или опустить флажок Ext Line 1 или Ext Line 2 у 7-0 или 2-й точки соответственно.  
 Проставить два линейных размера.

--	--

**RS4**

**Подавить стрелку у размерной линии**

**Dimstyle** Падающее меню **Dimension** — **Style...**

В диалоговом окне Dimension Style Manager выбрать  .  
 8 закладке Lines and Arrows в области Arrowheads  
 8 раскрывающемся списке 1st: установить None.  
 8 раскрывающемся списке 2nd: установить Closed Filled.  
 Проставить линейный размер.

--	--

**RS5**

**Установить стиль радиального размера**

**Dimstyle** Падающее меню **Dimension** — **Style...**

В диалоговом окне Dimension Style Manager выбрать  .  
 1. 6 закладке Text в области Text Placement  
 6 раскрывающемся списке Vertical: установить Above.  
 6 области Text Alignment установить ISO Standard.  
 Проставить радиальный размер.  
 2. В закладке Text в области Text Placement  
 в раскрывающемся списке Vertical: установить Centered.  
 8 области Text Alignment установить Aligned with dimension line.  
 Проставить радиальный размер.

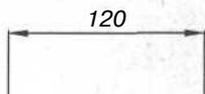
--	--

**Установить размерный текстовый стиль**

RS6

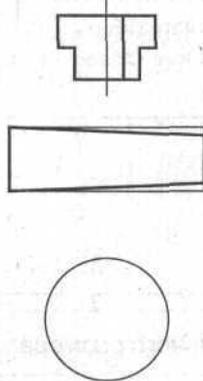
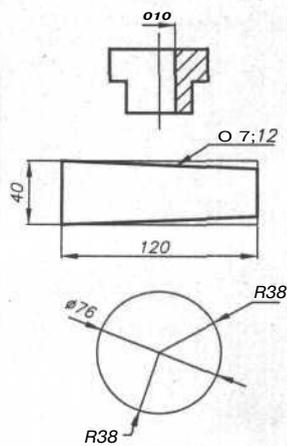
**Dimstyle**  Падающее меню Dimension → Style...

В диалоговом окне Dimension Style Manager выбрать .  
 В закладке Text в области Text Appearance  
 fi раскрываемся списке Text style: установить стиль Размеры.  
 В поле Text height: установить высоту 10.  
 в области Text Placement в поле Offset from dim line:  
 установить зазор между текстом и размерной линией 5.  
 Проставить линейный размер.



**ТЕСТ 4**

Сформировать в слое ГРАФИКА штриховку, размеры и текстовую надпись



Надпись

## **ГЛАВА 7      Редактирование чертежей**

- Выбор объектов
- Редактирование с помощью «ручек»
- Удаление и восстановление объектов
- Перемещение объектов
- Поворот объектов
- Копирование объектов
- Размножение объектов массивом
- Зеркальное отображение объектов
- Создание подобных объектов
- Масштабирование объектов
- Растягивание объектов
- Удлинение объектов
- Разбиение объектов на части
- Обрезка объектов
- Расчленение объектов
- Снятие фасок
- Рисование скруглений
- Разработка чертежей в среде AutoCAD

## Выбор объектов

Большинство команд редактирования AutoCAD требует предварительного указания объектов для работы с ними. Выбранные объекты — один или несколько — называются *набором*. Он может, например, включать в себя все объекты определенного цвета или объекты, расположенные на определенном слое. Такой набор можно создать как до, так и после вызова команды редактирования. С одним и тем же набором допустимо производить несколько операций редактирования. Если установлена системная переменная HIGHLIGHT, выбранные объекты будут подсвечены.

После того как вызвана одна из команд редактирования, AutoCAD предлагает выбрать объекты. В командной строке появляется запрос:

Select objects: — выбрать объекты.

При этом перекрестье указателя мыши заменяется на прицел выбора. Выбор отдельных объектов производится с помощью мыши или одним из способов, которые описаны ниже в этом разделе.

При формировании набора можно выбрать последний созданный объект, текущий набор объектов, а также все объекты рисунка. Имеется возможность добавлять объекты в набор и удалять их оттуда. Различные объекты могут заноситься в набор разными способами. Например, для выбора всех объектов области рисунка, кроме нескольких, нужно сначала выделить все объекты, а затем удалить из набора те, которые не предназначены для редактирования.

Способы и ключи выбора объектов:

- Add — включает режим *добавления* для пополнения существующего набора. Это начальный режим, устанавливаемый для выбора объектов;
- ALL — позволяет выбрать *все* примитивы, в том числе те, которые расположены на отключенных, заблокированных и замороженных слоях;
- Auto — выделяет объект, на который установлен указатель мыши. Если не было выбрано ни одного объекта, указанная точка становится первым углом рамки;
- BOX — задает *прямоугольник* по двум точкам. Если вторая точка находится справа от первой, процесс выбора аналогичен выбору рамкой Window, а если слева — выбору секущей рамкой Crossing;
- Crossing — *секущая рамка* выделяет все объекты, которые находятся внутри или пересекают контур рамки. По умолчанию в ответ на запрос Select objects: можно указать первый угол рамки, а затем второй в направлении справа налево. Для того чтобы объект можно было выбрать, он должен быть хотя бы частично видимым. При выборе секущей рамкой в командной строке появляются запросы:

Select objects: C — переход в режим выбора объектов с помощью секущей рамки;

Specify first corner: — указать первый угол рамки;

Specify opposite corner: — указать другой угол рамки.

- CPolygon — сочетает режимы Crossing и Wpolygon и позволяет выбрать объекты как полностью заключенные в многоугольник, так и пересекающие его границу. Область задается путем указания точек вокруг объектов, которые следует выбирать. Многоугольник строится по мере установки этих точек; он может быть любой формы, но без самопересечений, и автоматически замыкается при указании каждой новой вершины. От последней заданной точки до указателя мыши протянута «резиновая нить». При этом в командной строке появляются запросы:

Select objects: CP — переход в режим выбора объектов с помощью многоугольника;

First polygon point: — указать первую точку многоугольника;

Specify endpoint of line or [Undo]: — указать конечную точку отрезка;

Specify endpoint of line or [Undo]: — указать конечную точку отрезка;

Specify endpoint of line or [Undo]: — нажать клавишу Enter для завершения выбора объектов с помощью многоугольника.

- Fence — выбирает только объекты, которые пересекает линия. В отличие от рамочного или секущего многоугольника, она может пересекать саму себя. При указании точек генерируется линия выбора, и «резиновая нить» протягивается к перекрестью графического курсора. При этом в командной строке появляются запросы:

First fence point: — указать первую точку линии;

Specify endpoint of line or [Undo]: — указать конечную точку отрезка;

Specify endpoint of line or [Undo]: — указать конечную точку отрезка;

Specify endpoint of line or [Undo]: — нажать клавишу Enter для завершения выбора объектов.

- Group — выбирает все объекты внутри заданной группы;
- Last — выбирает последний нарисованный объект, видимый на экране;
- Multiple — одновременно выбирает несколько объектов. Процесс выбора не считается законченным до тех пор, пока на очередной запрос выбора объекта не нажата клавиша Enter или пробел;
- Previous — выбирает текущий набор объектов;
- Q Remove — устанавливает режим удаления указанных объектов из набора;
- Single — устанавливает режим выбора единственного объекта. Когда указан один объект или одна группа, выбор считается законченным и запрос выбора объектов не повторяется;

- Undo — *отменяет (удаляет)* последний добавленный в набор объект;
- Window — выбирает объекты, которые целиком попадают в *рамку*. По умолчанию в ответ на запрос `Select objects`: можно указать первый угол рамки, а затем второй угол по диагонали от первого в направлении слева направо;
- WPolygon — аналогичен режиму Window, но при этом позволяет выбрать объекты, содержащиеся внутри области, границы которой составляет *многоугольник*.

Если системная переменная PICKDRAG включена, определение рамки производится при нажатой левой кнопке мыши.

Если PICKDRAG отключена (такова настройка по умолчанию), то рамка задается двумя нажатиями кнопки мыши в первой и второй точках.

Очень трудно выбирать объекты, которые лежат близко или непосредственно друг на друге. Для этой цели удобнее пользоваться мышью, одновременно удерживая нажатой клавишу `Ctrl`; в результате включается режим циклического перебора, когда по щелчку мыши объекты выбираются один за другим, до тех пор пока не будет выделен требуемый.

## Редактирование с помощью «ручек»

Выбранными объектами можно манипулировать с помощью *ручек* — маленьких квадратиков, которые высвечиваются в определяющих точках выбранных объектов (рис. 7.1).

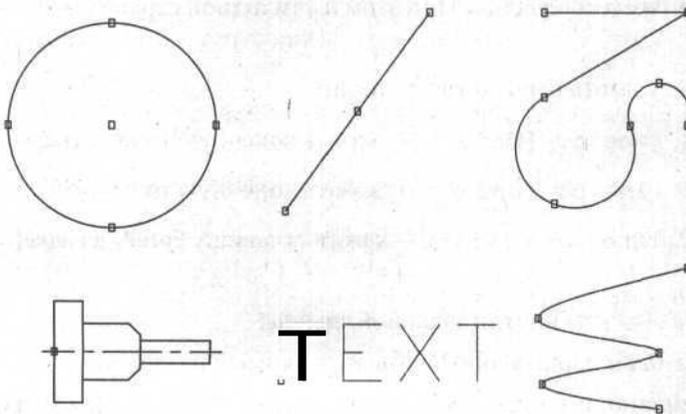


Рис. 7.1. Примеры примитивов с «ручками»

При включенном режиме работы с ручками выбор объектов производится до редактирования, а манипуляции с ними выполняются с помощью указателя мыши или ключевых слов.

Таким образом, использование ручек позволяет минимизировать обращения к меню.

Графический курсор привязывается к ручке, по которой он проходит. Если режим работы с ручками включен, то объекты, удаляемые из набора, перестают подсвечиваться, но ручки на них остаются.

Удаление ручек из набора объектов производится нажатием клавиши Esc. Для удаления из набора, содержащего ручки, какого-либо объекта следует нажать клавишу Shift при его выборе.

Определением ручек в блоках управляет системная переменная GRIPBLOCK. Если она равна 1, ручки устанавливаются на всех объектах, входящих в блок, а если 0, на блоке изображается только одна ручка в точке его вставки.

Для включения ручек используется команда DDGRIPS. При этом все установки назначаются на вкладке Selection диалогового окна Options, показанного на рис. 1.26. Оно вызывается из падающего меню Tools ► Options....

Параметры ручек устанавливаются в следующих областях:

- Grip Size — определяет размер ручек при регулировании движком. При этом на экранчике слева от движка показан текущий размер ручек;
- Grips — ручки:
  - в раскрывающемся списке Unselected grip color: задается цвет невыбранных ручек;
  - в раскрывающемся списке Selected grip color: задается цвет выбранных ручек;
  - в раскрывающемся списке Hover grip color: задается цвет ручки под указателем мыши;
  - установка флажка Enable grips активизирует ручки для всех выбранных объектов;
  - установка флажка Enable grips within blocks обеспечивает выбор объектов с помощью ручек внутри блоков;
  - установка флажка Enable grip tips: позволяет задать подсказки к ручкам.

Для редактирования с помощью ручек нужно выбрать ручку, точка расположения которой будет *базовой* точкой редактирования. После этого выбирается один из режимов ручек: перенести — Move, зеркало — Mirror, повернуть — Rotate, масштаб — Scale или растянуть — Stretch.

Переключение этих режимов осуществляется при вводе начальной буквы или циклически, последовательным нажатием клавиши пробела или Enter. Например, для установки режима Stretch нужно ввести S или нажимать Enter до тех пор, пока в командной строке не появится ключ Stretch. Чтобы выйти из режима работы с ручками и вернуться к подсказке Command:, необходимо ввести X или нажать клавишу Esc.

Наиболее удобный способ выбора режима редактирования с помощью ручек — использование контекстного меню «ручки» (рис. 7.2), которое открывается нажатием правой кнопки мыши при выделенной ручке.

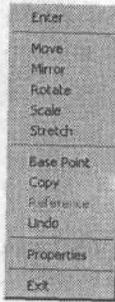


Рис. 7.2. Контекстное меню «ручки»

Если при указании в команде редактирования первого нового положения для объекта нажата клавиша Shift, активизируется режим многократного копирования. Например, в режиме Stretch функция многократного копирования растягивает объект, такой как отрезок, и копирует его в любую точку графической области, указанную пользователем.

Другой способ активизировать режим многократного копирования - выбрать ключевую команду в командной строке, а затем указывать положение или вводить координаты для каждой копии объекта.

Режим многократного копирования остается активным до тех пор, пока не будет нажат Enter для завершения операции.

## Удаление и восстановление объектов

Команда ERASE осуществляет удаление (стирание) объектов. Она вызывается из падающего меню Modify ▶ Erase или щелчком мыши по пиктограмме Erase на панели инструментов Modify.

Запросы команды ERASE:

Select objects: — выбрать объекты;

Select objects: — выбрать объекты;

Select objects: - нажать клавишу Enter для завершения работы команды.

Выбор объектов, которые следует стереть, может производиться любым из доступных способов.

Для восстановления удаленных последней командой ERASE объектов используется команда OOPS — ее название — «Ой» — весьма удачно отражает эмоции пользователя, испытываемые в момент применения этой команды.



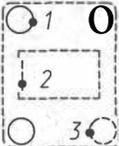
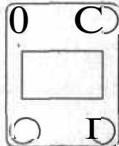
Выполните упражнения Er1–Er3 из раздела 3.

**Удалить набор объектов, используя точечный выбор** EM

**Erase** Падающее меню *Modify* → *Erase*

Select objects: указание 1  
 Select objects: указание 2  
 Select objects: указание 3  
 Select objects: Enter

*Oops (ой!!!) - восстановление последнего удаленного объекта.*  
 Если при отсутствии активных команд выбрать объект курсором мыши, то его можно удалить, нажав клавишу Delete на клавиатуре.

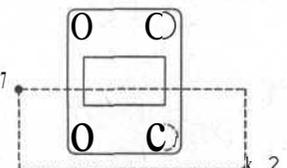
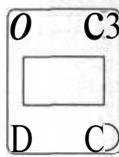



**Удалить нижние окружности, выбирая объекты рамкой** Er2

**Erase**

Select objects: указание 1  
 Specify opposite corner: указание 2  
 Select objects: Enter

*Если точки окна выбора объектов указаны слева направо, то используется выбор с помощью рамки Window. При этом выбираются объекты, которые попадают в рамку ЦЕЛИКОМ. Команда будет работать аналогично, если на запрос Select objects: ввести ключ W.*

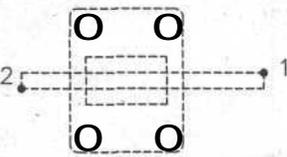
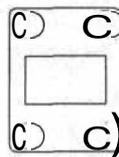



**Удалить все объекты, кроме окружностей, используя при выборе секущую рамку** Er3

**Erase**

Select objects: указание 1  
 Specify opposite corner: указание 2  
 Select objects: Enter

*Если точки окна выбора объектов указаны справа налево, то используется выбор с помощью секущей рамки Crossing. Чтобы объект попал в набор, его достаточно пересечь рамкой. Команда будет работать аналогично, если на запрос Select objects: ввести ключ C.*

## Перемещение объектов

Команда MOVE осуществляет перемещение объектов. Она вызывается из падающего меню **Modify** ► **Move** или щелчком мыши по пиктограмме **Move** на панели инструментов **Modify**.

Запросы команды MOVE:

**Select objects:** — выбрать объекты;

**Select objects:** — нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов;

**Specify base point or displacement:** — указать базовую точку или перемещение;

**Specify second point of displacement or <use first point as displacement>:** — указать новое положение базовой точки.



Выполните упражнения Mo1 и Mo2 из раздела 3.

**Переместить окружности** Mo1

**Move** Падающее меню **Modify** — ► **Move**

Select objects: указание 1

Specify opposite corner: указание 2

Select objects: Enter

Specify base point or displacement: указать окружность в точке 3 с объектной привязкой Center

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: указать точку 4 с объектной привязкой Intersection

**Переместить объекты с помощью ручек** Mo2

Command: указать на окружность в точке 1.  
Из появившихся ручек выбрать ту, что находится в центре окружности (точка 2).  
\*\* STRETCH \*\*

Specify stretch point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: 320, 50 точка 3  
Command: указать на отрезок в точке 4.  
Из появившихся ручек выбрать ту, что находится посередине отрезка (точка 5).  
\*\* STRETCH \*\*

Specify stretch point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: 320, 50 точка 3  
Аналогично переместить вертикальный отрезок.  
Для удаления ручек с экрана дважды нажать клавишу Esc.

## Поворот объектов

 Команда ROTATE осуществляет поворот объектов. Она вызывается из падающего меню **Modify** ▶ **Rotate** или щелчком мыши по пиктограмме **Rotate** на панели инструментов **Modify**.

Запросы команды ROTATE:

**Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0** — текущие установки отсчета углов в ПСК;

**Select objects:** — выбрать объекты;

**Select objects:** — нажать клавишу **Enter** по завершении выбора объектов;

**Specify base point:** — указать базовую точку поворота;

**Specify rotation angle or [Reference]:** — указать угол поворота.

Ключ **Reference** используется для поворота относительно существующего угла. При этом выдаются следующие запросы:

**Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0** — текущие установки отсчета углов в ПСК;

**Select objects:** — выбрать объекты;

**Select objects:** — нажать клавишу **Enter** по завершении выбора объектов;

**Specify base point:** — указать базовую точку поворота;

**Specify rotation angle or [Reference]: R** — переход в режим задания угла со ссылкой;

**Specify the reference angle <0>:** — указать опорный угол;

**Specify the new angle:** — указать новый угол.

 Выполните упражнения **Ro1–Ro3** из раздела 3.

**Повернуть объект** Ro1

**Rotate**  падающее меню **Modify** → **Rotate**

Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0

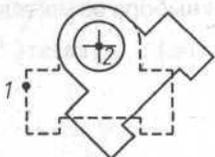
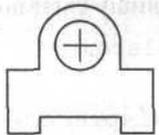
Select objects: указание 1

Select objects: Enter

Specify base point: указать центр поворота точку 2 с объектной привязкой **Intersection** 

Specify rotation angle or [Reference]: 45 угол поворота

По умолчанию положительным значением угла поворота принято направление против часовой стрелки относительно оси X.

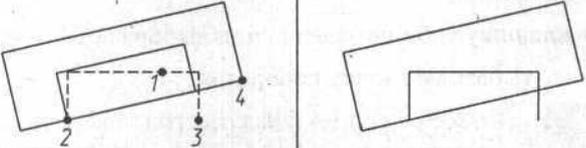
Повернуть объект  
со ссылкой на известный угол

Ro2

**Rotate O**

Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0  
 Select objects: указание 7  
 Select objects: Enter  
 Specify base point: указать центр поворота точку 2  
 с объектной привязкой Intersection X

Specify rotation angle or [Reference]: R режим ссылки  
 Specify the reference angle <0>: указать точку 2 с об. привязкой  
 Specify second point: указать точку 3 с об. привязкой  
 Specify the new angle: указать точку 4 с об. привязкой



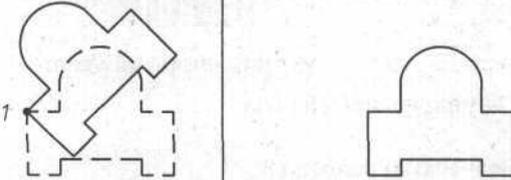
Повернуть объект с помощью ручек

Ro3

Command: указать на контур объекта в произвольной точке.  
 Из появившихся ручек выбрать ту, которая будет центром поворота (точка 1).

\*\* STRETCH \*\*  
 Specify stretch point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: Ro режим поворота

\*\* ROTATE \*\*  
 Specify rotation angle or [Base point/Copy/Undo/Reference/eXit]: 45 угол  
 Для удаления ручек с экрана необходимо дважды нажать клавишу Esc.



## Копирование объектов

 Команда COPY осуществляет копирование объектов. Она вызывается из падающего меню **Modify** ► **Copy** или щелчком мыши по пиктограмме **Copy** на панели инструментов **Modify**.

Запросы команды COPY:

**Select objects** : — выбрать объекты;

**Select objects** : — нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов;

**Specify base point or displacement, or [Multiple]** : — указать базовую точку;

**Specify second point of displacement or <use first point as displacement>** : — указать положение копии объекта.

Ключ **Multiple** используется для Создания множества копий объектов. При его применении последний запрос, требующий указания точки смещения, делается многократно. Каждое смещение определяется относительно исходной базовой точки. После получения нужного числа копий в ответ на запрос необходимо нажать клавишу **Enter**.



Выполните упражнения Co1 и Co2 из раздела 3.

**Скопировать объект** Co1

**Copy** Падающее меню **Modify** → **Copy**

Select objects: *указание 1*  
 Select objects: **Enter**  
 Specify base point or displacement, or [Multiple]: *указать базовую точку 2 с использованием привязки любого типа*  
 Specify second point of displacement or  
 <use first point as displacement>: *указать новое положение объекта - точку 3. с использованием привязки к узлам сетки*

**Скопировать объект, используя многократный режим** Co2

**Copy**

Select objects: *указание 1*  
 Select objects: **Enter**  
 Specify base point or displacement, or [Multiple]: **M**  
 Specify base point: *указать базовую точку 2*  
 Specify second point of displacement or  
 <use first point as displacement>: *указать точку 3*  
 Specify second point of displacement or  
 <use first point as displacement>: *указать точку 4*  
 Specify second point of displacement or  
 <use first point as displacements **Enter**

## Размножение объектов массивом



Команда **ARRAY** осуществляет размножение объектов массивом. Она вызывается из падающего меню **Modify** ▶ **Array...** или щелчком мыши по пиктограмме **Array** на панели инструментов **Modify**. При этом открывается диалоговое окно **Array**, где можно настроить следующие параметры:

- режим установки значений прямоугольного массива Rectangular Array (рис. 7.3):
  - в полях Rows: и Columns: указывается количество рядов и столбцов массива;
  - в области Offset distance and direction, в полях Row offset:, Column offset: и Angle of array: задаются расстояния между рядами и столбцами массива, а также угол поворота элемента. Расстояния можно ввести с клавиатуры в соответствующих полях или мышью, для чего необходимо воспользоваться кнопками Pick Both Offset — указать оба расстояния, Pick Row offset — указать расстояние между рядами и Pick Column offset — указать расстояние между столбцами;

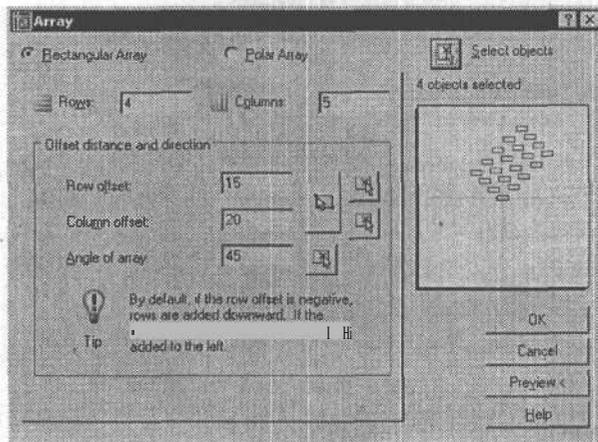


Рис. 7.3. Диалоговое окно формирования прямоугольного массива

- режим установки значений кругового массива Polar Array (рис. 7.4):
  - в строке CenterPoint:, в полях X: и Y: указываются соответствующие координаты центра массива. Для того чтобы ввести центр при помощи мыши, следует воспользоваться кнопкой Pick Center Point;
  - в раскрывающемся списке способов построения Method: выбирается один из параметров: Total number of items & Angle to fill — число элементов и угол заполнения, Total number of items & Angle between items — число элементов и угол между элементами либо Angle to fill & Angle between items — угол заполнения и угол между элементами;
  - в зависимости от выбранного способа построения активируются два поля из следующих трех: Total number of items: — число элементов, Angle to fill: — угол заполнения, Angle between items: — угол между элементами;
  - установкой флажка Rotate items as copied назначается поворот элемента массива вокруг своей оси. Базовую точку при желании можно указать в соответствующих полях, для чего понадобится развернуть окно щелчком по кнопке More;
- кнопка Select objects служит для выбора элементов массива;

- результат работы команды можно оценить, нажав кнопку Preview< или просмотрев его на схеме справа в диалоговом окне.

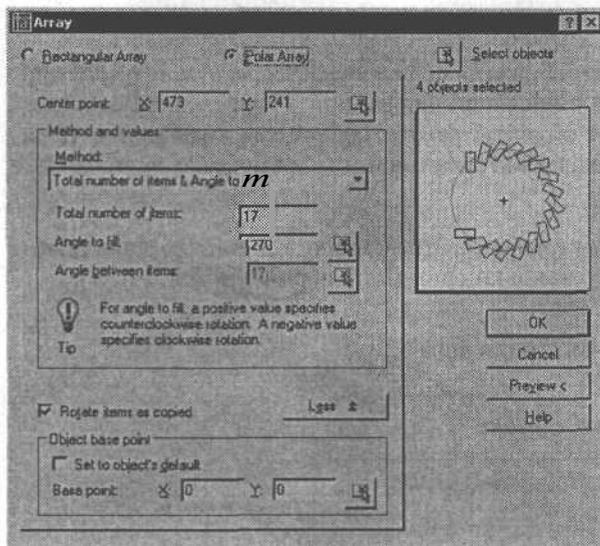


Рис. 7.4. Диалоговое окно формирования кругового массива

## Зеркальное отображение объектов

- Команда MIRROR осуществляет зеркальное отображение объектов. Она вызывается из падающего меню Modify ► Mirror или щелчком мыши по пиктограмме Mirror на панели инструментов Modify.

Запросы команды MIRROR:

Select objects: — выбрать объекты;

Select objects: — нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов;

Specify first point of mirror line: — указать первую точку оси отражения;

Specify second point of mirror line: — указать вторую точку оси отражения;

Delete source objects? [Yes/No] <N>: — указать: удалить или оставить исходные объекты.

При зеркальном отображении тексты, атрибуты и их определения также приобретают зеркальный вид. Это происходит из-за того, что операция зеркального отображения выполняется в строгом соответствии с математическими законами отражения.

Чтобы полученный в результате зеркального отображения текст имел привычный вид, следует присвоить системной переменной MIRRTEXT значение 0. По умолчанию эта переменная включена. Если же ее отключить, отображенный текст будет ориентирован и выровнен точно так же, как и исходный.

При этом команда MIRROR особым образом обрабатывает элементы текста и примитивы атрибутов, отображая их в прежней ориентации. Переменная MIRRTEXT воздействует только на простые объекты текста, созданные командами TEXT, DTEXT, MTEXT, а также на определения атрибутов и их переменные, не входящие внутрь вставленного блока.

Тексты и постоянные атрибуты внутри блока отражаются, как и все составляющие блока, зеркально, независимо от установки системной переменной MIRRTEXT.



Выполните упражнения Mi1–Mi3 из раздела 3.

**Отобразить зеркально объект** (Mi1)

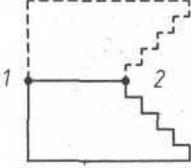
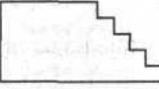
**Mirror** Падающее меню **Modify** → **Mirror**

Select objects: указание 1  
 Select objects: Enter  
 Specify first point of mirror line: указать точку 2, используя любой удобный режим привязки  
 Specify second point of mirror line: указать точку 3, используя любой удобный режим привязки  
 Delete source objects? [Yes/No] <N>: Enter

**Отобразить зеркально объект** (Mi2)

**Mirror**

Select objects: указание 1  
 Select objects: Enter  
 Specify first point of mirror line: указать точку 2, используя привязку к узлам сетки  
 Specify second point of mirror line: указать точку 3, используя привязку к узлам сетки  
 Delete source objects? [Yes/No] <N>: Y

Отобразить зеркально объект с помощью ручек		Mi3
<p>Command: указать на контур объекта в произвольной точке.            Из появившихся ручек выбрать ту, которая лежит на линии симметрии (точка 1).</p> <p><b>** STRETCH **</b>            Specify stretch point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: Mi            режим симметрии</p> <p><b>** MIRROR **</b>            Specify second point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: указать точку 2            Для удаления ручек с экрана дважды нажать клавишу Esc.</p>		
		

## Создание подобных объектов

 Команда **OFFSET** осуществляет создание подобных объектов (эквидистант) с заданным смещением. Она вызывается из падающего меню **Modify** ► **Offset** или щелчком мыши по пиктограмме **Offset** на панели инструментов **Modify**.

Можно строить подобные отрезки, дуги, окружности, двумерные полилинии, эллипсы, эллиптические дуги, прямые, лучи и плоские сплайны. Подобные окружности имеют диаметр, больший или меньший, чем исходный, в зависимости от того, как задано смещение. Если оно указано точкой вне окружности, то новая окружность имеет больший диаметр, а если внутри окружности — меньший.

Запросы команды **OFFSET**:

**Specify offset distance or [Through] <Through>**: — указать величину смещения;

**Select object to offset or <exit>**: — выбрать объект для создания подобных;

**Specify point on side to offset**: — указать точку, определяющую сторону смещения;

**Select object to offset or <exit>**: — нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды.

Ключ **Through** позволяет задать смещение через точку. При этом выдаются следующие запросы:

**Specify offset distance or [Through] <default>**: **T** — переход в режим указания смещения через точку;

**Select object to offset or <exit>**: — выбрать объект для создания подобных;

**Specify through point**: — указать точку;

Select object to offset or <exit>: — нажать клавишу Enter для завершения работы команды.

Значение текущей величины смещения хранит системная переменная OFFSETDIST. Переменная OFFSETGAPTYPE управляет способом создания подобных полилиний, если при смещении образуется зазор между отдельными сегментами полилинии.



Выполните упражнение Of 1 из раздела 3.

Построить эквидистанту (подобие объекта) Of1

**Offset** Падающее меню **Modify** — **Offset**

Specify offset distance or [Through] : 10 смещение

Select object to offset or <exit>: указать точку 1 (объект)

Specify point on side to offset: указать точку 2 (сторону)

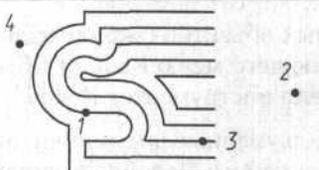
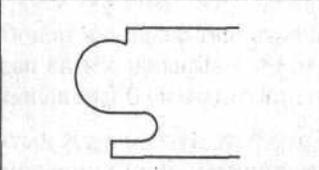
Select object to offset or <exit>: указать точку 3 (объект)

Specify point on side to offset: указать точку 2 (сторону)

Select object to offset or <exit>: указать точку 1 (объект)

Specify point on side to offset: указать точку 4 (сторону)

Select object to offset or <exit>: Enter

## Масштабирование объектов

Команда SCALE осуществляет масштабирование объектов. Она вызывается из падающего меню **Modify** ▶ **Scale** или щелчком мыши по пиктограмме Scale на панели инструментов **Modify**.

Запросы команды **Scale**:

Select objects : — выбрать объекты;

Select objects : — нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов;

Specify base point : — указать базовую точку;

Specify scale factor or [Reference] : — указать коэффициент масштабирования.

При масштабировании объектов масштабные коэффициенты по осям X и Y одинаковы. Таким образом, можно делать объект больше или меньше, но нельзя изменять соотношение его размеров по этим осям. Масштабирование выполняется путем указания базовой точки и новой длины объекта, из которой выводится масштабный коэффициент для текущих единиц, или путем явного ввода коэффициента. Кроме того, коэффициент может определяться путем указания текущей дли-

ны и новой длины объекта. При масштабировании с указанием масштабного коэффициента производится изменение размеров выбранного объекта во всех измерениях.

Если масштабный коэффициент больше единицы, то объект увеличивается, а если меньше единицы — уменьшается.

Ключ *Reference* применяется для определения коэффициента масштабирования с использованием размеров существующих объектов в качестве ссылок. При этом выдаются следующие запросы:

**Select objects:** — выбрать объекты;

**Select objects:** — нажать клавишу *Enter* по завершении выбора объектов;

**Specify base point:** — указать базовую точку;

**Specify scale factor or [Reference]:** *R* — переход в режим указания масштабного коэффициента со ссылкой;

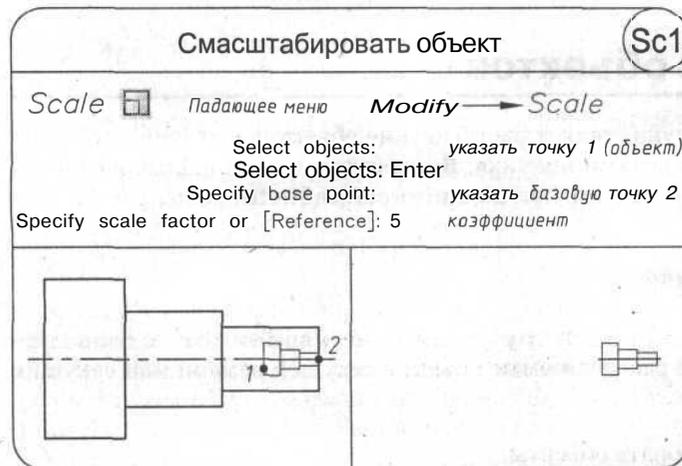
**Specify reference length <1>:** — указать длину опорного отрезка;

**Specify new length:** — указать новую длину.

Один из наиболее эффективных вариантов использования ключа *Reference* — изменение масштаба всего рисунка. Если оказалось, что выбранные единицы рисунка не соответствуют заданным требованиям, то для выбора всех объектов на чертеже (например, при помощи рамки) можно воспользоваться командой *SCALE*, а затем, применяя ключ *Reference*, указать два конца объекта, требуемая длина которого известна, и ввести данную длину. При этом масштаб всех объектов на рисунке изменится соответствующим образом.



Выполните упражнения Sc1–Sc3 из раздела 3.



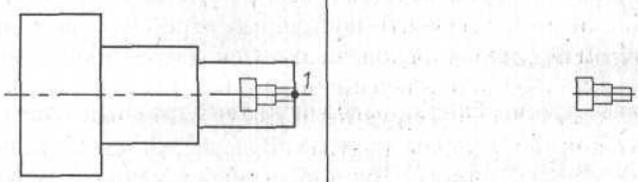
**Смасштабировать объект с помощью ручек** Sc2

Command: указать на контур объекта в произвольной точке.  
Из появившихся ручек выбрать ту, которая будет базовой (точка 1).

\*\* STRETCH \*\*  
Specify stretch point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: Sc режим

\*\* SCALE \*\* масштабирования  
Specify scale factor or [Base point/Copy/Undo/Reference/eXit]: 5 коэффициент

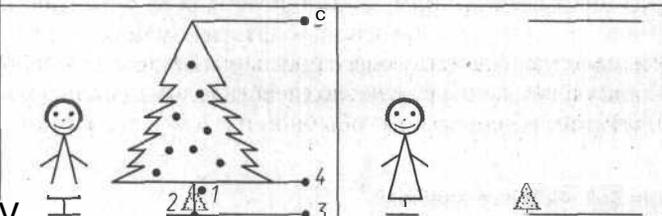
Для удаления ручек с экрана дважды нажать клавишу Esc.



**Смасштабировать объект со ссылкой на известную длину** far^3

**Scale** 

Select objects:	указать точку 1 (объект)
Select objects:	Enter
Specify base point:	указать базовую точку 2
Specify scale factor or [Reference]: R	ссылка
Specify reference length <1>:	указать точку 3
Specify second point:	указать точку 4
Specify new length:	указать точку 5



## Растягивание объектов

 Команда STRETCH осуществляет растягивание объектов, сохраняя при этом связь с остальными частями рисунка. Вызывается она из падающего меню Modify ► Stretch или щелчком мыши по пиктограмме Stretch на панели инструментов Modify.

Запросы команды STRETCH:

Select objects to stretch by crossing-window or crossing-polygon . . . — выберите растягиваемые объекты секущей рамкой или секущим многоугольником;

Select objects: — выбрать объекты;

**Select objects:** — нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов;

**Specify base point or displacement:** — указать базовую точку;

**Specify second point of displacement or <use first point as displacement>:** — указать новое положение базовой точки.

Формирование набора объектов для этой команды должно производиться с ключом секущей рамки Crossing или Spolygon. Любые объекты, полностью заключенные в рамку или многоугольник, перемещаются командой STRETCH точно так же, как командой MOVE. Отрезки, дуги и сегменты полилиний, пересекающие рамку, растягиваются только путем перемещения конечных точек, находящихся внутри нее: конечные точки за рамкой остаются неизменными. В дугах центральная точка и ее начальный и конечный углы регулируются таким образом, что стрелка дуги (расстояние от центральной точки хорды до дуги) поддерживается постоянной. Команда STRETCH не влияет на ширину полилиний, на информацию о сопряжениях и углах касания.

Вершины полос и фигур, находящиеся внутри рамки, также перемещаются, тогда как вершины за пределами рамки остаются на месте. Другие примитивы перемещаются или остаются на месте в зависимости от того, находится ли определяющая их точка внутри рамки. Определяющими точками являются центр круга, точка вставки формы или блока (если точка вставки блока перемещается командой STRETCH, то перемещаются и все его атрибуты), крайняя левая точка базовой линии для текста и для определения атрибута — независимо от типа выравнивания, использованного при вычерчивании элемента.

Если команда STRETCH вызывается при действующем предварительном наборе, то для рассмотрения определяющих точек, подпадающих под действие команды, используются только примитивы, выбранные с помощью обычной или секущей рамки.



Выполните упражнения St1–St3 из раздела 3.

**Растянуть объект со смещением вправо (St1)**

**Stretch** Падающее меню **Modify** — **Stretch**

Select objects to stretch by crossing-window or crossing-polygon...

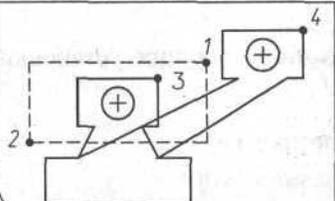
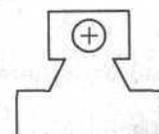
Select objects: указать точку 1 (выбор секущей рамкой)

Specify opposite corner: указать точку 2

Select objects: Enter

Specify base point or displacement: указать точку 3

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: указать точку 4

## Растянуть объект с помощью ручек

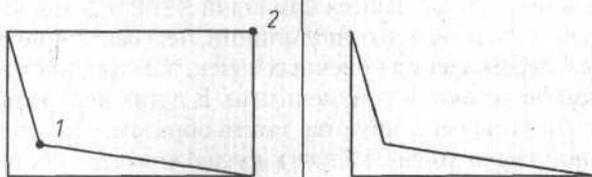
St2

Command: указать на контур объекта в произвольной точке.  
Из появившихся ручек выбрать ту, за которую следует тянуть контур (точку 1)

\*\* STRETCH \*\*

Specify stretch point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: указать  
новое положение редактируемой вершины (точку 2)

Для удаления ручек с экрана дбжды нажать клавишу Esc.



## Изменить объект с помощью ручек

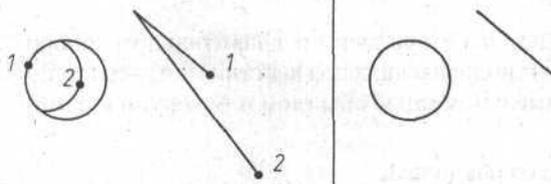
St3

Command: указать на объект в произвольной точке.  
Из появившихся ручек выбрать ту, за которую следует тянуть объект (точку 1).

\*\* STRETCH \*\*

Specify stretch point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: указать  
новое положение редактируемой точки (точку 2)

Для удаления ручек с экрана дбжды нажать клавишу Esc.



## Удлинение объектов

- И Команда EXTEND, которая осуществляет удлинение объектов до граничной кромки, вызывается из падающего меню Modify ► Extend или щелчком мыши по пиктограмме Extend на панели инструментов Modify.

Запросы команды EXTEND:

Current settings: Projection=UCS Edge=None — текущие установки проекции кромки;

Select boundary edges ... — выбрать граничные кромки;

Select objects: — выбрать объекты;

**Select objects:** — нажать клавишу Enter по завершении выбора граничной кромки;

**Select object to extend or shift-select to trim or [Project/Edge/Undo]** : — выбрать удлиняемый объект;

**Select object to extend or shift-select to trim or [Project/Edge/Undo]** : — нажать клавишу Enter для завершения работы команды.

Для удлинения полилиний можно использовать только разомкнутые. Смысл этой операции заключается в том, что первый или последний сегмент полилинии удлиняется так, как если бы он был одиночным отрезком или дугой.

При удлинении широкой полилинии граничная кромка соприкасается с ее осевой линией. Поскольку торцевой срез широкой полилинии проводится под углом  $90^\circ$ , то, если граничная кромка не перпендикулярна удлиняемому сегменту, конец полилинии частично заходит за кромку. При удлинении конусного сегмента конечная ширина сегмента корректируется так, чтобы текущая конусность оставалась неизменной. Если в результате получается отрицательная конечная ширина, она устанавливается равной 0.

Допускается удлинение лучей, но удлинение прямых невозможно. Так же, как и окружность, прямая линия не имеет граничной кромки и конечной точки. Луч является полуограниченным объектом, поэтому его можно удлинить до новой начальной точки. Имеется возможность изменять центральные углы дуг и длин некоторых объектов. В частности, допускается изменение длины разомкнутых последовательностей отрезков, дуг, разомкнутых полилиний, эллиптических дуг и разомкнутых сплайнов. В зависимости от ситуации этот процесс подобен либо удлинению, либо обрезке. Изменение длины может производиться различными способами:

- динамически — буксировкой конечной точки объекта;
- указанием новой длины в процентном отношении к текущей длине или углу;
- указанием приращения длины или угла, откладываемого от конечной точки;
- установкой полной абсолютной длины объекта или его центрального угла.

Граничными кромками могут служить отрезки, дуги, двумерные полилинии. Когда в качестве кромки используется двумерная полилиния, ее ширина игнорируется и объекты удлиняются до ее осевой линии.

Удлиняемые объекты выбираются путем указания той части, которая должна удлиняться. Объекты нельзя выделять рамкой, секущей рамкой или объявлять последним набором; допустимы только прямое указание, ввод координат и выбор линией.

Ключи команды EXTEND:

- Project** — определяет режим удлинения объектов до пересечения их проекции с границей в трехмерном пространстве:

- None — удлинение только тех объектов, которые пересекаются с заданной границей;
  - UCS — определение проекции объекта в плоскости XY текущей ПСК и удлинение объекта, не пересекающегося с границей;
  - View — определение проекции объекта в направлении заданного вида и удлинение объекта, не пересекающегося с границей;
- Edge — определяет режим поиска пересечения:
- Extend — удлинение объекта до воображаемой продолженной границы;
  - No extend — удлинение объектов до границы без ее удлинения.

Если задано несколько граничных кромок, объект удлиняется до тех пор, пока не достигнет первой из них. Этот же объект можно выбрать вновь, чтобы удлинить его до следующей граничной кромки.



Выполните упражнение Ex1 из раздела 3.

**Удлинить отрезки до границы дуги** Ex1

*Extend* Падающее меню *Modify* → *Extend*

Current settings: Projection=UCS Edge=None

Select boundary edges ...

Select objects: указать граничную кромку в точке 1

Select objects: Enter

Select object to extend or shift-select to trim or [Project/Edge/Undo]: указать точку 2

Select object to extend or shift-select to trim or [Project/Edge/Undo]: указать точку 3

Select object to extend or shift-select to trim or [Project/Edge/Undo]: указать точку 4

Select object to extend or shift-select to trim or [Project/Edge/Undo]: Enter

## Разбиение объектов на части

**Ц!** Команда BREAK, которая осуществляет разрыв объектов, вызывается из падающего меню *Modify* ► *Break* или щелчком мыши по пиктограмме Break на панели инструментов *Modify*.

Запросы команды BREAK:

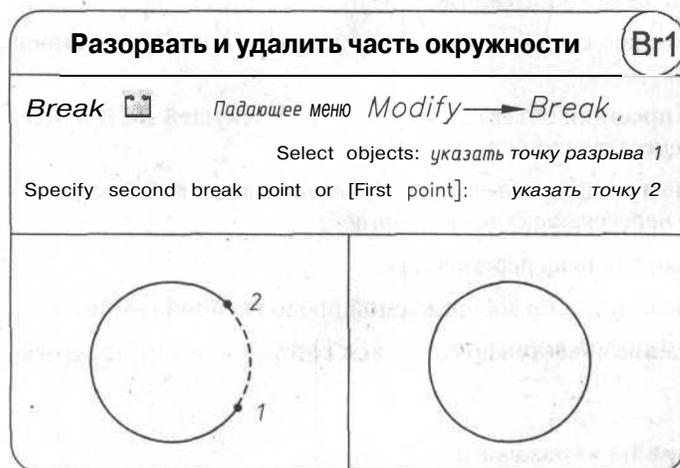
Select object: — выбрать объект;

Specify second break point or [First point]: — указать вторую точку разрыва.

В зависимости от используемых ключей разрыв можно осуществить без стирания или со стиранием части отрезка, окружности, дуги, двумерной полилинии, эллипса, сплайна, прямой или луча. Для разбиения объекта можно либо выбрать объект в первой точке разрыва, а затем указать вторую точку разрыва, либо вначале просто выбрать объект, а затем произвести указание двух точек разрыва.



Выполните упражнение Br1 из раздела 3.



## Обрезка объектов

 Команда TRIM, которая осуществляет отсечение объектов по режущей кромке, вызывается из падающего меню **Modify** ▶ **Trim** или щелчком мыши по пиктограмме **Trim** на панели инструментов **Modify**.

Запросы команды TRIM:

**Current settings:** Projection=UCS Edge=None — текущие установки проекции кромки;

**Select cutting edges ...** — выберите режущие кромки;

**Select objects:** — выбрать объекты, являющиеся режущей кромкой;

**Select objects:** — нажать клавишу **Enter** по завершении выбора режущей кромки;

**Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]:** — выбрать обрезаемый объект;

**Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]:** — нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды.

Секущей кромкой могут служить отрезки, дуги, окружности, двумерные полилинии, эллипсы, сплайны, прямые, лучи. Объект, не пересекающийся с секущей кромкой, можно отсечь в месте их воображаемого пересечения. Когда секущая кромка определяется двумерной полилинией, ее ширина не учитывается и обрезка проводится по осевой линии. В пространстве листа секущими кромками могут служить границы видовых экранов. Ключи команды TRIM:

- **Project** — определяет режим отсечения объектов по пересечению их проекции с границей в трехмерном пространстве:
  - **None** — отсечение только тех объектов, которые пересекаются с заданной границей;
  - **Ucs** — определение проекции объекта в плоскости XY текущей ПСК и отсечение объекта, не пересекающегося с границей;
  - **View** — определение проекции объекта в направлении заданного вида и отсечение объекта, не пересекающегося с границей;
- **Edge** — определяет режим поиска пересечения:
  - **Extend** — отсечение объекта по воображаемой продолженной границе;
  - **No extend** — отсечение объектов по границе, с которой они имеют пересечение.



Выполните упражнение Tr1 из раздела 3.

**Отсечь части окружности** Tr1

*Trim* Падающее меню *Modify* —> *Trim*

Current settings: Projection=UCS Edge=None

Select cutting edges ...

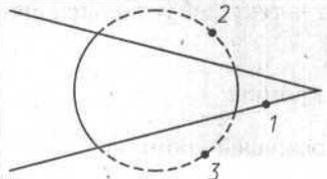
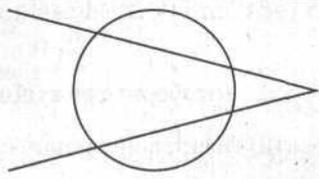
Select objects: *указать секущую кромку в точке 1*

Select objects: **Enter**

Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]: *указать точку 2*

Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]: *указать точку 3*

Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]: **Enter**

## Расчленение объектов

- ☑ Команда EXPLODE осуществляет расчленение блоков на составляющие их примитивы. Команда вызывается из падающего меню **Modify > Explode** или щелчком мыши по пиктограмме **Explode** на панели инструментов **Modify**.

Запросы команды EXPLODE:

Select objects: — выбрать объекты;

Select objects: — нажать клавишу Enter по окончании выбора объектов и для завершения работы команды.

При расчленении блока изображение на экране получается идентичным исходному, но при этом цвет, тип и вес линии объектов могут изменяться. Так, у объектов, входивших в блок, после его расчленения восстанавливаются исходные свойства.

Если расчленению подвергнута двумерная полилиния, то любая информация о ширине или касательной игнорируется, получаемые отрезки и дуги следуют по осевой линии полилинии. По завершении работы команды EXPLODE применительно к полилинии, имеющей ширину, отличную от нуля, будет выдано сообщение о том, что при ее расчленении потеряны сведения о ширине:

Exploding this polyline has lost width information.

The UNDO command will restore it.

Действие команды EXPLODE в каждый момент распространяется только на один уровень вложенности. Это значит, что если блок содержит полилинию, то при его расчленении появится цельная полилиния. Если потребуются отдельные дуговые или линейные сегменты, полилинию надо будет расчленить отдельно.

Расчленение блоков, вставленных с неравными масштабными коэффициентами по осям X, Y и Z, может привести к самым неожиданным последствиям. Внешние ссылки и связанные с ними блоки расчленить нельзя. При расчленении из блоков удаляются атрибуты, однако их исходные описания при этом сохраняются.



Выполните упражнение Ер1 из раздела 3.

**Взорвать (расчленить) блок**

**Erase** *попробуйте удалить один из выделенных*  
 Select objects: *отрезков (указание 1 или 2).*  
*Удаляется весь объект? Так и должно быть, поскольку вы пытаетесь редактировать объект, являющийся блоком. Чтобы работать с элементами блока, его необходимо взорвать. Восстановите удаленный блок.*

**Explode** *Падающее меню* **Modify** — **Explode**  
 Select objects: *указать блок в любой точке контура*  
 Select objects: **Enter**  
*Повторить команду удаления выделенных отрезков.*

## Снятие фасок

 Команда CHAMFER осуществляет снятие фасок на объектах. Команда вызывается из падающего меню Modify ► Chamfer или щелчком мыши по пиктограмме Chamfer на панели инструментов Modify.

Запросы команды CHAMFER:

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 10.0000, Dist2 = 10.0000 – режим с обрезкой, параметры фаски;

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/multiple] : – выбрать первый отрезок;

Select second line: – выбрать второй отрезок.

Процесс снятия фасок заключается в соединении двух непараллельных объектов путем их удлинения или обрезки до пересечения либо друг с другом, либо с линией фаски.

Снятие фасок можно выполнять для отрезков, полилиний, прямых и лучей. При установке фаски методом длин указываются расстояния, на которые каждый объект нужно удлинить или обрезать.

При установке фаски методом угла также можно указать длину линии фаски и угол, образуемый ею с первой линией.

Соединяемые объекты либо оставляют в том виде, который они имели до снятия фаски, либо обрезают или удлиняют, используя линию фаски в качестве кромки.

Если оба соединяемых объекта лежат на одном слое, линия фаски проводится на нем же.

В противном случае она располагается на текущем слое. То же справедливо в отношении цвета, типа и веса линии фаски.

Если точка пересечения объектов находится за пределами рисунка, а опция контроля лимитов включена, то снятие фаски не выполняется.

Ключи команды CHAMFER:

- Polyline — снятие фасок вдоль всей полилинии, то есть в каждом пересечении ее сегментов. При этом обрабатываются только те сегменты, длины которых превосходят длину фаски. Построенные вдоль полилинии фаски становятся ее новыми сегментами, даже если их длина равна нулю;
- Distance — настройка *длины фаски*, то есть расстояния между точкой реального или воображаемого пересечения объектов и точкой, до которой удлиняется или обрезается объект при снятии фаски. Если обе длины фаски равны нулю, то объекты обрезаются или удлиняются до точки их пересечения, а линия фаски

не строится. В качестве значения первой длины фаски по умолчанию выступат последняя заданная длина. Значение второй длины по умолчанию совпадает со значением первой длины, так что стандартными считаются симметричные фаски, хотя значения по умолчанию можно изменить. Величины первой и второй длин запоминаются в файле рисунка. Исходные длины фасок нового рисунка определяет шаблон. При использовании ключа Distance выдаются следующие запросы:

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000 – режим с обрезкой, параметры фаски;

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/multiple]: D — переход в режим настройки длины фаски;

Specify first chamfer distance <default>: — указать первую длину фаски;

Specify second chamfer distance <default>: — указать вторую длину фаски.

- Angle — позволяет задать длину для первой линии и угол относительно первой линии для подрезания второй;
- Trim — позволяет определить, следует ли обрезать линии до снятия фаски. Если следует, то первая линия отсекается на величину первого расстояния, а вторая линия — на величину второго. Если расстояние равно нулю, то происходит подгонка в одну точку. По умолчанию соединяемые фаской объекты обрезаются;
- Method — позволяет выбрать один из методов установки размеров фасок: либо расстояниями, либо расстоянием и углом.



Выполните упражнения Ch1 и Ch2 из раздела 3.

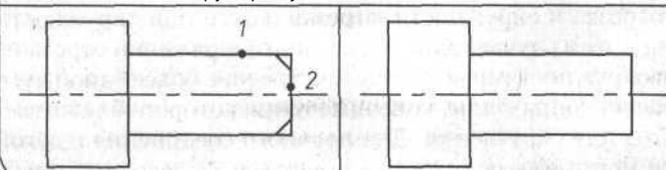
**Снять фаски с детали** Ch1

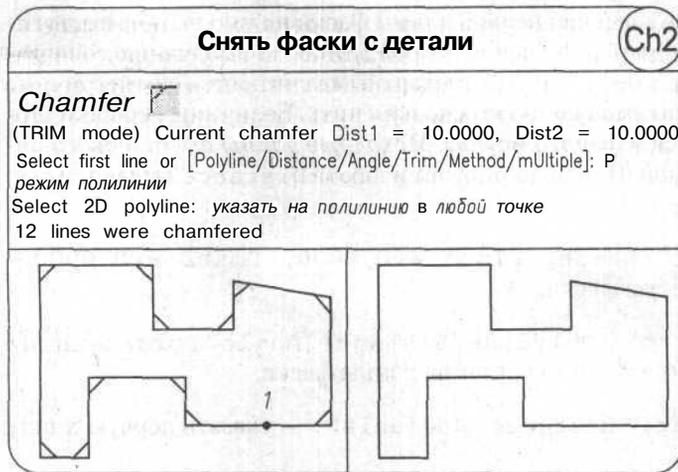
*Chamfer*  падающее меню *Modify* → *Chamfer*

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000  
 Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method]: D  
 Specify first chamfer distance <0.0000>: 10 *длина фаски*  
 Specify second chamfer distance <10.0000>: Enter

*Chamfer*

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 10.0000, Dist2 = 10.0000  
 Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/multiple]: *указать точку 1*  
 Select second line: *указать точку 2*  
 Аналогично снять вторую фаску.





## Рисование скруглений

Команда **FILLET** осуществляет плавное скругление (сопряжение) объектов. Она вызывается из падающего меню **Modify** ► **Fillet** или щелчком мыши по пиктограмме **Fillet** на панели инструментов **Modify**.

Запросы команды **FILLET**:

**Current settings:** Mode = TRIM, Radius = 10.0000 — текущие настройки: режим, радиус сопряжения;

**Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]:** — выбрать первый объект;

**Select second object:** — выбрать второй объект.

*Сопряжением* называется плавное соединение двух объектов дугой заданного радиуса. AutoCAD не делает различия между внутренними и внешними сопряжениями. Если оба сопрягаемых объекта лежат на одном слое, линия сопряжения проводится на нем же. В противном случае она располагается на текущем слое. Сказанное справедливо для цвета, типа и веса линии сопряжения. Можно сопрягать пары отрезков, линейные (но не дуговые) сегменты полилиний, прямые, лучи, круги, дуги и реальные (то есть не многоугольные) эллипсы. Сопряжение отрезков, прямых и лучей применимо даже к параллельным объектам. Сопряжения в вершинах полилинии производятся друг за другом по одному. Сопрягать можно отрезки и полилинии в любых комбинациях, а также все твердотельные объекты.

Допускается сопряжение отрезка и окружности, отрезка и дуги или окружности и дуги. Правила скругления в этом случае такие же, как при сопряжении отрезков. Однако в случае с дугами и окружностями возможно построение более одной дуги сопряжения. AutoCAD выберет сопряжение, конечные точки которого ближе всего к точкам выбора объектов для скругления. Для плавного соединения с дугой сопряжения отрезки и дуги могут обрезаться или удлиняться. Отсекаемый фраг-

мент — это та часть на стороне дуги сопряжения, которая образует точку пересечения с исходным объектом. Такая логика гарантирует плавность скругления и обычно совпадает с интуитивным представлением, согласно которому сохраняется та часть, которая указана. Окружности никогда не обрезаются; при этом дуга сопряжения плавно соединяется с окружностью.

Ключи команды FILLET:

- **Polyline** означает, что операция сопряжения выполняется со всей полилинией. При этом выдаются запросы:

**Current settings:** Mode = TRIM, Radius = 0.5000 — текущие настройки: режим, радиус сопряжения;

**Select first object or [Polyline/Radius/Trim/multiple]: P** — переход в режим сопряжения полилиний;

**Select 2D polyline:** — выбрать полилинию.

- **Radius** позволяет задать радиус скругления, то есть радиус дуги, соединяющей сопрягаемые объекты. По умолчанию радиус сопряжения равен 0,5000 или последнему введенному значению. Изменение данного параметра действует только на выполняемые после этого сопряжения, оставляя неизменными существующие. При установке радиуса выдаются запросы:

**Current settings:** Mode = TRIM, Radius = 0.5000 — текущие настройки: режим, радиус сопряжения;

**Select first object or [Polyline/Radius/Trim/multiple]: R** — переход в режим указания радиуса скругления;

**Specify fillet radius <default>:** — указать радиус сопряжения.



Выполните упражнения Fi1-Fi3, тесты 5-7 и Лист из раздела 3.

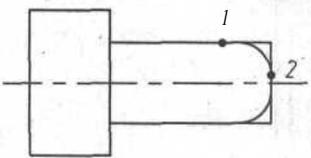
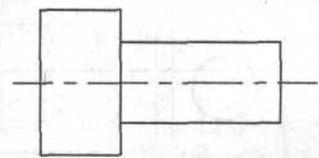
**Построить сопряжение (скругление) (Fi1)**

**Fillet 1** *Падающее меню* **Modify** → **Fillet**

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.0000  
 Select first object or [Polyline/Radius/Trim/multiple]: R  
 Specify fillet radius <0.0000>: 20 *радиус скругления*

**Fillet**

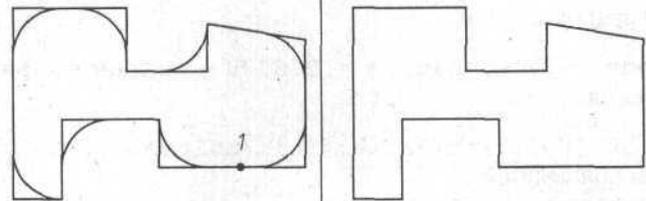
Current settings: Mode = TRIM, Radius = 20.0000  
 Select first object or [Polyline/Radius/Trim/multiple]: *указать точку 1*  
 Select second object: *указать точку 2*  
*Аналогично построить второе сопряжение.*

**Построить сопряжение (скругление)** Fi2

**Fillet** 

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 30.0000  
 Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: Р режим полилиний  
 Select 2D polyline: указать на полилинию в любой точке  
 8 lines were filleted  
 1 was parallel 3 were too short:



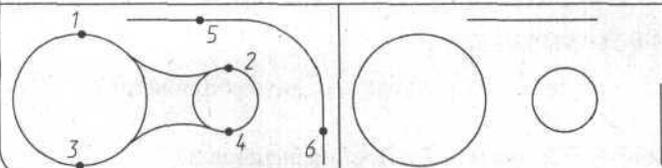
**Построить сопряжение (скругление)** Fi3

**Fillet** 

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 50.0000  
 Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: указать точку 1 (или 3)  
 Select second object: указать точку 2 (или 4)

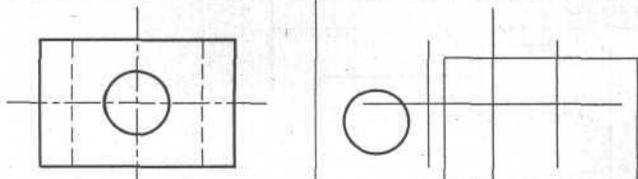
**Fillet**

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 50.0000  
 Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: указать точку 5  
 Select second object: указать точку 6



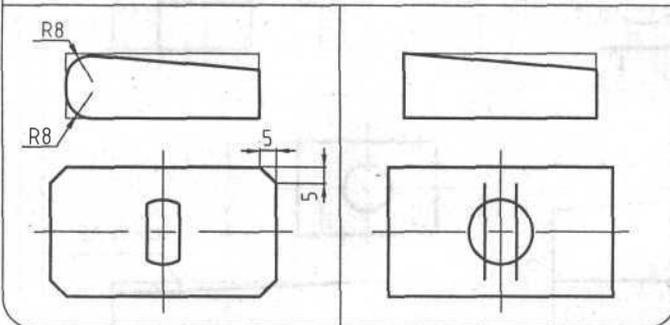
### ТЕСТ 5

1. Переместить окружность и прямоугольник в центр пересечения осей, используя привязки.
2. Назначить ширину полилинии прямоугольника 0.8.
3. Разместить линии основного контура в слое Контур, осевые линии - в слое Осевые линии, тонкие линии - в слое Тонкие линии.
4. Назначить тонким линиям пунктирный тип DASHED.



### ТЕСТ 6

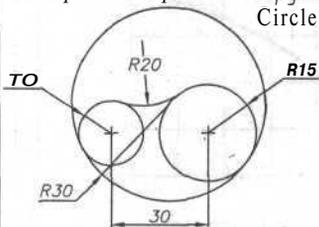
Отредактировать контуры, используя команды сопряжения (скругления), снятия фасок, отсечения части объекта.



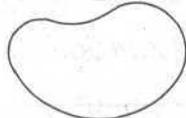
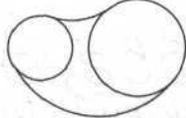
### ТЕСТ 7

Выполнить последовательно операции

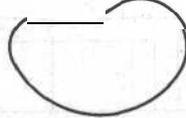
Построить сопряжение окружностей с использованием команд Circle и Fillet.



Последовательно отредактировать контур с помощью команды Trim.



Назначить ширину линии контура 0.8.



Перв. примен.

Зороб. N

и дата

**ЩНИХМЖ АЛД ОВЯФ**

Ø1234567890 рабвгуп

**Шрифт 7 DFGLSWXYZ fklrwtxyz**

Шрифт 5 Вас:ота букв 5 и 3,5 мм 1234567890

И. Д. N осод.	Содп. и дата	В. и. Д. N И. Д. N дубл.	и дата	Содп. N	Перв. примен.		
Изм.	Лист	N докум.	Погп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов ни.						
Проб.	Сидоров сс						
Т. контр.					Лист	Листоб	
К контр.							
Утв.							

Формат А4

## Разработка чертежей в среде AutoCAD

Существует много способов разработки чертежей в среде AutoCAD. Квалифицированные пользователи, обладающие большим опытом работы, имеют в своем багаже собственные подходы к разработке конструкторской документации. Вашему вниманию предлагается методика на примере разработки чертежа детали, хотя, в принципе, она может быть использована при разработке любых чертежей и служить основой для серьезной и регулярной работы в среде AutoCAD.

Создание чертежа детали, изображенной на рис. 7.5, рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

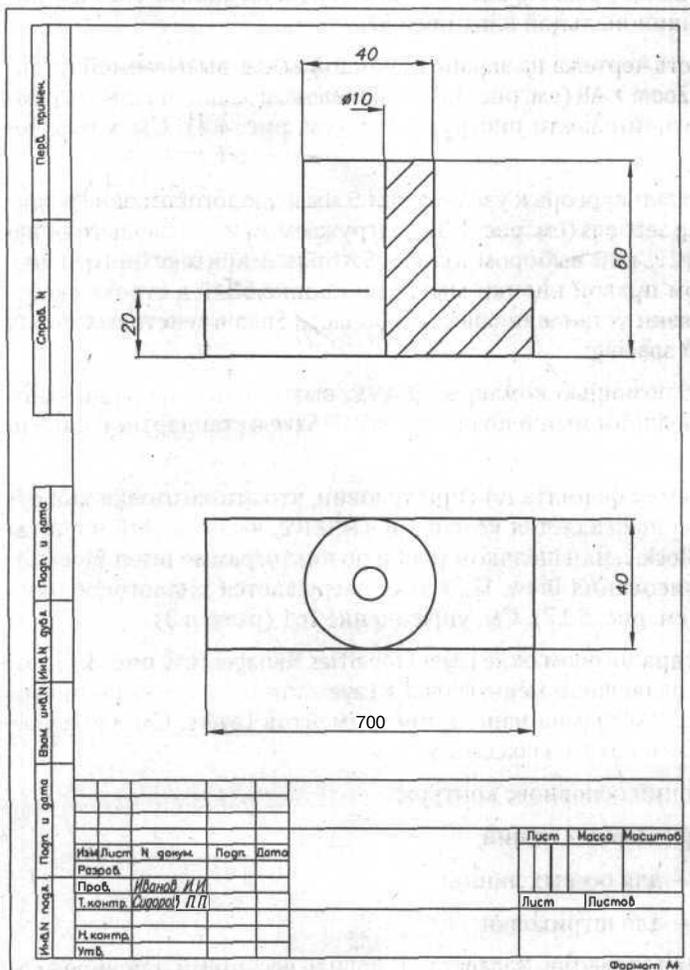


Рис. 7.5. Чертеж детали

1. Создать новый рисунок с помощью команды NEW, вызываемой из падающего меню File ▶ New... или щелчком по пиктограмме New стандартной панели инструментов.
2. Для вызова Мастера подготовки в диалоговом окне Create New Drawing выбрать пиктограмму Use a Wizard (см. рис. 1.35). Далее в списке Select a Wizard: выбрать быструю подготовку Quick Setup.
3. В диалоговом окне быстрой подготовки Quick Setup в качестве единиц измерения длины Units установить Decimal — десятичные (см. рис. 1.3). При определении границы области черчения Area установить ширину — 210 мм, длину — 297 мм. Щелкнуть мышью на кнопке Готово.
4. Включить отображение сетки на экране щелчком мыши на кнопке GRID в строке состояния или функциональной клавишей F7.
5. Отобразить всю область чертежа на экране командой ZOOM, вызываемой из падающего меню View ▶ Zoom ▶ All (см. рис. 4.3) или щелчком мыши по пиктограмме Zoom All в стандартной панели инструментов (см. рис. 4.4). См. упражнение Z2 (раздел 2).
6. Установить шаг привязки курсора к узлам сетки 5 мм в диалоговом окне режимов рисования Drafting Settings (см. рис. 1.36), загружаемом из падающего меню Tools ▶ Drafting Settings... или выбором пункта Settings... контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши по кнопке SNAP в строке состояния. Значение привязки устанавливается в области Snap в текстовых полях Snap X spacing: и Snap Y spacing:.
7. Сохранить рисунок с помощью команды QSAVE, вызываемой из падающего меню File ▶ Save или щелчком мыши по пиктограмме Save в стандартной панели инструментов.
8. Вставить в рисунок рамку формата A4 (при условии, что эта заготовка уже существует). Вставка осуществляется командой INSERT, вызываемой из падающего меню Insert ▶ Block... или щелчком мыши по пиктограмме Insert Block панели инструментов рисования Draw. При этом загружается диалоговое окно вставки блока Insert (см. рис. 5.17). См. упражнение In1 (раздел 3).
9. Создать новые слои в диалоговом окне Layer Properties Manager (см. рис. 3.1), которое загружается из падающего меню Format ▶ Layer... или щелчком по пиктограмме Layer Properties Manager на панели инструментов Layers. См. упражнение La (раздел 2). Рекомендуется создать 4 слоя:
  - 1) Контур — для линий основного контура;
  - 2) Размеры — для размерных линий;
  - 3) Осевые линии — для осевых линий;
  - 4) Тонкие линии — для штриховки.
10. В диалоговом окне Layer Properties Manager установить вес линий для вновь созданных слоев: для слоя Контур — 0.8; для слоев Размеры, Осевые линии, Тонкие линии — 0.3. Для слоя Осевые линии установить тип линии Center2. Рекомендуется установить для всех слоев различные оттенки цветовой гаммы.

11. Создать наклонный текстовый стиль в диалоговом окне Text Style (см. рис. 5.10), вызываемом из падающего меню Format ▶ Text Style.... В области Font в раскрываемом списке поля Font Name: следует выбрать шрифт simplex.shx; в поле Oblique Angle: установить угол наклона к нормали 15; в поле Height: установить высоту 0 (ноль). См. упражнение T7 (раздел 2).
12. Заполнить штамп. Рекомендуется увеличить изображение штампа с помощью зумирования. Затем использовать команду DTEXT, вызываемую из падающего меню Draw ▶ Text ▶ Single Line Text или щелчком мыши по пиктограмме Dtext панели инструментов. При заполнении штампа удобно использовать ключ выравнивания по ширине Fit команды DTEXT. См. упражнение T4 (раздел 2).
13. Прежде чем формировать основной контур, следует сделать слой Контур текущим. См. упражнение Test1 (раздел 2).
14. Включить привязку курсора к узлам сетки щелчком мыши по кнопке SNAP в строке состояния или функциональной клавишей F9.
15. С помощью команд построения прямоугольника RECTANG и окружности CIRCLE построить основной контур горизонтальной проекции детали. С помощью команд построения отрезков LINE сформировать основной контур ее фронтальной проекции. См. упражнения C1, Re1, L4 (раздел 2).
16. Сделать слой Осевые линии текущим и с помощью команды LINE сформировать осевые линии обеих проекций детали.
17. Сделать слой Тонкие линии текущим и заштриховать область разреза детали с помощью команды BHATCH, вызываемой из падающего меню Draw ▶ Hatch... или щелчком мыши по пиктограмме Hatch на панели инструментов Draw. Обращение к команде BHATCH загружает диалоговое окно Boundary Hatch and Fill (см. рис. 6.1), в котором необходимо установить, в области Pattern: — образец ANSI31; в области Scale: — значение масштабного коэффициента 2; в области Angle: — значение угла 0. См. упражнение H1 (раздел 2).
18. Проставить размеры. См. упражнения R1–R11 (раздел 2). Слой Размеры сделать текущим, затем создать размерный стиль с помощью команды DIMSTYLE в диалоговом окне Dimension Style Manager (см. рис. 6.17). Команда вызывается из падающего меню Dimension ▶ Style... или щелчком мыши по пиктограмме Dimension Style Manager панели инструментов Styles. См. упражнения RS1–RS6 (раздел 2). Рекомендуется установить: размер стрелок в поле Arrow size:, равный 5; в поле Offset from origin: выбрать значение 0, определяющее отступ выносных линий от объекта; в списке Text style: указать имя созданного наклонного текстового стиля; в списке Text height: выбрать значение высоты текста 3.5, в поле Offset from dim line: выбрать значение 1.3, определяющее отступ от размерной линии.
19. Для отображения веса (толщины) линий на экране необходимо щелкнуть мышью по кнопке LWT в строке состояния, расположенной в нижней части Рабочего стола (см. рис. 1.12).
20. Сохранить рисунок.

## **ГЛАВА 8      Пространство и компоновка чертежа**

- Пространство модели  
и пространство листа
- Работа в пространстве листа

Формирование в AutoCAD модели объекта, в том числе трехмерной, обычно не является самоцелью. Это делается для дальнейшего использования такой модели в системах прочностных расчетов и кинематического моделирования, при получении проектно-конструкторской документации, фотографически достоверного изображения готового изделия до его производства, при экспорте трехмерных моделей в другие программы компьютерной графики и т. д. Во всех случаях применения модели необходимо ее отображение либо на экране монитора, либо в виде твердой копии.

В данной главе будут рассмотрены возможности отображения и редактирования моделей в двух пространствах — пространстве модели Model Space и пространстве листа Paper Space, используемых при создании чертежа. Важно понимать, как и когда следует пользоваться пространством листа или модели. Овладев этим инструментом, можно значительно ускорить разработку изделия и повысить производительность.

Обычно в пространстве модели создаются и редактируются модели разрабатываемого объекта, а в пространстве листа формируется отображение этого объекта на плоскости, то есть чертеж с необходимыми графическими изображениями, рамкой чертежного листа, надписями и другой графической информацией, необходимой для вывода на плоттер. Когда пользователь находится в пространстве листа, допускается создание плавающих видовых экранов, на которых размещаются различные виды рисунка. В зависимости от ситуации можно вычертить содержимое одного или нескольких видовых экранов, задать элементы чертежа, выводимые на плоттер, выбрать способ компоновки изображения на листе бумаги. При этом не загромождается рисунок пространства модели, что ускоряет и облегчает редактирование разрабатываемого объекта.

На чертеже в пространстве листа, как правило, представлены ортогональные (прямоугольные) проекции объекта с различных точек зрения на трехмерную модель, а иногда и ее аксонометрическое изображение. Все изображения должны находиться в соответствующих областях просмотра. Создание окон просмотра, выбор и модификация видов, показываемых через эти окна, необходимы как при формировании трехмерных моделей, так и при их модификации. Качественное отображение трехмерных объектов позволяет существенно упростить работу с моделью.

В AutoCAD 2005 окно рисунка разделено на закладки; на одной из них расположена модель, а остальные (их может быть несколько) представляют собой аналоги листов бумаги. Для перехода в пространство модели необходимо либо выбрать закладку Model, либо сделать текущим плавающий видовой экран на листе. Именно в закладке Model работает пользователь, создавая и редактируя рисунок. Если она активна, это всегда означает, что работа ведется в пространстве модели. Закладка Model может быть разделена на неперекрывающиеся видовые экраны, которые представляют различные виды модели.

Набор закладок Layout предназначен для компоновки и подготовки к печати листов, представляющих собой изображения модели на бумаге. *Листы* в AutoCAD — это элементы среды пространства листа, на каждом из которых создаются видовые экраны и отдельно устанавливаются параметры печати. Последние сохраняются

в рисунке вместе с листами. Имеется возможность сохранить набор параметров листа, присвоив ему некоторое имя, и впоследствии назначать другим листам. Также предусмотрено создание листов на основе имеющихся файлов шаблонов (.dwt или .dwg).

## Пространство модели и пространство листа

*Пространство модели* (Model Space) — это пространство AutoCAD, где формируются модели объектов как при двумерном, так и при трехмерном моделировании. О том, что в окне AutoCAD на текущий момент установлено пространство модели, говорят соответствующая пиктограмма ПСК на рабочем поле чертежа, индикация кнопок Model в нижней части рабочего поля (рис. 8.1) и MODEL в строке состояния. Если пользователь AutoCAD работает только с двумерными объектами, ему нет особой необходимости переходить в пространство листа: все изображения объекта, а также дополнительная информация (рамка формата, размеры, основная надпись и пр.) могут формироваться в пространстве модели.

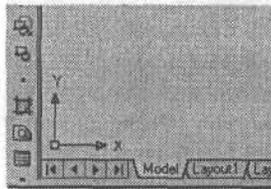


Рис. 8.1. Пиктограмма пользовательской системы координат пространства модели

Работа в пространстве модели производится на *неперекрывающихся видовых экранах (окнах)*; там создается основной рисунок или модель. Если в окне программы присутствует несколько видовых экранов, то редактирование, производимое в одном из них, оказывает действие на все остальные. Несмотря на это, значения экранного увеличения, точки зрения, интервала сетки и шага для каждого видового экрана могут устанавливаться отдельно.

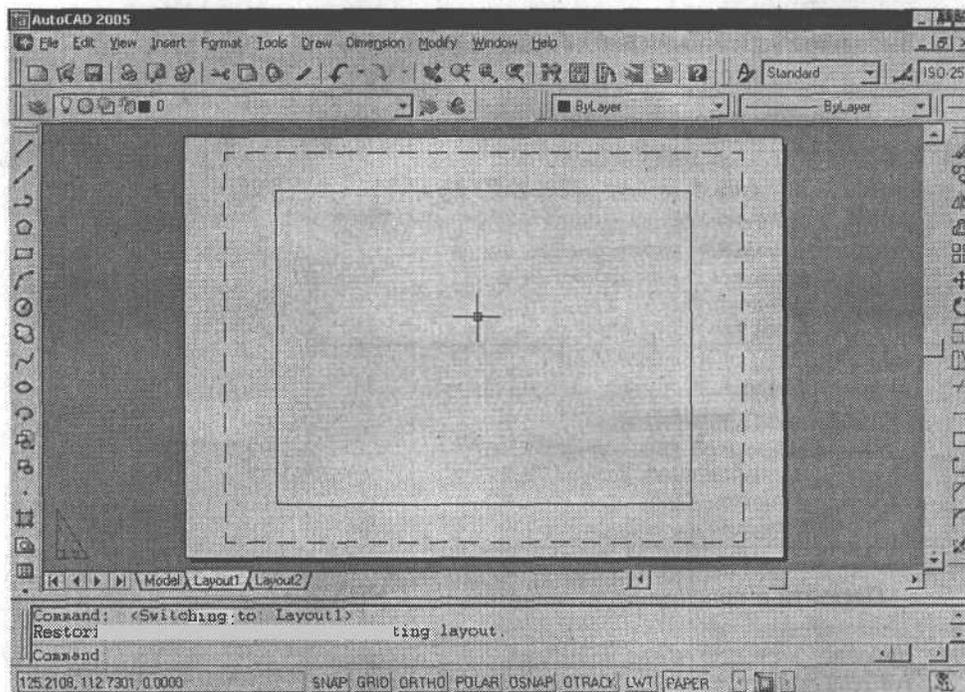
*Пространство листа* (Paper Space) — это пространство AutoCAD, необходимое для отображения объекта, сформированного в пространстве модели, на *перекрывающихся (плавающих) видовых экранах*. Пространство листа облегчает получение твердых копий рисунков и чертежей, разработанных автоматизированным путем. Если бы пространство листа не использовалось, пришлось бы загромождать пространство модели графической информацией, необходимой лишь для формирования чертежных листов. Ведь такие элементы, как рамка чертежного листа, основная надпись и другая графическая и текстовая информация, не имеют отношения к реальной модели и требуются только в распечатке.

*Листом* называется компонент среды AutoCAD, имитирующий лист бумаги и хранящий в себе набор установок, используемых при выводе на плоттер. На листе можно размещать видовые экраны, а также строить геометрические объекты (на-

пример, элементы основной надписи). Рисунок может содержать несколько листов с разными видами модели; для каждого листа автономно задаются значения масштаба печати и размеров сторон. Изображение листа выглядит на экране точно так же, как и вычерченный на плоттере лист.

*Видовой экран* (viewport) представляет собой участок графического экрана, на котором отображается некоторая часть пространства модели рисунка.

Пространство листа строго двумерно, и видеть его можно только с точки зрения перпендикулярной плоскости листа. О том, что в AutoCAD на текущий момент установлено пространство листа, говорят соответствующая пиктограмма ПСК и индикация кнопки PAPER в строке состояния внизу Рабочего стола AutoCAD (рис. 8.2).



**Рис. 8.2.** Рабочий стол в пространстве листа

В пространстве листа пиктограмма ПСК имеет треугольную форму; располагается она всегда в левом нижнем углу области рисунка.

После создания плавающих видовых экранов вносить изменения в модель можно, переходя с закладки Layout на закладку Model. На листе в любое время допускается изменение параметров, например формата бумаги или масштаба печати.

Чтобы сделать текущей закладку Model, необходимо щелкнуть по ней мышью или ввести MSPLANE в командной строке. Чтобы перейти из этой закладки в про-

пространство листа, достаточно щелкнуть мышью по одной из закладок Layout или ввести LAYOUT в командной строке.

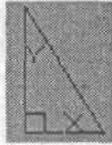
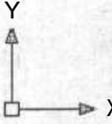
Открыв лист, можно работать либо в пространстве листа, либо в пространстве модели (в последнем случае нужно сделать текущим какой-либо из видовых экранов). Для того чтобы сделать видовой экран текущим, достаточно установить на него указатель мыши и дважды щелкнуть ее левой кнопкой.

Чтобы текущим стало пространство листа, следует дважды щелкнуть мышью в том месте, где нет ни одного видового экрана. Переключаться между пространствами модели и листа можно также с помощью кнопок MODEL/PAPER в строке состояния.

При таком способе переключения в пространство модели текущим становится видовой экран, который был активен последним.



Выполните упражнения Spa1 и Spa2 из раздела 4.

Перейти в пространство листа		Spa1
	<p>Для перехода в пространство листа выбрать в нижней части рабочего поля закладку Layout1. Признаком пространства листа является пиктограмма ПСК и кнопка PAPER в строке состояния.</p>	
	<p>Для перехода в пространство модели выбрать в нижней части рабочего поля закладку Model. Признаком пространства модели является пиктограмма ПСК и кнопка MODEL в строке состояния.</p>	
Перейти в пространство модели		Spa2
<p>Находясь на листе можно работать и в пространстве листа, и в пространстве модели.</p>		
<p>Для перехода в пространство модели необходимо щелкнуть по кнопке PAPER в строке состояния.</p>		
<p>Обратите внимание на пиктограмму ПСК.</p>		
<p>Для перехода в пространство листа необходимо щелкнуть по кнопке MODEL в строке состояния.</p>		
<p>Обратите внимание на пиктограмму ПСК.</p>		

## Работа в пространстве листа

---

*Пространство листа* — это аналог листа бумаги, на котором производится компоновка чертежа перед его выводом на плоттер. В AutoCAD 2005 имеется несколько закладок Layout, благодаря чему одна и та же модель может быть представлена на чертеже в различных вариантах. Каждый лист рисунка можно считать отдельной единицей комплекта проектной документации. После создания нового листа на нем размещаются плавающие видовые экраны, которые представляют модель в различных видах. Каждому видовому экрану могут быть присвоены отдельные значения масштаба и состояние видимости слоев.

После щелчка мышью по закладке Layout AutoCAD переходит в среду пространства листа (см. рис. 8.2). Прямоугольник с тенью соответствует на экране формату бумаги, на который настроено устройство печати. Границы области печати обозначены штриховыми линиями.

Управление отображением полей и разметки листа производится на вкладке Display диалогового окна Options. Там же пользователь может указать, должно ли при первом входе на лист открываться диалоговое окно Page Setup Manager.

Часто проект не ограничивается одним листом: для одной и той же модели предусмотрено создание дополнительных листов, на которых размещаются ее различные виды и их комбинации.

Когда лист впервые делается активным и на нем создается первый видовой экран, значение точности аппроксимации кривых на нем устанавливается равным аналогичному значению для видового экрана пространства модели.

Для создания нового листа необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по ярлыку закладки Layout и в открывшемся контекстном меню выбрать пункт New layout. Для переименования закладки Layout следует вызвать контекстное меню и воспользоваться пунктом Rename.

---

### Мастер компоновки листа

Настройка параметров листа может производиться с помощью Мастера компоновки листа. Для этого необходимо загрузить диалоговое окно Create Layout, показанное на рис. 8.3, из падающего меню Tools ► Wizards ► Create Layout... или ввести LAYOUTWIZARD в командной строке.

Мастер компоновки листа позволяет задать устройство печати, формат листа бумаги (то есть размеры его сторон), ориентацию чертежа (книжную или альбомную), установить параметры каждого из имеющихся видовых экранов, а также добавить рамку и основную надпись.

Мастер предлагает выбрать устройство печати из числа сконфигурированных в системе. Если плоттера, на котором должна производиться печать, нет в списке, следует зайти в папку «Принтеры» Панели управления Windows и выбрать ярлык «Установка принтера».

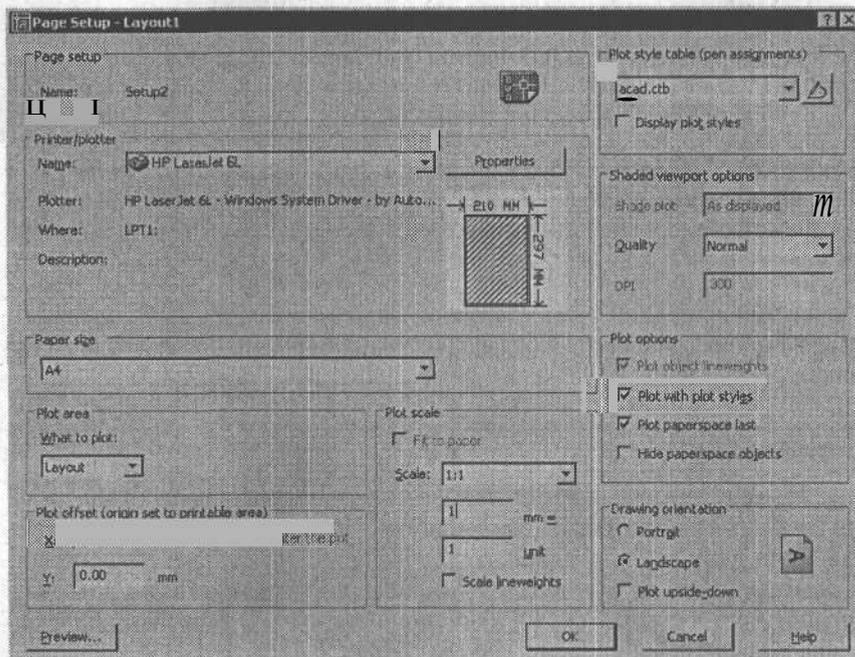


Рис. 8.5. Диалоговое окно определения параметров листа

Если не нужно, чтобы диалоговое окно Page Setup Manager открывалось при начале работы с каждым новым листом, следует снять флажок Show Page Setup Manager for new layouts на вкладке Display диалогового окна Options.

Для того чтобы программа AutoCAD не создавала автоматически видовой экран на каждом новом листе, потребуется отключить там же опцию Create viewport in new layouts.

Имеющиеся в рисунке листы можно удалять, переименовывать, переставлять местами и копировать. Для этого достаточно щелкнуть правой кнопкой мыши по ярлыку листа, а затем выбрать нужный пункт из контекстного меню.

Если присвоить имя набору параметров, установленных для листа, и сохранить этот набор, его разрешается впоследствии применять к другим листам. Используя для листа различные наборы параметров, можно выводить его на печать в разных вариантах, не затрачивая на это значительных усилий.

## Видовые экраны

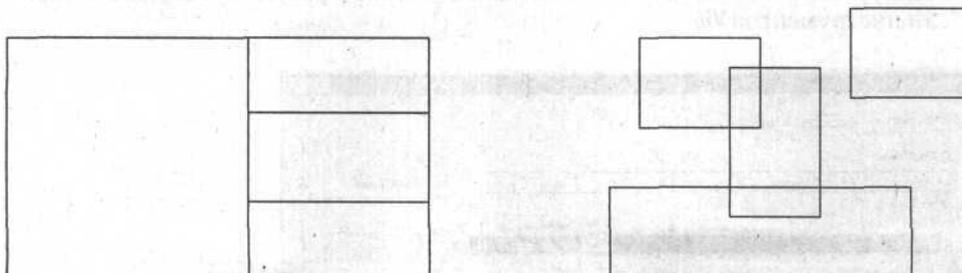
*Видовой экран* (viewport) представляет собой участок графического экрана, где отображается некоторая часть пространства модели рисунка.

Существуют два типа видовых экранов — неперекрывающиеся и перекрывающиеся (рис. 8.6).

*Неперекрывающиеся* видовые экраны располагаются на экране монитора подобно кафельным плиткам на стене. Они полностью заполняют графическую зону и не могут накладываться друг на друга. На плоттер неперекрывающиеся видовые экраны выводятся только поодиночке.

*Перекрывающиеся* видовые экраны подобны прямоугольным окнам, которые располагаются на экране и перемещаются по нему произвольным образом.

Эти видовые экраны могут накладываться друг на друга и вычерчиваться одновременно.



**Рис. 8.6.** Примеры неперекрывающихся и перекрывающихся видовых экранов

### Именованные виды

С целью последующего использования виды можно сохранять под уникальными именами. Допускается сохранение видового экрана целиком или только какой-либо его части. Виды пространства модели и пространства листа сохраняются отдельно. Если использовано несколько видовых экранов, то восстанавливается вид на активном видовом экране. Восстанавливая различные виды на разных видовых экранах, можно одновременно получить несколько видов одной и той же модели. При этом восстанавливаются следующие характеристики:

- центральная точка;
- направление взгляда;
- коэффициент зумирования;
- перспектива (фокусное расстояние).

Кроме того, может быть восстановлена текущая ПСК, если она была сохранена с видом.

AutoCAD позволяет строить по методу прямоугольного проецирования шесть основных видов, соответствующих принятым в чертежной практике направлениям взгляда. Эти виды широко используются для изображения трехмерных предметов.

В пространстве модели можно сохранять вид только на одном видовом экране. При восстановлении сохраненный вид замещает ранее находившийся на выбранном видовом экране.

В пространстве листа сохраненный вид может содержать сразу несколько видовых экранов.

В этом случае восстанавливается весь вид пространства листа с учетом положений модели и масштабных коэффициентов для каждого видового экрана.

 Настройка отображения любого видового экрана, а также пространства листа сохраняется под уникальным именем и затем восстанавливается с помощью команды VIEW, которая вызывает диалоговое окно управления видами View (см. рис. 8.7). Это же диалоговое окно можно открыть из падающего меню View ► Named Views... или щелчком мыши по пиктограмме Named Views на панели инструментов View.

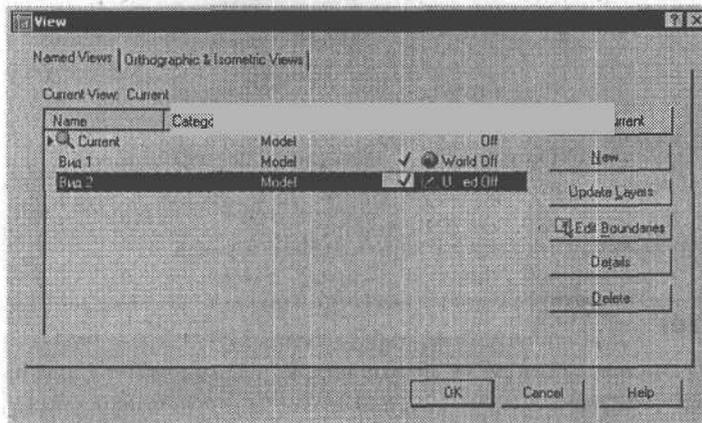


Рис. 8.7. Диалоговое окно управления видами

Для сохранения вида необходимо **вначале** нажать кнопку **New...** и в диалоговом окне **New View**, показанном на рис. 8.8, ввести имя в текстовое поле **View Name:**.

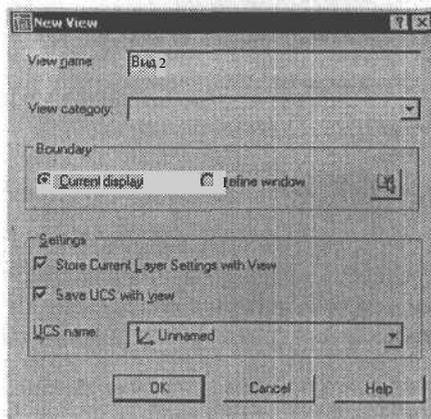


Рис. 8.8. Диалоговое окно определения нового вида

Затем, если вид включает все изображение на экране, то следует поставить переключатель в позицию Current Display, а если вид включает часть изображения, то — в позицию Define Window, и выбрать окно.

## Неперекрывающиеся видовые экраны

Графическую область в пространстве модели можно разбить на несколько неперекрывающихся видовых экранов, а в пространстве листа — создать перекрывающиеся (плавающие) видовые экраны.

Обычно работа с новым рисунком в пространстве модели вначале производится на одном видовом экране, занимающем всю графическую область. Этот видовой экран можно разделить на несколько, выводя на них одновременно различные виды: например, на одном — общий вид, а на другом — вид какого-либо элемента. При этом удобно наблюдать, как редактирование данного элемента отражается на рисунке в целом. На неперекрывающихся видовых экранах допускается:

- производить панорамирование и зумирование, настраивать режимы сетки, шаговой привязки и изображения пиктограммы ПСК;
- задавать систему координат и восстанавливать виды для каждого отдельного видового экрана;
- переключаться с одного видового экрана на другой в ходе выполнения команд рисования;
- сохранять именованную конфигурацию видовых экранов в пространстве модели или применять ее в пространстве листа.

При работе с трехмерными моделями обычно требуется назначение различных систем координат для отдельных видовых экранов. Можно также задать системную переменную UCSVP такой, чтобы ПСК в данном видовом экране совпадала с ПСК текущего видового экрана. В процессе рисования все изменения, производимые на одном из видовых экранов, немедленно отражаются на остальных. Переключение с одного видового экрана на другой можно производить в любой момент, даже в ходе выполнения команды.

## Создание нескольких видовых экранов

Конфигурации неперекрывающихся видовых экранов могут быть различными. Возможности размещения видовых экранов зависят от их количества и размеров.

-  Когда системная переменная TILEMODE установлена в 1, для создания видовых экранов и манипулирования ими используется команда VPORTS, открывающая диалоговое окно Viewports (рис. 8.9). С помощью этой команды графический экран разделяется на несколько неперекрывающихся частей, каждая из которых может содержать отдельный вид рисунка. Команда VPORTS вызывается из падающего меню View ▶ Viewports ▶ New Viewports... либо щелчком мыши по пиктограмме Display Viewports Dialog на плавающей панели инструментов Viewports.

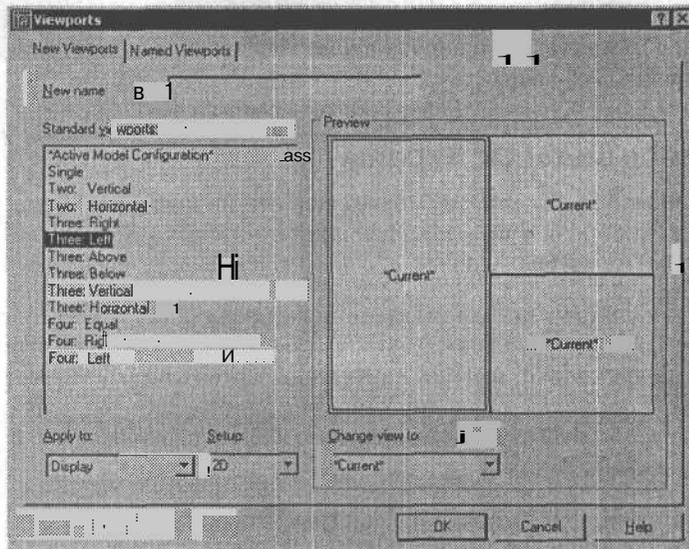


Рис. 8.9. Диалоговое окно создания видовых экранов

### Плавающие видовые экраны

Когда пользователь впервые переключается в пространство листа, графический экран пуст и представляет собой «чистый лист», где будет компоноваться чертеж. В пространстве листа создаются перекрывающиеся (плавающие) видовые экраны, содержащие различные виды модели. Здесь эти видовые экраны рассматриваются как отдельные объекты, которые можно перемещать и масштабировать, чтобы подходящим образом расположить их на листе чертежа.

В отличие от неперекрывающихся видовых экранов, нет ограничений, разрешающих вывод на плоттер только одного вида пространства модели. Допускается вычерчивать на бумаге любую комбинацию плавающих видовых экранов. Кроме того, различного рода объекты (например, основную надпись или примечания) можно создавать и непосредственно в пространстве листа, не затрагивая модель.

Поскольку плавающие видовые экраны трактуются как самостоятельные объекты, редактировать модель в пространстве листа нельзя. Для получения доступа к ней на плавающем видовом экране необходимо переключиться из пространства листа в пространство модели. Редактирование при этом производится в пределах одного из плавающих видовых экранов. На рисунке определить, какой из видовых экранов является текущим, можно по находящемуся внутри него перекрестью. Кроме того, о работе в пространстве модели говорит соответствующая форма пиктограммы ПСК. В результате появляется возможность при работе с моделью видеть и скомпонованный лист. Как указывалось выше, пространство модели можно увидеть из пространства листа через окна видовых экранов. Видовые экраны в пространстве листа — это прямоугольники, где отображаются определенные части и виды модели, сформированной в пространстве модели.

Возможности редактирования и смены вида плавающих видовых экранов почти те же, что и неперекрывающихся. Однако в первом случае имеется больше средств управления отдельными видами. Например, на некоторых видовых экранах можно заморозить либо отключить отдельные слои без воздействия на другие экраны. Кроме того, предусмотрено включение и отключение тех или иных видовых экранов. Есть возможность выравнивать вид на одном видовом экране относительно вида в другом, а также масштабировать виды относительно масштаба листа в целом. Плавающие видовые экраны создаются и управляются командой `MVIEW`. Некоторые стандартные конфигурации (включая стандартную конструкторскую с различными видами на каждом видовом экране) вызываются с помощью команды `MVSETUP`.

Вновь создаваемые плавающие видовые экраны можно расположить в любом месте области рисунка. Как и в случае с неперекрывающимися видовыми экранами, для них допустим выбор одной из стандартных конфигураций.

После указания количества создаваемых видовых экранов задаются границы области, которую эти экраны покрывают. Хотя плавающие видовые экраны формируются одновременно, они представляют собой отдельные объекты, которые при необходимости можно перемещать, стирать, изменять их размеры.

После создания плавающих видовых экранов, изменяя их положение и характеристики, легко добиться требуемой конфигурации видов. Видовые экраны разрешено копировать, перемещать, растягивать, масштабировать и стирать с помощью стандартных команд, а также большинства режимов редактирования с использованием «ручек». Кроме того, к ним применимы режимы объектной привязки. Редактирование видовых экранов ведется в пространстве листа; при этом отображение их границ должно быть включено.

При масштабировании вида на видовом экране иногда требуется изменение его размеров. Масштабирование и растягивание границы видового экрана не влияет на находящийся в нем вид.

Перемещая границы видового экрана, можно «подрезать» вид так, чтобы отображалась только требуемая часть рисунка.

При создании плавающих видовых экранов существуют разные подходы к их размещению на листе. В некоторых случаях создают всего один видовой экран, занимающий весь лист, в других же пользуются более сложными конфигурациями. Для создания и размещения плавающих видовых экранов предназначено диалоговое окно `Viewports` (см. рис. 8.9).

Созданная на листе конфигурация плавающих видовых экранов не может быть сохранена под определенным именем. Такая операция допустима только для неперекрывающихся видовых экранов пространства модели.

Поскольку видовые экраны являются объектами `AutoCAD`, у них имеются все свойства, присущие объектам: цвет, слой, тип и вес линии, масштаб типа линии, стиль печати. Вес и тип линии отображаются только для видовых экранов произ-

вольной формы; для прямоугольных же эти параметры игнорируются. Для изменения свойств видового экрана необходимо его выбрать, а затем загрузить палитру Properties из падающего меню Tools ▶ Properties.

Масштабирование и растягивание границы плавающего видового экрана не влияет на масштаб находящегося на нем вида. Для согласования масштабов всех видов можно воспользоваться масштабированием относительно единиц пространства листа — это обеспечивает корректность всех масштабов при выводе рисунка на плоттер.

Когда работа ведется в пространстве листа, масштабный коэффициент выражает отношение размера изображения на листе к действительному размеру модели на видовом экране. Листы, как правило, выводятся на печать в масштабе 1:1. Для определения величины коэффициента нужно разделить единицу длины пространства листа на единицу длины пространства модели. Например, чтобы вывести чертеж в масштабе 1:4, в качестве коэффициента следует указать отношение одной единицы пространства листа к четырем единицам пространства модели. Для изменения масштаба вычерчивания видового экрана можно воспользоваться палитрой свойств объектов Properties или панелью Viewports.

---

### Видовые экраны произвольной формы

Удобными представляются возможность создания в пространстве листа непрямоугольных видовых экранов и связывание с видовыми экранами контуров подрезки, благодаря которым их видимая форма может быть любой.

При создании видового экрана произвольной формы обычному видовому экрану ставится в соответствие подрезающий контур — полилиния, окружность, область, сплайн или эллипс. Ассоциативная связь между этими объектами действует, пока они оба существуют в рисунке.

Допускается модификация уже имеющихся видовых экранов путем переопределения их границ. В качестве новой границы при переопределении можно задать замкнутую полилинию, окружность, сплайн, эллипс, область или дуговой сегмент.

Для создания видовых экранов предназначены два ключа команды VPORTS — Object и Polygonal.

Ключ Object позволяет преобразовать в видовой экран объект, построенный в пространстве листа. Вызов команды осуществляется из падающего меню View ▶ Viewports ▶ Object.

Если выбирается полилиния, она должна быть замкнутой и иметь не менее трех вершин. Допускается наличие в ней сегментов любого типа (как линейных, так и дуговых), а также самопересечения. Полилиния связывается с вновь создаваемым видовым экраном; в результате получается видовой экран неправильной формы. Этот процесс происходит так: AutoCAD описывает прямоугольник вокруг выбранного объекта, создает на его основе прямоугольный видовой экран, а затем «подрезает» его этим объектом.

Ключ Polygonal позволяет описать границу видовой экран путем указания точек-вершин.

Последовательность запросов аналогична той, которая используется при построении полилиний. Вызов команды при этом осуществляется из падающего меню View ► Viewports ► Polygonal Viewport.

Как и любые другие объекты, контуры подрезки можно редактировать с помощью ручек.



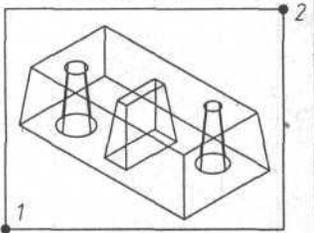
Выполните упражнения Vpr1–Vpr3 и тест 9 из раздела 4.

**Создать новый видовой экран** Vpr1

- **Vports** Падающее меню View —► Viewports —► 7 Viewport

Specify corner of viewport or  
 [ON/OFF/Fit/Hideplot/Lock/Object/Polygonal/Restore/2/3/4] <Fit>:  
 указать щелчком мыши левый нижний угол экрана (точку 1)

Specify opposite corner: указать точку 2  
 Regenerating model.



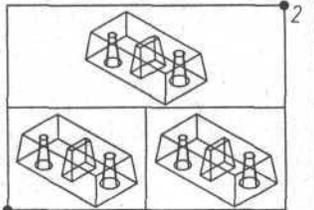
**Создать три видových экрана** Vpr2

+ **Vports** Падающее меню View —► Viewports —► New Viewports..

В диалоговом окне Viewports 6 списке  
 Standard viewports выбрать Tree: Above

Specify first corner or [Fit] <Fit>: указать щелчком мыши  
 левый нижний угол экрана (точку 1)

Specify opposite corner: указать точку 2  
 Regenerating model.



Создать видовой экран сложной конфигурации

Vpr3

Viewports Падающее меню  
View → Viewports → Polygonal Viewport

Specify corner of viewport or [ON/OFF/Fit/Shadeplot/Lock/Object/Polygonal/Restore/2/3/4] <Fit>: *—p*  
 Specify start point: *указать точку 1*  
 Specify next point or [Arc/Length/Undo]: *указать точку 2*  
 Specify next point or [Arc/Close/Length/Undo]: *Arc*  
 Enter an arc boundary option [Angle/CEnter/Close/Direction/Line/Radius/Second pt/Undo/Endpoint of arc]<Endpoint>: *указать точку 3*  
 Enter an arc boundary option [Angle/CEnter/Close/Direction/Line/Radius/Second pt/Undo/Endpoint of arc]<Endpoint>: *Line*  
 Specify next point or [Arc/Close/Length/Undo]: *указать точку 4*  
 Specify next point or [Arc/Close/Length/Undo]: *указать точку 5*  
 Specify next point or [Arc/Close/Length/Undo]: *Close*

Тест 9

1. Перейти в пространство модели.
  2. Вернуться в пространство листа.
  3. Находясь в листе, перейти в пространство модели.
  4. Перейти из одного видового экрана в другой, указывая мышью произвольную точку выбранного видового экрана.
- Рамка выбранного экрана подсвечивается ярче.

## **ГЛАВА 9      Формирование трехмерных объектов**

- Построение тел
- Сложное тело

Создание трехмерных моделей — более трудоемкий процесс, чем построение их проекций на плоскости, но при этом трехмерное моделирование обладает рядом преимуществ, среди которых:

- возможность рассмотрения модели из любой точки;
- автоматическая генерация основных и дополнительных видов на плоскости;
- построение сечений на плоскости;
- подавление скрытых линий и реалистичное тонирование;
- проверка взаимодействий;
- экспорт модели в анимационные приложения;
- инженерный анализ;
- извлечение характеристик, необходимых для производства.

AutoCAD поддерживает три типа трехмерных моделей: *каркасные*, *поверхностные* и *твердотельные*. Каждый из них обладает определенными достоинствами и недостатками. Для моделей каждого типа существует своя технология создания и редактирования.

Поскольку перечисленным типам моделирования присущи собственные методы создания пространственных моделей и способы редактирования, не рекомендуется смешивать несколько типов в одном рисунке. AutoCAD предоставляет ограниченные возможности преобразования тел в поверхности и поверхностей в каркасные модели, однако обратные преобразования недопустимы.

## Построение тел

---

Моделирование с помощью тел — это самый простой способ трехмерного моделирования. Средства AutoCAD позволяют создавать трехмерные объекты на основе базовых пространственных форм: *параллелепипедов*, *конусов*, *цилиндров*, *сфер*, *клинов* и *торов (колец)*. Из этих форм путем их объединения, вычитания и пересечения строятся более сложные пространственные тела. Кроме того, тела можно строить, сдвигая плоский объект вдоль заданного вектора или вращая его вокруг оси.

*Твердотельный объект*, или *тело*, представляет собой изображение объекта, хранящее, помимо всего прочего, информацию о его объемных свойствах. Следовательно, тела наиболее полно из всех типов трехмерных моделей отражают моделируемые объекты. Кроме того, несмотря на кажущуюся сложность тел, их легче строить и редактировать, чем каркасные модели и сети.

Модификация тел осуществляется путем сопряжения их граней и снятия фасок. В AutoCAD имеются также команды, с помощью которых тело можно разрезать на две части или получить его двумерное сечение.

Как и сети, тела выглядят аналогично проволочным моделям, до тех пор пока к ним не применены операции подавления скрытых линий, раскрашивания и тонирования. В отличие от всех остальных моделей у тел можно анализировать мас-

Свойства: объем, момент инерции, центр масс и т. п. Данные о теле могут экспортироваться в такие приложения, как системы числового программного управления (ЧПУ) и анализа методом конечных элементов (МКЭ). Тела могут быть преобразованы в более простые типы моделей — сети и каркасные модели.

Плотность линий искривления, используемых для визуализации криволинейных элементов модели, определяется системной переменной **ISOLINES**. Системная переменная **FACETRES** задает степень сглаживания тонированных объектов с подавленными скрытыми линиями.

Ниже приведены некоторые понятия и определения, принятые в трехмерном твердотельном моделировании:

- *грань* — ограниченная часть поверхности. Если поверхность может быть неограниченной, как, например, **планарная** (плоская), коническая, цилиндрическая, то грань ограничена всегда. Поддерживается пять типов граней: **планарные**, цилиндрические, конические, сферические и тороидальные. Грани образуют твердотельную модель;
- *ребро* — элемент, ограничивающий грань. Поддерживается четыре типа ребер: прямолинейные, эллиптические (круговые), параболические и гиперболические. Например, грань куба ограничена четырьмя прямолинейными ребрами, а коническая — в основании одним эллиптическим или круговым ребром;
- *полупространство* — часть трехмерного пространства, лежащая по одну сторону от поверхности. Другими словами, каждая поверхность является границей двух полупространств, на которые делится трехмерное пространство. Полупространство — часть трехмерного пространства, имеющая объем, а поверхность — часть трехмерного пространства, у которой есть **площадь**, но не объем;
- *тело* — часть пространства, ограниченная замкнутой поверхностью и имеющая определенный объем;
- *тело (примитив)* — наипростейший (основной, базовый) твердотельный объект, который можно создать и строить из него более сложные твердотельные модели;
- *область* — часть плоскости, ограниченная одной или несколькими **планарными** гранями, которые называются *границами*. Например, квадрат с кругом внутри имеет внешнюю границу, состоящую из четырех прямолинейных ребер, и внутреннюю — из одного кругового ребра;
- *область (примитив)* — замкнутая двумерная область, которая получена путем преобразования существующих двумерных примитивов AutoCAD, имеющих нулевую высоту (кругов, фигур, двумерных полилиний, многоугольников, эллипсов, колец и полос), и описана как тело без высоты;
- *составная область* — единая область, получаемая в результате выполнения логических операций объединения, вычитания или пересечения нескольких областей. Она может иметь отверстия, и для нее так же, как и для твердых тел, можно вычислить площадь и другие характеристики. Интеграция двумерного и объемного конструирования позволяет создавать из областей твердые тела, и наоборот. Например, автоматически преобразуя сечение тела в область, можно

вычислить ее площадь, а выдавливая или вращая области, — создать сложные тела;

- *объект* — общее наименование области или тел, причем тип объекта не имеет значения: это может быть область, тело или составная модель (группа объектов, связанных в единое целое);
- *пустой объект* — составное тело, не имеющее объема, или составная область, не имеющая площади.

Простейшие «кирпичики», из которых строятся сложные трехмерные объекты, называют *твердотельными примитивами*. К ним относятся ящик (параллелепипед, куб), цилиндр (круговой, эллиптический), шар, тор. С помощью команд BOX, WEDGE, CONE, CYLINDER, SPHERE, TORUS можно создать модели любого из этих тел заданных размеров, введя требуемые значения.

Примитивы заданной формы создаются также путем выдавливания, осуществляемого командой EXTRUDE, или вращения двумерного объекта — командой REVOLVE. Из примитивов получают более сложные объемные модели объектов.

Запускаются все вышеназванные команды из падающего меню Draw > Solids или из плавающей панели инструментов Solids.

---

### Параллелепипед

 Команда BOX формирует твердотельный параллелепипед (ящик, куб). Основание параллелепипеда всегда параллельно плоскости XY текущей ПСК. Команда вызывается из падающего меню Draw ▶ Solids ▶ Box или щелчком мыши по пиктограмме Box на панели инструментов Solids.

Запросы команды BOX:

Specify corner of box or [CEnter] <0, 0, 0>: — указать угол ящика;

Specify corner or \[Cube/Length] : — указать противоположный угол;

Specify height: — указать высоту.

При формировании параллелепипеда следует задать параметры в одном из нижеперечисленных вариантов:

- положение диагонально противоположных углов;
- положение противоположных углов основания и высоты;
- положение центра ящика с назначением угла или высоты либо длины и ширины ящика.

Ключикоманды BOX:

- Center — позволяет сформировать ящик, указав положение его центральной точки. При этом выдаются запросы:

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>: C — переход в режим указания центра параллелепипеда;

Specify center of box <0, 0, 0>: — указать центр ящика;

Specify corner or [Cube/Length] : — указать угол;

Specify height: — указать высоту.

Cube — создает куб, то есть параллелепипед, у которого все ребра равны. При этом выдаются запросы:

Specify corner of box or [CEnter] <0, 0, 0>: — указать угол ящика;

Specify corner or [Cube/Length]: C — переход в режим формирования куба;

Specify length: — указать длину.

Length — создает параллелепипед заданных длины (по оси X), ширины (по оси Y) и высоты (по оси Z) текущей ПСК. При этом выдаются запросы:

Specify corner of box or [CEnter] <0, 0, 0>: — указать угол ящика;

Specify corner or [Cube/Length]: L — переход в режим указания длины, ширины и высоты;

Specify length: — указать длину;

Specify width: — указать ширину;

Specify height: — указать высоту.

 Выполните упражнение Box1 из раздела 4.

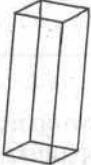
**Построить параллелепипед (ящик)**
**(Box1)**

---

**Box**  Падающее меню Draw → Solids → Box

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>: 100, 100  
 Specify corner or [Cube/Length]: 330, 200  
 Specify height: 80 *Высота*

*Установить точку зрения командой 3DOrbit.*



## Клин

Команда WEDGE, формирующая твердотельный клин, вызывается из падающего меню Draw ► Solids ► Wedge или щелчком мыши по пиктограмме Wedge на панели инструментов Solids.

Запросы команды WEDGE:

Specify first corner of wedge or [CEnter] <0, 0, 0>: — указать первый угол клина;

Specify corner or [Cube/Length]: — указать противоположный угол клина;

Specify height: — указать высоту клина.

Основание клина всегда параллельно плоскости построений XY текущей системы координат; при этом наклонная грань располагается напротив первого указанного угла основания.

Высота клина может быть как положительной, так и отрицательной и обязательно параллельна оси Z. Все запросы и ключи команды WEDGE аналогичны запросам и ключам команды BOX.



Выполните упражнение Wed1 из раздела 4.

Построить клин
Wed1

---

Wedge   
 Падающее меню Draw → Solids → Wedge

Specify first corner of wedge or [CEnter] <0,0,0>: 100, 100  
 Specify corner or [Cube/Length]: 330, 200  
 Specify height: 80 *Высота*  
 Установить точку зрения командой 3Dorbit.

## Конус

Команда CONE формирует твердотельный конус, основание которого (окружность или эллипс) лежит в плоскости XY текущей системы координат, а вершина располагается по оси Z. Команда вызывается из падающего меню Draw ► So-

ids ▶ Cone или щелчком мыши по пиктограмме Cone на панели инструментов Solids.

Запросы команды CONE:

Current wire frame density: ISOLINES=10 — текущая плотность каркаса;

Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>: — указать центральную точку основания конуса;

Specify radius for base of cone or [Diameter]: — указать радиус основания конуса;

Specify height of cone or [Apex] : — указать высоту конуса.

Ключи команды CONE:

**Elliptical** — позволяет создавать основание конуса в виде эллипса. Запросы аналогичны тем, что используются в AutoCAD при создании эллипса:

Current wire frame density: ISOLINES=10 — текущая плотность каркаса;

Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>: E — переход в режим указания основания конуса в виде эллипса;

Specify axis endpoint of ellipse for base of cone or [Center] : — указать конечную точку оси эллипса для основания конуса;

Specify second axis endpoint of ellipse for base of cone: — указать вторую конечную точку оси эллипса для основания конуса;

Specify length of other axis for base of cone: — указать длину другой оси для основания конуса;

Specify height of cone or [Apex] : — указать высоту конуса.

**Axis endpoint** — создает эллиптическое основание конуса, для чего нужно указать точки для определения диаметра по одной оси и радиуса — по другой. Выбор этого ключа осуществляется автоматически при вводе координат точки;

**Center** — позволяет задать эллиптическое основание конуса, для чего следует указать координаты его центральной точки и значения радиуса по каждой из осей;

**Apex** — определяет высоту и ориентацию конуса, для чего нужно задать точку вершины;

**Height** — устанавливает только высоту конуса, но не его ориентацию. Ориентация определяется знаком, стоящим перед значением высоты: при знаке + (плюс) высота откладывается вдоль положительной полуоси Z, при знаке - (минус) — вдоль отрицательной полуоси Z;

**Center point** — создает круговое основание;

□ **Radius** — позволяет задать круговое основание конуса с помощью радиуса, для чего нужно указать его положение или ввести положительное ненулевое значение его длины;

○ **Diameter** — позволяет задать круговое основание путем определения диаметра.

Чтобы построить усеченный конус или конус, ориентированный под некоторым углом, нужно вначале нарисовать двумерную окружность, а затем с помощью команды **EXTRUDE** произвести коническое выдавливание под углом к оси Z. Если необходимо усечь конус, следует, используя команду **SUBTRACT**, вычесть из него параллелепипед, внутри которого находится вершина конуса.



Выполните упражнения Con1 и Con2 из раздела 4.

Построить круговой конус
Con1

---

**Cone** *Падающее меню* Draw — Solids — Cone

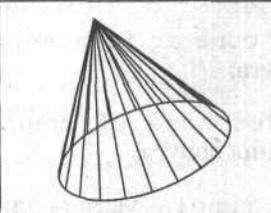
Current wire frame density: ISOLINES=20

Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>: 200,150

Specify radius for base of cone or [Diameter]: 140 *радиус*

Specify height of cone or [Apex]: 250 *высота*

Установить точку зрения командой 3Dorbit



Построить эллиптический конус
Con2

---

**Cone**

Current wire frame density: ISOLINES=20

Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>: E

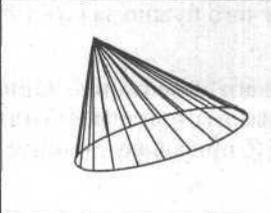
Specify axis endpoint of ellipse for base of cone or [Center]: 50,50

Specify second axis endpoint of ellipse for base of cone: 350, 250

Specify length of other axis for base of cone: 70

Specify height of cone or [Apex]: 200 *высота*

Установить точку зрения командой 3Dorbit



## Цилиндр

 Команда CYLINDER, формирующая твердотельный цилиндр, вызывается из падающего меню Draw ► Solids ► Cylinder или щелчком мыши по пиктограмме Cylinder на панели инструментов Solids.

Запросы команды CYLINDER:

Current wire frame density: ISOLINES=10 — текущая плотность каркаса;

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: — указать центральную точку основания цилиндра;

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: — указать радиус основания цилиндра;

Specify height of cylinder or [Center of other end]: — указать высота цилиндра.

Информация, необходимая для описания цилиндра, аналогична той, что используется для описания конуса, поэтому запросы команды CYLINDER совпадают с запросами команды CONE.

Обратите внимание, что центральная ось цилиндра совпадает с осью Z текущей системы координат, но при этом ключ Apex называется Center of other end.

Если необходимо построить цилиндр специальной формы (например, с пазами), следует вначале при помощи команды PLINE создать двумерное изображение его основания в виде замкнутой полилинии, а затем, используя команду EXTRUDE, придать ему высоту вдоль оси Z



Выполните упражнение Cyl1 из раздела 4.

Построить цилиндр СуИ

**Cylinder**  Падающее меню Draw — Solids — Cylinder

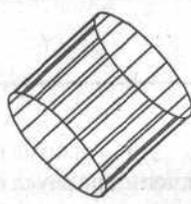
Current wire frame density: ISOLINES=20

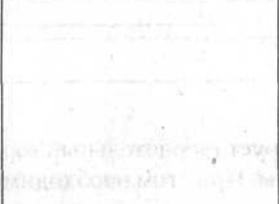
Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: 200,150

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: 140 *радиус*

Specify height of cylinder or [Center of other end]: 250 *высота*

Установить точку зрения командой 3Dorbit





## Шар

Команда **S P H E R E** формирует твердотельный шар (сферу). Для этого достаточно задать его радиус или диаметр. Каркасное представление шара располагается таким образом, что его центральная ось совпадает с осью **Z** текущей системы координат. Команда вызывается из падающего меню **Draw > Solids ▶ Sphere** или щелчком мыши по пиктограмме **Sphere** на панели инструментов **Solids**.

Запросы команды **S P H E R E**:

**Current wire frame density: ISOLINES=10** — текущая плотность каркаса;

**Specify center of sphere <0,0,0>:** — указать центр шара;

**Specify radius of sphere or [Diameter] :** — указать радиус шара.

Чтобы построить часть шара в виде купола или чаши, нужно, используя команду **SUBTRACT**, вычесть из него параллелепипед.

Если необходимо построить шарообразное тело специальной формы, следует вначале создать его двумерное сечение, а затем, применив команду **REVOLVE**, вращать сечение под заданным углом к оси **Z**.



Выполните упражнение **Sph1** из раздела 4.

Построить шар
Sph1

---

**Sphere**

Падающее меню

**Draw** — **Solids** — **Sphere**

Current wire frame density: ISOLINES=20

Specify center of sphere <0,0,0>: 200,150

Specify radius of sphere or [Diameter]: 150 *радиус*

Установить точку зрения командой 3Dorbit

---

## Тор

Команда **TORUS** формирует твердотельный тор, напоминающий по форме камеру автомобильной шины. При этом необходимо ввести значения радиуса обра-

зующей окружности трубы и радиуса, определяющего расстояние от центра тора до центра трубы. Тор строится параллельно плоскости  $XU$  текущей системы координат. Команда вызывается из падающего меню Draw ► Solids ► Torus или щелчком мыши по пиктограмме Torus на панели инструментов Solids.

Запросы команды TORUS:

Current wire frame density: ISOLINES=10 — текущая плотность каркаса;

Specify center of torus  $\langle 0, 0, 0 \rangle$ : — указать центр тора;

Specify radius of torus or [Diameter] : — указать радиус тора;

Specify radius of tube or [Diameter] : — указать радиус полости тора.

Радиус тора может иметь отрицательное значение, но радиус трубы должен быть положительным и превосходить абсолютную величину радиуса тора (например, если радиус тора равен  $-2, 0$ , то радиус трубы должен быть больше  $+2, 0$ ).

Данное условие необходимо соблюдать, чтобы не получить в итоге пустое тело (тело без объема).

При этом сформированный объект имеет форму мяча для регби.

Допускается построение самопересекающихся торов — таких, у которых нет центрального отверстия.

Для этого нужно задавать радиус сечения большим, чем радиус тора.



Выполните упражнения Tor1–Tor3 из раздела 4.

Построить тор
Tor1

---

*Torus*

Падающее меню *Draw* — *Solids* — *Torus*

Current wire frame density: ISOLINES=20

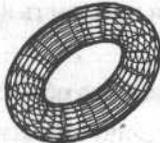
Specify center of torus  $\langle 0,0,0 \rangle$ : 200,150

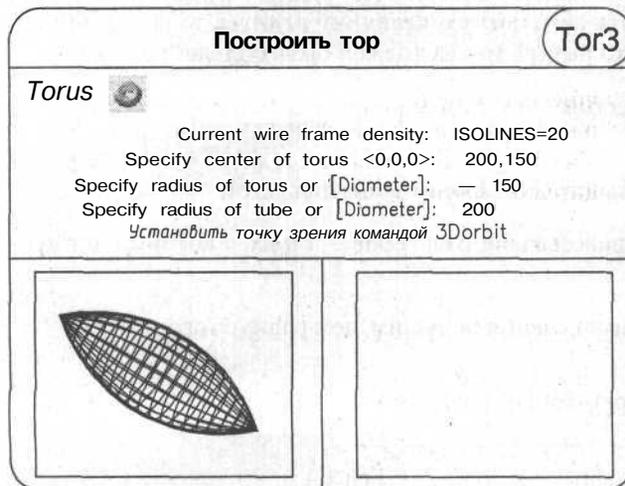
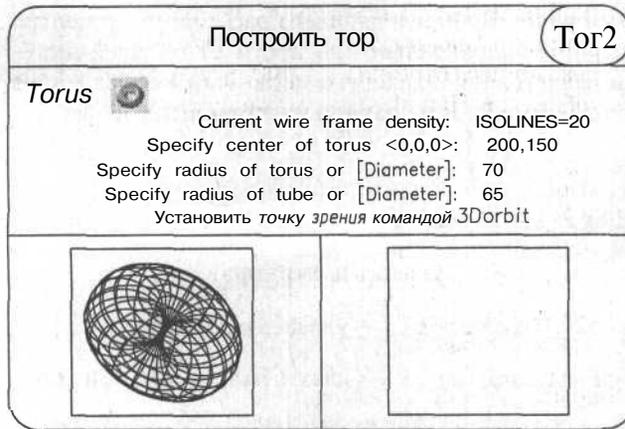
Specify radius of torus or [Diameter]: 100

Specify radius of tube or [Diameter]: 30

*Установить точку зрения командой 3Dorbit*

---





### Выдавленное тело

 Команда EXTRUDE позволяет создавать твердотельные объекты методом «выдавливания» двумерных примитивов (то есть объектам добавляется высота). Команда вызывается из падающего меню Draw ▶ Solids ▶ Extrude или щелчком мыши по пиктограмме Extrude на панели инструментов Solids.

Запросы команды EXTRUDE:

Current wire frame density: ISOLINES=4 — текущая плотность каркаса;

Select objects: — выбрать объекты;

Select objects: — нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов;

Specify height of extrusion or [Path] : — указать глубину выдавливания;

Specify angle of taper for extrusion <0>: — указать угол сужения для выдавливания.

Допускается выдавливание таких примитивов, как многоугольник, прямоугольник, круг, эллипс, замкнутый сплайн, кольцо, область и полилиния (кроме имеющих более 500 вершин или пересекающиеся отрезки). С помощью одной команды можно выдавить сразу несколько объектов. Направление выдавливания определяется траекторией или указанием глубины и угла конусности.

Команда EXTRUDE часто используется для формирования моделей таких объектов, как шестерни или звездочки. Особенно удобна она при создании объектов, имеющих сопряжения, фаски и аналогичного рода элементы, которые трудно воспроизвести, не используя выдавливание сечений. Если рисунок сечения состоит из отрезков и дуг, то перед вызовом команды EXTRUDE их нужно преобразовать либо в замкнутую полилинию с помощью команды PEDIT, либо в область.

Конусное выдавливание часто применяется при рисовании объектов с наклонными сторонами, например литейных форм. Не рекомендуется задавать большие углы конусности: в противном случае образующие конуса могут сойтись в одну точку прежде, чем будет достигнута требуемая глубина выдавливания.

Глубину выдавливания можно определять ненулевым значением или указанием двух точек. При вводе положительного значения происходит выдавливание объектов вдоль положительной оси Z объектной системы координат, при вводе отрицательного значения — вдоль отрицательной оси Z

Ключ команды EXTRUDE:

O Path — позволяет указать высоту и направление выдавливания по заданной траектории. При этом выдается запрос:

Select extrusion path: — указать траекторию выдавливания.

 Выполните упражнения Ext1–Ext3 из раздела 4.

Построить выдавленное тело Ext1

---

**Extrude** 

Падающее меню Draw — Solids — Extrude

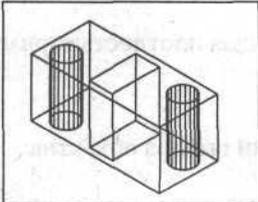
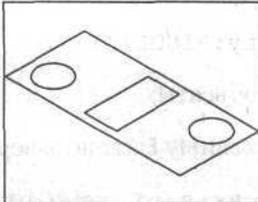
Current wire frame density: ISOLINES=20

Select objects: *Выбрать объект рамкой*

Select objects: Enter

Specify height of extrusion or [Path]: 100 высота

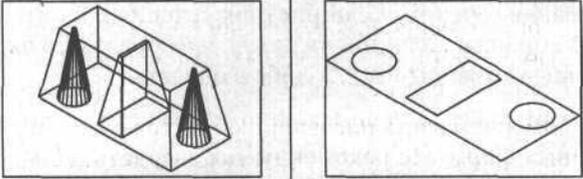
Specify angle of taper for extrusion <0>: Enter

Построить выдавленное с уклоном тело Ext2

**Extrude** 

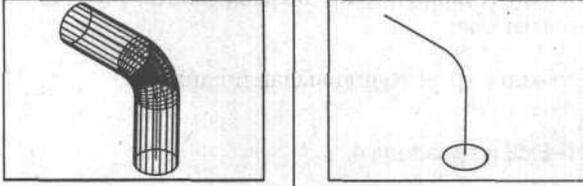
Current wire frame density: ISOLINES=20  
 Select objects: *Выбрать объект рамкой*  
 Select objects: Enter  
 Specify height of extrusion or [Path]: 100 *высота*  
 Specify angle of taper for extrusion <0>: 10 *угол*



Выдавить объект вдоль траектории Ext3

**Extrude** 

Current wire frame density: ISOLINES=20  
 Select objects: *указать на окружность*  
 Select objects: Enter  
 Specify height of extrusion or [Path]: P *по траектории*  
 Select extrusion path: *указать на линию*  
 Path was moved to the center of the profile.



## Тело вращения

 Команда REVOLVE формирует твердые объекты путем вращения существующих двумерных объектов или областей на заданный угол вокруг оси X или Y текущей ПСК. Команда вызывается из падающего меню Draw ► Solids ► Revolve или щелчком мыши по пиктограмме Revolve на панели инструментов Solids.

Запросы команды REVOLVE:

Current wire frame density: ISOLINES=20 — текущая плотность каркаса;

Select objects: — выбрать объекты;

Select objects: — нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов;

Specify start point for axis of revolution or define axis by [Object/X (axis)/Y (axis)]: — указать начальную точку оси вращения;

Specify endpoint of axis: — указать конечную точку оси вращения;

Specify angle of revolution <360>: — указать угол вращения.

Объект можно вращать вокруг отрезка, полилинии или двух заданных точек. Как и EXTRUDE, команду REVOLVE удобно применять к объектам, имеющим сопряжения и другие аналогичные элементы, которые трудно воспроизвести, не используя вращение сечений. Если рисунок сечения состоит из отрезков и дуг, то перед вызовом этой команды их нужно преобразовать либо в замкнутую полилинию с помощью команды PEDIN, либо в область. Команда REVOLVE позволяет вращать лишь один объект: полилинию, многоугольник, прямоугольник, круг, эллипс, область. Все замечания касательно полилиний, используемых командой EXTRUDE, справедливы и здесь. Невозможно применить вращение к объектам, входящим в блоки, а также к трехмерным и самопересекающимся. Ключи команды REVOLVE:

- Object — требует указания отрезка или прямолинейного сегмента полилинии, используемого в качестве оси. Конец этого отрезка (сегмента), ближайший к точке указания, становится началом оси. Ее положительное направление определяется по правилу правой руки. При этом выдается запрос:

Select an object: — указать объект в качестве оси вращения.

- X — использует в качестве оси вращения положительную ось X текущей ПСК;
- Y — использует в качестве оси вращения положительную ось Y текущей ПСК.



Выполните упражнение Rev1 из раздела 4.

Построить тело вращения Rev1

*Revolve* *падающее меню Draw — Solids — Revolve*

Current wire frame density: ISOLINES=20  
 Select objects: *указать тачку на контуре*  
 Select objects: Enter

Specify start point for axis of revolution or  
 define axis by [Object/X (axis)/Y (axis)]: *указать тачку на оси*  
 Specify endpoint of axis: *указать вторую точку на оси*  
 Specify angle of revolution <360>: Enter

## Сложное тело

Ниже описано, как строить тела сложной формы, применяя объединение, вычитание и пересечение уже построенных тел:

- с помощью команды объединения UNION создается сложный объект, который занимает суммарный объем всех его составляющих;
- с помощью команды вычитания SUBTRACT из множества тел удаляются те части объема, которые также принадлежат другому множеству. Это можно использовать, например, для получения отверстий в механических деталях путем вычитания цилиндров;
- с помощью команды пересечения INTERSECT строится сложное тело, занимающее объем, общий для двух или более пересекающихся тел. Непересекающиеся части объемов при этом удаляются из рисунка.

Перечисленные команды вызываются из падающего меню **Modify** ▶ **Solids Editing** или из плавающей панели инструментов **Solids Editing**.

## Объединение объектов

**И** Команда UNION предназначена для объединения объектов. Она позволяет создавать новые составные тела или области из нескольких существующих тел или областей, в том числе не имеющих общего объема или площади (то есть не пересекающихся). Команда вызывается из падающего меню **Modify** ▶ **Solids Editing** ▶ **Union** или щелчком мыши по пиктограмме Union на панели инструментов **Solids Editing**.

Запросы команды UNION:

**Select objects:** — выбрать объекты;

**Select objects:** — выбрать объекты; .

**Select objects:** — нажать клавишу Enter для завершения работы команды.



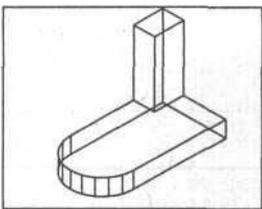
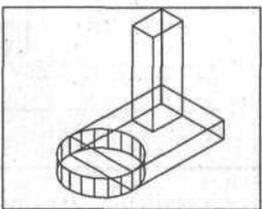
Выполните упражнение Uni1 из раздела 4.

Сформировать тело путем объединения (Uni1)

**Union**

Падающее меню **Modify** — **Solids Editing** — **Union**

**Select objects:**     указать точку на одном параллелепипеде  
**Select objects:**     указать точку на другом параллелепипеде  
**Select objects:**     указать точку на цилиндре  
**Select objects:** Enter

## Вычитание объектов

Команда **SUBTRACT** обеспечивает вычитание одного объекта из другого. Таким образом она позволяет сформировать новое составное тело или область. Области создаются путем вычитания площади одного набора областей или двумерных примитивов из площади другого набора. Тела создаются путем вычитания одного набора объемных тел из другого подобного набора. Команду можно вызвать из падающего меню **Modify** ▶ **Solids Editing** ▶ **Subtract** или щелчком мыши по пиктограмме **Subtract** на панели инструментов **Solids Editing**.

Запросы команды **SUBTRACT**:

**Select solids and regions to subtract from ..** — выбрать тела и области, из которых будет выполняться вычитание;

**Select objects:** — выбрать объекты;

**Select objects:** — нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов;

**Select solids and regions to subtract ..** — выбрать тела или области для вычитания;

**Select objects:** — выбрать объекты;

**Select objects:** — нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды.



Выполните упражнение Sub1 из раздела 4.

Сформировать тело путем вычитания (Sub1)

**Subtract** Падающее меню

**Modify** — **Solids Editing** — **Subtract**

Select solids and regions to subtract from ..

Select objects: указать горизонтальный параллелепипед

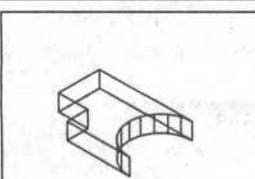
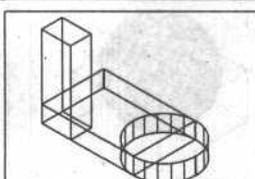
Select objects: Enter

Select solids and regions to subtract ..

Select objects: указать Вертикальный параллелепипед

Select objects: указать цилиндр

Select objects: Enter

## Пересечение объектов

Команда **INTERSECT** позволяет при *пересечении* нескольких существующих объектов создать новые составные тела и области. Команда вызывается из

падающего меню **Modify** ▶ **Solids Editing** ▶ **Intersect** или щелчком мыши по пиктограмме **Intersect** на панели инструментов **Solids Editing**.

Запросы команды **INTERSECT**:

**Select objects** : — выбрать объекты;

**Select objects** : — выбрать объекты;

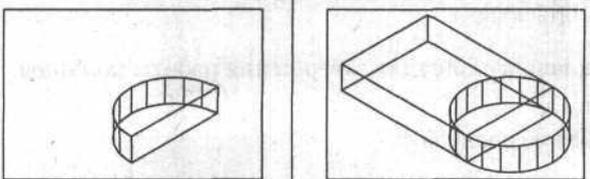
**Select objects** : — нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды.

 Выполните упражнения **Int1** и **Int2** из раздела 4.

**Сформировать тело путем пересечения** (Int1)

*Intersect*  Падающее меню  
*Modify* — *Solids Editing* — *Intersect*

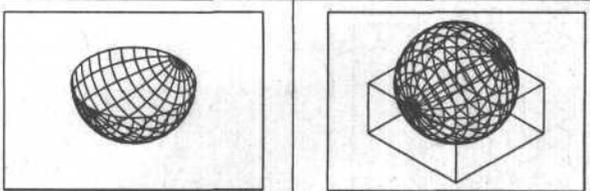
**Select objects**:     указать точку на параллелепипеде  
**Select objects**:     указать точку на цилиндре  
**Select objects**: Enter



**Сформировать тело путем пересечения** Та

*Intersect* 

**Select objects**:     указать точку на параллелепипеде  
**Select objects**:     указать точку на шаре  
**Select objects**: Enter



## **ГЛАВА 10 Редактирование в трехмерном пространстве**

- Редактирование трехмерных объектов
- 0 Редактирование трехмерных тел
- Формирование чертежей с использованием трехмерного моделирования

Команды редактирования в двумерном пространстве, например переноса MOVE, копирования COPY, поворота ROTATE, зеркального отображения MIRROR и размножения массивом ARRAY, могут использоваться и в трехмерном пространстве. Кроме того, существуют команды редактирования только в трехмерном пространстве, как-то: поворота, создания массива объектов, зеркального отображения, снятия фаски, скругления.

## Редактирование трехмерных объектов

### Поворот вокруг оси

В двумерном пространстве команда ROTATE производит поворот объекта вокруг указанной точки; при этом направление поворота определяется текущей ПСК. При работе в трехмерном пространстве поворот производится вокруг оси. Ось может определяться следующими способами: указанием двух точек, объекта, одной из осей координат ( $X$ ,  $Y$  или  $Z$ ) или текущего направления взгляда. Для поворота трехмерных объектов можно использовать как команду ROTATE, так и ее трехмерный аналог — ROTATE3D.

Команда ROTATE3D, осуществляющая поворот объектов в трехмерном пространстве вокруг заданной оси, вызывается из падающего меню Modify ▶ 3D Operation ▶ Rotate 3D.

Запросы команды ROTATE3D:

**Current positive angle:** ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0 — текущие установки отсчета углов;

**Select objects:** — выбрать объекты;

**Select objects:** — нажать клавишу Enter по окончании выбора объектов;

**Specify first point on axis or define axis by**

[Object/Last/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/2points]: — указать первую точку оси;

**Specify second point on axis:** — указать вторую точку оси;

**Specify rotation angle or [Reference]:** — указать угол поворота.

Ключи команды ROTATE3D:

- Object** — поворот вокруг выбранного объекта. Такими объектами могут быть отрезок, окружность, дуга или сегмент двумерной полилинии;
- Last** — поворот вокруг оси, использовавшейся в предыдущей команде поворота;
- View** — поворот вокруг оси, выровненной вдоль направления вида текущего видового экрана и проходящей через заданную точку;

- Xaxis, Yaxis, Zaxis — поворот вокруг оси, выровненной соответственно вдоль направления осей X, Y, Z и проходящей через заданную точку;
- 2point — поворот вокруг оси, проходящей через две заданные точки.



Выполните упражнение Rot1 из раздела 4.

Повернуть тело вокруг оси Rot1

Rotate3d  
 Modify → 3D Operation → Rotate 3D

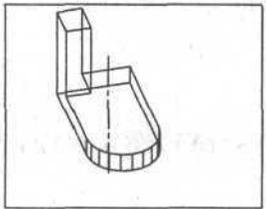
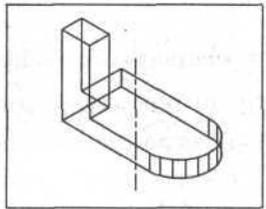
Current positive angle: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0

Select objects: Enter      выбрать объект

Specify first point on axis or define axis by [Object/Last/  
 /View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/2points]:      указать точку на оси

Specify second point on axis:      указать Вторую точку на оси

Specify rotation angle or [Reference]: 30 угол

### Зеркальное отображение относительно плоскости

Команда MIRROR3D, осуществляющая зеркальное отображение объектов относительно заданной плоскости, вызывается из падающего меню Modify ▶ 3D Operation ▶ Mirror 3D.

Запросы команды MIRROR3D:

Select objects: — выбрать объекты;

Select objects: — нажать клавишу Enter по окончании выбора объектов;

Specify first point of mirror plane (3 points) or [Object/Last/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: — указать первую точку плоскости отражения (3 точки);

Specify second point on mirror plane: — указать вторую точку плоскости отражения;

Specify third point on mirror plane: — указать третью точку плоскости отражения;

Delete source objects? [Yes/No] <N>: — сохранить или удалить исходные объекты.

Ключи команды MIRROR3D:

- ❑ Object — отображение относительно выбранного плоского объекта: отрезка, окружности, дуги или сегмента двумерной полилинии;
- ❑ Last — отображение относительно плоскости, использовавшейся в предыдущей команде отображения;
- ❑ Zaxis — отображение относительно плоскости, заданной двумя точками, первая из которых лежит на плоскости, а вторая определяет вектор нормали к плоскости;
- ❑ View — плоскость отражения ориентируется согласно плоскости взгляда текущего видового экрана, проходящей через указанную точку;
- ❑ XY, YZ, ZX — плоскость отражения ориентируется вдоль одной из стандартных плоскостей (XY, YZ или ZX), проходящей через указанную точку;
- ❑ 3point — отображение относительно плоскости, проходящей через три заданные точки.

Плоскость отображения может представлять собой:

- плоскость построения двумерного объекта;
- ❑ плоскость, параллельную одной из плоскостей координат (XY, YZ или XZ) текущей ПСК и проходящую через заданную точку;
- ❑ плоскость, определяемую тремя указанными точками.



Выполните упражнение Mir1 из раздела 4.

Отобразить зеркально трехмерный объект ( Mir1

Mirror3d Падающее меню

Modify — 3D Operation — Mirror 3D

Select objects: выбрать объект

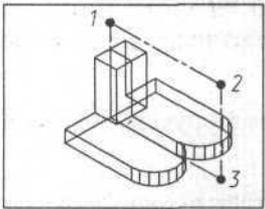
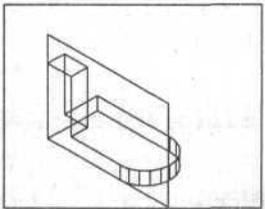
Select objects: Enter

Specify first point of mirror plane (3 points) or [Object/Last/  
/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: указать точку 1

Specify second point on mirror plane: указать точку 2

Specify third point on mirror plane: указать точку 3

Delete source objects? [Yes/No] <N>: Enter не удалять

## Размножение трехмерным массивом

Команда 3DARRAY позволяет создавать прямоугольный и круговой массивы объектов в трехмерном пространстве. Отличие от аналогичной команды, применяемой

в двумерном моделировании, состоит в том, что при создании прямоугольного массива объектов, кроме количества столбцов и строк, запрашивается (задается вдоль направления оси  $Z$ ) количество уровней, а при создании кругового массива вместо центра вращения используется ось вращения, начальная и конечная точки которой следует указать в ответ на запросы. Команда `3DARRAY` вызывается из падающего меню `Modify` ▶ `3D Operation` ▶ `3D Array`. Запросы команды `3DARRAY`:

`Select objects`: — выбрать объекты;

`Select objects`: — нажать клавишу `Enter` по окончании выбора объектов;

`Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>`: — указать тип массива;

`Enter the number of rows (—) <1>`: — указать количество рядов массива;

`Enter the number of columns (| | |) <1>`: — указать количество столбцов массива;

`Enter the number of levels (...) <1>`: — указать количество уровней массива;

`Specify the distance between rows (—)`: — указать расстояние между рядами;

`Specify the distance between columns (| | |)`: — указать расстояние между столбцами;

`Specify the distance between levels (...)`: — указать расстояние между уровнями.

Для формирования кругового массива следует выбрать ключ `Polar`. При этом команда выдает следующие запросы:

`Select objects`: — выбрать объекты;

`Select objects`: — нажать клавишу `Enter` по окончании выбора объектов;

`Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>`: `R` — выбрать круговой тип массива;

`Enter the number of items in the array`: — указать количество элементов массива;

`Specify the angle to fill (+=ccw, -=cw) <360>`: — определить угол заполнения;

`Rotate arrayed objects? [Yes/No] <Y>`: — указать, следует ли поворачивать объекты массива;

`Specify center point of array`: — указать первую точку оси вращения;

`Specify second point on axis of rotation`: — указать вторую точку оси вращения.

---

## Обрезка и удлинение трехмерных объектов

Любой трехмерный объект можно обрезать либо удлинить до другого объекта независимо от того, лежат ли они оба в одной плоскости и каким кромкам параллельны: режущим или граничным.

Чтобы произвести обрезку (удлинение), с помощью системных переменных PROJMODE и EXTEDGE следует выбрать одну из трех проекций: плоскость  $XU$  текущей ПСК, плоскость текущего вида или реальное трехмерное пространство.

Чтобы данные операции были выполнены успешно, объекты должны пересекаться с граничными кромками в пространстве, иначе в результате обрезки (удлинения) с проецированием на плоскость  $XU$  текущей ПСК новые границы объектов могут не соответствовать указанным кромкам в пространстве.

При вызове команд TRIM и EXTEND, первая из которых выполняет обрезку части объекта по заданной границе, а вторая осуществляет вытягивание до границы в трехмерном пространстве, используется ключ Project, который определяет режим отсечения/вытягивания.

---

## Сопряжение трехмерных объектов

В AutoCAD можно сопрягать любые объекты, расположенные в одной плоскости и имеющие направления выдавливания, не параллельные оси  $Z$  текущей ПСК. Направление выдавливания сопрягающей трехмерной дуги определяется следующим образом:

- если объекты расположены в одной плоскости и имеют одно направление выдавливания, перпендикулярное ей, сопрягающая дуга лежит в той же плоскости и имеет то же направление выдавливания;
- если объекты расположены в одной плоскости, но имеют противоположные или вообще различные направления выдавливания, сопрягающая дуга располагается в этой же плоскости. Направление ее выдавливания перпендикулярно плоскости построения объектов; из двух перпендикуляров выбирается ближайший к оси  $Z$  текущей ПСК.

Предположим, например, что в одной плоскости трехмерного пространства находятся две дуги — А и В.

Векторы направления выдавливания дуг противоположны:  $(0, 0,5, 0,8)$  и  $(0, -0,5, -0,8)$  относительно текущей ПСК. Тогда для сопрягающей дуги будет принято направление выдавливания  $(0, 0,5, 0,8)$ .

---

## Редактирование трехмерных тел

В данном разделе описывается техника редактирования трехмерных твердотельных объектов: *снятие фасок, сопряжение, построение разрезов, сечений и деление тел на части.*

Существует возможность непосредственно редактировать грани и ребра модели. Есть функция, которая удаляет дополнительные поверхности и ребра, появившиеся после выполнения команд FILLET и CHAMFER.

Допускается изменение цвета граней и ребер, а также создание их копий, представляющих собой ACIS-тела, области, отрезки, дуги, круги, эллипсы и сплайны. Путем клеймения (то есть нанесения геометрических объектов на грани) создаются новые грани или сливаются имеющиеся избыточные.

Смещение граней изменяет их пространственное положение в твердотельной модели; с помощью этой операции, например, можно увеличивать и уменьшать диаметры отверстий. Функция разделения создает из одного тела несколько новых независимых. И наконец, имеется возможность преобразования тел в тонкостенные оболочки заданной толщины.

## Снятие фасок на гранях

Команда CHAMFER осуществляет снятие фасок (скашивание) на пересечениях смежных граней тел, как и в двумерном пространстве. Команда вызывается из падающего меню Modify ► Chamfer или щелчком мыши по пиктограмме Chamfer на панели инструментов Modify. При использовании команды необходимо вначале выбрать базовую поверхность, затем ввести размеры фаски и выбрать ребра (рис. 10.1).

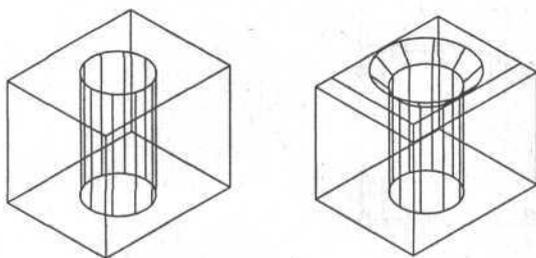


Рис. 10.1. Пример снятия фаски с тела

Запросы команды CHAMFER:

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 10.0000, Dist2 = 10.0000 – режим с обрезкой, параметры фаски;

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method]: – выбрать первый отрезок;

Base surface selection... – выбирается базовая поверхность;

Enter surface selection option [Next/OK (current)] <OK>: – нажать клавишу Enter, если подсвечена нужная поверхность. Если требуется другая поверхность, следует ввести N, для того чтобы подсветить смежную поверхность, а затем нажать клавишу Enter;

Specify 'base surface chamfer distance <10.0000>: — указать длину фаски для базовой поверхности;

Specify other surface chamfer distance <10.0000>: — указать длину фаски для другой поверхности;

Select an edge or [Loop]: — указать ребро;

Select an edge or [Loop]: — указать ребро;

Select an edge or [Loop]: — нажать клавишу Enter для завершения работы команды.

Ребра можно выбирать индивидуально либо сразу все, если использовать ключ Loop и затем указать любое ребро.



Выполните упражнения Cha1 и Cha2 из раздела 4.

**Cha1**

**Снять фаску с ребра трехмерного тела**

*Chamfer* (TRIM mode) *падающее меню Modify* — *Chamfer*  
 Current chamfer Dist1 = 10.0000, Dist2 = 10.0000  
 Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/multiple]: *указать точку 1*  
 Base surface selection...  
 Enter surface selection option [Next/OK (current)] <OK>: Enter  
 Specify base surface chamfer distance <10.0000>: 30  
 Specify other surface chamfer distance <10.0000>: 30  
 Select an edge or [Loop]: *указать верхнюю границу ребра*  
 Select an edge or [Loop]: Enter

**Cha2**

**Снять фаску с ребра трехмерного тела**

*Chamfer* (TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 10.0000, Dist2 = 10.0000  
 Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/multiple]: *указать точку на верхней окружности цилиндра*. *выбрав верхнюю грань объекта*  
 Base surface selection...  
 Enter surface selection option [Next/OK (current)] <OK>: Enter  
 Specify base surface chamfer distance <10.0000>: 70  
 Specify other surface chamfer distance <10.0000>: 70  
 Select an edge or [Loop]: *указать верхнюю окружность цилиндра*  
 Select an edge or [Loop]: Enter

## Сопряжение граней

Команда **FILLET** осуществляет плавное сопряжение (скругление) граней, как и в двумерном моделировании. Для скругления тел можно воспользоваться несколькими способами: Во-первых, так же, как и для плоских объектов, можно задать радиус и затем указать ребра. Второй путь — указать радиус скругления для каждого ребра. И, наконец, еще один способ — скруглять последовательность касательных ребер. Команда вызывается из падающего меню **Modify** ▶ **Fillet** или щелчком мыши по пиктограмме **Fillet** на панели инструментов **Modify**. Запросы команды **FILLET**:

**Current settings: Mode = TRIM, Radius = 10.0000** — текущие настройки: режим и радиус сопряжения;

**Select first object or [Polyline/Radius/Trim]** : — выбрать первый объект;

**Enter fillet radius <10.0000>**: — указать радиус сопряжения;

**Select an edge or [Chain/Radius]**: — выбрать ребро;

**Select an edge or [Chain/Radius]**: — выбрать ребро;

**Select an edge or [Chain/Radius]**: — нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды. **I**

Если нажать клавишу **Enter** на первый запрос **Select an edge or**:, то ранее выбранное ребро скруглится, и работа команды завершится. Но можно выбрать одно за другим еще несколько ребер. При этом допускается установить новый радиус перед выбором следующего ребра, используя ключ **Radius**, или задать последовательность касательных ребер, используя ключ **Chain**. На рис. 10.2 приведен пример скругления последовательности касательных ребер трехмерного тела одинаковым радиусом.

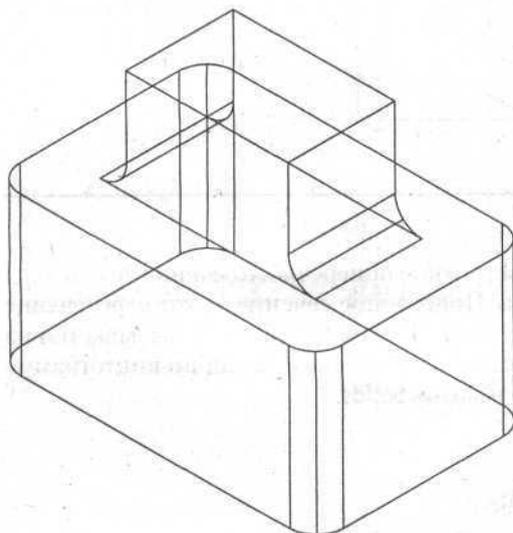


Рис. 10.2. Пример скругления тела



Выполните упражнения Fil1 и Fil2 из раздела 4.

### Построить сопряжение (скругление) граней ( Fil1)

*Fillet* Падающее меню *Modify* → *Fillet*

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 5.0000

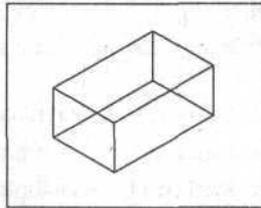
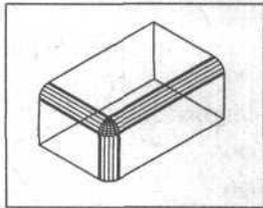
Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: указать верхнее скругляемое ребро параллелепипеда

Enter fillet radius <5.0000>: 20

Select an edge or [Chain/Radius]: указать скругляемое ребро

Select an edge or [Chain/Radius]: указать скругляемое ребро

Select an edge or [Chain/Radius]: Enter



### Построить сопряжение (скругление) граней ( Fil2)

*Fillet* Падающее меню *Modify* → *Fillet*

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 5.0000

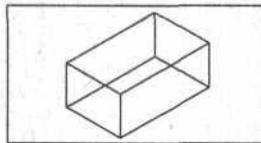
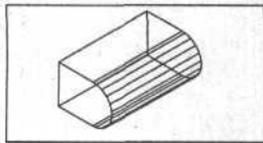
Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: указать верхнее скругляемое ребро параллелепипеда

Enter fillet radius <5.0000>: 50

Select an edge or [Chain/Radius]: указать нижнее

скругляемое ребро параллелепипеда

Select an edge or [Chain/Radius]: Enter



## Построение сечений

- Команда SECTION осуществляет построение поперечного сечения тела в виде области или неименованного блока. Поперечное сечение — это пересечение плоскости и выбранного тела (рис. 10.3). Команда SECTION вызывается из падающего меню *Modify* ▶ *Solids* ▶ *Section* или щелчком мыши по пиктограмме *Section* на плавающей панели инструментов *Solids*.

Запросы команды SECTION:

Select objects: — выбрать объекты;

Select objects: — нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов;

Specify first point on Section plane by [Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: — указать первую точку на секущей плоскости;

Specify second point on plane: — указать вторую точку на секущей плоскости;

Specify third point on plane: — указать третью точку на секущей плоскости.

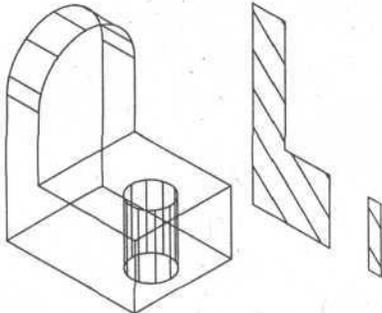


Рис. 10.3. Изображение сечения

По умолчанию секущая плоскость задается путем указания трех точек. При использовании других методов она определяется плоскостью построения другого объекта, плоскостью текущего вида, осью Z или одной из плоскостей координат (XY, YZ или XZ). AutoCAD помещает секущую плоскость в текущий слой.

Поперечное сечение представляет собой область или неименованный блок, формируемые на текущем слое, а не на слое, где находится объемное тело, поперечное сечение которого создается.



Выполните упражнение Sec1 из раздела 4.

Построить сечение тела Sec1

*Section* *Draw* Падающее меню *Solids* — *Section*

Select objects: указать на объект

Select objects: Enter

Specify first point on Section plane by [Object/  
/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: указать точку )

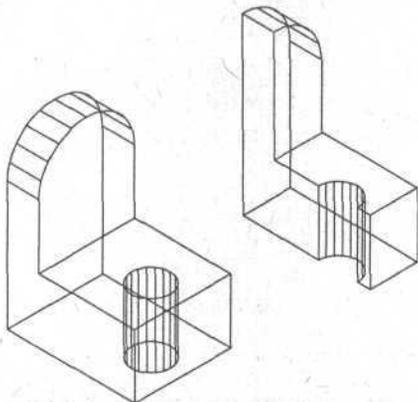
Specify second point on plane: указать точку 2

Specify third point on plane: указать точку 3

*Переместить* *образовавшееся* *сечение*

## Получение разрезов

Команда **SLICE** осуществляет построение нового тела путем разрезания какого-либо существующего тела плоскостью (рис. 10.4). Команда вызывается из падающего меню **Modify** ▶ **Solids** ▶ **Slice** или щелчком мыши по пиктограмме **Slice** на плавающей панели инструментов **Solids**.



**Рис. 10.4.** Изображение разреза

Запросы команды **SLICE**:

**Select objects:** — выбрать объекты;

**Select objects :** — нажать клавишу **Enter** по завершении выбора объектов;

**Specify first point on slicing plane by [Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>:** — указать первую точку на режущей плоскости;

**Specify second point on plane:** — указать вторую точку на режущей плоскости;

**Specify third point on plane:** — указать третью точку на режущей плоскости;

**Specify a point on desired side of the plane or [keep Both sides] :** — указать точку с нужной стороны от плоскости.

Полученные части можно оставить на рисунке или же удалить одну из них. Разрезанные тела наследуют слой и цвет исходного тела, но являются новыми составными телами.

При разрезании по умолчанию тремя точками задается режущая плоскость, а затем указывается, какая часть (или обе) должна быть сохранена.

При использовании других способов режущая плоскость может определяться другим объектом, плоскостью текущего вида, осью Z или одной из координатных плоскостей (XY, YZ или XZ).

Ключи команды SLICE:

- Object — задает плоскость с помощью выбранного плоского объекта: отрезка, окружности, дуги, эллипса, эллиптической дуги, двумерного сплайна или сегмента двумерной полилинии;
- Zaxis — задает плоскость двумя точками, первая из которых лежит на ней, а вторая определяет вектор нормали к плоскости;
- View — задает плоскость, выровненную с плоскостью вида текущего видового экрана и проходящую через заданную точку;
- XY, YZ, ZX — задают плоскость, выровненную соответственно с плоскостью XY, YZ или ZX и проходящую через заданную точку;
- 3points — определяет плоскость, проходящую через три заданные точки;
- keep Both sides — оставляет обе части разрезанного тела.



Выполните упражнение Sli1 из раздела 4.

**Получить разрез тела** Sli1

**Slice** Падающее меню **Draw** — **Solids** — **Slice**

Select objects: указать на объект

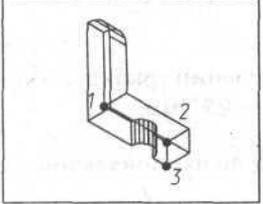
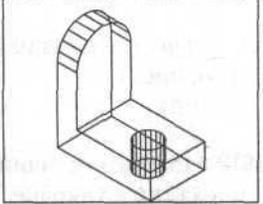
Select objects: Enter

Specify first point on slicing plane by [Object/  
/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points]<3points>: указать точку 1

Specify second point on plane: указать точку 2

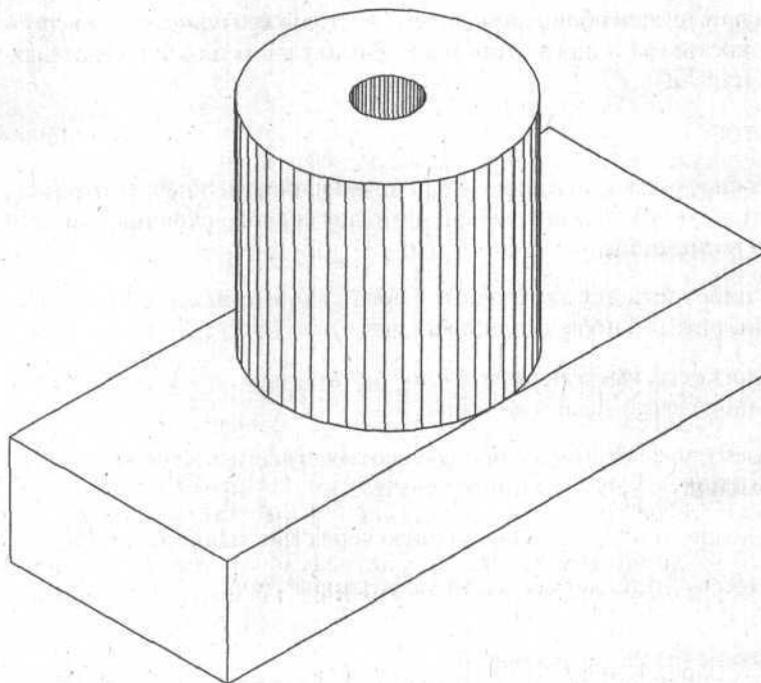
Specify third point on plane: указать точку 3

Specify a point on desired side of the plane or [keep Both sides]:  
указать точку той части тела, которую надо оставить на рисунке

## Формирование чертежей с использованием трехмерного моделирования

При формировании чертежа на основе трехмерной твердотельной модели (например, приведенной на рис. 10.5) следует придерживаться следующего порядка:



**Рис. 10.5.** Чертеж трехмерной твердотельной детали

1. Создать **новый** рисунок с помощью команды **NEW**, вызываемой из падающего меню **File ▶ New...**, или щелчком по пиктограмме **New** стандартной панели инструментов.
2. Для вызова Мастера подготовки в диалоговом окне **Create New Drawing** выбрать пиктограмму **Use a Wizard** (см. рис. 1.35). Далее в списке **Select a Wizard**: выбрать **Quick Setup**.
3. В диалоговом окне **Quick Setup** в качестве единиц измерения длины **Units** установить десятичные **Decimal** (см. рис. 1.3). При определении границы области черчения **Area** установить ширину — 420 мм, длину — 297 мм.
4. Щелчком мыши на кнопке **GRID** в строке состояния или функциональной клавишей **F7** включить отображение сетки на экране.
5. Отобразить всю область чертежа на экране командой **ZOOM**, вызываемой из падающего меню **View ▶ Zoom ▶ All** (см. рис. 4.3) или щелчком мыши по пиктограмме **Zoom All** в стандартной панели инструментов (см. рис. 4.4). См. упражнение **Z2** (раздел 2).
6. Сохранить рисунок с помощью команды **QSAVE**, вызываемой из падающего меню **File ▶ Save** или щелчком мыши по пиктограмме **Save** в стандартной панели инструментов.

7. Установить значение системной переменной ISOLINES равное 20, что соответствует количеству образующих линий, отображаемых на искривленных поверхностях.
8. С помощью команд BOX и CYLINDER построить параллелепипед и цилиндры. См. упражнения Box1 и Cyl1 (раздел 4). При построении рекомендуется установить удобную точку зрения, используя плавающую панель инструментов View или команду 3DORBIT, которая вызывается из падающего меню View ▶ 3D Orbit или щелчком мыши по пиктограмме 3D Orbit одноименной панели инструментов. См. упражнения Vpt1, Orb1 и Orb2 (раздел 4).
9. Выполнить логические преобразования. Объединить параллелепипед и внешний цилиндр с помощью команды UNION, вызываемой из падающего меню Modify ▶ Solids Editing ▶ Union или щелчком мыши по пиктограмме Union панели инструментов Solids Editing. Затем из полученного тела вычесть внутренний цилиндр с помощью команды SUBTRACT, вызываемой из падающего меню Modify ▶ Solids Editing ▶ Subtract или щелчком мыши по пиктограмме Subtract панели инструментов Solids Editing. См. упражнения Uni1 и Sub1 (раздел 4).
10. Подавить невидимые линии командой HIDE, вызываемой из падающего меню View ▶ Hide или щелчком мыши по пиктограмме Hide плавающей панели инструментов Render.
11. Установить ПСК параллельно главному виду детали. Для этого необходимо воспользоваться командой UCS, вызвав ее из падающего меню Tools ▶ New UCS ▶ 3 Point.
12. Перейти из пространства модели в пространство листа щелчком мыши по закладке Layout. См. упражнения Spa1 и Spa2 (раздел 4).
13. Настроить параметры листа с помощью Мастера компоновки листа. Для этого необходимо загрузить диалоговое окно Create Layout, показанное на рис. 8.3, из падающего меню Tools ▶ Wizards ▶ Create Layout....
14. Вставить в рисунок рамку формата А3 (при условии, что эта заготовка уже существует). Вставка осуществляется командой INSERT, вызываемой из падающего меню Insert ▶ Block... или щелчком мыши по пиктограмме Insert Block панели инструментов Draw. При этом загружается диалоговое окно Insert (см. рис. 5.17). См. упражнение In1 (раздел 3).
15. Создать наклонный текстовый стиль в диалоговом окне Text Style (см. рис. 5.10), вызываемом из падающего меню Format ▶ Text Style.... В области Font в раскрываемом списке поля Font Name: следует выбрать шрифт simplex.shx; в поле Oblique Angle: установить угол наклона к нормали 15; в поле Height: установить высоту 0 (ноль). См. упражнение T7 (раздел 2).
16. Заполнить штамп. Рекомендуется увеличить изображение штампа с помощью зумирования. Затем использовать команду DTEXT, вызываемую из падающего меню Draw ▶ Text ▶ Single Line Text или щелчком мыши по пиктограмме Dtext панели инструментов. При заполнении штампа удобно использовать ключ выравнивания по ширине Fit команды DTEXT. См. упражнение T4 (раздел 2).

17. Создать на чертеже видовые экраны с необходимыми проекциями (рис. 10.6), используя команду SOLVIEW, вызываемую из падающего меню Draw > Solids ▶ Setup ▶ View.

- Получить главный вид — фронтальную проекцию детали:

\_solview

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: U — ПСК;

Enter an option [Named/World/?/Current] <Current>: <Enter>;

Enter view scale <1>: 0.5 — указать масштаб вида;

Specify view center: — указать центр вида;

Specify view center <specify viewport>: <Enter>;

Specify first corner of viewport: — указать первый угол видового экрана;

Specify opposite corner of viewport: — указать второй угол видового экрана;

Enter view name: Front — ввести имя формируемого вида.

- Получить вид сверху — горизонтальную проекцию детали:

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: O — орто;

Specify side of viewport to project: — указать верхнюю границу видового экрана главного вида;

Specify view center: — указать центр вида;

Specify view center <specify viewport>: <Enter>;

Specify first corner of viewport: — указать первый угол видового экрана;

Specify opposite corner of viewport: — указать второй угол видового экрана;

Enter view name: Gorizont — ввести имя формируемого вида.

- Получить вид слева — профильную проекцию детали:

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: O — орто;

Specify side of viewport to project: — указать левую границу видового экрана главного вида;

Specify view center: — указать центр вида;

Specify view center <specify viewport>: <Enter>;

Specify first corner of viewport: — указать первый угол видового экрана;

Specify opposite corner of viewport: — указать второй угол видового экрана;

Enter view name: Profil — ввести имя формируемого вида.

- Получить разрез детали:

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: S — сечение;

Specify first point of cutting plane: CEN — указать на профильной проекции первую точку режущей плоскости с объектной привязкой к центру верхнего основания Цилиндра;

Specify second point of cutting plane: CEN — указать на профильной проекции вторую точку режущей плоскости с объектной привязкой к центру нижнего основания цилиндра;

Specify side to view from: — указать слева на профильной проекции точку направления взгляда (сторону просмотра);

Enter view scale <0.5>: <Enter>;

Specify view center: — указать центр вида;

Specify view center <specify viewport>: <Enter>;

Specify first corner of viewport: — указать первый угол видового экрана;

Specify opposite corner of viewport: — указать второй угол видового экрана;

Enter view name: Section — ввести имя формируемого вида;

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section] : <Enter> — завершить работу команды.

18. Всем слоям с невидимыми линиями (<имя вида>-HID) установить тип линии HIDDEN. Выполнить команду SOLDDRAW, вызываемую из падающего меню Draw ▶ Solids ▶ Setup ▶ Drawing. В ответ на последовательность запросов Select objects : следует указать рамки всех видовых экранов.

19. Отключить слой VPORTS, в котором находятся рамки видовых экранов.

20. Находясь в пространстве листа провести на проекциях детали осевые линии.

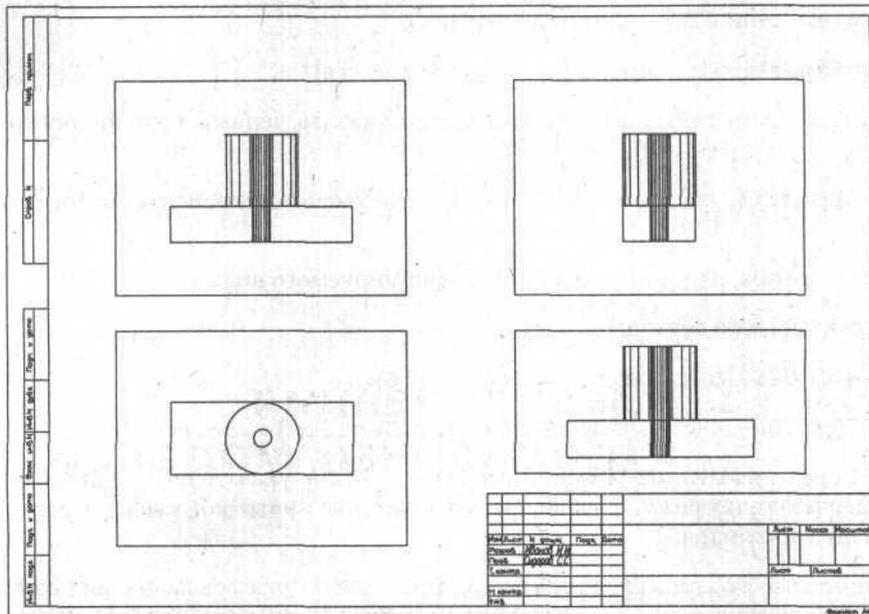


Рис. 10.6. Видовые экраны с проекциями детали

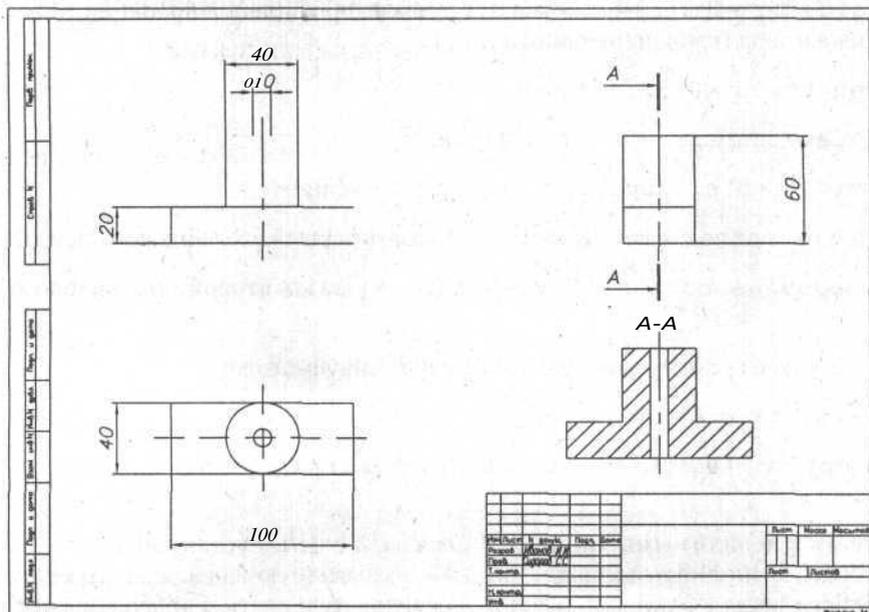


Рис. 10.7. Чертеж детали

21. Проставить на проекциях детали размеры в слоях с именами <имя вида>-DIM (рис. 10.7).

## **ГЛАВА 11    Визуализация трехмерных моделей**

- Интерактивное управление точкой взгляда
- Типы трехмерных изображений
- Подавление скрытых линий и раскрашивание
- Тонирование

Использование AutoCAD для создания трехмерных моделей и их изображений имеет множество преимуществ по сравнению с применением программы в двумерном моделировании, но вместе с тем требует несколько иного подхода. Работа в трехмерном пространстве представляет собой сочетание рисования, редактирования и установки видов и видовых экранов для изображения модели. Следовательно, от пользователя требуется умение сформировать корректную трехмерную модель, работать с различными трехмерными системами координат, правильно задавать пользовательские системы координат, а также корректно устанавливать необходимые виды трехмерных моделей.

При построении трехмерной модели приходится работать более чем с одним видом объекта. Возможно, что изображение объекта будет достаточно информативным на одном виде и нечитаемым на другом. В любом случае при работе с трехмерными объектами следует установить несколько видовых экранов, например один — с видом в плане, другой — с видом слева, дополнительный — с аксонометрическим видом.

Чтобы повысить удобство работы, для каждого видового экрана можно задать и сохранить отдельную ПСК. Независимо от того, что происходит с ПСК на текущем видовом экране, системы координат на остальных видовых экранах остаются неизменными и при переключении между экранами не происходит потери информации о ПСК каждого из них.

Находясь в пространстве модели, можно рассматривать сформированные объекты с любой точки зрения. *Точкой зрения (видом)* называется направление, задаваемое из трехмерной точки пространства на начало системы координат. Установка направления взгляда производится в начале работы с моделью или при необходимости рассмотреть завершённую модель из какой-либо конкретной точки. AutoCAD позволяет взглянуть на рисунок из любой точки пространства, даже изнутри изображаемого объекта. Перемещая точку зрения в нужную позицию, удобнее формировать объекты, редактировать их, а также получать изображения со скрытыми линиями, закрашенные и тонированные. Можно получать виды в ортогональной и перспективной проекциях.

Установка нового вида в пространстве модели производится с помощью команд:

- VPOINT — позволяет вводить из командной строки точку зрения или угол поворота вида;
- DDVPOINT — отображает диалоговое окно определения точки зрения Viewpoint Presets;
- PLAN — отображает вид в плане пользовательской или мировой системы координат;
- DVIEW — определяет параллельную проекцию или перспективные виды;
- 3DORBIT — обеспечивает интерактивное отображение видов.

Важно помнить: при работе в пространстве листа не разрешается устанавливать виды с помощью команд VPOINT, DVIEW и PLAN. Пространство листа отображает-

ся всегда в плане. При попытке использовать перечисленные команды в пространстве листа AutoCAD выдает сообщение:

\*\* Command only valid in Model space \*\*

## Интерактивное управление точкой взгляда

■ Команда 3DORBIT активизирует на текущем видовом экране режим интерактивного управления точкой взгляда при работе в трехмерном пространстве. Видом модели в это время можно управлять с помощью мыши. С орбиты могут рассматриваться как вся модель, так и ее отдельные объекты. Команда вызывается из падающего меню View ► 3D Orbit или щелчком мыши по пиктограмме 3D Orbit на плавающей панели инструментов 3D Orbit.

Вид, на котором действует режим орбиты, помечается орбитальным кольцом. Геометрически оно представляет собой большой круг, разделенный на квадранты четырьмя малыми кругами.

В процессе выполнения команды 3DORBIT неподвижной остается точка, на которую направлен взгляд, то есть точка цели. Позиция наблюдателя (точка камеры) перемещается относительно цели. Считается, что цель в данном случае совмещена с центром орбитального кольца.

Для установки орбитального вида необходимо выбрать один или несколько объектов, которые должны быть рассмотрены с орбиты. Если же предварительно ничего не было выбрано, в рассмотрении будет участвовать вся модель. Тем не менее рекомендуется ограничивать круг вовлекаемых в операцию объектов, так как это ускоряет работу программы.

Для того чтобы приступить к вращению вида, нужно нажать кнопку мыши и начать перемещать ее. Указатель мыши изменяет свое состояние в зависимости от того, на какой части орбитального кольца находится. Форма указателя помогает понять, как именно будет вращаться вид:

- если указатель находится внутри орбитального кольца, он выглядит как маленькая сфера с двумя внешними окружностями-орбитами. Нажатие кнопки и движение мыши в этом случае вызывают свободное перемещение вида. Вид ведет себя так, как будто бы пользователь захватил мышью воображаемую сферу, окружающую объекты, и начал вращать ее вокруг точки цели. Указатель можно перемещать по горизонтали, по вертикали и по диагонали;
- если указатель мыши находится вне орбитального кольца, он выглядит как маленькая сфера с внешней окружностью-стрелкой. Нажатие кнопки и перемещение указателя вокруг орбитального кольца вызывает вращение вида относительно оси, проходящей через центр кольца перпендикулярно экрану. Если указатель переходит через орбитальное кольцо, он приобретает форму сферы с двумя орбитами и начинает свободно перемещать вид, как было описано выше. После выхода указателя обратно во внешнюю часть восстанавливается режим вращения вида вокруг центральной оси;

- если указатель мыши находится на левом или правом малом круге орбитального кольца, он выглядит как маленькая сфера с горизонтальным эллипсом-стрелкой. Нажатие кнопки и перемещение указателя из этих точек вызывает вращение вида относительно вертикальной оси, проходящей через центр кольца. Вертикальная линия на указателе символизирует направление этой условной оси  $Y$ ;
- если указатель мыши находится на верхнем или нижнем малом круге орбитального кольца, он выглядит как маленькая сфера с вертикальным эллипсом-стрелкой. Нажатие кнопки и перемещение указателя из этих точек вызывают вращение вида относительно горизонтальной оси, проходящей через центр кольца. Горизонтальная линия на указателе символизирует направление этой условной оси  $X$ .

Для улучшения восприятия трехмерных орбитальных видов на них можно разместить одно или несколько средств визуализации: компас, сетку и пиктограмму ПСК. В контекстном меню активные средства визуализации помечаются галочкой и сохраняются на экране по завершении работы команды 3DORBIT.

Для вызова средства визуализации необходимо в процессе выполнения команды 3DORBIT щелкнуть правой кнопкой мыши в области рисования и выбрать пункт VisualAids из контекстного меню, а затем отметить один из следующих вариантов:

- Compass — орбитальное кольцо дополняется тремя пространственными пунктирными окружностями, символизирующими проекции осей  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  на сферу;
- Grid — строится вспомогательная сетка из линий, параллельных осям  $X$  и  $Y$  и перпендикулярных оси  $Z$ . Трехмерный уровень, на котором она расположена, задается системной переменной ELEVATION.

Перед входом в режим трехмерной орбиты можно, воспользовавшись командой GRID, задать параметры отображения сетки. Количество основных ее линий зависит от того, какой установлен шаг в системной переменной GRIDUNIT. Промежутки между основными линиями делятся еще на десять частей с помощью дополнительных линий (на рисунке они выделены серым цветом).

При изменении коэффициента экранного увеличения (зумировании) на трехмерном орбитальном виде AutoCAD подбирает количество линий сетки так, чтобы они не сливались, но и не отстояли друг от друга слишком далеко. Если вид отдаляется от наблюдателя, линий становится меньше. Напротив, с приближением вида количество линий увеличивается до тех пор, пока не начинает вновь соответствовать значению GRIDUNIT;

- UCS Icon — включение и отключение пиктограммы ПСК. Если она была включена перед вызовом команды 3DORBIT, на орбитальном виде сразу же появляется цветная пиктограмма в виде тройки осей. Ось  $X$  имеет красный цвет, ось  $Y$  — зеленый, ось  $Z$  — синий или голубой. Режим отображения трехмерной пиктограммы ПСК устанавливается также системной переменной UCSICON.

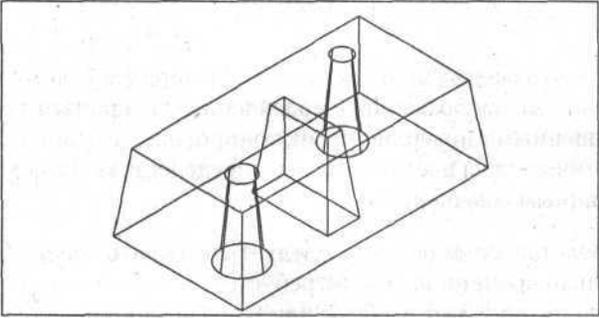


Выполните упражнения Orb1 и Orb2 из раздела 4.

**Установить точку зрения** Orb1

**3dorbit**  Падающее меню View — JD Orbit

Удерживая нажатой левую кнопку мыши, установите желаемую точку зрения, для выхода из команды нажать Enter — Exit.

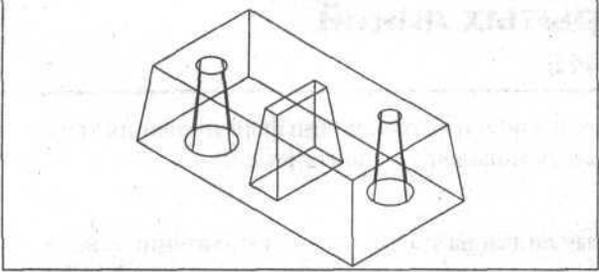


**Установить точку зрения** Orb2

**3dcorbit** 

В контекстном меню 3dorbit: More — Continuous Orbit

Удерживая нажатой левую кнопку мыши, задать вращательный момент детали и отпустить кнопку. Для фиксации точки зрения сделать щелчок мышью. Для выхода из команды нажать Enter • Exit.



## Типы трехмерных изображений

В процессе проектирования различных объектов большая часть графических работ приходится на формирование каркасных, поверхностных или твердотельных моделей. Отображение объектов на экране дисплея должно происходить быстро, в реальном времени. Как правило, по завершении работы над моделью, а иногда и в процессе проектирования, требуется максимально правдоподобное изображение сконструированного объекта, то есть должны быть использованы реальные цвета, специфическая текстура поверхности, естественная светотень, перспектива и другие эффекты. Это бывает необходимо, например, при предъявлении заказчику закон-

ченного проекта или при проверке правильности выполнения дизайн-проектирования. Кроме того, визуализация моделей объектов, сформированных в AutoCAD, может быть вполне самоценной, в том числе при создании рекламы или анимационных клипов. Данный подход в последнее время получил широкое распространение благодаря простоте формирования в AutoCAD сложных трехмерных объектов. Подготовленные для визуализации трехмерные объекты могут быть импортированы вместе с наложенными на их грани цветом и текстурой в другие графические пакеты, например 3D Studio MAX.

Если перечислять способы отображения моделей объектов в порядке усложнения, последовательность будет такова: изображения с подавленными скрытыми линиями; изображения с раскрашенными поверхностями; тонированные изображения с поверхностями, которым присвоены цвет и свойства определенных материалов; изображения объекта с заданным освещением.

Решая вопрос о способе представления объекта, следует учитывать, какого качества нужно добиться и сколько времени на это потребуется. Например, для обычного технического отчета вполне подойдет изображение с подавленными скрытыми линиями или раскрашенное; для презентаций, дизайнерских проектов, рекламы необходимо применять тонирование и подсветку. Чем выше требования к реалистичности изображения, тем более сложный алгоритм применяется для его формирования: с освещением из одного или нескольких источников света; со светотенью; с трассировкой всех световых лучей для достижения абсолютной достоверности. При обычной же, повседневной работе над проектом вполне достаточно время от времени скрывать невидимые линии модели для текущего контроля.

## Подавление скрытых линий и раскрашивание

---

Чтобы в процессе разработки дизайна и по окончании формирования трехмерных поверхностных и твердотельных моделей улучшить их визуализацию, используйте следующие команды:

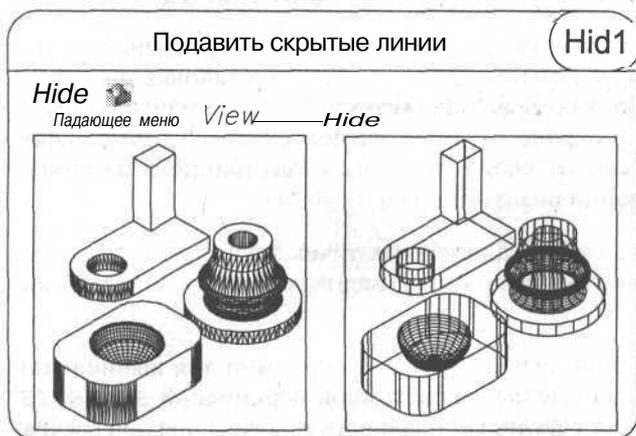
- HIDE — подавляет скрытые линии на трехмерном изображении объекта;
- SHADEMODE — формирует раскрашенное изображение модели на текущем видовом экране;
- RENDER — создает реалистическое изображение модели в трехмерном пространстве.
- Команда HIDE обеспечивает создание рисунка без скрытых линий. Сложные трехмерные модели часто оказываются перегруженными, что затрудняет их чтение и просмотр результатов выполнения какой-либо команды на объекте. Можно устранить эту проблему, подавив скрытые (невидимые с данной точки зрения) линии. Команда HIDE вызывается из падающего меню View ► Hide или щелчком мыши по пиктограмме Hide на плавающей панели инструментов Render.

Команда HIDE интерпретирует окружности, фигуры, полосы, широкие сегменты полилиний, трехмерные грани, прямоугольные сети и выдавленные края примитивов как непрозрачные поверхности, скрывающие объекты, которые лежат за ними. Если кругам, фигурам, полосам и широким сегментам полилиний присвоена некоторая высота, то они рассматриваются как сплошные объекты с верхней и нижней поверхностями (телами).

Пока невидимые линии не подавлены или не произведено тонирование, тела отображаются в виде каркаса. При таком представлении поверхность тела аппроксимируется ребрами граней и образующими линиями искривленных поверхностей. Количество образующих линий, отображаемых на искривленных поверхностях, задается значением системной переменной ISOLINES в момент создания объекта. При подавлении невидимых линий твердотельного объекта генерируются и удаляются невидимые линии объекта, представленного сетью. Этим процессом управляет системная переменная DISPSILH: если ее значение равно 0, то объект с подавленными линиями отображается в виде сети, если 1 — в виде силуэтных линий тела. Например, для сферы силуэтной линией будет окружность. Подавленные скрытые линии остаются невидимыми до тех пор, пока не будет произведено какое-либо действие, вызывающее регенерацию, после чего на экране вновь появится изображение в виде каркасной модели.



Выполните упражнение Hid1 из раздела 4.



Команда SHADEMODE обеспечивает раскрашивание изображения (удаление невидимых линий и нанесение однотонных цветов на видимые поверхности) на текущем видовом экране. Хотя удаление скрытых линий значительно улучшает восприятие рисунка, изображение модели будет выглядеть более реалистично, если ее раскрасить. При осуществлении этой процедуры на текущем видовом экране AutoCAD автоматически удаляет скрытые линии. Подразумевается, что источник света один и расположен за спиной пользователя («свет из-за плеча»). Команда SHADEMODE вызывается из падающего меню View ▶ Shade; далее выбирается один из вариантов:

- 2D Wireframe — объекты представляются в виде отрезков и кривых, как кромки граней и тел. Видны растровые и OLE-объекты, учитываются типы и веса линий. Даже если системная переменная COMPASS включена, компас на виде не отображается;
- 3D Wireframe — объекты представлены в виде отрезков и кривых, как кромки граней и тел. Появляется цветная трехмерная пиктограмма системы координат. Растровые и OLE-объекты не видны, типы и веса линий не учитываются. Если системная переменная COMPASS включена, на виде отображается компас. Объекты показаны с учетом цветов присвоенных им материалов;
- Hidden — объекты представляются в каркасном виде. При этом линии, относящиеся к задним граням, не отображаются;
- Flat Shaded — грани многоугольников окрашены в некоторый цвет. В отличие от раскрашивания по Гуро, эффектов плавного перехода здесь не создается. Видны материалы, присвоенные объектам;
- Gouraud Shaded — грани многоугольников окрашены в некоторый цвет, причем переходы от одной грани к другой сглаживаются благодаря использованию цветовых оттенков. Видны материалы, присвоенные объектам;
- Flat Shaded, Edges On — комбинация ключей Flat и Wireframe. К граням применяется плоское раскрашивание, каркас просвечивает сквозь них;
- G'ouraud Shaded, Edges On — комбинация ключей Gouraud и Wireframe. К граням применяется раскрашивание по Гуро, каркас просвечивает сквозь них.

При вычислении оттенка цвета (то есть яркости) каждой грани учитываются два фактора: угол наклона поверхности к направлению взгляда и установка системной переменной SHADEDIF. Чем больше значение системной переменной, тем выше контрастность отображения. Чем круче угол наклона поверхности по отношению к направлению взгляда, тем темнее оттенок ее раскраски. Расстояние от точки зрения до объекта при раскрашивании не играет никакой роли.

Результаты раскрашивания различны для разных точек зрения. Для достижения наилучшего эффекта рекомендуется поэкспериментировать с различными видами.

Значение диффузного отражения, используемое программой для вычисления оттенка каждой поверхности, определяется системной переменной SHADEDIF. Системная переменная FACETRES регулирует плавность изображения при раскрашивании.

При раскрашивании моделей с помощью команды SHADEMODE невозможно получить блики, перемещать имеющийся источник света и добавлять новые. Все эти эффекты доступны лишь при притонировании, которое выполняется командой RENDER. Скорость раскрашивания повышается с уменьшением площади видовой экран, поэтому для ускорения работы рекомендуется уменьшать видовой экран, насколько это возможно.

## Тонирование

изображения (рис. 11.1–11.3) выглядят еще более реалистично чем рисунки с удаленными невидимыми линиями или раскрашенные.

Операция тонирования позволяет получить изображения, в некоторых случаях более качественные красками, цветными карандашами или тушью.

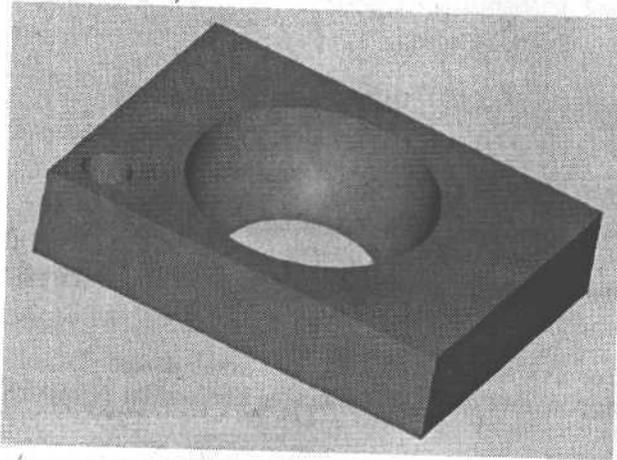


Рис. 11.1. Тонированное сложное тело, полученное путем вычитания

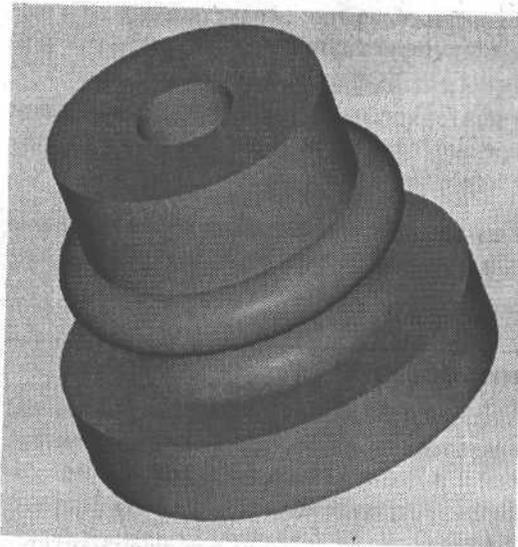


Рис. 11.2. Тонированное тело вращения

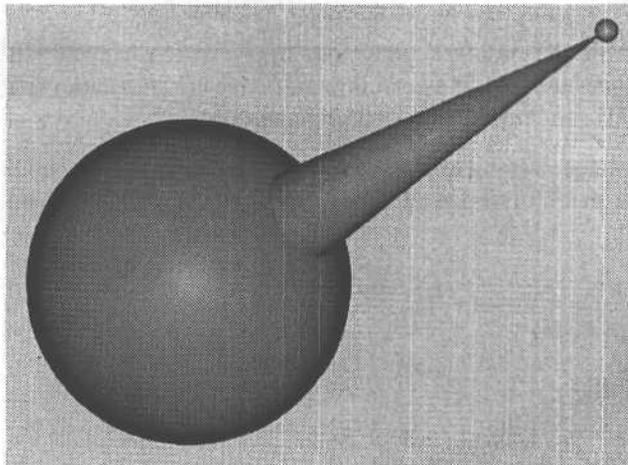


Рис. 11.3. Тонированное сложное тело, полученное путем объединения

Тонирование обычно представляет отдельную задачу при создании проекта и выполняется в несколько этапов:

1. Подготовка моделей объектов для тонирования: на этом этапе важно проконтролировать способы формирования объектов и задать настройки точности отображения.
2. Определение освещения моделей: необходимо создать источники света и настроить их соответственно текущей задаче.
3. Определение материалов для поверхности объектов: следует задать или выбрать из библиотеки отражательные характеристики материалов и присвоить их видимым поверхностям.
4. Тонирование: обычно эта операция повторяется многократно, с изменением различных настроек и возвратом к предыдущим этапам, пока не будет достигнут желаемый результат.

Такое деление на этапы достаточно условно; в реальной работе перечисленные операции часто неотделимы друг от друга и необязательно выполняются в вышеописанном порядке.

---

### Подготовка моделей для тонирования

Важный этап процесса тонирования — подавление скрытых поверхностей, так как тонирование скрытых поверхностей и поверхностей заднего плана не имеет смысла. Чтобы можно было установить, передней или задней является грань, в AutoCAD используется нормаль к каждой из граней.

Направление нормали определяется тем, как нарисована грань в правоориентированной системе координат, принятой в AutoCAD. Если углы грани заданы в направлении против часовой стрелки, нормаль направлена наружу; если по часовой стрелке — внутрь. Все грани следует рисовать одним и тем же методом: смещение

способов рисования может привести к непредсказуемым результатам. Во время тонирования AutoCAD вычисляет все нормали, направленные от точки зрения, и удаляет из сцены связанные с ними многоугольники. Этот процесс называется *подавлением задних граней*,

После того как задние грани подавлены, AutoCAD сравнивает относительные расстояния по оси Z. Если одна из граней перекрывает другую, AutoCAD подавляет невидимую грань.

Команда **RPREF** обеспечивает игнорирование невидимых граней. Она вызывается из падающего меню **View** ► **Render** ► **Preferences...** или щелчком мыши по пиктограмме **Render Preferences** на панели инструментов **Render**. В области **Rendering Options** появившегося диалогового окна **Rendering Preferences**, показанного на рис. 11.4, следует нажать кнопку **More Options...** и в области **Face Controls** диалогового окна **Render Options** поставить флажок, включающий подавление задних граней, **Discard back faces** (см. рис. 11.5).

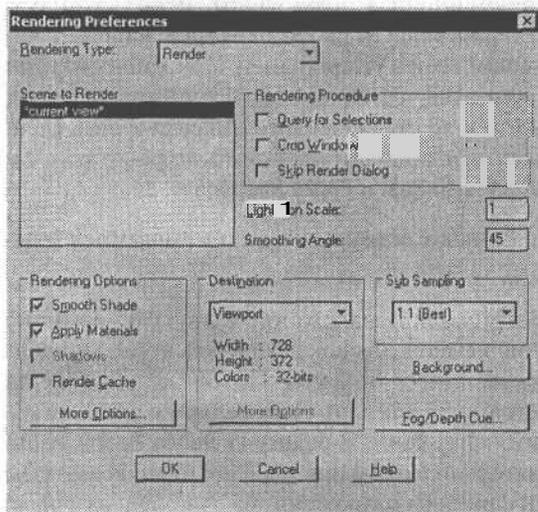


Рис. 11.4. Диалоговое окно установки режимов тонирования

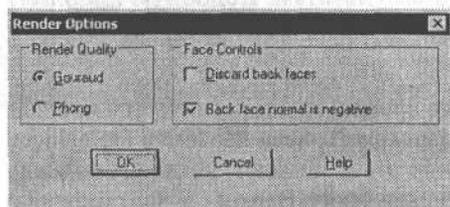


Рис. 11.5. Диалоговое окно установки параметров упрощенного тонирования

Если приходится тонировать модель, которую ранее тонировать не предполагалось, то есть она была создана без учета требований к векторам нормалей поверхностей, возможно, понадобится снять флажки **Discard back faces** и **Back face normal is negative**

negative. Хотя в результате процесс тонирования значительно замедлится, лучше пожертвовать быстротой, чтобы получить корректное изображение объектов.

На этапе тонирования трехмерной модели важна *техника построения* модели объекта. Рекомендуется применять для этого однотипные методы. Не следует строить, например, модели зданий, одни стены которых представляют собой грани, другие — выдавленные отрезки, а третьи — каркасные сети.

К твердотельным моделям не рекомендуется добавлять двумерные и трехмерные грани, а также трехмерные поверхности. Не всегда приемлемо добавление двумерных и трехмерных граней, если модель состоит из трехмерных поверхностей. Впрочем, эти рекомендации даются только для упрощения процесса тонирования: даже если модель сформирована из произвольно ориентированных поверхностей, ее можно корректно тонировать (правда, тогда на это потребуются гораздо больше времени).

Время, требуемое для построения тонированного изображения, зависит от числа граней и вершин объектов. Любая криволинейная поверхность, используемая в процессе тонирования, предварительно разбивается на грани — треугольные и четырехугольные участки плоскости с вершинами в углах граней. При минимизации числа граней процесс значительно упрощается: чем проще структура поверхности, тем меньше времени тратится на определение цвета каждого пиксела грани. Если при тонировании геометрических объектов возникают проблемы, то работать с такими объектами необходимо в режимах Photo Real и Photo Raytrace.

Большие трудности при тонировании создают объекты с пересекающимися и перекрывающимися друг друга гранями.

Иногда случается так, что одна грань в модели проходит через другую — обычно при попытках упростить формирование модели, так как построить пересекающиеся грани легче, чем отдельные пересекающиеся объекты. Подобные упрощения приводят к тому, что модель тонируется неправильно, если только в систему тонирования не заложена проверка таких ситуаций. В режимах Photo Real и Photo Raytrace проверка предусмотрена обязательно, хотя и при работе с ними возможны проблемы, особенно при тонировании с низким разрешением.

Тонирование перекрывающихся граней с противоположно направленными нормальными может приводить к неоднозначным результатам. Подобную проблему удастся предотвратить, если постоянно следить, чтобы линии контура граней нигде не перекрывались.

Режим плавного тонирования перехода через кромку грани назначается ключом Smooth Shade из области Rendering Options диалогового окна Rendering Preferences, которое вызывается командой RPREF. Сложности возникают, когда угол между соседними гранями превышает определенную величину. В этом случае сглаживания не происходит, и поверхность получается как бы граненой.

Управление *точностью и разрешением отображения* тонированных моделей осуществляется с помощью команды VIEWRES. Величина точности аппроксимации, устанавливаемая этой командой, влияет на плавность линий, формирующих

окружности, дуги и эллипсы. AutoCAD отображает такие фигуры на экране в виде множества коротких прямолинейных сегментов. Чем выше точность аппроксимации, тем плавнее дуги и окружности, но одновременно продолжительнее процесс их регенерации. Если окружности на рисунке похожи на многоугольники, они и после тонирования останутся такими же. Для повышения производительности рекомендуется в ходе рисования устанавливать как можно меньшую точность аппроксимации, а перед тонированием (если в рисунке есть дуги и окружности) увеличить ее для достижения требуемого качества.

Плавность линий, образующих тонированные тела с криволинейными поверхностями, регулирует системная переменная FACETRES. Она связана с точностью аппроксимации, заданной в команде VIEWRES. Если значение системной переменной FACETRES равно 1, степень аппроксимации криволинейных поверхностей тел равна степени аппроксимации окружностей, дуг и эллипсов. Если этой переменной присвоить значение 2, точность аппроксимации для тел будет вдвое выше, чем для окружностей, дуг и эллипсов, и т. д. По умолчанию FACETRES установлена в 0.5. Диапазон допустимых значений — от 0.01 до 10. Параметры тонирования настраиваются в диалоговом окне Render.

❖ Диалоговое окно Render загружается командой RENDR, вызываемой из падающего меню View ► Render ► Render... или щелчком мыши по пиктограмме Render на одноименной панели инструментов. Окно содержит следующие области и опции (рис. 11.6):

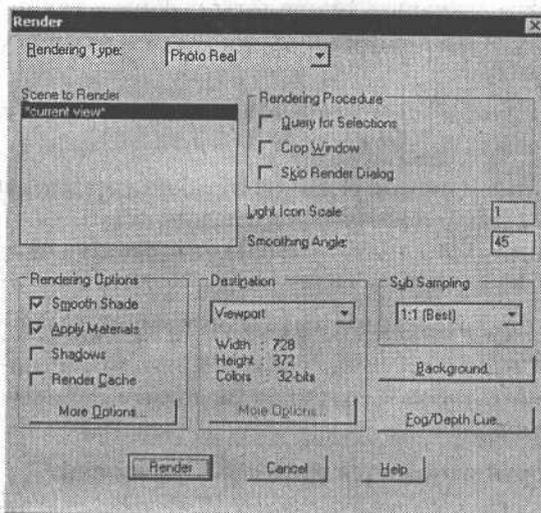


Рис. 11.6. Диалоговое окно тонирования

- раскрывающийся список Rendering Type, где задается режим тонирования изображения;
- область, определяющая процедуру тонирования Rendering Procedure, в которой представлены следующие параметры:

- Query for Selections — дает возможность тонировать только предварительно выбранные объекты;
  - Crop Window — позволяет задавать в текущем видовом экране область тонирования;
  - Skip Render Dialog — отменяет появление диалогового окна команды RENDER. Последний флажок можно снять в диалоговом окне команды RPREF;
- поле Light Icon Scale, где устанавливается значение коэффициента масштабирования блоков/пиктограмм источников света;
- поле Smoothing Angle, определяющее минимальный угол между гранями, при котором начинает работать режим сглаживания;
- область Rendering Options с кнопкой More Options..., по нажатию которой загружаются различные диалоговые окна в зависимости от установленного режима тонирования. Здесь также расположены следующие флажки:
- Smooth Shade — включает режим плавного отображения криволинейных поверхностей;
  - Apply Materials — включает режим отображения материалов, назначенных объектам;
  - Shadows — позволяет формировать тени объектов. Работает только в режимах Photo Real и Photo Raytrace;
  - Render Cache — дает возможность сохранять результаты отображения на жестком диске компьютера, что при повторном тонировании без изменений значительно сокращает время работы;
- область Destination, содержащая раскрывающийся список выбора, куда следует поместить тонированное изображение;
- область Sub Sampling с раскрывающимся списком режимов обработки эффектов типа «тень». При выборе режима 1:1 (Best), установленного по умолчанию, формируются тени наивысшего качества. В режиме 8:1 (Fastest) этот процесс протекает с максимальной скоростью, но в ущерб качеству;
- кнопка Background..., по нажатию которой открывается диалоговое окно команды определения фона BACKGROUND;
- кнопка Fog/Depth Cue..., по нажатию которой вызывается диалоговое окно команды определения тумана и затемнения FOG;
- кнопка Render, при щелчке по которой запускается процесс визуализации.

---

## Настройка тонирования

Настройка тонирования для различных режимов определяется качеством изображения, которое может предоставить используемый компьютер. Основные параметры, влияющие на качество отображения, — разрешение экрана дисплея и глубина цветности — зависят как от типа выбранного для компьютера дисплея, так и от типа установленной видеокарты.

Вывод-tonированного изображения на один из видовых экранов, в отдельное окно Render или в файл можно настроить, используя диалоговые окна Render — см. рис. 11.6 — и Rendering Preferences — см. рис. 11.4. Они открываются командами RENDER и RPREF соответственно.

❖ Команда RENDER вызывается из падающего меню View ▶ Render ▶ Render... или щелчком мыши по пиктограмме Render на одноименной панели инструментов.

Маршрут вывода-tonированного изображения определяется в области Destination; здесь нужно выбрать один из трех пунктов раскрывающегося списка: Viewport — вывод изображения в видовой экран, Render Window — в отдельное окно Render или File — в файл. Если применен вывод в отдельное окно Render, пользователю предоставляются широкие возможности дальнейшей обработки изображения. Его можно скопировать в буфер обмена для экспорта в другие приложения, вывести на системный принтер или в файлы различных форматов.

Поскольку изображение на мониторе состоит из дискретных элементов (пикселей), жестко расположенных в виде прямоугольной матрицы, наклонные или кривые линии могут выглядеть неровно — с *зазубринами*, то есть мелкими ступеньками. Чем выше разрешение экрана (и, соответственно, мельче пиксели), тем менее заметен эффект зазубрин. Чтобы улучшить изображение, существует еще один метод, кроме увеличения разрешения экрана. Нужно, запустив команду RENDER или RPREF, установить в области Rendering Type диалогового окна Render или Rendering Preferences режим Photo Real либо Photo Raytrace. Затем после нажатия кнопки More Options... в появившемся диалоговом окне Photo Real Render Options — рис. 11.7 — или Photo Raytrace Render Options — рис. 11.8 — следует в области, регулирующей уровень устранения зазубрин Anti-Aliasing, определить разрешающую способность сглаживания.

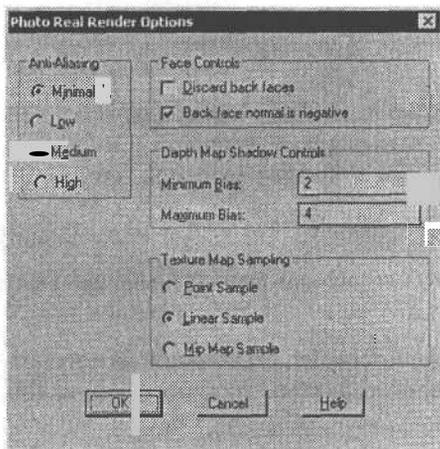


Рис. 11.7. Диалоговое окно установки параметров фотореалистичного тонирования

Возможные позиции переключателя: минимальный Minimal — низкий Low — средний Medium — высокий High. Данная опция отвечает за алгоритм вычисления цвета

пикселей, смежных с наклонными и кривыми линиями. Качество изображения улучшается от позиции Minimal к High, но и время, затрачиваемое на этот процесс, возрастает в 16 раз.

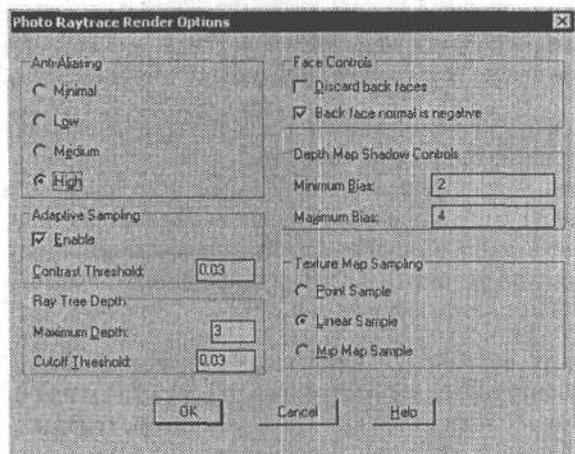


Рис. 11.8. Диалоговое окно установки параметров тонирования методом трассировки луча

Глубина цветности 1 бит означает, что цвет пиксела может быть либо черным, либо белым. При глубине цветности 8 бит пиксел принимает любой из 256 оттенков.

Для высококачественных изображений необходима глубина цветности 24 бита; таким образом обеспечивается отображение около 16,8 миллиона цветов. Минимальная глубина цветности при тонировании может составлять 8 бит, максимальная — 32 бита.

## Техника тонирования

В AutoCAD существуют три режима тонирования, которые определяются в диалоговом окне Render или Rendering Preferences, вызываемом командой RENDER или RPREF соответственно. Режимы устанавливаются в области Rendering Type:

- Render — упрощенный тип тонирования;
- Photo Real — фотореалистичное тонирование с возможностью отображения растровых и прозрачных материалов, а также с улучшенным отображением теней;
- Photo Raytrace — еще более реалистичное тонирование, основанное на алгоритме трассировки луча. Позволяет генерировать эффекты отражения, рефракции, еще точнее строить тени.

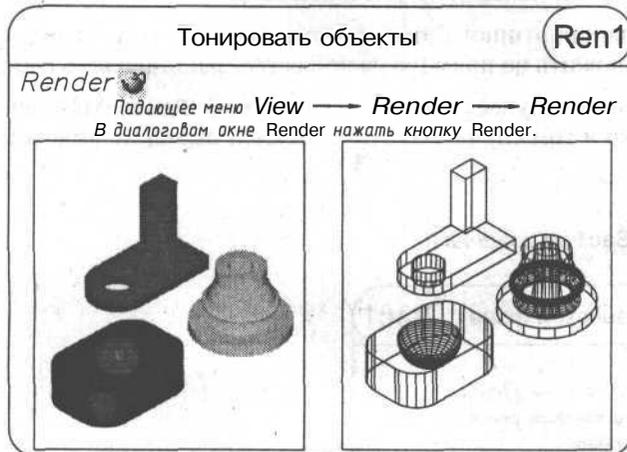
В первом, простейшем режиме Render тонирование производится без добавления источников света, присвоения материалов и определения сцен. Источник света, используемый для такого тонирования, расположен как бы за спиной наблюдателя. Этот источник нельзя ни перенести, ни изменить. Данный режим обеспечива-

ет довольно быстрое тонирование, хотя и не всегда позволяет получить реалистичное изображение модели.

Загрузка системы тонирования происходит автоматически при первом запуске любой команды тонирования: RENDER, SCENE, LIGHT, RMAP, MATLIB, BACKGROUND и т. п. Кроме того, систему можно загрузить и при необходимости выгрузить с помощью команды ARX.



Выполните упражнение Ren1 из раздела 4.



Важный момент в процессе тонирования — *определение фона*, которое производится в диалоговом окне Background, вызываемом командой BACKGROUND, — см. рис. 11.9. Команда загружается из падающего меню View ▶ Render ▶ Background... или щелчком мыши по пиктограмме Background на панели инструментов Render.

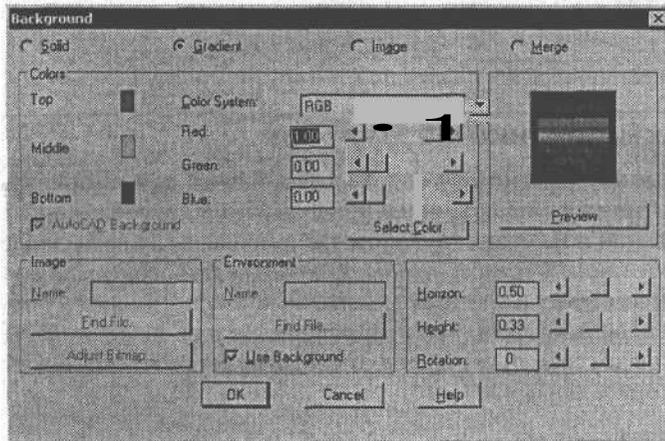


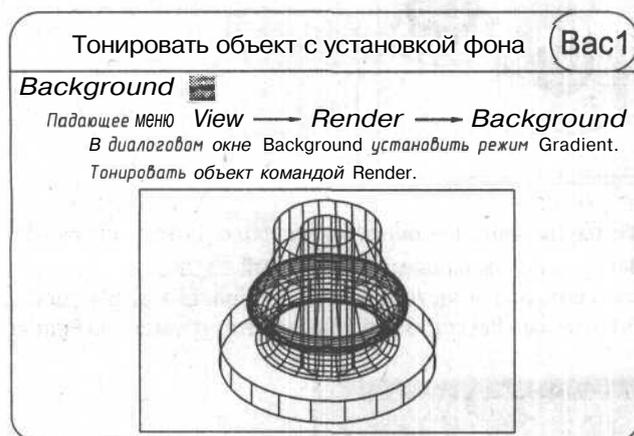
Рис. 11.9. Диалоговое окно определения фона тонирования

В диалоговое окно Background также можно перейти из диалогового окна Render или Rendering Preferences, нажав кнопку Background.... По умолчанию в качестве фона тонированного изображения AutoCAD использует цвет фона графического окна. Фон тонированного изображения может быть установлен следующим образом:

- Solid — сплошной одноцветный фон, выбранный из палитры цветов;
- Gradient — градиент, плавный переход между тремя цветами: Top/Middle/Bottom — верхний/средний/нижний. Настройка этого перехода определяется в правой нижней области окна движками Horizon:, Height: и Rotation:;
- Image — фон в виде растровой картинки, которую можно подогнать по размеру и положению или же размножить по прямоугольной сетке, заполняя весь фон;
- Merge — в качестве фонового выступает текущее изображение AutoCAD. Данная опция доступна только в том случае, если установлен вывод на видовой экран.



Выполните упражнение Vad из раздела 4.



## Назначение и редактирование материалов

Чтобы сделать тонированные изображения более правдоподобными, можно придать поверхностям объектов оптические свойства различных материалов. Материалы могут быть как реальными, так и не существующими в природе; в первом случае подбирают характеристики таким образом, чтобы они соответствовали какому-либо металлу или пластмассе, стеклу и т. д. Материалы обычно объединяют в библиотеки для дальнейшего использования. Если имеющийся набор не удовлетворяет разработчика, он может сам создать материал, который будет соответствовать его требованиям.

Материалы, определенные в AutoCAD, можно связывать с конкретными объектами, индексами цветов AutoCAD, блоками и слоями.

## Определение материалов

- Команда **RMAT**, позволяющая определить материалы, вызывается из падающего меню **View** ▶ **Render** ▶ **Materials...** или щелчком мыши по пиктограмме **Materials** на панели инструментов **Render**. Эта команда выводит на экран диалоговое окно **Materials**, показанное на рис. 11.10.

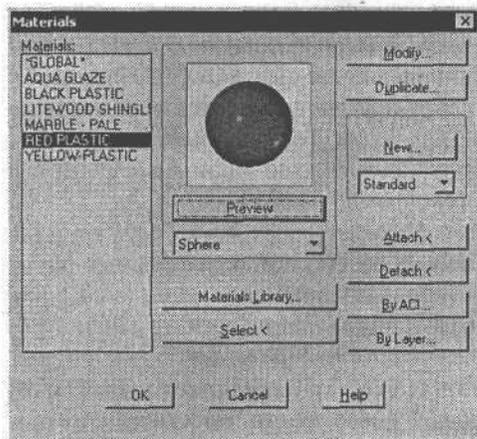


Рис. 11.10. Диалоговое окно определения материалов

Перед созданием нового материала необходимо определить его тип: **Standard** — материал, обладающий наиболее широким диапазоном настроек, или специальные материалы: **Marble** — со свойствами мрамора, **Granite** — со свойствами и трехцветной текстурой гранита, **Wood** — со свойствами и двухцветной текстурой дерева. В отличие от стандартных, специальные материалы нельзя экспортировать в другие приложения, например в 3D Studio MAX. Для точной настройки материалов необходимо нажатием кнопки **New...** открыть дополнительное диалоговое окно **New Standard Material** и воспользоваться его опциями. В диалоговом окне **Materials** расположены:

- поле **Materials:** со списком имен всех определенных в чертеже материалов;
- кнопка **Preview** с окном для просмотра материала на сферической или кубической поверхности;
- кнопки **Modify...** и **Duplicate...**, используемые для редактирования и копирования уже существующих материалов;
- кнопка **Materials Library...**, предназначенная для перехода к диалоговому окну библиотеки материалов **Materials Library**, вызываемому командой **MATLIB**;
- кнопка **Select<**, по нажатию которой можно определить имя материала, присвоенного объекту;
- кнопки **Attach<**, **Detach<**, **By ACI...** и **By Layer...**, с помощью которых производится присвоение материала объекту, снятие материала с объекта, присвоение материала объектам с заданным цветом AutoCAD и объектам с заданным слоем.

Основными элементами диалогового окна New Standard Material, изображенного на рис. 11.11, являются:

- область Material Name; предназначенная для ввода уникального имени материала;
- область Attributes, где задаются и изменяются следующие характеристики материала:
  - Color/Pattern — основной цвет поверхности. Параметр определяет основной цвет отражаемого объектом света, то есть его диффузное отражение. *Текстура* определяется как накладываемое на модель растровое изображение. Оно может быть представлено в любом из поддерживаемых AutoCAD форматов: TGA, BMP, TIFF, JPEG или PCX. Выбранная для тонирования область заполняется элементарными образцами текстуры. Текстура и цвет материала могут использоваться совместно. На слайде-образце видно, как будут выглядеть основной цвет и выбранная текстура на модели;
  - Ambient — цвет рассеянного освещения. Параметр определяет цвет тени материала, а также цвет, отражаемый поверхностью при освещении ее рассеянным светом. Рекомендуется устанавливать значение не более 0,3 или оставлять заданное по умолчанию 0,1. использование большей величины может привести к размыванию тонированного изображения;
  - Reflection — отраженный цвет бликов. Параметр определяет цвет бликов (зеркальных отражений) на отражающей поверхности. Блестящие поверхности, например гладкие металлические, отражают свет узким пучком, а при освещении тел сферической или цилиндрической формы блик представляет собой яркое пятно;
  - Roughness — шероховатость поверхности. Параметр определяет размер бликов на изображении. Именно шероховатостью, например, обусловлено внешнее различие двух стальных шариков от подшипника, один из которых отполирован, а второй обработан наждачной бумагой. Чем более гладкая поверхность, тем меньше размер бликов;
  - Transparency — прозрачность материала. Можно сделать весь объект или его часть прозрачными или полупрозрачными. Степень прозрачности материала регулируется в пределах от 0 до 1,0. Установка прозрачности увеличивает продолжительность тонирования;
  - Refraction — преломление прозрачного материала;
  - Bump Map — текстура выдавливания. Параметр позволяет имитировать эффект выдавливания на поверхности объекта. Значения яркости в точках текстуры выдавливания создает эффект появления высоты у поверхности объекта;
- область Value; где можно изменить значение любой характеристики;
- область Color, применяемая для цветового определения характеристик, с флажками By ACI, Lock и Mirror, которые позволяют воспользоваться цветом объекта AutoCAD, основным цветом материала и цветом, зеркальным по отношению к основному;
- области Bitmap Blend: и File Name; где определяются пропорция присутствия текстуры в характеристике и имя этой текстуры;
- кнопки Adjust Bitmap... и Find File..., используемые для подгонки текстур и поиска файлов с текстурами.

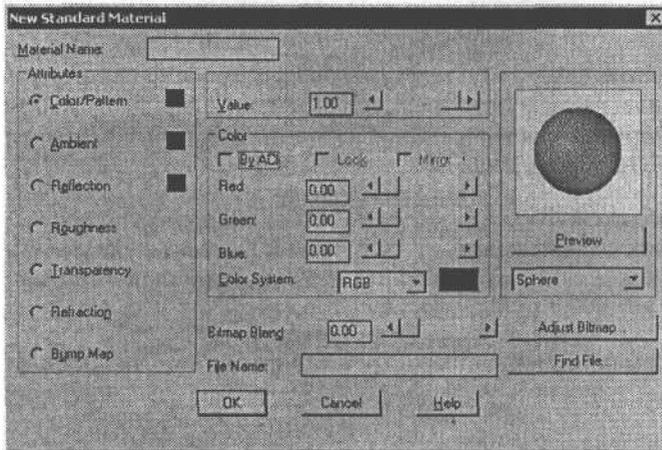


Рис. 11.11. Диалоговое окно определения материала

## Присвоение материалов

После того как материал создан и, если необходимо, отредактирован, остается присвоить его поверхностям тех или иных объектов.

Для этого в области Material Name: диалогового окна Materials сначала выбирают подходящий материал, а затем, нажав кнопку Attach<, — требуемые объекты на чертеже.

В процессе дальнейшей работы программы регистрируется количество объектов, которым уже присвоен данный материал. Эти объекты автоматически выделяются на чертеже для того, чтобы устранить повторное присвоение того же материала.



Выполните упражнение Mat1 из раздела 4.

Тонировать объект с установкой материала **Mat1**

Rmat

Падающее меню View —> Render —> Materials...

В диалоговом окне Materials выбрать кнопку Materials Library...

В диалоговом окне Materials Library... в области

Current Library подобрать материал,

просматривая его в окне Preview

Импортировать материал в область Current Drawing,

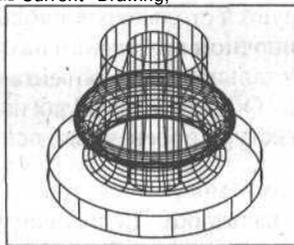
нажав кнопку <-Import.

В д.о. Materials выбрать кнопку Attach< (присвоить).

Выбрать объект.

Тонировать объект

командой Render.



## Наложение текстур

Применительно к тонированию наложение текстур означает проецирование двумерной растровой картинке на поверхность трехмерного объекта для достижения специальных эффектов. Форматы растровых изображений могут быть самыми разными - BMP, TGA, TIF, PCX или JPG.

Наложение текстур производится по координатам *UV*. Эти буквы специально выбраны так, чтобы подчеркнуть независимость от координат *XU* объектов AutoCAD. Накладываемые текстуры масштабируются в соответствии с текущей системой единиц AutoCAD.

В фотореалистических режимах тонирования растровые картинки можно использовать как:

- цветовые текстуры*, определяющие раскраску поверхности объекта, как если бы на нее была нанесена растровая картинка. Например, для имитации плиточного пола на горизонтальную поверхность накладывают текстуру, напоминающую по виду шахматную доску;
- текстуры отражения*, имитирующие предметы, как бы отражающиеся от гладкой поверхности объекта;
- текстуры прозрачности*, задающие прозрачные и непрозрачные участки на объекте. Например, если взять растровое изображение черного круга в середине белого прямоугольника и наложить его на объект в качестве текстуры прозрачности, то поверхность будет выглядеть так, как будто на объекте имеется круглое прозрачное отверстие;
- текстуры выдавливания* — имитирующие эффект небольшого выдавливания участков изображения над остальной поверхностью.

Эффекты, создаваемые наложением текстур, отображаются только в фотореалистических режимах тонирования.

По умолчанию текстура накладывается на объект в масштабе 1:1 — при этом тонирование занимает минимальное время.

Если растровая картинка меньше объекта, при ее проецировании следует задать способ ее наложения: либо несколько экземпляров картинке с расположением «плитками», либо наложение одиночного экземпляра.

В первом случае картинка копируется столько раз, сколько нужно, чтобы она полностью покрыла объект. При одиночном наложении на объект проецируется только один экземпляр картинке. Остальная часть объекта тонируется на основании данных о его основном материале. Область в пределах наложенной картинке можно настроить так, чтобы через текстуру просвечивал основной материал.

Текстуры, связанные с материалами, могут накладываться на объекты путем вписывания или с фиксированным масштабом. Если текстура вписывается в объект, материал сразу заполняет границы тонируемой поверхности, а рисунок текстуры

растягивается или уменьшается. При **наложении** с фиксированным масштабом материал вначале заполняет некоторую фиксированную область, а затем полученная структура размножается, покрывая всю поверхность.

Наложение картинки в качестве цветовой текстуры определяет раскраску поверхности объекта. Например, растровая картинка с узором накладывается на изображение сиденья стула для имитации обивки.

Текстуры прозрачности задают прозрачные и непрозрачные области объекта, создавая эффект наличия отверстий и проемов. Степень прозрачности определяется яркостью элементов текстуры: чисто белые ее области соответствуют непрозрачным участкам, чисто черные — прозрачным. Если текстура цветная, то для вычисления степени прозрачности программа берет в расчет эквивалент в оттенках серого.

Более светлые участки картинки, наложенной как текстура выдавливания, выглядят как бы возвышающимися над поверхностью объекта. Простейший пример — картинка с белыми буквами на черном фоне. Наложение ее на плоскость в качестве текстуры выдавливания дает эффект выпуклых букв на плоском фоне, хотя в действительности объект остается плоским.

Если текстура цветная, для вычисления «высоты» элементов, кажущихся выпуклыми при выдавливании, программа оперирует эквивалентом в оттенках серого. Применение текстур выдавливания не ограничено картинками с текстами — любая регулярная растровая структура может быть использована для придания поверхности рельефного облика.

---

## Экспорт и импорт материалов

Пользователь, который создает модели объектов, но не является профессионалом в разработке материалов, обычно задействует готовую библиотеку материалов.

 Для вызова диалогового окна Materials Library, показанного на рис. 11.12, необходимо запустить команду `MATLIB` из падающего меню `View ▶ Render ▶ Materials Library...`. Это окно может также открываться либо нажатием кнопки `Materials Library...` в диалоговом окне `Materials`, загружаемом командой `RMAT`, либо щелчком мыши по пиктограмме `Materials Library` на плавающей панели инструментов `Render`. Необходимо отметить, что можно не только брать материалы из библиотеки, но и модифицировать их, а затем добавлять туда. Таким образом, вы через некоторое время сформируете свою собственную библиотеку материалов, часто используемых в ваших проектах.

Ниже перечислены основные опции диалогового окна `Materials Library`:

- список `Current Drawing`, содержит названия материалов, имеющих в рисунке. Здесь могут быть представлены материалы, не присвоенные ни одному объекту. В списке можно выбрать материалы, которые следует сохранить в рисунке или удалить из него. Выбор материалов в списке `Current Library` отменяет выделение элементов списка `Current Drawing`, и наоборот;

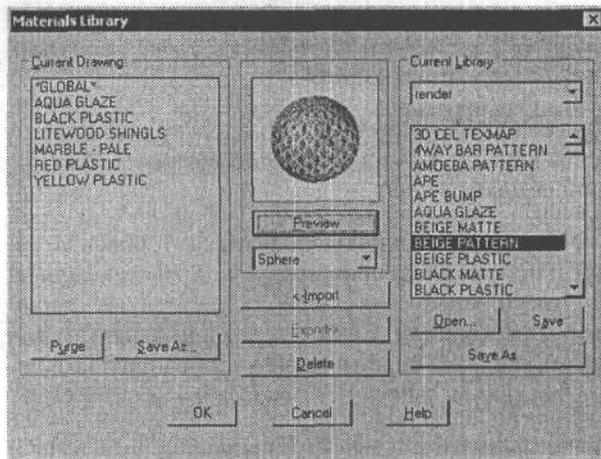


Рис. 11.12. Диалоговое окно библиотеки материалов

- список **Current Library** показывает материалы, имеющиеся в выбранном библиотечном файле. По умолчанию используется библиотека `render.mli`;
- кнопка **Save As...** предназначена для вызова диалогового окна **Library File** — стандартного окна выбора файлов, где задается имя **MLI**-файла, в котором будет сохранен список **Current Drawing**;
- по нажатию кнопок **Open...** и **Save** можно открывать новые библиотеки и сохранять все изменения в открытой библиотеке;
- Preview** — область просмотра образца материала, выбранного в списке **Current Library** или **Current Drawing**. Тип тела, используемого для создания образца (сфера или куб), выбирается из раскрывающегося списка, расположенного ниже. Образцы материалов можно просматривать только по одному.
- кнопки **<-Import** и **Export**: первая добавляет выбранный в библиотеке материал в рисунок, вторая — новый материал в библиотеку;
- кнопка **Delete**, с помощью которой можно удалять из рисунка и библиотеки все неприсвоенные материалы;
- Purge** — опция удаления неиспользуемых материалов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Перечень команд

3D — построение трехмерных объектов в виде полигональных сетей.

3DARRAY — построение трехмерных массивов.

3DCLIP — вызов диалогового окна Adjust Clipping Planes для просмотра сечений трехмерной модели с помощью двух динамических плоскостей, которые ограничивают пространство чертежа по глубине отображаемой области.

3DCONFIG — настройка системы трехмерной графики в командной строке.

3DCORBIT — установка режима интерактивного трехмерного просмотра с динамическим вращением вида.

3DDISTANCE — управление расстоянием от камеры до объекта при просмотре в трехмерном пространстве.

3DFACE — построение трехмерных граней.

3DMESH — построение полигональных сетей произвольной формы.

3DORBIT — интерактивный просмотр объектов в трехмерном пространстве.

3DORBITCTR — активация на текущем видовом экране трехмерного вида, вывод на экран орбитального кольца и предоставление возможности указать центральную точку орбиты с помощью мыши.

3DPAN — динамическое панорамирование объекта при его просмотре в трехмерном пространстве.

3DPOLY — создание трехмерных полилиний из линейных сегментов.

3DSIN — импорт файлов из программы 3D Studio MAX.

3DSOUT — экспорт выбранных объектов в файлы 3D Studio MAX.

3DSWIVEL — имитация эффекта поворота камеры при просмотре модели в трехмерном пространстве.

3DZOOM — динамическое зумирование при просмотре модели в трехмерном пространстве.

## А

ABOUT — вывод на экран информации об AutoCAD.

ACISIN — импорт ACIS-файлов, в которых содержится описание твердых тел.

ACISOUT — экспорт твердотельных объектов AutoCAD в файлы формата ACIS.

ADCCLOSE — закрытие Центра управления AutoCAD DesignCenter.

ADCENTER — загрузка Центра управления AutoCAD DesignCenter, обеспечивающего управление содержимым, — блоками, внешними ссылками и образцами штриховки.

ADCNAVIGATE — перемещение в зоне структуры Центра управления AutoCAD DesignCenter на конкретный файл, папку или сетевой ресурс.

AI\_BOX — создание поверхности прямоугольного параллелепипеда.

AI\_CONE — создание поверхности полного или усеченного конуса.

AI\_DISH — создание поверхности чаши (нижней полусферы).

AI\_DOME — создание поверхности купола (верхней полусферы).

AI\_FMS — переключение в пространство модели с плавающими видовыми экранами.

AI\_MESH — создание трехмерной сети произвольной прямоугольной формы с заданным количеством узлов.

AI\_MOLC — установка текущего слоя, соответствующего выбранному объекту.

AI\_PYRAMID — создание поверхности полной или усеченной пирамиды с основаниями произвольной треугольной или четырехугольной формы.

AI\_SPHERE — создание поверхности сферы.

AI\_TORUS — создание поверхности тора.

AI\_WEDGE — создание поверхности клина.

ALIGN — выравнивание объектов относительно других объектов в двумерном и трехмерном пространстве.

AMECONVERT — конвертирование твердотельных моделей AME в объекты AutoCAD.

APERTURE — изменение размера прицела и величины области влияния объектной привязки.

APPLOAD — загрузка и выгрузка приложений; составление набора приложений для автозагрузки.

ARC — построение дуг.

AREA — вычисление площадей и периметров объектов или заданных областей.

ARRAY — создание прямоугольных и круговых массивов объектов.

ARX — загрузка, выгрузка и предоставление информации о приложениях ObjectARX.

ASSIST — открытие окна Помощника с предоставлением контекстной информации автоматически или по запросу пользователя.

ATTACHURL — добавление гиперссылок к объектам и зонам рисунка.

ATTDEF — создание описаний атрибутов.

**ATTDISP** — управление текущим режимом отображения атрибутов.

**ATTEDIT** — глобальное управление видимостью атрибутов.

**ATTTEXT** — экспорт данных из атрибутов блоков текущего рисунка во внешний файл формата .txt или .dxx.

**ATTREDEF** — переопределение блока и обновление связанных с ним атрибутов.

**ATTSYNC** — обновление всех вхождений блока после редактирования описаний его атрибутов.

**AUDIT** — проверка рисунка и его целостности.

## **В**

**BACKGROUND** — указание фона для сцен.

**BASE** — указание базовой точки вставки для текущего рисунка.

**BATTMAN** — редактирование свойств атрибутов в описаниях блоков.

**BHATCH** — нанесение ассоциативной штриховки или градиентной заливки внутри замкнутого контура.

**BLIPMODE** — управление видимостью маркера на экране при рисовании.

**BLOCK** — создание описания блока из выбранных объектов.

**BLOCKICON** — формирование изображений-образцов для блоков, представленных в Центре управления.

**BMPOUT** — сохранение выбранных объектов в файле аппаратно-независимого растрового формата .bmp.

**BOUNDARY** — создание области или полилинии из замкнутого контура.

**BOX** — построение трехмерных твердотельных параллелепипедов (ящиков).

**BREAK** — разрыв выбранного объекта между двумя точками.

**BROWSER** — вызов интернет-браузера, зарегистрированного в системном реестре.

## **С**

**CAL** — вычисление математических и геометрических выражений.

**CAMERA** — установка положения камеры и цели при настройке трехмерного вида.

**CHAMFER** — снятие фасок в местах пересечения объектов.

**CHANGE** — управление свойствами объектов.

**CHECKSTANDARDS** — проверка текущего рисунка на соответствие установленным стандартам оформления.

CHPROP — изменение цвета, слоя, типа линии, масштаба типа линии, веса (толщины) линии, трехмерной высоты и стиля печати объекта.

CIRCLE — построение окружностей.

CLOSE — закрытие текущего рисунка.

CLOSEALL — закрытие всех открытых в данный момент рисунков.

COLOR — установка цвета для вновь создаваемых объектов.

COMPILE — компиляция файлов форм и файлов шрифтов PostScript.

CONE — построение трехмерного твердотельного конуса.

CONVERT — преобразование двумерных полилиний и ассоциативных штриховок, созданных в AutoCAD более ранних версий.

CONVERTCTB — преобразование таблиц цветозависимых стилей печати (CTB) в таблицы именованных стилей печати (STB).

CONVERTPSTYLES — настройка рисунка на использование именованных или цветозависимых стилей печати.

COPY — создание копии объекта.

COPYBASE — копирование объектов в буфер обмена с указанием базовой точки без их удаления из рисунка.

COPYCLIP — копирование объектов в буфер обмена без их удаления из рисунка.

COPYHIST — копирование текста из окна командной строки в буфер обмена.

COPYLINK — копирование текущего вида в буфер обмена для связывания с другими OLE-приложениями.

CUSTOMIZE — адаптация панелей инструментов, кнопок и клавиш быстрого вызова.

CUTCLIP — занесение объектов в буфер обмена с их удалением из рисунка.

CYLINDER — построение трехмерных твердотельных цилиндров.

## D

DBCCLOSE — закрытие Диспетчера подключения к базам данных.

DBCONNECT — интерфейс AutoCAD для работы с таблицами внешних баз данных.

DBLCLKEDIT — управление реакцией системы на двойной щелчок мыши.

DBLIST — вывод на экран информации базы данных для всех объектов рисунка.

DDEDIT — редактирование текстов (в том числе размерных), описаний атрибутов и допусков формы и расположения.

- DDPSTYLE — установка стиля отображения и величины точечных объектов.
- DDVPOINT — установка направления взгляда в трехмерном пространстве.
- DELAY — установка паузы при выполнении пакета команд.
- DETACHURL — удаление гиперссылок из рисунка.
- DIM and DIM1 — переход в режим нанесения размеров.
- DIMALIGNED — нанесение параллельных линейных размеров.
- DIMANGULAR — нанесение угловых размеров.
- DIMBASELINE — нанесение новых линейных, угловых или ординатных размеров от базовой линии предыдущего или выбранного размера.
- DIMCENTER — нанесение маркеров центра или центровых линий на кругах и дугах.
- DIMCONTINUE — нанесение цепи линейных, угловых или ординатных размеров от второй выносной линии предыдущего или выбранного размера.
- DIMDIAMETER — нанесение диаметров окружностей, дуг и эллипсов.
- DIMDISASSOCIATE — отмена ассоциативности выбранных размеров.
- DIMEDIT — редактирование размеров.
- DIMLINEAR — нанесение линейных размеров.
- DIMORDINATE — нанесение ординатных размеров.
- DIMOVERRIDE — переопределение установок размерных переменных без переопределения стиля.
- DIMRADIUS — нанесение радиусов окружностей, дуг и эллипсов.
- DIMREASSOCIATE — связывание выбранных размеров с геометрическими объектами.
- DIMREGEN — обновление расположения всех ассоциативных размеров.
- DIMSTYLE — создание и модификация размерных стилей.
- DIMTEDIT — перемещение и поворот размерных текстов.
- DIST — измерение расстояний и углов между точками.
- DIVIDE — равномерная размещение объектов-точек или блоков вдоль или по периметру объектов.
- DONUT — построение закрашенных кругов и колец.
- DRAGMODE — управление отображением объектов при перетаскивании.

.....  
DRAWORDER — изменение порядка вывода растровых изображений и других объектов на экран.

DSETTINGS — настройка параметров шаговой привязки, сетки, полярного и объектного отслеживания.

DSVIEWER — вызов диалогового окна Aerial View, обеспечивающего интерактивное управление экранным увеличением текущего видового экрана.

DTEXT — формирование текста.

DVIEW — установка параллельных проекций и видов в перспективе.

DWGPROPS — настройка и просмотр свойств текущего рисунка.

DXBIN — импорт двоичных файлов в специальной кодировке.

## E

EATTEDIT — редактирование атрибутов во вхождениях блоков.

EATTEXT — экспорт информации из атрибутов блоков во внешний файл.

EDGE — изменение видимости кромок трехмерных граней.

EDGESURF — построение трехмерных полигональных сетей (поверхностей Кунса).

ELEV — установка уровня и трехмерной высоты выдавливания вновь создаваемых объектов.

ELLIPSE — построение эллипсов и эллиптических дуг.

ETRANSMIT — формирование комплектов, состоящих из файла рисунка и всех используемых в нем внешних файлов.

ERASE — удаление выбранных объектов из рисунка.

EXPLODE — разбиение составного объекта (без изменения геометрии) на составляющие его объекты.

EXPORT — сохранение объектов в файлах различных форматов.

EXTEND — удлинение объектов до пересечения с другими объектами.

EXTRUDE — создание тел путем выдавливания двумерных объектов.

## F

FILL — управление закрашиванием таких объектов, как штриховки, фигуры и широкие полилинии.

FILLET — скругление углов и сопряжение объектов.

FILTER — создание фильтров многократного использования для выбора объектов на основе их свойств.

**FIND** — поиск, замена, выбор и показ текста на рисунке.

**FOG** — создание эффекта тумана или воздушной перспективы для визуального представления объектов.

## G

**GOTOURL** — открытие файла или интернет-страницы, на которые указывает гиперссылка в выбранном объекте.

**GRAPHSCR** — переключение из текстового окна в графическую область.

**GRID** — включение и отключение точечной сетки на текущем видовом экране.

**GROUP** — создание именованных наборов (групп) объектов и управление ими.

## H

**HATCH** — заполнение указанного контура неассоциативной штриховкой по выбранному образцу.

**HATCHEDIT** — редактирование нанесенных штриховок или градиентной заливки.

**HELP** — вызов справочной системы.

**HIDE** — регенерация трехмерной модели с подавлением скрытых линий.

**HLSETTINGS** — настройка параметров отображения невидимых линий.

**HYPERLINK** — создание гиперссылки для объекта или изменение существующей гиперссылки.

**HYPERLINKOPTIONS** — управление отображением курсора и подсказок к гиперссылкам.

## I

**ID** — определение координат указанных точек.

**IMAGE** — управление растровыми изображениями.

**IMAGEADJUST** — регулировка яркости, контрастности и степени слияния с фоном вставленных в рисунок растровых изображений.

**IMAGEATTACH** — вставка нового растрового изображения в текущий рисунок.

**IMAGECLIP** — создание контуров подрезки изображений.

**IMAGEFRAME** — управление видимостью границ контуров подрезки растрового изображения.

**IMAGEQUALITY** — управление качеством вывода вставленных в рисунок растровых изображений на экран.

**IMPORT** — импорт в AutoCAD файлов различных форматов.

.....

INSERT — вставка в текущий рисунок именованного блока или другого рисунка.

INSERTOBJ — вставка связанного или внедренного объекта.

INTERFERE — создание сложного трехмерного тела, занимающего общий объем двух или более тел.

INTERSECT — создание составных тел или областей из пересечения двух или более тел или областей с удалением непересекающихся участков объектов.

ISOPLANE — выбор текущей изометрической плоскости.

## J

JPGOUT — сохранение выбранных объектов в файле формата .jpg.

JUSTIFYTEXT — изменение размеров текстовых объектов без изменения их местоположения.

## L

LAYER — управление слоями и их свойствами.

LAYERP — отмена последних изменений состояния и свойств слоев.

LAYERPMODE — включение и отключение режима записи последовательности изменений свойств слоев.

LAYOUT — создание и модификация листов в рисунке.

LAYOUTWIZARD — вызов Мастера компоновки листа для настройки параметров компоновки и печати нового листа.

LAYTRANS — изменение системы слоев рисунка в соответствии с установленными пользователем стандартами.

LEADER — построение линии-выноски, соединяющей пояснительные надписи с поясняемыми элементами.

LENGTHEN — увеличение длин объектов и центральных углов дуг.

LIGHT — управление источниками света и световыми эффектами для фотореалистичной визуализации.

LIMITS — указание пределов границ рисунка и лимитов сетки, отображаемой в пространстве модели или на текущем листе рисунка.

LINE — построение отрезков.

LINETYPE — создание, загрузка и установка типов линий.

LIST — получение информации о выбранных объектах из базы данных рисунка.

LOAD — загрузка файла с описанием форм, определенных пользователем, для вставки в рисунок командой SHAPE.

LOGFILEOFF — закрытие файла журнала, открытого командой LOGFILEON.

LOGFILEON — включение записи содержимого текстового окна в файл.

LSEEDIT — редактирование объектов ландшафта.

LSLIB — управление библиотеками объектов ландшафта.

LSNEW — вставка в рисунки реалистичных элементов ландшафта (изображений деревьев, кустов и т. п.).

LTSCALE — определение глобального масштаба типов линий.

LWEIGHT — установка текущего веса линий, параметров отображения линий в зависимости от их веса и единиц веса линий.

## **M**

MASSPROP — вычисление масс-инерционных характеристик областей и тел.

MATCHPROP — копирование свойств объекта в другие объекты.

MATLIB — импорт материалов из библиотек и экспорт их в библиотеки.

MEASURE — размещение объектов-точек или блоков на объекте с заданными интервалами.

MENU — загрузка файла меню.

MENULOAD — загрузка фрагментов меню.

MENUUNLOAD — выгрузка фрагментов меню.

MINSERT — множественная вставка блоков с расположением их в узлах прямоугольного массива.

MIRROR — зеркальное отображение объекта.

MIRROR3D — зеркальное отображение трехмерных объектов относительно заданной плоскости.

MLEDIT — редактирование мультилиний.

MLINE — построение мультилиний.

MLSTYLE — описание стилей мультилиний.

MODEL — переключение из пространства листа в видовой экран пространства модели.

MOVE — перемещение объектов на заданное расстояние в указанном направлении.

MREDO — отмена действия команды UNDO. Допускается многократное повторение этой операции.

MSLIDE — создание файла слайда из текущего видового экрана пространства модели или текущего листа.

MS PACE — установка текущим пространства модели в видовом экране.

MTEXT — создание многострочных текстовых надписей.

MULTIPLE — многократное повторение следующей команды.

MVIEW — создание видовых экранов на листах и управление ими.

MVSETUP — настройка параметров рисунка.

## N

NEW — создание файла рисунка.

## O

OFFSET — построение эквидистанты, то есть концентрических окружностей, параллельных отрезков или кривых, подобных существующим.

OLELINKS — обновление, изменение и разрыв имеющихся OLE-связей.

OLESCALE — настройка размера, масштаба и других свойств выбранного OLE-объекта.

OOPS — восстановление объектов, стертых командой ERASE.

OPEN — открытие существующего файла рисунка.

OPTIONS — настройка параметров рабочей среды AutoCAD.

ORTHO — включение режима рисования только параллельно осям координат.

OSNAP — установка текущих режимов объектной привязки.

## P

PAGESETUP — указание устройства печати, формата бумаги и других параметров для листов.

PAN — перемещение изображения на текущем видовом экране.

PARTIALLOAD — дополнительная загрузка геометрии в частично открытый рисунок.

PARTIALOPEN — частичное открытие рисунка путем его загрузки в текущий рисунок геометрии с выбранного вида или слоя.

PASTEBLOCK — вставка скопированных ранее объектов в виде блока.

PASTECLIP — вставка в активный рисунок содержимого буфера обмена Windows.

PASTEORIG — вставка скопированного блока в новый рисунок с координатами, которые этот блок имел в исходном рисунке.

**PASTESPEC** — вставка данных из буфера обмена Windows, при которой обеспечивается управление их форматом.

**PCINWIZARD** — вызов Мастера импорта параметров печати из .pcr и .pc2 файлов для закладки Model или текущего листа.

**PEDIT** — редактирование полилиний и трехмерных полигональных сетей.

**PFACE** — создание многогранной сети произвольной сложности.

**PLAN** — установка вида в плане (сверху) относительно заданной ПСК.

**PLINE** — построение двумерных полилиний.

**PLOT** — вывод рисунка на плоттер, принтер или в файл.

**PLOTSTAMP** — нанесение штампа в определенном углу каждого чертежа и запись соответствующей информации в файл журнала.

**PLOTSTYLE** — установка стиля печати для новых или выбранных объектов.

**PLOTTERMANAGER** — вызов диалогового окна Plotter Manager, с помощью которого можно настроить новый плоттер или изменить его конфигурацию.

**PNGOUT** — сохранение выбранных объектов в файле формата .png (Portable Network Graphics).

**POINT** — создание объекта-точки.

**POLYGON** — построение равносторонних многоугольников в виде замкнутых полилиний.

**PREVIEW** — предварительный просмотр рисунка на экране перед выводом на печать.

**PROPERTIES** — управление свойствами объектов.

**PROPERTIESCLOSE** — закрытие палитры свойств объектов.

**PSETUPIN** — импорт набора параметров листа из другого файла рисунка во вновь создаваемый лист.

**PSPACE** — переключение видовых экранов из пространства модели в пространство листа.

**PUBLISH** — создание многолистовых наборов рисунков для вывода в многолистовой файл формата DWF (Design Web Format), на устройство печати или в файл чертежа.

**PUBLISHTOWEB** — создание HTML-страниц с изображениями выбранных рисунков.

**PURGE** — очистка рисунка от неиспользуемых именованных объектов (например, блоков, слоев и т. п.).

**Q**

QDIM — быстрое нанесение размера.

QLEADER — быстрое построение выноски и пояснения для нее.

QNEW — создание нового рисунка с использованием шаблона по умолчанию.

QSAVE — быстрое сохранение текущего рисунка.

QSELECT — быстрое создание наборов объектов на основе определенного критерия выбора.

QTEXT — управление показом на экране и выводом на плоттер текста и атрибутов.

QUIT — завершение работы с AutoCAD.

**R**

RAY — построение лучей, то есть линий, бесконечных в одном направлении.

RECOVER — восстановление поврежденного рисунка.

RECTANG — построение полилинии в виде прямоугольника.

REDEFINE — восстановление внутренних команд AutoCAD, подавленных командой UNDEFINE.

REDO — отмена действия последней команды UNDO или U.

REDRAW — перерисовка содержимого текущего видового экрана.

REDRAWALL — перерисовка содержимого всех видовых экранов.

REFCLOSE — сохранение или отказ от изменений, произведенных в ходе редактирования блоков или внешних ссылок.

REFEDIT — выбор вхождения блока или ссылки для редактирования.

REFSET — добавление и исключение объектов из рабочего набора при редактировании блоков и внешних ссылок.

REGEN — регенерация рисунка и перерисовка содержимого текущего видового экрана.

REGENALL — регенерация рисунка и перерисовка всех видовых экранов.

REGENAUTO — управление автоматической регенерацией рисунка.

REGION — преобразование объектов, ограничивающих некоторую площадь, в области.

REINIT — повторная инициализация портов ввода-вывода, дигитайзера, монитора и файла параметров программ.

.....  
RENAME — изменение имен объектов.

RENDER — создание реалистичного тонированного изображения трехмерной каркасной или твердотельной модели.

RENDSR — повторный вывод на экран последнего изображения, созданного командой RENDER.

REPLAY — просмотр растровых изображений в форматах .bmp, .tga и .tif.

RESUME — возобновление прерванного процесса выполнения пакета (макроста).

REVCLOUD — создание полилиний с дуговыми сегментами, используемых в качестве «облаков» для пометок.

REVOLVE — создание тела путем вращения двумерных объектов вокруг оси.

REVSURF — создание поверхности вращения вокруг выбранной оси.

RMAT — управление материалами для тонирования трехмерной модели.

RMLIN — вставка в рисунок электронных пометок из RML-файлов.

ROTATE — поворот объектов вокруг заданной точки.

ROTATE3D — поворот объектов вокруг оси в трехмерном пространстве.

RPREF — настройка режимов тонирования трехмерной модели.

RSCRIPT — повторное выполнение пакетного файла.

RULESURF — создание трехмерной поверхности, натянутой на две кривые.

## S

SAVE — сохранение рисунка под текущим или заданным именем.

SAVEAS — сохранение рисунков, которым еще не было присвоено имя, или переименование текущего рисунка.

SAVEIMG — сохранение тонированных изображений в файлах.

SCALE — масштабирование объектов — пропорциональное изменение размеров объектов в направлениях  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ .

SCALETEXT — изменение точки выравнивания для выбранных текстовых объектов без изменения их положения.

SCENE — управление сценами в пространстве модели.

SCRIPT — выполнение последовательности команд из пакетного (командного) файла (макроста).

SECTION — создание областей (сечений) в результате пересечения плоскостей и тел.

SECURITYOPTIONS — управление настройками режимов безопасности.

SELECT — занесение выбранных объектов в текущий набор.

SETIDROPHANDLER — выбор типа содержимого, вставляемого в текущее приложение Autodesk из точек загрузки.

SETUV — наложение текстур на поверхности трехмерных объектов.

SETVAR — получение списка системных переменных, изменение их значений.

SHADEMODE — управление способом раскрашивания твердотельных объектов на текущем видовом экране.

SHAPE — вставка формы.

SHELL — доступ к командам операционной системы.

SHOWMAT — получение списка типов материалов и методов их присвоения выбранным объектам.

SIGVALIDATE — вывод информации о цифровой подписи для файла.

SKETCH — выполнение контурных эскизов «от руки».

SLICE — формирование разреза трехмерного объекта.

SNAP — ограничение перемещения указателя мыши определенными интервалами в режиме шаговой привязки.

SOLDRAW — построение профилей и сечений на видовых экранах, созданных командой SOLVIEW.

SOLID — создание закрасенных или контурных многоугольников.

SOLIDEDIT — редактирование граней и ребер трехмерных тел.

SOLPROF — создание профилей трехмерных тел.

SOLVIEW — создание плавающих видовых экранов, использующих ортогональную проекцию для размещения многовидовых рисунков и сечений твердотельных объектов и ACIS-тел.

SPACETRANS — преобразование расстояний между единицами пространства модели и пространства листа.

SPELL — орфографическая проверка надписей в рисунке.

SPHERE — построение трехмерного твердотельного шара.

SPLINE — создание неоднородных рациональных B-сплайнов (NURBS).

SPLINEDIT — редактирование сплайнов или сглаженных сплайнами полилиний.

STANDARDS — управление подключением файлов стандартов к рисункам AutoCAD.

STATS — показ на экране статистических данных по тонированию.

STATUS — вывод на экран статистической информации о рисунке, режимах и границах.

STLOUT — сохранение тел в двоичном или ASCII-файле.

STRETCH — растягивание объектов путем перемещения одной из его частей без разрыва объектов.

STYLE — создание и изменение текстовых стилей, а также установка текущего текстового стиля.

STYLESMANAGER — вызов Диспетчера стилей печати Plot Style Manager.

SUBTRACT — создание составной области или тела путем булевой операции вычитания.

SYSWINDOWS — упорядочение значков окон открытых рисунков.

## T

TABLET — настройка и калибровка планшета.

TABSURF — создание поверхности сдвига по определяющей кривой и вектору направления.

TEXT — создание однострочных текстовых надписей.

TEXTSCR — открытие текстового окна AutoCAD.

TIFOUT — сохранение выбранных объектов в файле формата .tif.

TIME — получение сведений о дате, времени и общей продолжительности работы над созданием и изменением рисунка.

TOLERANCE — нанесение условных обозначений допусков формы и расположения поверхностей на чертеже.

TOOLBAR — включение, отключение и адаптация панелей инструментов.

TOOLPALETTES — открытие окна инструментальных палитр.

TOOLPALETTECLOSE — закрытие окна инструментальных палитр.

TORUS — построение трехмерного твердотельного тора.

TRACE — построение линейных закрашенных сегментов заданной ширины.

TRANSPARENCY — управление прозрачностью фоновых пикселей растровых изображений.

TRAYSETTINGS — управление показом значков и уведомлений в строке состояния.

TREESTAT — получение информации в пространственных индексах рисунка.

TRIM — обрезка объекта по кромке, заданной другими объектами.

## U

U — отмена действия последней выполненной команды.

UCS — управление пользовательскими системами координат.

UCSICON — управление видимостью и расположением пиктограммы ПСК.

UCSMAN — управление пользовательскими системами координат, открытие диалогового окна UCS.

UNDEFINE — подавление внутренней команды AutoCAD одноименной командой, определенной в приложении.

UNDO — последовательная отмена команд текущего сеанса.

UNION — создание составной области или тела путем булевой операции объединения.

UNITS — управление форматом и точностью представления линейных и угловых единиц измерения.

## V

VBAIDE — вызов редактора Visual Basic.

VBALOAD — глобальная загрузка проекта VBA в текущий сеанс AutoCAD.

VBA MAN — загрузка, выгрузка, сохранение, создание, внедрение и извлечение проектов VBA.

VBARUN — запуск VBA-макроса.

VBASTMT — выполнение команды VBA-приложения в командной строке AutoCAD.

VBAUNLOAD — глобальная выгрузка проекта VBA.

VIEW — сохранение и восстановление именованных видов.

VIEWRES — указание точности аппроксимации объектов на текущем видовом экране.

VLISP — вызов интегрированной среды разработки приложений Visual LISP.

VPClip — подрезка объектов на видовых экранах.

VPLAYER — управление видимостью слоев для отдельных видовых экранов.

VPOINT — установка в пространстве направления взгляда на трехмерный объект.

VPORTS — деление области рисования на несколько неперекрывающихся или плавающих видовых экранов.

VSLIDE — просмотр файла-слайда на текущем видовом экране.

## W

WBLOCK — запись набора объектов или блока в отдельный файл.

WEDGE — построение трехмерного клиновидного тела с наклонной гранью, приближающейся к оси  $X$ .

WNONAS — выдача информации о том, кем открыт указанный файл рисунка.

WIPEOUT — скрытие существующих объектов рисунка за маскирующим объектом цвета фона.

WMFIN — импорт графической информации в формате метафайла Windows.

WMFOPTS — настройка параметров команды WMFIN.

WMFOUT — экспорт объектов в файл формата .wmf (Windows metafile).

## X

XATTACH — вставка внешних ссылок в текущий рисунок.

XBIND — внедрение именованных объектов, определенных во внешней ссылке, в текущий рисунок.

XCLIP — присвоение контура подрезки внешней ссылке или блоку и установка передней и задней плоскостей подрезки.

XLINE — построение бесконечных прямых линий.

XOPEN — открытие выбранной внешней ссылки в новом окне.

XPLODE — разбиение составного объекта на составляющие объекты.

XREF — управление внешними ссылками.

## Z

ZOOM — увеличение или уменьшение видимого размера объектов на текущем видовом экране.

*Т. Соколова*  
**AutoCAD 2005 для студента**  
Популярный самоучитель

Главный редактор  
Зам. главного редактора (Москва)  
Заведующий редакцией (Москва)  
Руководитель проекта  
Литературный редактор  
Художник  
Корректоры  
Верстка

*Е. Строганова*  
*Е. Журавлёва*  
*Ю. Гурский*  
*М. Шахов*  
*Т. Данилова*  
*Н. Биржаков*  
*О. Свитова, К. Стрижакова*  
*Е. Матусовская, О. Сергеева*

Лицензия ИД № 05784 от 07.09.01.

Подписано к печати 22.11.04. Формат 70×100<sup>1/16</sup>. Усл. п. л. 25,8. Тираж 4500. Заказ 1039  
ООО «Питер Принт», 194044, Санкт-Петербург, пр. Б. Сампсониевский, 29а.

Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции ОК 005-93, том 2; 95 3005 — литература учебная.

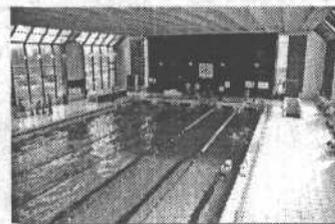
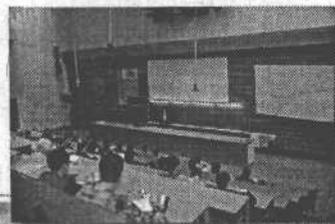
Отпечатано с готовых диапозитивов в ОАО «Техническая книга»  
190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29

# Московский государственный институт электронной техники (технический университет)



осуществляет фундаментальную многоуровневую  
(бакалавр, специалист, магистр) подготовку по следующим  
направлениям обучения:

- Информатика и вычислительная техника;
- Радиотехника;
- Прикладная математика;
- Комплексная защита объектов информатизации;
- Телекоммуникация;
- Биомедицинская техника;
- Автоматизация и управление;
- Квантовая и оптическая электроника;
- Микро и наноэлектроника;
- Процессы микро- и нанотехнологии;
- Нанотехнология;
- Технология и проектирование интегральных микросхем;
- Электронные приборы и устройства;
- Электронное машиностроение;
- Защита окружающей среды;
- Дизайн;
  
- Менеджмент организаций;
- Маркетинг;
- Прикладная информатика в экономике;
- Управление проектами;
- Финансовый менеджмент;
- Управление качеством;
- Экономика, бухгалтерский учет и контроль;
- Государственное и муниципальное управление;
- Юриспруденция;
- Лингвистика и межкультурная коммуникация;
- Психология



Имеется военная кафедра. Иногородним предоставляется общежитие.

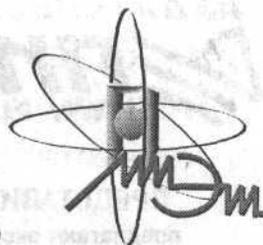
Адрес: 124498, Москва, Зеленоград, МИЭТ  
Телефоны: 534-55-53 (справка), 534-24-23 (ректорат)  
Факс: 530-22-33. E-mail: netadm@miee.ru

Более подробную информацию о вузе можно получить на сайте  
<http://www.miet.ru>





**Autodesk®**



**Московский государственный  
институт электронной техники  
(Технический университет)**

103498, Москва, Зеленоград,  
тел. (095) 532-98-84

Учебный центр предлагает  
подтверждаемое сертификатом  
многоуровневое обучение

# **AutoCAD 2005**

\*

**Занятия проводит доцент МИЭТ,  
обладатель международного сертификата Autodesk**

**ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА «ПИТЕР»**  
предлагают эксклюзивный ассортимент компьютерной, медицинской,  
психологической, экономической и популярной литературы

**РОССИЯ**

**Москва** м. «Калужская», ул. Бутлерова, д. 176, офис 207, 240; тел./факс (095) 777-54-67;  
e-mail: sales@piter.msk.ru

**Санкт-Петербург** м. «Выборгская», Б. Сампсониевский пр., д. 29а;  
тел. (812) 103-73-73, факс (812) 103-73-83; e-mail: sales@piter.com

**Воронеж** ул. 25 января, д. 4; тел. (0732) 39-61-70;  
e-mail: piter-vm@vmail.ru; piter@comch.ru

**Екатеринбург** ул. 8 Марта, д. 2676; тел./факс (343) 225-39-94, 225-40-20;  
e-mail: piter-ural@r66.ru

**Нижний Новгород** ул. Премудрова, д. 31а; тел. (8312) 58-50-15, 58-50-25;  
e-mail: piter@infonet.nnov.ru

**Новосибирск** ул. Немировича-Данченко, д. 104, офис 502;  
тел./факс (3832) 54-13-09, 47-92-93, 11-27-18, 11-93-18; e-mail: piter-sib@risp.ru

**Ростов-на-Дону** ул. Калитвинская, д. 17в; тел. (8632) 95-36-31, (8632) 95-36-32;  
e-mail: jupiter@rost.ru

**Самара** ул. Новосадовая, д. 4; тел. (8462)37-06-07; e-mail: piter-volga@sama.ru

**УКРАИНА**

**Харьков** ул. Суздальские ряды, д. 12, офис 10-11; тел. (057) 712-27-05, 712-40-88;  
e-mail: piter@tender.kharkov.ua

**Киев** пр. Красных Казаков, д. 6, корп. 1; тел./факс (044) 490-35-68, 490-35-69;  
e-mail: office@piter-press.kiev.ua

**БЕЛАРУСЬ**

**Минск** ул. Бобруйская, д. 21, офис 3; тел./факс (37517) 226-19-53; e-mail: piter@mail.by



Ищем зарубежных партнеров или посредников, имеющих выход на зарубежный рынок.  
Телефон для связи: **(812) 103-73-73.**  
**E-mail:** grigorjan@piter.com



**Издательский дом «Питер»** приглашает к сотрудничеству авторов.  
Обращайтесь по телефонам: **Санкт-Петербург — (812) 327-13-11,**  
**Москва - (095) 777-54-67.**



Заказ книг для вузов и библиотек: (812) 103-73-73.  
Специальное предложение - e-mail: kozin@piter.com

# АНТИВИРУС

## ИГОРЯ ДАНИЛОВА

Dr.WEB



www.drweb.ru



ПОПУЛЯРНЫЙ САМОУЧИТЕЛЬ

Т. Соколова

### AUTOCAD 2005 ДЛЯ СТУДЕНТА

«AUTOCAD для СТУДЕНТА» — это ПРАКТИЧЕСКОЕ и СПРАВОЧНОЕ РУКОВОДСТВО, ЯВЛЯЮЩЕЕСЯ ОСНОВОЙ для САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ и ПОДГОТОВКИ к РАБОТЕ в МОШНОЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ AUTOCAD 2005.

В КНИГЕ ПРИВЕДЕНЫ ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ о СИСТЕМЕ, ПОДРОБНО РАССМОТРЕН ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС, РАССКАЗАНО о НАСТРОЙКЕ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ и АДАПТАЦИИ ИНСТРУМЕНТОВ AUTOCAD 2005. ОПИСЫВАЮТСЯ СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ, РЕДАКТИРОВАНИЯ и ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ, ПРИНЦИПЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, ВКЛЮЧАЯ ПОЛУЧЕНИЕ РЕАЛИСТИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, а ТАКЖЕ ТВЕРДЫХ КОПИЙ ЧЕРТЕЖЕЙ. КНИГА РЕКОМЕНДУЕТСЯ СТУДЕНТАМ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ для ОСВОЕНИЯ в МАКСИМАЛЬНО СЖАТЫЕ СРОКИ ЭФФЕКТИВНЫХ ПРИЕМОМ РАБОТЫ с ПРОГРАММОЙ AUTOCAD 2005.

ISBN 5-469-00630-1



9 785469 006305



**ПИТЕР**<sup>®</sup>  
WWW.PITER.COM