А. Л. Хейфец

Инженерная компьютерная графика AutoCAD

- Технология построения плоского чертежа
- 3D-технология построения машиностроительного чертежа
- Твердотельное моделирование
- Архитектурные проекты
- Фотореалистичная визуализация
- Сетевые поверхности
- Программирование

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

bhv

А. Л. Хейфец

Инженерная компьютерная графика AutoCAD

Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по машиностроительным и архитектурно-строительным специальностям

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»
2005

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973.26-018.2я73
Х35

Хейфец А. Л.

Х35 Инженерная компьютерная графика. AutoCAD. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 336 с.: ил.

ISBN 5-94157-591-2

Рассмотрены примеры применения пакета AutoCAD, включая начальные сведения, выполнение чертежей, разработку пространственных моделей машиностроительных и архитектурных объектов, методы визуализации. Основное внимание уделено 3D-технологии проектирования.

Материалы составляют основу учебного курса компьютерной графики, разработанного автором, и отражают опыт преподавания этого курса студентам университетов с 1991 г. Примеры адаптированы к версии пакета AutoCAD 2005.

Для студентов, аспирантов и специалистов инженерных, архитектурных и строительных специальностей

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973.26-018.2я73

Группа подготовки издания:

Главный редактор	*Екатерина Кондукова*
Зам. главного редактора	*Игорь Рыбинский*
Зав. редакцией	*Григорий Добин*
Редактор	*Андрей Смышляев*
Компьютерная верстка	*Натальи Смирновой*
Корректор	*Наталия Першакова*
Дизайн обложки	*Игоря Цырульникова*
Зав. производством	*Николай Тверских*

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 29.03.05.
Формат 70×100 1/16. Печать офсетная. Усл. печ. л. 27,09.
Тираж 3000 экз. Заказ №
"БХВ-Петербург", 194354, Санкт-Петербург, ул. Есенина, 5Б.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию № 77.99.02.953.Д.006421.11.04
от 11.11.2004 г. выдано Федеральной службой по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ГУП "Типография "Наука"
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

ISBN 5-94157-591-2

© Хейфец А. Л., 2005
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2005

Оглавление

Введение **1**

Как работать с данным пособием 3

Глава 1. Первый рисунок **5**

1.1. Начало работы 5
Загрузка пакета 5
Графическое и текстовое окно пакета 6
Переход в пространство модели 7
1.2. Отрезок прямой линии 8
1.3. Панели инструментов 10
Выбор и замена панелей 10
Вызов команд указанием кнопок панели 10
Перемещение и удаление панелей 11
1.4. Диалог пользователя с AutoCAD 11
1.5. Соглашение по записи действий 12
Вариант 1 12
Вариант 2 13
Указание мышью 13
Локализованные версии пакета 13
1.6. Справки по командам 14
Работа со справочной системой в режиме учебника 14
Помощь в прозрачном режиме 15
1.7. Режимы построений — ORTHO, Шаг, Сетка 17
Настройка режимов 18
1.8. Цвет 19
1.9. Удаление примитивов. Выбор объектов 20
1.10. Отмена результата выполнения команд 22
1.11. Команды построения объектов 22
1.12. Редактирование геометрии объектов 23
1.13. Редактирование свойств объектов 24
Присвоение свойств одного объекта другим 25
1.14. Корректировка размеров изображения 25
1.15. Панорамирование 26
1.16. Узоры 26
Абстракция 27
Кружево 27
1.17. Выход из пакета с сохранением рисунка 30

Глава 2. Подготовка к построению чертежа 31

2.1. Построения по координатам 31
Отображение координат курсора 31
Ввод координат с клавиатуры.
Еще раз о работе со справочной системой 32
2.2. Толщина линии 34
2.3. Редактирование "ручками" 35
2.4. Объектная привязка и геометрические построения 35
2.5. Пользовательская система координат (ПСК) 38
Управление пиктограммой осей 40
2.6. Плоский контур 40
2.7. Промежуточное сохранение рисунка 43
2.8. Размеры 43
Линейные размеры. Ассоциативность размеров 44
Настройка размерных параметров 44
Диаметр и радиус окружности. Маркер центра 45
Редактирование размеров 46
2.9. Текст 47
Настройка гарнитуры шрифта 47
Выполнение надписей 48
2.10. Штриховка 48
2.11. Тип линии 50
Загрузка и установка новых типов линий 50
Редактирование прерывистых линий 50
2.12. Слои 51
Создание нового слоя 51
Свойства слоев 51
Зависимые и независимые от слоя свойства объектов 52
2.13. Список свойств объекта 52
2.14. Сложные линии 53
Полилиния 53
Мультилиния 54
Сплайны 54
Области 55
2.15. Некоторые настройки пакета 56
Цвет экрана 56
Другие настройки, выполняемые командой *OPTIONS* 57
Дополнительные кнопки панелей инструментов 57

Глава 3. Чертеж детали. 2D-технология 59

3.1. Преимущества компьютерной технологии 59
3.2. Подготовительный этап 60
Анализ формы детали 60
Варианты построения чертежа 61
Задание шага, сетки, лимитов 62
Задание слоев 64

3.3. Построение изображений ... 65
Построение осей ... 66
Вид сверху ... 66
Вид спереди. Режим объектного слежения ... 67
Выносной элемент ... 67
3.4. Форматирование и компоновка ... 69
Выбор формата ... 69
Вставка рамки и основной надписи ... 70
Масштабирование изображений и компоновка чертежа ... 70
3.5. Завершение построений ... 71
Штриховка ... 71
Задание и корректировка толщины линии контура ... 72
Изображение резьбы ... 72
Выполнение надписей ... 72
Оформление прерывистых линий ... 73
3.6. Простановка размеров ... 73
Правила нанесения размеров ... 73
Общие рекомендации по простановке размеров ... 73
Создание нового размерного стиля ... 74
Настройка размерного линейного масштаба ... 75
Размеры с односторонней стрелкой ... 75
3.7. Знак шероховатости. Блок с атрибутом ... 76
3.8. Вывод чертежа на печать ... 78
Отображение чертежа из пространства модели на лист ... 78
Печать чертежа ... 79

Глава 4. Набор средств трехмерной графики ... 83

4.1. Среда для пространственных построений ... 83
Настройка пространства модели ... 84
Настройка пространства листа ... 85
4.2. Трехмерные объекты ... 87
4.3. Удаление невидимых линий и закраска объектов ... 88
Команда *HIDE* ... 88
Команда *SHADEMODE* ... 89
4.4. Задание пространственной точки зрения ... 90
Диалоговое окно настройки точки зрения ... 90
Динамический режим выбора точки зрения ... 91
4.5. Объектная привязка в пространстве ... 93
4.6. Пользовательская система координат в трехмерных построениях ... 94
Пиктограммы осей ... 95
Особенности работы с ПСК при наличии нескольких видовых окон ... 97
Примеры применения ПСК и объектной привязки ... 98
4.7. Редактирование трехмерных объектов ... 101
4.8. Задачи для самоконтроля ... 103

Глава 5. Трехмерные построения 107

5.1. Композиция "Камни" 107
5.2. Предварительные настройки 108
5.3. Начало построения камней 109
5.4. Проверка правильности построений 112
5.5. Сохранение вида и ПСК 113
5.6. Построение третьего камня 114
5.7. Размеры и авторский знак 119
5.8. Метрическая задача 120
Проецирование точки и отрезка на плоскость 122
5.9. Варианты композиции "Камни" 123

Глава 6. Видовые окна. Композиция и презентация 125

6.1. Пространство модели и пространство листа 126
6.2. Настройка листа 128
Переход на лист. Создание закладки 128
Настройки параметров листа 129
Отображение страницы печати 130
6.3. Создание и настройка видовых окон 132
Окна произвольной формы 132
6.4. Приемы работы с видовыми окнами 133
Переход в пространство модели через видовое окно и обратно 133
Редактирование формы, свойств и положения окон 134
Отображение окна во весь экран 135
Настройка в окне требуемой точки зрения и ПСК 135
Избирательное замораживание слоев в видовом окне 135
6.5. Масштаб отображения видового окна 137
Блокировка видового окна 138
6.6. Проекционная связь между видовыми окнами 139
6.7. Надписи и размеры на листе 140
6.8. Завершение композиции. Вывод на печать 141
Фиксирование режима визуализации 142
6.9. Презентация 143

Глава 7. Фотореалистичная визуализация. Свет и тени 145

7.1. Общие настройки 145
7.2. Режимы визуализации 146
7.3. Качество визуализации контура и ребер 148
7.4. Источники света. Схема освещения 149
7.5. Дистанционный источник света. Тени 150
Теневой источник света 150
Режимы построения тени 152
Бестеневые источники света 152
7.6. Корректировка источников света 152
Корректировка свойств источников 153
Тень с размытыми границами 153

7.7. Точечный источник света. Сцена 154
Сцена 155
7.8. Прожектор 156
7.9. Фоновое освещение и цвет света 158

Глава 8. Материалы фотореалистичной визуализации 159

8.1. Присвоение материалов 159
Материалы из библиотеки 159
Присвоение материала объекту 160
Присвоение разных материалов одному объекту 160
Отображение материалов, освещения и фона в режиме закраски *SHADE* 161
8.2. Окно визуализации 161
8.3. Параметры растрового изображения 163
8.4. Однородные материалы 164
Параметры однородного материала 164
Плоское и кривое зеркало 166
8.5. Создание текстурированного материала 167
Загрузка текстуры в материал 168
Корректировка текстуры в свойствах материала 169
Координация объекта. Проецирование текстуры 172
8.6. Примеры текстурированных материалов 174
Исследование свойств текстурированных материалов 175
Размещение рисунка плиткой на одной грани 177
Рисунок на фоне основного цвета граней 178
Роль левого верхнего пиксела 178
Рисунок на передней грани куба 179
Рисунок на передней грани с поворотом и сжатием 179
Материал с рельефностью и рисунком передней грани 179
Неоднородная прозрачность материала 181
Различная текстура на гранях 181
Материалы для композиции 182
Параметрические материалы 184
8.7. Фон и ландшафт 184
Задание фона 184
Задание объектов ландшафта 185
Редактирование объектов ландшафта 186
8.8. Туман 186
8.9. Просмотр, сохранение и вставка растровых изображений 188
Просмотр растровых изображений 188
Просмотр текстур AutoCAD 189
Сохранение растрового изображения 189
Сохранение изображения видового окна 190
Вставка и корректировка растрового изображения 191

Глава 9. Пространственные модели типа solids 193

9.1. Объединение и вычитание объектов 194
9.2. Выдавливание и пересечение элементов. Гайка 196
9.3. Сечение и разрез 198
9.4. Редактирование граней 200
Перемещение и поворот граней 200
Редактирование цвета граней 201
Копирование граней и развертка многогранника 202
Звезда 203
9.5. Карниз 204
9.6. Рифовый узел 206
9.7. Оболочки 208
Сферическая оболочка 208
"Веселенькая" оболочка 210
Деталь тонколистовой штамповки 210
9.8. Архитектурный составной свод 212
Свод вращения 213
Свод перемещения 214
Рекомендации по наглядной визуализации сводов 219
9.9. "Невозможные" фигуры 219
9.10. Модель корпусной детали 221
Объемная модель ступенчатого разреза 224
9.11. Определение характеристик объекта 225

Глава 10. 3D-технология построения чертежа 227

10.1. Построение проекций командой *SOLPROF* 229
10.2. Команды *SOLVIEW* и *SOLDRAW*. Построение видов 230
Исходное видовое окно 231
Вид в плане ПСК 232
Ортогональные виды 233
10.3. Простые разрезы 234
10.4. Наклонное сечение. Дополнительный вид. Аксонометрия 235
10.5. Совмещенные изображения 239
10.6. Сложные разрезы 240
Ступенчатый разрез 240
Ломаный разрез 241
10.7. Завершение 3D-чертежа 243
Вынос проекций на лист 244
Компоновка чертежа 245
Простановка размеров и штриховка 245

Глава 11. Перспектива. Блоки 247

11.1. Модель проспекта (начало) 248
11.2. Создание и свойства блоков 249

11.3. Проспект (завершение) ... 251
11.4. Основы построения перспективы ... 254
Разметка перспективы ... 255
Команда *DVIEW* ... 256
Команда *3DORBIT* ... 259
Некоторые свойства перспективы ... 260
Перспектива на наклонной плоскости ... 262
Взгляд сверху ... 262
Взгляд снизу-вверх ... 263
11.5. Обзорная перспектива ... 263
11.6. Определение параметров перспективы ... 266
11.7. Перспектива с заданными параметрами ... 267
Перспектива при минимальных искажениях ... 268
11.8. Композиции видовых окон ... 270
11.9. Корректировка модели ... 272
Вставка объектов из других файлов ... 274
11.10. Фотореалистичная визуализация проспекта ... 274

Глава 12. Сетевые объекты ... 277

12.1. Косая плоскость ... 278
12.2. Поверхности вращения и сдвига ... 279
Часовенка ... 280
Сфера Эшера ... 284
12.3. Поверхность соединения ... 286
Откос ... 286
Геликоид ... 287
12.4. Поверхность, заданная краями ... 289
12.5. Моделирование рельефа. "Курорт в горах" ... 291
12.6. Сечение сетевых поверхностей плоскостью ... 297
12.7. Визуализация функции двух переменных ... 300
Отладка и тестирование программы ... 302
12.8. Обрезка сетей ... 309

Литература ... 311

Предметный указатель ... 312

Введение

Инженерная компьютерная графика рассматривает построение графических моделей инженерной сферы деятельности, таких как чертежи, пространственные модели, наглядные изображения, схемы и т. д., используя современные компьютерные технологии.

Предлагаемое учебное пособие обобщает курс инженерной компьютерной графики, созданный автором на кафедре графики Южно-Уральского государственного университета (ЮУрГУ). Особенность курса состоит в его практической направленности, ориентации на прогрессивную трехмерную технологию проектирования, в опоре на пакет AutoCAD. Основное внимание уделено примерам, вытекающим из многолетнего опыта преподавания курса.

Пособие предназначено для студентов высших учебных заведений. Оно позволяет освоить курс компьютерной графики и выполнить предусмотренные в нем задания. Полученные знания курса дают возможность студентам на современном уровне выполнять графическую часть заданий по различным учебным дисциплинам (детали машин, теоретическая механика, архитектурное проектирование и др.) в течение всего периода обучения, а также дипломного проекта.

Учебное пособие позволяет быстро, за один семестр, освоить пакет AutoCAD — наиболее распространенный на мировом и российском рынке пакет САПР (систем автоматизированного проектирования) в объеме до 50% его возможностей. Пособие является базовым, т. е. раскрывает основы применения компьютерной графики в инженерной деятельности. Материалы для дальнейшего изучения пакета AutoCAD и детальная проработка отдельных направлений могут быть найдены в работах [5...8].

Минимально необходимая подготовка студента предусматривает знакомство с азами информатики. Необходимое программное обеспечение — пакет AutoCAD 2004 или AutoCAD 2005.

В *главах 1—3* рассмотрена классическая 2D-технология (двумерная) построения чертежа, по которой проектирование ведется посредством создания проекций — плоских отображений объекта (эпюр Монжа). Здесь AutoCAD играет роль электронного кульмана, автоматизирующего графическую часть работы (линии, стрелочки, шрифт).

В *главах 4—6* излагаются основы трехмерной графики пакета AutoCAD, позволяющей создавать пространственные модели объектов, приводятся мето-

ды построения и визуализации объектов, создания композиций для презентации проектов.

Главы 7, 8 показывают, как средствами пакета AutoCAD получить фотореалистичные изображения проектируемых объектов. Вы узнаете, как присвоить объектам материал из прилагаемой библиотеки или создать свой, оригинальный материал, задать освещение и "включить" тени, установить "романтичный фон и легкий туман".

В *главах 9, 10* приведены основы новой технологии проектирования, так называемой 3D-технологии (трехмерная). Конструктору требуется создать пространственную модель объекта. Модель существует в виртуальном пространстве. Ее можно осмотреть со всех сторон и отредактировать форму. После того как модель создана, AutoCAD сам построит проекции модели, ее разрезы и сечения, необходимые для чертежа (и никаких проблем с начертательной геометрией!). Эта прогрессивная технология "захватывает" все сферы проектирования. В *главе 9* показаны примеры построения пространственных объектов (solids, твердотельных) от простейших кубиков к моделям архитектурных объектов и машиностроительных деталей и, далее, к "невозможным" фигурам. В *главе 10* показано, как по пространственной модели почти автоматически получить ее чертеж.

В *главе 11* показано построение перспективы современного проспекта.

В *главе 12* — применение сетевых объектов для построения моделей архитектурных объектов сложной формы, горного рельефа ("курорт в горах"). Показано, как по уравнению поверхности получить ее наглядное отображение, изучить поверхность и ощутить красоту математических формул. Эти главы ориентированы, в основном, на архитекторов. Однако мы считаем, что приведенные примеры будут интересны всем. Ведь каждый из нас в душе немного архитектор. Повторив примеры, вы, возможно, в большей мере осознаете свои творческие возможности.

За последние годы рынок программных продуктов существенно пополнился разработками для инженерной компьютерной графики. Это новые версии известных пакетов AutoCAD, Mechanical Desktop, Inventor, Solidworks, Компас 3D, ArchiCAD, Architectural Desktop и др. Как сориентироваться в этом многообразии? С чего начать?

Автор уверен, что начинать освоение компьютерной графики будущим инженерам и архитекторам нужно с пакета AutoCAD.

Аббревиатура AutoCAD расшифровывается как Automated Computer Aided Drafting and Design (Автоматизированное компьютерное черчение и проектирование). AutoCAD — продукт фирмы Autodesk, является универсальным базовым пакетом, содержащим практически все основы, которые заложены в специализированных пакетах САПР более высокого уровня. Для многих из них AutoCAD является базовой средой (несколько упрощенно можно

сказать, что в таких пакетах загружается AutoCAD и, сверх того, дополнительные специализированные приложения).

Широта возможностей AutoCAD позволяет применять его как инструментальную базу при обучении широкому спектру учебных дисциплин. Так, автор применяет AutoCAD в курсе основ геометрического моделирования (как альтернативе курса начертательной геометрии), в курсе черчения, в курсе компьютерной графики и информатики. Поскольку AutoCAD имеет свой язык программирования Auto LISP, то на его основе читается курс программирования и основ разработки САПР. Поскольку AutoCAD позволяет успешно работать со светом, материалами и создавать интересные композиции видовых окон, автор включает этот пакет и в курс технического дизайна.

Широта возможностей, распространенность и открытость AutoCAD делают его предпочтительным программным продуктом для кафедр графики высших учебных заведений. AutoCAD позволяет успешно решать актуальную задачу, стоящую перед кафедрами графики, по адаптации базовых графических дисциплин: начертательной геометрии и инженерной графики — к современным 3D-технологиям моделирования пространственных объектов и построения чертежа.

Сегодня AutoCAD — это "букварь" в компьютерно-графической подготовке современного специалиста. Студенты, овладевшие пакетом AutoCAD, легко переключаются на другие программные продукты, когда такая необходимость возникает. Архитекторы переходят в 3D Studio MAX, ArchiCAD, Architectural Desktop. Механики — в Mechanical Desktop, Inventor, Solidworks, Компас 3D. Немаловажно и то, что AutoCAD имеет мировое распространение (т. е., зная AutoCAD, можно смело и уверенно ехать на стажировку или работу в западные фирмы).

Автор наблюдал, что зачастую применение других пакетов определяется не столько их преимуществами, сколько незнанием возможностей пакета AutoCAD и его приложений.

В четвертом издании учтены пожелания, возникшие за годы работы с предыдущими изданиями, внесены коррективы, связанные с выходом новых версий пакета AutoCAD, и дополнения в объеме 20—30%.

Как работать с данным пособием

Во-первых, нужно терпеливо повторить приведенные примеры и упражнения *глав 1—4*. Они раскрывают принципы работы в пакете AutoCAD, поясняют основные команды пакета и построение его интерфейса. Без этого невозможно выполнить последующие примеры и задания.

Во-вторых, необходимо научиться пользоваться справочной службой пакета. В ней подробно изложено содержание каждой команды и даны фирменные примеры их применения. Запомните правило: если что-то неясно по применяемой команде, нажмите клавишу <F1>, и на экран будут выведены необходимые пояснения. Правда, они на английском языке, но как сейчас без него. Кроме того, в справочной службе много иллюстраций, которых может быть вполне достаточно. В целом, это большой учебник и подробный справочник.

В-третьих, для выполнения контрольных заданий найдите в пособии соответствующие им примеры. Рекомендуем повторить эти примеры, тем более что они даны весьма подробно. Если же вы достаточно продвинутый пользователь, то сразу начните выполнять свое задание по аналогии с приведенным в пособии примером.

В-четвертых, в связи с популярностью пакета AutoCAD по нему имеется и постоянно издается много литературы. Как правило, это изложение на русском языке справочной службы пакета (вспомните о клавише <F1> — она успешно заменит многие книги), но, тем не менее, на начальном этапе освоения пакета, особенно, если есть проблемы с английским, рекомендуем приобрести одну из таких книг. Приобретая, обратите внимание на то, какой версии пакета соответствует книга. Версии пакета обновляются ежегодно.

И последнее. Если AutoCAD вас заинтересовал, то найдите в Интернете посвященные ему сайты, например, **http://www.cadmaster.ru**, **http://www.autocad.ru**, **http://www.dwg.ru**, **http://www.cad.dp.ua**. Поучаствуйте в конференциях по AutoCAD — там собираются интересные и увлеченные люди, большинство из них — ваши сверстники. Можно найти ответы на многие вопросы, узнать новинки. Приобщайтесь!

С автором можно связаться по адресу: **heifets@yandex.ru**.

Глава 1

Первый рисунок

В этой главе приведены начальные сведения об интерфейсе пакета AutoCAD, командах создания и редактирования объектов, управления изображением на экране. При повторении упражнений требуется не столько запомнить эти команды, сколько понять методы работы с ними.

1.1. Начало работы

Считаем, что на вашем компьютере установлен пакет AutoCAD 2004 или AutoCAD 2005. Начнем его изучение.

Загрузка пакета

Найдите на экране (на "рабочем столе") ярлык пакета (рис. 1.1, *а*, *б*) и активизируйте его.

Если в конце загрузки открылось диалоговое окно **Startup** (Стартовое) (рис. 1.1, *в*), то задайте в нем режимы **Start from Scratch** (Начать новый рисунок на пустом месте) и **Metric** (Метрические единицы). Для этого активизируйте кнопки окна, отмеченные стрелками. Для активизации какой-либо кнопки диалогового окна нужно подвести к ней курсор мыши и щелкнуть левой кнопкой мыши. Затем щелкните на кнопке **OK**. Если загрузка произошла без стартового окна, то устанавливается некоторый режим с настройками по умолчанию, которые позднее можно уточнить.

Условие появления стартового окна **Startup** определяется настройкой пакета (*см. разд. 2.15*). Стартовое окно позволяет назначить различные режимы начала работы. Первый режим — открытие ранее созданного рисунка для его просмотра или доработки (редактирования). Второй — создание нового рисунка без предварительных настроек, этот режим рассмотрен выше. Третий — создание нового рисунка на основе прототипа, т. е. ранее созданного файла-заготовки, содержащего предварительные настройки.

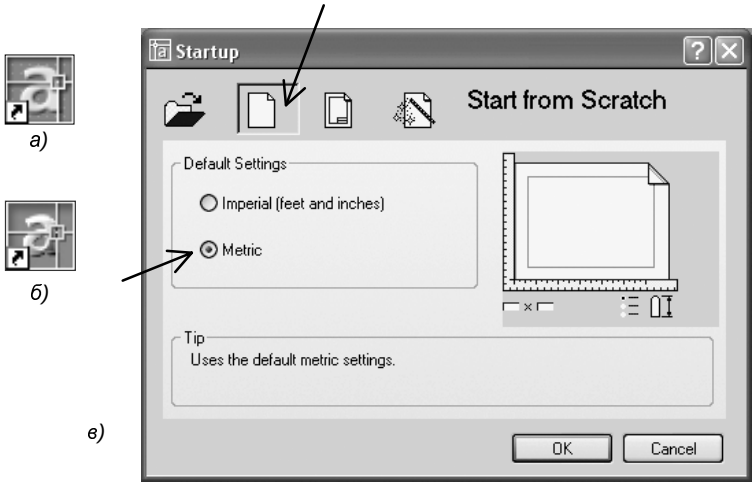


Рис. 1.1. Ярлыки пакета AutoCAD 2004 (*а*), AutoCAD 2005 (*б*) и стартовое окно в режиме создания нового рисунка (*в*)

Итогом загрузки является появление на экране окна графического редактора пакета AutoCAD.

Графическое и текстовое окно пакета

Окно AutoCAD имеет два варианта отображения — графическое и текстовое.

Основную часть *графического* окна (рис. 1.2) занимает зона рисования 1, в которой находится перекрестие курсора мыши. В других зонах расположены строка закладок 2, окно команд 3, нижняя строка которого называется *командной* (в эту строку пользователь с клавиатуры вводит команды, а система выводит сообщения), строка состояния или статусная строка 4, содержащая кнопки управления режимом построений и отображающая координаты курсора, панели инструментов 5, а также строка главного (выпадающего) меню 6.

В режиме *текстового* окна отображаются протокол (журнал) работы в текущем сеансе и сообщения системы. Командная строка отображает нижние строчки текстового окна. Текстовое окно вызывается нажатием клавиши <F2>, повторное ее нажатие закрывает это окно. В ряде случаев, когда системе нужно вывести для вас большое сообщение, текстовое окно может открыться автоматически.

❒ Несколько раз нажмите клавишу <F2>, открывая и закрывая текстовое окно[1].

[1] Здесь знак ❒ служит приглашением к действию.

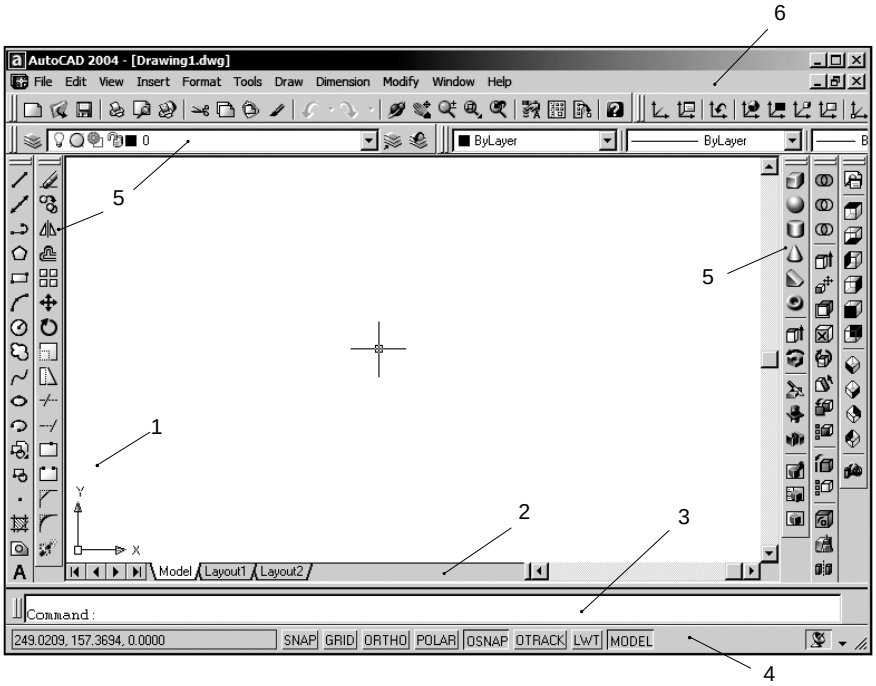


Рис. 1.2. Окно графического редактора:
1 — зона рисования; 2 — строка закладок; 3 — окно команд;
4 — строка состояния; 5 — панели инструментов; 6 — строка главного меню

Переход в пространство модели

Для краткости изложения введем термин "укажите", означающий наведение курсора на объект, раздел меню или кнопку панели инструментов и щелчок левой кнопкой мыши.

Обратите внимание на пиктограмму осей координат в левом нижнем углу графического окна. Если пиктограмма имеет вид осей, как на рис. 1.2, 1.3, *б*, то активен так называемый *режим пространства модели*. Иначе пиктограмма имеет вид треугольника и активен другой так называемый *режим пространства листа*. Далее, *в гл. 6*, мы подробно рассмотрим особенности и назначение каждого режима. Сейчас для выполнения упражнений данной главы нужен режим пространства модели. Если пиктограмма не соответствует рис. 1.3, *б* (т. е. имеет вид треугольника), то нужно перейти в пространство модели:

- укажите в строке закладок **Model** (Модель) (см. рис. 1.2, 1.3, *б*);

- перемещая курсор по экрану, следите за отображением координат перекрестия в статусной строке. Передвинув перекрестие в левый нижний угол, вы должны увидеть координаты (0.0, 0.0, 0.0).

1.2. Отрезок прямой линии

Построим первый графический объект:

- переместите курсор в верхнюю зону экрана. В строке главного меню (см. рис. 1.3, *а*) укажите **Draw** (Рисование) — раскрылся раздел меню, содержащий ссылки на основные команды построения объектов;
- укажите в раскрывшемся меню пункт **Line** (Отрезок).

Результат

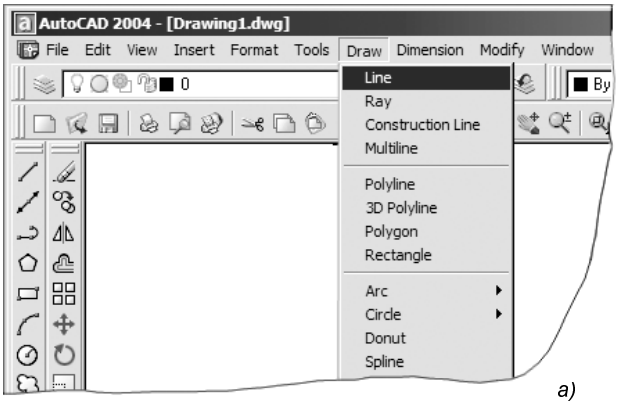
Внизу экрана, в командной строке, появилось сообщение "_line Specify first point:", содержащее имя команды построения отрезка прямой линии и предложение задать координаты первой точки отрезка.

Координаты можно задать различным образом, варианты будут рассмотрены далее. Сейчас просто укажем точку:

- переместите курсор в зону рисования и установите его так, чтобы значения координат в статусной строке составили приблизительно (100, 100), а затем зафиксируйте точку с этими координатами, щелкнув левой кнопкой мыши;
- переместите курсор в точку с координатами (250, 200) (обратите внимание на отслеживание создаваемого отрезка с помощью так называемой "резиновой нити") и щелчком левой кнопки мыши укажите вторую точку — будет построен отрезок прямой (см. рис. 1.3, *б*);
- продолжайте указывать точки, тем самым строя еще несколько отрезков;
- для прерывания команды щелкните правой кнопкой мыши.

В зависимости от действующей настройки пакета после щелчка правой кнопкой мыши произойдет либо прерывание команды, либо появится контекстное меню (рис. 1.4) с опциями (вариантами выполнения) команды, в котором нужно указать пункт **Enter** (Ввод). Для отмены последнего построения укажите строку **Undo** (Отмени). Команду можно также прервать с клавиатуры клавишей <Esc> или <Enter>. После прерывания командная строка очистится и система будет ждать следующей команды.

Предусмотрено множество приемов, ускоряющих работу, которые вы постепенно освоите. Например, последнюю прерванную команду можно возобновить правым щелчком мыши или клавишей <Enter>. Еще один, дополнительный, правый щелчок или <Enter> начнет новый отрезок от последней точки предыдущей линии. Это относится ко многим командам построения.



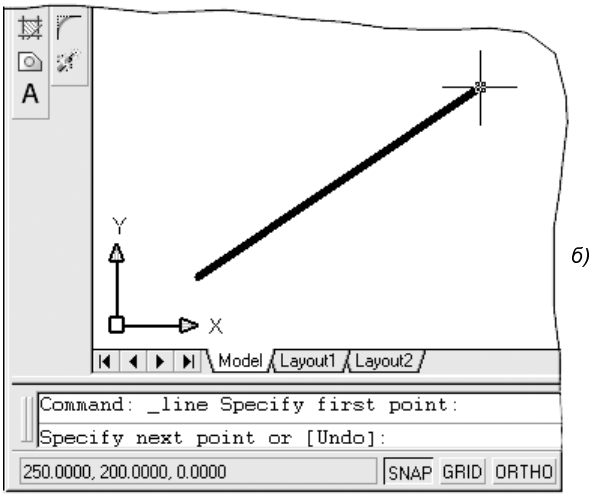


Рис. 1.3. Фрагменты окна графического редактора, поясняющие построение отрезка прямой: *а* — раскрытие подменю **Draw** с активизацией команды `LINE`; *б* — создаваемый отрезок при указании его конечной точки

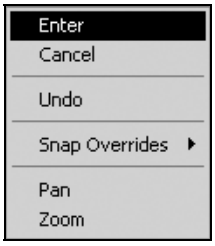


Рис. 1.4. Контекстное меню команды `LINE`

- Проверьте сказанное, построив новый отрезок и сделав несколько щелчков правой кнопкой мыши или нажимайте клавишу <Enter>.

1.3. Панели инструментов

Панели инструментов (см. рис. 1.2) позволяют наглядно и быстро найти и активизировать команду.

Выбор и замена панелей

Панели — легкозаменяемый инструмент работы. Предусмотрен набор панелей инструментов. Для вывода на экран нужной панели выполните следующее:

- укажите раздел главного меню **View** (Вид), а в нем строку **Toolbars** (Панели). В возникшем окне приведен перечень панелей инструментов. Перемещая мышью (прокручивая) движок вертикальной линейки этого окна, просмотрите весь перечень панелей. Если слева от названия панели есть "птичка" или "крестик", то она уже выведена на экран;
- например, найдите панель **UCS** (ПСК) и щелкните на строке этой панели. Возникнет выбранная панель, а повторным щелчком можно убрать эту панель;
- выбрав нужные панели, покиньте окно **Toolbars** (Панели), указав **Close** (Закрыть).

Окно выбора панелей можно вызвать и другим образом, если щелкнуть правой кнопкой мыши по одной из активных панелей, присутствующих на экране. Откроется контекстное меню, в котором можно задать нужную панель. Проверьте.

Вызов команд указанием кнопок панели

- Подведите курсор к одной из кнопок панели. Если курсор задержать на кнопке в течение 1—2 с, то рядом с кнопкой возникнет название команды, а внизу, в статусной строке, назначение этой команды. Достаточно щелкнуть левой кнопкой мыши по кнопке и команда будет запущена.
- Повторите построение отрезка прямой, указав кнопку на панели инструментов рисования **Draw** (Рисование).