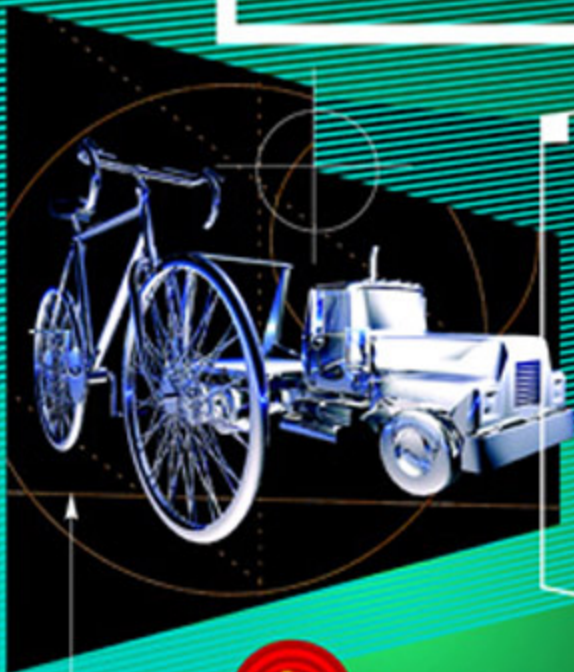


AutoCAD

Трехмерное моделирование и дизайн



Новые возможности
версий 2000 и 2002

Алгоритмы создания
пространственных
моделей

Получение
фотореалистичных
изображений

Подготовка к печати
машиностроительных
чертежей



МАСТЕР_МЕДИА

Виктор Погорелов

AutoCAD

Трехмерное моделирование и дизайн

Санкт-Петербург

«БХВ-Петербург»

2003

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2
П43

Погорелов В. И.

П43 AutoCAD: трехмерное моделирование и дизайн. —
СПб.: БХВ-Петербург, 2003. — 288 с.: ил.

ISBN 5-94157-210-7

Книга предназначена для практического освоения компьютерного моделирования пространственных интерьеров и конструкций в среде широко распространенной программы AutoCAD. В книге используется уникальный способ изложения материала, основанный на конкретных алгоритмах для создания, редактирования и просмотра типовых каркасных, поверхностных и объемных моделей. Материал сопровождается упражнениями, иллюстрирующими практическое применение этих алгоритмов. Подробно излагается технология преобразования объемных тел в плоские виды, используемые при подготовке конструкторской документации для печати. Также большое внимание уделяется алгоритмам создания презентационных материалов путем раскрашивания и тонирования моделей с использованием источников света, сцен, материалов и наложения текстур. В основу книги положены рабочие материалы, использовавшиеся автором в авторизованном учебном центре компании Autodesk при проведении занятий по курсу с аналогичным названием. Книга рассчитана на конструкторов-машинистов различного профиля, архитекторов, картографов и дизайнеров, обладающих начальными навыками двухмерного черчения в AutoCAD или в аналогичных программах.

Для широкого круга пользователей

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2

Группа подготовки издания:

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Редактор	<i>Нина Седых</i>
Компьютерная верстка	<i>Натальи Караваевой</i>
Корректор	<i>Виктория Пиотровская</i>
Дизайн обложки	<i>Игоря Цырульниковца</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 28.02.03.

Формат 70×100^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 23,22.

Тираж 4000 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 198005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Гигиеническое заключение на продукцию, товар № 77.99.02.953.Д.001537.03.02
от 13.03.2002 г. выдано Департаментом ГСЭН Минздрава России.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в Академической типографии "Наука" РАН
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12.

ISBN 5-94157-210-7

© Погорелов В. И., 2003

© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2003

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ	1
ВВЕДЕНИЕ.....	3
Почему следует использовать трехмерное моделирование	3
Пространственные модели	4
Ограничения AutoCAD при работе с пространственными моделями	5
Особенности интерфейса AutoCAD 2000	6
Особенности интерфейса AutoCAD 2002	7
Требования к системе	8
Структура книги	9
Глава 1. Ввод трехмерных координат	9
Глава 2. Каркасные модели	10
Глава 3. Формирование поверхностных моделей	10
Глава 4. Просмотр трехмерных моделей	10
Глава 5. Формирование типовых объемных тел	10
Глава 6. Модифицирование и редактирование тел в пространстве	10
Глава 7. Использование AutoCAD DesignCenter для доступа к компонентам чертежа	11
Глава 8. Создание плоских видов из трехмерных моделей	11
Глава 9. Именованные виды	11
Глава 10. Моделирование освещения и тонирование изображений трехмерных моделей	11
Глава 11. Работа с растровыми изображениями	12
Важные замечания	12
Упражнения	13
Упражнение 1. Создание ярлыка AutoCAD на рабочем столе	13
Упражнение 2. Создание папки UPFRAGN на диске C:	13
Упражнение 3. Автоматическая загрузка AutoCAD после включения компьютера	14

ГЛАВА 1. ВВОД ТРЕХМЕРНЫХ КООРДИНАТ.....	15
1.1. Декартовы координаты.....	15
Абсолютные координаты.....	16
Относительные координаты.....	16
Координатные фильтры	17
1.2. Цилиндрические координаты.....	20
Абсолютные цилиндрические координаты	20
Относительные цилиндрические координаты.....	21
1.3. Сферические координаты	22
1.4. Создание пользовательской системы координат	22
1.5. Пиктограммы ПСК.....	28
1.6. Объектные привязки	29
1.7. Ручки	32
1.8. Работа с уровнем и высотой	33
1.9. Панели инструментов и команды для работы с пользовательскими системами координат.....	34
1.10. Упражнение по работе с различными ПСК	36
ГЛАВА 2. КАРКАСНЫЕ МОДЕЛИ.....	43
2.1. Редактирование плоской полилинии	44
2.2. Построение трехмерных полилиний	46
2.3. Редактирование трехмерных полилиний	47
2.4. Натягивание поверхностей на каркас	47
2.5. Некоторые команды для создания каркасных моделей.....	49
2.6. Упражнение по созданию каркасной модели в пространстве.....	50
2.7. Упражнение по натягиванию поверхности на каркас.....	53
ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ.....	57
3.1. Построение сетей.....	57
Панель инструментов для построения поверхностей	58
3.2. Построение типовых поверхностных фигур.....	67
3.3. Команды создания поверхностей	72
3.4. Упражнение на построение комплексной модели из различных поверхностей.....	73
3.5. Упражнение на использование команды PFACE	79

ГЛАВА 4. ПРОСМОТР ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ	81
4.1. Типовые направления проецирования	81
4.2. Дополнительные направления проецирования	82
4.3. Работа с трехгранником осей и компасом	83
4.4. Быстрый переход к виду в плане	84
4.5. Использование режима 3D Orbit	85
Опции контекстного меню	86
4.6. Перспективные виды	91
4.7. Панели инструментов и команды для визуализации объектов	92
4.8. Упражнение на создание и динамическую визуализацию 3М-модели	95
ГЛАВА 5. ФОРМИРОВАНИЕ ТИПОВЫХ ОБЪЕМНЫХ ТЕЛ	103
5.1. Управление отображением твердых тел на экране	103
5.1.1. Каркасное изображение тела	103
5.1.2. Сетевое изображение тела	104
5.1.3. Контурное представление объемной модели	105
5.2. Построение типовых объемных тел	105
5.3. Построение тел вращения	111
5.4. Построение тел выдавливанием	111
5.5. Построение сложных тел	112
5.6. Панель инструментов и команды создания твердых тел	116
5.7. Упражнение по созданию стула из параллелепипедов	118
5.8. Упражнение по созданию стола	122
5.9. Упражнение по созданию тела вращения	124
ГЛАВА 6. МОДИФИЦИРОВАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ТЕЛ В ПРОСТРАНСТВЕ	127
6.1. Модифицирование объектов в пространстве	128
6.2. Редактирование тел	136
6.3. Модифицирование граней	139
6.4. Модифицирование ребер	145
6.5. Панель инструментов и команды модифицирования и редактирования тел	146
6.6. Упражнение на редактирование объектов при создании скобы	148
6.7. Упражнение на применение команды размножения тел при создании подшипника	152
6.8. Упражнение на создание помещения из двух комнат	154

ГЛАВА 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ AUTOCAD DESIGNCENTER ДЛЯ ДОСТУПА К КОМПОНЕНТАМ ЧЕРТЕЖА	159
7.1. Вызов и устройство диалогового окна AutoCAD DesignCenter	160
7.1.1. Управление отображением объектов в зоне структуры	162
7.1.2. Загрузка источников в палитру	162
7.2. Поиск источников	165
7.3. Открытие файлов рисунков	168
7.4. Вставка элементов других чертежей в текущий рисунок	168
7.5. Работа с папкой Favorites	174
7.6. Создание библиотек и работа с ними	176
7.7. Упражнение на создание библиотеки из блоков	177
7.8. Упражнение на использование библиотеки блоков	178
ГЛАВА 8. СОЗДАНИЕ ПЛОСКИХ ВИДОВ ИЗ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ	181
8.1. Применение команды SOLVIEW для создания плавающих видовых экранов	182
8.2. Формирование плоских видов в видовых экранах	187
8.3. Создание сечений с помощью команды SOLPROF	191
8.4. Упражнение на подготовку чертежа к печати	192
ГЛАВА 9. ИМЕНОВАННЫЕ ВИДЫ	199
9.1. Работа с именованными видами	199
9.2. Упражнение по работе с именованными видами	204
ГЛАВА 10. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСВЕЩЕНИЯ И ТОНИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ	207
10.1. Удаление скрытых линий	207
10.2. Создание раскрашенных изображений	211
10.3. Работа с материалами	213
10.4. Источники света	222
10.5. Тонирование и сцены	230
10.6. Использование ландшафтов	232
10.7. Завершающая стадия тонирования	234
10.8. Запись и чтение тонированных изображений	239
10.9. Печать тонированных изображений	243
10.10. Панель инструментов и команды тонирования изображений	244

10.11. Упражнение на тонирование модели интерьера	247
10.12. Упражнение на присвоение текстуры	249
10.13. Упражнение на получение фотореалистичного изображения модели.....	251
ГЛАВА 11. РАБОТА С РАСТРОВЫМИ ИЗОБРАЖЕНИЯМИ.....	255
11.1. Поддерживаемые AutoCAD типы растровых файлов	256
11.2. Присоединение и выгрузка растровых файлов	257
11.3. Подрезка изображений.....	259
11.4. Настройка параметров отображения растрового изображения.....	261
11.5. Панель инструментов и команды для работы с растровыми изображениями	263
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	267
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	269

Предисловие

Начиная с 1982 г., когда она была выпущена под именем MicroCAD, программа AutoCAD широко используется миллионами проектировщиков во всем мире как инструмент для создания плоских чертежей, заменивший обычное черчение на листе бумаги. Не менее часто сегодня используются и такие компьютерные программы, как Mechanical Desktop, Solid Works, Pro/Engineer, Inventor и другие, ориентированные на трехмерное проектирование, идеология которого основана на создании пространственных моделей, которые преобразуются затем в плоские чертежи. Кроме программ компьютерного проектирования на рынке компьютерных услуг широкое распространение находят и специализированные графические пакеты, такие, например, как Photoshop, 3D Studio, CorelDraw, которые позволяют получать презентационные изображения высокого качества. Как программы трехмерного проектирования, так и программы растровой графики предъявляют повышенные требования к ресурсам и вычислительным возможностям компьютера, что ограничивает круг пользователей, которые могли бы их использовать, да и сами эти программы ориентированы на решение конкретного диапазона задач.

Начиная с AutoCAD версии R14 программа перестала быть инструментом наиболее эффективным только при создании плоских чертежей. Теперь ее разработчик, компания Autodesk, предоставил возможность не только создавать плоские чертежи из трехмерных моделей, но и возможность создания презентационных материалов, не уступающих во многих случаях по качеству графическим пакетам. Конечно, возможности AutoCAD в этой части ограничены по сравнению с мощными и универсальными графическими специализированными программами, но при соответствующем навыке вполне достаточны для решения большинства практических задач. Здесь проявляются достоинства AutoCAD в части времени разработки всего проекта, низких требований к вычислительным ресурсам и возможности стыковки его с любыми другими графическими пакетами для получения, например, анимационных или фотореалистичных изображений наивысшего качества.

Множество книг, опубликованных по AutoCAD, в той или иной степени содержат сведения об этих возможностях программы. В то же время отсутствуют

издания, в которых трехмерное проектирование и дизайн излагались бы с единых методологических позиций, важных для практического освоения любой программы. В настоящей книге сделана попытка восполнить этот пробел.

Содержание книги основано на рабочих материалах, которые автор использовал при проведении занятий со слушателями в авторизованном учебном центре компании Autodesk при Санкт-Петербургской Академии методов и техники управления (ЛИМТУ). Многие идеи этой книги выкристаллизовались в результате плодотворных дискуссий с коллегами по авторизованному центру профессором Сокурено Ю. А. и преподавателем Кошманом А. В., за что автор искренне им признателен. Особую благодарность мне хотелось бы выразить также Пономаренко С. И., который посоветовал мне преобразовать рабочие материалы в отдельное печатное издание.

Автор с благодарностью примет любые замечания и пожелания по содержанию и оформлению книги, которые следует направлять по адресу:

195009, Санкт-Петербург, Бобруйская ул., 4. Издательство "BNV-Петербург".

E-mail: kat@bhv.ru

Введение

Во введении сначала остановимся на причинах, по которым мы пользуемся трехмерным моделированием, обсудим виды пространственных моделей, поддерживаемых AutoCAD, и ограничения данной программы. Кроме того, приведем особенности интерфейса AutoCAD 2000 и 2002, основные требования к компьютерной системе, на которой программа может быть установлена, и краткий обзор книги по главам. Введение завершается тремя упражнениями, которые имеют справочный характер, но позволяют создать минимальные комфортные условия для работы в AutoCAD.

Почему следует использовать трехмерное моделирование

Пользователи, освоившие плоское черчение, в большинстве случаев считают, что трехмерное моделирование — это нечто сложное, требующее особых усилий и затрат для изучения, а само черчение в пространстве значительно сложнее, чем черчение на плоскости. На самом же деле все оказывается с точностью наоборот, в чем они убеждаются сразу же после освоения пространственного черчения. Для сомневающихся в необходимости изучения новых методов работы перечислим сначала некоторые основные достоинства пространственного моделирования. Нужно сначала определиться, зачем и в каких случаях это необходимо использовать.

- ❑ *Наглядность.* Пространственная модель всегда выглядит более реалистично, чем плоская, даже если она и далека от реального объекта. Пространственную модель можно рассмотреть с любой стороны и из любой точки пространства, можно заставить ее непрерывно поворачиваться вокруг оси вращения с заданной скоростью. Имеется возможность проверить взаимодействие отдельных ее частей между собой и просмотреть модель изнутри, проведя плоские сечения. А чего стоит одна возможность удаления скрытых линий и создания реалистичного вида, если воспользоваться методами раскрашивания и тонирования.
- ❑ *Возможность преобразования в 2М.* Пространственное тело всегда можно преобразовать в плоские виды, что хорошо сочетает в себе оба способа черчения.

- ❑ *Одновременное отражение изменений.* Несомненным достоинством пространственного черчения является синхронное отражение изменений на всех видах модели при внесении их на одном из них.
- ❑ *Возможность вывода на устройства для создания объемных тел.* Компьютерные данные о модели в AutoCAD могут быть использованы для создания реальных физических объектов на специальных машинах. Команда STLOUT (ЭКСПОРТСТЛ) преобразует файлы чертежей в данные, имеющие формат, совместимый с стереолитографическими аппаратами, создающими модели из жидкой резины.
- ❑ *Создание презентаций и документов.* Пространственные модели могут быть реалистично раскрашены и тонированы, что используется для проверки правильности созданной модели и при создании презентаций, рекламных материалов и всевозможных отчетов и документов.
- ❑ *Возможность проведения инженерного анализа и извлечения характеристик, таких как площадь, масса и моменты инерции, необходимых для производства.* Особенно полезной представляется возможность получения всех моментов инерции относительно произвольных осей координат. А что уж говорить о калькуляторе, о существовании которого в AutoCAD некоторые даже и не подозревают (хотя это и не имеет особого отношения к пространственному черчению).
- ❑ *Трехмерные координаты.* Имеется полноценная возможность ввода декартовых, цилиндрических и сферических пространственных координат.
- ❑ *Пользовательские системы координат (ПСК).* Для работы в различных точках пространства можно использовать перемещаемую систему координат, к которой можно при необходимости многократно возвращаться, если присвоить ей уникальное имя.
- ❑ *Множество видовых экранов.* Графическая зона экрана может быть разбита на множество видовых экранов, в которых можно просматривать пространственную модель из разных точек и направлений в пространстве.

Пространственные модели

AutoCAD позволяет создавать три типа пространственных моделей:

1. *Каркасные модели*, состоящие из комбинации отрезков, дуг, кругов, эллипсов и других графических объектов, размещенных в пространстве. Эти модели как будто сделаны из кусочков проволоки, соединенных между собой. Недаром в английском языке они называются словом wireframe (проволочные модели). На первый взгляд может показаться полная бесполезность и никчемность таких моделей. Однако и здесь все с точностью наоборот, потому что на каркас можно натянуть поверхность, что очень удобно сделать, так как имеются уже готовые точки для

ее привязки. С полученной поверхностной моделью можно делать все, что угодно. А если еще учесть, что такая модель не требует больших объемов памяти для рисунка, то вот и основные достоинства каркасной модели. Есть, конечно, и недостатки, но связаны они с особенностями построения поверхностей в AutoCAD, а не с самой идеей создания моделей на основе каркаса.

2. *Поверхностные модели.* Это следующий шаг в создании реалистичных объектов, состоящих из комбинации разнообразных поверхностей, которых в программе огромное множество.
3. *Твердотельные модели,* которые подобны реальному объекту и состоят не только из линий и поверхностей, но и из объемных тел. Здесь нужно отметить, что на экране монитора как поверхностная модель, так и твердотельная все равно представляется в виде каркаса (для экономии ресурсов компьютера и увеличения скорости обработки изображений, ведь AutoCAD — программа векторной графики, а не растровой). Чтобы увидеть такие модели в нужном изображении, следует воспользоваться специальными средствами для их просмотра, такими как скрытие линий, раскрашивание или тонирование.

Ограничения AutoCAD при работе с пространственными моделями

Теперь остановимся на основных недостатках программы, которые ощутимы при работе с пространственными моделями, а именно, чего не хватает. Правда, это, скорее всего, привело бы к усложнению программы, и чем бы она тогда отличалась от тяжелых специализированных пакетов? Эти доводы чаще всего приводятся в качестве достоинства программ, в которых такие возможности уже реализованы. Тема настолько избитая и риторическая, что ее даже не хочется серьезно обсуждать. Спрашивается, зачем использовать SolidWorks для задач, которые легко и быстро решаются при помощи AutoCAD, к которому вы так привыкли. Или зачем вам переходить на AutoCAD, если вы прекрасно обходитесь КОМПАСОМ и ваши заказчики не требуют обязательного исполнения чертежей в AutoCAD.

Итак, ниже перечислены основные недостатки AutoCAD.

- ❑ **Плоский интерфейс.** Интерфейс с пространственными моделями осуществляется через двумерные устройства ввода, такие как мышь или дигитайзер. Но ведь так работает и большинство других графических программ.
- ❑ **Вывод изображений.** Используется плоский экран монитора или принтер (плоттер) компьютера, поэтому изображение пространственной модели фактически плоское.

- ❑ Переход от пространственных тел к плоским видам не завершен. Этот недостаток, правда, легко устраняется, если тщательно продумать порядок создания плоских видов. Однако все равно неудобно, когда ошибочно созданные слои не удается удалить, хотя они в общем-то и не мешают дальнейшей работе.
- ❑ Поверхности создаются в виде комбинации плоских многоугольных сетей, грани которых плоские (например, в Mechanical Desktop имеется возможность создания настоящих поверхностей), поэтому возникают проблемы с их визуализацией, а следовательно, и с выбором объектов. Трудно также передавать такие поверхности в другие приложения для последующего использования.
- ❑ Ограничены возможности редактирования поверхностей. AutoCAD имеет бедный набор инструментов для редактирования поверхностных объектов (например, невозможно создать круглые или прямоугольные отверстия в уже построенной поверхности. Команды TRIM (ОБРЕЗАТЬ), EXTEND (УДЛИНИТЬ), BREAK (РАЗОРВАТЬ), CHAMFER (ФАСКА) и FILLET (СОПРЯЖЕНИЕ) в этих случаях не работают. Приходится удалять поверхность, создавать отверстие, а затем плоскую поверхность вокруг него.
- ❑ AutoCAD не может создавать твердотельные модели, основанные на:
 - спиральных кривых;
 - скруглении граней объектов с переменным радиусом;
 - параметрическом моделировании (редактировании путем изменения размеров);
 - анимации тонированных изображений.

Эти возможности отсутствуют не случайно, т. к. в противном случае программа станет более требовательной к ресурсам компьютера.

Особенности интерфейса AutoCAD 2000

По сравнению с предыдущей версией AutoCAD R14, эта версия AutoCAD имеет 400 новых функций и усовершенствований. Ниже приведены основные из них.

- ❑ Многозадачная среда проектирования (Multiple Document Environment, MDE) — обработка нескольких рисунков в одном сеансе.
- ❑ Центр управления AutoCAD (AutoCAD DesignCenter) — просмотр и перетаскивание компонентов из любых рисунков, открытых или закрытых, а также расположенных на удаленных дисках, в текущий рисунок AutoCAD.

- ❑ Новая команда QDIM (ВРАЗМЕР) — быстрое автоматическое нанесение размеров для выбранного объекта.
- ❑ Привязка (AutoSnap) / автоотслеживание (AutoTrack) — проектирование и редактирование без необходимости выполнять вспомогательные геометрические построения.
- ❑ Частичное открытие файлов (Partial Open) — открытие и редактирование рисунка и внешних ссылок пофрагментно.
- ❑ Частичная подгрузка файлов (Partial Load) — динамическая загрузка отдельных частей рисунка и внешних ссылок в процессе работы.
- ❑ Динамическая визуализация объектов (3M Orbit) — вращение и изменение масштаба тонированных и каркасных моделей в реальном времени.
- ❑ Множество активных рабочих плоскостей в видовых экранах — возможность присвоения каждому видовому экрану своей пользовательской системы координат.
- ❑ Редактирование внешних ссылок по месту их вставки.
- ❑ Менеджер свойств объектов (Property Manager) — просмотр и изменение практически всех свойств объекта в диалоговом окне.
- ❑ Расширенные возможности адаптации — создание приложений с помощью ObjectARX API, ActiveX Automation API и на языке AutoLISP в интегрированной среде разработок Visual LISP.
- ❑ Расширенный доступ к удаленным ресурсам. Доступ к Web-страницам с помощью простого браузера из диалоговых окон для сохранения, открытия и вызова рисунков.
- ❑ Новое диалоговое окно просмотра.
- ❑ Глобальный поиск и замена по тексту.
- ❑ Редактирование объектов в различных режимах визуализации, включая каркасные модели и тонирование по Гуро.
- ❑ Значительное увеличение скорости сохранения рисунков, создания блоков и редактирования объектов.
- ❑ Расширенные возможности для вывода рисунков на печать.

Особенности интерфейса AutoCAD 2002

По сравнению с AutoCAD 2000 новая версия не претерпела существенных изменений с точки зрения пространственного моделирования. Отметим некоторые полезные изменения, которые в какой-то мере используются при работе в пространстве.

- ❑ Ассоциативность размеров. Вслед за изменением геометрии объекта после его редактирования автоматически изменяются и его размеры. Выноски также ассоциативны.

- ❑ Простановка ассоциативных размеров в пространстве листа. Можно предоставлять размеры в пространстве модели на компоновке без последующей корректировки масштаба размеров и создания специального слоя для размерного текста.
- ❑ Новые возможности для использования и редактирования атрибутов. Добавлен Менеджер атрибутов блоков и Мастер извлечения атрибутов блоков, которые значительно упрощают работу с атрибутами.
- ❑ Расширение возможностей хранения данных в электронных файлах с расширением DWF. Эта технология позволяет автоматически включать в рисунок шрифты, файлы внешних ссылок и растровых изображений, связанных с ним.
- ❑ Изменение диалогов команд создания полярных и прямоугольных массивов. Команды имеют диалоговые окна, облегчающие настройку создания объектов в виде массивов.
- ❑ Возможность автоматического генерирования Web-страниц в формате HTML с использованием форматов сжатых растровых изображений непосредственно из AutoCAD.
- ❑ Возможность переноса документов из Web-сайта в текущий чертеж AutoCAD. Документ перетаскивается в чертеж по обычной технологии, используемой в Windows.
- ❑ Улучшен порядок выполнения команд построения радиусов сопряжения и создания фасок.

Требования к системе

Трехмерное моделирование требует максимального использования существующих ресурсов компьютера, поэтому в табл. В1 приводятся необходимые сведения, позволяющие подобрать компьютер с подходящими характеристиками, обеспечивающими оптимальную работу с пространственными моделями.

Таблица В1. Минимальные требования к аппаратному и программному обеспечению

№	Оборудование/ Программы	AutoCAD 2000	AutoCAD 2002
1	Операционная система	Windows 95, NT	Windows 98, NT
2	Процессор	Pentium 233	Pentium 233
3	ОЗУ	32 Мбайта	32 Мбайта
4	Видео	800 × 600 VGA, 256 цветов	800 × 600 VGA, 256 цветов

Таблица В1 (окончание)

№	Оборудование/ Программы	AutoCAD 2000	AutoCAD 2002
5	Жесткий диск	• 130 Мбайт для установки • 64 Мбайта для файлов подкачки • 50 Мбайт свободного пространства на системном диске	• 130 Мбайт для установки • 64 Мбайта для файлов подкачки • 60 Мбайт свободного пространства на системном диске
6	Устройство для работы	Мышь, трекбол или другое устройство	Мышь, трекбол или другое устройство
7	CD-ROM	С любой скоростью, требуется для установки программы	С любой скоростью, требуется для установки программы
8	Дополнительное оборудование	• Видеоадаптер, поддерживаемый Windows • Принтер или плоттер • Доступ к Интернету	• Видеокарта, совместимая с 3D Open GL • Принтер или плоттер • Доступ к Интернету
9	Web-браузер	Internet Explorer 3 или Netscape Navigator 3	Internet Explorer 5 или Netscape Navigator 4.5

Структура книги

Книга состоит из 11 тематических глав, предисловия, введения и списка использованных источников. Каждая глава завершается упражнениями, выполнение которых позволяет освоить изложенные в главе алгоритмы.

Глава 1. Ввод трехмерных координат

В этой главе описываются способы задания декартовых, цилиндрических и сферических координат, используемых при построении трехмерных моделей. Излагаются приемы работы с уровнем, высотой и пользовательской системой координат.

Глава 2. Каркасные модели

Описываются способы построения двухмерных объектов, помещенных в трехмерное пространство и состоящих из плоских линий, кривых и трехмерных полилиний. Объекты не имеют ни поверхности, ни объема, но позволяют создавать пространственные изображения после натягивания на них поверхностей.

Глава 3. Формирование поверхностных моделей

Построение сетей из четырехугольных ячеек по заданному массиву координат вершин, из плоских граней с тремя или четырьмя ребрами, из плоских граней с произвольным числом ребер. Построение поверхности соединения, сдвига, поверхности тела вращения и поверхности, заданной четырьмя кромками (поверхность Кунса). Построение типовых поверхностных фигур.

Глава 4. Просмотр трехмерных моделей

Изложены способы просмотра трехмерных моделей в AutoCAD: типовые и дополнительные направления проецирования (команда `VPOINT` (ТЗРЕНИЯ)), работа с трехгранником осей и компасом (команда `VPOINT` (ТЗРЕНИЯ)), быстрый переход к полному виду в плане (команда `PLAN` (ПЛАН)), использование инструмента **3D Orbit** (3М орбита) (новинка AutoCAD 2000), создание перспективных видов (команда `DVIEW` (ДВИД)).

Глава 5. Формирование типовых объемных тел

Твердые тела хранят информацию о своих объемных свойствах, таких как объем, момент инерции и центр масс. Их легче строить и редактировать, чем каркасные модели и сети. До операции подавления скрытых линий, раскрашивания или тонирования они имеют внешний вид, аналогичный каркасным, поэтому сначала рассматриваются способы управления отображением твердых тел на экране. Рассматриваются алгоритмы построения типовых объемных тел, тел вращения и создания тел при помощи выдавливания. Рассматриваются команды, позволяющие строить сложные тела.

Глава 6. Модифицирование и редактирование тел в пространстве

Модифицирование объектов в пространстве. Редактирование трехмерных тел. Модифицирование граней и ребер.

Глава 7. Использование AutoCAD DesignCenter для доступа к компонентам чертежа

Вызов AutoCAD DesignCenter (Центр управления AutoCAD) и назначение его инструментов. Работа с зоной структуры и палитрой. Открытие рисунков. Поиск содержимого. Вставка блоков, растровых изображений и внешних ссылок. Копирование блоков из рисунка в рисунок. Вставка элементов сторонних приложений. Копирование слоев из рисунка в рисунок. Работа с папкой Favorites (Избранное). Упрощение поиска рисунков и блоков.

Глава 8. Создание плоских видов из трехмерных моделей

В базовый комплект AutoCAD включены программы Solview, Soldraw и Solprof, которые помогают скомпоновать в пространстве листа чертежи трехмерной модели. Рассматриваются алгоритмы применения команды SOLVIEW (Т-ВИД) для размещения на бумаге видовых экранов, команды SOLDRAW (Т-РИСОВАНИЕ) для нанесения штриховки и формирования скрытых линий, команды SOLPROF (Т-ПРОФИЛЬ) для создания сечений. Описывается команда MVSETUP (ФОРМАТЛ), которая служит для согласованной настройки нескольких видовых экранов, расположенных в одном пространстве листа.

Глава 9. Именованные виды

Излагаются алгоритмы сохранения текущего и стандартного видов, восстановления именованного вида и удаления ненужного именованного вида. Рассматривается порядок загрузки именованного вида при открытии чертежа, а также порядок выбора именованного вида при создании сцены для тонирования.

Глава 10. Моделирование освещения и тонирование изображений трехмерных моделей

Способы представления трехмерных моделей. Удаление скрытых линий. Построение раскрашенных и тонированных изображений. Подготовка моделей для тонирования. Техника тонирования. Задание условий тонирования. Тонирование на фоне картинки. Тонирование и источники света. Тонирование с тенями. Основные принципы освещения. Установка источников света. Тонирование и материалы. Определение материалов. Работа с материалами, блоками и слоями. Наложение текстур. Импорт и экспорт материалов. Тонирование и сцены. Запись и чтение тонированных изображений. Печать тонированных изображений.

Глава 11. Работа с растровыми изображениями

Для черчения AutoCAD использует векторный формат. Рисунки присоединяются к чертежу, а не становятся его частью, AutoCAD запоминает путь к файлу рисунка. Поддерживаемые форматы файлов. Настройка скорости обработки изображений. Подрезка изображений. Присоединение рисунка. Вставка и масштабирование изображения. Менеджер рисунков. Изменение путей к изображениям. Присвоение имен изображениям. Редактирование изображений и их границ. Изменение положения изображений. Изменение масштабов, углов поворота и размеров изображений. Изменение цвета и прозрачности монохромных изображений. Регулировка яркости, контрастности и слияния с фоном.

Важные замечания

- ❑ Для сокращения объема книги основные операции черчения в пространстве представлены в виде алгоритмов с необходимыми пояснениями.
- ❑ Большинство команд AutoCAD могут вызываться по крайней мере пятью способами: из командной строки, с помощью меню, с помощью контекстного меню (активируемого правой кнопкой мыши), с помощью кнопки на панели инструментов и из экранного меню. При записи алгоритмов в книге вызов команд описывается в основном с помощью меню для англоязычной и русифицированной версий программы.
- ❑ Следует иметь в виду, что в русифицированной версии при вызове команд из командной строки можно пользоваться их англоязычными оригиналами, но в этом случае перед первым символом команды ставится символ подчеркивания.
- ❑ Все команды, опции, запросы и ответы в командной строке в книге выделены моноширинным шрифтом, системные переменные — **полужирным**.
- ❑ Материал книги основывается на последней версии программы AutoCAD 2002. Нужно отметить, что она не претерпела существенных изменений с точки зрения черчения в пространстве по сравнению с предыдущими версиями AutoCAD 2000 и 2000i. Книга может применяться пользователями обеих версий. Эта особенность программы и нашла отражение в ее заголовке.
- ❑ Пользователям других версий программы рекомендуется ознакомиться с особенностями интерфейса программ AutoCAD 2000 и 2002, приведенными выше. В конце концов, для вызова команд в нашем распоряжении всегда имеется командная строка и экранное меню. Алгоритмы построения пространственных объектов так и останутся алгоритмами в любой

версии. В наилучшем положении окажутся пользователи AutoCAD версии R14, для которых корректировка алгоритмов и вызова команд пройдет вообще безболезненно. Кроме того, можно для себя создать нужные панели инструментов и работать с ними. Те, кто работает с AutoCAD, знают, насколько он универсален и легко адаптируем к любым требованиям вне зависимости от версии.

- ❑ Дизайнерам, а также тем, кто собирается создавать рекламные и презентационные материалы, рекомендуется пользоваться AutoCAD не ниже версии R14, а еще лучше — не ниже AutoCAD 2000.

Теперь мне остается только пожелать вам успешной работы, и, если приведенные ниже упражнения не заинтересуют вас, сразу же переходите к освоению очень важного для работы в пространстве материала *главы 1*.

Упражнения

Упражнение 1. Создание ярлыка AutoCAD на рабочем столе

Для создания ярлыка программы на рабочем столе вашего компьютера необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Щелкнуть правой кнопкой мыши на свободном поле рабочего стола Windows.
2. В контекстном меню выбрать: **New | Shortcut** (Создать | Ярлык).
3. В диалоговом окне **Create Shortcut** (Создание ярлыка) нажать кнопку **Browse** (Обзор).
4. В диалоговом окне **Browse** (Обзор) выбрать папку, в которую был установлен AutoCAD, например, Program Files\ AutoCAD2002, и нажать кнопку **ОК**.
5. Выбрать файл acad.exe и нажать кнопку **Open** (Открыть).
6. Вернуться на рабочий стол, где появится новый ярлык.

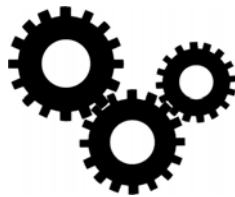
Упражнение 2. Создание папки UPRAGN на диске C:

1. Открыть окно с папками на диске C: **My Computer** (Мой компьютер | C:).
2. Щелкнуть правой кнопкой мыши на свободном поле окна (C:).

3. Из курсорного меню выбрать: **New | Folder** (Создать | Папку).
4. Заменить имя папки **New Folder** (Новая папка) на **UPRAGN** и вернуться на рабочий стол.

Упражнение 3. Автоматическая загрузка AutoCAD после включения компьютера

1. Войти в папку **Start Up** (Автозагрузка), для этого надо щелкнуть правой кнопкой мыши на кнопке **Start** (Пуск) панели Windows и в контекстном меню выбрать **Open** (Открыть), далее выбрать **Programs | Start Up** (Программы | Автозагрузка).
2. В папке **Start Up** (Автозагрузка) создать ярлык AutoCAD2002 или перетащить его копию с рабочего стола Windows.



Глава 1

Ввод трехмерных координат

В этой главе описываются способы задания декартовых, цилиндрических и сферических координат, используемых при построении трехмерных моделей. Излагаются приемы работы с уровнем, высотой и пользовательской системой координат. Для ввода координат точек объектов используется клавиатура, дигитайзер или мышь. Однако дигитайзер и мышь позволяют вводить координаты на плоскости, поэтому для ввода третьей координаты (по оси Z) обычно используются объектные привязки. Наиболее часто точки объектов определяются при помощи декартовой системы координат.

1.1. Декартовые координаты

При работе в пространстве используется правая декартовая система координат, а направление осей координат определяется по правилу правой руки (рис. 1.1).

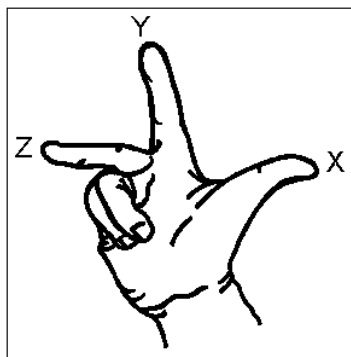


Рис. 1.1. Правило правой руки

Значения координат точек указываются в мировой системе координат WCS (МСК) (рис. 1.2) или в пользовательской системе координат UCS (ПСК). При создании нового рисунка по умолчанию текущей системой координат

всегда является МСК: ось X направлена горизонтально вправо вдоль поверхности экрана монитора, ось Y вертикально вверх, а ось Z перпендикулярно плоскости XY (перпендикулярно плоскости экрана монитора по направлению к пользователю). Декартовы координаты точек могут быть абсолютными и относительными.

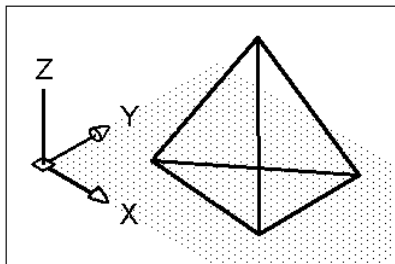


Рис. 1.2. Мировая система координат

Абсолютные координаты

Абсолютные координаты отсчитываются от начала текущей системы координат и указывают, на сколько единиц задаваемая точка отстоит от него по оси X , по оси Y и по оси Z . Значения проекций печатаются в командной строке через запятую.

Замечание

Повторное нажатие клавиши <Enter> позволяет ввести последние координаты, заданные в предыдущей команде.

В AutoCAD в качестве десятичного разделителя в записи вещественного числа всегда используется точка.

Пример 1.1

Запись 3.28,6.41,8.0 соответствует координатам $X = 3.28$; $Y = 6.41$; $Z = 8.0$.

Относительные координаты

Этот способ ввода координат точек применяется в том случае, когда известно смещение точки относительно предыдущей. При этом сначала вводится символ @, а за ним — значения смещений. Если нужно задать точку с нулевым смещением по оси Z , то координата Z может быть опущена при вводе с клавиатуры, и в командной строке достаточно ввести только смещения по осям X и Y , а затем нажать клавишу <Enter>. Так, если ввести @6,8, а затем нажать клавишу <Enter>, то новая точка будет смещена относительно

предыдущей на $\Delta X = 6$, $\Delta Y = 8$, $\Delta Z = 0$. Для задания смещения только по оси Z следует ввести $\Delta X = 0$, $\Delta Y = 0$, т. е., например, @0,0,7.

Пример 1.2

Запись @-2.3,4.2,8.61 соответствует смещениям по осям координат от последней точки на $\Delta X = -2.3$, $\Delta Y = 4.2$, $\Delta Z = 8.61$.

Замечание

Ввод символа @ и нажатие клавиши <Enter> после запроса команды на ввод новой точки позволяет ввести координаты, заданные в предыдущей точке.

Координатные фильтры

Координатные фильтры позволяют сформировать координаты новой точки по координатам точек, уже построенных на рисунке. Обычно фильтры используются с объектными привязками (см. раздел 1.6). Координатные фильтры активизируются из командной строки или из контекстного меню (рис. 1.3), вызываемого правой кнопкой мыши при нажатой клавише <Shift>.

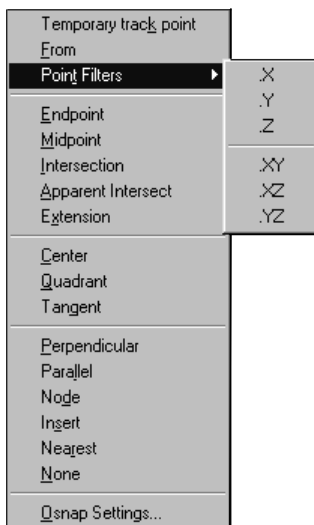


Рис. 1.3. Контекстное меню для вызова координатных фильтров

Фильтры используются во время выполнения команды, когда запрашивают координаты новой точки. Координаты новой точки берутся как одна или две координаты уже построенной точки, и затем задаются недостающие координаты.

Так, например, запись `.x` в командной строке фильтрует координату X. AutoCAD запросит указать координату X точки, которая задает фильтруемую координату. Обычно она указывается объектной привязкой. Затем будут запрошены недостающие координаты Y и Z. Допустимые значения фильтров в AutoCAD: `.x`, `.y`, `.z`, `.xy`, `.xz`, `.yz`. Освоение особенностей использования координатных фильтров удобнее рассмотреть на конкретных примерах.

Пример 1.3

Построение пирамиды из отрезков (рис. 1.4).

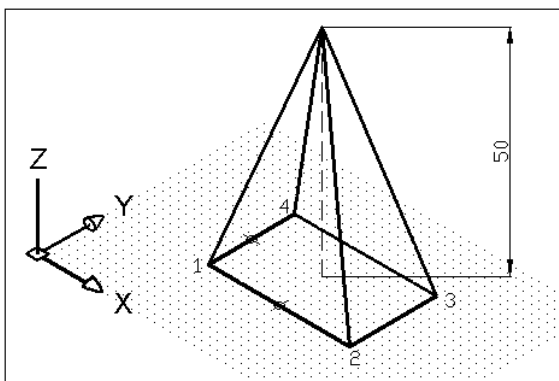


Рис. 1.4. Построение пирамиды из отрезков

Сначала нарисует основание пирамиды 1-2-3-4 в плоскости XY с использованием команды `LINE` (ОТРЕЗОК).

Для построения ребра, соединяющего угол основания и вершину пирамиды на высоте $Z = 50$ от ее основания, воспользуемся следующей последовательностью исполнения команд программы:

1. Выбрать в меню **Draw | Line** (Рисование | Отрезок).
2. На запрос `Specify first point` (Первая точка): в командной строке ввести с клавиатуры `.x` и нажать клавишу `<Enter>`.
3. На запрос в командной строке `of` указать привязкой середину отрезка 1-4 (информацию о работе с привязками см. в *алгоритме 1.13* и *1.14*) (рис. 1.4).
4. Далее на запрос в командной строке `of (need yz)` (требуется YZ) ввести `.y` и нажать клавишу `<Enter>`.
5. Затем в командной строке `of` указать привязкой середину отрезка 1-2.
6. И, наконец, на запрос в командной строке `of (need z)` (требуется Z) ввести высоту 50 и нажать клавишу `<Enter>`.

В командной строке последует запрос на ввод следующей точки `Specify next point` (Следующая точка), на что следует указать привязкой любую точку на вершине основания.

7. Запрос `Specify next point` (Следующая точка) повторяется до нажатия клавиши `<Enter>`, чем завершается ввод точек.

Остальные ребра строятся командой `LINE` (ОТРЕЗОК) с помощью объектных привязок. AutoCAD использует слово `of` для запроса фильтруемой координаты, а после ее ввода для подсказки о необходимости ввода оставшихся координат.

Рассмотрим еще пример, в котором координаты точки необходимо определить в процессе выполнения команды.

Пример 1.4

Определение центра сферы, расположенного в центре параллелепипеда (рис. 1.5).

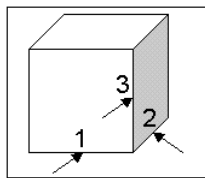


Рис. 1.5. Определение центра сферы в середине параллелепипеда

1. В меню выбрать **Draw | Solids | Sphere** (Рисование | Тела | Шар).
2. На запрос в командной строке `Specify center of sphere <0,0,0>` (Центр шара `<0,0,0>`) ввести `.X` и нажать клавишу `<Enter>`.
3. На запрос в командной строке `of` указать привязкой середину отрезка в точке 1.
4. Далее на запрос в командной строке `of (need YZ)` (требуется YZ) ввести `.Y` и нажать клавишу `<Enter>`.
5. На запрос в командной строке `of` указать привязкой середину отрезка в точке 2.
6. Далее на запрос в командной строке `of (need Z)` (требуется Z) ввести `.Z` и нажать клавишу `<Enter>`.
7. На запрос в командной строке `of` указать привязкой середину отрезка в точке 3.
8. На последний запрос в командной строке `Specify radius of sphere or [Diameter]` (Радиус шара или [Диаметр]) ввести нужное значение радиуса (или диаметра по опции команды `D` (Д)) и нажать клавишу `<Enter>`.

1.2. Цилиндрические координаты

Цилиндрические координаты имеют формат: $D < \varphi, Z$. Фактически это полярные координаты, к которым добавлена координата Z . Координаты определяют расстояние D от начала координат до проекции точки на плоскость XY , угол φ — угол между осью X и радиус-вектором проекции точки на плоскость XY , расстояние Z от точки до плоскости XY . Между координатами D и φ ставится знак меньше ($<$). По умолчанию в AutoCAD положительное направление углов отсчитывается против часовой стрелки. Для задания направления по часовой стрелке от нулевого следует указывать отрицательные значения угла. Изменить направление отсчета углов для текущего рисунка можно при помощи диалогового окна **Drawing units** (Единицы рисунка) (рис. 1.6), выбрав пункт меню **Format | Units** (Формат | Единицы), в котором нужно установить флажок **Clockwise** (По часовой стрелке).

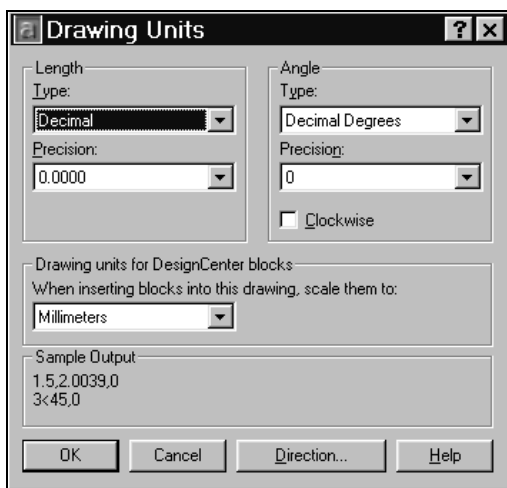


Рис. 1.6. Диалоговое окно **Drawing units**

Абсолютные цилиндрические координаты

При вводе абсолютных цилиндрических координат расстояние D измеряется в плоскости XY и отсчитывается от начала текущей системы координат до проекции точки, а угол отсчитывается от оси X против часовой стрелки в правой системе координат (рис. 1.7).

Пример 1.5

Запись $80<60,6$ соответствует $D = 80$, $\varphi = 60^\circ$, $Z = 6$.

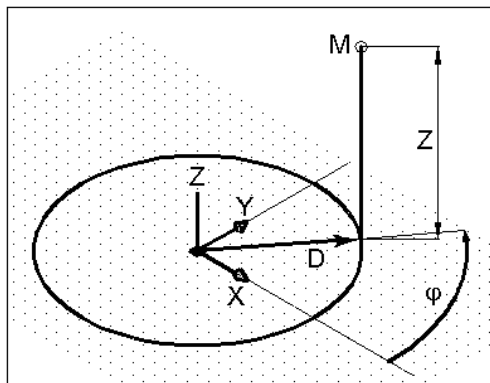


Рис. 1.7. Абсолютные цилиндрические координаты

Относительные цилиндрические координаты

В случае относительных цилиндрических координат координаты точки задаются через смещения по осям X и Z относительно предыдущей точки, а угол отсчитывается, как и в случае абсолютных координат, в плоскости XY между осью X и проекцией отрезка, соединяющего новую и предыдущую точки на плоскости XY (рис. 1.8).

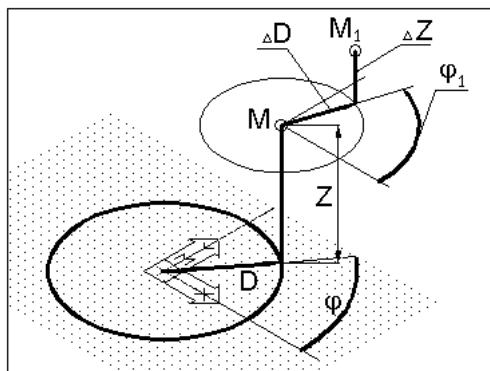


Рис. 1.8. Относительные цилиндрические координаты

Пример 1.6

Запись $@8<60,5$ определяет точку, находящуюся на расстоянии от начала координат до проекции на плоскость XY на 8 единиц больше, чем последняя указанная точка (а не от начала UCS (ПСК)), под углом 60° к оси X и смещением по оси Z , равным 5.

1.3. Сферические координаты

Абсолютные сферические координаты точки определяются ее расстоянием от начала текущей UCS (ПСК), углом к оси X в плоскости XY и углом к плоскости XY . Все координаты разделяются знаком меньше ($<$). Таким образом, сферические координаты имеют формат: $R < \varphi < \psi$ (рис. 1.9). Для абсолютных координат расстояние — это длина вектора, соединяющего начало координат и рассматриваемую точку. В случае относительных координат это длина отрезка, соединяющего новую и предыдущую точки. Сферические координаты могут быть абсолютными и относительными. Для относительных координат добавляется символ @.

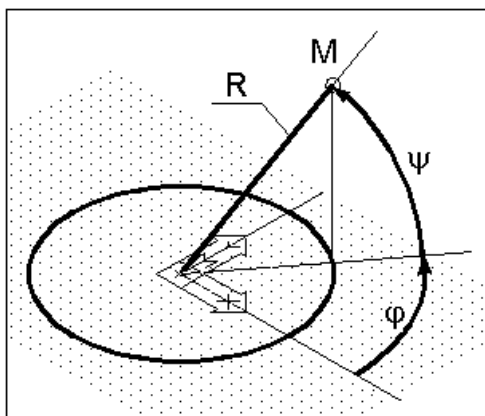


Рис. 1.9. Абсолютные сферические координаты

1.4. Создание пользовательской системы координат

Все координаты точек объектов при вводе и выводе определяются от начала текущей UCS (User Coordinat System или ПСК — Пользовательской системы координат). Плоские рисунки выполняются в плоскости, параллельной или совпадающей с плоскостью XY текущей системы координат. Расстояние по оси Z от начала координат до плоскости, в которой выполняется черчение, называется уровнем. Значение текущего уровня, установленного командой `ELEV` (УРОВЕНЬ), не изменяется при переходе к другой пользовательской системе координат.

Пользовательскую систему координат можно создать, воспользовавшись одним из следующих пунктов меню **Tools** | **New UCS** (Сервис | Новая ПСК) (рис. 1.10):

❑ **World** (Мировая СК) — совмещение ПСК с мировой системой координат;

- ❑ **Object** (Объект) — совмещение ПСК с существующим объектом;
- ❑ **Face** (Грань) — совмещение плоскости ПСК с гранью трехмерного твердотельного объекта;
- ❑ **View** (Вид) — размещение новой ПСК параллельно текущему виду с началом в текущей ПСК;
- ❑ **Origin** (Начало) — созданием ПСК, параллельно текущей, но с новым началом координат;
- ❑ **Z Axis Vector** (Z ось) — указание новой точки начала на положительном участке оси Z;
- ❑ **3 Point** (3 точки) — создание новой ПСК по трем точкам;
- ❑ **X, Y или Z** — поворот ПСК вокруг любой из осей координат;
- ❑ **Apply** (Применить) — применение текущей ПСК к выбранному видовому экрану.

Или можно выбрать стандартную ПСК из предоставленного списка (в этом случае используется пункт меню **Tools | Orthographic UCS** (Сервис | Ортогональные ПСК)).

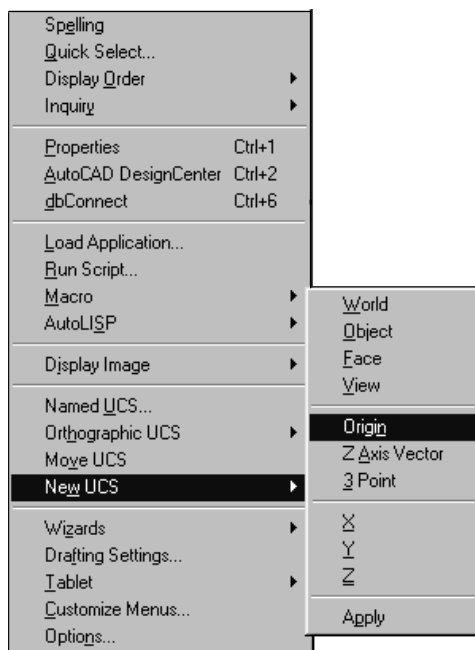


Рис. 1.10. Меню для создания новой пользовательской системы координат

Алгоритм 1.1. Перемещение начала координат

1. Выбрать в меню **Tools | New UCS | Origin** (Сервис | Новая ПСК | Начало).
2. Указать новую точку начала координат.
3. Аналогичная операция выполняется с помощью пункта меню **Tools | Move UCS** (Сервис | Перенести ПСК).

Алгоритм 1.2. Перемещение плоскости XY

1. Выбрать в меню **Tools | New UCS | 3 Point** (Сервис | Новая ПСК | 3 точки).
2. Указать точку нового начала координат.
3. Указать следующую точку на положительном участке будущей оси X.
4. Указать третью точку на положительном участке будущей оси Y.

Алгоритм 1.3. Сохранение ПСК

1. Выбрать в меню **Tools | Named UCS** (Сервис | Именованные ПСК).
2. На вкладке **Named UCSs** (Именованные ПСК) диалогового окна **UCS** (ПСК) (рис. 1.11) выбрать элемент списка **Unnamed** (Без имени), щелкнув по нему левой кнопкой мыши, и ввести имя пользовательской системы координат. Ввод имени завершается нажатием клавиши <Enter>.

Восстановление ранее сохраненной ПСК осуществляется в этом же окне с помощью кнопки **Set Current** (Установить).

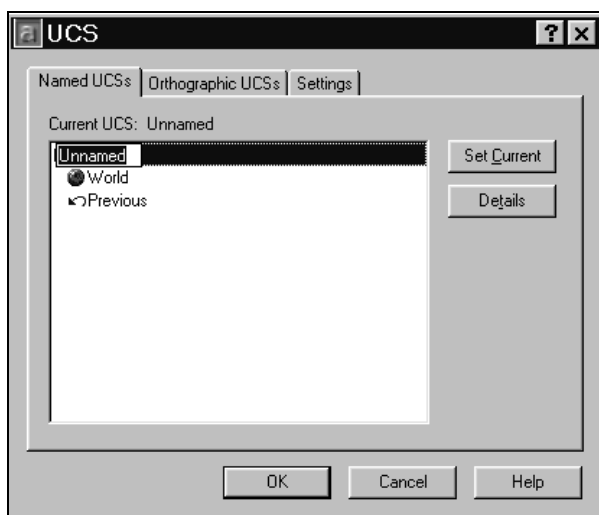


Рис. 1.11. Диалоговое окно **UCS**, вкладка **Named UCSs**

Алгоритм 1.4. Возврат к WCS (МСК)

1. Выбрать в меню **Tools | Named UCS** (Сервис | Именованные ПСК).
2. В диалоговом окне **UCS (ПСК)** на вкладке **Named UCSs** (Именованные ПСК) выбрать элемент списка **World** (Мировая СК).
3. Нажать кнопку **Set Current** (Установить), а затем кнопку **ОК** для выхода из диалогового окна.

Алгоритм 1.5. Управление ПСК из командной строки

Этот способ является наиболее универсальным, так как содержит в себе все способы управления ПСК, включая и те, которые выведены в меню.

1. В командной строке ввести команду: **UCS (ПСК)** и нажать клавишу **<Enter>**. Появится следующий запрос со списком опций команды:
Enter an option [New / Move / orthoGraphic / Prev / Restore / Save / Del / Apply / ? / World] <World> (Задайте опцию [Новая / Перенести / Ортогональная / предыдущая / Восстановить / Сохранить / Удалить / применить / ? / Мир] <Мир>), где
 - New (Новая) — создать новую ПСК;
 - Move (Перенести) — перенести начало ПСК;
 - orthoGraphic (Ортогональная) — установить одну из шести ортогональных ПСК;
 - Prev (предыдущая) — сделать предыдущую ПСК текущей;
 - Restore (Восстановить) — заменить текущую ПСК на записанную ранее;
 - Save (Сохранить) — сохранить текущую ПСК;
 - Del (Удалить) — удалить одну или более записанных систем;
 - Apply (применить) — установить текущую ПСК для активного видового экрана;
 - ? — вывести список имен сохраненных ПСК;
 - World (Мир) — установить текущую ПСК, эквивалентную МСК.
2. Выбрать нужную опцию команды из списка, приведенного в командной строке, ввести прописные буквы, указанные в этой опции, нажать клавишу **<Enter>** и далее отвечать на запросы программы, выводимые последовательно в командной строке.

Алгоритм 1.6. Ориентация ПСК по объекту чертежа

При ориентации ПСК по объекту создается новая система координат с плоскостью ХУ, совпадающей с плоскостью объекта. В качестве начала

координат используется первая характерная точка объекта, а направление оси X определяется по второй характерной точке объекта. Плоскость XY параллельна плоскости XY текущей ПСК, если объект не определяет плоскость (например, отрезок или точка).

1. Выбрать в меню **Tools | New UCS | Object** (Сервис | Новая ПСК | Объект).
2. Указать объект, с которым совмещается ПСК. Направление оси X новой ПСК зависит от выбранного объекта (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Ориентация ПСК после выбора объекта чертежа

Объект	Ориентация ПСК
Отрезок	Ближайшая к указанной конечная точка становится началом координат. Ось X направляется вдоль отрезка
Двухмерная полилиния	Ближайшая к указанной конечная точка становится началом координат. Ось X располагается вдоль первого сегмента полилинии
Размер	Начало координат помещается в середину размерного текста. Ось X параллельна оси X, которая использовалась при вводе размера
Текст	Начало координат помещается в точку вставки, а ось X выравнивается по углу поворота текста. То же справедливо по отношению к атрибутам
Блок	Начало координат помещается в точку вставки, а ось X выравнивается по углу поворота блока
Круг	Начало координат размещается в центре круга, а ось X выравнивается по указанной точке
Дуга	Начало координат размещается в центре круга, а ось X выравнивается по конечной точке, ближайшей к выбранной
Точка	Начало координат — в этой точке. Направление оси X заранее определить трудно
Фигура	Начало координат устанавливается в первую из определенных точек, а ось X выравнивается по первой и второй точкам фигуры
Трехмерная плоская грань	Начало координат помещается в первую из определенных точек, ось X выравнивается по первым двум точкам. Ось Y выравнивается по первой и четвертой точкам. Плоскость XY новой ПСК может не быть параллельна плоскости XY предыдущей ПСК

Алгоритм 1.7. Удаление ПСК

1. Выбрать в меню **Tools | Named UCS** (Сервис | Именованные ПСК).

2. В диалоговом окне **UCS (ПСК)** на вкладке **Named UCSs (Именованные ПСК)** выбрать из списка удаляемую ПСК и нажать клавишу .
3. Нажать кнопку **ОК** в диалоговом окне для завершения операции удаления ПСК и выхода из диалогового окна.

Алгоритм 1.8. Установка стандартной ортогональной ПСК

1. Выбрать в меню **Tools | Orthographic UCS | Preset** (Сервис | Ортогональные ПСК | Стандартные ПСК).
2. В диалоговом окне **UCS (ПСК)** на вкладке **Orthographic UCSs (Ортогональные ПСК)** выбрать ПСК из списка.
3. Щелкнуть правой кнопки мыши на имени ПСК и выбрать из контекстного меню пункт **Depth** (Глубина) для задания глубины по оси Z (рис. 1.12). Глубина — это расстояние между плоскостью XY ортогональной ПСК и параллельной ей плоскостью, проходящей через начало базовой системы координат. Параллельная плоскость может совпадать с плоскостью XY, YZ или XZ базовой системы координат.
4. В диалоговом окне **Depth UCS** (Глубина ортогональной ПСК) задать значение глубины по оси Z, а затем нажать кнопку **ОК** для выхода из диалоговых окон.

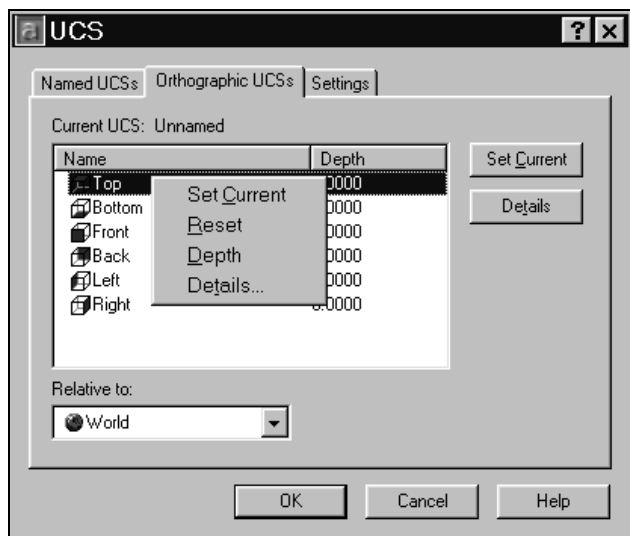


Рис. 1.12. Диалоговое окно **UCS**, вкладка **Orthographic UCSs**

Алгоритм 1.9. Назначение ПСК видовому экрану

Этот алгоритм применяется при работе с несколькими непересекающимися видовыми экранами. В каждом из видовых экранов может быть установлена собственная система координат.

1. Щелкнуть левой кнопкой мыши в пределах поля видового экрана и сделать его текущим.
2. Выбрать в меню **Tools | Named UCS** (Сервис | Именованные ПСК).
3. В диалоговом окне **UCS (ПСК)** на вкладке **Named UCSs** (Именованные ПСК) выбрать элемент списка с именем нужной ПСК и нажать кнопку **Set Current** (Установить).
4. Нажать кнопку **ОК** в этом диалоговом окне для выхода.

Алгоритм 1.10. Сохранение текущей ПСК на видовом экране

1. Щелкнуть левой кнопкой мыши в пределах поля видового экрана и сделать его текущим.
2. Выбрать в меню **Tools | Named UCS** (Сервис | Именованные ПСК), а затем в диалоговом окне **UCS (ПСК)** открыть вкладку **Settings** (Режимы).
3. Установить флажок **Save UCS with viewport** (Сохранять ПСК с ВЭкраном) и нажать кнопку **ОК** для последовательного выхода из диалогового окна.

1.5. Пиктограммы ПСК

Пиктограмма ПСК представляет собой знак (+) в начале координат текущей ПСК, если плоскость XY совпадает с плоскостью экрана монитора. AutoCAD размещает пиктограмму в левом нижнем углу графической зоны и убирает знак (+), если начало координат находится вне границ этой зоны. Пиктограмма видоизменяется в зависимости от ориентации ПСК, причем пиктограмма в виде сломанного карандаша указывает на то, что плоскость XY параллельна направлению взгляда. В AutoCAD 2002 появилась возможность управлять типом изображения и размерами пиктограммы при помощи диалогового окна **UCS Icon** (Знак ПСК) (рис. 1.13).

Алгоритм 1.11. Включение и отключение пиктограммы ПСК

1. Выбрать в меню **View | Display | UCS Icon** (Вид | Отображение | Пиктограмма ПСК).
2. Для переключения состояния видимости пиктограммы установить или снять флажок напротив пункта меню **ON** (Вкл.).

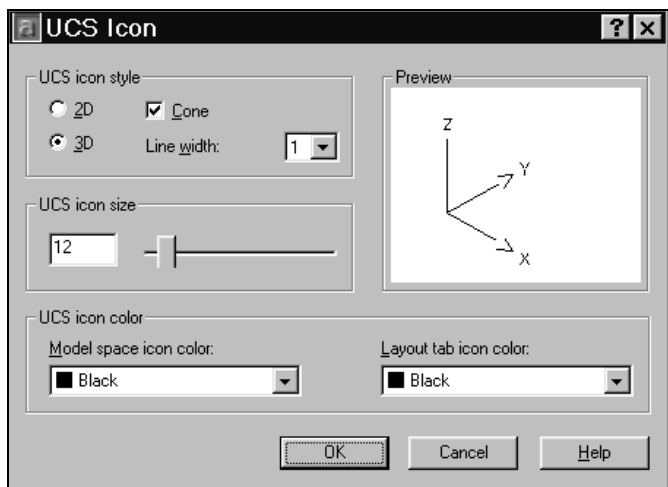


Рис. 1.13. Диалоговое окно **UCS Icon**

В этом же меню можно поместить пиктограмму в начало координат, установив флажок напротив пункта меню **Origin** (Начало).

Алгоритм 1.12. Настройка изображения пиктограммы ПСК

1. Выбрать в меню **View | Display | UCS Icon** (Вид | Отображение | Пиктограмма ПСК).
2. Для настройки выводимого в графической зоне чертежа изображения пиктограммы ПСК выбрать пункт меню **Properties** (Свойства).
3. В появившемся диалоговом окне **UCS Icon** (Пиктограмма ПСК) (рис. 1.13) выбрать плоскую или трехмерную пиктограмму ПСК и настроить ее размеры.

1.6. Объектные привязки

Привязка к точкам уже построенных объектов является одним из основных и эффективных средств работы с трехмерными чертежами. Она позволяет вводить координаты точек непосредственно в графической зоне экрана. Использование привязок к точкам уже построенных в пространстве объектов аналогично двумерному черчению. Исключение составляет привязка **Intersection** (Пересечение), которая на пространственных видах не работает. Следует иметь в виду также, что привязка к точкам уже построенных объектов возможна только во время исполнения команды, когда программа запрашивает координаты следующей точки.

Ниже приводятся описания кнопок на панели инструментов **Object Snap** (Объектная привязка) (рис. 1.14), которые позволяют привязываться к наиболее характерным точкам объектов.

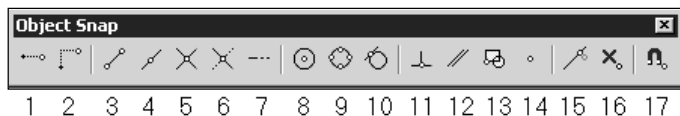


Рис. 1.14. Панель инструментов **Object Snap**

1. **Temporary Tracking Point** (Точка отслеживания) — создание временной точки отслеживания для использования режимами объектной привязки.
2. **Snap From** (Смещение) — привязка к точке, смещенной от указанной базовой точки на заданное расстояние.
3. **Snap to Endpoint** (Конточка) — привязка к ближайшей конечной точке объекта.
4. **Snap to Midpoint** (Середина) — привязка к середине объекта.
5. **Snap to Intersection** (Пересечение) — привязка к пересечению двух объектов.
6. **Snap to Apparent Intersection** (Кажущееся пересечение) — привязка к кажущемуся пересечению двух объектов.
7. **Snap to Extension** (Продолжение линии) — привязка к воображаемому продолжению дуги или отрезка.
8. **Snap to Center** (Центр) — привязка к центру дуги, эллиптической дуги, эллипса или окружности.
9. **Snap to Quadrant** (Квадрант) — привязка к точке квадранта дуги, эллиптической дуги, эллипса или окружности.
10. **Snap to Tangent** (Касательная) — привязка по касательной к дуге, эллиптической дуге, эллипсу, окружности или сплайну.
11. **Snap to Perpendicular** (Нормаль) — привязка к точке на перпендикуляре к объекту.
12. **Snap to Parallel** (Параллельно) — привязка параллельно выбранному отрезку.
13. **Snap to Insert** (Точка вставки) — привязка к точке вставки объекта (например, текста, блока или атрибута).
14. **Snap to Node** (Узел) — привязка к объекту-точке.
15. **Snap to Nearest** (Ближайшая) — привязка к ближайшей точке на объекте.
16. **Snap to None** (Ничего) — подавление текущих режимов привязки для данного запроса программы.
17. **Object Snap Settings** (Режимы объектной привязки) — установка текущих режимов объектной привязки.

Алгоритм 1.13. Разовая привязка к точке

Этот алгоритм позволяет активизировать привязку к выбранной точке чертежа в момент выполнения команды только на один раз.

1. После запроса команды о вводе новой точки необходимо, удерживая клавишу <Shift>, нажать правую кнопку мыши.
2. Выбрать из появившегося контекстного меню (рис. 1.15) нужный способ привязки.
3. Перемещая курсор около точки привязки, дождаться появления символа выбранной привязки и нажать левую кнопку мыши. Далее продолжить выполнение команды.

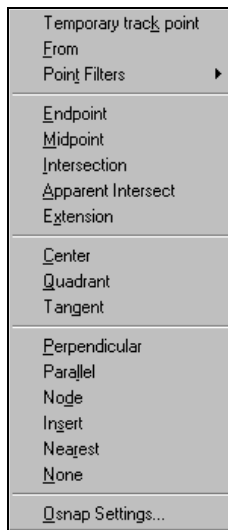


Рис. 1.15. Контекстное меню разовой привязки

Алгоритм 1.14. Постоянная привязка

1. Выбрать в меню **Tools | Drafting Settings** (Сервис | Режимы рисования).
2. В появившемся диалоговом окне **Drafting Settings** (Режимы рисования) на вкладке **Object Snap** (Объектная привязка) выбрать необходимые режимы привязки, установив около них флажки (рис. 1.16).
3. Нажать кнопку **ОК**, затем нажать клавишу <F3> или нажать с помощью мыши кнопку **OSNAP** (ПРИВЯЗКА) в строке состояния для активизации установленных режимов привязки. Теперь программа при выполнении любой команды автоматически привязывается к точкам объектов в соответствии с установленными режимами привязки.



Рис. 1.16. Диалоговое окно **Drafting Settings**

1.7. Ручки

Как и при плоском черчении, ручки являются эффективным способом редактирования пространственных моделей. Они используются для быстрого выполнения наиболее часто используемых операций редактирования. При редактировании ручками выбор объекта производится до начала операции редактирования. В опорных точках объекта появляются прямоугольники синего цвета — ручки. Затем следует выбрать ручку, которая используется в качестве базовой. После этого циклически, последовательным нажатием клавиши <Пробел> или <Enter>, выбирается один из режимов ручек в следующем порядке: **Stretch** (Растянуть), **Move** (Перенести), **Rotate** (Повернуть), **Scale** (Масштаб) или **Mirror** (Зеркало). Можно эти же режимы выбирать из контекстного меню, которое вызывается при помощи правой кнопки мыши. Однако при модификации трехмерных объектов, в отличие от плоского черчения, ручки нельзя использовать для вытягивания тел. Технология применения ручек одинаковая при выполнении всех команд, поэтому рассмотрим в качестве примера один из наиболее часто используемых алгоритмов перемещения тел в пространстве при помощи ручек.

Алгоритм 1.15. Перемещение тел при помощи ручек

1. Щелкнуть левой кнопкой мыши на перемещаемом объекте для активизации ручек, которые появятся в его опорных точках.
2. Выбрать ручку, которая в дальнейшем будет приниматься в качестве базовой точки, т. е. щелкнуть левой кнопкой мыши на ручке, при этом ручка изменит цвет с синего на красный.
3. Нажать правую кнопку мыши и из контекстного меню выбрать пункт меню **Move** (Перенести).
4. На запрос в командной строке о точке, в которую перемещается базовая точка перемещаемого объекта, указать ее разовой привязкой (из контекстного меню при нажатой клавише <Shift>).

1.8. Работа с уровнем и высотой

Уровень используется для черчения над или под плоскостью XY и позволяет задавать различные значения координате Z, в которой вычерчивается основание трехмерного объекта. Для вновь создаваемых объектов уровень устанавливается командой **ELEV** (УРОВЕНЬ) из командной строки. Вычерченными объектам высоту и уровень можно задать следующими двумя способами:

1. изменить значение **Thickness** (Высота) и **Elevation** (Уровень) в диалоговом окне **Properties** (Свойства), которое вызывается из меню **Modify | Properties** (Редакт | Свойства);
2. ввести в командной строке команду **ELEV** (УРОВЕНЬ), а затем в ответ на ее запросы задать нужные значения уровня и высоты для вновь создаваемых объектов.

Придание плоским объектам высоты позволяет создавать разнообразные поверхности с толщиной, равной толщине исходного объекта. Операция придания высоты плоскому объекту называется выдавливанием. При выдавливании строится поверхность, соответствующая контуру плоского объекта, а для получения объектов с торцевыми поверхностями можно воспользоваться следующими приемами:

- ☐ выдавливать круг для создания цилиндра;
- ☐ выдавливать полилинию с ненулевой шириной;
- ☐ выдавливать объекты, созданные командой **SOLID** (ФИГУРА).

Алгоритм 1.16. Присвоение высоты новым объектам

Если создается несколько объектов с одинаковой высотой, то ее можно задать до начала вычерчивания, воспользовавшись приведенным ниже алгоритмом.

1. Выбрать в меню **Format | Thickness** (Формат | Высота).

- На запрос в командной строке ввести с клавиатуры новое значение высоты и нажать клавишу <Enter>. Теперь все последующие объекты будут вычерчиваться с этой высотой до тех пор, пока ей не будет присвоено другое значение.

1.9. Панели инструментов и команды для работы с пользовательскими системами координат

При работе с ПСК полезны панели инструментов UCS (ПСК) (рис. 1.17) и UCS II (ПСК-2) (рис. 1.18).



Рис. 1.17. Панель инструментов UCS

Ниже перечислены операции, выполняемые программой при нажатии кнопок на панели инструментов UCS (ПСК):

1. **UCS (ПСК)** — управление пользовательскими системами координат;
2. **Display UCS Dialog** (Диалоговое окно ПСК) — управление пользовательскими системами координат при помощи диалогового окна UCS (ПСК);
3. **UCS Previous** (Предыдущая ПСК) — восстановление предыдущей ПСК;
4. **World UCS** (МСК) — совмещение текущей ПСК с Мировой СК;
5. **Object UCS** (ПСК Объект) — совмещение ПСК с выбранным объектом;
6. **Face UCS** (ПСК на грани) — совмещение плоскости ПСК с выбранной гранью трехмерного объекта;
7. **View UCS** (ПСК вид) — задание плоскости XY ПСК перпендикулярно направлению взгляда, т. е. параллельно плоскости видового экрана. Положение начала координат не изменяется;
8. **Origin UCS** (ПСК Начало) — задание новой ПСК путем перемещения начала текущей ПСК;
9. **Z Axis Vector UCS** (ПСК ZOсь) — задание ПСК по положительному направлению оси Z;
10. **3 Point UCS** (ПСК 3 точки) — задание новой ПСК по точке начала и положительным направлениям осей X и Y;
11. **X Axis Rotate UCS** (ПСК Повернуть вокруг X) — поворот текущей ПСК вокруг оси X;

- 12. **Y Axis Rotate UCS** (ПСК Повернуть вокруг Y) — поворот текущей ПСК вокруг оси Y;
- 13. **Z Axis Rotate UCS** (ПСК Повернуть вокруг Z) — поворот текущей ПСК вокруг оси Z;
- 14. **Apply UCS** (Применить ПСК) — применение текущей ПСК к указанному видовому экрану.

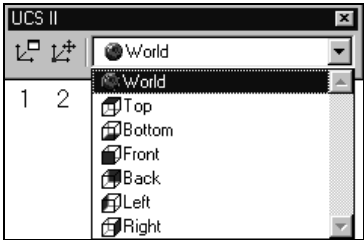


Рис. 1.18. Вспомогательная панель UCS II

На панели инструментов **UCS II** (ПСК-2) по умолчанию установлены только две кнопки и содержится выпадающий список для установки текущей ПСК. Установленные на ней кнопки активизируют выполнение следующих операций:

- 1. **Display UCS Dialog** (Диалоговое окно ПСК) — управление пользовательскими системами координат при помощи диалогового окна **UCS** (ПСК);
- 2. **Move UCS Origin** (Перенос начала ПСК) — перемещение начала текущей ПСК в произвольную точку или смещение плоскости XY ПСК вдоль оси Z.
- 3. Выпадающий список состоит из имен определенных в рисунке систем координат. Определение системы координат включает в себя ее имя, начало и направление осей. Если текущей ПСК еще не присвоено имя, то тогда в списке она имеет имя **Unnamed** (Без имени).

Основные операции с системами координат выполняются также при помощи команд (табл. 1.2), вызываемых из командной строки.

Таблица 1.2. Команды управления системой координат в трехмерном пространстве

№	Команда	Назначение команды
1	ELEV (УРОВЕНЬ)	Задание уровня и высоты выдавливания вновь создаваемых объектов
2	PLAN (ПЛАН)	Устанавливает вид в плане ПСК (View 3D Views Plan View) (Вид 3М виды Вид в плане)

Таблица 1.2 (окончание)

№	Команда	Назначение команды
3	UCSMAN (ДИСПСК)	Создание, переименование, восстановление, удаление, получение списка именованных систем координат, а также установка одной из именованных систем координат текущей
4	UCS (ПСК)	Определяет или переопределяет текущую ПСК (Tools New UCS) (Сервис Новая ПСК)
5	UCSICON (ЗНАКПСК)	Управляет отображением пиктограммы на экране (View Display UCS Icon) (Вид Отображение Пиктограмма ПСК)

1.10. Упражнение по работе с различными ПСК

Цели упражнения:

- ☐ изучить:
 - порядок настройки чертежа;
 - методы работы с различными ПСК;
 - метод построения произвольной кривой при помощи редактирования полилинии;
 - порядок создания оболочки из твердого тела;
- ☐ ознакомиться:
 - с операцией выдавливания для создания объемных моделей;
 - с типовыми способами просмотра пространственных моделей.

Поставленные цели упражнения решаются на примере создания модели фигурного стула с твердым сиденьем (рис. 1.19).

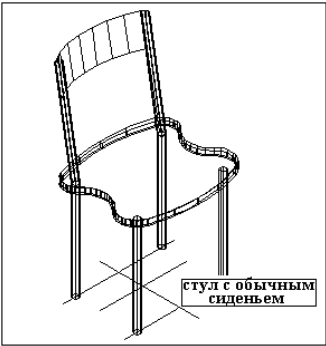


Рис. 1.19. Модель фигурного стула

Шаг 1. Построение вспомогательных линий

1. Выбрать метрические единицы измерения и установить точность 0.00, воспользовавшись командой **UNITS** (ЕДИНИЦЫ). Задать границы чертежа 20 на 20 командой **LIMITS** (ЛИМИТЫ) и шаг сетки 2 в диалоговом окне **Drafting Settings** (Режимы рисования) (**Tools | Drafting Settings** (Рисование | Режимы рисования)). Включить сетку, щелкнув на кнопке **GRID** (СЕТКА) в строке состояния.
2. Установить вид рисунка во весь экран: **View | Zoom | All** (Вид | Показать | Все).
3. Создать новый слой **CONSTR** с линией **Center** (Осевая) красного цвета, воспользовавшись диалоговым окном диспетчера свойств слоев **Layer Properties Manager** (Диспетчер свойств слоев), который вызывается из меню **Format | Layer** (Формат | Слои), и сделать его текущим, щелкнув в этом диалоговом окне на кнопке **Current** (Текущий).
4. В середине области черчения провести вертикальный отрезок из точки 10,18 в точку @0,-16, воспользовавшись командой **LINE** (ОТРЕЗОК).
5. Провести отрезок, перпендикулярный только что построенному отрезку из точки 1,15 в точку @18,0.
6. Размножить последний отрезок командой **OFFSET** (ПОДОВИЕ) вниз на 10 единиц.
7. Провести третью горизонтальную линию из точки с координатами 3,11 в точку с относительными координатами @14,0.

Шаг 2. Построение ножек стула

1. Создать слой **CHAIR** зеленого цвета с линией **Continuous** (Сплошная) и сделать его текущим.
2. Пользуясь привязками **From** (Смещение) и **Endpoint** (Конточка) нарисовать круг радиусом 0.5 на расстоянии @2,0 от левого конца нижней горизонтальной линии.
3. Задать высоту **Thickness** (Высота) круга для получения ножки стула, равную 16:
 - вызвать с помощью пункта меню **Modify | Properties** (Редакт | Свойства) диалоговое окно менеджера свойств объектов **Properties** (Свойства);
 - в поле **Thickness** (Высота) таблицы менеджера свойств объектов **Properties** (Свойства) ввести нужную высоту.
4. Включить режим **ORTHO** (ОПТО), щелкнув на кнопке в строке состояния, и отразить ножку командой **MIRROR** (ЗЕРКАЛО) относительно вертикальной линии, используя привязку **Intersection** (Пересечение).

5. Повторить команду **MIRROR** (ЗЕРКАЛО) и отразить две ножки относительно горизонтальной линии, проходящей через середину вертикальной вспомогательной линии (привязка к любой точки правее в горизонтальном направлении от нее, режим **ORTHO** (ОПТО) включен).
6. Просмотреть результат построения ножек стула, выбрав в меню **View | 3D Views | SW Isometric View** (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрия).

Шаг 3. Построение сиденья полилинией

1. Вернуться в мировую систему координат, выбрав в меню **View | 3D Views | Plan View | World UCS** (Вид | 3М виды | Вид в плане | МСК).
2. Установить из командной строки **Elevation** (Уровень) равным 16 и **Thickness** (Высота) равную 1, воспользовавшись командой **ELEV** (УРОВЕНЬ).
3. Построить замкнутую полилинию, воспользовавшись командой **PLINE** (ПЛИНИЯ) для соединения концов горизонтальных и вертикальных линий с помощью привязки **Endpoint** (Конточка). Обязательно замкнуть полилинию, воспользовавшись опцией **Close** (Замкнуть).
4. Сгладить полилинию:
 - выбрать в меню **Modify | Polyline** (Редакт | Полилиния);
 - в ответ на запрос в командной строке щелкнуть правой кнопкой мыши по графической зоне чертежа и выбрать пункт контекстного меню **Fit** (СГладить), а затем указать сглаживаемые участки полилинии;
 - для завершения команды нажать клавишу <Enter>.
5. Просмотреть результат в изометрическом изображении, выбрав в меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрия). При необходимости (если не сработала команда **ELEV** (УРОВЕНЬ)) передвинуть сиденье командой **MOVE** (ПЕРЕНЕСТИ) на высоту @0,0,16.

Шаг 4. Перемещение ПСК на поверхность сиденья

1. Определить координаты центра основания левой нижней ножки стула, выбрав пункт меню **Tools | Inquiry | ID Point** (Сервис | Сведения | Координаты) и воспользовавшись привязкой **Center** (Центр).
2. В командной строке появятся значения координат: X=3.00, Y=5.00, Z=0.00.
3. Перенести начало ПСК в эту точку, выбрав пункт меню **Tools | New UCS | Origin** (Сервис | Новая ПСК | Начало).
4. Повернуть полученную ПСК вокруг оси X на 90°.
5. Сориентировать ПСК параллельно текущему виду с помощью пункта меню **Tools | New UCS | View** (Сервис | Новая ПСК | Вид).

6. Ввести в полученной системе координат однострочный текст, выбрав в меню **Draw | Text | Single Line Text** (Рисование | Текст | Однострочный). Ввод текста высотой 1 и с углом поворота 0 начать в точке пересечения вертикальной и нижней горизонтальной вспомогательных линий, привязавшись к ней при помощи привязки **Intersection** (Пересечение). Напечатать текст: Стул с прозрачным сиденьем. Для завершения команды после набора текста дважды нажать клавишу <Enter>.
7. Разместить ПСК по объекту — на верхнем конце вертикальной вспомогательной линии, воспользовавшись привязкой **Endpoint** (Конточка) и выбрав в меню **Tools | New UCS | Object** (Сервис | Новая ПСК | Объект).
8. Переместить ПСК на поверхность сиденья в точку 0,0,17, выбрав в меню **Tools | New UCS | Origin** (Сервис | Новая ПСК | Начало).

Шаг 5. Построение спинки стула

1. Повернуть ПСК вокруг оси Y на угол -10° , чтобы создать наклонную спинку стула. С этой целью выбрать в меню **Tools | New UCS | Y** (Сервис | Новая ПСК | Y), а затем ввести в командной строке угол поворота.
2. Перейти к плоскому виду в построенной системе координат, воспользовавшись пунктом меню **View | 3D Views | Plan View | Current UCS** (Вид | 3М виды | Вид в плане | Текущая ПСК).
3. Установить новое значение **Thickness** (Высота) равным 16, воспользовавшись диалоговым окном **Properties** (Свойства) диспетчера свойств объектов, которой вызывается при выборе пункта меню **Modify | Properties** (Редакт | Свойства). С этой высотой создаются последующие объекты.
4. Вычертить командой **CIRCLE** (КРУГ) круг радиусом 0.5, привязавшись к центру верхнего левого круга привязкой **Center** (Центр). Возможно придется скрыть невидимые линии при помощи команды **HIDE** (СКРЫТЬ).
5. Повторить построение окружности для нижнего левого круга.
6. Изменить значение **Thickness** (Высота) на -5 и выполнить команду **HIDE** (СКРЫТЬ).
7. Для создания опорной поверхности спинки стула нарисовать дугу, имеющую высоту, по трем точкам, воспользовавшись командой **ARC** (ДУГА). Точки на дуге задаются по очереди в следующем порядке:
 - 1 точка получается привязкой **Quadrant** (Квадрант) к левому квадранту левого верхнего круга;
 - 2 — на пересечении вертикальной и верхней горизонтальной вспомогательных линий (привязка **Intersection** (Пересечение));
 - 3 — привязкой к нижнему квадранту нижнего левого круга.

8. Просмотреть полученный результат в мировой системе координат при помощи следующих операций с меню:
 - перейти к мировой системе координат, воспользовавшись пунктом меню **Tools | New UCS | World** (Сервис | Новая ПСК | МСК);
 - установить изометрический вид: **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрия);
 - скрыть невидимые линии: **View | Hide** (Вид | Скрой).
9. Раскрасить стул, выбрав в меню **View | Shade | Flat Shaded, Edges On** (Вид | Раскрашивание | Плоское, с кромками).
10. Посмотреть на стул со всех сторон, выбрав в меню **View | 3D Orbit** (Вид | 3М орбита).

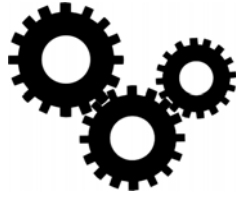
Шаг 6. Редактирование текста

1. Вывести изометрический вид стула, воспользовавшись пунктом меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрия).
2. Установить ПСК по тексту «Стул с прозрачным сидением» для изменения его содержания:
 - увеличить область текста пунктом меню **View | Zoom | Windows** (Вид | Показать | Рамка);
 - создать ПСК, ориентированную по тексту, воспользовавшись пунктом меню **Tools | New UCS | Object** (Сервис | Новая ПСК | Объект).
3. Удалить текст.
4. Нарисовать командой **RECTANG** (ПРЯМОУГ) прямоугольник с координатами углов 0, 0 и 16, 2.5, в котором будет вводиться текст.
5. Ввести в 2 строчках внутри прямоугольника текст высотой 1: Стул с обычным сиденьем, воспользовавшись пунктом меню **Draw | Text | Single Line Text** (Рисование | Текст | Однострочный).
6. Для установки мировой системы координат в качестве текущей выбрать пункт меню **Tools | Named UCS** (Сервис | Именованные ПСК).
7. В диалоговом окне **UCS** (ПСК) выбрать **World** (Мировая СК), а затем нажать кнопку **Set Current** (Установить).
8. Для выхода из диалогового окна **UCS** (ПСК) нажать кнопку **OK**.

Шаг 7. Создание обычного сиденья

1. Вывести полное изображение стула, воспользовавшись пунктом меню **View | Zoom | All** (Вид | Показать | Все), а затем удалить сиденье командой **ERASE** (СТЕРЕТЬ).

2. Установить плоский вид в мировой системе координат с помощью пункта меню **View | 3D Views | Plan View | World UCS** (Вид | 3М виды | Вид в плане | МСК).
3. Построить командой `PLINE` (ПЛИНИЯ) замкнутую полилинию, соединяя концы горизонтальных и вертикальных линий с помощью привязки **Endpoint** (Конточка).
4. Сгладить полилинию командой редактирования полилинии:
 - выбрать в меню **Modify | Object | Polyline** (Редакт | Объект | Полилиния);
 - воспользоваться опцией `Fit` (СГладить) и указать сглаживаемые участки полилинии;
 - завершить команду нажатием клавиши `<Enter>`.
5. Создать твердое тело высотой 1, воспользовавшись пунктом меню выдавливания объектов **Draw | Solids | Extrude** (Рисование | Тела | Выдавить).
6. Установить вид снизу с помощью пункта меню **View | 3D Views | Bottom** (Вид | 3М виды | Снизу).
7. Создать оболочку толщиной 0.25 из выдавленного тела, воспользовавшись пунктом меню **Modify | Solid Editing | Shell** (Редакт | Редактирование | Оболочка), а затем выйти из команды редактирования, выбрав опцию `eXit` (ВЫХод).
8. Перейти к виду сверху, выбрав пункт меню **View | 3D Views | Top** (Вид | 3М виды | Сверху).
9. Установить при помощи пункта меню изометрический вид **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрия).
10. Передвинуть тело на место сиденья командой `MOVE` (ПЕРЕНЕСТИ) на высоту @0,0,16.
11. Раскрасить стул, воспользовавшись пунктом меню **View | Shade | Flat Shaded, Edges On** (Вид | Раскрашивание | Плоское, с кромками).
12. Сохранить полученное изображение модели в файле `Stul.dwg`.



Глава 2

Каркасные модели

Как уже упоминалось во введении, AutoCAD поддерживает три типа пространственных моделей: каркасные, поверхностные и твердотельные. Каркасные модели (wireframe) — это объекты, помещенные в трехмерное пространство, которые состоят из точек, линий и трехмерных полилиний. Они не имеют поверхностей и объема.

Плоские объекты при создании каркасной модели рисуются в плоскостях, ориентированных нужным образом в пространстве при помощи пользовательских систем координат. Поэтому при их черчении в пространстве координата *Z* задается только для первой точки (далее координата *Z* используется по умолчанию). Исключение составляет команда черчения отрезка `LINE` (`ОТРЕЗОК`), которая позволяет строить отрезки с произвольной ориентацией в пространстве, поэтому при ее выполнении следует вводить все 3 координаты вводимых точек. Другой полностью трехмерной командой построения примитивов является команда построения трехмерной полилинии `3DPOLY` (`3-ПЛИНИЯ`), которая строится только из линейных сегментов, в отличие от своего плоского аналога. Плоские полилинии вместе с ориентированными нужным образом ПСК также широко используются для построения каркасных моделей. Однако команда редактирования полилиний `EDIT` (`ПОЛПРЕД`) имеет отличия в опциях для плоской и пространственной полилиний. Для иллюстрации возможностей команды редактирования полилиний приводятся вызывающие наибольшие трудности алгоритмы стыковки полилиний и их создания из плоских примитивов.

Кроме того, в этой главе описывается порядок натягивания поверхностей на каркас из проволочных примитивов с целью получения полноценной пространственной модели. Здесь, однако, следует помнить, что программа не позволяет создавать отверстия в уже построенных поверхностях. Нужно сначала построить примитив, образующий контур отверстия, а только лишь затем натянуть поверхность на каркас. Об этом недостатке AutoCAD уже упоминалось во введении. Приводимые в конце главы упражнения позволяют освоить основные операции по созданию каркасных моделей.

2.1. Редактирование плоской полилинии

Приведем сначала общий алгоритм редактирования плоской полилинии, в котором опишем опции команды `PEDIT` (ПОЛРЕД), чтобы их можно было сравнивать с опциями редактирования пространственной полилинии.

Алгоритм 2.1. Редактирование плоской полилинии

1. Выбрать в меню **Modify | Object | Polyline** (Редактирование | Объект | Полилиния).
2. В ответ на запрос в командной строке о выборе объекта выбрать редактируемую полилинию.
3. Из предложенного в командной строке списка выбрать опцию команды, набрать ее в командной строке и нажать клавишу `<Enter>`. Назначение опций команды редактирования полилинии:
 - `Close` (Замкнуть) замыкает полилинию. Если полилиния уже замкнута, появляется опция `Open` (Разомкнуть);
 - `Join` (Добавить) объединяет отрезки, дуги или другие полилинии в единую полилинию;
 - `Width` (Ширина) задает единую ширину для всей полилинии;
 - `Edit Vertex` (Вершина) редактирует вершину с помощью дополнительных опций;
 - `Fit` (СГладить) преобразует полилинию в гладкую кривую;
 - `Spline` (Сплайн) создается сглаживающий сплайн из полилинии;
 - `Decurve` (Убрать сглаживание): полилиния принимает исходный вид, который был до опции `Fit` (СГладить) или `Spline` (Сплайн);
 - `Ltype gen` (Типлин) включает системную переменную **PLINEGEN**, которой присваивается значение, равное 1. Системная переменная управляет генерацией типа линии в вершинах двумерных полилиний. Не действует для полилиний с сегментами переменной ширины. По умолчанию переменная имеет значение 0. В этом случае генерация линии заданного типа начинается заново (со штриха) в каждой вершине полилинии. При значении, равном 1, генерация линии заданного типа не прерывается в вершинах полилинии;
 - `Undo` (Отменить) отменяет последнее действие.
4. Отвечать на запросы в командной строке, а для выхода из команды нажать клавишу `<Enter>`.

Алгоритм 2.2. Преобразование отрезка или дуги в полилинию

1. Выбрать в меню **Modify | Object | Polyline** (Редактирование | Объект | Полилиния).
2. Выбрать объект в виде отрезка или дуги, который требуется преобразовать в полилинию.
3. В ответ на запрос в командной строке о необходимости преобразования объекта в полилинию нажать клавишу <Enter> для подтверждения преобразования.
4. Для завершения алгоритма и выхода из команды нажать клавишу <Enter>.

Алгоритм 2.3. Преобразование стыкующихся объектов в полилинию

1. Преобразовать в полилинию (см. алгоритм 2.2) один из стыкующихся объектов и, не выходя из алгоритма, продолжить выполнение команды редактирования полилинии.
2. Выбрать из предложенного в командной строке списка опцию **Join** (Добавить) и нажать клавишу <Enter>.
3. По запросам в командной строке выбрать объекты, включаемые в полилинию. Для завершения выбора объектов нажать клавишу <Enter>.
4. После появления в командной строке списка опций команды редактирования полилинии нажать клавишу <Enter> для завершения алгоритма или продолжить редактирование вновь созданной полилинии, выбрав нужную опцию (см. список опций в алгоритме 2.1).

Алгоритм 2.4. Редактирование полилиний в окне Properties менеджера свойств объектов

1. Выбрать редактируемую полилинию.
2. Вызвать диалоговое окно **Properties** (Свойства) менеджера свойств объектов, воспользовавшись меню **Modify | Properties** (Редакт | Свойства) или нажав кнопку **Properties** (Свойства) на стандартной панели инструментов.
3. В диалоговом окне **Properties** (Свойства) изменить редактируемые параметры полилинии. Так, например, для замыкания или размыкания полилинии необходимо на вкладке **Categorized** (По категориям) в группе полей **Misc** (Разное) найти поле **Closed** (Замкнуто) и установить в нем **Yes** (Да) или **No** (Нет) соответственно (рис. 2.1).

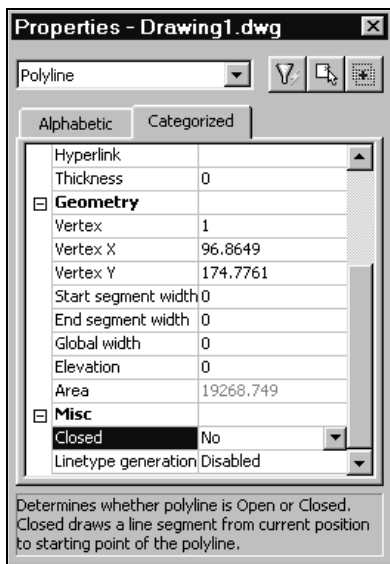


Рис. 2.1. Редактирование замыкания полилинии в окне **Properties**

2.2. Построение трехмерных полилиний

Кроме команды **LINE** (ОТРЕЗОК), позволяющей строить трехмерные отрезки в пространстве, в AutoCAD имеется команда **3DPOLY** (3-ПЛИНИЯ), с помощью которой создаются пространственные полилинии, состоящие только из линейных сегментов. Это трехмерный аналог команды **PLINE** (ПЛИНИЯ). Команда **3DPOLY** (3-ПЛИНИЯ) подобна плоской команде, но имеет следующие ограничения:

- ☐ с помощью этой команды нельзя рисовать дуги в пространстве;
- ☐ пространственным полилиниям нельзя придавать ширину;
- ☐ пространственные полилинии не могут строиться прерывистыми типами линий.

Алгоритм 2.5. Создание пространственной полилинии

1. В меню выбрать **Draw | 3D Polyline** (Рисование | 3М полилиния).
2. На запрос в командной строке ввести пространственные координаты начальной точки 3М-полилинии любым допустимым способом.
3. После ввода трехмерной точки следует запрос на ввод следующей точки с опцией **Undo** (ОТМЕНИТЬ), на что следует определить точку или ввести опцию для возврата в начальную точку. Будет построен один сегмент в пространстве, и запрос на ввод следующей точки повторится.

4. Определить точку или ввести опцию `Undo` (Отменить) для возврата во вторую точку полилинии. Будет построен второй сегмент полилинии.
5. В запросах на ввод четвертой и последующих точек добавится вторая опция команды `Close` (Замкнуть), позволяющая создавать замкнутую полилинию.

Далее можно вводить сколько угодно новых точек. AutoCAD интерпретирует каждую точку как конец линейного сегмента и строит отрезок от предыдущей точки к новой. Для построения замыкающего сегмента, направленного к первой точке, можно воспользоваться опцией `Close` (Замкнуть). Для удаления последнего введенного сегмента и продолжения построения полилинии от предыдущей точки следует ввести опцию `Undo` (Отменить).

6. Нажатие клавиши `<Enter>` завершает отрисовку пространственной полилинии в последней введенной точке.

2.3. Редактирование трехмерных полилиний

Если для редактирования с помощью команды `PEDIT` (ПОЛРЕД) выбрана трехмерная полилиния, то в командной строке выводится следующий запрос со списком опций, который отличается от списка, приведенного ранее в алгоритме редактирования плоской полилинии (см. алгоритм 2.1):

```
Enter an option [Close | Edit vertex | Spline curve | Decurve | Undo]
```

(Введите опцию [Замкнуть | Вершина | СПлайн | Убрать сглаживание | Отменить]).

Нужно ввести необходимую опцию и нажать клавишу `<Enter>`. Если выбранная полилиния замкнутая, то в запросе вместо опции `Close` (Замкнуть) появится опция `Open` (Разомкнуть). Назначение опций команды такое же, как и в случае редактирования плоской полилинии.

Командой удобно пользоваться для построения пространственных кривых, которые получаются сглаживанием пространственной полилинии. Этой командой можно также сглаживать и редактировать многоугольные сети, которые рассматриваются в главе 3.

2.4. Натягивание поверхностей на каркас

Каркас с произвольно ориентированными в пространстве ребрами можно закрыть поверхностями, создаваемыми трехмерной командой `3DFACE` (3-ГРАНЬ), которая создает их из плоских граней с тремя или четырьмя ребрами.

Грани можно стыковать между собой. Команда имеет следующие особенности:

- ☐ нельзя создавать плавные криволинейные поверхности;
- ☐ поверхностям нельзя придавать высоту **Thickness** (Высота);
- ☐ из трехмерной многогранной поверхности можно создать тело командой **EXTRUDE** (ВЫДАВИТЬ).

Алгоритм 2.6. Создание поверхностей командой построения трехмерных граней

Команда **3DFACE** (3-ГРАНЬ) предназначена для построения плоских пространственных граней, каждая из которых ограничена тремя или четырьмя кромками. Угловые точки поверхности могут иметь различные координаты по оси **Z**, но в этом случае теряется возможность последующего ее выдавливания. Комбинированием пространственных граней с тремя кромками можно создавать сложные поверхности. Опция команды **Invisible** (Невидимая) управляет видимостью каждой кромки грани, что позволяет моделировать объекты с отверстиями.

1. Выбрать в меню **Draw | Surfaces | 3DFACE** (Рисование | Поверхности | 3М грань).
2. На запрос в командной строке последовательно (по часовой или против часовой стрелки) ввести угловые точки создаваемой поверхности (удобно воспользоваться привязкой к точкам каркасной модели). Программа повторяет запросы о вводе третьей и четвертой точек до тех пор, пока не будет нажата клавиша **<Enter>**.
3. Нажать один раз клавишу **<Enter>** в ответ на запрос о вводе третьей точки для завершения построения поверхности или два раза при запросе о вводе четвертой точки.
4. Для того чтобы сделать кромку грани невидимой, необходимо воспользоваться опцией **Invisible** (Невидимая) при вводе ее первой точки.
5. Режимы объектной привязки, координатные фильтры и сами координаты точки можно вводить только после задания опции **Invisible** (Невидимая). Можно создать грани с полностью невидимыми кромками. Такая грань не видна в каркасных изображениях, и для ее просмотра следует воспользоваться командами **HIDE** (СКРЫТЬ), **SHADE** (РЕЖИМРАСЧЕТ) или **RENDER** (ТОНИРОВАТЬ) (см. главу 10).

Управление видимостью ребер

Кроме опции **Invisible** (Невидимая) команды **3DFACE** (3-ГРАНЬ) видимостью ребер можно управлять следующими способами:

- ☐ Воспользоваться командой **EDGE** (КРОМКА) после построения поверхности. Команду можно вызвать из меню **Draw | Surfaces | Edge** (Рисование |

- Поверхности | Кромки). После запроса в командной строке нужно выбрать кромку объекта для переключения ее видимости. Вторая опция команды позволяет включить видимость уже скрытых кромок поверхности.
- ❑ Выделить кромку, а затем установить ее видимость в диалоговом окне **Properties** (Свойства) менеджера свойств объектов.
 - ❑ Присвоить нужное значение системной переменной **SPLFRAME**, а затем регенерировать чертеж командой **REGEN** (РЕГЕН). При **SPLFRAME** = 1 ребра будут видимыми, а при **SPLFRAME** = 0 видимость кромок отключается.

2.5. Некоторые команды для создания каркасных моделей

При создании каркасных объектов могут использоваться любые команды вычерчивания плоских примитивов. Для этого сначала в пространстве устанавливается нужная пользовательская система координат, в плоскостях параллельных или совпадающих с плоскостью XY которой и вычерчиваются эти примитивы. Кроме того существует небольшое число чисто трехмерных команд, перечень которых приводится в табл. 2.1. Эти команды не требуют создания специальной системы координат для размещения создаваемых ими объектов в пространстве (исключение составляют команды создания и редактирования сплайнов, которые широко используются при создании криволинейных пространственных объектов и поэтому попали в этот список).

Таблица 2.1. Трехмерные команды создания каркасных моделей

№	Команда	Назначение команды
1	3DPOLY (З-ПЛИНИЯ)	Создание 3М-полилиний из линейных сегментов с типом линии Continuous (Сплошная) (Draw 3D Polyline (Рисование 3М полилиния))
2	LINE (ОТРЕЗОК)	Рисует прямолинейный отрезок, определяемый двумя точками (Draw Line (Рисование Отрезок))
3	PEDIT (ПОЛРЕД)	Редактирует полилинию или трехмерную сеть (Modify Object Polyline (Редакт Объекты Полилиния))
4	SPLINE (СПЛАЙН)	Используется для создания квадратичного или кубического сплайна (Draw Spline (Рисование Сплайн))
5	SPLINEDIT (РЕДСПЛАЙН)	Используется для редактирования сплайновых объектов (Modify Object Spline (Редакт Объекты Сплайн))

2.6. Упражнение по созданию каркасной модели в пространстве

Цели упражнения:

□ изучить:

- порядок настройки чертежа;
- черчение объектов на различных уровнях;
- построение отрезков в пространстве с помощью объектных привязок;

□ ознакомиться:

- с командой `VPOINT` (ТЗРЕНИЯ) для просмотра объектов в пространстве.

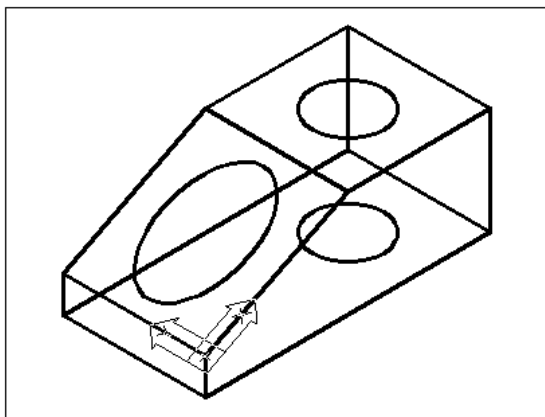


Рис. 2.2. Каркасная модель в пространстве

Шаг 1. Настройка чертежа

1. Выбрать метрические единицы и установить точность 0.0, используя пункт меню **Format | Units** (Формат | Единицы).
2. Установить границы чертежа 9 на 12, воспользовавшись меню **Format | Drawing Limits** (Формат | Лимиты), и установив шаг сетки и курсора равным 1 в диалоговом окне **Drafting settings** (Режимы рисования), вызвав его с помощью меню **Tools | Drafting settings** (Сервис | Режимы рисования).
3. Включить сетку и привязку курсора, активизировав в строке состояния кнопки **GRID** (СЕТКА) и **SNAP** (ШАГ).
4. Развернуть изображение рисунка на весь экран с помощью меню **View | Zoom | All** (Вид | Показать | Все).

Шаг 2. Построение двух прямоугольников с окружностями

1. Вызвать с помощью меню **Draw | Line** (Рисование | Отрезок) команду построения отрезка.
2. В плоскости XY нарисовать из отрезков замкнутый прямоугольник по абсолютным координатам его углов: $0, 0; 2, 0; 2, 4; 0, 4; \text{Close}$ (Замкнуть).
3. Нарисовать окружность радиусом 0.5 с центром в точке с координатами $1, 3$, воспользовавшись командой **CIRCLE** (КРУГ).
4. Нарисовать второй прямоугольник в плоскости, параллельной оси XY и находящейся на расстоянии 1.5 по оси Z от начала координат:
 - вызвать команду **ELEV** (УРОВЕНЬ) из командной строки и установить уровень, равный 1.5 .
 - выбрать в меню **Draw | Line** (Рисование | Отрезок) и ввести последовательно следующие координаты точек: $0, 2, 1.5; 2, 2, 1.5; 2, 4, 1.5; 0, 4, 1.5; \text{Close}$ (Замкнуть).

Можно было после ввода первой точки $0, 2, 1.5$ вводить для последующих точек только координаты X и Y , т. к. уже установлен уровень, равный 1.5 .

5. Нарисовать окружность радиусом 0.5 с центром в точке с координатами $1, 3$.
6. Вернуться на уровень, равный 0 .
7. Просмотреть полученное изображение:
 - ввести в командной строке команду **VPOINT** (ТЗРЕНИЯ);
 - ввести опцию вращения объекта **Rotate** (Повернуть);
 - ввести угол в плоскости XY относительно оси X , равный -50° ;
 - ввести угол с плоскостью XY , равный 35° .

Шаг 3. Построение боковых отрезков каркаса

1. Скопировать сторону прямоугольника, совпадающую с осью X , на высоту 0.5 :
 - вызвать команду копирования объектов с помощью меню **Modify | Copy** (Редакт | Копировать);
 - выбрать копируемую сторону прямоугольника и нажать клавишу **<Enter>**;
 - указать привязкой одну из точек на стороне прямоугольника;
 - задать в командной строке относительными координатами величину перемещения по оси Z $@0, 0, 0.5$ и нажать клавишу **<Enter>**.

2. Воспользовавшись привязкой **Endpoint** (Конточка), создать боковые отрезки каркаса.
3. Воспользовавшись командой **VPOINT** (ТЗРЕНИЯ) просмотреть построенную каркасную модель с четырех различных направлений, задавая их в командной строке и нажимая клавишу <Enter>:
 - 0, -1, 0 — фронтальный вид;
 - 1, 0, 0 — вид справа;
 - 1, 1, 1 — вид сверху, сбоку и справа;
 - повернуть направление взгляда на 120° от оси X и на 60° от плоскости XY для просмотра изображения сверху, сзади и слева.

Шаг 4. Построение эллипса на наклонной плоскости каркаса

1. Установить пользовательскую систему координат на наклонную плоскость каркаса так, как это изображено на рис. 2.2, воспользовавшись меню **Tools | New UCS | 3 Point** (Сервис | Новая ПСК | 3 точки).
2. Построить эллипс по центру и двум полуосям:
 - вызвать команду построения эллипса с опцией **Center** (Центр), воспользовавшись меню **Draw | Ellipse | Center** (Рисование | Эллипс | Центр);
 - для определения координат центра эллипса воспользуемся координатными фильтрами, для чего введите сначала в командной строке фильтр по оси .X и нажмите клавишу <Enter>;
 - указать привязкой **Midpoint** (Середина) середину отрезка, совпадающего с осью X;
 - ввести в командной строке фильтр по другой координате .Y и нажать клавишу <Enter>;
 - указать привязкой **Midpoint** (Середина) середину отрезка, совпадающего с осью Y;
 - ввести последовательно 0.9 как длину первой полуоси эллипса, а затем 0.6 как длину второй полуоси.
3. Просмотреть полученное изображение командой **VPOINT** (ТЗРЕНИЯ), вызвав ее из меню **View | 3D Views | Viewpoint Presets** (Вид | 3М виды | Стандартные точки зрения) и установив углы, использовавшиеся для просмотра модели на *Шаге 2*.

Шаг 5. Сохранение чертежа

1. Выбрать в меню **File | Save As** (Файл | Сохранить как).
2. В диалоговом окне **Save Drawing As** (Сохранение рисунка) в поле **Name** (Имя файла) ввести имя файла (без расширения) **Karkas**.

3. В поле **In** (Сохранить в) диалогового окна **Save Drawing As** (Сохранение рисунка) открыть рабочую папку.
4. Нажать кнопку **Save** (Сохранить). В папке будет сохранен файл Karkas.dwg.

2.7. Упражнение по натягиванию поверхности на каркас

Цели упражнения:

☐ изучить:

- порядок настройки чертежа;
- построение отрезков в пространстве с помощью объектных привязок;
- использование координатных фильтров при работе с командой **STRETCH** (РАСТЯНУТЬ);
- натягивание поверхности на каркас при помощи команды **3DFACE** (3-ГРАНЬ);

☐ ознакомиться:

- с раскрашиванием поверхностей для просмотра объектов в пространстве.

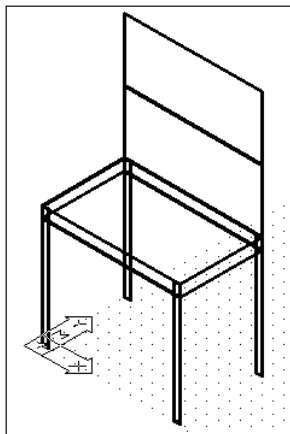


Рис. 2.3. Каркасная модель стула

Шаг 1. Настройка чертежа

1. Открыть новое окно, выбрав в меню **File | New** (Файл | Новый).
2. В диалоговом окне **Create New Drawing** (Создание нового рисунка) нажать кнопку **USE a Wizard** (Вызов мастера) и в поле **Select a Wizard**

(Выберите мастер) выбрать мастер быстрой подготовки **Quick Setup** (Быстрая подготовка), а затем нажать кнопку **ОК**.

3. В диалоговом окне **Quick Setup** (Быстрая подготовка) выбрать десятичные **Decimal** (Десятичные) единицы измерения и нажать кнопку **ОК**.
4. В следующем диалоговом окне задать ширину 60 и высоту 40 для создаваемого чертежа.
5. Установить шаг сетки 2 на 2 в диалоговом окне **Drafting Settings** (Режимы рисования), вызвав его с помощью меню **Tools | Drafting Settings | Snap and Grid** (Сервис | Режимы рисования | Шаг и сетка). Установить флажок около поля **Grid** (Сетка Вкл.) для отображения сетки на экране.
6. Вывести изображение сетки в пределах заданных лимитов чертежа на весь экран, выбрав в меню **View | Zoom | All** (Вид | Показать | Все).

Шаг 2. Создание каркаса

1. Вызвать команду построения прямоугольника, выбрав в меню **Draw | Rectangle** (Рисование | Прямоугольник).
2. Указать координаты вершин прямоугольника: 0, 0, 20; 40, 15 (координата Z = 20 берется по умолчанию).
3. Сделать копию прямоугольника на 2 единицы выше исходного:
 - выбрать в меню **Modify | Copy** (Редакт | Копировать);
 - выбрать прямоугольник, а в качестве базовой точки взять один из его углов;
 - ввести перемещение по Z на 2 единицы с помощью относительных координат @0, 0, 2.
4. Установить изометрический вид, выбрав в меню **View | 3D Views | SW Isometric View** (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрический вид).
5. Установить объектную привязку **Endpoint** (Конточка).
6. Создать левую нижнюю ножку:
 - воспользовавшись командой построения отрезков **LINE** (ОТРЕЗОК), соединить отрезком левую нижнюю точку (привязка **Endpoint** (Конточка)) верхнего прямоугольника и точку 0, 0, 0;
 - этой же командой соединить точки 0, 0, 0 и 1, 0, 0;
 - и, наконец, соединить точки 1, 0, 0 и 1, 0, 22.
7. Командой **COPY** (КОПИРОВАТЬ) скопировать построенную ножку из трех отрезков на 39 единиц вправо по оси X: @39, 0, 0.
8. Скопировать две ножки по оси Y на 15 единиц: @0, 15, 0.

Шаг 3. Создание спинки каркаса

1. Уменьшить на 15 единиц по оси X длинную сторону каркаса:
 - выбрать в меню **Modify | Stretch** (Редакт | Растянуть);
 - выбрать текущей рамкой правую сторону каркаса (8 объектов);
 - указать базовую точку, привязавшись **Endpoint** (Конточка) к любой точке правой стороны;
 - ввести @-15, 0, 0 для второй точки.
2. Провести три отрезка для контура спинки:
 - выбрать в меню **Draw | Line** (Рисование | Отрезок);
 - указать привязкой **Endpoint** (Конточка) левую верхнюю точку каркаса;
 - ввести в командной строке координатный фильтр .xy;
 - повторно указать ту же точку;
 - ввести координату Z, равную 45;
 - ввести координатный фильтр .yz;
 - указать привязкой **Endpoint** (Конточка) конец построенного отрезка;
 - указать правую верхнюю точку каркаса привязкой **Endpoint** (Конточка) для задания координаты X;
 - указать эту точку еще раз и нажать клавишу <Enter>.
3. Провести отрезок через середины вертикальных линий спинки.

Шаг 4. Натягивание поверхности на каркас

1. Натянуть поверхность на верхнюю часть спинки стула:
 - выбрать в меню **Draw | Surfaces | 3D Face** (Рисование | Поверхности | 3М грань);
 - указать привязкой **Endpoint** (Конточка) четыре точки и нажать клавишу <Enter>.
2. Натянуть поверхности на сиденье, 4 боковины и ножки стула. При необходимости установить нужный изометрический вид.
3. Раскрасить рисунок и убедиться в том, что поверхности созданы, воспользовавшись меню **View | Shade | Flat Shaded, Edges On** (Вид | Раскрашивание | Плоское, с кромками).
4. Просмотреть рисунок командой 3DORBIT (3-ОРБИТА), вызвав ее с помощью меню **View | 3D Orbit** (Вид | 3М орбита).

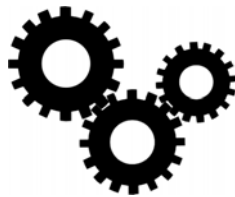
Шаг 5. Изменить раскраску поверхностей

1. Раскрасить сиденье в зеленый цвет, боковины в красный, а ножки в коричневый, введя в командной строке команду `SHADEMODE` (РЕЖИМРАСКР) или вызвав ее с помощью меню **View | Shade** (Вид | Раскрашивание).
2. Просмотреть рисунок командой `ZDORBIT` (З-ОРБИТА).

Шаг 6. Сохранение рисунка

Сохранить рисунок под именем Wire.dwg:

1. Выбрать в меню **File | Save As** (Файл | Сохранить как).
2. В диалоговом окне **Save Drawing As** (Сохранение рисунка) задать имя файла и нажать кнопку **Save** (Сохранить).



Глава 3

Формирование поверхностных моделей

При моделировании пространственных объектов поверхностями создаются не только ребра, но и грани объектов. Сами поверхности в свою очередь аппроксимируются плоскими мозаичными кусочками, образуя структуру, называемую сетью. Изогнутые поверхности можно также создавать в трехмерном пространстве при помощи плоских полилиний заданной ширины и высоты. Кроме того, AutoCAD позволяет формировать трехмерные объекты из комбинации типовых поверхностных форм, таких как параллелепипед, цилиндр, сфера, клин и тор.

Формированию поверхностей указанными способами и посвящено содержание настоящей главы, которая завершается комплексными упражнениями, при выполнении которых используются различные способы построения поверхностей.

3.1. Построение сетей

Сетями называются поверхности, составленные из плоских мозаичных граней. Сеть образует сетку вершин с заданными значениями в двух направлениях. Многоугольные сети удобно использовать для построения всего моделируемого объекта в целом. Точность их аппроксимации задается изменением количества вершин. Сетевую поверхность можно редактировать при помощи команды редактирования полилиний `REDIT` (ПОЛРЕД). В частности, эта команда позволяет перемещать вершины сети, сглаживать ее, а также замыкать и размыкать ее граничные кромки. Многоугольные сети можно создавать при помощи следующих команд:

- ☐ `3DMESH` (3-СЕТЬ) строит многоугольную сеть произвольного вида путем последовательного ввода координат вершин;
- ☐ `RULESURF` (П-СОЕД) строит многоугольную сеть, аппроксимирующую поверхность соединения между двумя выбранными объектами;
- ☐ `TABSURF` (П-СДВИГ) строит многоугольную сеть, аппроксимирующую поверхность сдвига, передвигая определяющую кривую вдоль заданного вектора;

- ❑ **REVSURF** (П-ВРАЩ) строит многоугольную сеть, аппроксимирующую поверхность вращения, поворачивая определяющую кривую вдоль заданной оси;
- ❑ **EDGESURF** (П-КРОМКА) строит многоугольную сеть, аппроксимирующую участок поверхности, ограниченный четырьмя выбранными краями (поверхность Кунса).

При выполнении команды **3DMESH** (3-СЕТЬ) задается количество вершин в направлениях *M* и *N* и координаты каждой вершины в трехмерном пространстве. Другие команды определяют количество вершин автоматически на основе выбранных примитивов и системных переменных **SURFTAB1** и **SURFTAB2**. Переменная **SURFTAB1** управляет плотностью многоугольной сети, создаваемой командами **RULESURF** (П-СОЕД) и **TABSURF** (П-СДВИГ). Обе системные переменные **SURFTAB1** и **SURFTAB2** управляют плотностью сети в направлениях *M* и *N* при построении поверхности вращения и поверхности Кунса, создаваемых командами **REVSURF** (П-ВРАЩ) и **EDGESURF** (П-КРАЙ) соответственно.

Сеть считается разомкнутой в заданном направлении, если ее края в этом направлении не касаются друг друга. Так, например, торовая поверхность может служить примером сети, замкнутой в двух направлениях, а чаша или купол в одном направлении замкнута, а в другом разомкнута.

Панель инструментов для построения поверхностей

При работе с поверхностями на экране удобно иметь панель инструментов **Surfaces** (Поверхности) (рис. 3.1), которая вызывается при помощи пункта меню **View | Toolbars | Surfaces** (Вид | Панели инструментов | Поверхности).



Рис. 3.1. Панель инструментов **Surfaces**

Назначения кнопок панели инструментов **Surfaces** (Поверхности):

1. **2D Solid** (2М Фигура) — построение закрашенных многоугольников;
2. **3D Face** (3М грань) — построение поверхности из трехмерных граней;
3. **Box** (Ящик) — построение поверхности параллелепипеда;
4. **Wedge** (Клин) — построение поверхности клина;
5. **Pyramid** (Пирамида) — построение поверхности пирамиды;
6. **Cone** (Конус) — построение поверхности конуса;
7. **Sphere** (Сфера) — построение сферической поверхности;

8. **Dome** (Купол) — построение поверхности верхней половины сферы;
9. **Dish** (Чаша) — построение поверхности нижней половины сферы;
10. **Torus** (Тор) — построение поверхности тора;
11. **Edge** (Кромки) — изменение видимости кромок трехмерных граней;
12. **3D Mesh** (3М сеть) — построение поверхности по заданным координатам вершин;
13. **Revolved Surface** (Поверхность вращения) — построение поверхности вращения;
14. **Tabulated Surface** (Поверхность сдвига) — построение поверхности сдвига по определяющей кривой и вектору направления;
15. **Ruled Surface** (Поверхность соединения) — построение поверхности, натянутой на две кривые;
16. **Edge Surface** (Поверхность Кунса) — построение поверхности, заданной четырьмя кромками.

Алгоритм 3.1. Построение сети из четырехугольных ячеек по заданному массиву координат вершин

Этот алгоритм предназначен для построения многоугольных сетей неизвестной заранее геометрической формы. Построение сети даже небольшого размера может оказаться довольно трудоемким, поэтому для построения сетей с заранее известной конфигурацией удобнее пользоваться другими командами построения сети.

3. Выбрать в меню **Draw | Surfaces | 3D Mesh** (Рисование | Поверхности | 3М сеть).
4. Указать число вершин в направлении M (целое число от 2 до 256).
5. Указать число вершин в направлении N (целое число от 2 до 256).
6. Ввести в командной строке через запятую три координаты для задания вершин сети. После задания последней вершины построение сети завершается (рис. 3.2).

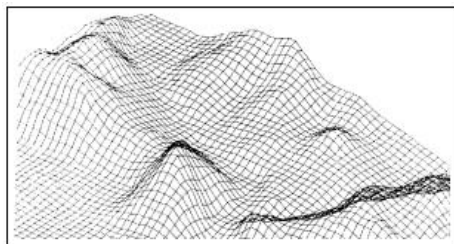


Рис. 3.2. Пример поверхности из четырехугольных ячеек

Поверхность из четырехугольных ячеек — это фактически прямоугольный массив размером $M \times N$, в котором размеры M и N определяются при построении сети. Ее можно редактировать командой редактирования полилиний PEDIT (ПОЛРЕД).

Алгоритм 3.2. Редактирование многоугольной сети

1. Выбрать в меню **Modify | Object | Polyline** (Редактировать | Объект | Полилиния).
2. Выбрать редактируемую многоугольную сеть.
3. На запрос в командной строке выбрать одну из следующих опций:
 - Edit vertex (Вершина) позволяет выбрать одну из вершин сети и выполнить над ней и прилегающими сегментами различные операции редактирования (рис. 3.3). Программа сначала помечает на экране первую вершину знаком X и выдает запрос на редактирование вершин в виде списка дополнительных опций:

[Next | Previous | Left | Right | Up | Down | Move | REgen | eXit]

([След | Пред | Левая | Правая | Верхняя | Нижняя | ПЕренеси | Реген | вЫход]).

Можно перемещаться по вершинам сети с помощью опций Next (След) и Previous (Пред), причем первыми меняются вершины в направлении N . Опции Right (Правая) и Left (Левая) позволяют перемещаться вперед и назад по направлению N , а опции Up (Верхняя) и Down (Нижняя) — двигаться вдоль направления M . Чтобы перенести вершину, необходимо установить на нее маркер редактирования и задать опцию Move (Перенеси), а затем на запрос программы задать трехмерную точку, в которую переносится вершина. Можно перерисовать многоугольную сеть на экране с помощью опции REgen (Реген) или вернуться к основной подсказке редактирования, выбрав опцию eXit (вЫход);
 - Smoth Surfaces (Сгладь) — сглаживание сети гладкой поверхностью. Тип сглаживания задается системной переменной SURFTYPE (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Значения системной переменной SURFTYPE

Значение	Описание	Ограничения
5	Квадратичный B-сплайн	Минимально необходимое число контрольных точек сети — 3×3

Таблица 3.1 (окончание)

Зна- чение	Описание	Ограничения
6	Кубический В-сплайн	Минимально необходимое число контрольных точек сети — 4×4
7	Поверхность Безье	Не может сгладить сеть, имеющую более 11 вершин в каком-либо из направлений (M или N)

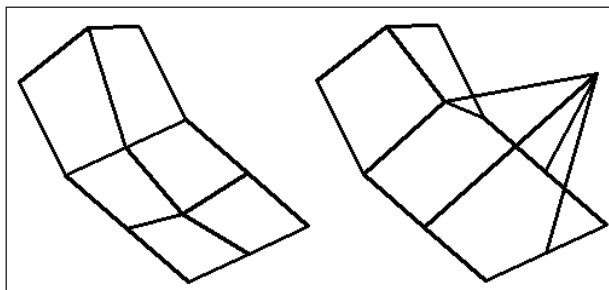


Рис. 3.3. Многоугольная сеть до и после переноса внутренних вершин

Точностью аппроксимации сети поверхностью путем сглаживания можно управлять при помощи системных переменных **SURFU** и **SURFV**. Плотностью поверхности в направлении M управляет **SURFU**, а в направлении N — **SURFV**. По умолчанию значения переменных равны 6, и при больших значениях этих переменных качество сглаживания повышается.

Системная переменная **SPLFRAME** управляет отображением многоугольной сети и построенных поверхностей на экране монитора. Если **SPLFRAME** = 0, то поверхность отображается на экране, в противном случае отображается только определяющая ее сеть;

- Desmooth (Убери спл.) восстанавливает контрольные точки многоугольной сети, если до этого была построена сглаживающая поверхность;
- Mclose (Мзамкни) замыкает сеть в направлении M (рис. 3.4);
- Nclose (Nзамкни) замыкает сеть в направлении N ;
- Undo (Отмени) отменяет выполненное действие и возвращается к предыдущему шагу выполнения команды.

4. Следуя запросам в командной строке, выполнить необходимые операции по редактированию многоугольной сети, а для выхода из команды нажать клавишу <Esc> или <Enter>.

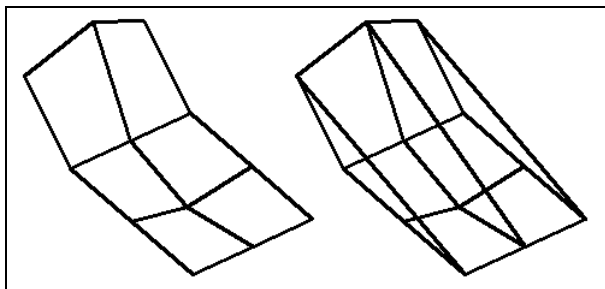


Рис. 3.4. Пример замыкания сети

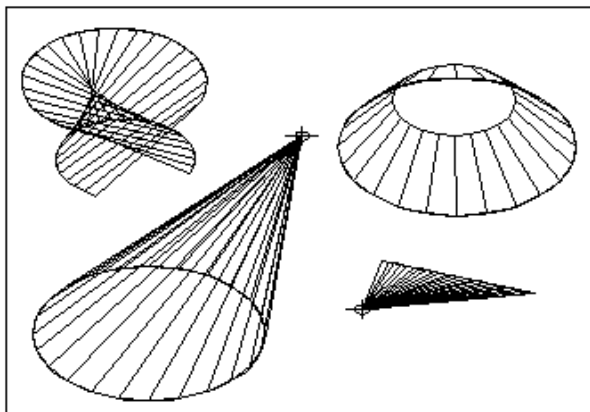


Рис. 3.5. Влияние исходных примитивов на форму поверхности соединения

Алгоритм 3.3. Построение поверхности соединения

Поверхность натягивается на два заданных примитива, являющихся ее границами (рис. 3.5). Ими могут быть отрезки, точки, дуги, круги, полилинии и трехмерные полилинии. В качестве одной из границ может использоваться точка, а другой — замкнутая или разомкнутая кривая. Для замкнутых кривых положение точек указания на форму поверхности не влияет, и если такой кривой является круг, то поверхность начинается в точке указания в направлении нуля градусов. В случае замкнутой полилинии, поверхность начинается в последней вершине и проходит по сегментам полилинии в обратном направлении. Эти особенности могут привести к ошибкам, если в качестве определяющих краев поверхности выбрана окружность и полилиния. Поверхность соединения строится как многоугольная сеть размером $2 \times N$, причем половина вершин с равными интервалами размещается на одной кривой, а вторая половина, тоже с равными интервалами, — вдоль другой кривой. Число интервалов определяется системной переменной

SURFTAB1, значение которой одинаково для обеих кривых и соответствует направлению N сети. Значение этой системной переменной должно задаваться до построения поверхности. Если кривые замкнуты, то число интервалов в направлении N равно **SURFTAB1**, а для разомкнутых кривых число интервалов в направлении N равно **SURFTAB1 + 1**, т. к. для деления кривой на n частей требуется $(n + 1)$ вершина.

1. В меню выбрать **Draw | Surfaces | Ruled Surface** (Рисование | Поверхности | Поверхность соединения).

2. Указать два примитива, определяющих границы поверхности соединения.

Если одна граница замкнута, то и другая граница должна быть замкнутой. Для замкнутых кривых положение точек на определяющих кривых значения не имеет. В случае разомкнутых кривых, выбор точек определяет форму поверхности, т. к. от этого зависит, откуда начнется построение поверхности.

Алгоритм 3.4. Построение поверхности сдвига

Поверхность строится в виде многоугольной сети, представляющей собой поверхность сдвига, заданную определяющей кривой и вектором направления. В качестве определяющей кривой можно указать отрезок, круг, дугу, полилинию или трехмерную полилинию (рис. 3.6). Поверхность строится с точки кривой, ближайшей к точке указания. В случае полилинии имеют значение только ее первая и последняя вершины, т. к. все промежуточные вершины игнорируются. Команда строит многоугольную сеть размером $2 \times N$, а расстояние между граничными кривыми равно длине направляющего вектора. Если определяющая кривая замкнутая, то и поверхность будет замкнутой в направлении N . Плотностью сети в направлении N управляет системная переменная **SURFTAB1**, которая устанавливается до построения сети. Если определяющей кривой служит отрезок, дуга, круг или сглаженная полилиния, то она делится на одинаковые интервалы, число которых равно **SURFTAB1**. В случае не сглаженной сплайном полилинии вершинами сети становятся концы прямолинейных сегментов, а каждый дуговой сегмент делится на интервалы с числом, равным **SURFTAB1**.

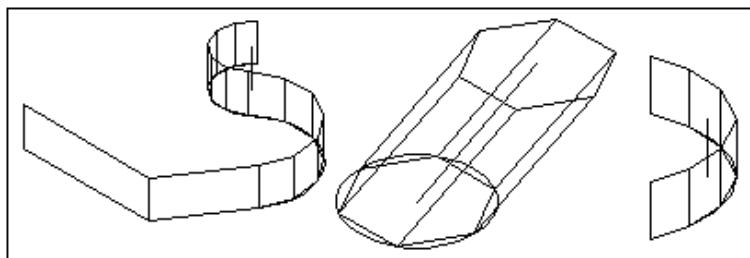


Рис. 3.6. Примеры поверхностей сдвига при **SURFTAB1 = 6**

1. Выбрать **Draw | Surfaces | Tabulated surface** (Рисование | Поверхности | Поверхность сдвига).
2. Указать определяющую кривую.
3. Указать направляющий вектор.

Алгоритм 3.5. Построение поверхности тела вращения

Поверхность вращения создается поворотом определяющей кривой (или профиля) вокруг выбранной оси (рис. 3.7). В качестве определяющей кривой может быть использован отрезок, дуга, круг, полилиния или трехмерная полилиния. Определяющая кривая соответствует направлению N поверхности. Ось вращения может быть отрезок или незамкнутая плоская или пространственная полилиния.

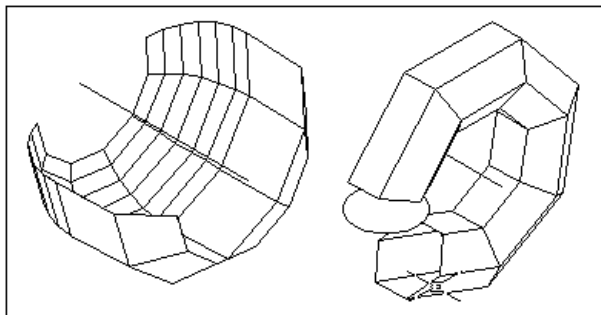


Рис. 3.7. Примеры поверхностей вращения после скрытия невидимых линий

Если в качестве оси вращения выбрана полилиния, то ось вращения определяется вектором, соединяющим первую вершину полилинии с последней, а все промежуточные вершины игнорируются. Ось вращения задает направление M сети. Плотностью сети управляют системные переменные: **SURFTAB1** — вдоль направления вращения, **SURFTAB2** — вдоль определяющей кривой. Если определяющей кривой служит отрезок, дуга, круг или сплайном полилиния, то определяющая кривая делится на равные интервалы, число которых равно **SURFTAB2**. Если определяющая кривая выполнена в виде полилинии, то вершинами сети становятся концы прямолинейных сегментов, а каждый дуговой сегмент делится на интервалы, равные **SURFTAB2**.

1. В меню выбрать **Draw | Surfaces | Revolved Surface** (Рисование | Поверхности | Поверхность вращения).
2. Указать определяющую кривую.
3. Указать ось вращения.

4. Задать начальный и центральный углы. По умолчанию начальный угол равен 0, центральный — 360° (вводятся в командной строке без символа градуса). Начальный угол определяет отступ начала поверхности вращения от определяющей кривой, а центральный угол задает угол поворота кривой вокруг оси вращения. Поверхность строится замкнутой, но если центральный угол меньше 360° , то поверхность строится разомкнутой. Если начальный угол не равен нулю, то построение поверхности начинается не с кривой, а после поворота на этот угол.

Алгоритм 3.6. Построение поверхности, заданной четырьмя кромками

1. В меню выбрать **Draw | Surfaces | Edge Surface** (Рисование | Поверхности | Поверхность Кунса).
2. Выбрать последовательно в любом направлении четыре кромки. Первая из выбранных кромок определяет направление M , четвертая — N (рис. 3.8).

Числом интервалов в направлении M и N управляют системные переменные **SURFTAB1** и **SURFTAB2** соответственно. В результате выполнения команды строится сеть размером $(\text{SURFTAB1} + 1) \times (\text{SURFTAB2} + 1)$.



Рис. 3.8. Поверхность Кунса

Алгоритм 3.7. Построение поверхности из плоских граней с тремя или четырьмя ребрами

Пространственные грани формируются командой **3DFACE** (3-ГРАНЬ). Состояние видимости кромок граней можно задавать тремя способами:

1. Опцией **Invisible** (Невидимая) во время выполнения команды **3DFACE** (3-ГРАНЬ).
2. Командой **EDGE** (КРОМКА).
3. Системной переменной **SPLFRAME**.

Для видимых ребер **SPLFRAME** = 1, а для невидимых ребер **SPLFRAME** = 0. После присвоения системной переменной выбранного значения для получения нужного эффекта следует регенерировать чертеж.

1. В меню выбрать **Draw | Surfaces | 3D Face** (Рисование | Поверхности | 3-грань).
2. Ввести три угловые точки поверхности и после ввода третьей точки два раза нажать клавишу <Enter> для завершения команды.
3. В противном случае вводим четвертую и последующие точки, а после ввода точки на запрос о четвертой точке для завершения команды один раз нажимаем клавишу <Enter>.

Созданной поверхности нельзя придать высоту, но из нее выдавливанием можно создать тело.

Алгоритм 3.8. Построение поверхности из плоских граней с произвольным числом ребер

1. В командной строке набрать команду **PFACE** (ПГРАНЬ).
2. Ввести координаты вершин (углов сети), присвоить и запомнить их номера.
3. Завершить ввод координат вершин, нажав клавишу <Enter>.
4. На запрос команды ввести последовательно номера вершин, принадлежащих каждой из создаваемых граней.

Особенности команды **PFACE** (ПГРАНЬ) перечислены ниже.

- ❑ Команда позволяет строить сети с произвольной ориентацией трехмерных поверхностей в пространстве (примеры приведены на рис. 3.9).

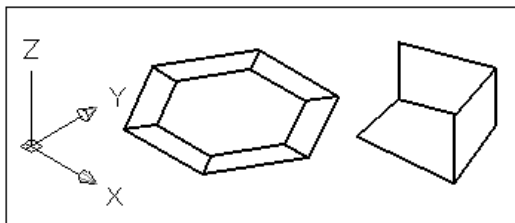


Рис. 3.9. Сети с произвольной ориентацией трехмерных поверхностей

- ❑ Каждая грань большой сети может иметь произвольное число ребер, а ребра, расположенные в одной плоскости, не показываются.
- ❑ Вся сеть рассматривается как один объект.
- ❑ Если сеть расположена в нескольких плоскостях, каждой плоскости можно присвоить собственный слой и цвет.

- ☐ Возможно расчленение сети на трехмерные грани.
- ☐ При ручном вводе вершин невозможно исправлять допущенные ошибки, поэтому удобнее сначала построить каркас поверхности, а затем указать привязкой точки, включаемые в грани.

3.2. Построение типовых поверхностных фигур

Поверхности типовых фигур генерируются в AutoCAD командой **3DMESH** (3-СЕТЬ). Для выбора необходимой фигуры следует вызвать диалоговое окно **3D Objects** (3М объекты) (рис. 3.10) при помощи пункта меню **Draw | Surfaces | 3D Surfaces** (Рисование | Поверхности | 3М поверхности), или воспользовавшись соответствующей кнопкой панели инструментов **Surfaces** (Поверхности) (рис. 3.10).

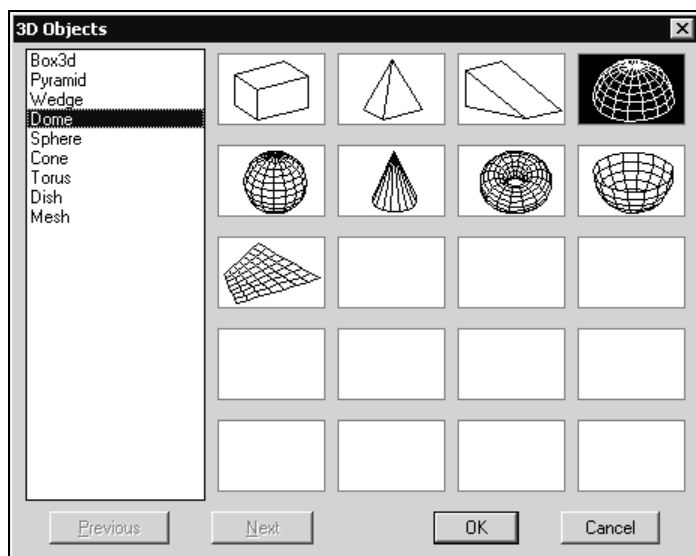


Рис. 3.10. Диалоговое окно **3D Objects**

Алгоритм 3.9. Построение поверхности параллелепипеда

1. Щелкнуть на кнопке **Box** (Ящик) панели инструментов **Surfaces** (Поверхности).
2. Задать координату нижнего левого угла ящика.
3. Ввести длину основания параллелепипеда (размер по оси X).

4. Ввести ширину основания параллелепипеда (размер по оси Y).
5. Ввести высоту параллелепипеда (размер по оси Z).
6. Ввести угол поворота вокруг оси, параллельной оси Z и проходящей через левый нижний угол основания параллелепипеда.

Будет построена поверхность параллелепипеда с плоскостью основания, параллельной плоскости XY текущей ПСК (рис. 3.11).

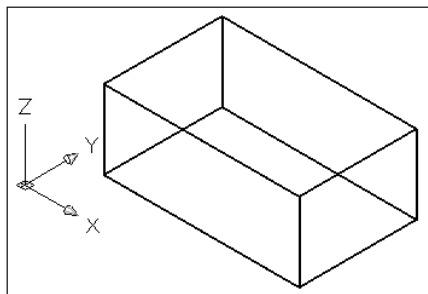


Рис. 3.11. Поверхность параллелепипеда

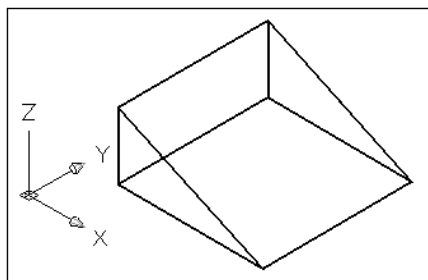


Рис. 3.12. Поверхность клина

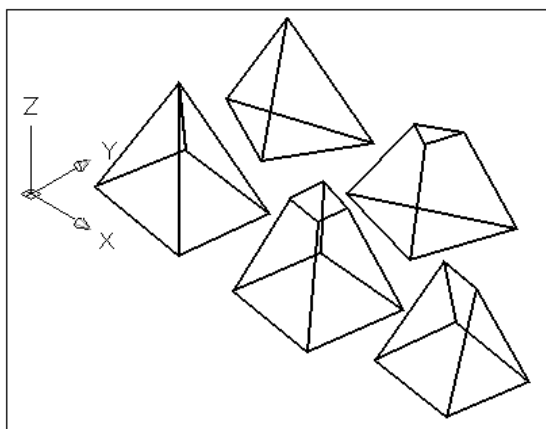
Алгоритм 3.10. Построение поверхности клина

1. Щелкнуть на кнопке **Wedge** (Клин) панели инструментов **Surfaces** (Поверхности).
2. Указать нижний левый угол основания клина.
3. Задать размер клина по оси X .
4. Задать ширину клина по оси Y .
5. Задать высоту по оси Z .
6. Задать угол поворота вокруг оси Z .

Будет построена поверхность клина. Плоскость основания клина, как и плоскость основания параллелепипеда, параллельная плоскости XY текущей ПСК (рис. 3.12).

Алгоритм 3.11. Построение поверхности пирамиды

1. Щелкнуть на кнопке **Pyramid** (Пирамида) панели инструментов **Surfaces** (Поверхности).
2. Задать первую точку основания пирамиды.
3. Задать вторую точку основания пирамиды.
4. Задать третью точку основания пирамиды.
5. Выбрать опцию **Tetrahedron** (Тетраэдр), если пирамида треугольная. В противном случае ввести четвертую и последующие точки основания.
6. Указать вершину пирамиды или ввести опцию **Top** (Верх) для построения усеченной пирамиды.
7. При необходимости ввести точки верхнего основания пирамиды.

**Рис. 3.13.** Примеры поверхностей из пирамид**Алгоритм 3.12. Построение поверхности конуса**

1. Щелкнуть на кнопке **Cone** (Конус) панели инструментов **Surfaces** (Поверхности).
2. Ввести центр круга основания конуса.
3. Задать радиус или диаметр основания.
4. Задать радиус или диаметр верхнего основания (по умолчанию 0).
5. Ввести высоту.
6. Ввести число сегментов аппроксимирующей сети (по умолчанию 16).

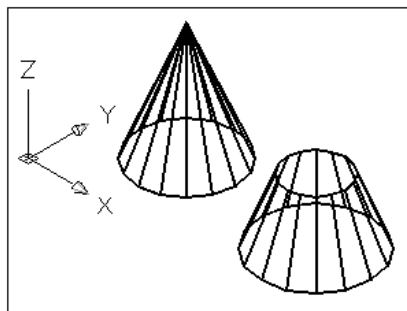


Рис. 3.14. Поверхность полного и усеченного конуса

Алгоритм 3.13. Построение поверхности сферы

1. Щелкнуть на кнопке **Sphere** (Сфера) панели инструментов **Surfaces** (Поверхности).
2. Задать центр сферы.
3. Ввести радиус сферы.
4. Ввести количество меридианов (по умолчанию 16).
5. Ввести количество параллелей (по умолчанию 8).

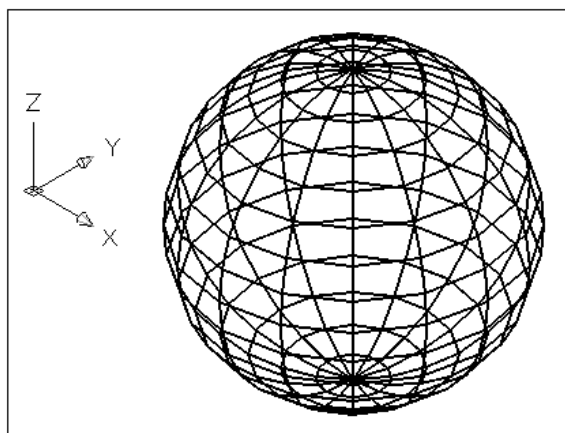


Рис. 3.15. Поверхность сферы

Алгоритм 3.14. Построение поверхности купола

1. Щелкнуть на кнопке **Dome** (Купол) панели инструментов **Surfaces** (Поверхности).
2. Задать центр основания купола.

3. Ввести радиус или диаметр основания купола.
4. Ввести количество меридианов (по умолчанию 16).
5. Ввести количество параллелей (по умолчанию 8).

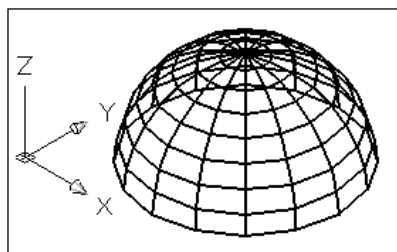


Рис. 3.16. Поверхность купола

Алгоритм 3.15. Построение поверхности чаши

1. Щелкнуть на кнопке **Dish** (Чаша) панели инструментов **Surfaces** (Поверхности).
2. Задать центр верхнего среза чаши.
3. Ввести радиус или диаметр чаши.
4. Ввести количество меридианов (по умолчанию 16).
5. Ввести количество параллелей (по умолчанию 8).

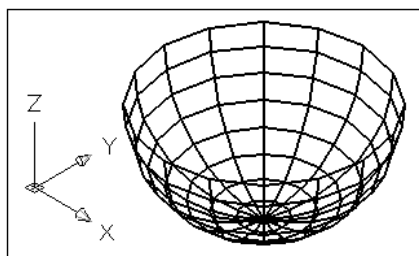


Рис. 3.17. Поверхность чаши

Алгоритм 3.16. Построение поверхности тора

1. Щелкнуть на кнопке **Torus** (Тор) панели инструментов **Surfaces** (Поверхности).
2. Задать радиус или диаметр тора.
3. Ввести радиус или диаметр трубы.

4. Ввести число сегментов по сечению трубы (по умолчанию 16).
5. Ввести число сегментов вдоль направляющей тора (количество меридианальных сечений).

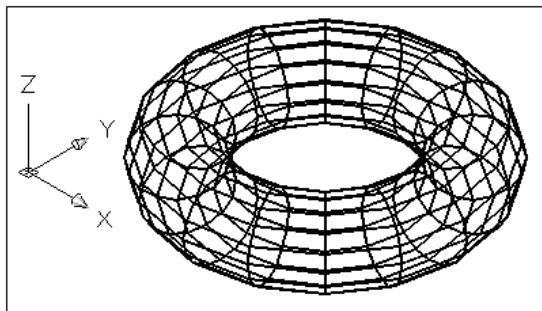


Рис. 3.18. Поверхность тора

Алгоритм 3.17. Построение трехмерной сети

1. Выбрать в меню **Draw | Surfaces | 3D Surfaces** (Рисование | Поверхности | 3М Поверхность).
2. Выбрать **Mesh** (Сеть) в списке диалогового окна **3D Objects** (3М объекты).
3. Ввести четыре угловые точки по часовой или против часовой стрелки.
4. Указать размеры сети в направлениях M и N .

3.3. Команды создания поверхностей

Одним из возможных способов активизации команд построения поверхностей, кроме меню и панели инструментов **Surfaces** (Поверхности), является вызов их из командной строки. В этом случае следует набрать текст команды на клавиатуре и нажать клавишу <Enter>. В табл. 3.2 приводится список этих команд и их назначение.

Таблица 3.2. Трехмерные команды создания поверхностей

№	Команды	Назначение команды
1	3D (3М)	Вызывает диалоговое окно, в котором выбирается вид трехмерной поверхности (Draw Surfaces 3D Surfaces (Рисование Поверхности 3М Поверхности))

Таблица 3.2 (окончание)

№	Команды	Назначение команды
2	3DFACE (З-ГРАНЬ)	Предназначена для построения пространственных граней, каждая из которых ограничена тремя или четырьмя кромками (Draw Surfaces 3D Face (Рисование Поверхности 3М грань))
3	3DMESH (З-СЕТЬ)	Формирует трехмерную многоугольную сеть заданного размера путем последовательного ввода координат каждой из вершин в направлении <i>M</i> , а затем в направлении <i>N</i> (Draw Surfaces 3D Mesh (Рисование Поверхности 3М сеть))
4	EDGE (КРОМКА)	Изменяет видимость краев трехмерных граней (Draw Surfaces Edge (Рисование Поверхности Кромки))
5	EDGESURF (П-КРОМКА)	Создает бикубическую поверхность путем интерполяции между четырьмя кромками (поверхность Кунса) (Draw Surfaces Edge Surface (Рисование Поверхности Поверхность Кунса))
6	PFACE (П-ГРАНЬ)	Создает трехмерную сеть произвольной топологии
7	REVSURF (П-ВРАЩ)	Создает трехмерную многоугольную сеть вращением плоских линейных объектов вокруг оси вращения (Draw Surfaces Revolved Surface (Рисование Поверхности Поверхность вращения))
8	RULESURF (П-СОЕД)	Создает трехмерную многоугольную сеть аппроксимацией поверхности, построенной между двумя определяющими линиями (Draw Surfaces Ruled Surface (Рисование Поверхности Поверхность соединения))
9	TABSURF (П-СДВИГ)	Создает многоугольную сеть, аппроксимирующую поверхность, полученную сдвигом определяющей кривой вдоль направляющего вектора (Draw Surfaces Tabulated Surface (Рисование Поверхности Поверхность сдвига))

3.4. Упражнение на построение комплексной модели из различных поверхностей

Цели упражнения:

□ изучить:

- порядок настройки чертежа и работу со слоями;
- работу с уровнем и высотой объектов;
- методы построения дуг и отрезков в пространстве;
- методы построения различных пространственных поверхностей;

□ ознакомиться:

- с методами просмотра пространственных моделей.

Поставленные цели упражнения решаются на примере создания модели архитектурного сооружения (рис. 3.19).

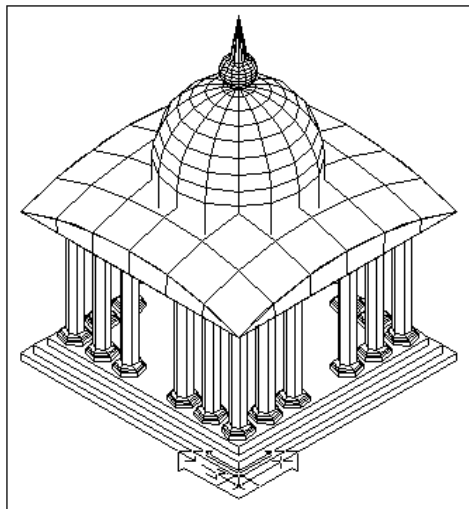


Рис. 3.19. Архитектурная модель, построенная из поверхностей

Шаг 1. Рисование ступенек

1. Выбрать метрические единицы, точность 0.0. Установить границы чертежа 420×297 и шаг сетки и курсора 10. Включить сетку.
2. Установить вид рисунка во весь экран: **View | Zoom | All** (Вид | Показать | Все).

Замечание

Здесь и в дальнейшем рекомендуется вывести на экран необходимые панели инструментов и пользоваться ими.

3. Создать слой **STEP**, загрузив в него линию **Contintous** (Сплошная) зеленого цвета и сделать его текущим.
4. Нарисовать прямоугольник с координатами вершин 0,0 и 160,160.
5. Выдавить прямоугольник на высоту 5, вызвав диалоговое окно **Properties** (Свойства) менеджера свойств объектов с помощью меню **Modify | Properties** (Редакт | Свойства), в котором воспользоваться полем **Thickness** (Высота).

6. Установить командой **ELEV (УРОВЕНЬ)** новый уровень **Elevation (Уровень)**, равный 5.
7. Нарисовать на этом уровне прямоугольник с координатами углов 5,5 и 155,155.
8. Установить высоту его **Thickness (Высота)** = 5.
9. Подняться на уровень **Elevation (Уровень)** = 10.
10. Нарисовать на нем прямоугольник с координатами углов 10,10 и 150,150.
11. Установить высоту его **Thickness (Высота)** = 5.
12. Просмотреть полученное изображение с помощью меню **View | 3D Views | SW Isometric (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрический вид)**.

Шаг 2. Рисование основания крыши

1. Вернуться к плоскому изображению в мировой системе координат **View | 3D Views | Plan View | World UCS (Вид | 3М виды | Вид в плане | МСК)**.
2. Отключить видимость слоя **STEP**.
3. Создать новый слой **FOUND** красного цвета с линией **Contintous (Сплошная)** и сделать его текущим.
4. Установить уровень **Elevation (Уровень)**, равный 90, с помощью команды **ELEV (УРОВЕНЬ)**.
5. Нарисовать прямоугольник с координатами углов 10,10 и 150,150.
6. Установить высоту прямоугольника **Thickness (Высота)** = 5.

Шаг 3. Рисование крыши

1. Отключить видимость слоя **FOUND**.
2. Создать новый слой **ROOF** зеленого цвета с линией **Contintous (Сплошная)** и сделать его текущим.
3. Установить уровень **Elevation (Уровень)** = 95, воспользовавшись командой **ELEV (УРОВЕНЬ)** из командной строки.
4. Провести отрезки прямых как основание боковин, выбрав в меню **Draw | Line (Рисование | Отрезок)**, а затем введя координаты отрезков: 0,0; 160,0; 160,160; 0,160; Close (Замкнуть).
5. Переместить ПСК параллельным переносом на 95 единиц вверх по оси Z, воспользовавшись меню **Tools | New UCS | Origin (Сервис | Новая ПСК | Начало)** и набрав в командной строке 0,0,95.
6. Повернуть ее вокруг оси X на 90°.

7. Присвоить ПСК имя **A**, воспользовавшись диалоговым окном **UCS (ПСК)**, вызванным с помощью меню **Tools | Named UCS** (Сервис | Именованные ПСК).
8. Нарисовать дугу по 3 точкам **Draw | Arc | 3 Points** (Рисование | Дуга | 3 точки): 0, 0; 80, 15; 160, 0. При задании координат двух последних точек координату **Z** можно не указывать.
9. Переместить ПСК на противоположную сторону крыши (координаты 0, 0, -160), воспользовавшись меню **Tools | New UCS | Origin** (Сервис | Новая ПСК | Начало), и присвоить ей имя **B**.
10. Нарисовать дугу по трем указанным выше координатам точек.
11. Повернуть ПСК **B** на угол -90° вокруг оси **Y**, присвоить ей название **BY** и построить третью дугу по указанным в 8 пункте трем точкам.
12. Переместить систему координат **BY** по оси **Z** на -160 единиц, назвать ее **C** и провести в ней дугу по указанным в 8 пункте трем точкам.
13. Перейти к изометрической проекции крыши в мировой системе координат, воспользовавшись меню:
 - **Tools | Named UCS** (Сервис | Именованные ПСК), а затем выбрав в диалоговом окне **UCS (ПСК)** в списке **World** (Мировая);
 - **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрический вид).
14. Построить 4 боковины крыши при помощи поверхности соединения, переходя последовательно в ПСК **A**, **B**, **BY**, **C** с помощью меню **Draw | Surfaces | Ruled Surface** (Рисование | Поверхности | Поверхность соединения).
15. Построить крышу по четырем дугам, воспользовавшись поверхностью, задаваемой четырьмя кромками (поверхность Кунса) **Draw | Surfaces | Edge Surface** (Рисование | Поверхности | Поверхность Кунса).

Шаг 4. Построение купола крыши

1. Перейти к мировой системе координат, если до этого использовалась пользовательская система координат.
2. Построить ПСК в точке с координатами 80, 80, 110, воспользовавшись меню **Tools | New UCS | Origin** (Сервис | Новая ПСК | Начало).
3. Построить цилиндрическую часть основания купола высотой 20 и радиусом 45 с помощью меню **Draw | Surfaces | 3D Surface | Cone** (Рисование | Поверхности | 3М Поверхности | Конус).
4. Построить сферическую часть поверхности основания купола диаметром 90 и с центром в точке 0, 0, 20 в местной ПСК с помощью меню **Draw |**

Surfaces | 3D Surface | Dome (Рисование | Поверхности | 3М поверхности | Купол).

5. Построить сферу диаметром 20 с центром, имеющим координату $0,0,75$, выбрав в меню **Draw | Surfaces | 3D Surface | Sphere** (Рисование | Поверхности | 3М поверхности | Сфера).
6. Построить конус с диаметром нижнего основания 10 и координатой центра основания $0,0,80$ (**Draw | Surfaces | 3D Surface | Cone** (Рисование | Поверхности | 3М поверхности | Конус)).
7. Просмотреть изображение крыши в изометрии, выбрав в меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрический вид).

Шаг 5. Построение вспомогательных линий для создания колонн

1. Вернуться к плоскому виду в мировой системе координат с помощью меню **View | 3D Views | Plan View | World UCS** (Вид | 3М виды | Вид в плане | МСК).
2. Отключить видимость слоя **ROOF**.
3. Создать новый слой **CONSTR** красного цвета с линией **Continuous** (Сплошная) для построения вспомогательных линий, сделать его текущим.
4. Включить сначала видимость слоя **STEP**, а затем сделать его закрытым (активизировать замочек на панели свойства слоев).
5. Установить **Elevation** (Уровень) = 15 командой **ELEV (УРОВЕНЬ)**.
6. Провести горизонтальный отрезок через точки $0,20$ и $160,20$, а затем размножить его прямоугольным массивом на 6 объектов.
7. Провести вертикальный отрезок через точки $20,0$ и $20,160$, а затем размножить его, построив прямоугольный массив из 6 отрезков. В точках пересечения вспомогательных линий будут размещаться колонны.

Шаг 6. Создание колонн

1. Создать новый слой **COLON** желтого цвета с линией **Continuous** (Сплошная) и сделать его текущим.
2. Провести ось колонны, воспользовавшись меню **Draw | Line** (Рисование | Отрезок) и введя координаты двух точек: $20,20,15$ и $20,20,90$.
3. Создать ПСК для построения колонны и размещения ее в основании оси симметрии:
 - перенести начало ПСК в точку $20,20,15$ с помощью меню **Tools | New UCS | Origin** (Сервис | Новая ПСК | Начало);

- повернуть ПСК вокруг оси X на 90°, выбрав в меню **Tools | New UCS | X** (Сервис | Новая ПСК | X);
 - запомнить ПСК под именем **STOLB**, выбрав в меню **Tools | Named UCS** (Сервис | Именованные ПСК);
 - поместить пиктограмму ПСК в ее начало с помощью меню **View | Display | UCS Icon | Origin** (Вид | Отображение | Пиктограмма ПСК | Начало).
4. Построить образующую колонны полилинией, выбрав в меню **Draw | Polyline** (Рисование | Полилиния) и введя координаты двух ее точек: 5,5 5,75.
 5. Создать поверхность колонны вращением ее образующей вокруг оси симметрии, выбрав в меню **Draw | Surfaces | Revolved Surface** (Рисование | Поверхности | Поверхность вращения).
 6. Возвратиться в плоский вид мировой системы координат с помощью меню **View | 3D Views | Plan View | World** (Вид | 3М виды | Вид в плане | МСК).
 7. Командой **COPY** (КОПИРОВАТЬ) многократно размножить нижнюю левую колонну, используя объектную привязку **Intersection** (Пересечение).

Шаг 7. Просмотр изображения

1. Сделать все созданные слои, кроме вспомогательного слоя **CONSTR**, видимыми.
2. Установить изометрический вид в мировой системе координат и скрыть невидимые линии, воспользовавшись следующими пунктами меню:
 - **Tools | New UCS | World** (Сервис | Новая ПСК | МСК);
 - **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрический вид);
 - **View | Hide** (Вид | Скрой).
3. Раскрасить полученное изображение, выбрав в меню **View | Shade | Flat Shaded, Edges On** (Вид | Раскрашивание | Плоское, с кромками).
4. Осмотреть изображение со всех сторон, воспользовавшись меню **View | 3D Orbit** (Вид | 3М орбита).

Шаг 8. Сохранение изображения

1. Выбрать в меню **File | Save As** (Файл | Сохранить как).
2. В диалоговом окне **Save Drawing As** (Сохранение рисунка) в поле **Name** (Имя файла) ввести имя файла (без расширения) **Besedka**.
3. В поле **In** (Сохранить в) диалогового окна открыть рабочую папку.
4. Нажать кнопку **Save** (Сохранить). В папке будет сохранен файл **Besedka.dwg**.

3.5. Упражнение на использование команды PFACE

В этом упражнении будет нарисована модель шестигранного туалетного столика (рис. 3.20).

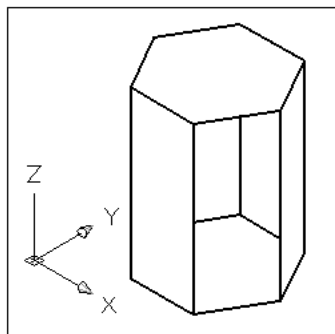


Рис. 3.20. Поверхность из плоских граней с произвольным числом ребер

Шаг 1. Настройка чертежа

1. Установить с помощью меню метрические единицы измерения с точностью 0.0 (**Format | Units** (Формат | Единицы)).
2. Установить границы чертежа с координатами углов 0,0 и 60,100 с помощью меню **Format | Drawing Limits** (Формат | Лимиты).
3. Установить шаг сетки и курсора 2×2 , выбрав в меню **Tools | Drafting Settings | Grid and Snap** (Сервис | Режимы рисования | Шаг и сетка).
4. Включить отображение сетки, активизировав в строке состояния кнопку **GRID** (СЕТКА).
5. Вывести изображение на весь экран, выбрав в меню **View | Zoom | All** (Вид | Показать | Все).

Шаг 2. Построение контуров оснований

1. Нарисовать шестигранный многоугольник, вписанный в окружность радиуса 30.
2. Скопировать его на высоту 70 по оси Z, воспользовавшись командой **COPY** (КОПИРОВАТЬ).

Шаг 3. Создание поверхностей

1. Сделать эскиз шестиугольников на бумаге и пронумеровать их вершины (верхний с номерами вершин 1–6, а нижний — 7–12).

2. Вызвать команду **PFACE** (ПГРАНЬ) из командной строки.
3. Ввести последовательно координаты всех вершин, используя привязку к вершинам шестиугольников.
4. Ввести номера вершин, относящихся к боковым стенкам столика (передней стенки нет). Всего будет 7 граней. Для завершения ввода нажать клавишу <Enter> после запроса данных для 8-ой грани.

Шаг 4. Просмотр рисунка

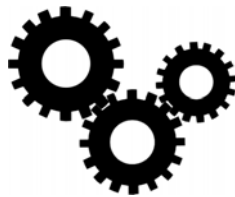
1. Удалить невидимые линии и просмотреть результат построений, воспользовавшись меню **View | Hide** (Вид | Скрой).
2. Для раскрашивания граней модели столика воспользоваться меню **View | Shade | Flat Shaded, Edges On** (Вид | Раскрашивание | Плоское, с кромками).
3. Рассмотреть рисунок при помощи команды **3DORBIT** (3-ОРБИТА).

Шаг 5. Придание граням различных цветов

1. Задать верхнему основанию красный цвет при помощи диалогового окна **Properties** (Свойства) менеджера свойств объектов.
2. Задать нижнему основанию коричневый цвет, а боковым стенкам — зеленый.

Шаг 6. Сохранение рисунка

1. Сохранить рисунок под именем **Pface.dwg**, выбрав в меню **File | Save As** (Файл | Сохранить как).
2. В диалоговом окне **Save Drawing As** (Сохранение рисунка) в поле **Name** (Имя файла) ввести имя файла (без расширения) **Pface** и нажать кнопку **Save** (Сохранить).



Глава 4

Просмотр трехмерных моделей

Для просмотра трехмерных моделей, созданных в AutoCAD, можно воспользоваться следующими способами:

1. Выбрать типовые и дополнительные направления проецирования при помощи команды `VPOINT`(ТЗРЕНИЯ).
2. Воспользоваться трехгранником осей и компасом, которые вызываются по опции команды `VPOINT` (ТЗРЕНИЯ).
3. Установить плоский вид в плане командой `PLAN` (ПЛАН).
4. Воспользоваться режимом **3D Orbit** (3М орбита), который появился в версии программы AutoCAD 2000.
5. Создать перспективное изображение командой `DVIEW` (ДВИД).
6. Раскрасить трехмерный объект командой `SHADEMODE` (РЕЖИМРАСКР).

Кроме перечисленных способов просмотра пространственных моделей, которые подробно рассматриваются в этой главе, существует режим просмотра со скрытыми линиями и тонирование объектов. Методы раскрашивания и тонирования объектов, ориентированные на создание презентационных материалов, излагаются далее в *главе 10*.

4.1. Типовые направления проецирования

Типовые направления проецирования, устанавливаемые при помощи команды `VPOINT` (ТЗРЕНИЯ), удобно активизировать при помощи панели инструментов **View** (Вид) или воспользоваться меню **View | 3D Views** (Вид | 3М виды) (рис. 4.1).

Подменю дополнительных направлений проектирования позволяет установить следующие виды построенных изображений:

- ☐ **Top** (Сверху) — вид сверху, вид в плане с высоты птичьего полета;
- ☐ **Bottom** (Снизу) — вид снизу;
- ☐ **Left** (Слева) — вид слева;

- ☐ **Right** (Справа) — вид справа;
- ☐ **Front** (Спереди) — фронтальный вид (вид спереди);
- ☐ **Back** (Сзади) — вид сзади;
- ☐ **SW Isometric** (ЮЗ изометрия) — юго-западный изометрический вид;
- ☐ **SE Isometric** (ЮВ изометрия) — юго-восточный изометрический вид;
- ☐ **NE Isometric** (СВ изометрия) — северо-восточный изометрический вид;
- ☐ **NW Isometric** (СЗ изометрия) — северо-западный изометрический вид.

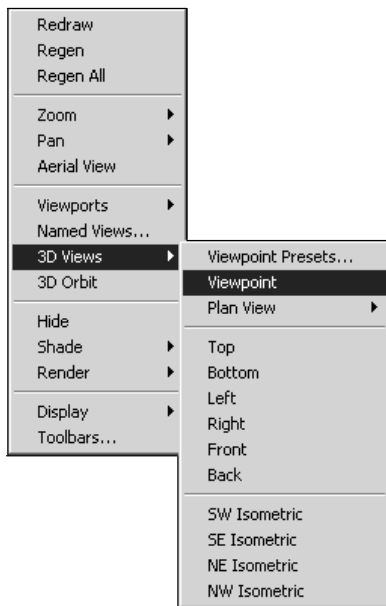


Рис. 4.1. Меню типовых направлений проецирования

Первые два пункта меню (рис. 4.1) относятся к опциям команды `VPOINT` (ТЗРЕНИЯ), а третий вызывает команду `PLAN` (ПЛАН).

4.2. Дополнительные направления проецирования

Команда `VPOINT` (ТЗРЕНИЯ) позволяет также просматривать трехмерные объекты под любым углом относительно заданной системы координат. Направление ортогонального параллельного проецирования задается углами относительно системы координат или двумя точками, одна из которых по умолчанию принимается в начале координат, а другая определяется как явным заданием координат (по умолчанию), так и в сферической системе

координат при помощи опции **Rotate** (Поверни). Для настройки этой опции команды **VPOINT** (ТЗРЕНИЯ) воспользоваться меню **View | 3D Views | Viewpoint presets** (Вид | 3М виды | Стандартные точки зрения) для вызова диалогового окна **Viewpoint presets** (Установка направлений проецирования), изображенного на рис. 4.2, которое также вызывается командой **DDVPOINT** (ДИАЛТЗРЕН).

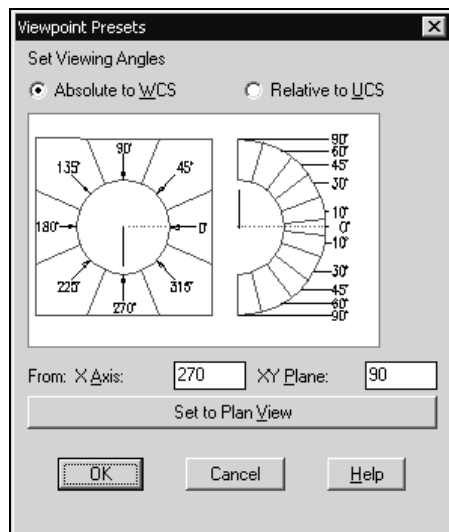


Рис. 4.2. Диалоговое окно **Viewpoint Presets**

В левой части диалогового окна указывается азимут — угол между осью **X** и проекцией вектора проецирования на плоскость **XY** (поле редактирования **From: X Axis** (С осью **X**)). Правая часть окна предназначена для определения угла отклонения этого вектора от плоскости **XY** (поле редактирования **From: XY Plane** (С плоскостью **XY**)).

Направление просмотра можно задавать как относительно мировой системы координат **WCS** (МСК) (переключатель **Absolute to WCS** (Абсолютно в МСК)), так и относительно любой пользовательской системы координат **UCS** (ПСК) (переключатель **Relative to UCS** (Относительно ПСК)), устанавливая соответствующий переключатель в верхней части окна. Кнопка **Set to Plan View** (Вид в плане) позволяет быстро восстанавливать вид в плане в выбранной системе координат.

4.3. Работа с трехгранником осей и компасом

Для вывода на экран трехгранника осей и компаса (рис. 4.3) необходимо установить опцию команды **VPOINT** (ТЗРЕНИЯ) **display compass and tripoint** (трехгранник осей и компас), для этого можно воспользоваться пунктом меню **View | 3D Views | VPOINT** (Вид | 3М виды | Точка зрения).

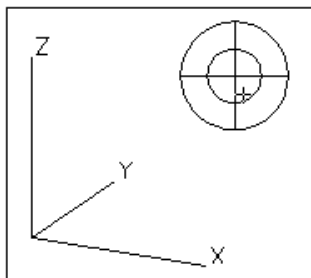


Рис. 4.3. Трехгранник осей и компас

Эта опция команды установлена по умолчанию, поэтому при вызове команды `VPOINT` (ТЗРЕНИЯ) из командной строки необходимо сразу же нажать клавишу `<Enter>`.

Центр компаса, изображенного в диалоговом окне, — это северный полюс, из которого модель видна сверху. Боковые виды задаются с помощью точек экватора, которому соответствует внутренняя окружность. Нижняя часть модели наблюдается с южного полюса, которому соответствует внешняя окружность. Перекрестье отрезков, изображенное на компасе, — это оси *X* и *Y*.

Перемещение курсора по окружности произвольного радиуса эквивалентно установлению азимута в окне, изображенном на рис. 4.2, причем в зависимости от положения курсора на осях *X* и *Y* устанавливаются следующие направления просмотра модели:

- ☐ виды справа, если курсор находится на положительной полуоси *X*;
- ☐ слева — на отрицательной полуоси *X*;
- ☐ виды сзади — на положительной полуоси *Y*;
- ☐ спереди — на отрицательной полуоси *Y*.

Для получения нужного изображения модели следует установить курсор в выбранной позиции на компасе и щелкнуть левой кнопкой мыши.

4.4. Быстрый переход к виду в плане

Команда `PLAN` (ПЛАН), вызванная из командной строки или с помощью пункта меню **View | 3D Views | Plan View** (Вид | 3М виды | Вид в плане), позволяет возвратиться к виду в плане относительно любой имеющейся в чертеже системы координат, которая выбирается при помощи следующих опций команды:

- ☐ **Current UCS** (Текущая ПСК) — вид в плане получается относительно осей текущей ПСК;
- ☐ **UCS** (ПСК) — вид в плане получается относительно пользовательской системы координат, вызванной по ее имени;

□ **World (MCK)** — вид в плане получается относительно мировой системы координат.

Если присвоить системной переменной **UCSFOLLOW** значение 1, то можно обеспечить принудительный переход к виду в плане при замене одной пользовательской системы координат на другую. По умолчанию **UCSFOLLOW** = 0, когда она отключена и подобная замена не происходит.

4.5. Использование режима 3D Orbit

Этот режим, который активизируется командой **3DORBIT** (3-ОРБИТА), используется только для просмотра моделей и установки направления просмотра, поэтому после его активизации нельзя пользоваться другими командами AutoCAD. До запуска режима можно выделить для просмотра только часть объектов чертежа. В этом случае, невыделенные объекты не будут отображаться после его активизации. Режим просмотра моделей запускается щелчком по кнопке **3D Orbit** (3М орбита) на стандартной панели инструментов или выбором из меню **View | 3D Orbit** (Вид | 3М орбита). На экране появляется пиктограмма пользовательской системы координат и окружность — орбита, центр которой совпадает с центром видового экрана (рис. 4.4). Для выхода из режима следует нажать на клавиатуре любую из двух клавиш <Enter> или <Esc>, либо вызвать правой кнопкой мыши контекстное меню, из которого выбрать **Exit** (Выход) (рис. 4.5).

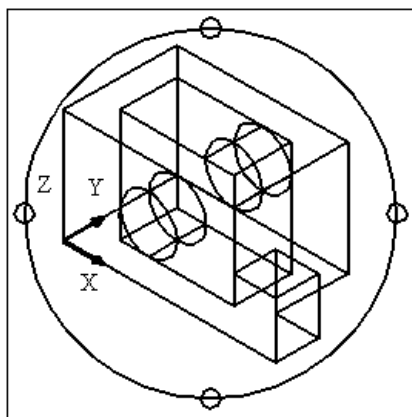


Рис. 4.4. Режим 3D Orbit

Орбита делит видовой экран на две области, и от того, в какой из них находится курсор, зависит его графическое изображение и способ вращения модели для установления нужного направления просмотра. Так, например, в квадрантах орбиты изображены четыре малых круга, и пиктограмма курсора изменяется в зависимости от того, куда он установлен. Рассмотрим

различные варианты просмотра моделей после активизации режима **3D Orbit** (3М орбита).

☐ Поворот модели в режиме круговой стрелки

Если вывести курсор за внешность орбиты и, удерживая левую кнопку мыши в нажатом состоянии, переместить его, то модель повернется вокруг оси, проходящей через центр орбиты, перпендикулярно плоскости чертежа.

☐ Вращение в режиме маленькой сферы с двумя линиями

Если ввести курсор во внутреннюю область орбиты и выполнить буксировку курсора, то объекты вращаются во всех направлениях.

☐ Вращение вокруг вертикальной оси

Курсор принимает форму вытянутого по горизонтали эллипса, если передвинуть его в правую или левую окружность на контуре шара. В этом случае вращение происходит вокруг вертикальной оси, проходящей через центр шара и лежащей в плоскости экрана.

☐ Вращение вокруг горизонтальной оси

Эллипс вытягивается по вертикали, если передвинуть курсор в верхнюю или нижнюю окружность на контуре шара, а вращение происходит вокруг горизонтальной оси, лежащей в плоскости экрана.

Опции контекстного меню

С помощью курсора можно установить рисунок в нужном ракурсе, а затем вызвать контекстное меню (рис. 4.5) нажатием правой кнопки мыши для выбора нужной опции режима **3D Orbit** (3М орбита).

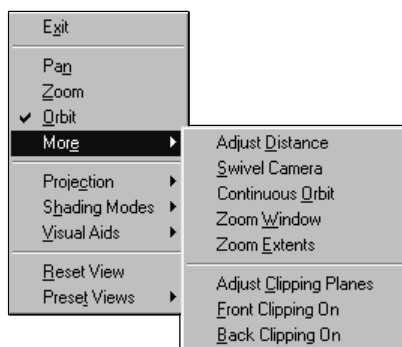


Рис. 4.5. Контекстное меню режима **3D Orbit**

Пункты контекстного меню режима **3D Orbit** (3М орбита):

☐ **Exit** (Выход) — выход из режима **3D Orbit** (3М орбита);

- ❑ **Pan** (Панорамирование) — перемещение изображения в плоскости видо-
вого экрана;
- ❑ **Zoom** (Зумирование) — изменение размеров изображения;
- ❑ **Orbit** (Орбита) — возвращение в режим орбиты после режимов **Zoom**
(Зумирование), **Pan** (Панорамирование) или **Continuous Orbit** (Вращение
по орбите);
- ❑ **More** (Другие опции) — использование дополнительных опций;
- ❑ **Projection** (Проекция) — выбор параллельной или перспективной про-
екций;
- ❑ **Shading Modes** (Раскрашивание) — раскрашивание или каркасное пред-
ставление объектов;
- ❑ **Visual Aids** (средства визуализации) — включение или выключение до-
полнительных визуальных средств, таких как компас, пиктограмма ПСК,
сетка;
- ❑ **Reset View** (Восстановить вид) — возвращение к виду, существовавшему
до входа в режим **3D Orbit** (3М орбита);
- ❑ **Preset Views** (Стандартные виды) — выбор типовых направлений проеци-
рования (шесть ортогональных видов и четыре изометрических).

В табл. 4.1 приводятся пункты контекстного меню **More** (Другие опции), список которых приводится справа на рис. 4.5.

Таблица 4.1. Пункты контекстного меню **More**

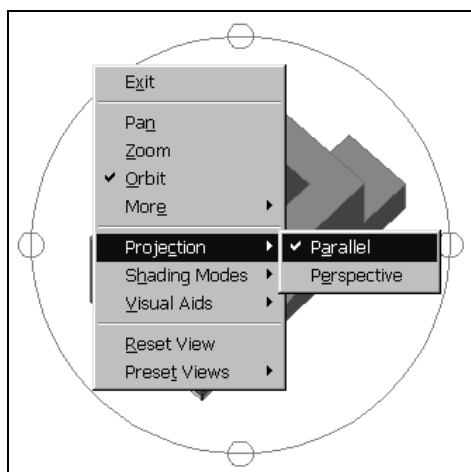
Пункты контекстного меню	Назначение
Adjust Distance (Регулировка рас- стояния)	Приближает или удаляет камеру к объекту
Swivel Camera (Вращать камеру)	Имитирует вращение камеры
Continuous Orbit (Вращение по орбите)	Режим непрерывного вращения объекта
Zoom Window (Показать рамкой)	Увеличивает изображение до границ, указан- ных рамкой
Zoom Extents (Показать границы)	Вписывает все объекты в видовой экран
Adjust Clipping Planes (Регулиров- ка секущих плоскостей)	Вызывает окно для установки секущих плос- костей, параллельных видовому экрану
Front Clipping On (Передняя плос- кость Вкл)	Удаляет части объектов, находящихся перед передней секущей плоскостью
Back Clipping On (Задняя плос- кость Вкл)	Удаляет части объектов, находящиеся за задней секущей плоскостью

Алгоритм 4.1. Непрерывное вращение по орбите

1. Из контекстного меню режима **3D Orbit** (3М орбита) выбрать **More | Continuous** (Другие опции | Вращение по орбите).
2. Нажать левую кнопку мыши и переместить ее в направлении вращения.
3. Отпустить кнопку мыши и наблюдать вращение.
4. Для прекращения вращения необходимо войти в контекстное меню и выбрать любую опцию.

Алгоритм 4.2. Выбор типа проекции на орбитальном виде

1. Из контекстного меню режима **3D Orbit** (3М орбита) выбрать **Projection** (Проекция) (рис. 4.6).
2. Выбрать необходимый тип проекции из дополнительного меню со следующими вариантами:
 - **Parallel** (Параллельная) — параллельная проекция, в которой все параллельные линии остаются параллельными, а объекты не искажаются при приближении камеры.
 - **Perspective** (Перспективная) — перспективная проекция, в которой параллельные линии сходятся в одну точку. При большом приближении камеры происходит искажение формы объектов.

**Рис. 4.6.** Контекстное меню **Projection**

Установленная проекция сохраняется после выхода из режима **3D Orbit** (3М орбита), однако перспективная проекция не редактируется, невозможно указать точку, зумировать или панорамировать объект.

Алгоритм 4.3. Установка плоскостей отсечения на орбитальном виде

1. Из контекстного меню режима **3D Orbit** (3М орбита) выбрать **More | Adjust Clipping Planes** (Другие опции | Регулировка секущих плоскостей).

На экране появится диалоговое окно **Adjust Clipping Planes** (Регулировка секущих плоскостей) (рис. 4.7).

2. В этом окне можно выполнять следующие операции, используя кнопки панели инструментов (последовательно слева направо):
 - установить переднюю секущую плоскость при помощи кнопки **Adjust Front Clipping** (Регулировка передней секущей);
 - установить заднюю секущую плоскость при помощи кнопки **Adjust Back Clipping** (Регулировка задней секущей);
 - создать разрез при помощи кнопки **Create Slice** (Создать срез); после настройки фронтальной и задней секущих плоскостей эта операция позволяет синхронно перемещать их на постоянном расстоянии;
 - включать и отключать переднюю секущую плоскость при помощи кнопки **Front Clipping On/Off** (Вкл./Откл. переднюю секущую плоскость);
 - включать и отключать заднюю секущую плоскость при помощи кнопки **Back Clipping On/Off** (Вкл./Откл. заднюю секущую плоскость).

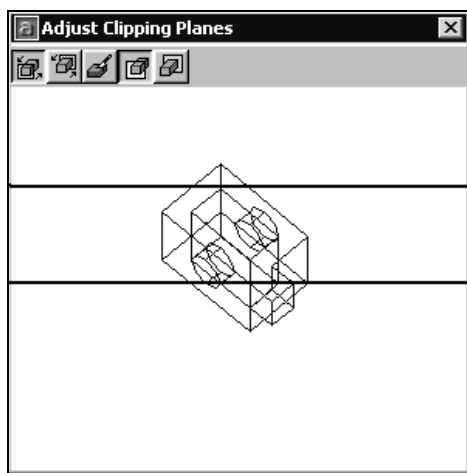
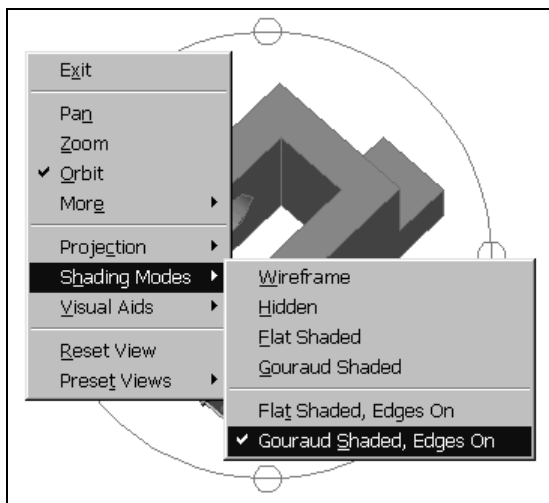


Рис. 4.7. Диалоговое окно **Adjust Clipping Planes**

После настройки положения секущих плоскостей нужно закрыть окно, и теперь при повороте модели отрезанные части не будут отображаться.

Алгоритм 4.4. Установка раскрашивания на орбитальном виде

1. Из контекстного меню режима **3D Orbit** (3М орбита) выбрать **Shading Modes** (Раскрашивание).
2. Из дополнительного меню выбрать один из следующих пунктов (рис. 4.8):
 - **Wireframe** (Каркас) — объекты представляются в виде отрезков и кривых.
 - **Hidden** (Скрытие линий) — объекты представляются в каркасном виде, но линии, относящиеся к задним граням, не отображаются.
 - **Flat Shaded** (Плоское) — простое раскрашивание граней многоугольников.
 - **Gouraud Shaded** (По Гуро) — грани многоугольников раскрашиваются со сглаживанием переходов между ними при помощи цветовых оттенков.
 - **Flat Shaded, Edges On** (Плоское, с кромками) — комбинация плоского раскрашивания и каркаса.
 - **Gouraud Shaded, Edges On** (По Гуро, с кромками) — комбинация опций **Gouraud Shaded** (По Гуро) и **Wireframe** (Каркас).

**Рис. 4.8.** Контекстное меню **Shading Modes**

Установленный режим раскрашивания сохраняется после выхода из режима **3D Orbit** (3М орбита).

4.6. Перспективные виды

Такие виды можно устанавливать режимом **3D Orbit** (3М орбита). Однако иногда удобнее то же самое сделать командой **DVIEW** (ДВИД), которая вызывается из командной строки. Просмотр происходит из точки расположения камеры **Camera** (Камера) в точку цели **Target point** (Цель) на самой модели.

Алгоритм 4.5. Создание перспективных видов

1. Установить изометрическое изображение модели (например, **SW Isometric** (ЮЗ Изометрический вид)).
2. Набрать команду **DVIEW** (ДВИД) и нажать клавишу <Enter>.
3. Выбрать любым способом объекты для включения в перспективный вид или набрать в командной строке **All** (Все) и нажать клавишу <Enter> для завершения выбора объектов.
4. Выбрать из контекстного меню пункт **POints** (Точки) и указать на модели точку цели.
5. Задать положение камеры.
6. Из контекстного меню выбрать пункт **Distance** (Расстояние). Это включает режим перспективы.
7. Задать новое расстояние при помощи движка, который появляется в верхней части окна.
8. Нажать клавишу <Enter> для выхода из команды.

В процессе выполнения команды из контекстного меню можно выбрать также следующие пункты:

- ☐ **Camera** (Камера) используется для задания углов, определяющих направление главного луча;
- ☐ **Target** (Цель) позволяет установить положение главного луча, вдоль которого просматривается модель и который закреплен в точке размещения камеры;
- ☐ **Twist** (ВРашать) используется для вращения изображения вокруг оси видения;
- ☐ **Clip** (СЕчение) позволяет определить положение передней и задней секущих плоскостей;
- ☐ **Hide** (СКрыть) используется для удаления невидимых линий;
- ☐ **Off** (ОТКл.) отключает режим перспективы;
- ☐ **Exit** (выХод) завершает выполнение команды с сохранением перспективного вида.

4.7. Панели инструментов и команды для визуализации объектов

Для вызова команд просмотра пространственных моделей кроме меню можно воспользоваться панелями инструментов **View** (Вид) (рис. 4.9), **3D Orbit** (3М орбита) (рис. 4.10) и **Shade** (Раскрашивание) (рис. 4.11). Типовые направления проецирования вызываются с помощью кнопок на панели инструментов **View** (Вид) и из выпадающего списка, который активизируется на панели инструментов во время работы режима **3D Orbit** (3М орбита).

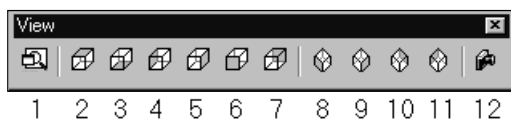
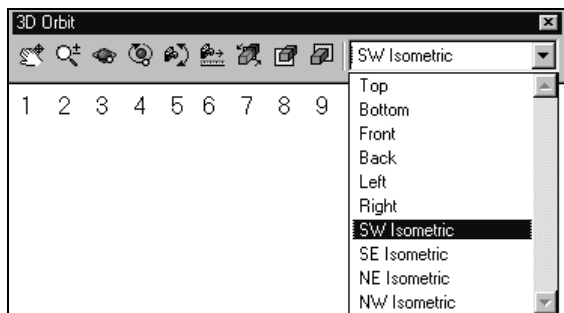


Рис. 4.9. Панель инструментов **View**

Назначение кнопок на этой панели приводится в нижеследующем списке:

1. **Named Views** (Именованные виды) — вызов диалогового окна **Named Views** (Именованные виды);
2. **Top View** (Вид сверху) — установка вида сверху;
3. **Bottom View** (Вид снизу) — установка вида снизу;
4. **Left View** (Вид слева) — установка вида слева;
5. **Right View** (Вид справа) — установка вида справа;
6. **Front View** (Вид спереди) — установка фронтального вида;
7. **Back View** (Вид сзади) — установка вида сзади;
8. **SW Isometric View** (ЮЗ изометрия) — юго-западный изометрический вид;
9. **SE Isometric View** (ЮВ изометрия) — юго-восточный изометрический вид;
10. **NE Isometric View** (СВ изометрия) — северо-восточный изометрический вид;
11. **NW Isometric View** (СЗ изометрия) — северо-западный изометрический вид;
12. **Camera** (Камера) — установка положения камеры и цели.

Рис. 4.10. Панель инструментов **3D Orbit**

Нажатие кнопок на панели инструментов **3D Orbit** (3М орбита) активизирует выполнение следующих операций для просмотра трехмерных моделей:

1. **3D Pan** (3М панорамирование) — установка режима интерактивного 3М-просмотра с возможностью перемещения вида по экрану;
2. **3D Zoom** (3М зумирование) — установка режима интерактивного 3М-просмотра с возможностью приближения и удаления вида;
3. **3D Orbit** (3М-орбита) — интерактивный просмотр объектов в 3М-пространстве;
4. **3D Continuous Orbit** (3М непрерывная орбита) — установка режима интерактивного 3М-просмотра с постоянным вращением вида;
5. **3D Swivel** (3М шарнир) — установка режима интерактивного 3М-просмотра и имитация эффекта поворота камеры;
6. **3D Adjust Distance** (3М регулировка расстояния) — вызывает режим команды **3DORBIT** (3-ОРБИТА) для изменения расстояния от точки цели до точки камеры в режиме реального времени;
7. **3D Adjust Clip Planes** (3М секущие плоскости) — установка режима интерактивного 3М-просмотра и открытие окна **Adjust Clipping Planes** (Регулировка секущих плоскостей);
8. **Front Clip On/Off** (Передняя секущая Вкл/Откл);
9. **Back Clip On/Off** (Задняя секущая Вкл/Откл).

В правой части панели инструментов имеется выпадающий список, с помощью которого можно установить стандартные или именованные виды.

Рис. 4.11. Панель инструментов **Shade**

Кнопки на панели инструментов **Shade** (Раскрашивание) (рис. 4.11) активируют следующие операции:

1. **2D Wireframe** (2М Каркас) — объекты представляются в виде отрезков и кривых (как кромки граней и тел);
2. **3D Wireframe** (3М Каркас) — объекты представляются в виде отрезков и кривых (как кромки граней и тел). На экран выводится цветная 3М-пиктограмма системы координат (ПСК);
3. **Hidden** (Скрытие линий) — объекты представляются в каркасном виде; линии, относящиеся к задним граням, не отображаются;
4. **Flat Shaded** (Плоское) — грани многоугольников раскрашиваются цветом. В отличие от раскрашивания по Гуро, эффектов плавного перехода здесь не создается. Объекты показываются с учетом цветов присвоенных им материалов;
5. **Gouraud Shaded** (По Гуро) — грани многоугольников на 3М-виде раскрашиваются цветом; переходы граней сглаживаются с помощью цветовых оттенков. Плавность раскраски в этом случае более высока. Объекты показываются с учетом цветов присвоенных им материалов;
6. **Flat Shaded, Edges On** (Плоское с кромками) — комбинация опций "Плоское" и "Каркас". Грани подвергаются плоскому раскрашиванию, каркас просвечивает сквозь них;
7. **Gouraud Shaded, Edges On** (По Гуро, с кромками) — комбинация опций ПО ГУРО и КАРКАС. Грани подвергаются раскрашиванию по Гуро, каркас просвечивает сквозь них.

Далее приводится список команд просмотра пространственных моделей, которые вызываются из командной строки (табл. 4.2).

Таблица 4.2. Трехмерные команды визуализации трехмерных моделей

№	Команда	Назначение команды
1	CAMERA (КАМЕРА)	Устанавливает положение камеры и цели, задающих состояние и главный луч в перспективном виде
2	DDVPOINT (ДИАЛТЗРЕН)	Служит для задания направления взгляда (View 3D Views Viewpoint Presets (Вид 3М виды Стандартные точки зрения))
3	DVIEW (ДВИД)	Определяет в динамическом режиме новый параллельный или перспективный вид
4	HIDE (СКРЫТЬ)	Удаляет скрытые линии, расположенные на дальних или задних участках объектов относительно плоскости видового экрана
5	PLAN (ПЛАН)	Быстрый переход к плоскому виду в плане (View 3D Views Plan View (Вид 3М виды Вид в плане))

Таблица 4.2 (окончание)

№	Команда	Назначение команды
6	SHADEMODE (РЕЖИМРАСКР)	Раскрашивание объектов на текущем видовом экране (View Shade (Вид Раскрашивание))
7	VPOINT (ТЗРЕНИЯ)	Выбор в пространстве точки зрения на объект (View 3D Views VPOINT (Вид 3М виды Точка зрения))
8	VPORTS (ВЭКРАН)	Делит экран на несколько видовых экранов (View Viewports (Вид Видовые экраны))
9	3DCLIP (3-СЕКПЛ)	Вызывает окно интерактивной установки секущих плоскостей для создания разрезов объектов. Режим 3D Orbit (3М орбита)
10	3DCORBIT (3-ПОРБИТА)	Режим непрерывного движения в команде 3DORBIT (3-ОРБИТА)
11	3DDISTANCE (3-РАССТ)	Изменяет расстояние от цели до камеры в команде 3DORBIT (3-ОРБИТА)
12	3DORBIT (3-ОРБИТА)	Изменяет трехмерный вид изображения в интерактивном режиме (View 3D Orbit (Вид 3М орбита))
13	3DPAN (3-ПАН)	Вызывает режим Pan (Панорамирование) в команде 3DORBIT (3-ОРБИТА)
14	3DSWIVEL (3-ШАРНИР)	Задает режим вращения камеры в команде 3DORBIT (3-ОРБИТА)
15	3DZOOM (3-ПОКАЗАТЬ)	Вызывает режим Zoom (Покажи) в команде 3DORBIT (3-ОРБИТА)

4.8. Упражнение на создание и динамическую визуализацию 3М-модели

Цели упражнения:

- ☐ изучить:
- режим динамической визуализации моделей **3D Orbit** (3М орбита);
 - различные способы раскрашивания моделей;
 - работу с панелями инструментов режима **3D Orbit** (3М орбита) и **Shade** (Раскрашивание);
- ☐ ознакомиться:
- с методами построения тел в пространстве в виде параллелепипедов и цилиндров;
 - с командами создания сложных тел из простейших объектов;
 - с порядком присвоения объекту материала.

Поставленные цели упражнения решаются на примере создания и просмотра модели тела (рис. 4.12). Сначала создается само тело, а затем изучаются методы визуализации моделей.

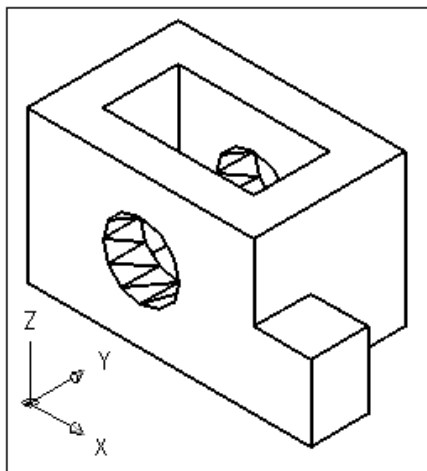


Рис. 4.12. Трехмерное тело для динамической визуализации

Шаг 1. Настройка чертежа

1. Выбрать метрические единицы измерения и точность 0.0.
2. Установить границы чертежа 80×60 и шаг сетки 2×2 . Включить сетку.
3. Установить вид рисунка на весь экран с помощью меню **View | Zoom | All** (Вид | Показать | Все).
4. Активизировать панель инструментов **Solids** (Тела) с помощью команды **View | Toolbars | Solids** (Вид | Панели | Тела).

Шаг 2. Построение параллелепипеда с полостью

1. Нажать кнопку **Box** (Ящик) на панели инструментов **Solids** (Тела).
2. На запросы в командной строке ввести последовательно:
 - Координату вершины параллелепипеда $0, 0, 0$.
 - Длину (вдоль оси X), ширину (вдоль оси Y), высоту (вдоль оси Z), т. е. $60, 40, 40$ и угол поворота объекта вдоль оси Z, равный 0.
3. Просмотреть параллелепипед:
 - Вызвать команду **View | 3D Views | Viewpoint Presets** (Вид | 3М виды | Стандартные точки зрения).

- На запросы команды указать:
 1. угол от оси X, равный 300° ;
 2. угол от плоскости XY, равный 35° .
- 4. Используя привязку **Endpoint** (Конточка), провести диагонали на верхнем и нижнем основании (привязка **Intersection** (Пересечение) в пространстве не работает).
- 5. Соединить отрезком середины диагоналей оснований при помощи объектной привязки **Midpoint** (Середина).
- 6. Внутри параллелепипеда построить еще один параллелепипед относительно центра объема:
 - Выбрать на панели инструментов **Solids** (Тела) кнопку **Box** (Ящик).
 - Для построения параллелепипеда по его центру ввести в командной строке **Center** (Центр) и нажать клавишу <Enter>.
 - Используя привязку **Midpoint** (Середина) указать середину вертикального отрезка.
 - Ввести относительные координаты второго угла параллелепипеда: @-20,10,20.
- 7. Удалить вспомогательные диагонали на основаниях внешнего параллелепипеда и вертикальный отрезок, соединяющий их середины, с помощью команды **ERASE** (СТЕРЕТЬ).
- 8. Создать внутреннюю полость, вычитая внутренний параллелепипед из наружного с помощью меню **Modify | Solid editing | Subtract** (Редакт | Редактирование тел | Вычитание).
- 9. Просмотреть результат построения тела:
 - Вызвать изометрический вид, выбрав в меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М-виды | ЮЗ изометрия).
 - **View | Shade | Flat Shaded** (Вид | Раскрашивание | Плоское).
- 10. Вернуться к каркасной модели, воспользовавшись меню **View | Shade | 2D Wireframe** (Вид | Раскрашивание | 2М каркас).

Шаг 3. Построение внутренней цилиндрической полости

1. Создать пользовательскую систему координат по трем точкам на большей боковой грани внешнего параллелепипеда, воспользовавшись командой **Tools | New UCS | 3 Points** (Сервис | Новая ПСК | 3 точки):
 - Начало разместить в точке с координатами 0, 0, 0.
 - С помощью привязки **Endpoint** (Конточка) ось X провести через конец нижнего ребра грани.

- С помощью привязки **Endpoint** (Конточка) ось Y провести через конец вертикального ребра грани.
2. Сохранить систему координат под именем **FR**, воспользовавшись диалоговым окном **UCS** (ПСК), которое вызвать с помощью меню **Tools | Named UCS** (Сервис | Именованные ПСК).
 3. Установить фронтальный вид в созданной системе координат с помощью меню **View | 3D Views | Front** (Вид | 3М виды | Спереди).
 4. Провести вспомогательный отрезок по диагонали грани с помощью привязки **Endpoint** (Конточка).
 5. Поместив центр основания цилиндра на середине построенной диагонали с помощью привязки **Midpoint** (Середина), построить цилиндр радиусом 10 и высотой -50 (ось Z направлена на нас, а цилиндр строится внутри тела).
 6. Удалить вспомогательную диагональ с помощью команды **ERASE** (СТЕРЕТЬ).
 7. Вычесть цилиндр из параллелепипеда, воспользовавшись командой **Modify | Solid Editing | Subtract** (Редакт | Редактирование тел | Вычитание).
 8. Установить мировую систему координат и просмотреть изометрическое изображение тела:
 - Установить мировую систему координат командой **Tools | Named UCS | World** (Сервис | Именованные ПСК | Мировая СК).
 - Командой **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ изометрия) установить изометрический вид в мировой системе координат.

Шаг 4. Создать тело

1. Дорисовать параллелепипед высотой $H = 20$ к правой нижней стороне внешнего параллелепипеда:
 - На панели инструментов **Solids** (Тела) нажать кнопку **Box** (Ящик) для вызова команды построения параллелепипеда.
 - Указать привязкой **Endpoint** (Конточка) первый угол нового параллелепипеда.
 - Указать относительную координату второго угла: @15,15.
 - Указать высоту параллелепипеда, равную 20.
2. Создать единую модель тела, выбрав в меню **Modify | Solid editing | Union** (Редакт | Редактирование тел | Объединение).

Шаг 5. Просмотр 3М-модели

1. Из контекстного меню панелей инструментов выбрать **3D Orbit** (3М орбита) и вывести панель на экран.

2. Нажать на панели кнопку **3D Orbit** (3М орбита) и вращать модель, буксуя курсор.
3. Используя контекстное меню, восстановить вид и выйти из **3D Orbit** (3М орбита).
4. Установить на экране панель инструментов **Shade** (Паскрашивание).
5. Нажать кнопку **Gourant** (По Гуро). Объект станет белым на черном фоне.
6. На панели инструментов **Object properties** (Свойства объектов) нажать кнопку **Layers** (Слои). Появится диспетчер свойств слоев **Layer Properties Manager** (Свойства слоев).
 - Сделать цвет текущего слоя равным 51 и нажать кнопку **OK**.
 - Регенерировать рисунок.
7. Просмотреть модель, используя режим **3D Orbit** (3М орбита).
8. Установить изометрический вид с помощью меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ изометрия).
9. Просмотреть модель в режиме вращения:
 - Нажать кнопку **3D Continious Orbit** (3М непрерывная орбита) на панели инструментов **3D Orbit** (3М орбита).
 - Поместить курсор в центр модели, нажать левую кнопку мыши и переташить курсор влево. Отпустить левую клавишу мыши: модель начнет вращаться.
 - Выйти из режима **3D Orbit** (3М орбита).
10. Восстановить изометрический вид командой **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ изометрия).

Шаг 6. Секующие плоскости

1. На панели инструментов **3D Orbit** (3М орбита) нажать кнопку **3D Adjust Clip Planes** (3М секущие плоскости). Появится диалоговое окно **Adjust Clipping Planes** (Регулировка секущих плоскостей) (рис. 4.7).
2. Настроить переднюю секущую:
 - Выбрать на панели меню диалогового окна (первая кнопка слева) кнопку **Adjust Front Clipping** (Регулировка передней секущей плоскости).
 - Включить переднюю секущую плоскость (вторая кнопка справа) **Front Clipping On/Off** (Передняя секущая Вкл/Откл).
 - В диалоговом окне переташить плоскость ближе к передней части модели.
3. Настроить заднюю секущую плоскость:
 - Выбрать на панели меню диалогового окна (вторая кнопка слева) **Adjust Bask Clipping** (Регулировка задней секущей плоскости).

- Включить заднюю секущую плоскость (первая кнопка справа) **Bask Clipping On/Off** (Задняя секущая Вкл/Откл).
 - В диалоговом окне перетащить заднюю секущую плоскость выше, то есть ближе к задней части модели.
4. Выбрать кнопку **Create Slice** (Создать срез) (третья кнопка слева). Перетащить линию плоскостей вверх, а затем вниз.
 5. На панели инструментов **3D Orbit** (3М орбита) выбрать кнопку **3D Orbit** (3М орбита).
 6. Поместить курсор в правый квадрант кольца.
 7. Нажать левую клавишу мыши и перетащить курсор. Модель вращается вокруг оси Y.
 8. Выйти из режима **3D Orbit** (3М орбита), нажав правую кнопку мыши и выбрав из контекстного меню **Exit** (Выход).
 9. Восстановить исходный изометрический вид модели, выбрав из меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ изометрия).

Шаг 7. Средства визуализации

Воспользуйтесь дополнительными сервисными возможностями режима **3D Orbit** (3М орбита) для просмотра пространственных моделей, включающих в себя вывод на экран компаса, сетки и пиктограммы **UCS** (ПСК). Чтобы активизировать эти средства, необходимо выполнить следующие действия:

1. На панели **3D Orbit** (3М орбита) нажать кнопку **3D Orbit** (3М орбита).
2. Из контекстного меню выбрать **Visual Aids** (Средства визуализации), а затем **Compass** (Компас).
3. Вращать модель.
4. Отобразить сетку. Из контекстного меню выбрать **Visual Aids** (Средства визуализации), а затем **Grid** (Сетка).
5. Вращать модель.
6. Восстановить изометрический вид модели **SW Isometric** (ЮЗ изометрия), воспользовавшись контекстным меню режима **3D Orbit** (3М орбита).
7. Из контекстного меню выбрать пункт **Projection** (Проекция), а затем **Perspective** (Перспективная).
8. Вращать модель в перспективной проекции.
9. Приготовить выполнение следующего шага упражнения:
 - Получить параллельную проекцию.
 - Включить компас и сетку.

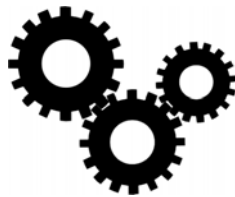
- Восстановить изометрический вид **SW Isometric** (ЮЗ изометрия).
- Выйти из режима **3D Orbit** (3М орбита).

Шаг 8. Присвоение материала

На этом шаге модели будет сначала присвоен материал, а затем в 4 видовых экранах она представляется с различными режимами раскраски.

1. Вызвать правой кнопкой мыши контекстное меню, выбрать в нем команду **Options** (Настройка) или воспользоваться меню **Tool | Options** и в появившемся диалоговом окне **Options** (Настройка) выбрать вкладку **System** (Система).
2. В области **Current 3D Graphics Display** (Текущая Система 3М-Графики) нажать кнопку **Properties** (Свойства).
3. В области **Materials** (Материалы) установить флажок **Enable Materials** (Разрешить отображение материалов). Нажать кнопку **Apply&Close** (Принять), а затем кнопку **OK**.
4. Нажать правую кнопку мыши, удерживая курсор на любой панели инструментов, и из контекстного меню выбрать **Render** (Тонирование). На экране появится панель инструментов **Render** (Тонирование).
5. На этой панели выбрать кнопку **Materials** (Материалы).
6. В диалоговом окне **Materials** (Материалы) нажать кнопку **Materials Library** (Библиотека материалов). Появится диалоговое окно со списком материалов из библиотеки.
7. В списке материалов текущей библиотеки выбрать **AQUA GLAZE**, нажать кнопку **Import** (Импорт) и добавить выбранный материал в текущий рисунок. Нажать кнопку **OK**.
8. В диалоговом окне **Materials** (Материалы):
 - нажать кнопку **Attach** (Присвоить) и в появившейся графической зоне чертежа выбрать всю модель;
 - нажать кнопку **OK**. Теперь модель будет отображаться с присвоенным материалом.
9. Создать 4 видовых экрана, вызвав команду **View | View port | 4 View ports** (Вид | Видовые экраны | 4В Экрана).
10. Выбрать левый нижний видовой экран. На панели инструментов **Shade** (Раскрашивание) выбрать кнопку **3D Wireframe** (3М каркас).
11. Выбрать верхний левый видовой экран.
12. На панели инструментов **Shade** (Раскрашивание) выбрать кнопку **Flat Shaded** (Полное).

13. В правом верхнем видовом экране использовать режим раскраски **Gourand Shaded, Edges On** (По Гуро, с кромками).
14. Выбрать правый нижний видеоэкран.
15. На панели инструментов **Render** (Тонирование), выбрать кнопку **Render** (Тонировать).
16. Регенерировать рисунок с помощью меню **View | Regen** (Вид | Регенерировать) или воспользоваться командой `REGEN` (`РЕГЕН`).



Глава 5

Формирование типовых объемных тел



Твердые тела хранят информацию о своих объемных свойствах, таких как объем, момент инерции и центр масс. Их легче строить и редактировать, чем каркасные модели и сети. До операции подавления скрытых линий, раскрашивания или тонирования они имеют внешний вид, аналогичный каркасным моделям. AutoCAD имеет специальные средства для управления отображением твердых тел на экране в зависимости от выбранного способа просмотра модели. Этим средствам управления отображением твердых тел и способам их создания посвящен материал настоящей главы.

5.1. Управление отображением твердых тел на экране

В процессе создания твердотельной модели на экран выводится ее каркасное изображение. Другие способы отображения модели на экране обычно используются только для просмотра или получения печатной копии. Рассмотрим, как используются системные переменные для управления отображением модели на экране.

5.1.1. Каркасное изображение тела

Числом каркасных линий на криволинейных участках твердого тела управляет системная переменная **ISOLINES** (0-2047). По умолчанию **ISOLINES** = 4.

Ввод количества каркасных линий

Для присвоения системной переменной нужного значения можно воспользоваться следующими способами:

1. Вызвать системную переменную **ISOLINES** в командной строке, набрать ее значение на клавиатуре и нажать клавишу <Enter>.
2. С помощью последовательности меню **Tools** | **Options** (Сервис | Настройка) вызвать диалоговое окно **Options** (Настройка). В этом окне выбрать

закладку **Display** (Экран) и в поле **Display Resolution** (Экранное разрешение) ввести значение системной переменной в строке **Contour lines per surface** (Число образующих в поверхностях). Нажать кнопку **Apply** (Применить), а затем кнопку **ОК** для выхода из диалогового окна.

Чтобы увидеть новое изображение модели (рис. 5.1) после изменения системной переменной, необходимо регенерировать рисунок, воспользовавшись меню **View | Regen** (Вид | Регенерировать). Эта системная переменная не влияет на изображение, полученное после выполнения команды **HIDE** (Скрыть).

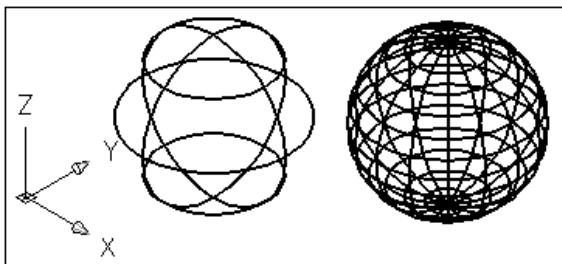


Рис. 5.1. Каркасное отображение шара при **ISOLINES** = 4 и 16

5.1.2. Сетевое изображение тела

На отображение криволинейных поверхностей и тел после использования команд **HIDE** (Скрыть), **SHADE** (ТЕНЬ) и **RENDER** (ТОНИРОВАТЬ) влияет системная переменная **FACETRES**, изменяющаяся в диапазоне от 0.01 до 10.0 (по умолчанию установлено значение 0.5), которая задается до выполнения этих команд. На рис. 5.2 проиллюстрировано влияние значения этой системной переменной на отображение шара. Значение ее можно ввести следующими способами:

1. Вызвать системную переменную из командной строки и присвоить ей нужное значение.

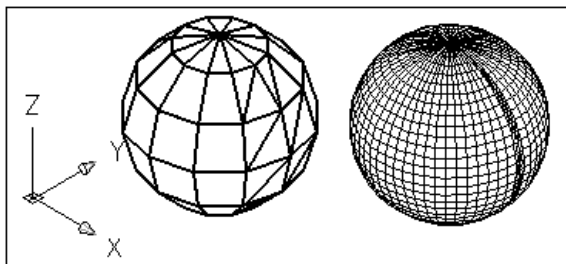


Рис. 5.2. Результат выполнения команды **HIDE** при **FACETRES** = 0.01 и 10

2. С помощью последовательности меню **Tools | Options** (Сервис | Настройка) вызвать диалоговое окно **Options** (Настройка). В этом окне выбрать закладку **Display** (Экран) и в группе **Display Resolution** (Экранное разрешение) ввести значение системной переменной в поле **Rendered object smoothness** (Плавность тонированных объектов). Нажать кнопку **Apply** (Применить), а затем кнопку **OK** для выхода из диалогового окна.

5.1.3. Контурное представление объемной модели

Системная переменная **DISPSILH**, принимающая значения 0 или 1 (по умолчанию установлено значение 0), позволяет вывести контур модели, основанный на текущем направлении проецирования (рис. 5.3), если присвоить ей значение, равное 1.

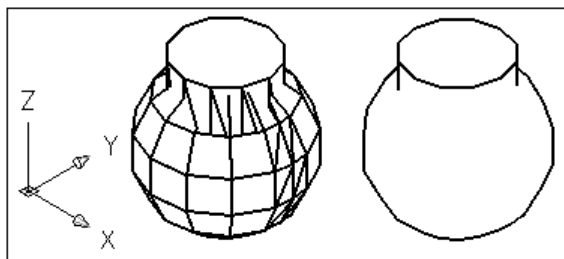


Рис. 5.3. Результат выполнения команды **HIDE** при **DISPSILH** = 0 и 1

Значение ее вводится следующими способами:

1. Вызвать системную переменную **DISPSILH** в командной строке, набрать ее значение на клавиатуре и нажать клавишу <Enter>.
2. С помощью меню **Tools | Options** (Сервис | Настройка) вызвать диалоговое окно **Options** (Настройка). В этом окне выбрать закладку **Display** (Экран) и в группе **Display performance** (Производительность отображения) установить флажок **Show silhouettes in wireframe** (Кромки силуэта). Нажать кнопку **Apply** (Применить), а затем кнопку **OK** для выхода из диалогового окна.

5.2. Построение типовых объемных тел

Сложные объемные тела строятся из простейших объектов с помощью команд, реализующих логические операции. Сами объекты создаются специальными командами, которые выполняются по собственным алгоритмам, приводимым далее. Как обычно, сами команды можно вызывать любым

доступным в AutoCAD способом. Ниже, для определенности, команды вызываются на исполнение при помощи пунктов меню программы.

Алгоритм 5.1. Построение параллелепипеда

1. Вызвать с помощью меню (рис. 5.4) **Draw | Solids | Box** (Рисование | Тела | Ящик) команду построения параллелепипеда.
2. На запрос команды ввести в командной строке координаты первого угла основания параллелепипеда, а затем нажать клавишу <Enter> или указать его привязкой.
3. Аналогичным образом задать координаты противоположного угла основания параллелепипеда в плоскости XY.
4. Ввести в командной строке высоту параллелепипеда, а затем нажать клавишу <Enter>.

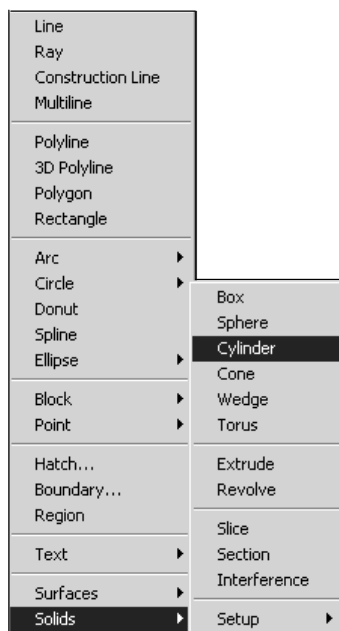


Рис. 5.4. Меню **Solids** для рисования твердых тел

Параллелепипед всегда создается параллельно плоскости XY текущей пользовательской системы координат (рис. 5.5). Команда **BOX** (ящик) имеет опцию **CEnter** (Центр), позволяющую строить параллелепипед по его центру и одной из вершин.

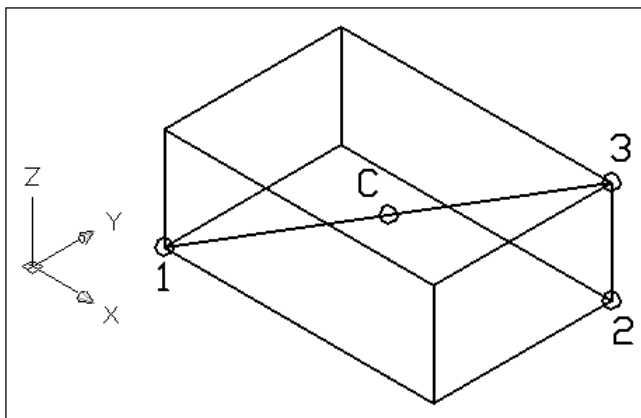


Рис. 5.5. Построение параллелепипеда

Алгоритм 5.2. Построение конуса

1. Вызвать с помощью меню (рис. 5.4) **Draw | Solids | Cone** (Рисование | Тела | Конус) команду построения конуса.
2. Указать привязкой или ввести в командной строке координаты центра кругового основания конуса. Для построения конуса с эллиптическим основанием ввести в командной строке опцию **Elliptical** (Эллиптический).
3. Задать радиус (по опции можно задавать диаметр) кругового основания конуса или построить эллипс с помощью мыши.
4. Задать высоту или ввести в командной строке опцию **Apex** (Вершина), а затем ввести координаты вершины конуса для построения прямого конуса, наклоненного к плоскости XY .

Если задать отрицательную высоту, то получится перевернутый конус (рис. 5.6). Команда **CONE** (КОНУС) не позволяет построить усеченный конус. Усеченный конус (рис. 5.7) можно построить конусообразным выдавливанием круга или эллипса с помощью команды **EXTRUDE** (ВЫДАВИТЬ).

Алгоритм 5.3. Построение усеченного конуса выдавливанием

1. Вызвать с помощью меню (рис. 5.4) **Draw | Solids | Extrude** (Рисование | Тела | Выдавить) команду выдавливания двумерных замкнутых кривых.
2. Выбрать круг, определяющий нижнее основание конуса.
3. Ввести в командной строке глубину выдавливания (высоту конуса) и нажать клавишу **<Enter>**. При отрицательной высоте получится перевернутый конус.

4. Ввести в командной строке угол наклона образующей конуса (угол сужения для выдавливания). При отрицательном угле конус расширяется.

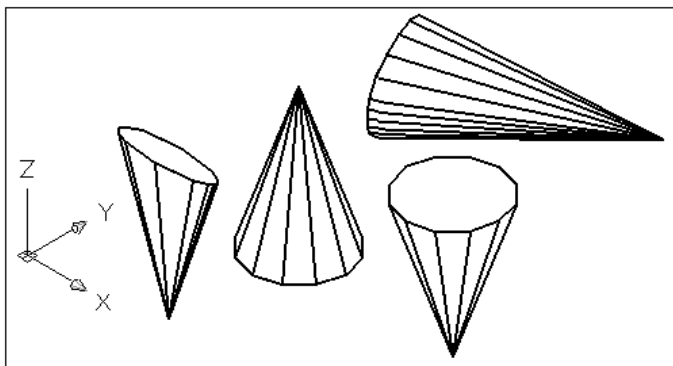


Рис. 5.6. Круглый, перевернутый, наклоненный к плоскости XY и эллиптический конус

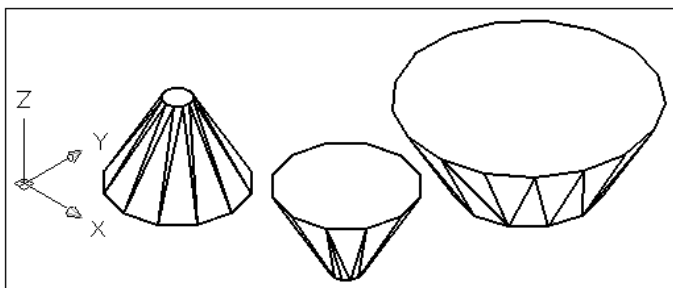


Рис. 5.7. Усеченный, перевернутый и расширяющийся конус

Аналогично строится усеченный конус с эллиптическим основанием.

Алгоритм 5.4. Построение цилиндра с круговым или эллиптическим основанием

1. Вызвать с помощью меню (рис. 5.4) **Draw | Solids | Cylinder** (Рисование | Тела | Цилиндр) команду построения цилиндра.
2. Указать центр нижнего кругового основания цилиндра или ввести в командной строке опцию **Elliptical** (Эллиптический) для построения цилиндра с эллиптическим основанием.
3. Задать радиус (или диаметр по опции команды) основания или построить эллипс с помощью мыши.
4. Задать высоту или ввести опцию **Center of other end** (Центр другого основания цилиндра), а затем ввести координаты центра верхнего основания для построения прямого цилиндра, наклоненного к плоскости XY .

Этой командой всегда строится прямой цилиндр с образующей, перпендикулярной его основанию (рис. 5.8).

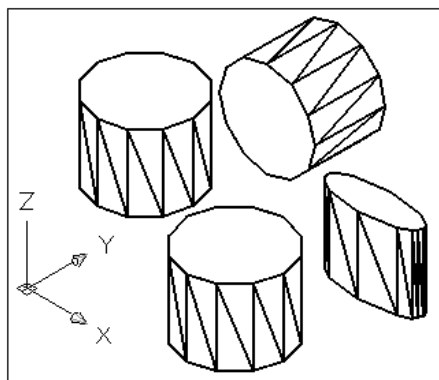


Рис. 5.8. Круглый, эллиптический и наклоненный к плоскости XY прямой цилиндр

Алгоритм 5.5. Построение шара

1. Вызвать с помощью меню (рис. 5.4) **Draw | Solids | Sphere** (Рисование | Тела | Шар) команду построения шара.
2. Указать центр шара.
3. Задать радиус или диаметр шара.

Параллели шара проходят параллельно плоскости XY, а ось вращения параллельна оси Z текущей ПСК.

Алгоритм 5.6. Построение тора

Твердотельный тор напоминает по форме баранку (рис. 5.9). Плоскость XY текущей ПСК делит тор на две равные части в продольном сечении.

1. Вызвать с помощью меню (рис. 5.4) **Draw | Solids | Torus** (Рисование | Тела | Тор) команду построения тора.
2. Указать центр тора.
3. Задать радиус или диаметр центра тора.
4. Задать радиус или диаметр трубки тора.

Для получения модели в виде лимона необходимо задать отрицательный радиус тора и положительный радиус трубки, причем радиус трубки должен быть больше по абсолютной величине радиуса тора. Например, если радиус тора задан -2.0 единицы, радиус трубки должен превосходить величину 2.0 . Если радиус трубки больше радиуса тора, то получится сплюснутый мяч.

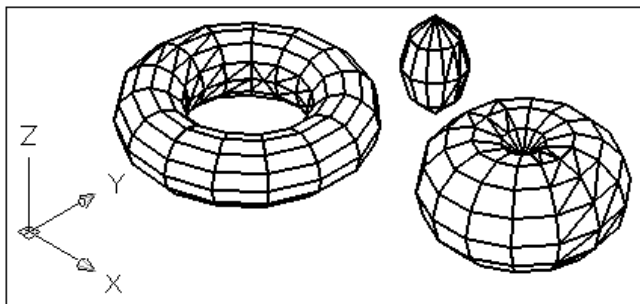


Рис. 5.9. Обычный тор, с отрицательным радиусом и радиусом трубки больше радиуса тора

Алгоритм 5.7. Построение клина

1. Вызвать с помощью меню (рис. 5.4) **Draw | Solids | Wedge** (Рисование | Тела | Клин) команду построения клина.
2. На запрос команды ввести в командной строке координаты первого угла основания параллелепипеда в плоскости XY , а затем нажать клавишу **<Enter>** или указать его привязкой.
3. Указать противоположный угол основания на плоскости XY .
4. Задать высоту клина.

Основание клина параллельно плоскости XY текущей ПСК, а наклонная грань располагается напротив первого указанного угла основания (рис. 5.10). Высота клина (она может быть как положительной, так и отрицательной) параллельна оси Z .

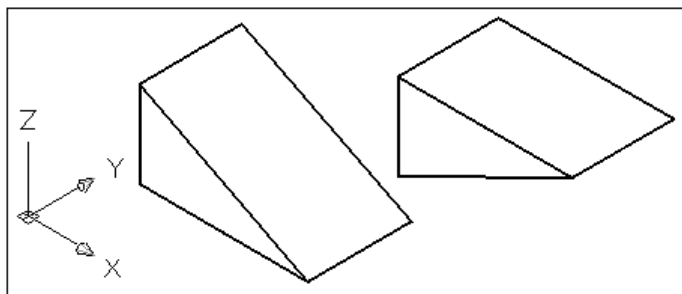


Рис. 5.10. Клин с положительной и отрицательной высотой

Команда **WEDGE** (КЛИН), как и команда построения параллелепипеда, имеет опцию **Center** (Центр), позволяющую строить клин по его центру и одной из вершин.

5.3. Построение тел вращения

Тела можно создавать вращением замкнутых контуров на заданный угол вокруг оси X или Y текущей ПСК, отрезка, полилинии или двух заданных точек с помощью команды **REVOLVE** (ВРАЩАТЬ). Команду можно применять к таким замкнутым кривым, как полилинии, многоугольники, прямоугольники, круги, эллипсы, замкнутые сплайновые линии или области.

Алгоритм 5.8. Создание тела вращением объекта вокруг оси

1. Выбрать в меню **Draw | Solids | Revolve** (Рисование | Тела | Вращать) команду создания тела путем вращения замкнутого контура вокруг заданной оси.
2. Выбрать объекты, образующие замкнутый контур, для вращения.
3. Указать начальную и конечную точки оси вращения или выбрать опцию команды для выбора оси вращения.

Точки нужно указывать так, чтобы вращаемый контур находился по одну сторону от оси (рис. 5.11). Положительным направлением поворота вокруг оси считается поворот от первой точки ко второй.

4. Задать угол поворота.

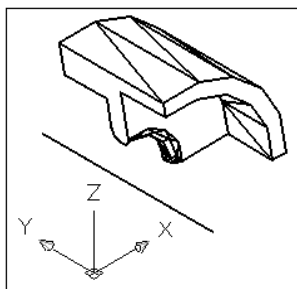


Рис. 5.11. Тело, полученное вращением многоугольника на 90°

Системная переменная **DELOBJ** управляет удалением исходных объектов, из которых формируется тело. При **DELOBJ** = 1 (по умолчанию) объекты удаляются. Для сохранения объектов следует установить системную переменную **DELOBJ** = 0.

5.4. Построение тел выдавливанием

Тела можно создавать выдавливанием, т. е. приданием им высоты, двумерных замкнутых кривых таких, как полилинии, многоугольники, прямоугольники, круги, эллипсы, замкнутые сплайны, кольца и области с помощью

команды **EXTRUDE** (ВЫДАВИТЬ). Направление выдавливания определяется траекторией или заданием глубины и угла конусности (рис. 5.12).

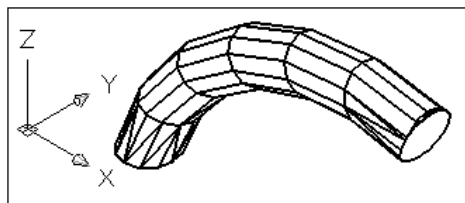


Рис. 5.12. Тело, выдавленное вдоль полилинии в местной ПСК

Алгоритм 5.9. Создание тела выдавливанием вдоль траектории

1. Выбрать из меню **Draw | Solids | Extrude** (Рисование | Тела | Выдавить) команду создания тела выдавливанием.
2. Выбрать объекты для выдавливания.
3. Ввести в командной строке опцию команды **T** (Т-Траектория).
4. Выбрать объект, используемый в качестве траектории.

После выдавливания тела можно оставить или стереть первоначальный плоский объект (в зависимости от установки значения 0 или 1 системной переменной **DELOBJ**). Для рисования объектов с наклонными сторонами используется конусное выдавливание. Не рекомендуется задавать большие углы сужения, иначе образующие конуса могут сойтись в одну точку до того, как будет достигнута требуемая глубина выдавливания.

5.5. Построение сложных тел

Для построения тел сложной формы используются операции объединения (рис. 5.13), вычитания (рис. 5.14) и пересечения (рис. 5.15) уже построенных тел.

Алгоритм 5.10. Объединение тел

1. Выбрать в меню **Modify | Solid Editing | Union** (Редакт | Редактирование тел | Объединение).
2. Выбрать объединяемые объекты.

После выполнения команды получится единый объект, состоящий из объединяемых частей. Порядок выбора объединяемых объектов значения не имеет.

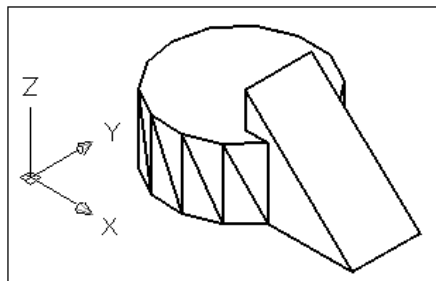


Рис. 5.13. Результат объединения цилиндра и клина

Алгоритм 5.11. Вычитание одного тела из другого

1. Выбрать в меню **Modify | Solid Editing | Subtract** (Редакт | Редактирование тел | Вычитание).
2. Выбрать объекты, из которых производится вычитание. Для завершения выбора нажать клавишу <Enter>.
3. Выбрать объекты, которые вычитаются. Для завершения выбора вычитаемых объектов нажать клавишу <Enter>.

После выполнения команды в уменьшаемом объекте остается только та его часть, которая не является общей с вычитаемыми телами (рис. 5.14). Результат выполнения команды вычитания зависит от порядка выбора объектов, участвующих в этой логической операции.

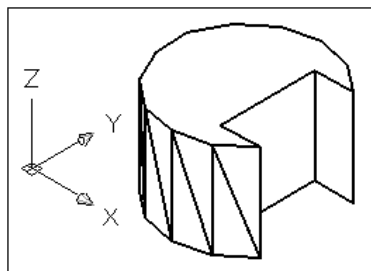


Рис. 5.14. Результат вычитания цилиндра и клина

Алгоритм 5.12. Создание нового тела путем пересечения тел

1. Выбрать команду **Modify | Solid Editing | Intersect** (Редакт | Редактирование тел | Пересечение).
2. Выбрать пересекаемые объекты.

После выполнения команды остаются только части, которые являются общими для пересекаемых тел (рис. 5.15).

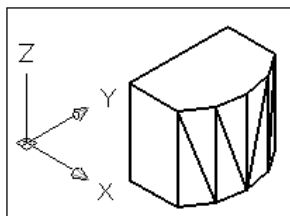


Рис. 5.15. Результат пересечения цилиндра и клина

Кроме того, действие команды **INTERFERE** (**ВЗАИМОД**) аналогично операции пересечения тел, реализуемой командой **INTERSECT** (**ПЕРЕСЕЧЕНИЕ**), но в этом случае исходные объекты не удаляются из рисунка (рис. 5.16). Создается третье тело из общего пространства двух тел, которое может быть использовано в дальнейшем. Команда **INTERFERE** (**ВЗАИМОД**) вызывается из командной строки или при помощи меню **Draw | Solids | Interfere** (Рисование | Тела | Взаимодействие).

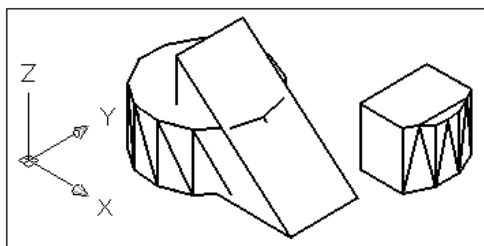


Рис. 5.16. Команда **INTERFERE** оставляет нетронутыми исходный цилиндр и клин (пересечение тел перенесено командой **MOVE**)

Алгоритм 5.13. Построение поперечного сечения тела

Командой **SECTION** (**СЕЧЕНИЕ**) можно создать на текущем слое плоскую область, если пересечь тело плоскостью. Цвет сечения можно сделать отличным от цвета объекта.

1. Выбрать в меню **Draw | Solids | Section** (Рисование | Тела | Сечение).
2. Выбрать объект, который используется для построения сечения.
3. Указать секущую плоскость в соответствии с выбранной опцией команды. Опции команды такие же, как у команды **SLICE** (**РАЗРЕЗ**). Ниже приводится список этих опций команды.
 - **Object** (**Объект**) — плоский объект (круг, эллипс, дуга, сплайн, плоская полилиния).

- *Zaxis* (*Zось*) — ось *Z*, которая задает в качестве секущей перпендикулярную ей плоскость. Сначала задается начало координат — точка в секущей плоскости, а затем указывается любая точка на оси *Z*.
- *View* (*Вид*) — плоскость, параллельная текущему виду и проходящая через заданную точку.
- *XY*, *YZ* или *ZX* — секущая плоскость проходит через заданную точку параллельно выбранной плоскости.
- *3points* (*3точки*) — плоскость выбирается по трем точкам (опция установлена по умолчанию).

Построенную из сечения тела область можно переместить (рис. 5.17).

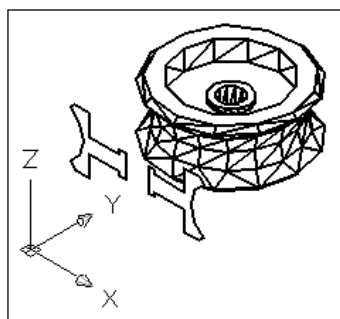


Рис. 5.17. Область, полученная пересечением тела плоскостью

Алгоритм 5.14. Разрезание тела плоскостью

Команда *SLICE* (*РАЗРЕЗ*) применяется для разрезания тела на две части. Исходный объект может быть восстановлен после разрезания командой *UNION* (*ОБЪЕДИНЕНИЕ*). Можно удалить любую из частей или сохранить обе части тела. Части сохраняют слой и цвет разрезаемого тела. Совместное применение этих команд позволяет получать в телах сложные вырезы (рис. 5.18).

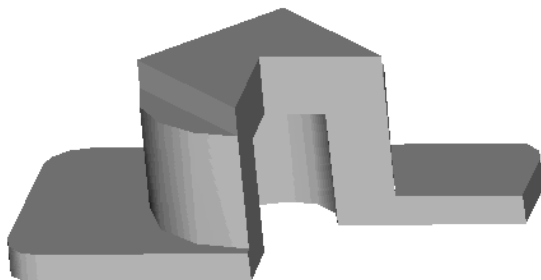


Рис. 5.18. Вырез, созданный в теле командами *SLICE* и *UNION*

1. Выбрать в меню **Draw | Solids | Slice** (Рисование | Тела | Разрез).
2. Выбрать разрезаемый объект.
3. Указать режущую плоскость в соответствии с выбранной опцией команды (по умолчанию — по трем точкам). Опции команды такие же, как у команды SECTION (СЕЧЕНИЕ).
4. Указать, какую из частей оставить на рисунке или ввести в командной строке `keep Both sides` (Обе), если ни одну из них не нужно удалять.

5.6. Панель инструментов и команды создания твердых тел

Для вызова команд работы с телами наиболее часто используются следующие способы:

1. Используются основное и контекстные меню программы.
2. Нажимается кнопка на панели инструментов **Solids** (Тела) (рис. 5.19), соответствующая выбранной команде.
3. Печатается команда в командной строке, а затем нажимается клавиша <Enter>.



Рис. 5.19. Панель инструментов **Solids**

Назначение кнопок на панели инструментов **Solids** (Тела) (рис. 5.19) перечисляется в следующем списке:

1. **Box** (Ящик) — построение трехмерных твердотельных параллелепипедов (ящиков);
2. **Sphere** (Шар) — построение трехмерного твердотельного шара;
3. **Cylinder** (Цилиндр) — построение трехмерных твердотельных цилиндров;
4. **Cone** (Конус) — построение трехмерных твердотельных конусов;
5. **Wedge** (Клин) — построение трехмерного клиновидного тела с наклонной гранью, приближающейся к оси X;
6. **Torus** (Тор) — построение тел, имеющих форму тора;
7. **Extrude** (Выдавить) — создание тел путем выдавливания двумерных объектов;
8. **Revolve** (Вращать) — создание тела путем вращения двумерных объектов вокруг оси;

9. **Slice** (Разрез) — разрезание тел плоскостью;
10. **Section** (Сечение) — создание областей путем пересечения плоскостей и тел;
11. **Interfere** (Взаимодействие) — создание сложного 3М-тела, занимающего общий объем двух или более тел;
12. **Setup Drawing** (Подготовка: построение) формирует профили и сечения в видовых экранах;
13. **Setup View** (Подготовка: вид) создает видовые экраны для последующего создания плоских видов;
14. **Setup Profile** (Подготовка: контуры) создает профили твердых тел, располагая видимые и невидимые линии на разных слоях.

Сами команды создания твердотельных объектов перечислены ниже (табл. 5.1). Во втором столбце таблицы указаны пункты меню, вызывающие данные команды, если такие существуют.

Таблица 5.1. *Трехмерные команды создания твердых тел*

№	Команда	Назначение команды
1	ACISN	Импортирует в формате ACIS файлы, содержащие описание твердотельных объектов (Insert ACIS File (Вставка ACIS))
2	ACISOUT	Экспортирует твердотельные объекты в формате ACIS-файла
3	AMECONVERT	Преобразует модели AME 12-й версии AutoCAD в твердотельные объекты
4	BOX (ЯЩИК)	Создает трехмерный твердотельный параллелепипед (Draw Solids Box (Рисование Тела Ящик))
5	CONE (КОНУС)	Создает трехмерный твердотельный острый конус (Draw Solids Cone (Рисование Тела Конус))
6	CYLINDER (ЦИЛИНДР)	Создает трехмерный твердотельный цилиндр с круглым или эллиптическим основанием (Draw Solids Cylinder (Рисование Тела Цилиндр))
7	EXTRUDE (ВЫДАВИТЬ)	Создает твердотельный объект выдавливанием плоского замкнутого контура (Draw Solids Extrude (Рисование Тела Выдавить))
8	INTERFERE (ВЗИМОД)	Создает одно или несколько новых тел на основе общих частей двух или более тел (Draw Solids Interference (Рисование Тела Взаимодействие))

Таблица 5.1 (окончание)

№	Команда	Назначение команды
9	INTERSECT (ПЕРЕСЕЧЕНИЕ)	Создает тело или область как пересечение двух и более тел или областей. Исходные объекты удаляются (Modify Solid Editing Intersect (Редакт Редактирование тел Пересечение))
10	MASSPROP (МАСС-ХАР)	Используется для вычисления массово-инерционных характеристик областей и тел, значения которых выводятся в командной строке (Tools Inquiry Mass Properties) (Сервис Сведения Маска)
11	REGION (ОБЛАСТЬ)	Служит для создания новой области из существующих объектов (Draw Region (Рисование Область))
12	REVOLVE (ВРАЩАТЬ)	Создает твердое тело вращением плоского объекта вокруг оси (Draw Solids Revolve (Рисование Тела Вращать))
13	SECTION (СЕЧЕНИЕ)	Создает плоское сечение в результате пересечения плоскости и твердых тел (Draw Solids Section (Рисование Тела Сечение))
14	SLICE (РАЗРЕЗ)	Разрезает плоскостью твердотельный объект на самостоятельные объекты (Draw Solids Slice (Рисование Тела Разрез))
15	SPHERE (ШАР)	Создает объект в виде твердотельного шара (Draw Solids Sphere (Рисование Тела Шар))
16	SUBTRACT (ВЫЧИТАНИЕ)	Создает составную область или тело вычитанием площади одного набора областей из другого или вычитанием одного набора тел из другого (Modify Solid Editing Subtract (Редакт Редактирование тел Вычитание))
17	TORUS (ТОР)	Создает объект в виде твердотельного тора (Draw Solids Torus (Рисование Тела Тор))
18	WEDGE (КЛИН)	Создает объект в виде твердотельного клина (Draw Solids Wedge (Рисование Тела Клин))
19	UNION (ОБЪЕДИНЕНИЕ)	Объединяет пересекающиеся области или тела (Modify Solid Editing Union (Редакт Редактирование тел Объединение))

5.7. Упражнение по созданию стула из параллелепипедов

В этом упражнении создается стул (рис. 5.20) из параллелепипедов, который в дальнейшем используется при создании внутреннего интерьера помещения.

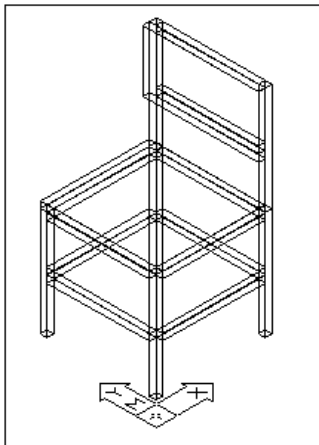


Рис. 5.20. Модель стула из параллелепипедов

Шаг 1. Настройка чертежа

1. Установить границы чертежа 0,0 для нижнего левого угла и 500,500 для верхнего правого.
2. Выбрать десятичные **Decimal** (Десятичные) единицы измерения и установить их точность **Precision** (Точность), равную 0.
3. Разделить экран дисплея на два вертикальных непересекающихся видеовых экрана, воспользовавшись меню **View | Viewports | 2 Viewports | Vertical** (Вид | Вideoпорты | 2 видеопорта | Вертикальные).
4. Установить шаг сетки 25 по осям X и Y в диалоговом окне **Drafting Settings** (Режимы рисования) на вкладке **Snap and Grid** (Шаг и сетка), вызвав его при помощи меню **Tools | Drafting Settings** (Сервис | Режимы рисования).
5. Вывести границы сетки в пределах видеоэкранов с помощью меню **View | Zoom | All** (Вид | Покажи | Все).
6. Создать слой для черчения стула:
 - выбрать в меню **Format | Layer** (Формат | Слои) и в появившемся диалоговом окне **Layer Properties Manager** (Менеджер свойств слоев) нажать кнопку **New** (Создать);
 - напечатать имя **Chair** создаваемого слоя в поле ввода текста;
 - щелкнуть на кнопке **Color**, а затем выбрать какой-нибудь яркий цвет из появившегося диалогового окна **Select Color** (Выбор цвета) и нажать в нем кнопку **OK** для выхода;
 - нажать кнопку **Current** (Текущий) и выйти из диалогового окна **Layer Properties Manager**.

7. Установить изометрический вид в правом видовом экране, воспользовавшись меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М-виды | ЮЗ Изометрия).

Шаг 2. Сохранить чертеж в файле

1. Вызвать команду **File | Save As** (Файл | Сохранить как).
2. В поле **In** (Сохранить в) диалогового окна **Save Drawing As** (Сохранение рисунка) открыть рабочую папку.
3. В поле **File name** (Имя) ввести имя файла (без расширения). В нижнем поле **Files of type** (Тип файла) должно быть установлено расширение файла **dwg**.
4. Нажать в диалоговом окне кнопку **Save** (Сохранить) для сохранения файла в указанной папке.
5. В дальнейшем по мере выполнения чертежа следует периодически нажимать кнопку **Save** (Сохранить) на стандартной панели инструментов.

Шаг 3. Создание ножек и каркаса стула

Ножки стула создаются из параллелепипедов с размером оснований 25×25 и высотой 400.

1. Создать нижнюю левую ножку стула:
 - вызвать команду **BOX** (ЯЩИК), воспользовавшись меню **Draw | Solids | Box** (Рисование | Тела | Ящик);
 - сначала указать мышью точку на экране, затем набрать в командной строке @25,25,400 и нажать клавишу <Enter>.
2. Создать нижнюю правую ножку стула копированием только что созданной левой ножки:
 - вызвать из меню **Modify | Copy** (Редакт | Копировать) команду копирования объектов;
 - выбрать левую ножку (прямоугольник на левом экране), указать любую точку в качестве базовой, а затем ввести относительные координаты @400,0,0 новой точки для определения положения копируемого объекта.
3. Удлинить правую ножку копированием ее на высоту 400:
 - вызвать из меню **Modify | Copy** (Редакт | Копировать) команду копирования объектов;
 - выбрать правую ножку стула, указать базовую точку, нажать клавишу <Enter>, а затем напечатать @0,0,400.

Теперь ножка состоит из двух параллелепипедов и имеет высоту 800.

4. Соединить левую и правую ножки перемычкой в правом видеоэкране:
 - вызвать с помощью меню **Draw | Solids | Box** (Рисование | Тела | Ящик) команду рисования параллелепипеда;
 - привязаться привязкой **Endpoint** (Конточка) к правому нижнему углу верхнего прямоугольника торца левой ножки (эту область нужно увеличить командой **View | Zoom | Window** (Вид | Покажи | Рамка));
 - второй угол параллелепипеда задать относительными координатами @375, 25, -25.
5. Получить верхние ножки стула копированием нижних:
 - перейти в левый видеоэкран;
 - вызвать из меню **Modify | Copy** (Редакт | Копировать) команду копирования объектов;
 - выделить рамкой оба прямоугольника;
 - указать любую точку в качестве базовой, а затем напечатать в командной строке величину смещения копируемого объекта @0, 400, 0 и ввести его, нажав клавишу <Enter>;
 - перейти в правый видеоэкран и командой **View | Zoom | All** (Вид | покажи | Все) сделать видимым весь стул.
6. Соединить левые ножки поперечной перекладиной:
 - перенести нижнюю часть верхней правой ножки в слой 0 и сделать ее невидимой. Она мешает построениям;
 - увеличить область с вершинами левых ножек;
 - вызвать команду **box** (ящик) и для задания первого угла привязаться привязкой **Endpoint** (Конточка) к левому верхнему углу вершины нижней ножки. Второй угол задать привязкой к нижнему правому углу торца верхней поперечины.
7. Создать каркас стула многократным размножением созданной поперечины:
 - вызвать из меню **Modify | Copy** (Редакт | Копировать) команду копирования объектов;
 - выбрать поперечину и на запрос в командной строке о необходимости ввода базовой точки ввести опцию команды **Multiple** (Несколько) для активизации режима многократного копирования объекта. Затем указать мышью базовую точку (любую);
 - далее последовательно напечатать в командной строке следующие относительные координаты, нажимая после каждого ввода клавишу <Enter>: @0, 0-20; @400, 0, 0; @400, 0, 400; @400, 0, 200; @400, 0, -200.

8. Сделать видимым весь стул, выбрав в меню **View | Zoom | All** (Вид | Покажи | Все).
9. Построить оставшиеся нижние поперечины, размножая верхние поперечины на относительное смещение @0, 0, -20.

Шаг 4. Создание сиденья и спинки

1. Построить сиденье из параллелепипеда, воспользовавшись привязкой **Endpoint** (Конточка) к нижнему левому углу верхнего торца ближайшей левой ножки, а второй угол параллелепипеда задать относительной координатой @400, 425, 25.
2. Повторить команду **BOX** (Ящик) для построения спинки в виде параллелепипеда. Привязкой **Endpoint** (Конточка) указать первый угол параллелепипеда в нижнем левом углу ближайшего торца средней перекладины. Второй угол задать относительной координатой @-25, 425, 225.
3. Перейти на плоский вид в левом видеоэкране.
4. Сдвинуть спинку ручками, указав смещение относительной координатой @0, -25, 0.
5. Сохранить чертеж.

5.8. Упражнение по созданию стола

В этом упражнении создается еще одна модель из параллелепипедов (рис. 5.21), но в отличие от предыдущего задания для создания ножек стола используется операция выдавливания прямоугольника. Эта модель стола также, как и стул, используется при создании интерьера внутри помещения.

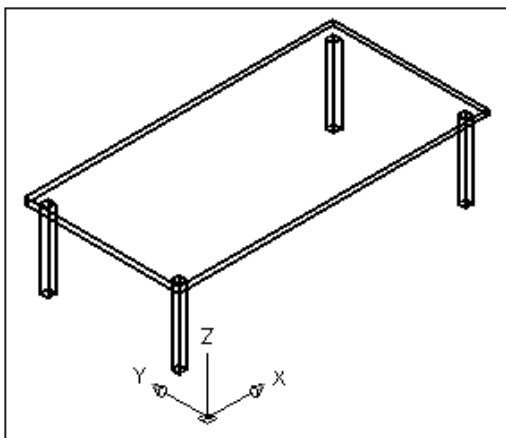


Рис. 5.21. Модель стола из параллелепипедов

Шаг 1. Настройка чертежа

1. Выбрать в меню **Format | Drawings Limits** (Формат | Лимиты). AutoCAD выведет запрос на значение координаты «нижнего левого угла». Нажать клавишу <Enter> для присвоения значения по умолчанию 0, 0, а затем набрать координаты 3000, 3000 для правого верхнего угла области черчения.
2. Выбрать в меню **Format | Units** (Формат | Единицы) и установить в поле **Precision** (Точность) появившегося диалогового окна **Drawing Units** (Единицы рисунка) точность единиц измерения, равную 0.
3. Разделить экран дисплея на два вертикальных непересекающихся видов экрана.
4. Установить шаг сетки 250 на 250 единиц измерения.
5. Вывести границы сетки в пределах видеоэкранов.
6. Создать слой красного цвета для черчения стола под именем **Stol** и сделать его текущим.
7. Установить изометрический вид **SW Isometric** (ЮЗ Изометрия) в правом видовом экране.
8. Сохранить чертеж в файле под именем Table.dwg.

Шаг 2. Черчение ножек стола

1. Нажать на панели **Draw** (Рисование) кнопку **Rectangle** (Прямоугольник), чтобы нарисовать основание ножки стола в виде прямоугольника. Координаты первого угла прямоугольника указать мышью в любом месте поля чертежа около нижнего левого угла области черчения.
2. Указать второй угол прямоугольника относительной координатой @50, 50.
3. Вызвать панель инструментов для рисования твердых тел с помощью меню **View | Toolbars | Solids** (Вид | Панели | Тела).
4. Нажать на панели инструментов **Solids** (Тела) кнопку **Extrude** (Выдавить) и создать ножку из прямоугольника.
5. Размножить ножку многократным копированием в точки с относительными координатами: @1850, 0, 0; @0, 850, 0; @1850, 850, 0.
6. Перейти в правый видеоэкран для рисования крышки стола.

Шаг 3. Черчение крышки стола

1. Увеличить область торца левой нижней ножки с помощью меню **View | Zoom | Windows** (Вид | Покажи | Рамка).
2. Выбрать команду **BOX** (ЯЩИК) на панели инструментов **Solids** (Тела).
3. Задать координату первого угла параллелепипеда, воспользовавшись функцией **FROM** (СМЕЩЕНИЕ) и привязкой **Endpoint** (Конточка) для определения

смещения искомого угла на относительные координаты @-50,-50 от левого нижнего угла прямоугольного торца ножки.

4. Ввести относительные координаты второго угла параллелепипеда @2000,1000,35.
5. Сохранить чертеж.

5.9. Упражнение по созданию тела вращения

В упражнении создается твердое тело путем вращения замкнутой полилинии вокруг оси (рис. 5.22). Затем полученное тело поворачивается в пространстве командой ROTATE3D (3-поворот) на угол 90° так, чтобы основание тела находилось на плоскости XY.

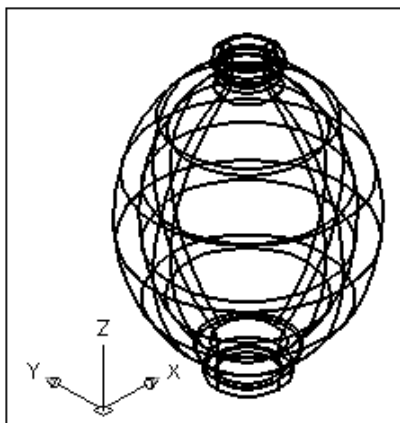


Рис. 5.22. Тело вращения в виде вазы

Шаг 1. Настройка чертежа

Воспользуемся настройками чертежа из предыдущего упражнения.

1. Открыть чертеж Table.dwg, созданный в предыдущем упражнении, с помощью меню **File | Open** (Файл | Открыть).
2. Перейти в левый видеозэкран.
3. Выделить при помощи рамки плоское изображение стола, а затем удалить его командой ERASE (СТЕРЕТЬ).
4. Сохранить чертеж командой SAVEAS (СОХРАНИТЬКАК) под именем Vase.dwg.
5. Удалить слой **Stol** и создать текущий слой **Vaza**.

Шаг 2. Построение меридионального сечения вазы

1. Нажать кнопку **Polyline** (Полилиния) на панели **Draw** (Рисование), указать мышью любую точку на экране (правее середины и ближе к нижней части границы экрана).
2. Нажимая клавишу <Enter> после каждого ввода, напечатать следующую последовательность относительных координат и опций полилинии:
 - @150, 0; @0, -30; @50, 0; @0, 50;
 - Arc (Дуга); @50, 100; @-100, 1500; @0, 50; @-50, 25;
 - Line (длина); @0, -85; @60, -50;
 - Arc (Дуга); @15, -1420;
 - Line (длина); щелкнуть на кнопке **ORTHO** (ОПТО) в строке состояния;
 - напечатать в командной строке .X для вызова координатного фильтра по оси X, нажать клавишу <Enter>, а затем, используя привязку **Endpoint** (Конточка), щелкнуть на начальной точке полилинии;
 - щелкнуть примерно на 40 единиц выше начальной точки, а затем напечатать в командной строке Close (Замкнуть) для получения замкнутой полилинии;
 - сохранить чертеж.

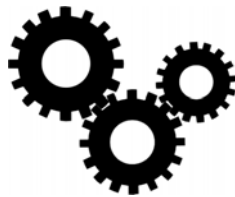
Шаг 3. Построение тела вращения

1. Выбрать из меню **Draw | Solids | Revolve** (Рисуй | Тела | Вращать) команду создания тела вращения.
2. В ответ на запрос в командной строке **Select objects** (Выберите объекты) выбрать построенную замкнутую полилинию.
3. Указать нижнюю левую точку контура, воспользовавшись привязкой **Endpoint** (Конточка), в качестве первой точки оси вращения.
4. Включив режим **ORTHO** (ОПТО), указать мышью любую точку выше первой в качестве второй точки оси. В правом видео-экране будет видно, что ваза лежит "на боку".
5. Поставим ее основание на плоскость XY.
 - выбрать в меню **Modify | 3D Operation | Rotate 3D** (Редакт | 3М операции | 3М поворот), а затем рамкой выделить всю вазу;
 - первую точку оси вращения указать привязкой **Endpoint** (Конточка) к точке полилинии, а вторую на расстоянии @100, 0, 0 от нее;
 - напечатать в командной строке угол поворота 90° и нажать клавишу <Enter>.
6. Сохранить полученное изображение.

7. Перейти в правый видеозэкран и просмотреть изображение, выбрав в меню **View | Shade | Flat Shaded, Edges On** (Вид | Раскрашивание | Плоское, с кромками).

Шаг 4. Управление отображением тела на экране

1. Вернуться в правом видеозэкране к каркасному изображению, выбрав в меню **View | Shade | 2D Wireframe** (Вид | Раскрашивание | 2М каркас).
2. Просмотреть пространственное изображение вазы, вводя в командной строке различные значения системной переменной **ISOLINES** = 2, 8, 16, 24, 32 (по умолчанию **ISOLINES** = 4).
3. После установки переменной каждый раз регенерировать рисунок, выбрав в меню **View | Regen** (Вид | Регенерировать), а затем раскрасить его.
4. Вернуться к каркасному изображению, выбрав в меню **View | Shade | 2D Wireframe** (Вид | Раскрашивание | 2М-каркас) и установив системную переменную **ISOLINES** = 4.
5. Ввести в командной строке системную переменную **FACETRES** = 0.01, а затем просмотреть изображение, выбрав в меню **View | Hide** (Вид | Скрой).
6. Повторить просмотр изображения при **FACETRES** = 10 (по умолчанию **FACETRES** = 0.5).
7. Установить **FACETRES** = 0.5 и перейти к каркасному виду. Эта переменная влияет на отображение криволинейных поверхностей и тел после использования команд **HIDE** (СКРОЙ), **SHADE** (РЕЖИМРАСКР), **RENDER** (ТОНИРОВАТЬ).
8. Установить системную переменную **DISPSILH** = 1 (по умолчанию равна 0), а затем скрыть невидимые линии, выбрав в меню **View | Hide** (Вид | Скрыть). Переменная определяет необходимость вывода контурного изображения модели.



Глава 6

Модифицирование и редактирование тел в пространстве

Команды редактирования, используемые при плоском черчении, полностью или с определенными ограничениями могут применяться для редактирования твердых тел. Только плоские команды **ROTATE** (ВРАЩАТЬ), **MIRROR** (ЗЕРКАЛО) и **ARRAY** (МАССИВ) имеют следующие трехмерные аналоги:

- ❑ **ROTATE3D** (3-ПОВЕРНУТЬ) — поворот объектов вокруг произвольной оси;
- ❑ **3DARRAY** (3-МАССИВ) — создание трехмерного массива;
- ❑ **MIRROR3D** (3-ЗЕРКАЛО) — зеркальное отображение объектов относительно плоскости.

Так же, как и на плоскости, в пространстве используются команды:

- ❑ **ERASE** (СТЕРЕТЬ) — удаление объектов из рисунка;
- ❑ **COPY** (КОПИРОВАТЬ) — дублирование объектов;
- ❑ **MOVE** (ПЕРЕНЕСТИ) — перемещение объектов на заданное расстояние в указанном направлении;
- ❑ **SCALE** (МАСШТАБ) — изменение размеров объектов;
- ❑ **EXPLODE** (РАСЧЛЕНИТЬ) — разделение составного объекта на составляющие объекты;
- ❑ **ALIGN** (ВЫРОВНЯТЬ) — выравнивание объектов относительно других объектов.

Следующие команды, используемые при плоском черчении, имеют специальные опции для трехмерного пространства:

- ❑ **TRIM** (ОБРЕЗАТЬ) — обрезка объекта по кромке, заданной другими объектами;
- ❑ **EXTEND** (УДЛИНИТЬ) — удлинение объектов до пересечения с другими объектами (применяется только для отрезков);
- ❑ **CHAMFER** (ФАСКА) — сопряжение объектов фаской;
- ❑ **FILLET** (СОПРЯЖЕНИЕ) — скругление углов и сопряжение объектов.

Могут использоваться в трехмерном пространстве, но лишь для плоских объектов следующие команды:

- ❑ **OFFSET (ПОДОВИЕ)** — построение концентрических кругов, параллельных отрезков и кривых;
- ❑ **STRETCH (РАСТЯНУТЬ)** — перенос или растягивание объектов;
- ❑ **LENGTHEN (УВЕЛИЧИТЬ)** — увеличение длин объектов;
- ❑ **BREAK (РАЗОРВАТЬ)** — стирание части плоского объекта или разделение его на две части.

Далее под модифицированием тел понимается изменение их вида, а под редактированием — исправление или удаление элементов или частей тела.

6.1. Модифицирование объектов в пространстве

Алгоритм 6.1. Поворот тела вокруг оси

1. В меню выбрать **Modify | 3D Operation | Rotate 3D** (Редакт | 3М операции | 3М поворот) или набрать команду **ROTATE3D** (3-ПОВЕРНУТЬ) и нажать клавишу <Enter>.
2. Выбрать объекты, которые требуется повернуть.
3. Указать ось вращения в соответствии с выбранной опцией команды:
 - **Object (Объект)** — выбирается отрезок, круг, дуга, сплайн или плоская полилиния. Если выбрана дуга или круг, то ось вращения начинается в центре объекта перпендикулярно к нему;
 - **Last (Последняя)** — последняя ось поворота;
 - **View (Вид)** — ось поворота совмещена с направлением взгляда на текущем видовом экране, проходящем через выбранную точку;
 - **Xaxis (Хось), Yaxis (Yось), Zaxis (Zось)** — ось поворота проходит через указанную точку параллельно выбранной координатной оси;
 - **2points (2точки)** — по двум точкам, которые можно указать привязкой к уже имеющимся на чертеже точкам (установлена по умолчанию).

Поворот подчиняется правилу правой руки, и положительным направлением оси считается направление от первой точки ко второй.

4. Ввести в командной строке значение угла поворота и нажать клавишу <Enter> (пример выполнения команды изображен на рис. 6.1).

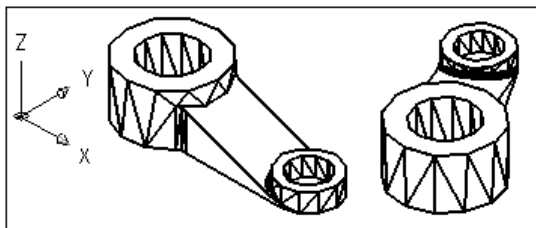


Рис. 6.1. Исходное тело до и после поворота на 90°

Алгоритм 6.2. Построение прямоугольного массива

1. В меню выбрать **Modify | 3D Operation | 3D Array** (Редакт | 3М операции | 3М массив) или воспользоваться командой **3DARRAY** (3-МАССИВ) и нажать клавишу <Enter>.
2. Выбрать размножаемые объекты и для завершения выбора нажать клавишу <Enter>.
3. Ввести в командной строке опцию **Rectangular** (Прямоугольный) для выбора типа массива и нажать клавишу <Enter>.
4. Ввести в командной строке число рядов и нажать клавишу <Enter>.
5. Ввести в командной строке число столбцов и нажать клавишу <Enter>.
6. Ввести в командной строке число этажей (уровней вдоль оси Z) и нажать клавишу <Enter>.
7. Задать расстояние между рядами, введя число в командной строке, и нажав клавишу <Enter>, или указав на чертеже две точки с различными координатами.
8. Задать расстояние между столбцами.
9. Задать расстояние между этажами и нажать клавишу <Enter> (результат показан на рис. 6.2).

Алгоритм 6.3. Построение кругового массива

1. В меню выбрать **Modify | 3D Operation | 3D Array** (Редакт | 3М операции | 3М массив) или набрать команду **3DARRAY** (3-МАССИВ) и нажать клавишу <Enter>.
2. Выбрать размножаемые объекты, а для завершения выбора нажать клавишу <Enter>.
3. Ввести в командной строке опцию выбора типа массива **Polar** (Круговой) и нажать клавишу <Enter>.
4. Ввести в командной строке число элементов массива и нажать клавишу <Enter>.

5. Ввести в командной строке угол заполнения массива (отрицательный угол заполняется по часовой стрелке) и нажать клавишу <Enter>.
6. Сразу же нажать клавишу <Enter> для разворота объектов в соответствии с поворотом массива или сначала ввести No (Нет) для сохранения их ориентации.
7. Задать центральную точку массива, введя ее координаты в командной строке или привязавшись к уже построенной на чертеже точке объекта.
8. Аналогично задать координаты второй точки оси поворота (результат показан на рис. 6.3).

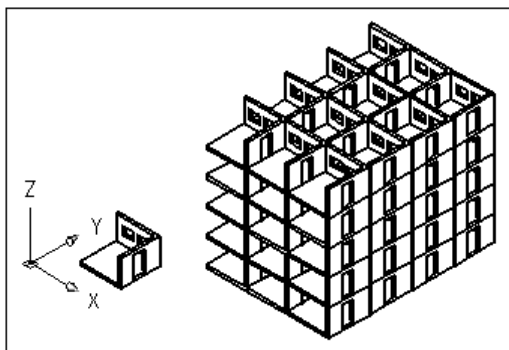


Рис. 6.2. Модель после размножения прямоугольным массивом (4 ряда, 3 столбца и 5 этажей)

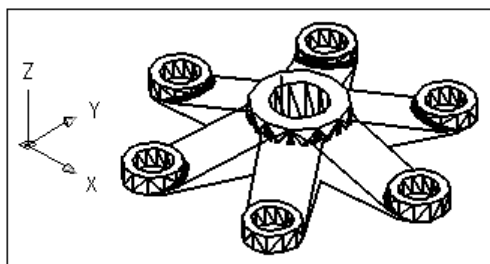


Рис. 6.3. Тело, созданное круговым массивом

Алгоритм 6.4. Зеркальное отражение объекта относительно плоскости

1. В меню выбрать **Modify | 3D Operation | Mirror 3D** (Редакт | 3М операции | 3М зеркало) или воспользоваться командой `MIRROR3D` (3-ЗЕРКАЛО) и нажать клавишу <Enter>.
2. Выбрать отражаемые объекты, а для завершения выбора нажать клавишу <Enter>.

3. Указать плоскость отражения в соответствии с выбранной опцией команды:
- Object (Объект) — плоский объект (круг, эллипс, дуга, сплайн, плоская полилиния);
 - Last (Последняя) — последняя плоскость зеркального отображения;
 - Zaxis (Зось) — ось Z, которая задает в качестве плоскости отражения перпендикулярную ей плоскость XY. Сначала задается начало координат — точка в плоскости отражения, а затем указывается любая точка на оси Z;
 - View (Вид) — плоскость параллельна текущему виду и проходит через заданную точку;
 - XY, YZ, ZX — плоскость отражения проходит через заданную точку параллельно выбранной плоскости;
 - 3points (3точки) — плоскость задается по трем точкам, которые удобно указать привязкой к уже имеющимся на чертеже точкам (установлена по умолчанию).
4. На запрос программы в командной строке нажать клавишу <Enter> для сохранения отражаемого объекта или ввести сначала Yes (Да) для его удаления (результат показан на рис. 6.4).

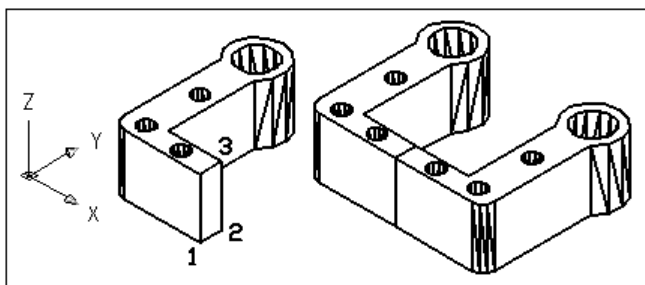


Рис. 6.4. Исходный объект и результат его отражения относительно торцевой плоскости

Алгоритм 6.5. Выравнивание двух объектов

Команда ALIGN (ВЫРОВНЯТЬ) позволяет переместить и повернуть один из двух объектов так, чтобы выровнять его со вторым объектом. Выравнивание объектов производится последовательным указанием трех (в плоском случае — двух) пар точек, одна из которых находится на перемещаемом объекте (исходная точка), а другая — на втором объекте (целевая точка). Далее (рис. 6.5) приведен пример использования этой команды при создании сборки. Первая пара точек и третья исходная точка указаны привязкой, а третья целевая точка указывается на боковине произвольно — здесь удобно

было привязаться к дальней угловой точке боковины. На рисунке приведено изображение соединяемых панелей после выполнения команды `HIDE` (СКРОЙ).

1. В меню выбрать **Modify | 3D Operation | Align** (Редакт | 3М операции | Выровнять).
2. Выбрать перемещаемый объект.
3. В ответ на запрос указать первую исходную точку на перемещаемом объекте, а затем первую целевую точку.
4. Если после этого нажать клавишу `<Enter>`, то перемещаемый объект переместится из указанной исходной точки в целевую.
5. Указать вторую исходную точку, а затем вторую целевую точку.
6. Указать третью исходную точку, а затем третью целевую точку, если не требуется масштабирование объекта. В противном случае выбрать опцию `Continue` (Продолжить) и ответить на запрос о необходимости масштабирования по точкам выравнивания.

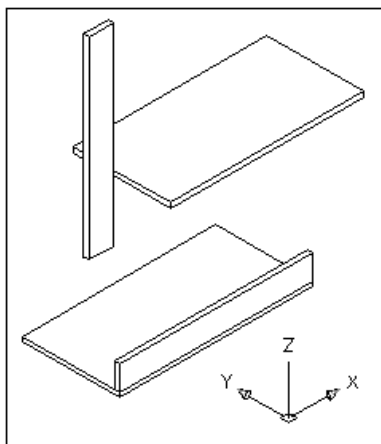


Рис. 6.5. Установка панели на основание

Объекты выравниваются (перемещаются и поворачиваются), а затем масштабируются. При этом первая целевая точка является базовой точкой масштабирования, расстояние между первой и второй исходными точками является опорной длиной, а расстояние между первой и второй целевыми точками — новой длиной.

Алгоритм 6.6. Обрезка плоских объектов в пространстве

В трехмерном пространстве можно подрезать дуги, круги, эллиптические дуги, отрезки, разомкнутые двухмерные и трехмерные полилинии, лучи и сплайны при помощи опции `Project` (Проекция) команды `TRIM` (ОБРЕЗАТЬ).

Эта опция задает режим проецирования, используемый при обрезке объектов, так как обрезаемые объекты могут находиться в разных плоскостях.

1. В меню выбрать **Modify | Trim** (Редакт | Обрезать).
2. Выбрать режущую кромку или нажать клавишу <Enter> для выбора всех возможных кромок, которые проектируются по умолчанию на плоскость ХУ текущей ПСК. Команда не работает, если такие кромки отсутствуют.
3. Ввести в командной строке опцию **Project** (Проекция), которая задает режим проецирования, используемый при обрезке объектов, и нажать клавишу <Enter>.
4. Выбрать из приведенного списка, а затем ввести в командной строке одну из дополнительных опций и нажать клавишу <Enter>:
 - **None** (Нет) — проецирование отсутствует и обрезаются только объекты, пересекающиеся с режущими кромками в трехмерном пространстве;
 - **Ucs** (ПСК) — проецирование на плоскость ХУ текущей ПСК (используется по умолчанию);
 - **View** (Вид) — проецирование вдоль текущего направления взгляда.

При нажатии клавиши <Enter> без выбора подопции происходит проецирование по умолчанию.

5. Выбрать прицелом курсора обрезаемые объекты с той стороны относительно кромки, с которой они должны быть удалены, а затем нажать клавишу <Enter> для завершения выбора и выхода из команды.

При выполнении команды может использоваться любая, и в частности мировая (рис. 6.6), система координат.

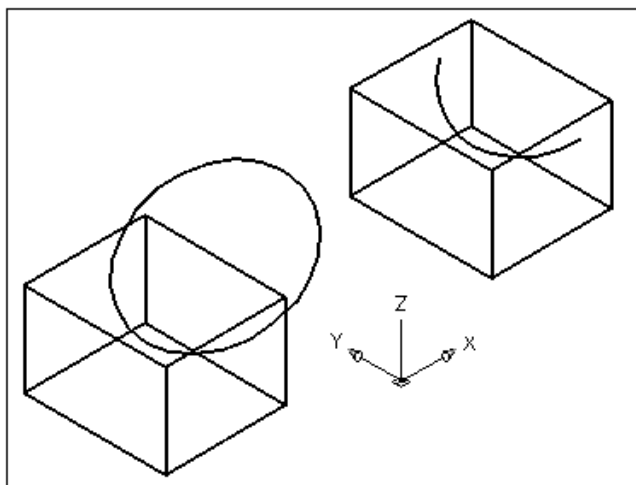


Рис. 6.6. Обрезка круга в пространстве

Алгоритм 6.7. Удлинение плоских объектов в пространстве

Использование команды `EXTEND` (удлинить) и ее опции `Project` (Проекция) аналогичны команде `TRIM` (ОБРЕЗАТЬ), поэтому здесь рассматривается еще одна опция этих команд `Edge` (Кромка), которая применяется для построений в пространстве.

1. В меню выбрать **Modify | Extend** (Редакт | Удлинить).
2. Выбрать граничные кромки, до которых будут удлиняться объекты, или нажать клавишу `<Enter>` для выбора всех возможных кромок. Кромками могут быть отрезки, лучи, дуги, круги, эллипсы, сплайны, двухмерные и трехмерные полилинии, плавающие видовые экраны, области и тексты.
3. Ввести в командной строке опцию `Edge` (Кромка), которая задает режим удлинения объекта до пересечения с кромкой, и нажать клавишу `<Enter>`.
4. Выбрать из приведенного ниже списка и ввести в командной строке дополнительную опцию, а затем нажать клавишу `<Enter>`:
 - `Extend` (С продолжением) — кромка удлиняется до пересечения с удлиняемым объектом или его продолжением;
 - `Noextend` (Без продолжения) — объект удлиняется только до кромки, которую он пересекает в пространстве.

При нажатии клавиши `<Enter>` без выбора подопции происходит удлинение по умолчанию.

5. Выбрать удлиняемый объект, а затем нажать клавишу `<Enter>` для завершения выбора и выхода из команды.

Алгоритм 6.8. Скругление ребер у граней тела

Плавное сопряжение граней осуществляется командой `FILLET` (СОПРЯЖЕНИЕ). При использовании режима работы команды по умолчанию вначале указывается радиус сопряжения, а затем выбираются сопрягаемые кромки граней.

1. В меню выбрать **Modify | Fillet** (Редакт | Сопряжение).
2. Выбрать ребро, являющееся пересечением скругляемых граней.
3. Задать в командной строке радиус скругления и нажать клавишу `<Enter>`.
4. Продолжить выбор ребер или нажать клавишу `<Enter>` для перехода к построению сопряжения.

На рис. 6.7 приводится деталь без скругленного ребра и после выполнения команды `FILLET` (СОПРЯЖЕНИЕ).

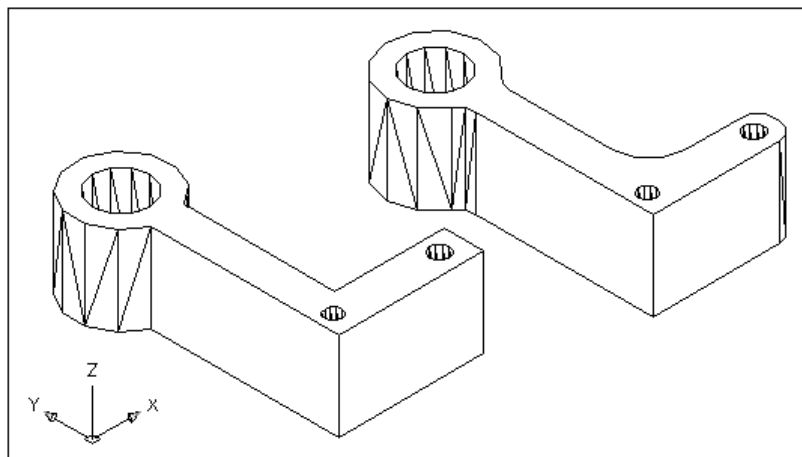


Рис. 6.7. Деталь до и после скругления ребер

Алгоритм 6.9. Снятие фасок на пересечении граней твердого тела

1. В меню выбрать **Modify | Chamfer** (Редакт | Фаска).
2. Выбрать кромку между гранями для фаски (засветится первая базовая грань) и нажать клавишу <Enter>.
3. Задать длину фаски для первой грани, которая измеряется от выбранной кромки.
4. Задать длину фаски для второй (смежной) грани.
5. Указать кромку между гранями еще раз.

На рис. 6.8 приводится пример детали без фасок на пересечениях двух граней и после выполнения команды **CHAMFER** (ФАСКА).

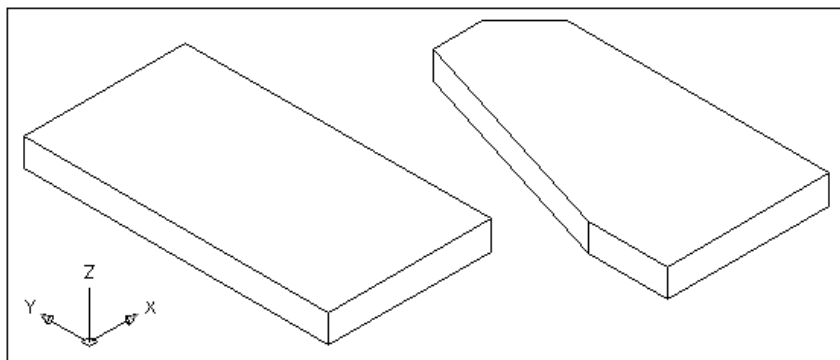


Рис. 6.8. Прямоугольная пластина до и после снятия фасок

Алгоритм 6.10. Массовые характеристики тела

Программа AutoCAD позволяет определить при помощи команды `MASSPROP` (МАСС-ХАР) массовые характеристики тела в текущей пользовательской системе координат. Плотность тела предполагается равной 1, поэтому масса и объем, выводимые в командной строке, имеют одинаковые значения.

1. В меню выбрать **Tools | Inquiry | Region/Mass Properties** (Сервис | Сведения | Геометрия и масса). Программа выводит на экран текстовое окно (рис. 6.9) со значениями массы тела, координат центра масс и моментов инерции.
2. Нажать клавишу `<Enter>`, чтобы не записывать данные в файл. В противном случае перед нажатием клавиши `<Enter>` ввести в командной строке `Yes` (Да) для сохранения данных в файле. Программа запросит имя файла и сохранит в нем полученные данные.

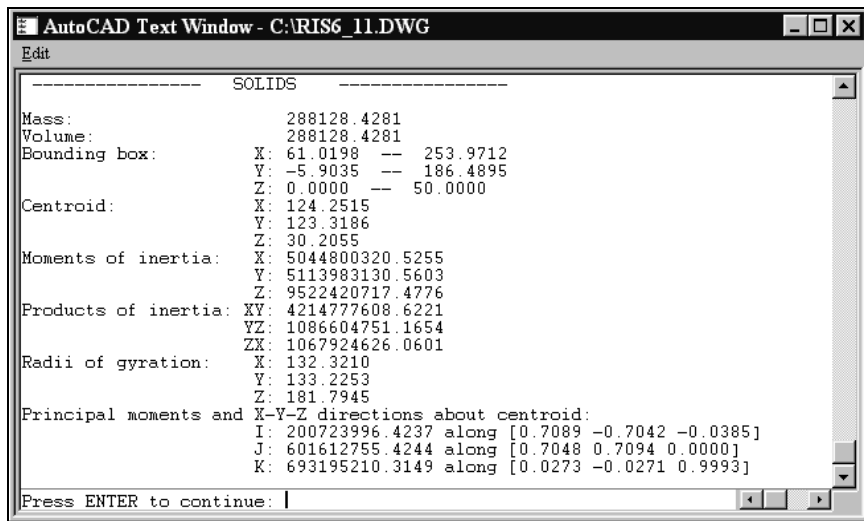


Рис. 6.9. Текстовое окно с массовыми характеристиками тела

6.2. Редактирование тел

В этом разделе рассматривается применение опции `Body` (Тело ACIS) команды `SOLIDEDIT` (РЕДТЕЛ) для редактирования и создания новых тел.

Алгоритм 6.11. Формирование отпечатка на поверхности тела

На поверхности тела можно сохранить отпечаток дуги, круга, отрезка, полилинии (двухмерной или пространственной), эллипса, сплайна, области или другого твердотельного объекта. Плоские объекты (штемпели) должны

полностью или частично располагаться на поверхности тела, а твердые тела пересекаться со штампуемым телом.

Отпечатки далее могут использоваться для получения новых тел (рис. 6.10) путем выдавливания граней. Отпечатанные линии, кроме того, могут служить границами между участками различного цвета одной и той же поверхности. Для раскрашивания участков можно воспользоваться опцией **Color** (Цвет) при редактировании граней (см. алгоритм 6.23).

1. Выбрать в меню **Modify | Solids Editing | Imprint** (Редакт | Редактирование тел | Клеймить).
2. Выбрать тело, на котором делается отпечаток.
3. Выбрать объект — штампель.
4. Нажать клавишу <Enter>, если исходный объект не удаляется, либо ввести **Yes** (Да), чтобы удалить его.
5. Нажать клавишу <Enter> для выхода из команды или продолжить выбор новых объектов.
6. Выбрать два раза строчку **Exit** (Выход) в контекстном меню, вызываемом правой кнопкой мыши, чтобы выйти из опции, а затем завершить выполнение команды.

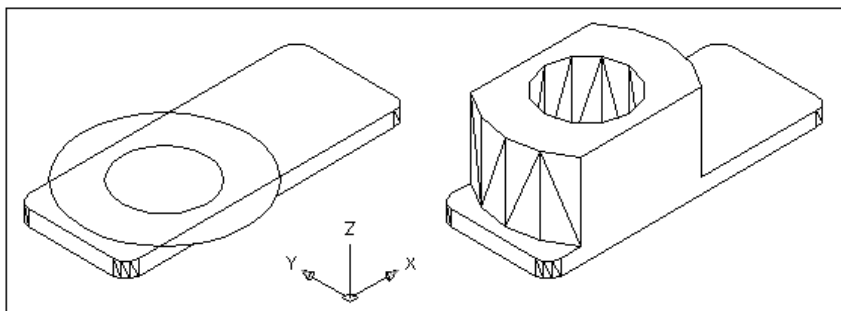


Рис. 6.10. Исходные объекты и новое тело, полученное с помощью штампера

Алгоритм 6.12. Разделение сложного тела

При помощи дополнительной опции **Separate** (Разделить) опции **Body** (Тело ACIS) команды **SOLIDEDIT** (РЕДТЕЛ) можно разделить на части тело, полученное объединением нескольких непересекающихся тел командой **UNION** (ОБЪЕДИНЕНИЕ). Операция применима только к тем телам, части которых не обладают общим объемом.

1. Выбрать в меню **Modify | Solids Editing | Separate** (Редакт | Редактирование тел | Разделить).

- В ответ на запрос команды в командной строке указать 3М-тело, которое необходимо разделить на независимые части.
- Для завершения команды нажать клавишу <Enter>.

Алгоритм 6.13. Создание оболочки из твердого тела

Дополнительная опция **Shell** (оБолочка) позволяет получить из твердого тела оболочку, причем при положительной толщине новые грани создаются внутри исходного тела (рис. 6.11), а при отрицательной — снаружи.

- Выбрать в меню **Modify | Solids Editing | Shell** (Редакт | Редактирование тел | Оболочка).
- Выбрать исходное тело, из которого создается оболочка.
- Выбрать грани, исключаемые из оболочки, и нажать клавишу <Enter> для завершения выбора граней. До этого можно удалять или добавлять грани из выбранного набора граней, воспользовавшись следующими дополнительными опциями:
 - Undo** (Отменить) — отмена выбора граней, последними включенными в набор исключаемых граней. Если в наборе не осталось ни одной грани, выдается сообщение о полной отмене выбора граней;
 - Add** (Добавить) — добавление граней в набор;
 - All** (Все) — добавление в набор всех граней тела.
- Задать толщину стенки оболочки, а затем для выхода из команды два раза нажать клавишу <Enter>.

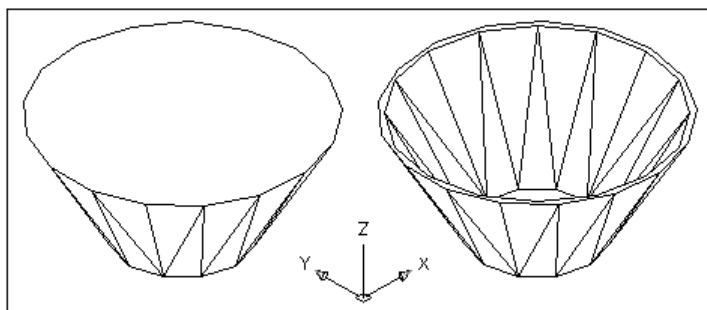


Рис. 6.11. Оболочка, созданная из усеченного конуса

Алгоритм 6.14. Упрощение тела

С помощью дополнительной опции **Clean** (Упростить) можно выполнить слияние ребер, лежащих на одной прямой, или смежных граней, лежащих в одной плоскости тела.

1. Выбрать в меню **Modify | Solids Editing | Clean** (Редакт | Редактирование тел | Упростить).
2. Выбрать редактируемое тело.
3. Для завершения команды нажать клавишу <Enter>.

Алгоритм 6.15. Проверка целостности тела

После завершения модифицирования или редактирования тела можно проверить его целостность, воспользовавшись дополнительной опцией **Check** (Проверить) опции **Body** (Тело ACIS) команды **SOLIDEDIT** (РЕДТЕЛ). Внесение изменений в некорректные тела может привести к появлению сообщений об ошибках работы модуля ACIS, который используется в AutoCAD при создании твердых тел.

1. Выбрать в меню **Modify | Solids Editing | Check** (Редакт | Редактирование тел | Проверить).
2. Выбрать проверяемое тело.
3. Для завершения команды нажать клавишу <Enter>.

Сообщение о результатах проверки тела выводится в командной строке программы.

6.3. Модифицирование граней

В этом разделе рассмотрим применение опции **Face** (Грань) команды **SOLIDEDIT** (РЕДТЕЛ) для редактирования и создания новых тел. Форма грани тела может быть плоской или криволинейной. Грани и ребра можно выбирать как по отдельности, указывая их мышью, так и с помощью секущей рамки, секущего многоугольника произвольной формы или линии выбора. В процессе выбора граней удобно пользоваться опциями, которые позволяют добавлять грани в выбор и удалять из него ненужные.

Алгоритм 6.16. Выдавливание грани тела

Плоскую грань можно выдавить, задавая траекторию или численное значение глубины и угла сужения (рис. 6.12). Траектория выдавливания может состоять из отрезков, кругов, дуг, эллипсов, эллиптических дуг, полилиний и сплайнов. При задании глубины выдавливания положительным считается направление, соответствующее внешней нормали. Угол сужения по умолчанию равен 0, а грань выдавливается перпендикулярно своей плоскости без изменения размеров.

1. Выбрать в меню **Modify | Solids Editing | Extrude Face** (Редакт | Редактирование тел | Выдавить грани).

2. Выбрать выдавливаемую грань. При необходимости можно продолжить выбор граней, используя дополнительные опции:

- Undo (Отменить) — отмена выбора граней, последними включенными в набор выдавливаемых граней. Если в наборе не осталось ни одной грани, выдается сообщение о полной отмене выбора граней;
- Add (Добавить) — добавление граней в набор;
- All (Все) — добавление в набор всех граней тела.

После завершения выбора граней для выдавливания нажать клавишу <Enter>.

3. Ввести в командной строке дополнительную опцию Path (Траектория), а затем выбрать объект, используемый в качестве траектории, или задать глубину выдавливания, которая может быть как положительной, так и отрицательной.

4. В последнем случае задать еще угол сужения.

5. Для завершения команды нажать клавишу <Enter>.

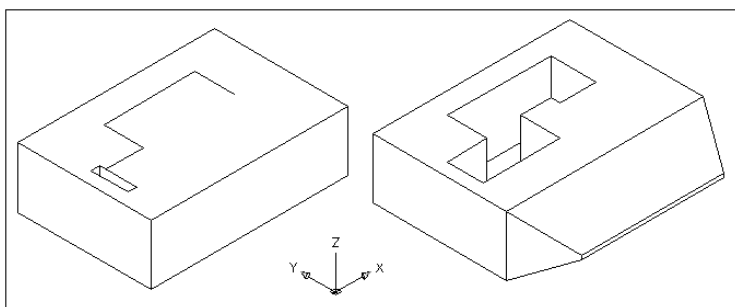


Рис. 6.12. Выдавливание граней вдоль траектории и с внешним сужением

Алгоритм 6.17. Перенос грани тела

Плоские и криволинейные грани могут перемещаться в пространстве (рис. 6.13), сохраняя свою исходную ориентацию. Для обеспечения точности задания нового положения грани можно воспользоваться шаговой или объектной привязкой, а также ввести относительные или абсолютные координаты в командной строке.

1. Выбрать в меню **Modify | Solids Editing | Move Face** (Редакт | Редактирование тел | Перенести грани).
2. Выбрать грань для переноса.
3. При необходимости продолжить выбор граней, воспользовавшись дополнительными опциями, перечисленными в команде выдавливания граней, или нажать клавишу <Enter> для перехода к заданию параметров.

4. Указать базовую точку перемещения, введя ее координаты в командной строке или привязавшись к уже построенной точке на объекте.
5. Указать привязкой или ввести в командной строке координаты второй точки перемещения, определяющей новое положение грани.
6. Для завершения команды нажать клавишу <Enter>.

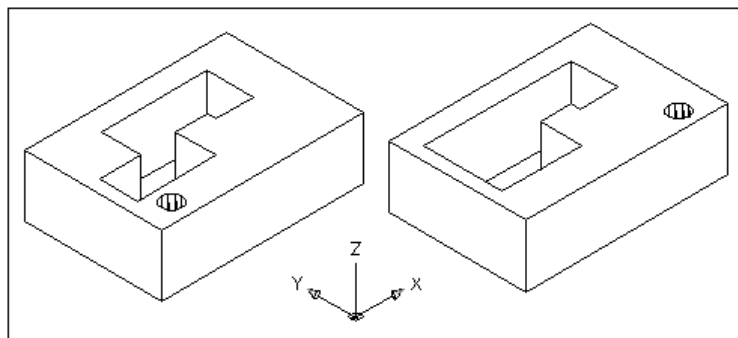


Рис. 6.13. Перенос плоской грани и отверстия (криволинейная грань) в новое положение

Алгоритм 6.18. Параллельное смещение грани тела

Смещение каждой грани выполняется в направлении нормали к ней. Эта операция может использоваться для расширения или сужения имеющихся в теле отверстий или увеличения / уменьшения толщины плоских стенок (рис. 6.14). Значение смещения можно задать числом или указать на рисунке точку, через которую должна проходить новая грань.

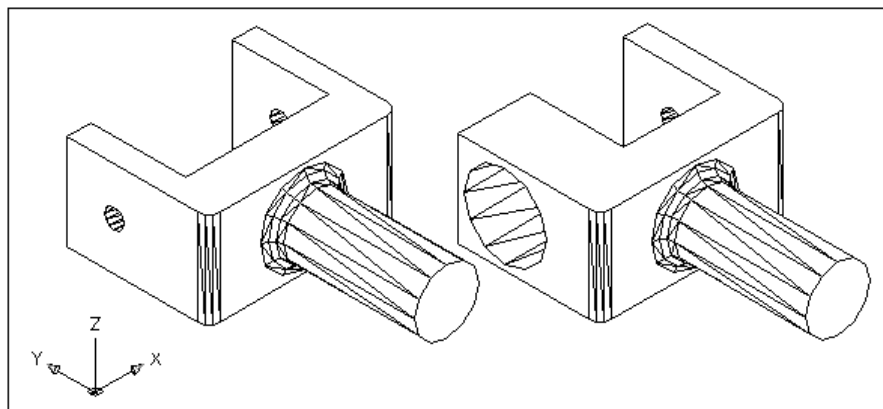


Рис. 6.14. Увеличение диаметра отверстия (отрицательное смещение) и толщины плоской стенки (положительное смещение)

1. Выбрать в меню **Modify | Solids Editing | Offset Faces** (Редакт | Редактирование тел | Сместить грани).
2. Выбрать грань для переноса.
3. При необходимости продолжить выбор граней, воспользовавшись дополнительными опциями, перечисленными в *алгоритме 6.16*, или нажать клавишу <Enter> для перехода к заданию параметров.
4. Задать величину смещения.
5. Для завершения команды нажать клавишу <Enter>.

Алгоритм 6.19. Удаление грани тела

Эту операцию удобно использовать для удаления ранее созданных отверстий и поверхностей сопряжения на ребре тела (рис. 6.15).

1. В меню выбрать **Modify | Solids Editing | Delete Faces** (Редакт | Редактирование тел | Удалить грани).
2. Выбрать грань для удаления.
3. При необходимости можно продолжить выбор граней, воспользовавшись подопциями, перечисленными в команде выдавливания граней, или нажать клавишу <Enter> для завершения команды.

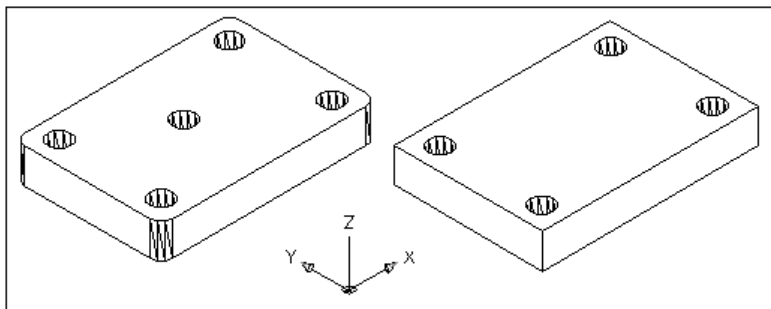


Рис. 6.15. Применение команды удаления граней для удаления скругления ребер и одного отверстия

Алгоритм 6.20. Поворот грани тела

Опция **Rotate** (Повернуть) команды **SOLIDEDIT** (РЕДТЕЛ) предназначена для поворота одной или нескольких граней вокруг выбранной оси. Положительным направлением оси считается направление от начальной точки к конечной. Поворот подчиняется правилу правой руки, если не установлена системная переменная **ANGDIR**, которая при значении 0 задает положительный

поворот против часовой стрелки, а при 1 — по часовой стрелке. Ось вращения может задаваться следующими способами:

- ☐ по двум точкам объекта (установлено по умолчанию);
- ☐ осями координат X, Y или Z;
- ☐ направлением взгляда.

Если в процессе исполнения команды выбрать несколько граней тела, то можно повернуть одну часть детали относительно другой (рис. 6.16).

1. В меню выбрать **Modify | Solids Editing | Rotate Faces** (Редакт | Редактирование тел | Повернуть грани).
2. Выбрать грань для поворота.
3. При необходимости можно продолжить выбор граней, воспользовавшись дополнительными опциями, перечисленными в *алгоритме 6.16*, или нажать клавишу <Enter> для перехода к заданию параметров.
4. Задать ось поворота грани.
5. Задать угол поворота.
6. Для завершения команды нажать клавишу <Enter>.

Аналогичные действия можно выполнить командой ROTATE3D (3-ПОВЕРНУТЬ).

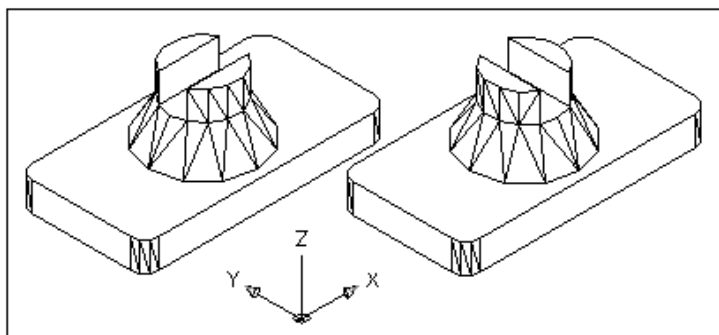


Рис. 6.16. Верхняя часть детали до и после поворота

Алгоритм 6.21. Заострение граней тела

Грани тела можно наклонить относительно заданного направления, которое определяется указанием двух точек. При этом первая точка — базовая — определяет вершину угла, вторая — одну из его сторон. Угол наклона изменяется в диапазоне от -90° до 90° . Положительное значение угла наклона грани соответствует уменьшению объема тела (рис. 6.17), а отрицательное значение — увеличению объема. По умолчанию угол сужения равен 0,

и грань выдавливается перпендикулярно своей плоскости без изменения размеров. Все грани, входящие в набор, сужаются на одинаковую величину.

1. В меню выбрать **Modify | Solids Editing | Taper Faces** (Редакт | Редактирование тел | Свести грани на конус).
2. Выбрать грань для сведения на конус.
3. При необходимости можно продолжить выбор граней, воспользовавшись подопциями, перечисленными в команде выдавливания граней, или нажать клавишу <Enter> для перехода к заданию параметров.
4. Указать вершину — базовую точку для наклона грани.
5. Указать вторую точку на стороне угла.
6. Задать угол наклона грани.
7. Для завершения команды нажать клавишу <Enter>.

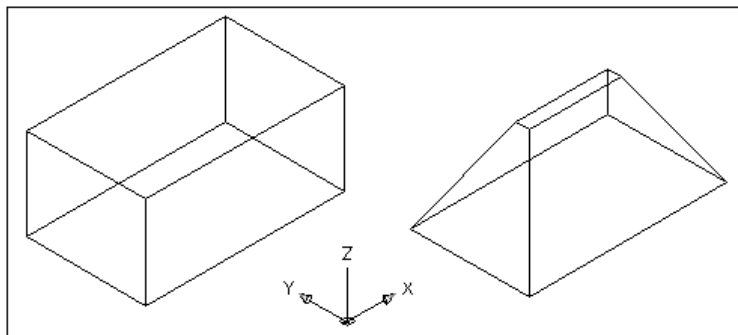


Рис. 6.17. Наклон боковых граней тела на положительный угол

Алгоритм 6.22. Копирование граней тела

Опция **Copy** (Копировать) команды **SOLIDEDIT (РЕДТЕЛ)** после завершения выбора граней позволяет перенести их копию с помощью вектор переноса, задаваемого двумя точками. Например, можно создать копию уже построенного в теле отверстия.

1. В меню выбрать **Modify | Solids Editing | Copy Faces** (Редакт | Редактирование тел | Копировать грани).
2. Выбрать грань для копирования.
3. При необходимости можно продолжить выбор граней, воспользовавшись дополнительными опциями, перечисленными в *алгоритме 6.16*, или нажать клавишу <Enter> для перехода к заданию параметров.
4. Указать базовую точку для копирования.

5. Указать вторую точку перемещения.
6. Для завершения команды нажать клавишу <Enter>.

Алгоритм 6.23. Изменение цвета грани тела

Новый цвет грани задается по текущему цвету или введением его номера (от 1 до 255) в командной строке.

1. На панели инструментов **Object Properties** (Свойства объектов) в выпадающем списке **Color** (Цвета) установить текущим задаваемый цвет грани.
2. Выбрать в меню **Modify | Solids Editing | Color faces** (Редакт | Редактирование тел | Изменить цвет граней).
3. Выбрать грань, цвет которой необходимо изменить.
4. При необходимости можно продолжить выбор граней, воспользовавшись подопциями, перечисленными в команде выдавливания граней, или нажать клавишу <Enter> для перехода к заданию параметров.
5. Нажать клавишу <Enter>, чтобы присвоить грани установленный текущий цвет. Можно перед нажатием клавиши <Enter> ввести в командной строке номер цвета, отличного от текущего.
6. Для завершения команды два раза нажать клавишу <Enter>.

6.4. Модифицирование ребер

Алгоритм 6.24. Изменение цвета ребра

Новый цвет ребра, как и грани, задается по установленному текущему цвету или введением номера цвета в командной строке.

1. На панели инструментов **Object Properties** (Свойства объектов) в выпадающем списке **Color** (Цвета) установить текущим задаваемый цвет ребра.
2. Выбрать в меню **Modify | Solids Editing | Color edges** (Редакт | Редактирование тел | Изменить цвет ребер).
3. Выбрать ребро, цвет которого необходимо изменить.
4. При необходимости продолжить выбор ребер, используя подопции **Undo/Remove** (Отменить/Исключить) или нажать клавишу <Enter> для перехода к заданию параметров.
5. Нажать клавишу <Enter>, чтобы присвоить ребру установленный текущий цвет.
6. Для завершения команды два раза нажать клавишу <Enter>.

Алгоритм 6.25. Копирование ребер тела

AutoCAD позволяет выполнять копирование ребер пространственных тел. В результате копирования образуются отрезки, дуги, круги, эллипсы и сплайны. Если указаны две точки, AutoCAD использует первую точку в качестве базовой и размещает копию относительно нее. Если указана одна точка, то в качестве базовой берется точка выбора объекта. Ниже приводится порядок копирования ребра пространственного тела.

1. Выбрать в меню **Modify | Solids Editing | Copy edges** (Редакт | Редактирование тел | Копировать ребра).
2. Выбрать ребро для копирования.
3. При необходимости продолжить выбор ребер, используя дополнительные опции **Undo/Remove** (Отменить/Исключить), или нажать клавишу <Enter> для перехода к заданию параметров.
4. Указать базовую точку перемещения.
5. Указать вторую точку перемещения.
6. Для завершения команды два раза нажать клавишу <Enter>.

6.5. Панель инструментов и команды модифицирования и редактирования тел

Для вызова панели инструментов **Solid Editing** (Редактирование тел) (рис. 6.18) на графическую зону программы необходимо воспользоваться меню **View | Toolbars | Solids Editing** (Вид | Панели | Редактирование тел).

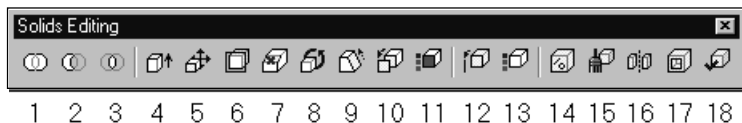


Рис. 6.18. Панель инструментов **Solids Editing**

Назначение кнопок на панели инструментов приводится в следующем списке:

1. **Union** (Объединение) — создание составной области или тела путем сложения;
2. **Subtract** (Вычитание) — создание составной области или тела путем вычитания;
3. **Intersect** (Пересечение) — создание составных тел или областей из пересечения двух и более тел или областей с удалением непересекающихся участков объектов;

4. **Extrude Faces** (Выдавить грани) — выдавливание выбранных граней тела на заданную глубину или вдоль траектории;
5. **Move Faces** (Перенести грани) — перемещение выбранных граней тела на заданное расстояние;
6. **Offset Faces** (Сместить грани) — равномерное смещение граней тела на заданное расстояние или до указанной точки;
7. **Delete Faces** (Удалить грани) — удаление выбранных граней тела вместе с их сопряжениями и фасками;
8. **Rotate Faces** (Повернуть грани) — поворот одной или нескольких граней тела вокруг заданной оси;
9. **Taper Faces** (Свести грани на конус) — сведение граней тела на конус под заданным углом;
10. **Copy Faces** (Копировать грани) — создание копий граней тела в виде областей;
11. **Color Faces** (Изменить цвет граней) — изменение цвета отдельных граней тела;
12. **Copy Edges** (Копировать ребра) — создание копий 3М-ребер тела в виде дуг, кругов, эллипсов, отрезков или сплайнов;
13. **Color Edges** (Изменить цвет рбер) — изменение цвета отдельных ребер тела;
14. **Imprint** (Клеймить) — создание клейма на грани тела;
15. **Clean** (Упростить) — удаление лишних ребер и вершин твердотельного объекта;
16. **Separate** (Разделить) — разделение 3М-тел, занимающих несколько замкнутых объемов в пространстве, на отдельные тела;
17. **Shell** (Оболочка) — создание полой тонкостенной оболочки заданной толщины;
18. **Check** (Проверить) — проверка, является ли 3М твердотельный объект допустимым ACIS-телом.

Файлы формата **ACIS** (с расширением **SAT**) предназначены для хранения твердотельных объектов AutoCAD. Для обмена SAT-файлами с какой-либо из прежних версий AutoCAD используется системная переменная **ACISOUTVER**.

В таблице 6.1 приводятся команды, предназначенные для редактирования и модифицирования тел.

Таблица 6.1. *Трехмерные команды редактирования и модифицирования тел*

№	Команды	Назначение команды
1	ACISIN (ИМПОРТТЕЛ)	Импортирует в формате ACIS файлы, содержащие описание твердотельных объектов. AutoCAD считывает модели, записанные в файлах с расширением SAT, и создает в рисунке твердотельные объекты
2	ACISOUT (ЭКСПОРТТЕЛ)	Экспортирует твердотельные объекты в формате ACIS-файла
3	AMECONVERT (РОККОНВЕРТ)	Преобразует модели Advanced Modeling Extension 12 версии AutoCAD в твердотельные объекты последних версий, которые отличаются повышенной точностью, устраняя различия в размерах
4	ALIGN (ВЫРОВНЯТЬ)	Перемещает, поворачивает и масштабирует в пространстве выбранные объекты относительно других объектов с помощью опорных точек
5	MIRROR3D (З-ЗЕРКАЛО)	Зеркальное отражение объектов относительно плоскости произвольно ориентированной в пространстве
6	MASSPROP (МАСС-ХАР)	Вычисляет массово-инерционные характеристики областей и тел
7	3DARRAY (З-МАССИВ)	Построение трехмерных массивов
8	ROTATE3D (З-ПОВОЕРНУТЬ)	Поворачивает объекты в пространстве относительно произвольной оси на заданный угол
9	SOLIDEDIT (РЕДТЕЛ)	Изменяет ребра и грани твердотельных объектов при помощи опций команды: • Face (Грань) редактирует грани тела путем их выдавливания, переноса, поворота, смещения, сведения на конус, удаления, копирования и изменения цвета; • Edge (Ребро) редактирует ребра тела путем изменения их цвета и копирования; • Body (Тело ACIS) редактирует тело как целое путем отрисовки его объектами, разделения на несколько тел, преобразования в оболочку, упрощения и проверки; • Undo (Отменить) отменяет последние изменения; • eXit (Выход) — выход из команды

6.6. Упражнение на редактирование объектов при создании скобы

В этом упражнении следует создать угловую скобу (рис. 6.19), используя команды объединения, вычитания тел, команды сопряжения граней и создания фаски на ребрах твердого тела.

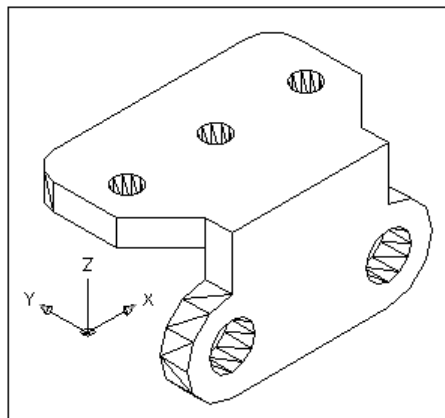


Рис. 6.19. Угловая скоба

Шаг 1. Настройка чертежа

1. Выбрать метрические единицы и задать их точность измерения, равную 0.0.
2. Установить границы чертежа 80 на 60 и шаг сетки 2 на 2. Включить сетку.
3. Установить вид рисунка на весь экран.
4. Активизировать панель инструментов **Solids** (Тела).

Шаг 2. Вычерчивание опорной планки

1. Создать слой **CONTUR** цвета магента со сплошной линией толщиной 0.3 для создания контура основания детали, который будет выдавливаться при создании тела.
2. Установить слой **CONTUR** текущим и начертить в нем замкнутую полилинию по следующим координатам: 15,14; @0,30; @55,-30; Close (Замкнуть).
3. Создать слой **AXIS** красного цвета с осевой линией **Center** (Осевая) толщиной 0.25 и сделать его текущим.
4. Провести осевые линии через середины коротких и длинных сторон прямоугольника. При необходимости удлинить осевые линии за границы контура, воспользовавшись командой **LENGTHEN** (УВЕЛИЧИТЬ) и опцией **DYNAMIC** (Динамика).
5. Размножить командой **OFFSET** (ПОДОВИЕ) вертикальную осевую линию влево и вправо на расстояние 20.
6. Установить текущим слой **CONTUR** и нарисовать в нем три окружности диаметром 6 с центрами в точках пересечения вертикальных и горизонтальной осевых линий.

7. Создать слой **SCOA** зеленого цвета со сплошной линией толщиной 0.35 для размещения на нем всей детали. Установить созданный слой текущим.
8. Выдавить прямоугольник и три окружности на высоту 6 с нулевым углом сужения.
9. Вычесть из полученного параллелепипеда три цилиндра, выбрав в меню **Modify | Solid Editing | Subtract** (Редакт | Редактирование тел | Вычитание).
10. Установить изометрический вид, выбрав в меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М-виды | ЮЗ Изометрия).
11. Сделать фаски под углом 45° с длиной сторон 10 на левой и правой ближайших кромках параллелепипеда (рис. 6.19).
12. Скруглить радиусом 6 короткие ребра между дальней длиной и боковыми короткими гранями параллелепипеда, выбрав в меню команду **Modify | Fillet** (Редакт | Сопряжение).

Шаг 3. Создание новой ПСК

1. Переместить систему координат на середину верхнего ребра передней грани планки, выбрав в меню **Tools | New UCS | Origin** (Сервис | Новая ПСК | Начало).
2. Повернуть ПСК вокруг оси X на угол 90° .
3. Повернуть ПСК вокруг оси Z на угол -90° .
4. Присвоить имя **PSK1** созданной ПСК в диалоговом окне **UCS (ПСК)**, вызванном с помощью меню **Tools | Named UCS** (Сервис | Именованные ПСК).
5. Перейти к плоскому виду в построенной ПСК, выбрав в меню **View | 3D Views | Plan View | Current UCS** (Вид | 3М-виды | Вид в плане | Текущая ПСК).

Шаг 4. Построение контура угловой планки

1. Установить текущим слой **CONTUR** и нарисовать в нем замкнутую полилинию по следующим координатам точек: 0, -17.5; @0, 25; @12, 0.
2. Выбрать опцию Arc (Дуга) и нажать клавишу <Enter>.
3. Построить дугу по заданному радиусу 10 и углу 180° :
 - выбрать опцию Radius (Радиус) и нажать клавишу <Enter>;
 - ввести значение радиуса 10;
 - выбрать опцию Angle (Угол) и нажать клавишу <Enter>;
 - ввести значение угла -180° ;

- на запрос в командной строке о направлении дуги отвести указатель курсора вправо при включенном режиме **ORTHO** (ОРТО) и нажать левую кнопку мыши;
 - выключить режим **ORTHO** (ОРТО).
4. Ввести опцию построения отрезка полилинии **Line** (Линейный) и задать вторую точку отрезка относительной координатой @0, -35.
 5. Вернуться к опции построения дуги плоской полилинии, затем построить дугу радиусом 10 и углом сектора в 180°, но направленную теперь выпуклостью вниз.
 6. Вернуться к опции построения отрезка и задать его вторую точку относительной координатой @0, 5.
 7. Замкнуть полилинию при помощи опции **Close** (Замкнуть).
 8. Установить слой **AXIS** текущим, а затем провести горизонтальную осевую линию через середины боковых сторон контура.
 9. Размножить построенную осевую линию на расстояние 17.5 вверх и вниз.
 10. Провести вертикальную осевую линию через центры дуг полилинии (при необходимости продлить ее за контур).
 11. Установить текущим слой **CONTUR** и построить два отверстия диаметром 6 через точки пересечения осевых линий.

Шаг 5. Создание угловой планки скобы

1. Установить текущим слой **SCOA**.
2. Выдавить командой **EXTRUDE** (ВЫДАВИТЬ) контур и круги на высоту 6.
3. Вычесть цилиндры из полученной заготовки планки командой **SUBTRACT** (ВЫЧИТАНИЕ).

Шаг 6. Завершение создания модели скобы

1. Установить изометрический вид, выбрав в меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрия).
2. Сделать невидимыми все слои, кроме слоя **SCOA**.
3. Объединить опорную и угловую планки, выбрав в меню **Modify | Solid Editing | Union** (Редакт | Редактирование тел | Объединение).
4. Сохранить чертеж в файле Bracket.dwg.
5. Просмотреть модель при помощи режима **3D Orbit** (3М орбита).

6.7. Упражнение на применение команды размножения тел при создании подшипника

В этом упражнении необходимо создать подшипник (рис. 6.20), используя команды создания тел вращением и размножения тел полярным массивом.

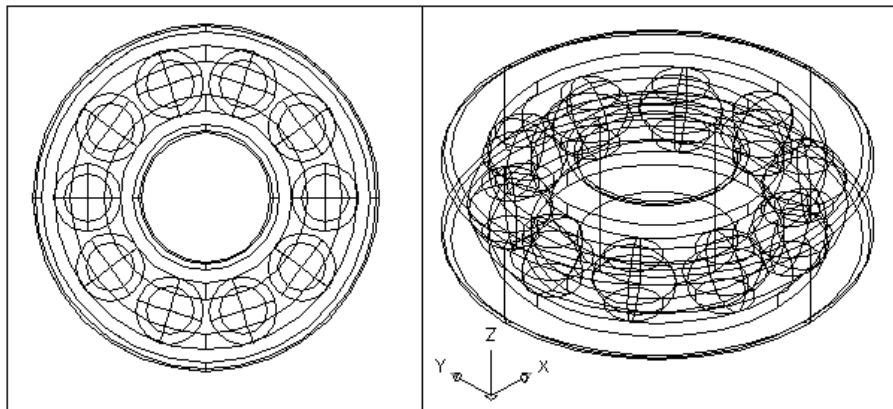


Рис. 6.20. Твёрдотельная модель шарикоподшипника

Шаг 1. Настройка чертежа

1. Выбрать метрические единицы измерения с точностью 0.0.
2. Установить границы чертежа 420 на 297 и шаг сетки 10 на 10. Включить сетку.
3. Установить вид рисунка на весь экран.
4. Активизировать панель инструментов **Solids** (Тела).
5. Разделить экран на два вертикальных видеоэкрана, выбрав в меню **View | Viewports | 2 Viewports** (Вид | Видовые экраны | 2В Экрана) и введя в командной строке опцию *Vertical* (Вертикально).

Шаг 2. Вычерчивание контура корпуса

1. Создать слой вспомогательных линий **VSPOM** со сплошными линиями красного цвета и толщиной по умолчанию. Сделать этот слой текущим.
2. Включив в строке состояния режим **ORTHO** (ОРТО), провести в зоне черчения горизонтальный отрезок и приблизительно через его середину вертикальный отрезок.
3. Командой **OFFSET** (ПОДОВИЕ) размножить:
 - горизонтальный отрезок вверх и вниз на 12.5 единиц;

- вертикальный отрезок вправо на 35 единиц, а затем полученный отрезок влево и вправо от себя на 5 и 16 единиц.
4. В точке пересечения горизонтального отрезка и четвертой по счету вертикальной линии, если отсчет вести слева, провести окружность радиусом 10.
 5. Подрезать отрезки и окружность так, чтобы образовался контур корпуса подшипника (рис. 6.21).
 6. Создать слой **RING** зеленого цвета со сплошной линией толщиной 0.3 для размещения на нем модели детали. Сделать этот слой текущим.
 7. Перенести на слой **RING** контур корпуса подшипника.

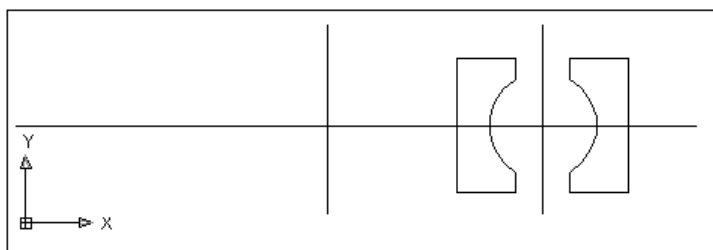


Рис. 6.21. Контур корпуса подшипника

Шаг 3. Создание внутреннего и наружного колец подшипника

1. Преобразовать контур корпуса подшипника в замкнутую полилинию.
2. Создать вращением контура вокруг оси симметрии внутреннее и наружное кольцо подшипника. В качестве оси симметрии использовать крайний левый вертикальный отрезок.
3. Перейти на видеозэкран с изометрическим изображением детали и скруглить радиусом 2.5 единицы все наружные кромки колец.
4. Повернуть на 90° полученную деталь вокруг горизонтальной оси, выбрав в меню **Modify | 3D Operation | Rotate 3D** (Редакт | 3М операции | 3М поворот).

Шаг 4. Размещение шариков между кольцами подшипника

1. Установить невидимым слой **RING**.
2. Создать слой **SHAR** цвета **Cyan** (Циан) со сплошной линией толщиной 0.3 для размещения на нем шариков подшипника. Сделать этот слой текущим.

3. Перейти на левый видеозэкран с плоским видом и создать в нем сферу радиусом 10 с центром в точке пересечения горизонтального и оставшегося вспомогательного вертикального отрезка.
4. Выполнить размножение полученной сферы полярным массивом на 10 шариков, выбрав в меню **Modify | 3D Operation | 3D Array** (Редакт | 3М операции | 3М массив) и воспользовавшись опцией **Polar** (Круговой).

Шаг 5. Просмотр модели подшипника

1. Установить видимыми все слои, кроме вспомогательного слоя **VSPOM**.
2. Сохранить чертеж в файле **Podship.dwg**.
3. Просмотреть модель подшипника при помощи инструмента **3D Orbit** (3М орбита).

6.8. Упражнение на создание помещения из двух комнат

В этом упражнении осваиваются типичные операции редактирования, используемые при создании сложных тел из простых объектов (рис. 6.22).

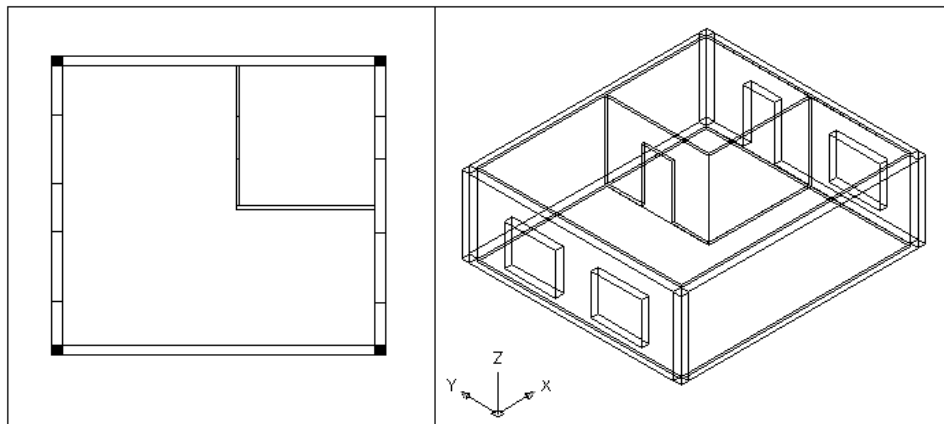


Рис. 6.22. Плоский и изометрический вид помещения из двух комнат

Шаг 1. Настройка чертежа

1. Установить границы чертежа с координатами 0, 0 для нижнего левого угла прямоугольной области черчения и 20000, 20000 — для верхнего правого угла.
2. Выбрать **Decimal** (Десятичные) единицы измерения и установить точность 0.

3. Разделить экран на два вертикальных видовых экрана, выбрав в меню **View | Viewports | 2 Viewports** (Вид | Видовые экраны | 2В Экрана) и введя в командной строке опцию *Vertical* (Вертикально).
4. Установить шаг сетки 1000 на 1000 по осям X и Y в каждом из видео-экранов.
5. Вывести сетку в пределах границ видовых экранов.
6. Создать три новых слоя:
 - **STENA** — зеленого цвета для стен помещения;
 - **POTOLOK** — красного цвета для его потолка;
 - **POL** — синего цвета для пола,воспользовавшись диалоговым окном диспетчера свойств слоев **Layer Properties Manager** (Свойства слоев), для вызова которого воспользоваться меню **Format | Layer** (Формат | Слои).
7. Установить изометрический вид в правом видовом экране, выбрав в меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрия).

Все построения выполняются в левом видовом экране, а правый используется для просмотра полученных результатов.

Шаг 2. Рисование контура пола всего помещения

1. Установить текущим слой **POL**.
2. Выбрать в меню **Draw | Polyline** (Рисование | Полилиния) команду рисования полилинии и в левом видовом экране нарисовать замкнутую полилинию по следующим координатам: 6000,6000; @9000,0; @0,8000; @-9000,0; Close (Замкнуть).
3. Нарисовать прямоугольник по следующим точкам:
 - координаты первого угла прямоугольника определить привязкой **Endpoint** (Конточка) к правому верхнему углу созданной полилинии;
 - координаты второго угла прямоугольника определить как относительное смещение на @-4000,-4000 от первого.

Шаг 3. Рисование стен

1. Установить текущий слой **STENA**.
2. Нарисовать командой **BOX** (ЯЩИК) стены помещения, задавая одну из координат параллелепипеда привязкой к контуру пола, а вторую — относительными координатами (высота стен равна 3000, а толщина 300).
 - Выбрать в меню **Draw | Solids | Box** (Рисование | Тела | Ящик). Координаты первого угла параллелепипеда задать привязкой **Endpoint** (Конточка) к нижнему правому углу большего помещения. Ввести

в командной строке относительные координаты @300,8000,3000 второго угла параллелепипеда и нажать клавишу <Enter>.

- Выбрать в меню **Draw | Solids | Box** (Рисование | Тела | Ящик). Координаты первого угла параллелепипеда задать привязкой **Endpoint** (Конточка) к нижнему левому углу большей части контура пола. Ввести в командной строке относительные координаты @9000,-300,3000 второго угла параллелепипеда и нажать клавишу <Enter>. Координата X = 9000 определяет длину стены, Y = -300 — ее толщину, а Z = 3000 — высоту.
- Нажать правую кнопку мыши для повторения команды. Координаты первого угла параллелепипеда задать привязкой **Endpoint** (Конточка) к нижнему левому углу большей части контура пола. Ввести в командной строке относительные координаты @300,8000,3000 второго угла параллелепипеда и нажать клавишу <Enter>.
- Повторить команду **BOX** (ЯЩИК). Координаты первого угла параллелепипеда задать привязкой **Endpoint** (Конточка) к верхнему левому углу большей части контура пола. Ввести в командной строке относительные координаты @9000,300,3000 второго угла параллелепипеда и нажать клавишу <Enter>.

Дальше необходимо нарисовать внутренние стены помещения толщиной 100.

- Повторить команду **BOX** (ЯЩИК). Координаты первого угла параллелепипеда задать привязкой **Endpoint** (Конточка) к нижнему левому углу меньшего помещения. Ввести в командной строке относительные координаты @100,4000,3000 второго угла параллелепипеда и нажать клавишу <Enter>.
- Повторить команду **BOX** (ЯЩИК). Координаты первого угла параллелепипеда задать привязкой **Endpoint** (Конточка) к нижнему левому углу меньшего помещения. Ввести в командной строке относительные координаты @4000,-100,3000 второго угла параллелепипеда и нажать клавишу <Enter>.

Теперь нужно объединить стены меньшего помещения в единое целое.

3. Включить слой **POL**, воспользовавшись выпадающим списком **Layers Properties** (Свойства слоев) на панели инструментов **Objects properties** (Свойства объектов).
4. Объединить нижние стены меньшего помещения, выбрав в меню **Modify | Solids Editing | Union** (Редакт | Редактирование тел | Объединение).
5. Создать столбы в наружных углах помещений при помощи полилиний.
 - Установить высоту полилиний, равную 3000, что соответствует высоте стен помещений, выбрав в меню **Format | Thickness** (Формат | Высота).

- Построить полилинии, шириной 300, в левых нижнем и верхнем углах помещений. Первую точку полилинии указать привязкой к середине торцевой части горизонтальной стены, а вторую на относительном расстоянии @-300, 0.
- Построить аналогичным образом полилинии в правых нижнем и верхнем углах помещений, но вторую точку полилинии указать теперь на относительном расстоянии @300, 0.
- Вернуться к нулевой высоте объектов.

Шаг 4. Создание пола и потолка

1. Выключить слой **STENA**.
2. Сделать текущим слой **POL**.
3. Выдавить пол на высоту -100, выбрав в меню **Draw | Solids | Extrude** (Рисование | Тела | Выдавить) команду выдавливания объектов.
4. Создать сначала потолок в слое **POL** копированием только что созданного пола.
 - Выбрать в меню **Modify | Copy** (Редакт | Копировать) команду копирования объектов.
 - Выбрать весь пол и нажать клавишу <Enter>.
 - Выбрать мышью базовую точку, а затем задать относительными координатами @0, 0, 3100 вторую точку перемещения.
5. Перенести потолок в слой **POTOLOK**, воспользовавшись панелью свойств объектов. Выделить мышью потолок.
 - Выбрать в меню **Modify | Properties** (Редакт | Свойства) для вызова панели свойств объектов.
 - Переместить указатель мыши на строку **Layer** (Слой), открыть выпадающий список в правом столбце напротив строки и выбрать из него слой **POTOLOK**.

Шаг 5. Создание проемов для окон и дверей в стенах помещений

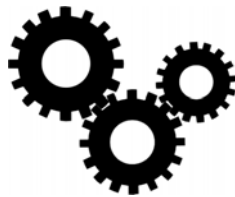
1. Выключить видимость слоев **POL** и **POTOLOK**.
2. Включить видимость слоя **STENA**.
3. Создать параллелепипед для вырезания проема двери в стене между помещениями.
 - Выбрать в меню **Draw | Solids | Box** (Рисование | Тела | Ящик) команду создания параллелепипеда.
 - Первую точку указать мышью левее стены.

- Второй угол параллелепипеда задать относительными координатами @600,1200,2100.
4. Скопировать построенный параллелепипед на правую стену меньшего помещения.
 5. Создать параллелепипед для вырезания проема окна в правой короткой стороне большего помещения.
 - Выбрать в меню **Draw | Solids | Box** (Рисование | Тела | Ящик) команду создания параллелепипеда.
 - Указать мышью координату нижнего левого угла параллелепипеда.
 - Второй угол параллелепипеда задать относительными координатами @600,1200,2100.
 6. Поднять командой **MOVE (ПЕРЕНЕСТИ)** окно над полом на высоту @0,0,500.
 7. Многократным копированием установить два окна на левой стене большего помещения.
 8. Вырезать проемы в стенах для окон и дверей, выбрав в меню **Modify | Solids Editing | Subtract** (Редакт | Редактирование тел | Вычитание) команду вычитания объектов.

Команда выполняется для каждого из объектов по отдельности, причем указываются стены в качестве объектов, из которых вычитаются параллелепипеды.
 9. Включить видимость слоя **POL**.
 10. Просмотреть изображение в правом видовом экране с включенным слоем **POTOLOK** после выполнения команды удаления невидимых линий, вызванной с помощью меню **View | Hide** (Вид | Скрыть).

Шаг 6. Просмотр и сохранение построенной модели

1. Сделать видимыми все слои, кроме слоя **POTOLOK**, который закрывает внутреннюю часть помещений.
2. Сохранить чертеж в файле Interior.dwg.
3. Перейти на видовой экран с изометрическим изображением и просмотреть модель при помощи режима **3D Orbit** (3М орбита).
4. Раскрасить модель различными способами, выбрав в меню **View | Shade** (Вид | Раскрашивание) опции команды раскрашивания объектов.



Глава 7

Использование AutoCAD DesignCenter для доступа к компонентам чертежа

При создании нового или модифицировании имеющегося чертежа **AutoCAD DesignCenter** (Центр управления AutoCAD, далее — ЦУ) позволяет повторно использовать блоки, внешние ссылки, растровые изображения, слои, стили и другие объекты, уже имеющиеся в других рисунках, расположенных на дисках локальных компьютеров, сетевых компьютерах и в сети Интернет. Центр управления позволяет:

- ☐ вставлять в текущий рисунок именованные компоненты чертежа, такие как блоки, внешние ссылки, слои, компоновки, типы линий, размерные и текстовые стили;
- ☐ создавать ярлыки в папке **Favorites** (Избранное) для ускоренного вызова наиболее часто используемых проектных данных;
- ☐ находить чертежи и именованные компоненты;
- ☐ открывать чертежи, перетаскивая их на графическую зону текущего чертежа;
- ☐ просматривать дерево каталогов с файлами;
- ☐ использовать окно предварительного просмотра файлов чертежей и растровых файлов;
- ☐ использовать окно описания выбранных компонентов чертежа;
- ☐ управлять выводом элементов на панель палитры в виде значков, списка или таблицы.

Таким образом, с помощью ЦУ можно получить доступ к компонентам чертежа, не открывая полностью файл, в котором он записан. Кроме того, при вставке блока с другими единицами измерения, чем текущий чертеж, он автоматически масштабируется под единицы измерения чертежа.

Наиболее простой и часто используемой операцией, выполняемой с его помощью, является перетаскивание именованных компонентов из одного чертежа в другой.

7.1. Вызов и устройство диалогового окна AutoCAD DesignCenter

Диалоговое окно AutoCAD **DesignCenter** (Центр управления AutoCAD) (рис. 7.1) по внешнему виду похоже на окно проводника **Windows Explorer** (Проводник). Для его вызова в графическую зону чертежа можно воспользоваться одним из следующих способов:

1. Из меню выбрать команду **Tools | AutoCAD Design Center** (Вид | Центр управления AutoCAD).
2. Щелкнуть на кнопке **AutoCAD Design Center** (Центр управления AutoCAD), расположенной на стандартной панели инструментов.
3. Воспользоваться командой **ADCENTER** (ЦУВКЛ).
4. Нажать комбинацию клавиш **<Ctrl>+<2>**.

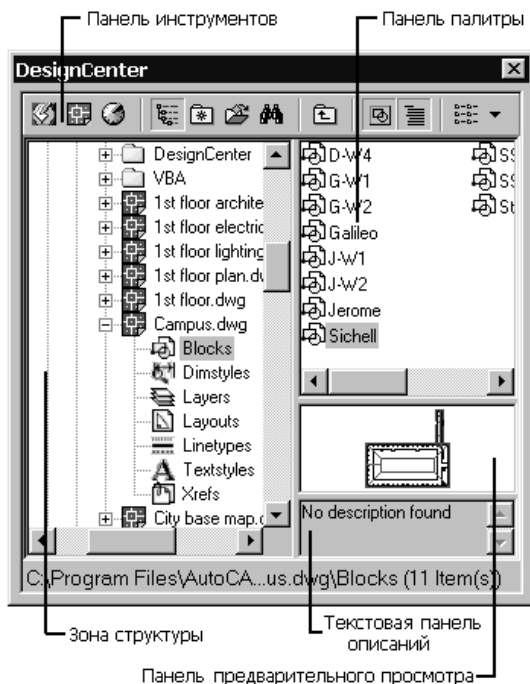


Рис. 7.1. Диалоговое окно **DesignCenter**

Диалоговое окно **DesignCenter** (ЦУ) состоит из панели инструментов и четырех панелей, используемых для управления компонентами чертежа и их просмотра. Изменение размеров окна осуществляется перетаскиванием его границ левой кнопкой мыши по правилам, которые используются при

манипулировании с любыми другими окнами Windows. По умолчанию **DesignCenter** (ЦУ) размещается в левой части графической зоны AutoCAD. Чтобы сделать его плавающим, необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши на строке заголовка, а затем перетащить за пределы места закрепления и отпустить кнопку мыши. Для закрепления окна нужно два раза щелкнуть кнопкой мыши на строке заголовка.

Панель инструментов **DesignCenter** (ЦУ) (рис. 7.2) содержит кнопки с пиктограммами, которые позволяют настроить ЦУ и реализовать его основные функции.



Рис. 7.2. Панель инструментов **DesignCenter**

Назначение кнопок на панели инструментов следующее:

1. **Desktop** (Рабочий стол) выводит список локальных и сетевых дисков;
2. **Open Drawing** (Открытые рисунки) выводит список файлов чертежей, открытых в данный момент;
3. **History** (Журнал) выводит список 20 последних открытых файлов;
4. **Tree View Toggle** (Зона структуры) включает / выключает отображение древовидной структуры папок;
5. **Favorites** (Избранное) выводит список ярлыков файлов или папок из папки **Favorites** (Избранное);
6. **Load** (Загрузить) открывает диалоговое окно **Load Design Center Palette** (Загрузка палитры Центра управления) загрузки палитры центра управления. Окно действует аналогично другим окнам выбора файлов;
7. **Find** (Найти) открывает диалоговое окно поиска файлов;
8. **Up** (Вверх) возвращает поиск на один уровень вверх по структурному дереву файлов, папок и дисков;
9. **Preview** (Образцы) отображает на экране панель предварительного просмотра блоков, файлов чертежей и растровых изображений;
10. **Description** (Пояснения) включает / выключает текстовое окно описания блока или резюме чертежа;
11. **Views** (Вид) переключает режим отображения объектов на панели палитры в виде больших и малых пиктограмм, списка или таблицы.

Для переноса в текущий чертеж объекты должны быть сначала перемещены на панель палитры ЦУ. Древовидная структура источников и их содержимого выводится в зоне структуры.

7.1.1. Управление отображением объектов в зоне структуры

Для включения и отключения зоны структуры используется кнопка **Tree View Toggle** (Зона структуры) на панели инструментов ЦУ или выбирается пункт меню **Tree** (Структура) контекстного меню, вызываемого правой кнопкой мыши в свободном поле панели палитры.

В зоне структуры ЦУ отображаются различные элементы, в зависимости от того, какая кнопка нажата на панели инструментов.

Так, например, на рис. 7.2 в зоне структуры выведено дерево дисков и папок при нажатии кнопки **Desktop** (Рабочий стол), а на рис. 7.3 список открытых в текущем сеансе работы AutoCAD файлов при нажатии кнопки **Open Drawing** (Открытые рисунки).

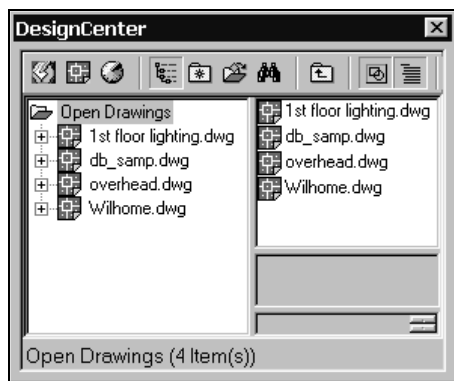


Рис. 7.3. Зона структуры со списком рисунков текущего сеанса AutoCAD

Щелчок на пиктограмме плюс (+) или минус (–) слева от имени объекта разворачивает или сворачивает подчиненные уровни структуры. Развернуть один подчиненный уровень можно также двойным щелчком на имени объекта.

В режиме **History** (Журнал) зона структуры не активизируется. Для этого следует сначала перейти в другой режим отображения панелей ЦУ.

7.1.2. Загрузка источников в палитру

Палитра предназначена для просмотра содержимого открытых рисунков и других источников. Она может также использоваться для поиска файлов рисунков по их содержимому.



Рис. 7.4. Диалоговое окно **Load DesignCenter Palette**

Для загрузки источника в палитру можно воспользоваться следующими способами:

- ☐ Отметить источник (файл, именованный компонент и т. д.) в зоне структуры (рис. 7.1). В палитру загружаются все элементы, входящие в состав источника. Так, если отметить папку, то в палитре появятся значки всех внутренних папок и файлов, входящих в отмеченную папку. Двойной щелчок по значку элемента, находящегося в палитре, позволяет раскрыть его составные части.
- ☐ Воспользоваться диалоговым окном **Load DesignCenter Palette** (Загрузка палитры Центра управления) (рис. 7.4), которое вызывается нажатием кнопки **Load** (Загрузить) на панели инструментов ЦУ. С помощью этого диалогового окна можно загружать в палитру необходимые элементы не только из папок на локальном или сетевом компьютере, но и из папок компьютеров, расположенных в сети Интернет. В последнем случае на компьютере должно быть подключение к Интернету и должен быть установлен браузер, который позволит выйти на нужный компьютер в сети по его адресу.
- ☐ Воспользоваться проводником **Windows Explorer** (Проводник). В этом случае сначала находится загружаемый файл, отмечается в окне проводника, а затем перетаскивается в палитру ЦУ. Конечно, при этом окна проводника и ЦУ должны быть видны на экране (рис. 7.5).

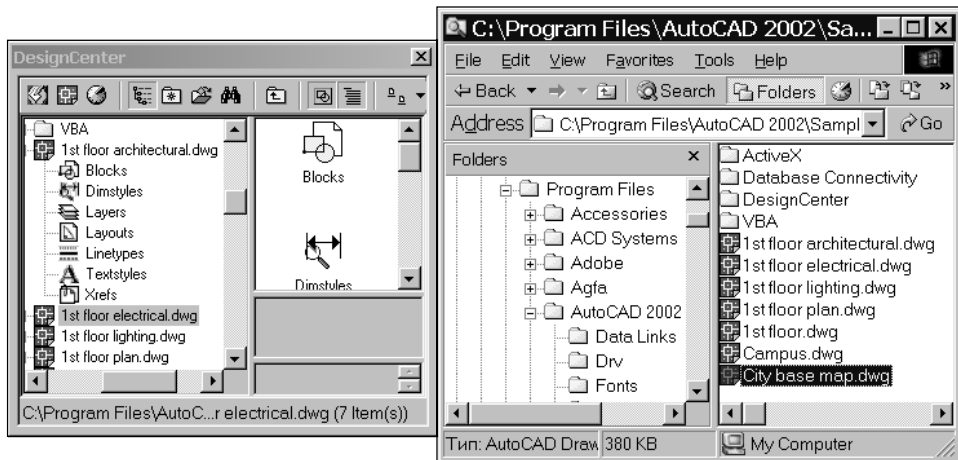


Рис. 7.5. Перетаскивание файла из проводника в палитру ЦУ

В зоне структуры ЦУ отмечается переташенный в палитру файл, а в самой палитре выводятся значки, относящиеся к его содержанию.

Управление режимом отображения содержимого в палитре осуществляется при помощи выпадающего списка, который вызывается нажатием кнопки с черным треугольником, находящейся справа от кнопки **Views** (Вид) на панели инструментов ЦУ. Выпадающий список состоит из следующих строчек:

- ☐ **Large Icons** (Крупные значки) — вывод крупных пиктограмм загруженных объектов;
- ☐ **Small Icons** (Мелкие значки) — вывод мелких значков загруженных объектов;
- ☐ **List** (Список) — вывод списка загруженных объектов;
- ☐ **Details** (Подробнее) — вывод в палитре дополнительных сведений о загруженных объектах.

В нижней части панели палитры можно вывести панель текстового описания, которое заполняется при создании блоков или файлов в других приложениях Windows. Для этого необходимо нажать кнопку **Description** (Пояснение) на панели инструментов ЦУ. Однако ЦУ не позволяет редактировать текстовые описания, которые тем не менее можно скопировать при помощи контекстного меню в буфер обмена. Еще одна панель с изображением пиктограммы выбранного в палитре элемента выводится на экран здесь же при помощи кнопки **Preview** (Образцы). Для увеличения или уменьшения размеров образца, выводимого в этом окне, нужно захватить мышью и перетащить разделительную линию между палитрой и панелью предварительного просмотра блоков, файлов чертежей и растровых изображений.

Функции панели инструментов ЦУ дублируются контекстным меню (рис. 7.6), вызываемом правой кнопкой мыши в свободном поле палитры.

По сравнению с панелью инструментов ЦУ в этом меню добавлены три последние строчки, назначение которых:

- ☐ **Add to Favorites** (Добавить в "Избранное") — добавление элементов в папку **Favorites \ Autodesk** (Избранное \ Autodesk). Для добавления одного элемента курсор должен указывать на него, а для добавления всех элементов палитры — на ее свободное поле.
- ☐ **Organize Favorites** (Упорядочить "Избранное") открывает **Windows Explorer** (Проводник), в котором можно выполнять стандартные операции добавления, удаления и упорядочения с элементами папки **Favorites \ Autodesk** (Избранное \ Autodesk).
- ☐ **Refresh** (Обновить) — обновление содержимого палитры после записи дополнительных элементов в источник, содержимое которого представлено в панели палитры.

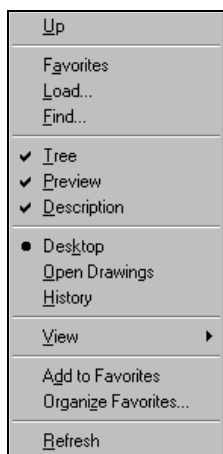


Рис. 7.6. Контекстное меню, вызванное из палитры ЦУ

Это контекстное меню можно вызвать и в зоне структуры, но теперь только все выполняемые операции относятся к элементам структуры.

7.2. Поиск источников

Центр управления AutoCAD позволяет искать именованные элементы, такие как рисунки, блоки, слои и проч., двумя способами:

- ☐ ручным перемещением при помощи мыши по зоне структуры;
- ☐ автоматически при помощи диалогового окна **Find** (Поиск) (рис. 7.7), которое открывается с помощью кнопки **Find** (Поиск) панели инструментов ЦУ (рис. 7.1, кнопка 7).

Диалоговое окно **Find** (Поиск) можно также вызвать при помощи контекстного меню свободного поля палитры. Окно **Find** (Поиск) обладает широкими возможностями для поиска элементов, так как предоставляет возможность настройки поиска по различным критериям, в том числе и по дате последнего изменения. Допускается также поиск по фрагментам текста, содержащимся в текстовых описаниях блоков или в полях свойств рисунка. Прямо из диалогового окна **Find** (Поиск) можно загрузить палитру, перетащив элемент из таблицы результатов поиска в палитру, или щелкнуть правой кнопкой мыши в таблице результатов поиска и выбрать из контекстного меню пункт **Load into Palette** (Загрузить в палитру).

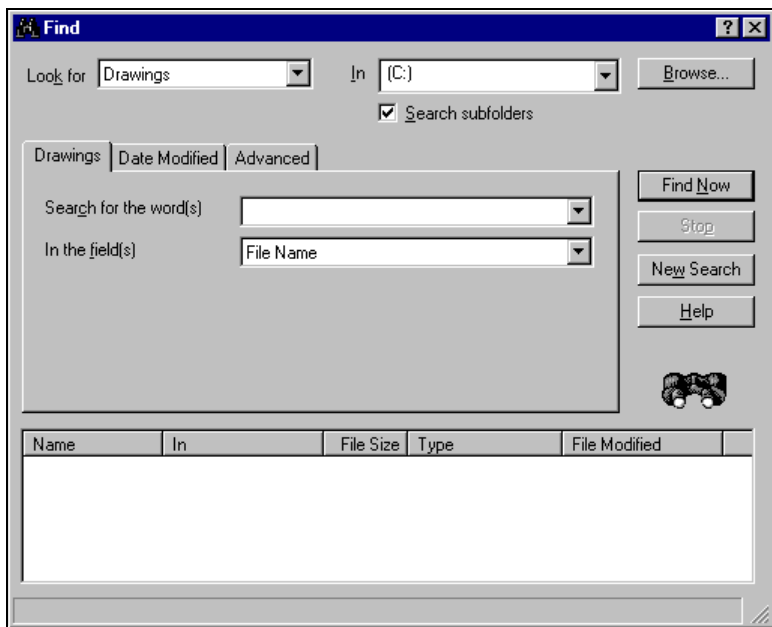


Рис. 7.7. Диалоговое окно **Find**

Алгоритм 7.1. Поиск элемента на локальном или сетевом диске компьютера

1. На панели инструментов Центра управления AutoCAD нажать кнопку **Find** (Поиск) или выбрать из контекстного меню строчку с аналогичной записью.
2. В появившемся диалоговом окне **Find** (Поиск) выбрать из выпадающего списка **Look for** (Что искать) тип элемента, по которому ведется поиск (рис. 7.8).

Список состоит из следующих элементов:

- **Blocks** (Блоки) — поиск блоков по именам;

- **Dimstyles** (Размерные стили) — поиск размерных стилей по именам;
- **Drawings** (Рисунки) — поиск рисунков;
- **Drawings and Blocks** (Рисунки и блоки) — поиск рисунков и блоков;
- **Layers** (Слои) — поиск слоев по именам;
- **Layouts** (Листы) — поиск листов по именам;
- **Linetypes** (Типы линий) — поиск типов линий по именам;
- **Textstyle** (Текстовые стили) — поиск текстовых стилей по именам;
- **Xrefs** (Внешние ссылки) — поиск внешних ссылок по именам.

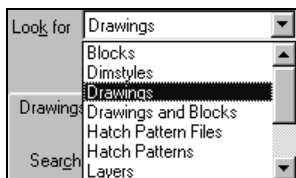


Рис. 7.8. Выбор элемента поиска из выпадающего списка

- Используя вкладки, настроить необходимые условия для поиска рисунка.

Если в списке **Look for** (Что искать) выбрано **Drawings** (Рисунки) или **Drawings and Blocks** (Рисунки и блоки), диалоговое окно **Find** (Поиск) будет иметь три вкладки, на которых можно задать различные критерии поиска.

Первая вкладка всегда называется так же, как и выбранный элемент списка. Поиск его происходит по имени, которое записывается в поле редактирования **Search for the name** (Поиск по имени).

Вторая вкладка **Date Modified** (Дата изменения) позволяет выполнить поиск по дате (или диапазону дат) создания или последнего изменения искомого элемента.

Вкладка **Advanced** (Дополнительно) позволяет задавать поиск рисунка по минимальному или максимальному размеру файла и по текстовой строке, содержащейся в рисунке.

- В выпадающем списке **In** (Где искать) выбрать диск, на котором организуется поиск, или воспользоваться кнопкой **Browse** (Обзор) для указания конкретной директории на диске. Установленный флажок **Search subfolders** (Просматривать вложенные) указывает на то, что поиск будет произведен также и во вложенных директориях.
- Нажать кнопку **Find now** (Найти) для запуска поиска по заданным условиям.

Результаты поиска отображаются в нижней таблице диалогового окна **Find** (Поиск). Для остановки поиска следует нажать кнопку **Stop** (Остановить),

а для организации поиска по другим условиям необходимо нажать кнопку **New search** (Новый поиск). Результаты предыдущего поиска будут удалены.

7.3. Открытие файлов рисунков

Для открытия файлов рисунков необходимо перетащить значок выбранного файла из палитры в пустую область рисования.

Чтобы открыть файл в отдельном окне, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на значке рисунка в палитре и из контекстного меню выбрать **Open in Window** (Открыть в окне) (рис. 7.9).

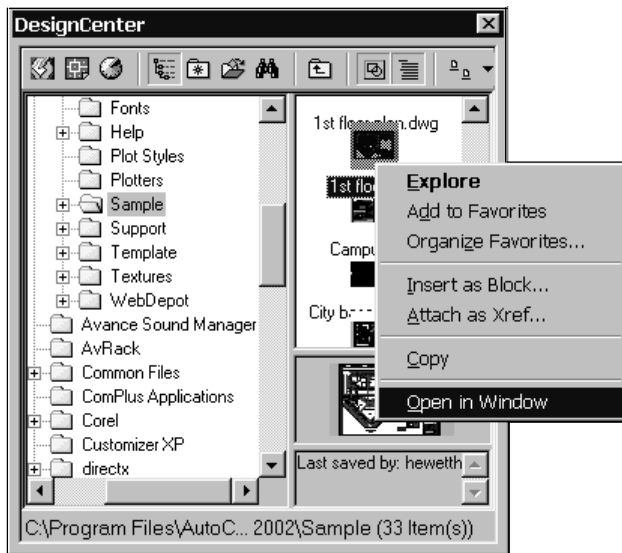


Рис. 7.9. Открытие файла при помощи ЦУ

7.4. Вставка элементов других чертежей в текущий рисунок

В ЦУ реализованы следующие возможности для вставки элементов чертежей в текущий рисунок:

- ☐ Перетаскивание элементов чертежей из палитры в открытый рисунок.
- ☐ Перетаскивание элементов чертежей из диалогового окна **Find** (Поиск) непосредственно в открытый рисунок.
- ☐ Копирование элемента в буфер обмена и вставка его оттуда в рисунок. Работа с буфером обмена выполняется при помощи контекстного меню.

Блок, внешняя ссылка или рисунок могут быть вставлены в рисунок только в том случае, если AutoCAD не выполняет какую-либо команду.

Алгоритм 7.2. Вставка блока перетаскиванием

В этом случае блок вставляется с автоматическим масштабированием. При определении масштабного коэффициента сравниваются единицы рисунка с единицами блока. Единицы, к которым приводятся блоки при масштабировании, задаются в диалоговом окне **Units** (Единицы рисунка), вызываемом командой **UNITS** (ЕДИНИЦЫ). При этом следует иметь в виду, что изменение размеров блока влияет на заключенные внутри него размерные значения. При вставке блока его базовая точка совмещается с точкой вставки.

1. Настроить и включить объектную привязку, нажав клавишу <F3> или кнопку **OSNAP** (ПРИВЯЗКА) в строке состояния.
2. Подвести курсора в палитре или диалоговом окне **Find** (Поиск) на пиктограмму блока и нажать левую кнопку мыши.
3. Удерживая левую кнопку мыши, перетащить блок в текущий чертеж. При этом появится его схематичное изображение, которое при перемещении следует за курсором.
4. Отпустить левую кнопку мыши после привязки к точке вставки блока на чертеже.

Алгоритм 7.3. Вставка блоков при помощи диалогового окна Insert

1. Два раза щелкнуть левой кнопкой мыши по пиктограмме блока в палитре для вызова диалогового окна **Insert** (Вставка блока). Его можно также вызвать после выполнения следующих операций:
 - подвести указатель курсора в палитре ЦУ или диалоговом окне **Find** (Поиск) на пиктограмму блока и нажать правую кнопку мыши;
 - удерживая правую кнопку мыши перетащить блок в текущий чертеж, а затем отпустить ее;
 - из контекстного меню (рис. 7.10) выбрать **Insert block** (Вставить блок).
2. В диалоговом окне **Insert** (Вставка блока) (рис. 7.11) заполнить поля **Insertion point** (Точка вставки), **Scale** (Масштаб) и **Rotation** (Угол поворота). Для любого из этих параметров можно поднять флажок **Specify on screen** (Указать на экране) и задать его в момент вставки. Если блок при вставке необходимо расчленить на отдельные объекты, необходимо поднять флажок **Explode** (Расчленить).

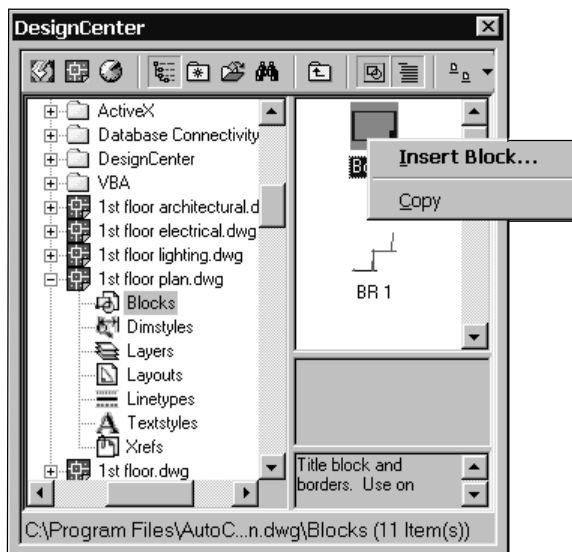


Рис. 7.10. Контекстное меню при вставке блока правой кнопкой мыши

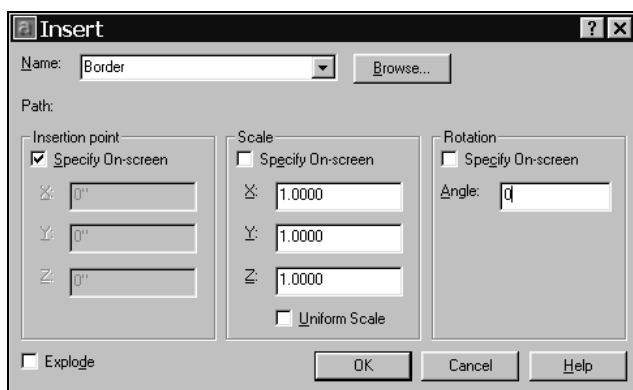


Рис. 7.11. Диалоговое окно Insert

Алгоритм 7.4. Вставка растровых изображений при помощи диалогового окна Image

1. Два раза щелкнуть левой кнопкой мыши по пиктограмме растрового изображения в палитре для вызова диалогового окна **Image** (Растровое изображение). Его можно также вызвать после выполнения следующих операций:
 - подвести указатель курсора в палитре на пиктограмму растрового изображения и нажать правую кнопку мыши;

- удерживая правую кнопку мыши, перетащить изображение в текущий чертеж, а затем отпустить ее;
 - из контекстного меню выбрать **Attach Image** (Вставить изображение).
2. В диалоговом окне **Image** (Растровое изображение) (рис. 7.12) установить флажок **Specify on screen** (Указать на экране) в группах **Insertion point** (Точка вставки) и **Scale** (Масштаб). Снять флажок **Retain Path** (Включая путь) для упрощения поиска рисунка после переноса чертежа на другой носитель.
 3. Задать при вставке рисунка на чертеже или в командной строке точку вставки.
 4. Задать в командной строке масштаб увеличения или уменьшения рисунка или прямо на экране обвести границы прямоугольника, в который будет выводиться рисунок. Последняя операция особенно удобна при вставке в чертеж логотипов, не требующих точного масштаба изображения.

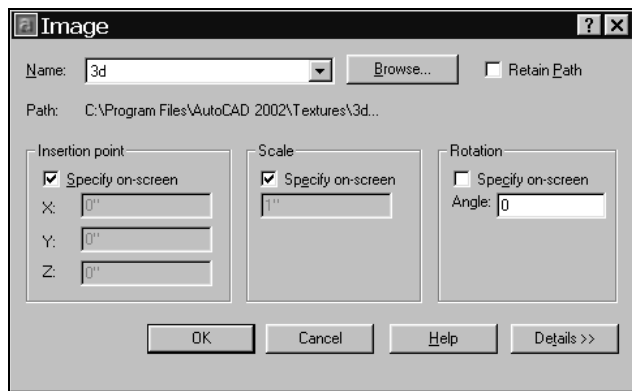


Рис. 7.12. Диалоговое окно **Image**

Алгоритм 7.5. Вставка внешних ссылок при помощи диалогового окна

Внешние ссылки, в отличие от блоков, увеличивают размер чертежа незначительно, так как их описание не включается в базу данных. С точкой вставки совмещается начало системы координат вставляемого чертежа.

Внешняя ссылка вставляется как единый объект рисунка, поэтому необходимо задать точку вставки, масштаб и угол поворота.

1. Два раза щелкнуть левой кнопкой мыши по пиктограмме внешней ссылки в палитре для вызова диалогового окна **External Reference** (Внешняя ссылка) (рис. 7.13). Его можно также вызвать после выполнения следующих операций:
- подвести указатель курсора в палитре на пиктограмму внешней ссылки и нажать правую кнопку мыши;

- удерживая правую кнопку мыши, перетащить изображение в текущий чертеж, а затем отпустить ее;
 - из контекстного меню выбрать **Attach Xref** (Вставить ссылку).
- В диалоговом окне **Reference** (Внешняя ссылка) установить флажок **Specify on screen** (Указать на экране) в группе **Insertion point** (Точка вставки), установить масштаб и угол поворота в группах **Scale** (Масштаб) и **Rotation** (Угол поворота). Снять флажок **Retain Path** (Сохранить путь) для упрощения поиска внешней ссылки после переноса чертежа на другой носитель.
 - Установить переключатель **Reference Type** (Тип ссылки) в положение **Attachment** (Вставленная) или **Overlay** (Наложенная). Вставленная ссылка видна при возможной вставке самого файла, как внешняя ссылка. Наложенная ссылка не будет видна в этом случае.

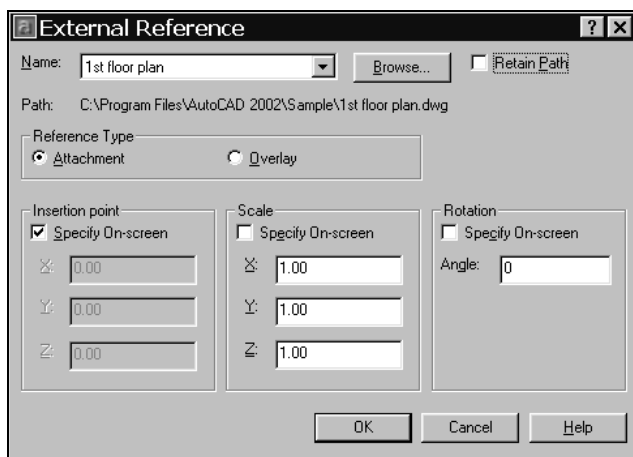


Рис. 7.13. Диалоговое окно **External Reference**

Алгоритм 7.6. Вставка элементов чертежа при помощи буфера обмена

Из палитры в рисунок можно скопировать блоки, внешние ссылки, типы линий, размерные стили, текстовые стили, компоновки листов и элементы сторонних приложений, воспользовавшись буфером обмена.

- Щелкнуть на значке элемента чертежа, выведенного в палитре, правой кнопкой мыши и из появившегося контекстного меню выбрать **Copy** (Копировать) (рис. 7.14).
- Вывести указатель курсора на свободное поле чертежа и нажать правую кнопку мыши.
- Из контекстного меню выбрать **Paste** (Вставить) (рис. 7.15).

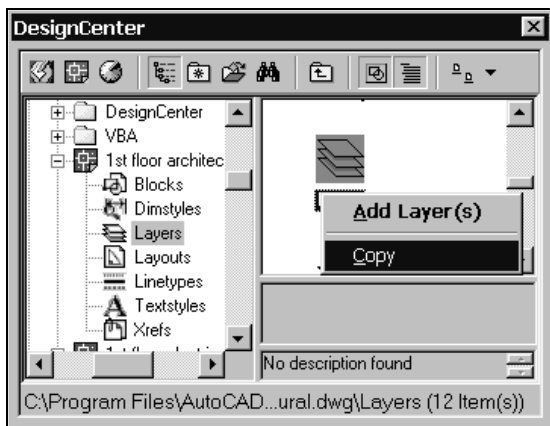


Рис. 7.14. Контекстное меню при копировании слоя в буфер обмена

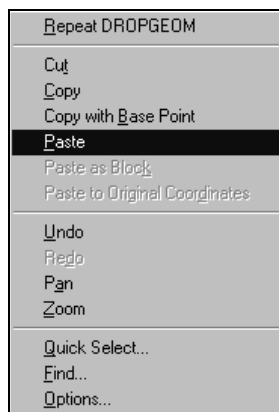


Рис. 7.15. Контекстное меню при вставке слоя из буфера обмена

Алгоритм 7.7. Копирование слоев из рисунка в рисунок

Этот же алгоритм используется при копировании размерных стилей, типов линий, компоновок и текстовых стилей. Для копирования слоев кроме буфера обмена можно воспользоваться следующими способами:

1. Два раза щелкнуть левой кнопкой мыши по имени переносимого слоя, находящегося в палитре.
2. Отметить слой в палитре левой кнопкой мыши и, удерживая ее, перетащить слой на графическую зону чертежа.
3. Отметить слой в палитре правой кнопкой мыши и, удерживая ее, перетащить слой на графическую зону чертежа. В этом случае после отпущения

кнопки мыши на экране появляется контекстное меню (рис. 7.16), в котором имеется три возможности для выбора:

- **Add Layer (s)** — добавление слоя (слоев) в рисунок;
- **Add and Edit layer (s)** — добавление и редактирование слоя. В этом случае слой копируется в рисунок и вызывается диспетчер свойств слоев **Layer Properties Manager** (Свойства слоев), в котором можно изменить свойства скопированного слоя. При копировании других именованных объектов эта строчка не появляется;
- **Cancel** — прекращение копирования слоя.

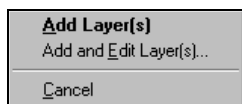


Рис. 7.16. Контекстное меню при копировании слоя с нажатой правой кнопкой мыши

Можно копировать несколько слоев одновременно. Для этого необходимо выбрать копируемые слои, выделяя их в палитре мышью при нажатой клавише <Ctrl>.

При копировании слоев следует следить за тем, чтобы отсутствовало совпадение имени слоя с именами уже имеющихся слоев в текущем чертеже. В этом случае в командной строке выдается предупреждение о том, что такое имя уже существует. Добавления слоя в чертеж не происходит, а объект, который был в рисунке, остается без изменения. Для разрешения конфликта необходимо переименовать один из слоев.

7.5. Работа с папкой Favorites

При установке AutoCAD в папке **Favorites** (Избранное) создается папка **Autodesk**, которая предназначена для хранения ярлыков папок и файлов. Обращение к этим ярлыкам из Центра управления AutoCAD обеспечивает быстрый доступ к ним, так как после нажатия кнопки **Favorites** (Избранное) на панели инструментов ЦУ приводит к немедленной загрузке содержимого этой папки в палитру. Ярлыки в этой папке можно удалять, копировать и т. д., но сами объекты при этом остаются без изменений, так как операции производятся с ярлыками, а не с самими объектами. Основными операциями по работе с палитрой являются добавление ярлыка объекта в палитру, загрузка содержимого папки **Favorites** (Избранное) в палитру и упорядочение ее содержимого.

Алгоритм 7.8. Добавление ярлыка в папку Favorites

Если выделить в ЦУ папку, рисунок или элемент содержимого и выбрать в контекстном меню **Add to Favorites** (Добавить в "Избранное"), AutoCAD заносит упоминание об этом элементе в папку **Favorites \ Autodesk** (Избранное \ Autodesk). Физического перемещения файлов и папок при занесении их в **Favorites** (Избранное) не происходит, создается только ярлык (т. е. ссылка на файл). В папку **Favorites** (Избранное) можно заносить ярлыки, указывающие на файлы и папки как на локальных или сетевых дисках, так и в Интернете. Для этого следует установить указатель курсора на зоне структуры или на палитре и щелкнуть правой кнопкой мыши на добавляемом элементе.

Для добавления всех элементов палитры в папку **Favorites** (Избранное) необходимо:

1. Щелкнуть правой кнопкой мыши на свободной части палитры.
2. В появившемся контекстном меню выбрать **Add to Favorites** (Добавить в "Избранное") (рис. 7.17).

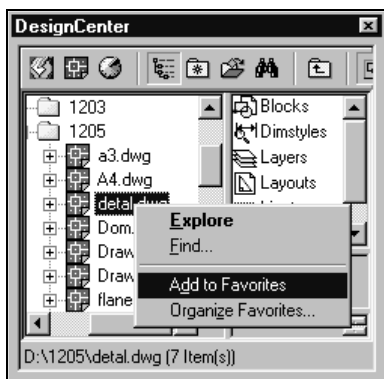


Рис. 7.17. Добавление ярлыка файла из зоны структуры в папку **Favorites**

Алгоритм 7.9. Загрузка содержимого папки Favorites в зону структуры

Эту операцию можно выполнить следующими способами:

1. Нажать кнопку **Favorites** (Избранное) на панели инструментов Центра управления AutoCAD.
2. При работе с зоной структуры перейти в папку **Favorites \ Autodesk** (Избранное \ Autodesk).
3. В зоне структуры щелкнуть по папке **Favorites \ Autodesk** (Избранное \ Autodesk).

Алгоритм 7.10. Упорядочение папки Favorites

Для перемещения, копирования и удаления ярлыков, сохраненных в папке Избранное, используется **Windows Explorer** (Проводник).

1. Вывести содержимое папки **Favorites** (Избранное) в палитре.
2. Щелкнуть правой кнопкой мыши на свободной части палитры и из контекстного меню выбрать **Organize Favorites** (Упорядочить "Избранное") (рис. 7.18). Откроется **Windows Explorer** (Проводник), в правой части которого будут выведены ярлыки, находящиеся в папке **Favorites** (Избранное).
3. Выполнить необходимые операции с ярлыками в этой папке.

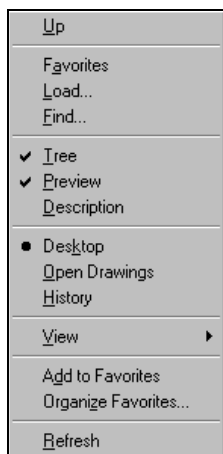


Рис. 7.18. Контекстное меню для загрузки папки **Favorites** из палитры

7.6. Создание библиотек и работа с ними

Файл библиотеки — это файл, в котором в виде блоков хранятся часто используемые фрагменты чертежей. Для получения файла небольших размеров блоки в библиотеке хранятся в уменьшенном масштабе, так как можно изменять их размеры непосредственно при вставке в разрабатываемый чертеж.

Алгоритм 7.11. Создание файла библиотеки

1. Открыть новый чертеж, определить его границы, выбрать метрические единицы и установить точность измерения.
2. Вызвать ЦУ и включить в зоне структуры дерево просмотра каталогов.

3. Найти на дисках файл с записанным в него блоком или файл чертежа, из которого будут переноситься блоки в библиотеку.
4. Вставить в новый чертеж блоки, используемые для создания библиотеки. Вставляемые блоки необходимо масштабировать к границам и единицам чертежа, установленным в файле библиотеки.
5. Сохранить файл под именем Bibl.dwg.
6. Перейти в ЦУ, выделить в зоне структуры файл библиотеки Bibl.dwg и, нажав правую кнопку мыши, выбрать из контекстного меню **Add to Favorite** (Добавить в "Избранное") для быстрого поиска этого файла в будущем.

Алгоритм 7.12. Использование файла библиотеки

Файл библиотеки удобно использовать для перетаскивания в разрабатываемый чертеж не только готовых блоков, но и размерных стилей, слоев, типов линий и т. п.

1. Открыть чертеж, в котором будут использоваться блоки из библиотеки.
2. На панели инструментов ЦУ нажать кнопку **Favorites** (Избранное) и загрузить ее в палитру ЦУ.
3. Раскрыть каталог файла библиотеки, щелкнув на пиктограмме с названием файла, и найти пиктограмму с надписью **Blocks** (Блоки).
4. Щелкнув два раза по этой пиктограмме левой кнопкой мыши, получить доступ к внутренним блокам чертежа библиотеки.
5. Выбрать нужный блок и вставить его в разрабатываемый чертеж.
6. Для переноса размерных стилей, слоев и проч. щелкнуть на соответствующем списке.
7. В открывшемся списке выбрать нужный элемент и, нажав левую кнопку мыши, перенести его в чертеж.

7.7. Упражнение на создание библиотеки из блоков

Шаг 1. Настройка чертежа

1. Установить координаты 0,0 для нижнего левого угла и 2000,2000 для верхнего правого угла прямоугольных границ чертежа.
2. Выбрать десятичные единицы измерения и установить точность 0.
3. Установить шаг сетки 500 на 500 по осям X и Y.

4. Вывести границы сетки в пределах видового экрана, выбрав в меню **View | Zoom | All** (Вид | Покажи | Все).
5. Сохранить чертеж под именем Bibl.dwg.

Шаг 2. Настройка Центра управления AutoCAD

1. Выбрать в меню **Tool | Auto CAD Design Center** (Сервис | Центр управления AutoCAD) или щелкнуть на его пиктограмме, расположенной на панели инструментов **Standard Toolbar** (Стандартная).
2. Открыть в зоне структуры папку, в которой хранятся файлы Chair.dwg, Table.dwg, Vase.dwg, из которых создается библиотека (эти файлы были созданы в упражнениях главы 5).
3. Перенести ярлыки файлов в папку **Favorites \ Autodesk** (Избранное \ Autodesk):
 - щелкнуть правой кнопкой мыши по одному из файлов в левом окне ЦУ;
 - выбрать в контекстном меню **Add to Favorites** (Добавить в "Избранное"), при этом указатель мыши должен быть установлен на имени файла.

Шаг 3. Перенос файлов в библиотеку в виде блоков

1. Щелкнуть на кнопке **Favorites** (Избранное) на панели инструментов ЦУ. В правом окне ЦУ **Palette** (Палитра) появится список ярлыков файлов, хранящихся в папке.
2. Выбрать нужный файл и щелкнуть правой кнопкой мыши.
3. В контекстном меню выбрать **Insert As a Block** (Вставить как блок).
4. В окне диалога **Insert** (Вставка блока) установить флажок около строки **Specify on Screen** (Указать на экране) в поле **Insertion point** (Точка вставки).
5. Указать точку вставки в чертеже библиотеки. Пункты шага 3 повторить со 2-го по 5-й для каждого из трех файлов.
6. Разместить в пределах чертежа библиотеки вставленные блоки командой **MOVE** (ПЕРЕНЕСТИ).
7. Сохранить чертеж библиотеки, нажав кнопку **Save** (Сохранить) на стандартной панели инструментов.

7.8. Упражнение на использование библиотеки блоков

Вставить из библиотеки Bibl.dwg в помещение (файл Interior.dwg), созданное в упражнении главы 6, стол, стулья и вазу для цветов (рис. 7.19).

Шаг 1. Подготовка чертежа к вставке блоков

1. Открыть файл чертежа помещений, который подготовлен ранее под именем Interior.dwg.
2. Выключить видимость слоя **POTOLOK**, объекты которого закрывают внутреннюю часть помещений.
3. Соединить видовые экраны, оставив только экран с плоским изображением, выбрав в меню **View | Viewports | Join** (Вид | Видовые экраны | Соединить).
4. Воспользовавшись командами **PAN** (ПАН) и **ZOOM** (ПОКАЗАТЬ), разместить изображение на левой стороне экрана.
5. Подготовить **AutoCAD Design Center** (Центр управления AutoCAD) для использования библиотеки:
 - вызвать ЦУ кнопкой на стандартной панели инструментов и поместить его на правой стороне экрана;
 - найти файл Bibl.dwg в рабочем каталоге, воспользовавшись левым окном ЦУ;
 - развернуть содержание файла и отметить строчку **BLOCKS** (Блоки). В правом окне ADC появятся пиктограммы с именами блоков библиотеки.

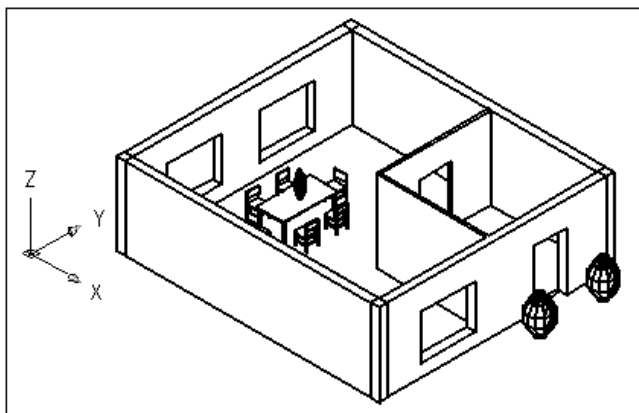


Рис. 7.19. Чертеж помещения с вставленными из библиотеки блоками

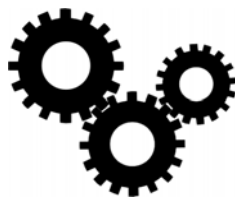
Шаг 2. Вставка блоков из файла библиотеки в чертеж

1. Вставить в чертеж блок **Table** из правого окна ЦУ, нажав правую кнопку мыши и выбрав **Insert as Block** (Вставить блок) из контекстного меню.
2. Аналогично вставить блок **Chair**, установив его с правой стороны стола, а затем размножить его, чтобы получить два стула с правой стороны стола.

3. Воспользоваться командами **COPY** (КОПИРОВАТЬ) и **ROTATE** (ПОВЕРНУТЬ), чтобы установить стул на короткой стороне стола.
4. Командой **MIRROR** (ЗЕРКАЛО) скопировать стулья на противоположные стороны стола.
5. Воспользовавшись ЦУ, вставить блок **Vase** в точку с координатами 8500, 6000, 0 и следующими масштабами по осям координат, которые вписываются в соответствующие поля диалогового окна **Insert** (Вставка блока):
 - 0.25 по оси X;
 - 0.25 по оси Y;
 - 0.5 по оси Z.
6. Установить две вазы перед входной дверью, воспользовавшись командой копирования объектов с опцией многократного копирования.
7. Удалить первоначальную вазу, вставленную при помощи ЦУ.
8. Поставить вазу на стол, воспользовавшись загруженным в чертеж блоком **Vase**:
 - Выбрать в меню **Insert | Block** (Вставить | Блок).
 - В диалоговом окне **Insert** (Вставка блока) выбрать из выпадающего списка блок **Vase**.
 - Установить флажок **Specify on Screen** (Указать на экране) в группе **Insertion point** (Точка вставки) диалогового окна, чтобы указать точку вставки на экране.
 - В группе **Scale** (Масштаб) ввести масштаб по осям X и Y, равный 0.15, а по оси Z — равный 0.5. Поле редактирования **Angle** (Угол поворота) оставить без изменений, т. е. угол поворота принять равным 0.
 - Нажать кнопку **OK** и указать мышью на середину стола (ваза окажется на полу).
 - Поднять вазу на поверхность стола командой **MOVE** (ПЕРЕНЕСТИ), задавая величину перемещения относительными координатами @0, 0, 750.

Шаг 3. Просмотр изображения и сохранение файла

1. Сохранить чертеж в файле Inter2.dwg.
2. Установить изометрическое изображение и просмотреть интерьер при помощи режима **3D Orbit** (3М орбита).
3. Раскрасить модель различными способами, выбрав в меню команду **View | Shade** (Вид | Раскрашивание).



Глава 8

Создание плоских видов из трехмерных моделей

При обычном черчении плоские виды объектов (сверху, фронтальный, слева и т. д.) создаются на одном рисунке в пространстве модели. Если воспользоваться пространством компоновки, то такие виды можно создавать, используя трехмерную модель объекта. В базовый комплект AutoCAD включены программы Solview, Soldraw и Solprof, написанные на языке AutoLISP и предназначенные для компоновки плоских видов в пространстве листа. Для запуска этих программ используются одноименные команды, которые вызываются следующими способами:

1. Из командной строки с помощью команд `SOLVIEW` (Т-ВИД), `SOLDRAW` (Т-РИСОВАНИЕ) и `SOLPROF` (Т-ПРОФИЛЬ).
2. Выбрать в меню **Draw | Solids | Setup** (Рисование | Тела | Подготовка), а затем выбрать пункт меню **View** (Вид), **Drawing** (Построение) или **Profile** (Контуры) (рис. 8.1).

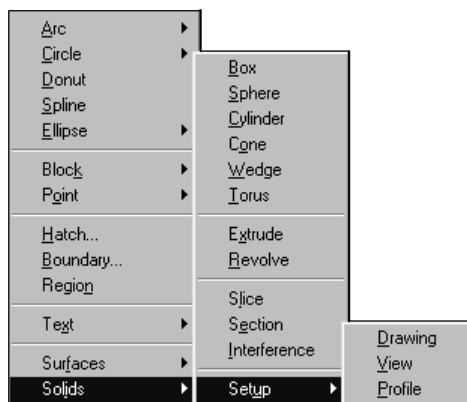


Рис. 8.1. Меню команд формирования плоских видов

3. Нажать на панели инструментов **Solids** (Тела) (рис. 8.2) кнопку:
 - **Setup Drawing** (Подготовка: построение) для вызова команды `SOLDRAW` (Т-РИСОВАНИЕ) (кнопка под номером 12);

- **Setup View** (Подготовка: вид) для вызова команды SOLVIEW (Т-ВИД) (кнопка под номером 13);
- **Setup Profile** (Подготовка: контуры) для вызова команды SOLPROF (Т-ПРОФИЛЬ) (кнопка под номером 14).

Для создания видов в видовых экранах с нужных направлений на трехмерную модель первой используется команда SOLVIEW (Т-ВИД). После этого вызывается команда SOLDRAW (Т-РИСОВАНИЕ), которая преобразует эти виды в плоские изображения.



Рис. 8.2. Панель инструментов **Solids**

Эти же задачи за один вызов решает команда SOLPROF (Т-ПРОФИЛЬ), которая, однако, обладает ограниченными возможностями по сравнению с этими двумя командами.

8.1. Применение команды SOLVIEW для создания плавающих видовых экранов

Команда SOLVIEW (Т-ВИД) выполняет предварительные построения, необходимые для создания плоских видов. Она создает плавающие видовые экраны, в которых размещаются ортогональные проекции, предназначенные для создания видов и сечений твердотельных объектов. Для размещения видов рисунка используется пространство листа. При этом создаются слои, которые используются командой SOLDRAW (Т-РИСОВАНИЕ) для размещения видимых и скрытых линий, размерных линий, а также штриховых сечений для каждого вида. Слоям присваиваются составные имена, которые состоят из имени вида, задаваемого пользователем, и стандартной текстовой добавки к нему, присоединяемой программой в зависимости от назначения слоя. Исключение составляет общий для всех видовых экранов слой, на котором размещаются их границы. Таким образом, слои имеют следующие имена:

- ☐ **Имя_вида-VIS** — слой для размещения видимых линий;
- ☐ **Имя_вида-HID** — слой для размещения скрытых линий;
- ☐ **Имя_вида-DIM** — слой для размещения размеров;
- ☐ **Имя_вида-HAT** — слой для размещения штриховки в сечениях;
- ☐ **VPORTS** — слой для размещения границ видовых экранов.

Команда **SOLVIEW** (Т-ВИД) работает только в пространстве листа, поэтому при вызове ее из пространства модели (активна вкладка **Model** (Модель) в строке компоновок чертежа) происходит автоматическое переключение на последний использованный лист. После вызова команды в командной строке появляется следующий список ее опций:

1. **Ucs** (ПСК) создает ортогональную проекцию модели параллельно плоскости **XY** ПСК с осью **X**, направленной вправо, и осью **Y**, направленной вверх. В отличие от остальных опций команды, эта опция не требует предварительного создания видовых экранов и обычно используется для создания исходного видового экрана;
2. **Ortho** (Орто) создает вид, ортогональный имеющемуся (вид сбоку или сверху);
3. **Auxillary** (Дополнительный) создает дополнительный вид на базе имеющегося. Этот вид является проекцией на плоскость, ортогональную одному из основных видов и наклоненную относительно смежного вида;
4. **Section** (Сечение) создает разрез тела и наносит на него штриховку. Часть тела, не попавшая в режущую плоскость, изображается в виде контура. Скрытые линии разреза не отрисовываются, поэтому команда замораживает слой, имеющий наименование **Имя_вида-HID**.

Алгоритм 8.1. Создание первой ортогональной проекции

1. Находясь в пространстве модели (нажат ярлык **Model** (Модель)), установить текущей ПСК, на плоскость **XY** которой будет проектироваться первая ортогональная проекция модели. При необходимости создать ее или выбрать из числа созданных ранее.
2. Подвести курсор в строке компоновок к ярлыку одной из компоновок (**Layout** (Лист)), нажать правую кнопку мыши и из контекстного меню выбрать **Rename** (Переименовать).
3. Присвоить компоновке новое имя, например «Компоновочный чертеж» (рис. 8.3).
4. Перейти на лист компоновки, активизировать в строке состояния кнопку **PAPER** (ЛИСТ) и командой **ERASE** (СТЕРЕТЬ) удалить границы стандартного видового экрана, который появляется после первого выхода на компоновку. На экране появится чистый лист компоновки без видовых экранов.
5. Выбрать в меню **Draw** | **Solids** | **Setup** | **View** (Рисование | Тела | Подготовка | Вид).
6. Набрать в командной строке опцию **Ucs** (ПСК) и нажать клавишу <Enter>.

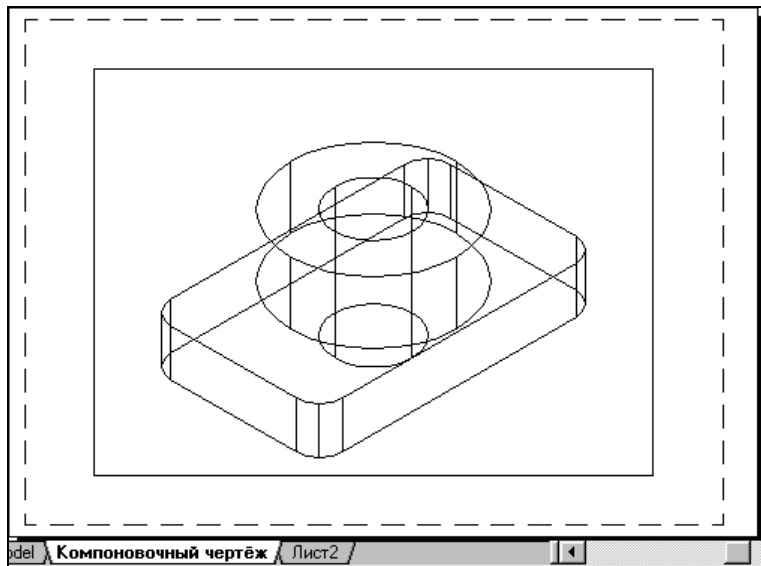


Рис. 8.3. Компоновка листа после ее переименования

7. В командной строке появится список дополнительных опций команды, позволяющий выбрать систему координат, на плоскость XY которой будет проектироваться первый ортогональный вид (по умолчанию используется текущая система координат):

[Name | WCS | ? | Current] ([Имя | Мск | ? | Текущая]).

8. Система координат, на которую проектируется первый ортогональный вид, уже установлена, поэтому выбираем опцию по умолчанию, нажав клавишу <Enter>.
9. Ввести в командной строке масштаб создаваемого вида (по умолчанию он равен 1) относительно пространства листа и нажать <Enter>.
10. Указать курсором точку центра вида. Эту точку можно задавать несколько раз, пока не будет выбрана подходящая, для завершения выбора нажать <Enter>.
11. Указать мышью первый, а затем второй угол видового экрана.
12. Написать в командной строке имя будущего вида и нажать клавишу <Enter>. Старайтесь выбирать такие имена, которые mnemonicически соответствовали бы создаваемому виду, например **Top** (Вид сверху), **Front** (Вид спереди) или **Left** (Вид слева). Это существенно облегчает работу при создании ортогональных проекций.

Теперь построение ортогонального вида завершено (рис. 8.4) и команда выведет в командной строке список опций команды. Можно продолжить построение других видов или выйти из команды, нажав клавишу <Enter>.

Выйти из команды удобнее в том случае, когда необходимо использовать различные масштабы для видов относительно чертежа пространственной модели.

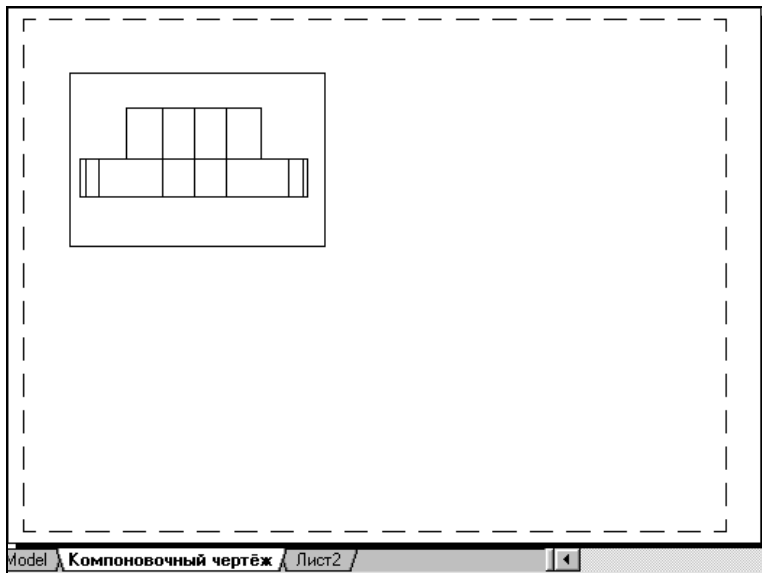


Рис. 8.4. Компоновка листа после создания фронтального видового экрана с масштабом 0.5

В этом случае следует перейти в пространство модели, активизировав в строке состояния кнопку **MODEL** (МОДЕЛЬ), а затем задать с помощью меню **Zoom | Scale** (Показать | Масштаб) масштаб изображения в видовом экране относительно чертежа модели. После этого вернуться в пространство листа, нажав кнопку **PAPER** (ЛИСТ) в строке состояния.

Алгоритм 8.2. Создание последующих ортогональных проекций

Для построения дополнительных видов необходимо иметь хотя бы один видовой экран с уже созданной ортогональной проекцией, так как создаваемая проекция будет ей ортогональна.

1. Повторно вызвать команду **SOLVIEW** (Т-ВИД), воспользовавшись меню **Draw | Solids | Setup | View** (Рисование | Тела | Подготовка | Вид), если на предыдущем сеансе работы с ней она была завершена.
2. Напечатать в командной строке опцию **Ortho** (Орто) и нажать клавишу **<Enter>**.
3. На уже имеющемся видовом экране указать сторону, со стороны которой следует показать изображение в создаваемом видовом экране.

4. Выбрать центр вида и нажать клавишу <Enter>.
5. Указать первый, а затем второй угол создаваемого видового экрана.
6. Написать в командной строке имя будущего вида и нажать клавишу <Enter>.

На этом завершается построение дополнительного ортогонального вида и команда выводит в командной строке список опций. Можно продолжить построение других видов или выйти из команды, нажав клавишу <Enter>. Масштаб полученного вида относительно объемного изображения такой же, как и масштаб изображения исходного вида. В дальнейшем этот масштаб можно изменять с помощью меню **Zoom | Scale** (Показать | Масштаб), но теперь он берется относительно изображения в исходном видовом экране.

Алгоритм 8.3. Создание наклонных проекций

1. Повторно вызвать команду SOLVIEW (Т-ВИД), воспользовавшись меню **Draw | Solids | Setup | View** (Рисование | Тела | Подготовка | Вид), если на предыдущем сеансе работы с ней она была завершена.
2. Набрать в командной строке опцию команды Auxiliary (Дополнительно) и нажать клавишу <Enter>.
3. На одном и том же видовом экране последовательно указать две точки, определяющие наклонную плоскость для дополнительной проекции (удобно воспользоваться привязками). На виде появится след этой плоскости в виде пунктирной линии.
4. Указать сторону, с которой следует показать изображение в создаваемом видовом экране.
5. Выбрать центр вида и нажать клавишу <Enter>.
6. Указать первый, а затем второй угол видового экрана.
7. Написать в командной строке имя создаваемого вида и нажать клавишу <Enter>.

Алгоритм 8.4. Создание разрезов со штриховкой

1. Повторно вызвать команду SOLVIEW (Т-ВИД), воспользовавшись меню **Draw | Solids | Setup | View** (Рисование | Тела | Подготовка | Вид), если на предыдущем сеансе работы с ней она была завершена.
2. Набрать в командной строке опцию Section (Сечение) и нажать клавишу <Enter>.
3. На одном и том же видовом экране последовательно указать две точки, определяющие положение секущей плоскости. На исходном виде появится след этой плоскости в виде пунктирной линии.

4. Указать сторону, со стороны которой следует показать сечение в создаваемом видовом экране.
5. Ввести в командной строке масштаб нового вида и нажать клавишу <Enter>. Ввод масштаба аналогичен заданию коэффициента увеличения изображения на видовом экране относительно пространства листа. Значением по умолчанию является масштаб, соответствующий исходному видовому экрану.
6. Выбрать центр вида и нажать клавишу <Enter>.
7. Указать первый, а затем второй угол видового экрана.
8. Написать в командной строке имя будущего вида и нажать клавишу <Enter>. Будет создано сечение модели на виде слева (рис. 8.5).

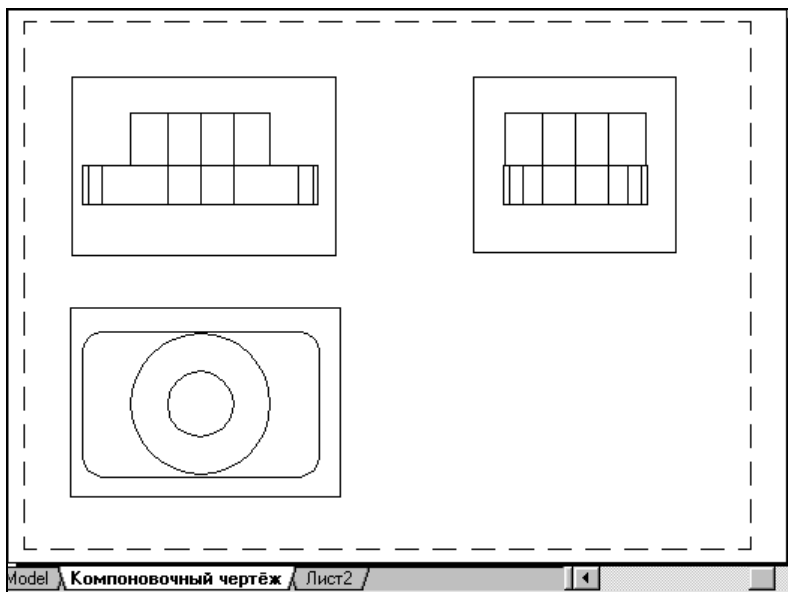


Рис. 8.5. Компоновка листа после создания ортогонального вида сверху и сечения на виде слева

8.2. Формирование плоских видов в видовых экранах

После выполнения команды `SOLVIEW` (Т-ВИД) в видовых экранах создаются только ортогональные проекции трехмерной модели. Команда `SOLDRAW` (Т-РИСОВАНИЕ) создает плоские сечения, в которых контуры вычерчиваются сплошными и пунктирными линиями, а в разрезе используется штриховка.

Перед выполнением **SOLDRAW** (Т-РИСОВАНИЕ) обязательно должна быть выполнена команда **SOLVIEW** (Т-ВИД).

Алгоритм 8.5. Создание контуров плоских сечений и штриховки

При построении разрезов команда **SOLDRAW** (Т-РИСОВАНИЕ) замораживает все исходные слои, оставляя видимыми только те из них, которые нужны для отображения разреза в данном видовом экране.

1. Вызвать команду **SOLDRAW** (Т-РИСОВАНИЕ), выбрав в меню **Draw | Solids | Setup | Drawing** (Рисование | Тела | Подготовка | Построение).
2. В пространстве листа указать последовательно видовые экраны, в которых создаются плоские виды.
3. Штрихование сечения происходит штриховкой по умолчанию, и потому ее следует отредактировать в пространстве модели (рис. 8.6), войдя в видовой экран. Для этого необходимо:
 - перейти на листе в пространство модели, щелкнув на кнопке **MODEL** (МОДЕЛЬ) в строке состояния;
 - активизировать видеозэкран со штриховкой, щелкнув на нем левой кнопкой мыши;
 - отметить штриховку и вызвать диалоговое окно свойств объектов **Properties** (Свойства);
 - в строке **Pattern / Type** (Образец / Тип) изменить тип штриховки.

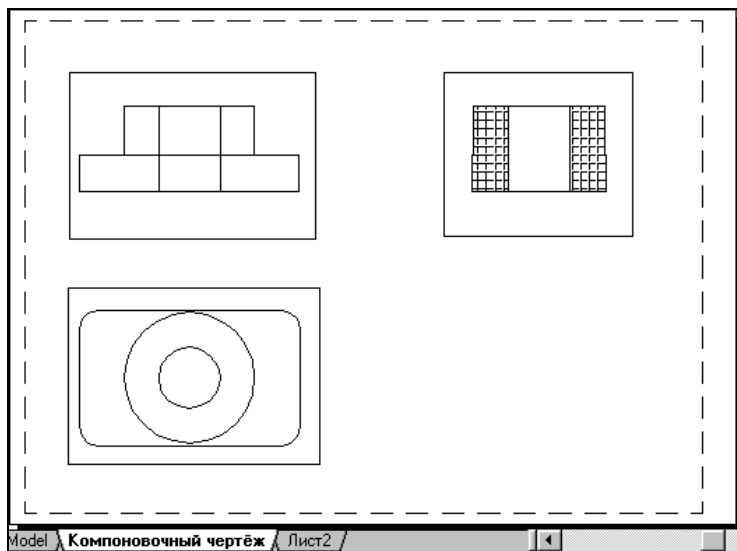


Рис. 8.6. Компоновочный чертеж после выполнения команды **SOLDRAW**

Если перейти к исходному чертежу на вкладке **Model** (Модель), то на нем кроме изображения твердого тела появляются плоские виды и сечение (рис. 8.7), сформированные командой **SOLDRAW** (Т-РИСОВАНИЕ), которые расположены на созданных командой слоях и при необходимости могут не выводиться на печать. Для этого нужно выключить печать слоя в диалоговом окне **Layer Properties Manager** (Менеджер свойств слоев).

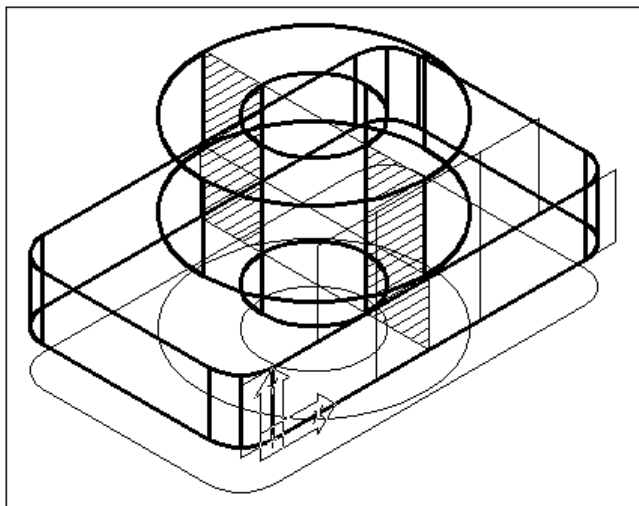


Рис. 8.7. Чертеж исходного объекта в пространстве модели

Алгоритм 8.6. Обработка плоских видов в видовых экранах

1. Перейти в пространство модели и в каждом из видовых экранов сделать невидимыми слои с именами **Имя_вида-HID**, на которых размещены линии, невидимые на данном видовом экране.
2. Включить кнопку **PAPER** (ЛИСТ) в строке состояния и при необходимости изменить размеры видовых экранов. Щелкнуть по границе видового экрана (ВЭ), чтобы включить опорные точки (ручки) по его контуру, затем зажать ручку в углу и перетащить ее в нужное положение.
3. Переместить плавающие ВЭ, для чего при включенном режиме **ORTHO** (ОРТО) воспользоваться командой **MOVE** (ПЕРЕНЕСТИ).
4. При необходимости изменить масштаб изображения в ВЭ, воспользоваться командой **ZOOM** (ПОКАЗАТЬ) с опцией **Scale** (Масштаб), введя по запросу программы в командной строке значение масштаба **n** с буквами **XP** (ХЛ) после цифр, т. е. **nXP** (nХЛ), а затем нажать клавишу **<Enter>**.

5. Для выравнивания относительного положения видов в соседних ВЭ воспользоваться командой **MVSETUP** (ФОРМАТЛ) в следующем порядке:
- напечатать команду в командной строке и нажать клавишу <Enter>;
 - выбрать опцию команды **Align** (Выровнять);
 - выбрать способ выравнивания — горизонтальное, вертикальное или угловое;
 - сделать активным базовый ВЭ и указать в нем привязкой точку, относительно которой будет выравниваться изображение во втором ВЭ;
 - сделать активным второй ВЭ и указать в нем привязкой точку, которая будет выравниваться по точке в базовом ВЭ.
6. Обработку изображения в самом ВЭ проводить в следующем порядке:
- расширить размеры ВЭ до размеров графической зоны программы, для чего перейти сначала в пространство листа, активизировав кнопку **PAPER** (ЛИСТ) в строке состояния, а затем воспользоваться меню **Zoom | Window** (Показать | Рамка);
 - загрузить в чертеж осевую линию **Center** (Осевая) и провести осевые на специально созданном слое, который потом необходимо заморозить в других ВЭ при помощи диспетчера свойств слоев **Layer Properties Manager** (Менеджер свойств слоев). При этом возможно придется изменить масштаб линии и включить режим **ORTHO** (ОПТО);
 - создать новый размерный стиль, а для получения одинаковых и правильных размеров во всех ВЭ установить флажки в следующих полях:
 1. на вкладке **Fit** (Размещение) в группе **Scale for Dimension Features** (Масштаб размерных элементов) установить флажок **Scale Dimensions to layout (paperspace)** (Масштаб относительно листа);
 2. на вкладке **Primary Units** (Основные единицы) в группе **Measurement Scale** (Масштаб измерений) установить масштаб и установить флажок **Apply to layout dimension only** (Только для размеров в пространстве листа);
 - сделать текущим слой с именем **Dim** и ориентировать ПСК по текущему виду;
 - проставить размеры на текущем видовом экране.

Для окончательного оформления компоновки следует перейти в пространство листа в строке состояния, а затем загрузить штамп с рамками и выполнить необходимые текстовые надписи. Подготовка компоновки завершается замораживанием слоя **VPORT**, на котором размещаются границы видовых экранов (рис. 8.8).

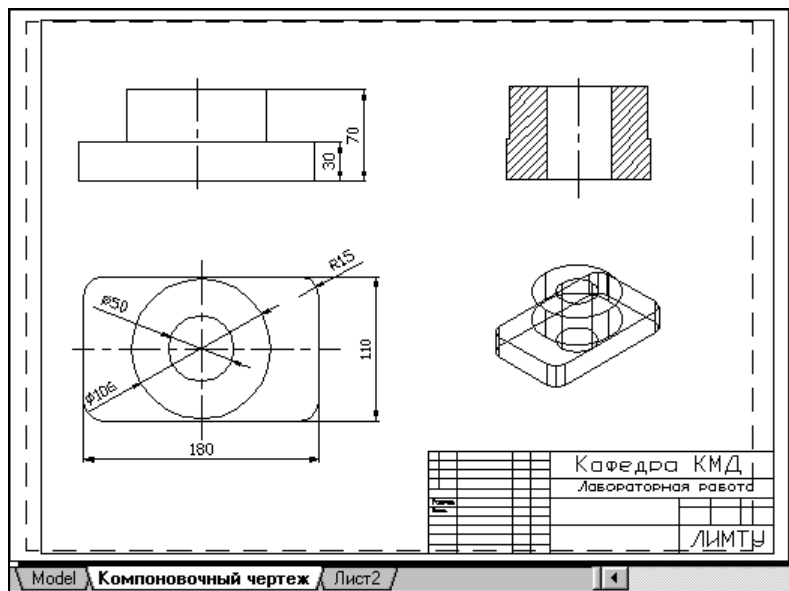


Рис. 8.8. Компановка листа, подготовленная к печати

8.3. Создание сечений с помощью команды SOLPROF

Команда **SOLPROF** (Т-ПРОФИЛЬ) создает профили твердотельных объектов, размещая видимые и невидимые линии на разных слоях. Команда вызывается из пространства листа на одной из компоновок, на которой уже созданы видовые экраны командой **VPORTS** (ВЭКРАН) или командой **SOLVIEW** (Т-ВИД). Видовые экраны можно комбинировать. Так, например, можно сначала создать две ортогональные проекции с помощью **SOLDRAW** (Т-РИСОВАНИЕ) и **SOLVIEW** (Т-ВИД), а затем добавить видовой экран и вызвать команду **SOLPROF** (Т-ПРОФИЛЬ), чтобы создать еще один вид.

Попытка вызвать эту команду из пространства модели приведет к сообщению об ошибке и завершению команды. Пространство модели должно быть установлено на компоновке, когда в строке состояния активизирована кнопка **MODEL** (МОДЕЛЬ).

1. Перейти на одну из компоновок и создать в ней нужное количество видовых экранов, выбрав в меню **View | Viewports** (Вид | Видовые экраны).
2. Узнать метку видowego экрана, для чего воспользоваться командой **LIST** (СПИСОК) в пространстве листа, и выбрать видовой экран.
3. Перейти в пространство модели, нажав кнопку **MODEL** (МОДЕЛЬ) в строке состояния, а затем активизировать нужный видовой экран.

4. Вызвать команду SOLPROF (Т-ПРОФИЛЬ), щелкнув мышью на кнопке **Setup Profile** (Подготовка: контуры) панели инструментов **Solids** (Тела).
5. На запрос команды выбрать объект любым способом.
6. На следующий запрос ответить Yes (Да), чтобы скрытые линии профиля отображались на отдельном слое. Можно нажать клавишу <Enter>, так как утвердительный режим реализуется по умолчанию. Видимые линии отрисовываются типом линии **Bylayer** (Послою), а скрытые линии — типом линии **Hidden** (Невидимая). Этот тип линии должен быть заранее загружен в чертеж. Слои имеют следующие наименования:
 - **PV-метка_видового_экрана** — слой видимых линий;
 - **PH-метка_видового_экрана** — слой скрытых линий.
7. Нажать клавишу <Enter>, чтобы получить плоский вид проецированием 3М-профиля на плоскость, перпендикулярную направлению взгляда и проходящую через точку начала ПСК. Линии, параллельные направлению взгляда, удаляются; дуги и круги, видимые сбоку, преобразуются в отрезки.
8. Нажать клавишу <Enter>, чтобы удалить касательные грани, т. е. линии перехода между двумя касательными гранями. Это — воображаемая линия их пересечения.
9. Отключить слой с исходным твердотельным объектом для просмотра линий созданного профиля, так как SOLPROF (Т-ПРОФИЛЬ) не изменяет видимость слоев.

8.4. Упражнение на подготовку чертежа к печати

В этом упражнении создается объемная модель крышки (рис. 8.9), которая используется затем для создания плоских видов. На этих видах наносится штриховка и проставляются размеры. Оформление чертежа завершается вставкой основной надписи с границами чертежа и штампом.

Шаг 1. Настройка чертежа

1. Установить метрические единицы измерения с точностью 0.0 и границы чертежа 560×440 по осям X и Y.
2. Установить шаг сетки и курсора 10×10 .
3. Включить сетку и вывести ее на весь экран.
4. Загрузить в чертеж линии **Center** (Осевая) и **Hidden** (Невидимая).
5. Сохранить рисунок под именем Krishka.dwg.

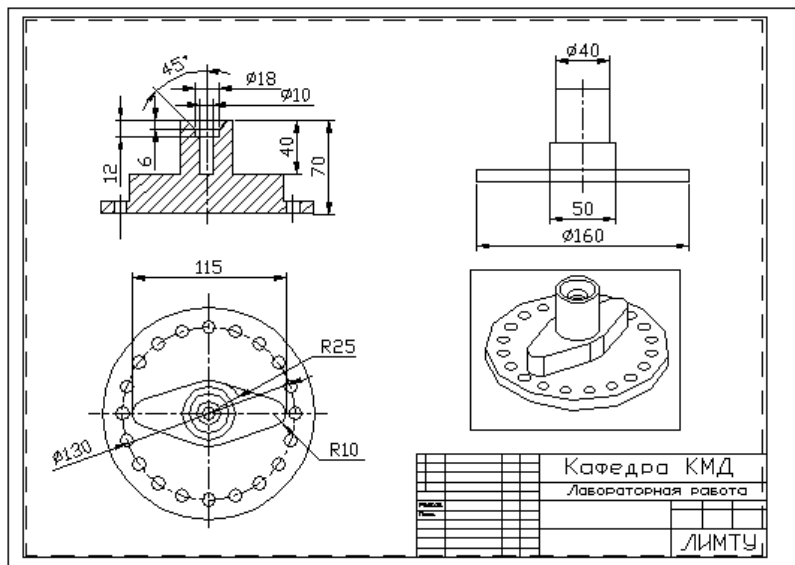


Рис. 8.9. Чертеж крышки, подготовленный к печати

Шаг 2. Создание фланца крышки

1. Нарисовать круг радиусом 80 с центром в начале координат.
2. Вывести изображение круга на весь экран, выбрав в меню **View | Zoom | Extents** (Вид | Показать | Границы).
3. Внутри большого круга нарисовать круг радиусом 5 в точке с координатами 0,65.
4. Размножить круговым массивом меньший круг на 20 элементов (включая исходный) на полном угле в 360° и с центром массива в центре большой окружности.
5. Выдавить 20 маленьких и один большой цилиндр на высоту 10 с нулевым углом сужения.
6. Вычесть маленькие цилиндры из большого для получения отверстий.
7. Просмотреть полученное изображение, выбрав в меню **View | 3D View | VPOINT** (Вид | 3М виды | Точка зрения).
8. Скрыть невидимые линии чертежа командой **HIDE** (СКРЫТЬ).
9. Убедиться в том, что в крышке получены отверстия, вызвав команду раскрашивания из меню **View | Shade | Flat Shaded** (Вид | Раскрашивание | Плоское).
10. Вернуться к плоскому каркасному изображению, выбрав в меню команду **View | Shade | 2D Wire frame** (Вид | Раскрашивание | 2М каркас),

а затем **View | 3D Views | Plan View | Current UCS** (Вид | 3М виды | Вид в плане | Текущая ПСК).

11. Сохранить чертеж.

Шаг 3. Создание выступа

1. Сдвинуть влево построенное основание крышки командой **PAN** (ПАН) до появления свободного от изображения поля чертежа.
2. Начертить слева на свободном месте круг радиусом 10.
3. Скопировать построенный круг вправо по горизонтали на расстояние 96 единиц измерения.
4. Соединить центры кругов вспомогательной линией.
5. Провести через середину вспомогательной линии круг радиусом 25.
6. Провести касательные отрезки, связывающие малые окружности с большой.
7. Подрезать внутренние участки кругов, находящиеся между четырьмя отрезками.
8. Создать из полученного контура замкнутую полилинию.
9. Выдавить тело высотой 20 из полученного контура (линия, соединяющая центры кругов, в число выдавливаемых объектов не включается).
10. Установить изометрический вид, выбрав в меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ изометрия).
11. Переместить выступ в точку 0,0,10 на фланце крышки, выбрав в качестве базовой точку на середине вспомогательного отрезка (в число перемещаемых объектов он не включается).

Шаг 4. Создание цилиндра с центральным отверстием

1. Повернуть пользовательскую систему координат вокруг оси X на 90°, выбрав в меню **Tools | New UCS | X** (Сервис | Новая ПСК | X).
2. Переместить ее пиктограмму в начало координат (если это не произошло при создании ПСК), выбрав в меню **View | Display | UCS Icon | Origin** (Вид | Отображение | Пиктограмма ПСК | Начало).
3. Установить плоский вид в текущей системе координат, выбрав команду в меню **View | 3D Views | Plan View | Current UCS** (Вид | 3М виды | Вид в плане | Текущая ПСК).
4. Сдвинуть чертеж влево командой **PAN** (ПАН).
5. На свободном поле чертежа провести вертикальную вспомогательную ось, вокруг которой потом будет вращаться полилиния при создании тела вращения.

6. Построить замкнутую полилинию:

- первую точку задать на относительном расстоянии @5,5 от нижнего конца оси вращения, воспользовавшись функцией From (Смещение) и привязкой **Endpoint** (Конточка);
- указать относительными координатами остальные точки полилинии, вводя их значения в командной строке и нажимая после каждого ввода клавишу <Enter>: @15,0; @0,40; @-5,0; @-6,-6; @0,-6; @-4,0;
- для замыкания полилинии ввести в командной строке опцию Close (Замкнуть) и нажать клавишу <Enter>.

7. Создать цилиндр с отверстием, вращая полилинию вокруг оси вращения.

8. Просмотреть изометрическое изображение цилиндра, выбрав в меню **View | 3D View | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ изометрия).

Шаг 5. Создание тела

1. Перенести цилиндр на середину выступа, выбрав в качестве базовой точки середину основания цилиндра, а в качестве точки вставки центр верхней поверхности выступа. Возможно, придется увеличить изображение рамкой и убрать пиктограмму ПСК.
2. Просмотреть изображение при помощи режима **3D Orbit** (3М орбита).
3. Удалить вспомогательные линии командой **ERASE** (СТЕРЕТЬ).
4. Создать тело, объединив созданные части командой **UNION** (ОБЪЕДИНЕНИЕ). Проверить полученный результат с помощью ручек.
5. Вернуться к мировой системе координат, вызвав с помощью меню **Tools | Named UCS** (Сервис | Именованные ПСК) диалоговое окно **UCS** (ПСК), в котором выделить строчку **World** (Мировая СК), а затем нажать кнопку **Set Current** (Установить).
6. Построить два цилиндра радиусом 5 и высотой -20 на краях выступа, привязавшись к центрам его закруглений.
7. Вычесть цилиндры из тела, воспользовавшись командой **SUBTRACT** (ВЫЧИТАНИЕ).
8. Просмотреть тело, раскрасив его, а затем воспользовавшись режимом **3D Orbit** (3М орбита).
9. Вернуться к каркасному изображению, выбрав в меню **View | Shade | 2D Wire frame** (Вид | Раскрашивание | 2М каркас), и установить для него изометрический вид с помощью меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрия).
10. Сделать сквозное отверстие по оси крышки, для чего создать цилиндр радиусом 5 и высотой -30, указав привязкой **Center** (Центр) центр его в центре основания цилиндра, полученного ранее вращением.

11. Вычесть цилиндр из тела с помощью команды **SUBTRACT** (ВЫЧИТАНИЕ).
12. Раскрасить тело и просмотреть его с помощью режима **3D Orbit** (3М орбита).
13. Изменить цвет тела на желтый.
14. Раскрасить тело и просмотреть его при помощи режима **3D Orbit** (3М орбита).

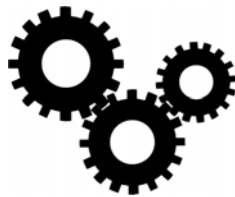
Шаг 6. Создание плоских видов из объемной модели

1. Сохранить чертеж, а затем создать его копию под именем **Krishka1.dwg**.
2. Установить вид сверху, выбрав в меню **View | 3D Views | Top** (Вид | 3М виды | Сверху).
3. Уменьшить изображение детали на экране, выбрав в меню **View | Zoom | Realtime** (Вид | Показать | В реальном времени).
4. Вызвать команду **SOLVIEW** (Т-ВИД) из командной строки. AutoCAD автоматически перейдет в пространство листа.
5. Набрать в командной строке опцию **Ucs** (Пск) команды и нажать клавишу **<Enter>**.
6. Нажать еще раз клавишу **<Enter>**, чтобы выбрать текущую систему координат.
7. Ввести масштаб, равный **1**, и нажать клавишу **<Enter>**.
8. Указать центр вида сверху в нижней части листа и нажать клавишу **<Enter>** (операция может многократно повторяться до нажатия клавиши **<Enter>**).
9. Указать мышью левый угол видового экрана, а затем правый.
10. Присвоить имя **СВЕРХУ** построенному изображению и нажать клавишу **<Enter>**.
11. В появившейся подсказке выбрать опцию команды **Ortho** (Орто) для построения второго вида.
12. Указать нижнюю сторону только что построенного плавающего видового экрана как направление взгляда для фронтального вида.
13. Выбрать центр фронтального вида и нажать клавишу **<Enter>**.
14. Построить видеозэкран для фронтального вида по двум точкам.
15. Присвоить ему имя **ФРОНТ**.
16. Аналогично построить вид слева, воспользовавшись фронтальным видом. Присвоить ему имя **СЛЕВА**.

17. Преобразовать полученные с различных направлений объемные изображения модели к плоским видам, вызвав команду **SOLDRAW** (Т-РИСОВАНИЕ).
18. Указать по очереди видовые экраны (выбрать объекты) и нажать клавишу <Enter>.

Шаг 8. Модификация рисунка

1. Выключить слои **HID** со скрытыми линиями во всех видовых экранах.
2. Отредактировать штриховку при помощи диалогового окна свойств объекта **Properties** (Свойства объекта).
3. Создать три слоя для осевых линий (тип линии **Center** (Осевая)), провести их в каждом видовом экране, а затем заморозить два слоя, не используемые в данном активном видовом экране. При необходимости подогнать масштаб линии.
4. Создать размерный стиль с настроенными масштабами размеров на вкладках **Fit** (Размещение) и **Primary Units** (Основные единицы).
5. Проставить размеры во всех ВЭ, переходя в пространство модели.
6. Создать четвертый видовой экран и поместить в него изометрический вид, для чего воспользоваться такой последовательностью команд:
 - выбрать в меню **View | Viewports | 1 Viewport** (Вид | Видовые экраны | 1 ВЭкран) команду построения одного видового экрана и создать его;
 - установить в созданном видовом экране изометрический вид, выбрав в меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ Изометрия);
 - сделать невидимыми скрытые линии, выбрав в меню **View | Hide** (Вид | Скрыть). Установить режим отображения модели с контурными линиями, задав системной переменной **DISPSLN** значение, равное 1.
7. Вставить в пространстве листа шаблон штампа и рамки чертежа как внешнюю ссылку.



Глава 9

Именованные виды

При создании сложного чертежа приходится работать с различными его фрагментами, которые можно сохранять для последующего использования. Эти фрагменты, сохраненные под именем, называются именованными видами.

В этой главе излагаются алгоритмы, предназначенные для выполнения основных операций с именованными видами. Приводится также упражнение, иллюстрирующее изложенный материал на конкретных примерах.

9.1. Работа с именованными видами

Именованные виды широко используются при создании сцен для тонирования и при работе с различными частями сложных и насыщенных деталями чертежей.

Повторная загрузка вида не требует настройки масштаба и выбора границ чертежа. Восстанавливая различные виды в видовых экранах, можно получать несколько видов одной и той же модели. При записи и последующем восстановлении вида сохраняются следующие характеристики:

1. центральная точка;
2. направление взгляда;
3. коэффициент зумирования;
4. перспектива (фокусное расстояние);
5. текущая ПСК, сохраненная вместе с видом.

Основные операции с именованными видами выполняются в диалоговом окне **View** (Вид) на его вкладках **Named Views** (Именованные виды) и **Orthographic&Isometric Views** (Ортогональные и изометрические виды).

Алгоритм 9.1. Сохранение текущего вида

1. Установить нужное изображение в графической зоне экрана.
2. Открыть диалоговое окно **View** (Вид) (рис. 9.1), выбрав в меню **View | Named Views** (Вид | Именованные виды).

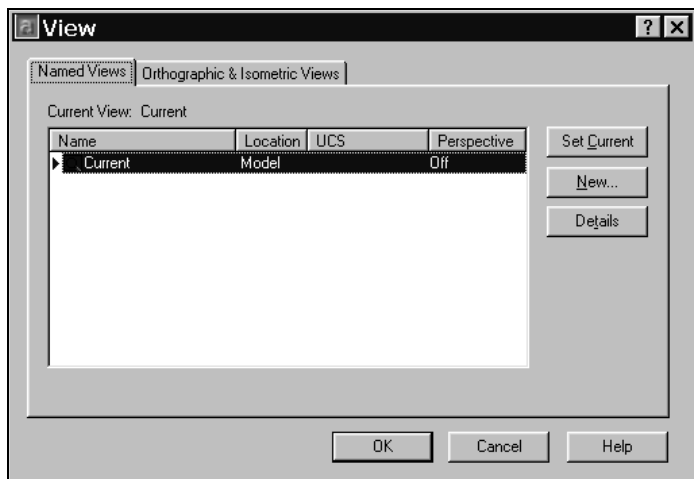


Рис. 9.1. Диалоговое окно **View**, вкладка **Named Views**

3. В открывшемся диалоговом окне **View** (Вид) нажать кнопку **New** (Новый) для вызова диалогового окна **New View** (Новый вид).
4. Заполнить и отметить поля в диалоговом окне **New View** (Новый вид) (рис. 9.2).
 - В поле редактирования **View name** (Имя вида) напечатать имя вида.
 - Установить переключатель в положение **Define window** (Задать рамкой).
 - Щелкнуть на кнопке **Define View Window** (Задание вида рамкой), которая находится правее переключателя **Define window** (Задать рамкой) и становится доступной после его установки.
 - После выхода программы в графическую зону AutoCAD выбрать вид рамкой, выполняя запросы командной строки.

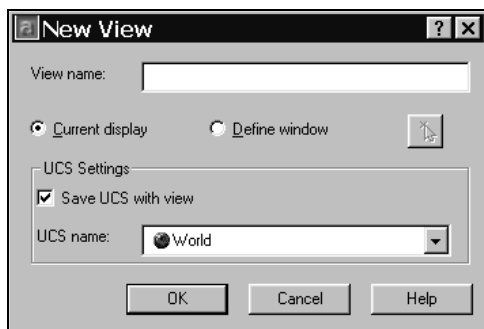


Рис. 9.2. Диалоговое окно **New View**

- После возвращения в диалоговое окно **New View** (Новый вид) установить флажок **Save UCS with view** (Сохранить ПСК с видом), выбрать ее имя из выпадающего списка и выйти из диалогового окна, нажав кнопку **ОК**.
- В диалоговом окне **View** (Вид) выделить строчку с созданным именованным видом, нажать кнопку **Set Current** (Установить) для установления вида текущим и нажать кнопку **ОК** для выхода из диалогового окна и возврата в графическую зону программы.

Алгоритм 9.2. Сохранение стандартного вида

- Открыть диалоговое окно **View** (Вид), выбрав в меню **View | Named Views** (Вид | Именованные виды).
- В открывшемся диалоговом окне **View** (Вид) выбрать вкладку **Orthographic&Isometric Views** (Ортогональные и изометрические виды), на которой выбрать из таблицы строчку с нужным видом, а затем нажать кнопку **Set Current** (Установить). Слева от наименования стандартного вида появится треугольник-указатель (рис. 9.3).
- Нажать кнопку **ОК** для выхода из диалогового окна и возврата в графическую зону программы.
- Для сохранения установленного стандартного вида следует повторить *алгоритм 9.1*.

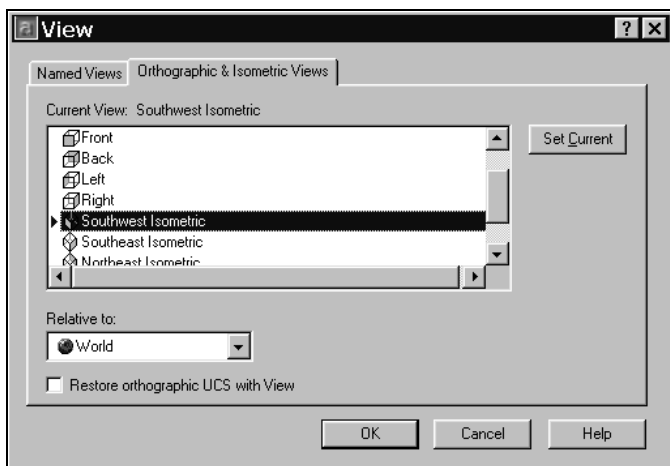


Рис. 9.3. Диалоговое окно View, вкладка Orthographic&Isometric Views

Алгоритм 9.3. Восстановление именованного вида

- Открыть диалоговое окно **View** (Вид) с помощью меню **View | Named Views** (Вид | Именованные виды).

2. В открывшемся диалоговом окне **View** (Вид) выбрать вкладку **Named Views** (Именованные виды), на которой выделить в таблице строку с именем нужного вида.
3. Нажать кнопку **Set Current** (Установить), а затем кнопку **ОК** для выхода из диалогового окна.

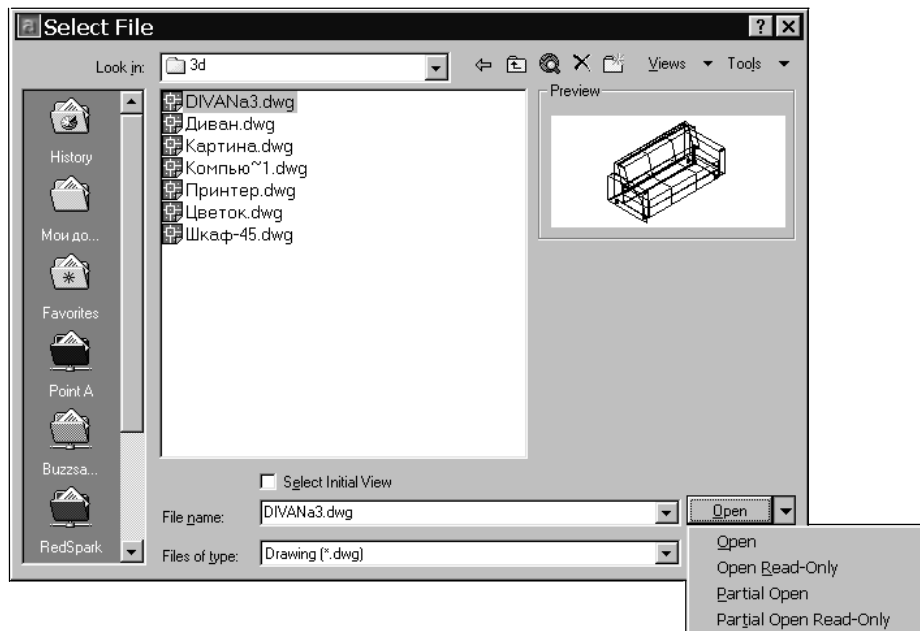
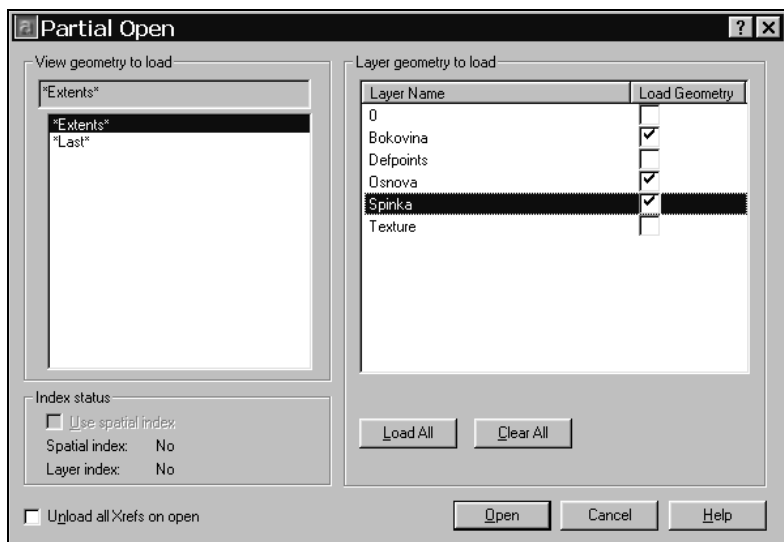
Алгоритм 9.4. Удаление ненужного именованного вида

1. Открыть диалоговое окно **View** (Вид), выбрав в меню **View | Named Views** (Вид | Именованные виды).
2. В открывшемся диалоговом окне **View** (Вид) выбрать вкладку **Named Views** (Именованные виды), на которой выделить строку с именем нужного вида.
3. Щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать из контекстного меню строку **Delete** (Удалить).
4. Нажать кнопку **ОК**, чтобы закрыть диалоговое окно **View** (Вид), и вернуться в графическую зону программы.

Алгоритм 9.5. Загрузка именованного вида при открытии чертежа

Этот алгоритм можно использовать при открытии чертежа, в котором ранее были сохранены именованные виды.

1. Открыть диалоговое окно **Select File** (Выбор файла), выбрав в меню **File | Open** (Файл | Открыть).
2. В диалоговом окне **Select File** (Выбор файла) открыть нужную папку и отметить загружаемый файл.
3. Для вызова диалогового окна **Partial Open** (Частичное открытие) нажать кнопку со стрелкой справа от кнопки **Open** (Открыть) и из выпадающего меню выбрать пункт **Partial Open** (Открыть часть). Это меню активизируется только после выбора файла.
4. В диалоговом окне **Partial Open** (Частичное открытие) выбрать необходимый именованный вид из списка **View geometry to load** (Загрузка объектов по видам) (рис. 9.5).
5. В этом же окне отметить флажками один или несколько слоев из списка **Layer geometry to load** (Загрузка объектов по слоям) (если выбор не сделан, в чертеж не загрузится ни один его элемент). При желании загрузить все слои, необходимо щелкнуть на кнопке **Load All** (Выбрать все).
6. Нажать кнопку **Open** (Открыть) для загрузки выбранного именованного вида.

Рис. 9.4. Диалоговое окно **Select File**Рис. 9.5. Диалоговое окно **Partial Open**

Алгоритм 9.6. Выбор именованного вида при создании сцены для тонирования

1. Открыть диалоговое окно **Scenes** (Сцены), выбрав в меню **View | Render | Scenes** (Вид | Тонирование | Сцены).
2. В диалоговом окне **Scenes** (Сцены) нажать кнопку **New** (Новый) и открыть диалоговое окно **New Scene** (Новая сцена).
3. В диалоговом окне **New Scene** (Новая сцена) выбрать вид, который будет использоваться для создания новой сцены, из списка **Views** (Виды).
3. В поле **Scene Name** (Имя сцены) диалогового окна записать имя новой сцены.
4. Выбрать один или несколько источников света, которые будут активизированы в создаваемой сцене, из списка **Lights** (Источники) (чтобы выбрать несколько источников света, следует удерживать нажатой клавишу <Ctrl>).
5. Нажимая клавишу **OK**, выйти из диалоговых окон.

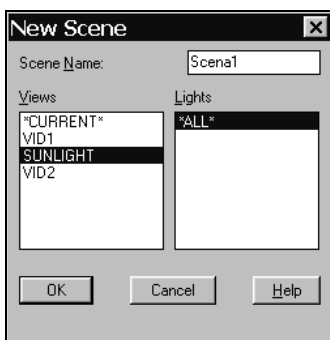


Рис. 9.6. Диалоговое окно **New Scene**

9.2. Упражнение по работе с именованными видами

В этом упражнении используется ранее созданный чертеж интерьера помещения с установленными внутри него столом и стульями для создания именованных видов, которые в упражнениях следующей главы используются при создании сцен для тонирования.

Шаг 1. Загрузка готового чертежа

1. Открыть диалоговое окно **Select File** (Выбор файла), выбрав в меню **File | Open** (Файл | Открыть) или нажав кнопку **Open** (Открыть) на стандартной панели инструментов. Эту же операцию можно выполнить с помощью комбинации клавиш <Ctrl>+<O>.

2. В диалоговом окне **Select File** (Выбор файла) выбрать файл **Interier.dwg** и загрузить его в программу.
3. Установить плоский вид, выбрав в меню **View | 3D Views | Plan View | Current UCS** (Вид | 3М виды | Вид в плане | Текущая ПСК). С этого вида удобнее начинать создание перспективной проекции.

Шаг 2. Установка перспективной проекции изображения

1. Вызвать из командной строки команду **DVIEW** (ДВИД).
2. В ответ на запрос команды о выборе объектов набрать в командной строке **All** (Все) для выбора всех объектов рисунка и два раза нажать клавишу **<Enter>**.
3. Выбрать опцию команды **Points** (Точки) для задания координат цели и камеры.
4. На запрос команды об указании координат точки цели воспользоваться координатными фильтрами, набрав в командной строке **.XU** и нажав клавишу **<Enter>**. Затем щелкнуть в середине стола, ввести третью координату **Z**, равную **900**, и нажать клавишу **<Enter>**.
5. Координаты камеры также ввести при помощи координатных фильтров **.XU**, щелкнув у нижней стены примерно на одной трети ее расстояния от левой стенки и указав высоту камеры по оси **Z**, равную **1000**.
6. Выбрать опцию **Distance** (Расстояние) для создания перспективной проекции. В верхней части графической зоны экрана появится полоса с цифровыми отметками, а курсор будет привязан к движку, установленному на отметке с цифрой **1**. Перемещение движка влево увеличивает изображение, а вправо — уменьшает. Настроить нужный размер изображения и нажать левую клавишу мыши.
7. Выйти из команды **DVIEW** (ДВИД), нажав клавишу **<Enter>**.
8. При необходимости настроить размеры изображения при помощи опций **Pan** (Панорамирование) и **Zoom** (Зумирование) режима **3D Orbit** (3М орбита).

Шаг 3. Сохранение изображения в именованном виде

1. Открыть диалоговое окно **View** (Вид) с помощью меню **View | Named Views** (Вид | Именованные виды).
2. В открывшемся диалоговом окне **View** (Вид) нажать кнопку **New** (Новый) для вызова диалогового окна **New View** (Новый вид).
3. Заполнить и отметить поля в диалоговом окне **New View** (Новый вид):
 - в поле **View name** (Имя вида) напечатать имя вида **PERSP**;
 - установить переключатель в положение **Current display** (Текущий экран);

4. Установить флажок **Save UCS with view** (Сохранить ПСК с видом), чтобы сохранить текущую ПСК с видом, и, нажимая кнопку **ОК** в диалоговых окнах, закончить создание именованного вида.

Шаг 4. Создание именованного вида при помощи режима 3D Orbit

1. Вызвать режим **3D Orbit** (3М орбита).
2. Установить юго-западный изометрический вид с помощью меню **View | 3D Views | SW Isometric** (Вид | 3М виды | ЮЗ изометрия).
3. Повернуть изображение так, чтобы на переднем плане оказалась входная дверь с двумя вазами перед ней.
4. Воспользовавшись контекстным меню **More | Adjust Distance** (Другие опции | Регулировка расстояния) режима **3D Orbit** (3М орбита), переместить к переднему плану изображение стула со стульями так, чтобы они занимали большую часть экрана. Приблизиться к столу настолько, чтобы стены переднего плана не закрывали его.
5. Установить перспективную проекцию изображения, воспользовавшись контекстным меню **Projection | Perspective** (Проекция | Перспективная).
6. При необходимости воспользоваться опциями режима **Pan** (Панорамирование) и **Zoom** (Зумирование) для получения нужного размещения изображения на графической зоне экрана.
7. Выйти из режима **3D Orbit** (3М орбита), а затем создать второй именованный вид под именем **STOL**.
8. Установить текущим именованный вид **STOL**.
9. Раскрасить его, выбрав в меню **View | Shade | Flat shaded, Edges On** (Вид | Раскрашивание | Плоское, с кромками).
10. Сохранить чертеж под тем же именем **Interier.dwg**, но теперь с двумя новыми именованными видами.

Глава 10



Моделирование освещения и тонирование изображений трехмерных моделей

AutoCAD — графическая программа, которая выполняет рисование (черчение) в векторном формате, когда рисунок состоит из комбинации отрезков различной длины. По этой причине в графической зоне экрана выводится каркасное изображение создаваемой модели. Конечно, это значительно снижает требования к объему памяти для хранения рисунка и сокращает время его обработки, но при этом исчезает наглядное реалистичное изображение пространственной модели. В то же время программа располагает достаточно эффективными средствами просмотра уже созданных пространственных моделей. К их числу относятся:

- ☐ построение изображений с удаленными скрытыми линиями;
- ☐ построение раскрашенных изображений;
- ☐ создание тонированных изображений.

Удаление скрытых линий и раскрашивание удобно использовать в процессе текущей работы над рисунком, а тонированные изображения целесообразно создавать после завершения всей работы над рисунком и создания презентационных материалов. Первые два способа представления моделей широко использовались при выполнении упражнений в предыдущих главах, поэтому в этой главе основное внимание уделяется тонированию изображений, а по части упомянутых способов здесь описываются их дополнительные возможности.

10.1. Удаление скрытых линий

Это самый простой способ представления изображения моделей. Изображения пространственных моделей с удаленными скрытыми линиями выглядят более реалистично, чем каркасные модели, так как при этом становятся невидимыми линии, относящиеся к объектам заднего плана, которые в действительности заслоняются объектами, расположенными на переднем плане. Подавление скрытых линий у тел имеет следующие особенности:

- ☐ каркасные модели представляются в виде сети, если системная переменная **DISPSILH** = 0. Если же **DISPSILH** = 1, то генерация сети подавляется и выводятся только силуэты тел без скрытых линий;

- ❑ если на текущем виде установлено раскрашенное изображение, то операция подавления скрытых линий отменяет сетевое изображение модели и объекты представляются в каркасном виде, но скрытые линии не видны;
- ❑ если на текущем виде показано тонированное изображение, операция подавления скрытых линий устанавливает на экране сетевое представление модели.

Отказ от вывода линий, закрытых объектами переднего плана, намного упрощает изображение и делает его реалистичным, однако виды без скрытых линий нельзя редактировать. Кроме того, для сложных моделей процесс подавления скрытых линий может длиться достаточно долго, поэтому AutoCAD имеет средства частичного вывода объектов рисунка со скрытыми линиями. Так можно, например, отказаться от рисования элементов, которые плохо различимы при выводе рисунка на дисплей или на плоттер.

Алгоритм 10.1. Подавление скрытых линий во всем рисунке

Подавленные скрытые линии остаются невидимыми до регенерации рисунка, причем изображение можно выводить на печать. Команда всегда применяется ко всему рисунку или к активизированному видовому экрану (рис. 10.1).

Выбрать в меню **View | Hide** (Вид | Скрыть линии) или вызвать из командной строки команду **HIDE** (СКРЫТЬ). В графической зоне экрана появится изображение с подавленными линиями заднего плана.

Для возврата к каркасной модели необходимо регенерировать рисунок, выбрав в меню команду **View | Regen All** (Вид | Регенерировать все).

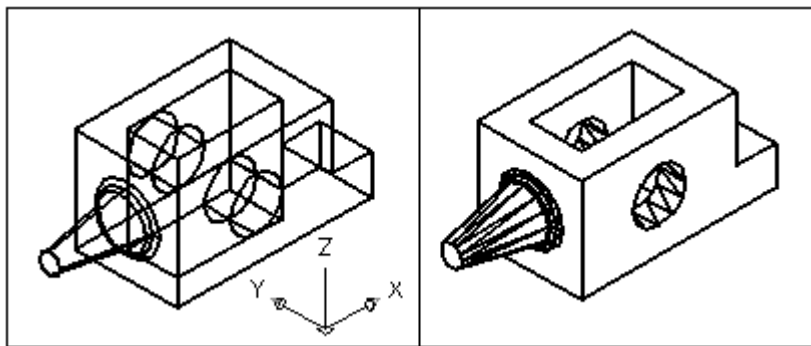


Рис. 10.1. Видовые экраны с каркасным (левый экран) и скрытым изображением (правый экран)

Алгоритм 10.2. Подавление скрытых линий только у выбранных объектов

Этот способ удобен для просмотра частей сложных рисунков. В этом случае используется опция **Hide** (Скрыть) команды **DVIEW** (ДВИД). Использование ее имеет следующие особенности:

- ☐ операция скрытия линий выполняется только для выбранных объектов, а объекты, не попавшие в выбор, вообще не показываются;
- ☐ скрытое изображение регенерируется и преобразуется в каркасное в момент выхода из команды;
- ☐ скрытое изображение нельзя вывести на печать, так как оно сохраняется только в момент выполнения команды.

Чтобы подавить скрытые линии только у выбранных объектов, следует выполнить следующую последовательность действий.

1. Создать дополнительный видовой экран, в котором разместить нужную часть изображения, которую следует просмотреть в режиме скрытых линий. Установить текущим этот видовой экран.
2. Ввести в командной строке команду **DVIEW** (ДВИД) и нажать клавишу **<Enter>**.
3. Выбрать объекты, у которых подавляются скрытые линии.
4. Ввести в командной строке опцию команды **Hide** (Скрыть) и нажать клавишу **<Enter>**.

Алгоритм 10.3. Печать изображения со скрытыми линиями из пространства модели

Вид изображения, выводимого на печать, зависит от установленного значения системной переменной **DISPSILH**. В режиме по умолчанию, когда **DISPSILH** = 0, выводится скрытое изображение, а при **DISPSILH** = 1 — его силуэт.

1. В меню выбрать **File | Plot** (Файл | Печать).
2. Выбрать принтер и стиль печати на вкладке **Plot device** (Плоттер) диалогового окна **Plot** (Печать).
3. Перейти на вкладку **Plot Settings** (Настройка печати) и выполнить необходимые настройки листа и масштаба.
4. На этой же вкладке в поле **Plot options** (Установка режимов) установить флажок **Hide plot** (Печать со скрытыми линиями).
5. Просмотреть результаты настройки печати, нажав кнопку **Full Preview** (Предварительный просмотр).
6. При необходимости повторить настройки и в завершение нажать кнопку **Plot** (Печать).

Алгоритм 10.4. Печать компоновки с видовым экраном, имеющим изображение со скрытыми линиями

1. Перейти на компоновку, выбрав нужную вкладку из перечня, расположенного внизу графической зоны чертежа, в строке компоновок.
2. Щелкнуть по границе видового экрана, в котором находится требуемое пространственное изображение.
3. Нажать правую кнопку мыши для вызова контекстного меню (рис. 10.2), в котором выбрать строчку **Hide Plot** (Скрытая печать), а затем установить флажок **Yes** (Да).
4. В меню выбрать **File | Plot** (Файл | Печать).
5. Выбрать принтер и стиль печати на вкладке **Plot device** (Плоттер) диалогового окна **Plot** (Печать).
6. Перейти на вкладку **Plot Settings** (Настройка печати) и выполнить необходимые настройки листа и масштаба.
7. Просмотреть результаты настройки печати, нажав кнопку **Full Preview** (Предварительный просмотр).
8. При необходимости повторить настройки и в завершение нажать кнопку **Plot** (Печать).

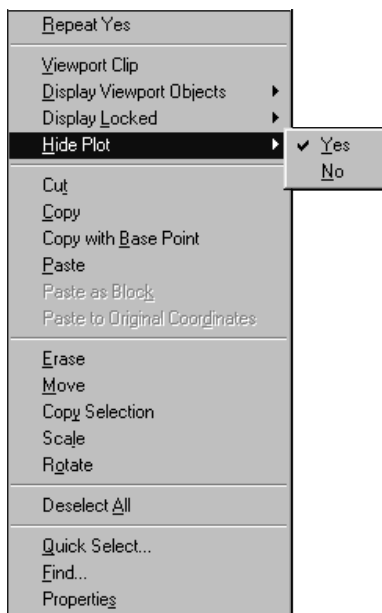


Рис. 10.2. Меню выбора скрытого изображения при печати из компоновки

10.2. Создание раскрашенных изображений

Еще более реалистичное изображение модели, чем изображение со скрытыми линиями, можно получить раскрашиванием, которое является упрощенной версией тонирования. В отличие от команды тонирования `RENDER` (ТОНИРОВАТЬ), команда `SHADEMODE` (РЕЖИМРАСКР), которая выполняет раскрашивание модели, не позволяет создавать и добавлять новые источники света. По умолчанию считается, что кроме некоторого количества рассеянного света в рисунке присутствует источник света, расположенный за пользователем (над его левым плечом). Регенерация рисунка не отменяет раскрашивание, а при выборе объектов на раскрашенной модели поверх раскрашивания появляется каркас и ручки. Раскрашенный рисунок после сохранения остается без изменений и при его повторном открытии.

Алгоритм 10.5. Раскрашивание изображений

1. Сделать текущим видовым экран, в котором предполагается построить раскрашенное изображение.
2. В меню выбрать **View | Shade** (Вид | Раскрашивание) и из подменю выбрать нужный режим работы команды:
 - **2D Wireframe** (2М Каркас): объекты представляются в виде отрезков и кривых с учетом типов и толщин линий;
 - **3D Wireframe** (3М Каркас): объекты представляются в виде отрезков и кривых, но типы и веса линий не учитываются. Выводится цветная пиктограмма ПСК, а объекты показываются с учетом цвета и присвоенных им материалов;
 - **Hidden** (Скрытие линий): объекты представляются в каркасном виде и линии, относящиеся к задним граням, не отображаются;
 - **Flat Shaded** (Плоское): грани многоугольников раскрашиваются цветом, но отсутствуют плавные переходы между ними, однако видны материалы, присвоенные объектам;
 - **Gouraud Shaded** (По Гуро): грани многоугольников раскрашиваются цветом и имеются плавные переходы между гранями, сглаженные цветовыми оттенками. Видны материалы, присвоенные объектам;
 - **Flat Shaded, Edges on** (Плоское, с кромками): плоское раскрашивание с наложенным на него каркасом;
 - **Gouraud Shaded, Edges on** (По Гуро, с кромками): раскрашивание по Гуро с нанесенным на него каркасом.

Алгоритм 10.6. Раскрашивание модели с материалами

Реалистичность раскрашенного изображения можно повысить, если присвоить объектам материалы, которые будут учитываться при раскрашивании. До операции раскрашивания необходимо сначала настроить графическую систему, используемую в AutoCAD, и присвоить объектам нужный материал.

1. Настроить графическую систему программы:

- вызвать диалоговое окно **Options** (Настройка), выбрав в меню **Tools | Options** (Сервис | Настройка), и выбрать в нем вкладку **System** (Система);
- в поле **Current 3D Graphics Display** (Текущая 3М-система отображения) нажать кнопку **Properties** (Свойства);
- в появившемся диалоговом окне **3D Graphics System Configuration** (Конфигурация графической системы) (рис. 10.3) установить флажок **Enable Materials** (С материалами);
- выйти из диалоговых окон, нажав кнопку **Apply&Close** (Применить), а затем кнопку **OK**.

2. Присвоить материалы объектам чертежа (алгоритмы работы с материалами приводятся в следующем разделе).

3. Выполнить раскрашивание модели.

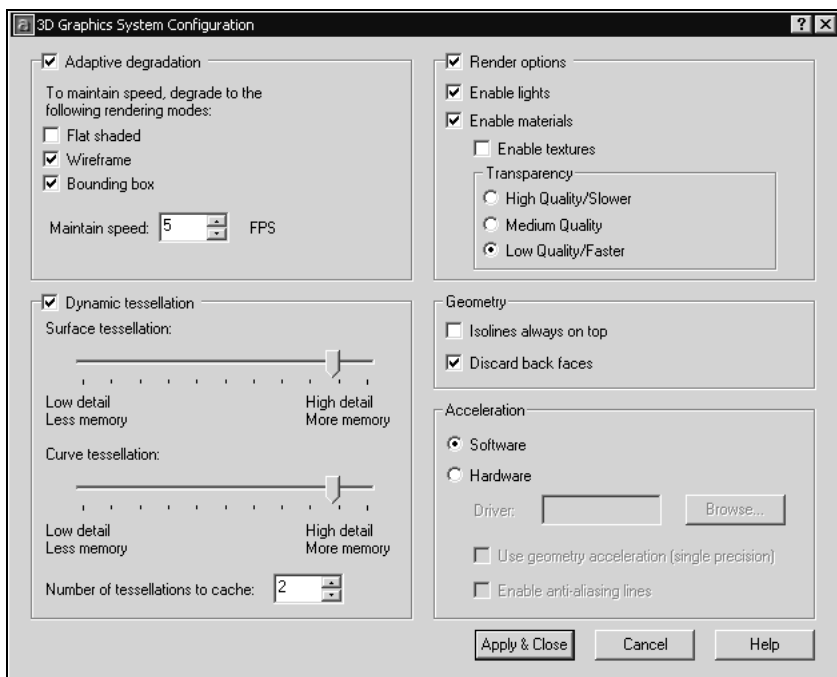


Рис. 10.3. Диалоговое окно 3D Graphics System Configuration

10.3. Работа с материалами

Трехмерным поверхностям и телам можно присваивать стандартные материалы, имеющиеся в библиотеке AutoCAD. Количество стандартных материалов зависит от способа инсталляции программы. При обычной установке загружается наименьшее количество материалов с одной библиотекой **mini.mli**. Полная установка **Full** (Полная) позволяет иметь широкий набор материалов, соответствующих различным реальным объектам, так как кроме библиотеки **mini.mli** загружается вторая библиотека **render.mli**. Программа предоставляет также возможность создания собственных материалов с задаваемыми свойствами. Эти материалы можно сохранять, а затем использовать при создании других рисунков.

Алгоритм 10.7. Загрузка материала из библиотеки в рисунок

1. Выбрать в меню **View | Render | Materials Library** (Вид | Тонирование | Библиотека материалов) для вызова диалогового окна **Materials Library** (Библиотека материалов).
2. В появившемся диалоговом окне (рис. 10.4) в поле **Current Library** (Текущая библиотека) выбрать нужную стандартную библиотеку из списка или найти путь к пользовательской библиотеке, нажав кнопку **Open** (Открыть). Можно использовать также файлы библиотек других программ, таких, например, как AutoVision и 3D Studio.

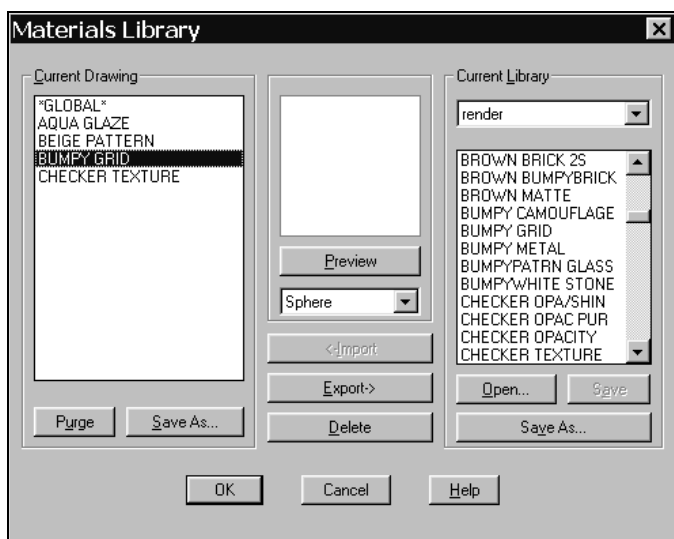


Рис. 10.4. Диалоговое окно **Materials Library** для загрузки материалов из библиотеки в чертеж

- Отметить в правом списке нужный материал и нажать кнопку **Import** (Импорт) для загрузки его в рисунок. Наименование появится в левом списке, который относится к рисунку. Изображение материала можно просмотреть на сфере или кубике в окне просмотра, воспользовавшись кнопкой **Preview** (Просмотр).
- Выйти из диалогового окна, нажав кнопку **OK**.

Алгоритм 10.8. Присвоение материала объектам рисунка

- Выбрать в меню **View | Render | Materials** (Вид | Тонирование | Материалы) для вызова диалогового окна **Materials** (Материалы).
- В диалоговом окне **Materials** (Материалы) (рис. 10.5) выбрать материал из списка **Materials** (Материалы).

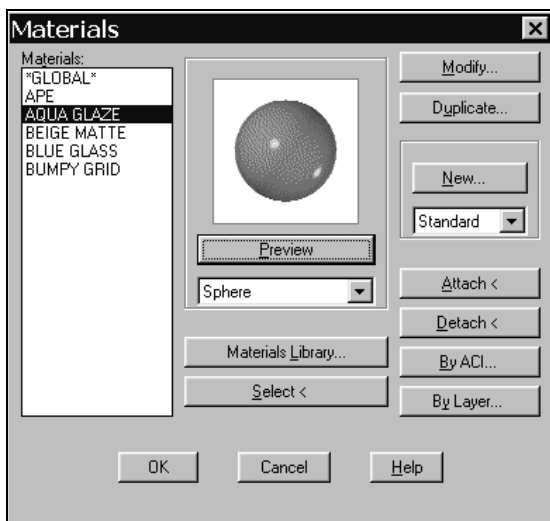


Рис. 10.5. Диалоговое окно **Materials**

- Для присвоения материала объектам нажать одну из следующих кнопок (кнопки будут активными только в том случае, если в списке имеется хотя бы один материал кроме глобального):
 - Attach** (Присвоить): программа выходит в графическую зону, где курсором нужно указать объекты чертежа, а для завершения выбора объектов нажать клавишу <Enter>;
 - By ACI** (По ИЦА): в диалоговом окне **Attach by AutoCAD Color Index** (Присвоение по Индексу цветов AutoCAD) (рис. 10.6) выбрать в правом списке **Select ACI** (Выберите индекс) цвет и нажать кнопку **Attach** (Присвоить);

- **By Layer** (По слою): в диалоговом окне **Attach by Layer** (Присвоение по слою) выбрать в правом окне слой чертежа и нажать кнопку **Attach** (Присвоить).

Кнопка **Select** (Выбор) позволяет получить сведения о материале и способе его присвоения указанному на модели объекту, которые выводятся в нижней части диалогового окна под кнопкой **OK**.

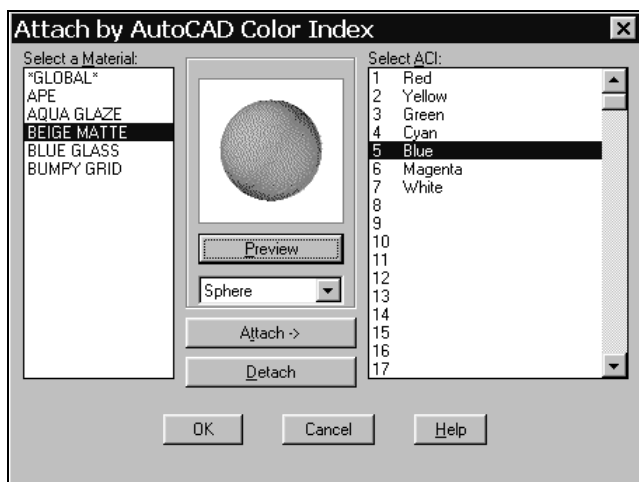


Рис. 10.6. Диалоговое окно **Attach by AutoCAD Color Index**

Алгоритм 10.9. Создание нового материала

Цвет материала определяется его отражательными способностями. Если предмет отражает все цвета спектра, поверхность его кажется белой; если не отражает ни одного цвета — черной. При освещении тела рассеянным светом контраст и блики на нем отсутствуют. При задании только базового цвета, что соответствует диффузному отражению света материалом, бликов также нет, а контрастность достигается лишь за счет различий в углах наклона различных граней к световым лучам. Если задано только зеркальное отражение, то блики присутствуют, но получается очень темное изображение. Существует четыре типа материалов — **Standard** (Стандартный), **Marble** (Мрамор), **Granite** (Гранит) и **Wood** (Дерево). Каждый из них имеет свое собственное подмножество атрибутов, которые определяют его свойства.

1. Выбрать в меню **View | Render | Materials** (Вид | Тонирование | Материалы) для вызова диалогового окна **Materials** (Материалы).
2. В диалоговом окне **Materials** (Материалы) (см. рис. 10.5) установить тип материала (например, **Standard** (Стандартный)) и нажать кнопку **New** (Новый).

3. В поле редактирования **Material Name** (Имя материала) диалогового окна **New Standard Material** (Новый стандартный материал) (рис. 10.7) ввести имя, содержащее не более 16 символов.

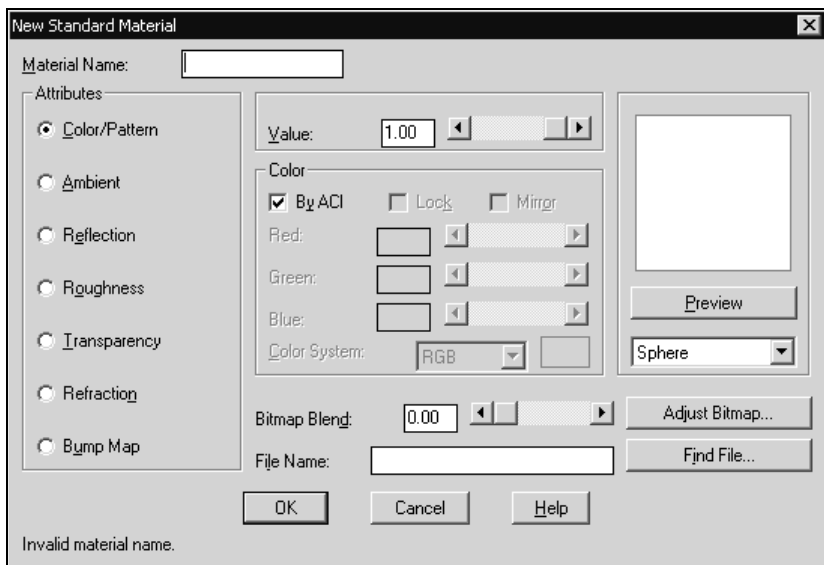


Рис. 10.7. Диалоговое окно **New Standard Material**

4. Установить переключатель **Attributes** (Параметры) в положение **Color / Pattern** (Цвет / Текстура) для задания цвета или текстуры одним из следующих способов:
- при помощи индекса цветов **AutoCAD ACI** (ИЦА) объекта. В этом случае установить флажок **By ACI** (По ИЦА) в группе **Color** (Цвет);
 - с помощью бегунков, которые активизируются после снятия флажка **By ACI** (По ИЦА). В выпадающем списке **Color System** (Цветовая система) можно установить систему **RGB** (Red, Green, Blue — красный, зеленый, синий) или **HLS** (Hue, Lightness, Saturation — оттенок, яркость, насыщенность) цветового круга;
 - для наложения на модель растрового изображения, называемого текстурой, следует нажать кнопку **Find File** (Обзор) и найти путь к нужному растровому файлу, который запишется в окно после текста **File Name** (Имя файла). Растровое изображение может быть любым и выполнено в формате TGA, BMP, TIFF, JPEG или PCX.
5. Установить переключатель **Attributes** (Параметры) в положение **Ambient** (Рассеяние) для задания параметра, характеризующего цвет тени материала, а также цвет, отражаемый поверхностью. Увеличение значения

- этого параметра в поле редактирования **Value** (Значение) больше 0.3 приводит к размыванию тонированного изображения.
- 6. Установить переключатель **Attributes** (Параметры) в положение **Reflection** (Отражение) для определения цвета бликов (зеркальных отражений) на отражающей поверхности.
 - 7. Установить переключатель **Attributes** (Параметры) в положение **Roughness** (Шероховатость) для определения размера бликов на изображении. Величина параметра не имеет значения, если не задан параметр **Reflection** (Отражение).
 - 8. Установить переключатель **Attributes** (Параметры) в положение **Transparency** (Прозрачность) для определения степени прозрачности объекта. Степень прозрачности материала изменяется в пределах от 0 до 1.0.
 - 9. Установить переключатель **Attributes** (Параметры) в положение **Refraction** (Преломление) для определения коэффициента преломления прозрачных материалов. Величина параметра **Refraction** (Преломление) не имеет значения, если не задан параметр **Transparency** (Прозрачность).
 - 10. Установить переключатель **Attributes** (Параметры) в положение **Bump Map** (Выдавливание) для имитации эффекта выдавливания на поверхности объекта.
 - 11. Нажать кнопку **Preview** (Просмотр) для предварительного просмотра установок на сферическом или кубическом образце и при необходимости изменить установки.

Алгоритм 10.10. Редактирование материалов

Свойства любого материала можно изменять при помощи диалогового окна **Materials** (Материалы). Это же окно позволяет создавать новый материал на основе уже имеющегося, так как в этом случае можно воспользоваться уже готовыми настройками для части свойств копируемого материала. В качестве примера рассмотрим изменение блестящей поверхности на матовую. Значения изменяемых параметров приведены ниже (табл. 10.1).

Таблица 10.1. Значения параметров, определяющих свойства поверхности

Параметры	Color / Pattern (Цвет / Текстура)	Roughness (Ше- роховатость)	Reflection (Отражение)
Матовый	0.7	0.6	0.3
Блестящий	0.3	0.2	0.7

- 1. Выбрать в меню **View | Render | Materials** (Вид | Тонирование | Мате-
риалы).

2. В диалоговом окне **Materials** (Материалы) (см. рис. 10.5) выбрать материал из списка и нажать кнопку **Modify** (Изменить).
3. Установить переключатель **Attributes** (Параметры) в положение **Color / Pattern** (Цвет / Текстура) в диалоговом окне **Modify Standard Material** (Изменение стандартного материала) (аналогично окну **New Standard Material** (Новый стандартный материал) на рис. 10.7) и изменить значение параметра в поле **Value** (Значение) с 0.3 на 0.7.
4. Изменить аналогичным образом значения шероховатости и отражения.
5. Нажать кнопку **Preview** (Просмотр) для предварительного просмотра установок на сферическом или кубическом образце и при необходимости скорректировать установки.

Алгоритм 10.11. Наложение текстур

Текстура — это плоский растровый рисунок, который наносится на поверхность трехмерного изображения. Накладываемые текстуры масштабируются в соответствии с текущей системой единиц AutoCAD. Эффекты, создаваемые наложением текстур, отображаются только в режимах тонирования **Photo real** (Фотореалистичное) и **Photo Raytrace** (Трассировка луча).

Наложение — это проектирование плоской растровой картинке формата BMP, TGA, TIFF, PCX или JPEG на поверхность трехмерного объекта для получения эффектов, усиливающих реалистичность восприятия тонируемого изображения. Программа использует четыре типа проектирования картинке на объект, которые обычно выбираются в зависимости от основной конфигурации объекта (см. рис. 10.10):

1. **Planar** (Параллельное), при котором картинка масштабируется без искажения.
2. **Cylindrical** (Цилиндрическое), когда горизонтальные края картинкегибаются для образования цилиндра. При этом картинка масштабируется по высоте, чтобы полностью покрыть объект вдоль оси цилиндра.
3. **Spherical** (Сферическое), при котором края картинкегибаются по вертикали и горизонтали.
4. **Solid** (Специальное), позволяющее ориентировать текстуру под любым углом.

Вне зависимости от способа проектирования процесс использования растровых картинок состоит из двух этапов, выполняемых в произвольном порядке:

- ☐ присвоение объекту материала с растровой текстурой;
- ☐ наложение текстуры на объект по координатам.

Эти координаты не зависят от координат XY объектов в пользовательских системах координат и определяются при наложении текстуры в диалоговых окнах.

1. Выбрать для текстуры растровый файл с допустимым расширением (BMP, TGA, TIFF, PCX, JPEG):

- выбрать в меню **View | Render | Materials** (Вид | Тонирование | Материалы), в появившемся диалоговом окне **Materials** (Материалы) установить тип материала (например **Standard** (Стандартный)) и нажать кнопку **New** (Новый);
- в поле **Material Name** (Имя материала) диалогового окна **New Standard Material** (Новый стандартный материал) (рис. 10.7) ввести имя материала, содержащее не более 16 символов;
- нажать кнопку **Find File** (Обзор) и в диалоговом окне **Bitmap File** (Файл изображения) (рис. 10.8) найти нужный файл, отметить его и нажать кнопку **Open** (Открыть).

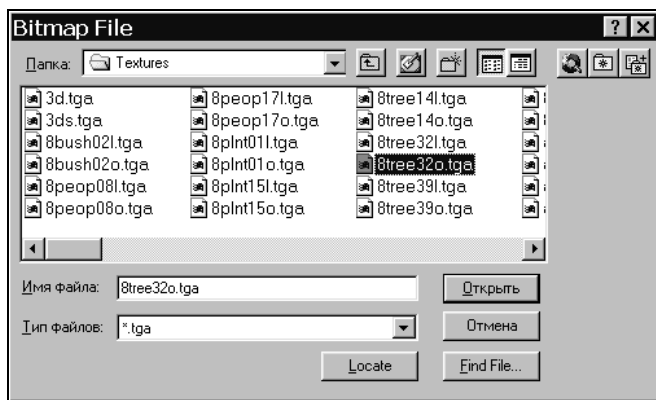


Рис. 10.8. Диалоговое окно **Bitmap File**

2. В диалоговом окне **Materials** (Материалы) нажать кнопку **Adjust Bitmap** (Размещение изображения) и в появившемся окне **Adjust Material Bitmap Placement** (Положение текстуры) настроить (рис. 10.9):

- переключатель **Tiling** (Способ наложения), отвечающий за способ наложения текстуры, установить в положение **Tile** (Плиточное) или **Crop** (Одиночное). При плиточном наложении картинка копируется столько раз, сколько нужно, чтобы полностью покрыть объект;
- в группе **Offset** (Смещение) задать с помощью бегунков величину смещения изображения относительно центра объекта;
- в группе **Scale** (Масштаб) задать значение масштаба изображения относительно единиц чертежа. Масштаб можно не задавать, если пере-

ключатель **Map Style** (Стиль наложения текстуры) установить в положение **Fit to Object** (Вписать в объект).

В процессе настроек имеется возможность просматривать полученный результат в окне просмотра **Preview** (Просмотр).

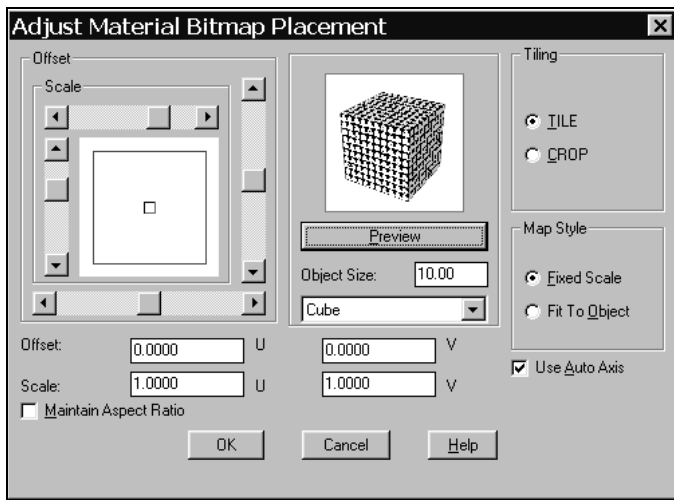


Рис. 10.9. Окно настройки положения текстуры

В диалоговом окне **Materials** (Материалы) с помощью кнопок **Attach** (Присоединить), **Detach** (Отсоединить) и **Select** (Выбрать) присвоить текстуру (растровый файл) объекту чертежа. После завершения настроек выйти в графическую зону программы, нажав кнопку **OK**.

3. Вызвать диалоговое окно **Mapping** (Наложить текстуру) (рис. 10.10), нажав на панели инструментов кнопку **Mapping** (Наложить текстуру), а затем выбрав объекты чертежа, на которые будет наноситься текстура.
4. В диалоговом окне **Mapping** (Наложить текстуру) настроить способ проектирования текстуры, установив переключатель **Projection** (Проекция) в соответствующее положение, и нажать кнопку **Adjust Coordinates** (Настройка координат).
6. В диалоговом окне **Adjust Planar Coordinates** (Настройка координат) (рис. 10.11) настроить размещение изображения на объекте.
7. Провести пробное тонирование:
 - выбрать в меню **View | Render | Render** (Вид | Тонирование | Тонировать);
 - в диалоговом окне **Render** (Тонирование) установить флажок **Apply Materials** (С материалами);

- установить **Photo real** (Фотореалистичное) или **Photo Raytrace** (Трассировка луча) режим тонирования с помощью выпадающего списка **Rendering Type** (Тип тонирования);
- нажать кнопку **Render** (Тонирование) для запуска команды тонирования изображения.

Перечисленные операции повторяются многократно до получения желаемого изображения.

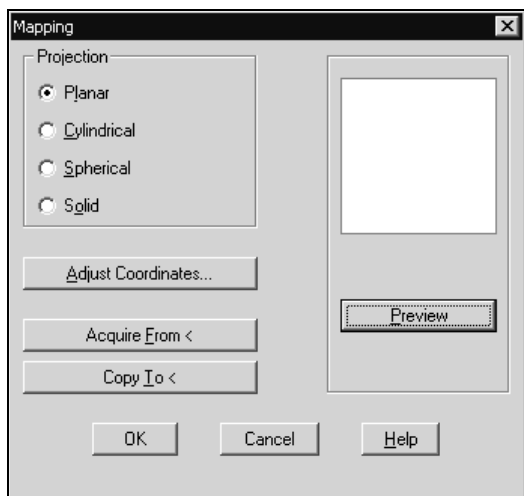


Рис. 10.10. Диалоговое окно **Mapping**

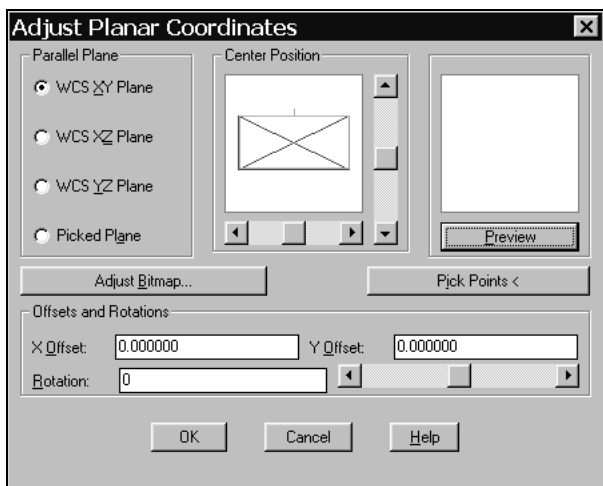


Рис. 10.11. Диалоговое окно **Adjust Planar Coordinates**

10.4. Источники света

Кроме материалов, источники света являются еще одним из мощных средств повышения качества тонированных изображений. Источник света может освещать как всю модель, так и отдельные ее части. Программа позволяет установить следующие четыре вида источников света:

1. **Ambient Light** (Рассеянный свет). Это фоновый свет, имеющий небольшую интенсивность и создающий равномерное освещение объектов на изображении. Обычно используется для подсветки поверхностей, на которые не попадает свет от направленного источника.
2. **Distant Light** (Удаленный источник). Широко используется для имитации Солнца. Источник света испускает параллельные лучи, бесконечно распространяющиеся в одном направлении с обеих сторон от указанной в качестве источника точки. Интенсивность света от источника не зависит от расстояния до модели.
3. **Point Light** (Точечный источник). Источник удобен для имитации света от электрических лампочек, так как испускает лучи во всех направлениях, а интенсивность источника уменьшается с расстоянием от точки его размещения на рисунке. Линейное уменьшение освещенности обратно пропорционально расстоянию от источника света, а квадратичное обратно пропорционально квадрату расстояния от источника света.
4. **Spotlight** (Прожектор). Прожектор испускает направленный конус света с задаваемым направлением и размером конуса, поэтому применяется для выборочной подсветки отдельных частей модели. Интенсивность света уменьшается с расстоянием.

Источник света можно удалить из рисунка, и наиболее простым способом его удаления является установление нулевой интенсивности.

Алгоритм 10.12. Настройка фонового освещения

Рассеянный свет (**Ambient Light**) освещает все поверхности моделей с одинаковой интенсивностью. Он не имеет источника и направления, однако обладает интенсивностью и цветом.

1. Выбрать в меню **View | Render | Lights** (Вид | Тонирование | Свет) или нажать кнопку **Lights** (Источники света) на панели инструментов **Render** (Тонирование).
2. В диалоговом окне **Lights** (Источники света) (рис. 10.12) в поле **Ambient Light** (Рассеянный свет) с помощью бегунка установить значение интенсивности света, которое изменяется от 0 до 1. При нулевом значении интенсивности фоновый источник выключен, а при 1 происходит наибольшая засветка изображения. По умолчанию установлено значение 0.3.

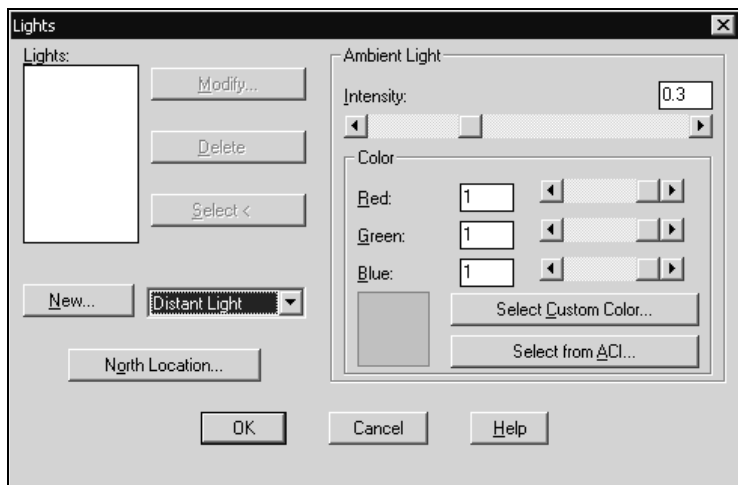


Рис. 10.12. Диалоговое окно **Lights**

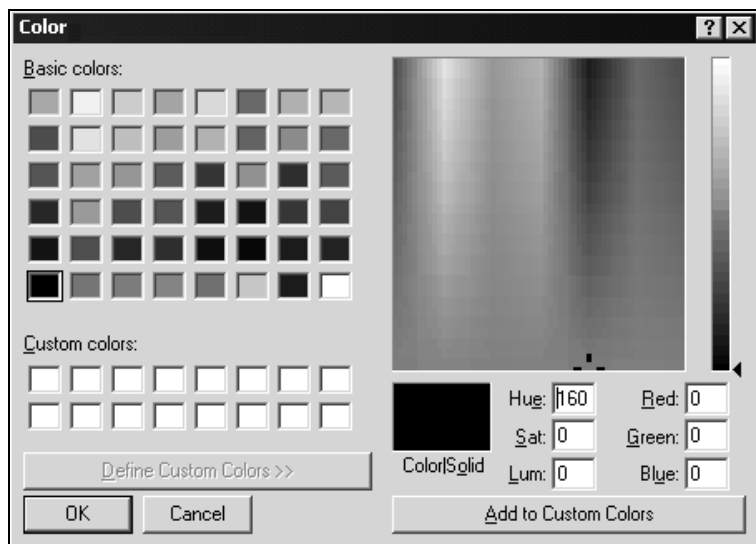


Рис. 10.13. Диалоговое окно **Color** системы Windows

3. В группе **Color** (Цвет) установить цвет источника, воспользовавшись одним из трех следующих способов:

- наложением исходных цветов путем перемещения трех бегунков, соответствующих красному, желтому и синему цвету (система **RGB**);
- нажать кнопку **Select Custom Color** (Выбор из палитры) для вызова диалогового окна **Color** (Цвет) (рис. 10.13), в котором можно выбрать цвета системы **RGB** или цвета системы **HLS**. В системе **HLS** отте-

нок — это цвет, яркость — это количественное содержание белого цвета, а насыщенность — количественное содержание черного цвета;

- нажать кнопку **Select from ACI** (Выбор из ИЦА), чтобы вызвать диалоговое окно **Select Color** (Выбор цвета), в котором можно выбрать цвет, воспользовавшись системой цветов **AutoCAD Color Index** (Индекс цвета AutoCAD).

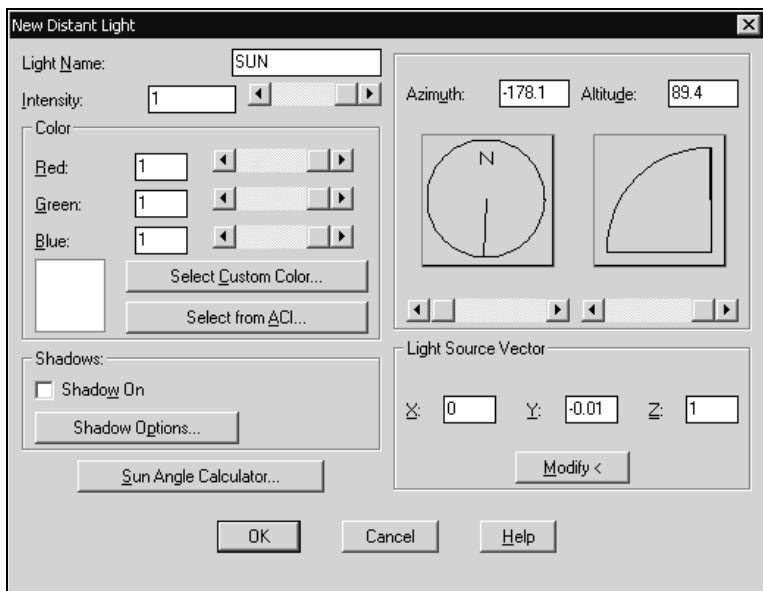
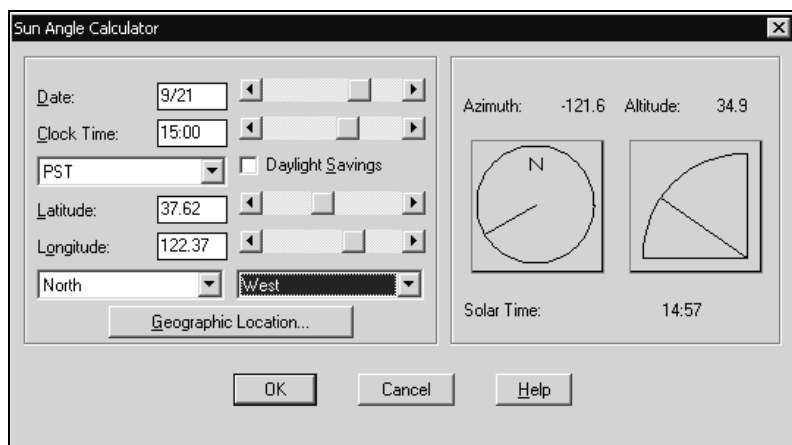
4. Выйти из диалогового окна **Lights** (Источники света), нажав кнопку **ОК**.

Цветной фоновый свет позволяет расширить диапазон представления цветов на тонированных изображениях. Алгоритм назначения цвета такой же и для других источников света, но в отличие от фонового источника света для них необходимо настраивать и ряд других параметров.

Алгоритм 10.13. Установка солнечного освещения

Источник света, имитирующий солнечное освещение, находится очень далеко, и поэтому световой поток распространяется параллельными линиями с постоянной интенсивностью. На текущем виде по умолчанию ось Y направлена на север, а положительное направление оси X определяет восток.

1. Выбрать в меню **View | Render | Lights** (Вид | Тонирование | Свет) или нажать кнопку **Lights** (Источники света) на панели инструментов **Render** (Тонирование) для вызова диалогового окна.
2. В диалоговом окне **Lights** (Источники света) (см. рис. 10.12) выбрать из выпадающего списка **Distant Light** (Удаленный источник) и нажать кнопку **New** (Новый).
3. В диалоговом окне **New Distant Light** (Новый удаленный источник света) (рис. 10.14) присвоить источнику имя в поле редактирования **Light Name** (Имя источника), задать его интенсивность и цвет.
4. Задать расположение источника одним из трех возможных способов:
 - задать азимут **Azimuth** (Азимут) (в диапазоне от -180° до $+180^\circ$) — угол в плоскости XY , отсчитываемый от направления на север, и угол возвышения **Altitude** (Возвышение) (от -90° до $+90^\circ$) — угол наклона к плоскости XY . Углы задаются в текстовом поле или с помощью движков;
 - задать вектор источника света, для чего в группе **Light Source Vector** (Вектор источника света) нажать кнопку **Modify** (Изменить), чтобы временно вернуться к чертежу, где указать две точки, определяющие направление светового потока;
 - нажать кнопку **Sun Angle Calculator** (Положение солнца). После этого в окне **Sun Angle Calculator** (Положение солнца) (рис. 10.15) задать дату, время и точное направление на север (по оси Y);

Рис. 10.14. Диалоговое окно **New Distant Light**Рис. 10.15. Диалоговое окно **Sun Angle Calculator**

- нажать кнопку **Geographic Location** (Географическое положение) и в диалоговом окне **Geographic Location** (Географическое положение) (рис. 10.16) задать положение объекта на поверхности Земли.

5. Щелкнуть на кнопке **OK** в диалоговых окнах **Geographic Location** (Географическое положение), **Sun Angle Calculator** (Положение солнца), **New Distant Light** (Новый удаленный источник света), **Lights** (Источники света) и выйти в графическую зону программы.



Рис. 10.16. Задание положения объекта на поверхности Земли с помощью диалогового окна **Geographic Location**

Алгоритм 10.14. Создание прожектора

Количество устанавливаемых в рисунок источников света неограничено, и каждый рисунок может иметь собственные источники света. Источник света в виде прожектора создает направленный конический световой поток, поэтому для него задается его расположение и положение целевой точки. Прожектор имеет яркое пятно и область затухания в виде круговой зоны меньшей яркости.

1. Выбрать в меню **View | Render | Lights** (Вид | Тонирование | Свет) или нажать кнопку **Lights** (Источники света) на панели инструментов **Render** (Тонирование).
2. В диалоговом окне **Lights** (Источники света) выбрать из выпадающего списка **Spotlight** (Прожектор) и нажать кнопку **New** (Новый).
3. В диалоговом окне **New Spotlight** (Новый прожектор) (рис. 10.17) присвоить источнику имя (не более восьми символов), задать его цвет, воспользовавшись одним из трех возможных способов.
4. В поле **Hotspot** (Яркое пятно) или при помощи бегунка установить угол максимальной интенсивности источника, а в поле **Falloff** (Раскрытие конуса) — угол полного светового конуса. Максимальное значение углов равно 160° . По умолчанию эти углы равны 44° и 45° соответственно.
5. Задать интенсивность прожектора, введя ее значение в поле **Intensity** (Интенсивность) или воспользовавшись бегунком.

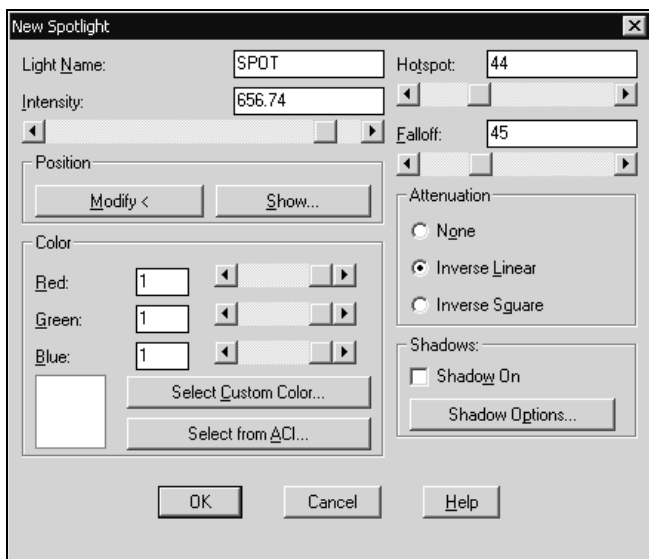


Рис. 10.17. Диалоговое окно **New Spotlight**

6. С помощью переключателя **Attenuation** (Спад) выбрать способ затухания интенсивности источника:
 - **None** (Нет): эффект затухания света не проявляется и все объекты освещаются одинаково вне зависимости от расстояния до прожектора;
 - **Inverse Linear** (Линейная инверсия): устанавливается освещенность, обратно пропорциональная расстоянию от прожектора до объекта;
 - **Inverse Square** (Квадратичная инверсия): устанавливается освещенность, обратно пропорциональная квадрату расстояния от прожектора до объекта.
7. В группе **Position** (Положение) нажать кнопку **Modify** (Изменить) для задания из командной строки координат точки на объекте и координат самого источника. Текущее расположение источника можно увидеть, если нажать рядом расположенную кнопку **Show** (Показать).
8. Выйти из диалоговых окон, последовательно нажимая кнопку **OK**.

Алгоритм 10.15. Создание точечного источника света

Точечный источник света имитирует освещение от электрической лампочки. Свет распространяется из одной точки по лучам во всех направлениях с интенсивностью, пропорциональной расстоянию до места расположения источника.

1. Выбрать в меню **View | Render | Lights** (Вид | Тонирование | Свет) или нажать кнопку **Lights** (Источники света) на панели инструментов **Render** (Тонирование).

2. В диалоговом окне **Lights** (Источники света) выбрать из выпадающего списка **Point Light** (Точечный) и нажать кнопку **New** (Новый).
3. В диалоговом окне **New Point Light** (Новый точечный источник) (рис. 10.18) присвоить источнику имя (не более восьми символов), задать его цвет, воспользовавшись одним из трех предлагаемых способов.
4. Задать интенсивность точечного источника, введя ее значение в поле **Intensity** (Интенсивность) или воспользовавшись бегунком.
5. С помощью переключателя **Attenuation** (Спад) выбрать способ затухания интенсивности источника.
6. В группе **Position** (Положение) нажать кнопку **Modify** (Изменить) для задания из командной строки координат источника. При этом удобно воспользоваться объектными привязками или координатными фильтрами. Текущее расположение источника можно увидеть, если нажать рядом расположенную кнопку **Show** (Показать).
7. Выйти из диалоговых окон, нажимая последовательно кнопку **OK**.

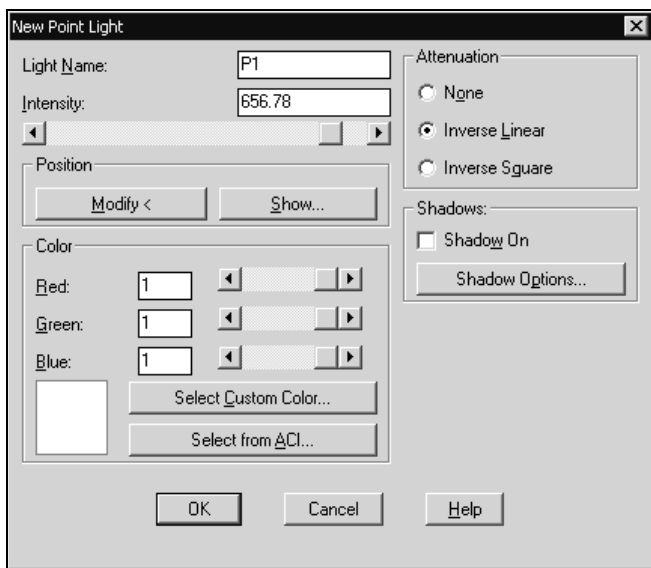


Рис. 10.18. Диалоговое окно **New Point Light**

Алгоритм 10.16. Удаление и изменение источников света

Можно изменять любые свойства существующего в рисунке источника света за исключением его типа.

1. Выбрать в меню **View | Render | Lights** (Вид | Тонирование | Свет) или нажать кнопку **Lights** (Источники света) на панели инструментов **Render** (Тонирование).

2. В диалоговом окне **Lights** (Источники света) выбрать из списка **Lights** (Источники) редактируемый источник света.
3. Для удаления источника света нажать кнопку **Delete** (Удалить), а для редактирования — **Modify** (Изменить).
4. В диалоговом окне **Modify Light** (Изменение источника света) установить новые значения параметров источника, а затем нажать кнопку **ОК**.

Алгоритм 10.17. Настройка источников света с тенями

Моделирование теней существенно увеличивает время тонирования, но и реалистичность изображения становится намного выше. Для создания теней при тонировании необходимо включить соответствующие опции в диалоговом окне тонирования **Render** (Тонирование) (см. алгоритм 10.24) и в диалоговом окне **New Point Light** (Новый точечный источник) (рис. 10.18). Можно имитировать тени трех видов:

- ❑ объемные тени, генерируемые при фотореалистичном тонировании и методе трассировки луча. Тень формируется на основании объема, занимаемого тенью объекта. В этом случае получаются контрастные края с приблизительными контурами, цвет прозрачных и полупрозрачных объектов оказывает влияние на отбрасываемые ими тени;
- ❑ карты теней, генерируемые при фотореалистичном тонировании и методе трассировки луча. Не поддерживаются цветовые эффекты, связанные с прохождением света через прозрачные и полупрозрачные объекты. Однако можно моделировать тени с мягкими границами;
- ❑ тени трассировки луча, генерируемые только алгоритмом трассировки луча, исходящего от источника света, имеют резкие кромки, на них оказывает влияние цвет отбрасывающего тень объекта.

Для моделирования и настройки параметров теней необходимо выполнить следующую последовательность действий.

1. Выбрать в меню **View | Render | Preferences** (Вид | Тонирование | Настройка) или нажать кнопку **Lights** (Источники света) на панели инструментов **Render** (Тонирование).
2. В диалоговом окне **Rendering Preferences** (Режимы тонирования) из выпадающего списка **Rendering Type** (Тип тонирования) выбрать **Photo Real** (Фотореалистичное) или **Photo Raytrace** (Трассировка луча).
3. В группе **Rendering Options** (Параметры тонирования) установить флажок **Shadows** (С тенями).
4. Нажать кнопку **ОК** для выхода из диалогового окна.
5. Выбрать в меню **View | Render | Lights** (Вид | Тонирование | Свет) или нажать кнопку **Lights** (Источники света) на панели инструментов **Render** (Тонирование).

6. В диалоговом окне **Lights** (Источники света) из выпадающего списка выбрать тип источника, а затем нажать кнопку **New** (Новый).
7. В диалоговом окне описания нового источника света ввести его имя.
8. В группе **Shadows** (Тени) установить флажок **Shadows On** (Включить), а затем нажать кнопку **Shadow Options** (Параметры теней).
9. В диалоговом окне **Shadow Options** (Параметры теней) (рис. 10.19) выбрать и настроить алгоритм моделирования теней одним из следующих способов:
 - установить флажок **Shadow Volumes / Ray Traced Shadow** (Объемные тени / Тени трассировки луча) для создания объемных теней в режиме тонирования **Photo Real** (Фотореалистичное) и теней по траектории в режиме **Photo Raytrace** (Трассировка луча);
 - снять флажок **Shadow Volumes / Ray Traced Shadow** (Объемные тени / Тени трассировки луча), а затем установить размер карты теней **Shadow Map Size** (Размер карты теней) (в пределах от 64 до 4096 пикселей) и мягкость тени **Shadow Softness** (Мягкость теней) — число переходных пикселей между тенью и изображением, которое изменяется от 1 до 10 пикселей. После настройки карты теней временно вернуться к чертежу, нажав кнопку **Shadow Bounding Objects** (Тени от ограничивающего объект параллелепипеда), и выбрать объекты, которые определяют параллелепипед для обрезания карты теней.
10. Закрыть все диалоговые окна, последовательно нажимая кнопку **OK**.

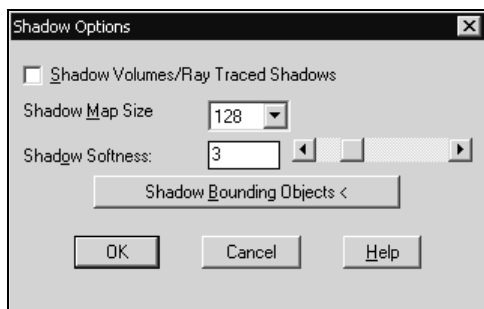


Рис. 10.19. Диалоговое окно **Shadow Options**

10.5. Тонирование и сцены

Сцена представляет собой комбинацию одного из именованных видов модели с установленным в него одним или несколькими источниками света. Ее удобно использовать для создания одного и того же изображения, но с различными источниками освещения или различных видов одной и той

же модели с источниками освещения. Сцена может содержать до 500 источников света.

Алгоритм 10.18. Создание новой сцены

1. Выбрать в меню **View | Render | Scene** (Вид | Тонирование | Сцены) или нажать кнопку **Scenes** (Сцены) на панели инструментов **Render** (Тонирование).
2. В диалоговом окне **Scenes** (Сцены) (рис. 10.20) нажать кнопку **New** (Новый).

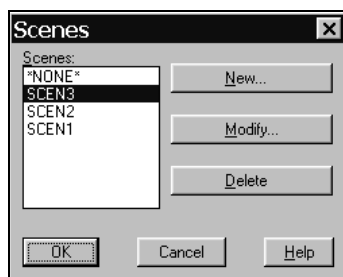


Рис. 10.20. Диалоговое окно **Scenes**

3. В диалоговом окне **New Scene** (Новая сцена) (рис. 10.21) ввести имя сцены, не превышающее восьми символов.

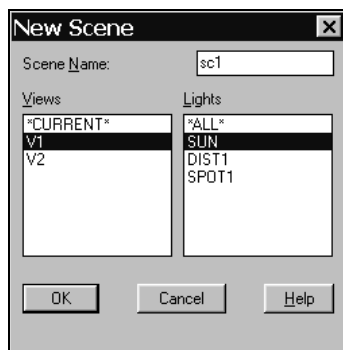


Рис. 10.21. Диалоговое окно **New Scene**

4. Выбрать и отметить в списке **Views** (Виды) именованный или текущий (**CURRENT** (Текущий)) вид.
5. Выбрать из списка **Lights** (Источники) один или несколько источников света (в последнем случае следует удерживать клавишу <Ctrl> при создании набора источников).
6. Для выхода из диалоговых окон нажимать кнопку **OK**.

Алгоритм 10.19. Удаление и редактирование сцен

При редактировании сцены можно изменить ее имя, связанный с ней вид или источник света.

1. Выбрать в меню **View | Render | Scene** (Вид | Тонирование | Сцены) или нажать кнопку **Scenes** (Сцены) на панели инструментов **Render** (Тонирование).
2. В диалоговом окне **Scenes** (Сцены) (см. рис. 10.20) выбрать сцену из списка.
3. Для удаления сцены нажать кнопку **Delete** (Удалить) и подтвердить удаление.
4. Для редактирования сцены нажать **Modify** (Редактировать).
5. В диалоговом окне **Modify Scene** (Изменение сцены) выполнить необходимые изменения.
6. Выйти из диалогового окна, нажав кнопку **OK**.

10.6. Использование ландшафтов

Программа содержит библиотеку плоских изображений деревьев, кустов, людей и некоторых других деталей ландшафтов, которые могут вставляться в рисунок специальным способом, создавая иллюзию объемного изображения.

Алгоритм 10.20. Внедрение элементов ландшафта в рисунок

1. Подключить нужную библиотеку элементов ландшафта:
 - выбрать в меню **View | Render | Landscape Library** (Вид | Тонирование | Библиотека ландшафтов) или нажать кнопку **Landscape Library** (Библиотека ландшафтов) на панели инструментов **Render** (Тонирование);
 - в диалоговом окне **Landscape Library** (Библиотека ландшафтов) (рис. 10.22) нажать кнопку **Open** (Открыть);
 - в диалоговом окне **Open Landscape Library** (Открытие библиотеки ландшафтов) найти нужный файл с расширением **LLI**, отметить его и нажать кнопку **Open** (Открыть);
 - выйти из диалогового окна, нажав кнопку **OK**.
2. Выбрать в меню **View | Render | Landscape New** (Вид | Тонирование | Новый ландшафт) или нажать кнопку **Landscape New** (Новый ландшафт) на панели инструментов **Render** (Тонирование).
3. В диалоговом окне **Landscape New** (Новый ландшафт) (рис. 10.23) выбрать в списке **Library** (Библиотека) нужный объект, а затем нажать кнопку **Preview** (Просмотр) для просмотра выбранного варианта.



Рис. 10.22. Диалоговое окно **Landscape Library**



Рис. 10.23. Диалоговое окно внедрения элементов ландшафта

4. Задать высоту объекта, используя полосу прокрутки или введя число непосредственно в поле редактирования **Height** (Высота).
5. Временно выйти в графическую зону чертежа для задания точки вставки элемента ландшафта, нажав кнопку **Position** (Положение).
6. Установить флажок **View Aligned** (Параллельно виду) для разворота плоского объекта перпендикулярно лучу зрения, чтобы его нельзя было увидеть сбоку.
7. Для придания плоскому объекту объемного вида установить переключатель **Geometry** (Геометрия) в положение **Crossing Faces** (Пересекающиеся грани), что позволяет вывести два взаимно перпендикулярных врезающихся друг в друга изображения.
8. Нажать кнопку **OK** для выхода из диалогового окна. Вставленный объект появится на рисунке в виде треугольника или прямоугольника с текстовой

меткой, отражающей его содержание. Полное изображение объекта появляется после тонирования рисунка.

Алгоритм 10.21. Редактирование элементов ландшафта

1. Выбрать в меню **View | Render | Landscape Edit** (Вид | Тонирование | Редактировать ландшафт) или нажать кнопку **Landscape Edit** (Редактировать ландшафт) на панели инструментов **Render** (Тонирование).
2. На запрос в командной строке выбрать мышью на чертеже редактируемый элемент ландшафта.
3. В появившемся диалоговом окне **Landscape Edit** (Редактирование ландшафта), которое аналогично диалоговому окну, изображенному на рис. 10.23, сделать необходимые изменения.
4. Нажать кнопку **ОК** для завершения редактирования и выхода из диалогового окна.

10.7. Завершающая стадия тонирования

После присвоения материалов, создания источников света и сцен можно приступить к окончательному тонированию. Для предварительной установки параметров тонирования можно сначала вызвать диалоговое окно **Render Preferences** (Параметры тонирования). Эти же параметры можно установить и непосредственно в диалоговом окне **Render** (Тонирование) перед началом тонирования.

При первом вводе любой команды тонирования автоматически загружается модуль тонирования, который можно выгрузить позже еще до окончания сеанса работы с программой. Процесс тонирования можно прервать, нажав клавишу <Esc>.

Алгоритм 10.22. Выгрузка модуля тонирования из командной строки

1. Вызвать из командной строки команду **ARX**.
2. Ввести в командной строке опцию команды **Unload** (Выгрузить) и нажать клавишу <Enter>.
3. Ввести имя выгружаемого приложения (**acRENDER**) и нажать клавишу <Enter>.

Алгоритм 10.23. Выгрузка модуля тонирования с помощью меню

1. Выбрать в меню **Tools | Load Applications** (Сервис | Приложения).
2. В диалоговом окне **Load / Unload Applications** (Загрузка / Выгрузка приложений) выбрать ярлык **Loaded Applications** (Загруженные приложения) (рис. 10.24).

3. Найти в списке имя файла **acRender.arx** и нажать кнопку **Unload** (Выгрузить).
4. Для выхода из диалогового окна нажать кнопку **Close** (Заккрыть).

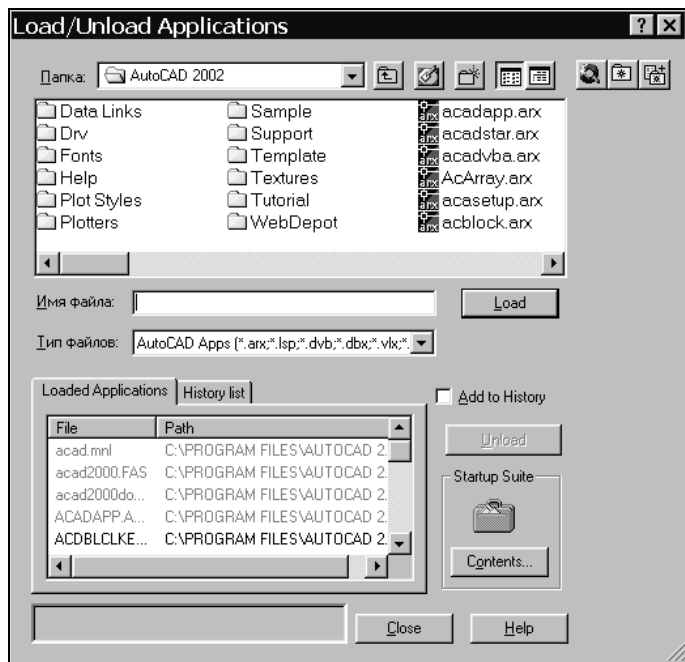


Рис. 10.24. Диалоговое окно **Load / Unload Applications**

Алгоритм 10.24. Тонирование модели

1. Выбрать в меню **View | Render | Render** (Вид | Тонирование | Тонировать).
2. В диалоговом окне **Render** (Тонирование) (рис. 10.25) в поле **Rendering Type** (Тип тонирования) выбрать из выпадающего списка один из трех возможных способов тонирования:
 - **Render** (Упрощенное) — основной способ тонирования в AutoCAD;
 - **Photo Real** (Фотореалистичное) — тонирование с отображением расфазированных и прозрачных материалов, а также с улучшенным отображением теней;
 - **Photo Raytrace** (Трассировка луча) — тонирование с учетом эффектов отражения, преломления и более точного построения теней.
3. В списке **Scenes to Render** (Сцены для тонирования) выбрать сцену.

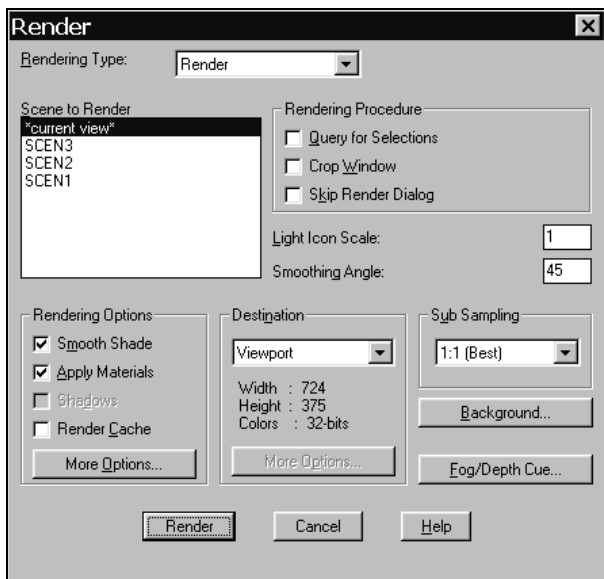


Рис. 10.25. Диалоговое окно **Render**

4. В группе **Rendering Procedure** (Процедура тонирования) установить какой-либо из следующих флажков:
 - **Query for Selection** (Выбирать объекты): перед тонированием выводится запрос на выбор объектов, которые будут тонироваться;
 - **Crop Window** (Задать область тонирования): для выбора области тонирования с помощью прямоугольной рамки;
 - **Skip Render Dialog** (Без диалога): при следующем обращении к окну тонирования оно не выводится и тонирование начинается сразу же.
5. В поле редактирования **Light Icon Scale** (Масштаб символа источника) установить коэффициент масштабирования рисунка.
6. В поле редактирования **Smoothing Angle** (Угол сглаживания) ввести максимальный угол между соприкасающимися гранями, меньше которого происходит сглаживание ребра между ними.
7. В группе **Rendering Options** (Параметры тонирования) при необходимости установить флажки около текста:
 - **Smooth Shade** (Плавное) — для сглаживания краев многоугольных граней;
 - **Apply Materials** (С материалами) — для использования привязанных к объектам материалов;
 - **Shadows** (С тенями) — для формирования теней;

- **Render Cache** (Кэширование) — для сохранения информации о тонировании в файле с целью последующего использования при тонировании.
8. Нажать кнопку **More Options** (Дополнительно) и в появившемся диалоговом окне **Render Options** (Режимы тонирования) (рис. 10.26) задать опцию качества тонирования, установив переключатель **Render Quality** (Качество) в положение **Gouraud** (Гуро) или **Phong** (Фонг). Тонирование по Фонгу обеспечивает высокое качество, но требует большего времени для тонирования, чем тонирование по Гуро.

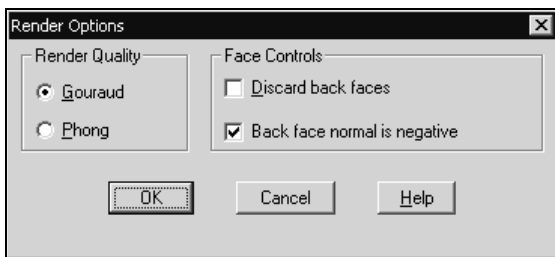


Рис. 10.26. Диалоговое окно **Render Options**

9. В группе **Destination** (Вывод) диалогового окна **Render** (Тонирование) выбрать из выпадающего списка место вывода результатов тонирования:
- **Viewport** (Видовой экран) — в активный видовой экран;
 - **Render Window** (Окно) — в специальное окно тонирования;
 - **File** (Файл) — в файл с задаваемым именем.
10. В группе **Sub Sampling** (Проба) при помощи выпадающего списка установить относительное количество тонируемых пикселей.
11. При необходимости настроить фон и его затемнение, нажав кнопки **Background** (Фон) и **Fog / Depth Cue** (Туман / Затемнение).
12. Нажать кнопку **Render** (Тонирование) для запуска процесса тонирования модели.

Алгоритм 10.25. Установка фона для тонирования

Создание тонированного изображения выполняется на фоне, цвет которого совпадает с цветом окна AutoCAD или задается при настройке параметров тонирования.

1. Выбрать в меню **View | Render | Preferences** (Вид | Тонирование | Настройка).
2. В диалоговом окне **Render Preferences** (Режимы тонирования) нажать кнопку **Background** (Фон).

3. В диалоговом окне **Background** (Фон) (рис. 10.27) выбрать один из четырех типов фона (одно из четырех положений переключателя в верхней части окна):
- **Solid** (Сплошной): в качестве фона используется сплошная заливка одним цветом, который устанавливается теми же способами, что и для источников света и материалов;
 - **Gradient** (Переход): фон содержит до трех цветов, плавно переходящих друг в друга. Сначала при помощи движков устанавливаются **Top** (Верхний), **Middle** (Средний) и **Bottom** (Нижний) цвета, а затем в поле **Horizon** (Горизонт) устанавливается центр перехода, в поле **Height** (Высота) параметр, определяющий в процентном отношении начало второго цвета. Для поворота фона используется поле **Rotation** (Поворот);
 - **Image** (Изображение): в качестве фона используется растровый файл, который загружается из поля **Image** (Изображение);
 - **Merge** (Слияние) позволяет комбинировать результаты тонирования с текущим изображением на экране. В группе **Environment** (Среда) можно выбрать файл для создания эффектов отражения, накладываемого на сферу, окружающую сцену.
4. Закрыть диалоговые окна, нажимая кнопку **ОК**.

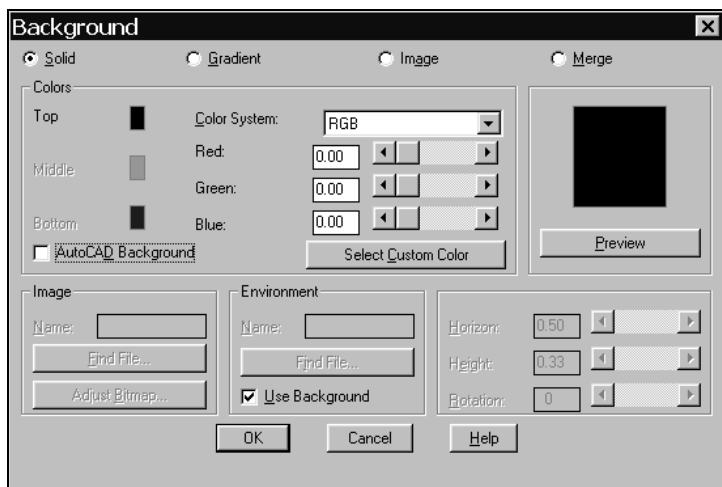


Рис. 10.27. Диалоговое окно **Background**

10.8. Запись и чтение тонируемых изображений

Растровое изображение, полученное после тонирования, удобно сохранить в файле для последующего использования. Для его сохранения можно воспользоваться следующими способами:

- ☐ результаты тонирования сразу же вывести в файл, минуя экран;
- ☐ записать в файл изображение, полученное на экране;
- ☐ записать в файл изображение, выведенное в окно тонирования.

Алгоритм 10.26. Тонирование с записью в файл

Достоинство этого способа создания файла в том, что тонирование может быть проведено с разрешением, превышающим разрешение применяемого монитора. Растровый файл тонированного изображения может иметь расширение BMP, PCX, PostScript файл с расширением EPS, TGA или TIFF. На экран изображение в этом случае не выводится.

1. Выбрать в меню **View | Render | Render** (Вид | Тонирование | Тонировать).
2. В группе **Destination** (Вывод) выбрать из выпадающего списка **File** (Файл).
3. Для задания характеристик сохраняемого файла нажать кнопку **More Options** (Дополнительно).
4. В диалоговом окне **File Output Configuration** (Параметры вывода в файл) (рис. 10.28) установить требуемое расширение файла и значения опций. Нажать кнопку **OK** для выхода из окна и возврата в диалоговое окно **Render** (Тонирование).

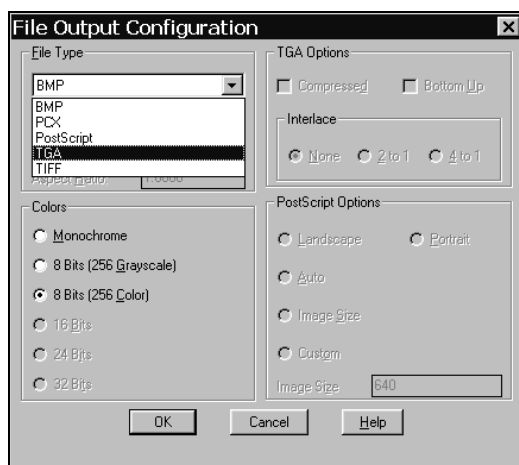


Рис. 10.28. Диалоговое окно **File Output Configuration**

5. В диалоговом окне **Render** (Тонирование) нажать кнопку **Render** (Тонирование).
6. В появившемся диалоговом окне **Rendering File** (Файл тонирования) (рис. 10.29) ввести имя файла, указать папку, в которую он будет записываться, а затем нажать кнопку **ОК** для запуска тонирования.

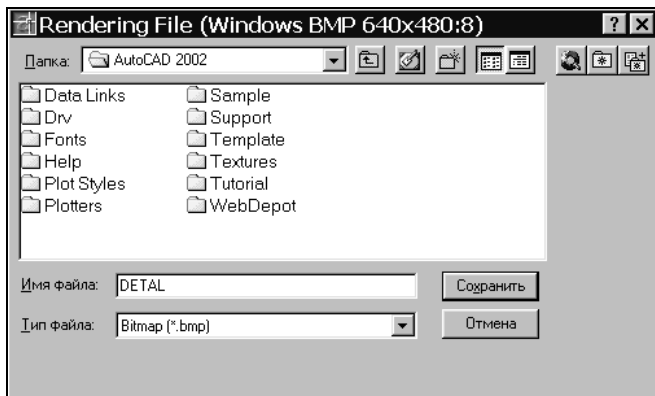


Рис. 10.29. Диалоговое окно **Rendering File**

Алгоритм 10.27. Тонирование с записью изображения из видового экрана

Тонированное изображение, полученное на видовом экране, можно сохранить в файле с расширением: BMP, TGA или TIFF.

1. Выбрать в меню **View | Render | Render** (Вид | Тонирование | Тонировать).
2. В группе **Destination** (Вывод) выбрать из выпадающего списка **Viewport** (Видеоэкран), чтобы вывести тонированное изображение в графическую зону программы.
3. Выполнить тонирование модели, нажав кнопку **Render** (Тонирование). На экране появится тонированное изображение.
4. Выбрать в меню **Tools | Display Image | Save** (Сервис | Изображение | Сохранить).
5. В диалоговом окне **Save Image** (Сохранение изображения) (рис. 10.30) с помощью переключателя **Format** (Формат) выбрать формат файла BMP, TGA или TIFF.
6. В группе **Portion** (Размер) задать размер сохраняемой области (по умолчанию весь экран), вводя ее размеры **Size** (Размер) и смещения **Offset** (Смещение) по осям X и Y в соответствующие поля редактирования.
7. После нажатия кнопки **ОК** появится диалоговое окно сохранения изображения **Image File** (Файл изображения), аналогичное окну на

рис. 10.29, в котором следует задать имя файла и указать папку, в которую он должен быть сохранен.

8. Для завершения сохранения файла нажать кнопку **Save** (Сохранить).

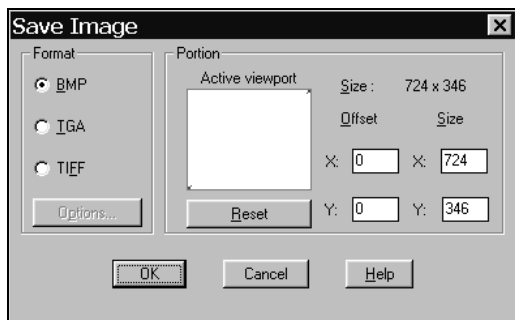


Рис. 10.30. Диалоговое окно **Save Image**

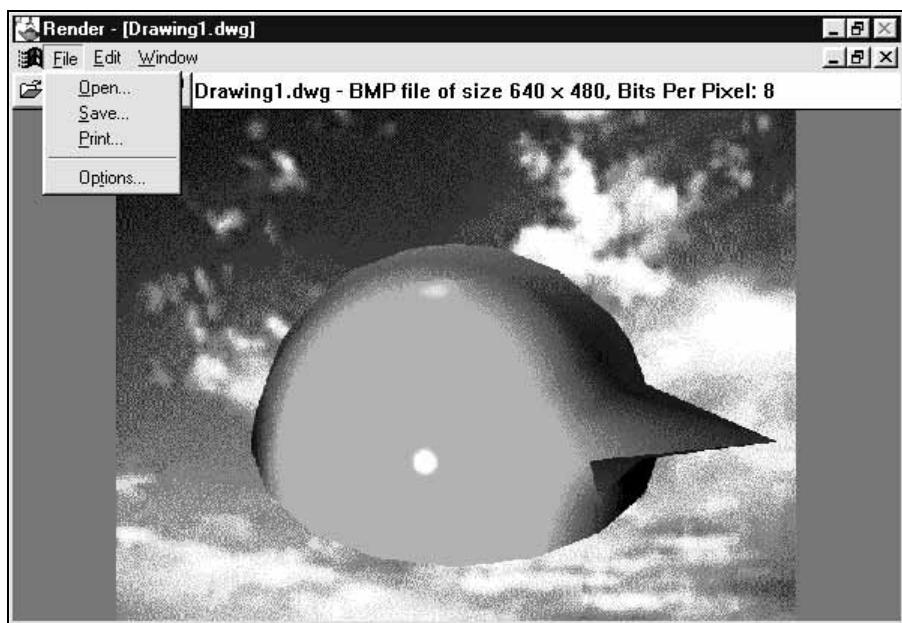


Рис. 10.31. Окно **Render** для работы с тонированными изображениями

Алгоритм 10.28. Запись изображения из окна **Render**

Тонированное изображение, полученное в окне **Render** (Тонирование) можно сохранить в файле растрового формата BMP.

1. Выбрать в меню **View | Render | Render** (Вид | Тонирование | Тонировать).

2. В группе **Destination** (Вывод) выбрать из выпадающего списка **Render Window** (Окно), чтобы вывести-tonированное изображение в специальное окно для вывода-tonированных изображений.
3. Выполнить-tonирование модели, нажав кнопку **Render** (Тонирование). Появится окно **Render** с-tonированным изображением (рис. 10.31).
4. Выбрать в меню **File | Save** (Файл | Сохранить), а затем в появившемся диалоговом окне **Save BMP** (Сохранение BMP-файла) ввести имя файла и указать папку, в которую его следует записать.
5. Нажать кнопку **OK** для завершения сохранения файла.

Алгоритм 10.29. Считывание-tonированного изображения из файла на экран монитора

Тонированное изображение с расширением BMP, TGA или TIFF можно в любой момент воспроизвести на экране монитора, а файлы с расширением BMP, кроме того, можно открыть в окне-tonирования.

1. Выбрать в меню **Tools | Display Image | View** (Сервис | Изображение | Показать).
2. В диалоговом окне **Replay** (Просмотр) выбрать формат файла: BMP, TGA или TIFF в поле **Type** (Тип файла) и найти папку, в которой он находится, отметить его и нажать кнопку **Open** (Открыть).
3. В диалоговом окне **Image Specifications** (Параметры изображения) (рис. 10.32) принять предлагаемый по умолчанию полный размер экрана или указать размеры и смещение изображения по осям X и Y.
4. Для завершения вывода файла на экран монитора нажать кнопку **OK** в этом диалоговом окне

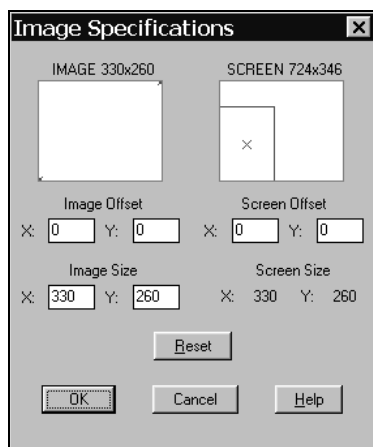


Рис. 10.32. Диалоговое окно **Image Specifications**

10.9. Печать тонированных изображений

Тонированные изображения можно вывести на печать следующими способами:

- ☐ из окна **Render**;
- ☐ из видового экрана;
- ☐ распечаткой файлов при помощи любой графической программы.

Алгоритм 10.30. Печать тонированного изображения из окна **Render**

Из окна тонированных изображений **Render** можно печатать только растровые файлы, имеющие расширение **BMP**.

1. В окне **Render** с выведенным в него тонированным изображением выбрать в меню команду **File | Print** (Файл | Печать).
2. В диалоговом окне **Print** (Печать) выполнить следующие подготовительные операции для подготовки изображения к печати:
 - установить указатель курсора на изображении и, нажав левую кнопку мыши, перемещать его по поверхности стандартного листа принтера, установленного по умолчанию;
 - растягивать и сжимать изображение в пределах листа, зацепляя курсором прямоугольные маркеры, находящиеся на его границах;
 - задать число листов, печатаемых принтером, на которых будет распечатываться изображение, воспользовавшись скользящими шкалами **Down** (Листов по горизонтали) и **Across** (Листов по вертикали);
 - ввести в поле **Copies** (Копии) количество копий изображения.
3. Нажать кнопку **ОК** для печати изображения с заданными настройками.

Алгоритм 10.31. Печать изображения с видового экрана

1. Сохранить тонированное изображение в файле формата **BMP**, **TGA** или **TIFF**, выбрав в меню **Tools | Display Image | Save** (Сервис | Изображение | Сохранить).
2. Создать новый файл с помощью меню **File | New** (Файл | Новый).
3. Вставить сохраненное изображение в новый файл, выбрав в меню **Insert | Raster Image** (Вставка | Растровое изображение).
4. Вывести на печать созданный файл с помощью меню **File | Plot** (Файл | Печать). После появления диалогового окна **Print** (Печать) (рис. 10.33) настроить в нем расположение изображения на печатаемом листе бумаги и нажать клавишу <Enter>.

Тонированное изображение, сохраненное в файле с расширением BMP, можно также открыть в окне **Render**, а затем вывести его на печать.

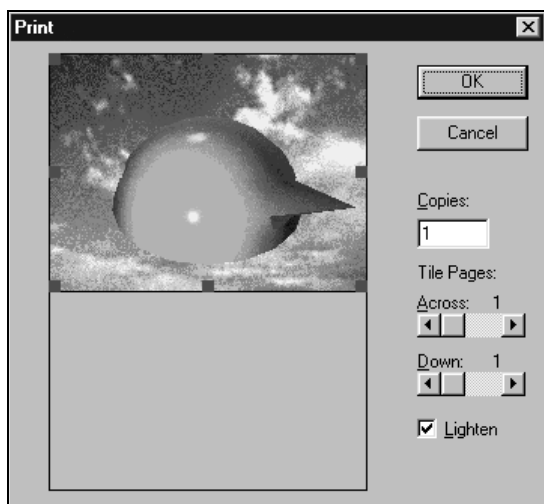


Рис. 10.33. Диалоговое окно **Print**

10.10. Панель инструментов и команды тонирования изображений

Подготовка модели для тонирования требует многократного повторения одних и тех же настроечных действий, поэтому в этом случае удобно пользоваться панелью инструментов **Render** (Тонирование) (рис. 10.34).



Рис. 10.34. Панель инструментов **Render**

Нажатие кнопок на этой панели приводит к выполнению следующих операций, связанных с настройкой и выполнением тонирования:

1. **Hide** (Скрыть линии) — регенерация модели с подавлением скрытых линий;
2. **Render** (Тонировать) — создание реалистичного тонированного изображения трехмерной каркасной или твердотельной модели;
3. **Scenes** (Сцены) — управление сценами в пространстве модели;
4. **Lights** (Источники света) — управление источниками света;
5. **Materials** (Материалы) — управление материалами для тонирования;

6. **Materials Library** (Библиотека материалов) — импорт материалов из библиотек и экспорт их в библиотеки;
7. **Mapping** (Наложить текстуру) — наложение текстур на поверхности объектов;
8. **Background** (Фон) — задание фона для сцен;
9. **Fog** (Туман) — управление туманом и затемнением объектов для визуального представления удаленных расстояний;
10. **Landscape New** (Новый ландшафт) — вставка в рисунки реалистичных элементов ландшафта (изображений деревьев, кустов и т. п.);
11. **Landscape Edit** (Редактирование ландшафта) — редактирование объектов ландшафта;
12. **Landscape Library** (Библиотека ландшафтов) — управление библиотеками объектов ландшафта;
13. **Render Preferences** (Режимы тонирования) — задание режимов тонирования;
14. **Statistics** (Статистика) — получение статистических данных по тонированию.

Ниже в таблице приводятся также команды, используемые при подготовке и выполнении тонирования трехмерных моделей (табл. 10.2). В левом столбце содержится список самих команд, а в правом описываются операции, реализуемые этими командами.

Таблица 10.2. Основные команды, используемые при тонировании

№	Команда	Назначение команды
1	ARX	Загружает и выгружает ObjectARX-приложения и выдает справочную информацию о них
2	BACKGROUND (ФОН)	Определяет фон сцены, используемой при тонировании (View Render Background (Вид Тонирование Фон))
3	FOG (ТУМАН)	Настраивает параметры атмосферы, используемой при тонировании (View Render Fog (Вид Тонирование Туман))
4	LIGHT (СВЕТ)	Используется для настройки и установки источников света при тонировании изображений командой RENDER (ТОНИРОВАТЬ) (View Render Light (Вид Тонирование Свет))
5	LSEDT (ЛАНДРЕД)	Используется для редактирования элементов ландшафта (View Render Landscape Edit (Вид Тонирование Редактировать ландшафт))

Таблица 10.2 (окончание)

№	Команда	Назначение команды
6	LSLIB (ЛАНДБИВ)	Открывает библиотеку элементов ландшафта (View Render Landscape Library (Вид Тонирование Библиотека ландшафтов))
7	LSNEW (ЛАНДНОВЫЙ)	Используется для создания новых элементов ландшафта (View Render Landscape New (Вид Тонирование Новый ландшафт))
8	MATLIB (БИМАТ)	Экспортирует материалы из библиотеки и импортирует в нее новые материалы (View Render Material Library (Вид Тонирование Библиотека материалов))
9	RENDER (ТОНИРОВАТЬ)	Используется для создания реалистичного тонированного изображения трехмерной каркасной или твердотельной модели (View Render Render (Вид Тонирование Тонировать))
10	RMAT (МАТЕРИАЛ)	Запускает менеджер материалов, используемых при тонировании (View Render Materials (Вид Тонирование Материалы))
11	RPREF (РЕЖИМТОН)	Используется для установки параметров тонирования (View Render Preferences (Вид Тонирование Настройка))
12	SAVEIMG (СОХРИЗОВ)	Сохраняет тонированное изображение в файле растрового формата (Tools Display Image Save (Сервис Изображение Сохранить))
13	SCENE (СЦЕНА)	Служит для управления сценами в пространстве модели, которые используются во время тонирования (View Render Scene (Вид Тонирование Сцены))
14	SETUV (НАЛТЕК)	Определяет карту текстур для выбранных объектов (View Render Mapping (Вид Тонирование Наложить текстуру))
15	SHOWMAT (ПОКМАТ)	Показывает тип материала для выбранного объекта
16	STATS (СТАТ)	Выводит статистику тонирования (View Render Statistics (Вид Тонирование Статистика))
17	3DSIN (ИМПОРТЗДС)	Вставляет в текущий чертеж файлы 3D Studio, включая геометрию и данные для тонирования, такие как материалы, карты текстур, источники света и камеры (Insert 3D studio (Вставка 3D Studio))
18	3DSOUT (ЭКСПОРТЗВС)	Экспортирует чертеж в формате 3D Studio

10.11. Упражнение на тонирование модели интерьера

В этом упражнении один из именованных видов, созданных в упражнении предыдущей главы, тонируется для создания фотореалистичного изображения (рис. 10.35). Для выполнения упражнения необходим любой растровый файл с изображением неба, который используется в качестве фона, видимого в окнах помещения.

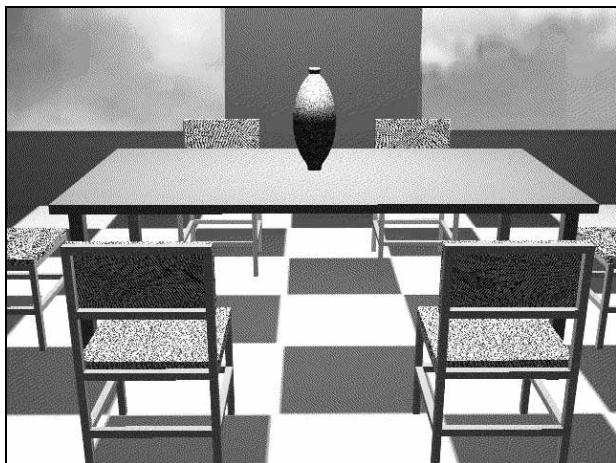


Рис. 10.35. Элементы интерьера помещения после тонирования изображения

Шаг 1. Загрузка именованного вида

1. Выбрать в меню **File | Open** (Файл | Открыть) или нажать кнопку **Open** (Открыть) на стандартной панели инструментов.
2. В диалоговом окне **Select File** (Выбор файла) найти файл Interior.dwg, в котором создан именованный вид, и открыть его.
3. Установить именованный вид **STOL**, созданный в этом чертеже.

Шаг 2. Установка источников света

1. Вывести на экран панель инструментов **Render** (Тонирование).
2. Вызвать диалоговое окно **Lights** (Источники света) и задать в нем интенсивность рассеянного источника света, равную 0.5.
3. Создать точечный источник света **Point light** (Точечный источник) с интенсивностью 1500 под именем **P1**. Координаты источника задать при помощи координатных фильтров, указав мышью вблизи середины стола, а затем введя в командной строке значение $Z = 2500$.

Шаг 3. Присвоение материалов

1. Вызвать диалоговое окно **Materials** (Материалы).
2. Нажать кнопку **Materials Library** (Библиотека материалов).
3. В диалоговом окне **Materials Library** (Библиотека материалов) загрузить в чертеж материалы (материалы находятся в библиотеке `gender.mli`, которая загружается при полной установке программы):
 - **BEIGE MATTE** — для стола;
 - **CREAM PLASTIC** — для стульев;
 - **CROSSHATCH PATRN** — для вазы;
 - **GREEN PLASTIC** — для стен;
 - **CHECKER TEXTURE** — для пола;
 - **BEIGE PATTERN** — для спинок и сидений стульев.
4. Нажать кнопку **ОК** для выхода в диалоговое окно **Materials** (Материалы), в котором присвоить материалы перечисленным выше объектам, кроме спинок и сидений стульев.
5. Выйти из диалогового окна, а затем разделить стулья на составные объекты, воспользовавшись командой **EXPLODE** (РАСЧЛЕНИТЬ).
6. Вызвать диалоговое окно **Materials** (Материалы) и присвоить материалы сиденьям и спинкам стульев.

Шаг 4. Тонирование изображения

1. Вызвать диалоговое окно тонирования объектов **Render** (Тонирование).
2. В этом окне установить следующие параметры тонирования:
 - тип тонирования — **Photo Real** (Фотореалистический);
 - с использованием материалов — **Apply Materials** (С материалами);
 - вывод результатов тонирования в окно — **Render Window** (Окно);
 - установить фон, воспользовавшись растровым файлом, в котором содержится фотография неба.
3. Выполнить тонирование изображения с установленными параметрами.
4. Сохранить полученное изображение (см. рис. 10.35) в файле с расширением **BMP**.
5. Выйти из окна тонирования объектов в графическую зону программы.
6. Просмотреть полученное растровое изображение, выбрав в меню **Tools | Display Image | View** (Сервис | Изображение | Показать).

10.12. Упражнение на присвоение текстуры

В этом упражнении создается пространственная модель картины, состоящая из рамы, внутри которой на поверхности нарисовано фотореалистичное изображение (рис. 10.36). Для выполнения упражнения необходим растровый файл с изображением, которое используется для картины (здесь использовался тот же растровый файл, что и в предыдущем упражнении). В качестве дополнительного задания к упражнению предлагается разместить эту картину на стене помещения из предыдущего упражнения.



Рис. 10.36. Модель картины с фотореалистичным изображением

Шаг 1. Настройка чертежа

1. Установить границы чертежа: с координатами 0,0 для нижнего левого угла и 420,297 для верхнего правого.
2. Выбрать десятичные единицы измерения и установить их точность, равную 0.0.
3. Установить шаг сетки 10 по осям X и Y.
4. Вывести границы сетки в пределах видового экрана.

Шаг 2. Создание рамы и основания картины

1. Начертить прямоугольник длиной 225 и шириной 150.
2. Внутри построенного прямоугольника начертить второй прямоугольник размером 185 на 110 с левым углом, смещенным на 20 единиц в обоих направлениях относительно левого нижнего угла первого прямоугольника.
3. Выдавить прямоугольники на высоту 20 с нулевым углом сужения.
4. Вычесть полученный внутренний параллелепипед из наружного.
5. Выполнить фаску размером 10 на 10 на четырех внутренних ребрах полученной рамы.

6. Создать поверхность на внутренней границе построенной фаски, воспользовавшись командой **3DFACE (3-ГРАНЬ)**. На следующем шаге эта поверхность используется для размещения на ней растрового изображения в виде текстуры.

Шаг 3. Нанесение текстуры на поверхность

1. Запустить менеджер материалов, нажав кнопку **Materials** (Материалы) на панели инструментов **Render** (Тонирование). Установить материал **Standard** (Стандартный) и нажать кнопку **New** (Новый) для вызова диалогового окна создания нового материала.
2. В поле **Material Name** (Имя материала) диалогового окна **New Standard Material** (Новый стандартный материал) ввести имя **SKY** для нового материала.
3. Нажать кнопку **Find File** (Обзор) и в диалоговом окне **Bitmap file** (Файл изображения) найти нужный файл (на рис. 10.36 используется заранее подготовленный файл sky.jpg), отметить его и нажать кнопку **Open** (Открыть).
4. В диалоговом окне **New Standard Material** (Новый стандартный материал) нажать кнопку **Adjust Bitmap** (Размещение изображения) и в появившемся окне **Adjust Material Bitmap Placement** (Положение текстуры) настроить:
 - одиночный способ наложения;
 - нулевое смещение изображения относительно центра поверхности, на которую наносится текстура;
 - выбрать опцию **Fit To Object** (Вписать в объект);
 - просмотреть полученный результат в окне просмотра **Preview** (Просмотр).
5. Нажимая кнопку **OK**, вернуться в диалоговое окно **Materials** (Материалы) и с помощью кнопок **Attach** (Присоединить), **Detach** (Отсоединить) и **Select** (Выбрать) присвоить текстуру (растровый файл) поверхности основания картины.
6. Загрузить из библиотеки в рисунок материал **WOOD-WHITE ASH**, а затем присвоить его раме картины. После завершения настроек выйти в графическую зону программы, нажав кнопку **OK**.
7. Вызвать диалоговое окно настройки наложения текстуры, нажав на панели инструментов кнопку **Mapping** (Наложить текстуру), а затем выбрать поверхность, на которую будет наноситься текстура.
8. В диалоговом окне **Mapping** (Наложить текстуру) выбрать **Planar** (Плоское) проектирование текстуры на поверхность и нажать кнопку **Adjust coordinates** (Настройка координат).

9. В окне **Adjust Planar Coordinates** (Настройка прямоугольных координат) выбрать размещение **WCS XYPlane** (Плоскость XY МСК) для изображения на поверхности.
10. Вызвать диалоговое окно **Render** (Тонирование) и задать в нем следующие параметры:
 - установить флажок **Apply Materials** (С материалами);
 - выбрать из выпадающего списка **Photo real** (Фотореалистичное);
 - нажать кнопку **Render** (Тонирование) для запуска команды тонирования изображения.

Шаг 4. Сохранение изображения в растровом файле

1. Выбрать в меню **File | Export** (Файл | Экспорт).
2. В диалоговом окне **Export Data** (Экспорт данных) ввести имя файла *Kartina*, а в поле расширения выбрать *bmp*. Нажать кнопку **Save** (Сохранить).
3. Просмотреть полученное растровое изображение, выбрав в меню **Tools | Display Image | View** (Сервис | Изображение | Показать).

10.13. Упражнение на получение фотореалистичного изображения модели

В этом упражнении для получения фотореалистичного изображения используется модель архитектурного сооружения, полученная ранее при изучении поверхностных моделей в *разд. 3.4*. Дополнительно для выполнения упражнения необходимы растровые файлы для фона и поверхности земли.

Шаг 1. Загрузка исходного чертежа

1. Выбрать в меню **File | Open** (Файл | Открыть) или нажать кнопку **Open** (Открыть) на стандартной панели инструментов.
2. В диалоговом окне **Select File** (Выбор файла) найти файл *Besedka.dwg*, в котором сохранен чертеж архитектурного сооружения (см. рис. 3.19).
3. Установить вид сверху, уменьшить изображение с помощью меню **View | Zoom | Realtime** (Вид | Показать | В реальном времени), а затем построить вокруг него замкнутую полилинию из отрезков.
4. Сгладить полилинию для получения криволинейного контура будущей земной поверхности, а затем, выбрав в меню **Draw | Region** (Рисование | Область), создать область, ограниченную этим контуром.
5. Установить изометрический вид так, чтобы была видна только верхняя часть контура земной поверхности. При необходимости воспользоваться режимом **3D Orbit** (3М орбита).

Шаг 2. Создание удаленного источника света

1. Вызвать на экран панель инструментов **Render** (Тонирование).
2. Вызвать диалоговое окно **Lights** (Источники света) и задать интенсивность рассеянного источника света, равную 0.8.
3. Создать источник света **Distant Light** (Удаленный) с именем **SUN**:
 - выбрать в меню **View | Render | Lights** (Вид | Тонирование | Свет) или нажать кнопку **Lights** (Источники света) на панели инструментов **Render** (Тонирование);
 - в диалоговом окне **Lights** (Источники света) выбрать из выпадающего списка **Distant Light** (Удаленный) и нажать кнопку **New** (Новый);
 - в диалоговом окне **New Distant Light** (Новый удаленный источник света) присвоить источнику имя **SUN** в поле редактирования **Light Name** (Имя источника), задать его интенсивность, равную 1;
 - задать расположение источника, нажав кнопку **Sun Angle Calculator** (Положение солнца). После этого в окне **Sun Angle Calculator** (Положение солнца) задать дату, время и точное направление на север (по оси Y);
 - нажать кнопку **Geographic Location** (Географическое положение) и задать положение объекта на поверхности Земли: **Europa | Saint Petersburg** (Европа | Санкт Петербург Россия);
 - щелкнуть на кнопке **OK** в диалоговых окнах **Geographic Location** (Географическое положение), **Sun Angle Calculator** (Положение солнца), **New Distant Light** (Новый удаленный источник света), **Lights** (Источники света) и выйти в графическую зону программы с чертежом.

Шаг 3. Присвоение материалов

1. Вызвать диалоговое окно **Materials** (Материалы).
2. Нажав кнопку **Materials Library** (Библиотека материалов), вызвать диалоговое окно для загрузки в чертеж материалов.
3. Загрузить в чертеж материалы:
 - **BLUE MATTE** — для купола;
 - **YELLOW PLASTIC** — для сферы и конуса;
 - **GRANITE PEBBLES** — для колонн и ступенек с основанием.
4. Для текстуры создать материал **ZEMLA**, воспользовавшись растровым файлом.
5. Выйти в диалоговое окно **Materials** (Материалы), присвоить материалы перечисленным выше объектам и нанести текстуру на поверхность земли.

Шаг 4. Вставка элементов ландшафта

В чертеж необходимо вставить три элемента ландшафта, воспользовавшись стандартной библиотекой **render.Ili** программы. Вставка каждого из объектов выполняется следующим образом:

1. Выбрать в меню **View | Render | Landscape New** (Вид | Тонирование | Новый ландшафт) или нажать кнопку **Landscape New** (Новый ландшафт) на панели инструментов **Render** (Тонирование).
2. В диалоговом окне **Landscape New** (Новый ландшафт) выбирать из списка библиотеки **render.Ili** следующие объекты:
 - **Dawn Redwood**, задав высоту элемента ландшафта в поле **Height** (Высота), равную 100;
 - **Eastern Palm**, задав высоту, равную 100;
 - **People #2**, задав высоту, равную 60.
3. Нажать кнопку **Position** (Положение) и задать мышью на чертеже точку вставки элемента ландшафта.
4. Установить флажок **View Aligned** (Параллельно виду) для разворота плоского объекта перпендикулярно лучу зрения.
5. Для придания плоскому объекту объемного вида установить переключатель **Geometry** (Геометрия) в положение **Crossing Faces** (Пересекающиеся грани).
6. Нажать кнопку **ОК** для выхода из диалогового окна. Вставленный объект появится на рисунке в виде треугольника с текстовой меткой, отражающей его содержание.

Шаг 5. Создание сцены для тонирования

1. Выбрать в меню **View | Render | Scene** (Вид | Тонирование | Сцены) или нажать кнопку **Scenes** (Сцены) на панели инструментов **Render** (Тонирование).
2. В диалоговом окне **Scenes** (Сцены) нажать кнопку **New** (Новая).
3. В диалоговом окне **New Scene** (Новая сцена) ввести имя сцены **SCENA1**.
4. Выбрать в списке **Views** (Виды) текущий **CURRENT** (Текущий) вид.
5. Выбрать из списка **Lights** (Источники) источник света **SUN**.
6. Для выхода из диалоговых окон нажимать кнопку **ОК**.

Шаг 6. Тонирование изображения

1. Вызвать диалоговое окно тонирования объектов **Render** (Тонирование).
2. В этом окне установить следующие параметры тонирования:
 - тип тонирования — **Photo raytrace** (Трассировка луча);

- с использованием материалов — **Applay Materials** (С материалами);
 - вывод результатов тонирования в окно — **Render Window** (Окно);
 - установить фон, воспользовавшись растровым файлом;
 - выбрать сцену **SCENA1**.
3. Выполнить тонирование изображения с установленными параметрами.
 4. Сохранить полученное изображение (рис. 10.37) в файле с расширением BMP.

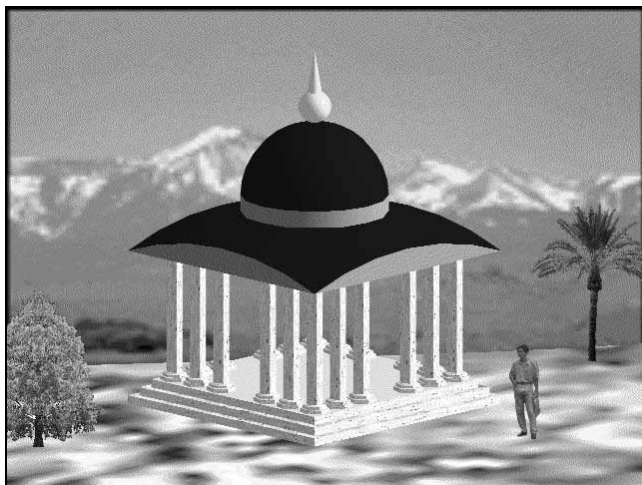


Рис. 10.37. Фотореалистичное изображение архитектурной модели

5. Выйти из окна тонирования объектов в графическую зону программы.
6. Просмотреть полученное растровое изображение, выбрав в меню **Tools | Display Image | View** (Сервис | Изображение | Показать).

Глава 11



Работа с растровыми изображениями

AutoCAD использует для черчения векторный формат, а растровые рисунки, созданные в других графических программах, используются как часть чертежа. По этой причине важно иметь возможность модификации и масштабирования рисунков, которые в этом случае могут использоваться для следующих целей:

- ☐ создания фирменных знаков и логотипов в чертеже;
- ☐ вставки растровых изображений вместо векторных символов;
- ☐ вставки подложки — оснований для создания контурных линий на географических картах местности;
- ☐ создания фона при тонировании изображений;
- ☐ использования в качестве текстур материалов при тонировании.

Благодаря использованию растровой графики пользователь может работать со сканированными и полученными по факсу документами, микрофильмами, результатами аэро- и спутниковой фотосъемки, цифровыми фотографиями, создавать и вставлять в рисунок водяные знаки и логотипы, а также включать в выпускаемую документацию тонированные изображения. Комбинация векторного чертежа с растровыми изображениями будет видна не только на экране, но и при выводе его на печать. Если растровый рисунок вставляется в векторный чертеж, то он присоединяется к нему, а не становится его частью, и AutoCAD запоминает путь к файлу рисунка. К достоинствам этого метода можно отнести то, что:

- ☐ чертеж остается относительно небольшим;
- ☐ изменения в растровом рисунке будут проявляться каждый раз при открытии чертежа;
- ☐ он аналогичен методу, который используется при работе с внешними ссылками.

В то же время метод имеет два следующих серьезных недостатка:

- ☐ растровый рисунок не появляется в чертеже, если AutoCAD не находит путь к файлу, в котором он сохраняется;

❑ для правильного вывода чертежа необходимо иметь два файла: один из них собственно сам файл чертежа, а другой — файл рисунка, присоединяемого к чертежу.

Эти недостатки легко преодолеваются, если следовать следующим простым правилам:

- ❑ хранить чертежи и растровые рисунки в одной и той же папке;
- ❑ всегда снимать флажок **Retain Path** (Включая путь) в окне диалога **Image** (Растровое изображение) (рис. 11.2).

В этом случае AutoCAD всегда находит рисунок при открытии чертежа вне зависимости от того, на каком компьютере это сделано.

11.1. Поддерживаемые AutoCAD типы растровых файлов

Ниже перечислены (табл. 11.1) форматы файлов, поддерживаемых AutoCAD, причем программа определяет формат растрового файла не по его расширению, а по реальному содержанию.

Таблица 11.1. Поддерживаемые форматы файлов

Тип	Описание и версии	Расширения файлов
BMP	Растровые форматы Windows и OS2	BMP, DIB, RLE
CALS-I	Mil-R-Raster I	GP4, MIL, RST, CG4, CAL
FLIC	FLIC Autodesk Animator animation	FLC, FLI
GeoSPOT	GeoSPOT (для каждого BIL-файла в той же папке должны иметься HDR-файл и PAL-файл с параметрами совмещения)	BIL
IG4	Image Systems Group 4	IG4
IGS	Image Systems Grayscale	IGS
JFIF или JPEG	Joint Photographics Expert Group	JPG или JPEG
PCX	PicturePC Paintbrush Picture	PCX
PICT	Picture Macintosh Picture	PCT
PNG	Portable Network Graphic	PNG
RLC	Run-Length Compressed	RLC
TARGA	True Vision Raster-Based Data Format	TGA
TIFF	Tagged Image File Format	TIF или TIFF

Вставляемые растровые рисунки могут быть 8-битовыми черно-белыми или 24-битовыми цветными.

11.2. Присоединение и выгрузка растровых файлов

Алгоритм 11.1. Присоединение рисунка

1. Создать слой для рисунка и сделать его текущим.
2. Выбрать в меню **Insert | Raster Image** (Вставка | Растровое изображение) или нажать кнопку **Image Attach** (Вставить изображение) на панели инструментов **Reference** (Ссылки).
3. В диалоговом окне **Select Image File** (Выбор файла изображения) (рис. 11.1) выбрать присоединяемый рисунок и нажать кнопку **Open** (Открыть).

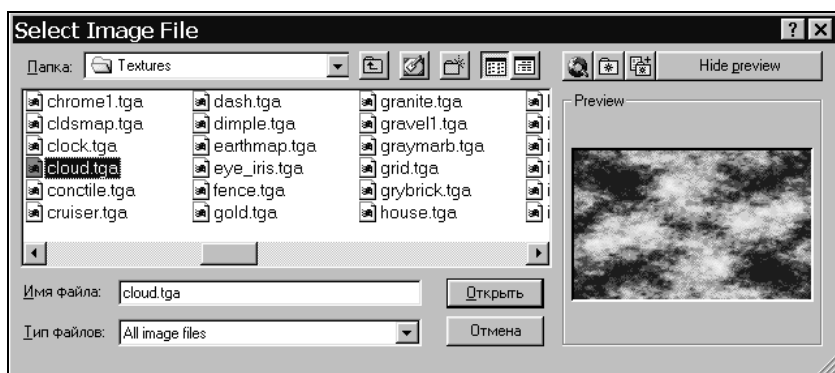


Рис. 11.1. Диалоговое окно **Select Image File**

4. В диалоговом окне **Image** (Растровое изображение) (рис. 11.2) настроить следующие параметры:
 - установить флажок **Specify on-screen** (Указать на экране) в группах **Insertion point** (Точка вставки) и **Scale** (Масштаб) для того, чтобы можно было определить эти параметры непосредственно на чертеже;
 - задать значение угла поворота рисунка в группе **Rotate** (Угол поворота), а флажок **Specify on-screen** (Указать на экране) в этой группе не устанавливать;
 - снять флажок **Retain Path** (Включая путь) для отказа от сохранения фиксированного пути к рисунку.

5. Нажать кнопку **ОК** и после выхода в графическую зону чертежа выполнить следующие операции:

- указать привязкой точку вставки левого нижнего угла рисунка;
- задать в командной строке значение масштаба рисунка и нажать клавишу <Enter> или обвести на чертеже рамкой область, в которую следует вставить рисунок.

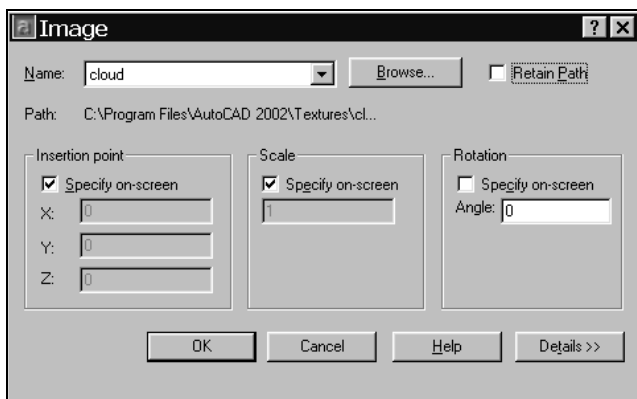


Рис. 11.2. Диалоговое окно **Image**

Алгоритм 11.2. Выгрузка и повторная загрузка изображения

После выгрузки изображения на чертеже остается видимым только его внешний контур, но с хранящейся в рисунке связью никаких изменений не происходит.

Выгрузка растрового изображения позволяет увеличить скорость работы компьютера за счет освобождения его памяти и повысить ясность чертежа.

1. Выбрать в меню **Insert | Image Manager** (Вставка | Диспетчер изображений) или нажать кнопку **Image** (Изображение) на панели инструментов **Reference** (Ссылки) для вызова диспетчера растровых изображений.
2. В диалоговом окне **Image Manager** (Диспетчер растровых изображений) (рис. 11.3) выделить имя изображения и нажать кнопку **Unload** (Выгрузить) или **Reload** (Обновить) для временной выгрузки или последующего восстановления обновленного рисунка на чертеже. Столбец **Saved Path** (Сохраненный путь) указывает путь, по которому AutoCAD ищет рисунок при открытии чертежа. В этом случае просматривается папка, в которой сохранен чертеж. В поле **Image found at** (Изображение найдено в) этого диалогового окна указывается действительное положение файла на данном компьютере. При копировании файла на другой компьютер сохраненный путь остается неизменным, а содержание поля **Image found at**

(Изображение найдено в) изменяется и в нем отображается действительный путь к файлу рисунка.

3. Нажать кнопку **ОК** для выхода из диалогового окна **Image Manager** (Диспетчер растровых изображений).

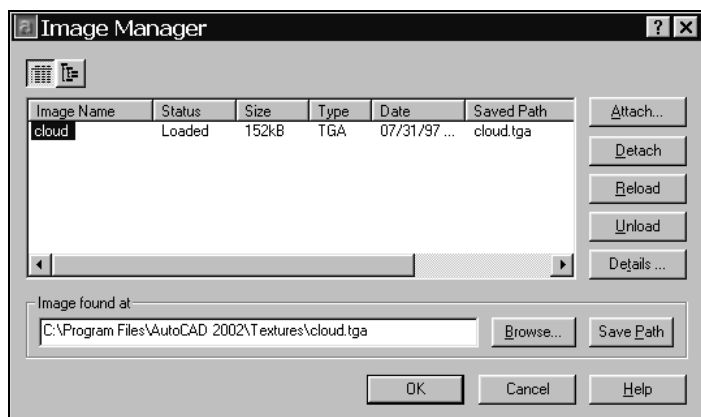


Рис. 11.3. Диалоговое окно **Image Manager**

Алгоритм 11.3. Удаление растрового изображения из чертежа

При удалении изображения файл на диске сохраняется, но происходит стирание всех его вхождений в чертеж, описания и относящихся к нему связей.

1. Выбрать в меню **Insert | Image Manager** (Вставка | Диспетчер изображений) или нажать кнопку **Image** (Изображение) на панели инструментов **Reference** (Ссылки) для вызова диспетчера растровых изображений.
2. В диалоговом окне **Image Manager** (Диспетчер растровых изображений) (рис. 11.3) выделить имя изображения и нажать кнопку **Delete** (Удалить) для удаления отмеченного растрового изображения.
3. Нажать кнопку **ОК** для выхода из диалогового окна.

11.3. Подрезка изображений

Присоединение растрового изображения к чертежу приводит к значительному увеличению файла и замедлению скорости работы с ним. Скорость перерисовки чертежа можно повысить, если вырезать часть изображения, с которой в данный момент происходит непосредственная работа. Контуром может служить прямоугольник или двумерный многоугольник, вершины которого лежат внутри границы изображения.

Алгоритм 11.4. Подрезка изображения прямоугольным или многоугольным контуром

1. Вызвать команду **IMAGECLIP** (ИЗОБРЕЗ) подрезки изображения одним из следующих способов:
 - набрать в командной строке название команды;
 - в меню выбрать **Modify | Clip | Image** (Редакт | Подрезка | Изображение);
 - выбрать изображение, щелкнуть правой кнопкой мыши в области рисования и выбрать в контекстном меню **Image | Clip** (Изображение | Подрезка);
 - нажать кнопку **Image Clip** (Подрезка изображения) на панели инструментов **Reference** (Ссылки).
2. Выбрать подрезаемое изображение, указав его границу, и нажать клавишу <Enter>.
3. Ввести в командной строке опцию **New boundary** (Новый контур) и нажать клавишу <Enter>.
4. Ввести в командной строке тип подрезки — **Polygonal** (Прямоугольный) или **Rectangular** (Многоугольный) и нажать клавишу <Enter>.
5. Последовательно указать точки контура подрезки. Имеется возможность возврата в предыдущую точку контура по опции **Undo** (Отменить).
6. После указания всех вершин контура нажать клавишу <Enter> или правую кнопку мыши в любом месте области рисования для завершения подрезки изображения и выхода из команды.

Алгоритм 11.5. Редактирование границ подрезки ручками

1. Выбрать границу растрового изображения.
2. Зажечь ручку, щелкнув на ней левой кнопкой мыши.
3. Указать новое положение активной ручки, перемещая ее при нажатой левой клавише мыши. Отпустить и нажать клавишу мыши в новой точке.
4. Для выхода из режима работы с ручками два раза нажать клавишу <Esc>.

Алгоритм 11.6. Включение и отключение контуров подрезки

1. В меню выбрать **Modify | Properties** (Редакт | Свойства) или выбрать изображение, щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать из контекстного меню **Properties** (Свойства) для вызова диалогового окна **Properties** (Свойства).
2. Выбрать подрезанное изображение для обработки, если окно **Properties** (Свойства) вызывалось из меню.
3. В диалоговом окне **Properties** (Свойства) присвоить свойству **Show clipped** (Показ подрезанного) значение **Yes** (Да) или **No** (Нет). Если установлено

Но (Нет), то на чертеже выводится все вставленное изображение, в противном случае вместо полного изображения выводится его подрезанная часть.

4. Выйти из диалогового окна **Properties** (Свойства), а для снятия отметки контура изображения два раза нажать клавишу <Esc>.

Алгоритм 11.7. Удаление контуров подрезки

После удаления контура подрезки изображение расширяется до своих прежних границ.

1. Вызвать команду подрезки изображения одним из способов, описанных в алгоритме 11.4.
2. Выбрать подрезанное изображение, указав его текущую границу.
3. Ввести в командной строке опцию команды **IMAGECLIP** (ИЗОБРЕЗ) подрезки изображения **Delete** (Удалить) и нажать клавишу <Enter>.

11.4. Настройка параметров отображения растрового изображения

Алгоритм 11.8. Настройка отображения

1. В меню выбрать **Modify | Object | Image | Adjust** (Редакт | Объекты | Изображение | Регулировка) для изменения яркости, контрастности или цветности выбранной растровой картинке.
2. Выбрать растровое изображение и нажать клавишу <Enter>.
3. С помощью бегунков диалогового окна **Image Adjust** (Регулировка изображения) или соответствующих полей редактирования установить нужные значения параметров: **Brightness** (Яркость), **Contrast** (Контрастность) и **Fade** (Слияние с фоном) растрового изображения (рис. 11.4).

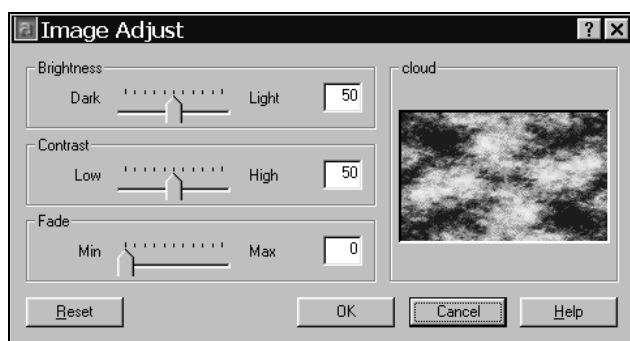


Рис. 11.4. Диалоговое окно **Image Adjust**

Алгоритм 11.9. Изменение качества изображения

По умолчанию принимается высокий уровень качества представления изображения. Для повышения скорости вывода изображений на экран его можно изменить на черновое. Однако при этом изображения, имеющие черновое качество, выглядят более зернистыми.

1. В меню выбрать **Modify | Object | Image | Quality** (Редакт | Объекты | Изображения | Качество).
2. В командной строке ввести `Draft` (Черновое) или `High` (Высокое). Изображение перерисовывается с заданным качеством.

Алгоритм 11.10. Изменение прозрачности изображения

Функция прозрачности позволяет создать прозрачный фон для изображения. По умолчанию эта функция не активна.

1. В меню выбрать **Modify | Object | Image | Transparency** (Редакт | Объекты | Изображения | Прозрачность).
2. Выбрать растровое изображение и нажать клавишу `<Enter>`.
3. В ответ на запрос командной строки набрать `On` (Вкл) или `Off` (Выкл), а затем нажать клавишу `<Enter>`.

Алгоритм 11.11. Активизация границы изображения

1. В меню выбрать **Modify | Object | Image | Frame** (Редакт | Объекты | Изображения | Контур).
2. В ответ на запрос командной строки набрать `On` (Вкл) или `Off` (Выкл), а затем нажать клавишу `<Enter>`.

Выбор опции `Off` (Выкл) означает, что в дальнейшем выделить изображение будет невозможно, поэтому им целесообразно пользоваться уже на завершающей стадии работы с чертежом.

Алгоритм 11.12. Установление масштаба изображения

При вставке растрового изображения в чертеж задается его масштаб, что обеспечивает соответствие размеров изображения и объектов чертежа. По умолчанию в момент вставки масштаб равен 1, а единица измерения изображения не определена. Для того чтобы определить масштаб для данного изображения, необходимо знать точное расстояние между двумя одинаковыми его точками в чертеже и в действительности, выраженное в единицах чертежа. Тогда масштаб определяется делением реального расстояния на расстояние на чертеже. Расстояние между двумя точками на чертеже можно

измерить, выбрав в меню **Tools | Inquiry | Distance** (Сервис | Справка | Расстояние).

Чтобы не измерять это расстояние, лучше воспользоваться масштабированием объектов по следующему алгоритму.

1. Присоединить файл с растровым изображением:
 - создать новый слой и сделать его текущим;
 - присоединить изображение, установив масштаб, равный 1, и угол поворота, равный нулю (соответствующие флажки должны быть установлены).
2. Выбрать в меню **Modify | Scale** (Редакт. | Масштаб).
3. Выбрать рисунок, щелкнув по его границе и нажав клавишу <Enter>.
4. Указать точку вставки изображения как базовую.
5. Ввести в командной строке опцию **Reference** (Ссылка) и нажать клавишу <Enter>.
6. Выбрать в меню **View | Zoom | Window** (Вид | Показать | Рамка) и указать первую точку изображения.
7. Выбрать в меню **View | Zoom | Previous** (Вид | Показать | Предыдущий), а затем **View | Zoom | Window** (Вид | Показать | Рамка) и указать вторую точку на изображении.
8. Ввести в командной строке заранее известное действительное расстояние между точками и нажать клавишу <Enter>.
9. Выбрать в меню **View | Zoom | Extents** (Вид | Показать | Границы), чтобы вывести чертеж с изображением на весь экран.

11.5. Панель инструментов и команды для работы с растровыми изображениями

Команды для работы с растровыми изображениями удобно вызывать при помощи панели инструментов **Reference** (Ссылки) (рис. 11.5). В левой части этой панели находятся также кнопки, вызывающие команды для работы с внешними ссылками. Нажатие кнопок на этой панели приводит к выполнению следующих операций, связанных с настройкой и подрезкой растровых изображений:



Рис. 11.5. Панель инструментов **Reference**

- 1. **External Reference** (Внешняя ссылка) — вызов диалогового окна диспетчера внешних ссылок;
- 2. **External Reference Attach** (Вставить внешнюю ссылку) — вставка внешней ссылки в текущий рисунок;
- 3. **External Reference Clip** (Подрезать внешнюю ссылку) — задание контура подрезки, а также передней и задней плоскостей подрезки для внешней ссылки или блока;
- 4. **External Reference Bind** (Внедрить внешнюю ссылку) — внедрение внешней ссылки в рисунок;
- 5. **External Reference Clip Frame** (Контур подрезки внешней ссылки) — управление видимостью контура подрезки внешней ссылки;
- 6. **Image** (Изображение) — вызов диалогового окна **Image Manager** (Диспетчер растровых изображений);
- 6. **Image Attach** (Вставить изображение) — вставка нового изображения в текущий рисунок;
- 7. **Image Clip** (Подрезать изображение) — создание контура подрезки растрового изображения;
- 8. **Image Adjust** (Регулировка изображения) — регулировка яркости, контрастности и степени слияния с фоном растрового изображения;
- 9. **Image Quality** (Качество изображения) — управление качеством вывода изображения на экран;
- 10. **Image Transparency** (Прозрачность изображения) — управление прозрачностью фоновых пикселей растрового изображения;
- 11. **Image Frame** (Контур подрезки изображения) — управление видимостью границ контура подрезки растрового изображения.

Ниже в таблице приводятся также команды, используемые при работе с растровыми изображениями (табл. 11.2). В левом столбце содержится список самих команд, а в правом описываются операции, реализуемые этими командами.

Таблица 11.2. Команды для работы с рисунками

№	Команды	Назначение команды
1	ВМРOUT (ЭКСПОРТЕМП)	Сохраняет изображение выбранных объектов чертежа в файле растрового формата BMP
2	EXPORT (ЭКСПОРТ)	Сохраняет чертеж или его отдельные объекты в форматах WMF, SAT, STL, EPS, DXX, BMP, 3DS, DWG (File Export (Файл Экспорт))

Таблица 11.2 (окончание)

№	Команды	Назначение команды
3	IMAGE (ИЗОБ)	Вызывает диалоговое окно Image (Растровое изображение) для вставки и управления использованием в чертеже растровых изображений в форматах, перечисленных в таблице 11.1 (Insert Image Manager (Вставка Диспетчер изображений))
4	IMAGEADJUST (ИЗОБРЕГУЛ)	Управляет яркостью, контрастом и цветностью выбранной растровой картинки (Modify Object Image Adjust (Редакт Объекты Изображения Регулировка))
5	IMAGEATTACH (ИЗОБВСТАВИТЬ)	Вставляет в чертеж растровое изображение (Insert Raster Image (Вставка Растровое изображение))
6	IMAGECLIP (ИЗОБРЕЗ)	Обрезает растровое изображение (Modify Clip Image (Редакт Подрезка Изображение))
7	IMAGEFRAME (ИЗОБКОНТУР)	Управляет отображением рамки вокруг растровых картинок (Modify Object Image Frame (Редакт Объекты Изображения Контур))
8	IMAGEQUALITY (ИЗОБКАЧЕСТВО)	Управляет качеством отображения растровых изображений (Modify Object Image Quality (Редакт Объекты Изображения Качество))
9	PSOUT (ЭКСПОРТПС)	Экспортирует текущий вид рисунка в файл в формате PostScript (EPS)
10	SKETCH (ЭСКИЗ)	Рисование эскизной линии
11	TRACE (ПОЛОСА)	Рисование закрашенной линии заданной ширины
12	TRANSPARENCY (ПРОЗРАЧНОСТЬ)	Управляет прозрачностью фоновых пикселей в растровом изображении (Modify Object Image Transparency (Редакт Объекты Изображения Прозрачность))
13	WMFIN (ИМПОРТМТФ)	Используется для импорта метафайлов Windows (WMF) (Insert Windows Metafile (Вставка WMF))
14	WMFORT (ОПЦИИМТФ)	Используется для задания опции команды WMFIN (ИМПОРТМТФ)
15	WMFOUT (ЭКСПОРТМТФ)	Используется для сохранения объектов в метафайле Windows (WMF)

Список использованных источников

1. Джордж Омура. AutoCAD 3D: Трехмерное моделирование. — М.: "Лори", 1997. — 544с.
2. Эллен Финкельштейн. AutoCAD 2000: Библия пользователя / Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2000. — 1040с.
3. AutoCAD 2000. Руководство пользователя. — Autodesk. Июнь 1999. — 984с.
4. AutoCAD 2002. Руководство пользователя. — Autodesk. Июль 2001. — 962с.
5. <http://www.fbe.unsw.edu.au/learning/autocad>
6. <http://www.3dcafe.com/asp/tutacad.asp>
7. <http://www.gre.ac.uk/directory/arhland/learn/autocad>
8. <http://www.autodesk.com>

Предметный указатель

В

Вид в плане 84
Вставка растровых изображений 255
Выгрузка изображения 258
Выдавливание 33
 границ 139
 тела 112
Выравнивание объектов 131
Высота 33
Вычитание тел 113

З

Заострение границ 143
Зеркальное отражение объекта 130

И

Изменение цвета границ 145
Изображение тела
 каркасное 103
 сетевое 104
 тонируемое 240
Инверсия:
 квадратичная 227
 линейная 227
Индекс цвета AutoCAD 224
Источник:
 света 222, 226
 точечный 222, 227
 удаленный 222, 224

К

Каркасные модели 43
Карты теней 229
Качество изображения 262
Клин 110
Контурное представление
 объемной модели 105
Конус 107
Координатные фильтры 17
Координаты:
 абсолютные 16
 относительные 16
 сферические 22
 цилиндрические 20
Копирование границ 144
Кэширование 237

Л

Ландшафт 232

М

Массив:
 круговой 129
 прямоугольный 129
Масштаб растрового изображения 257, 262
Модифицирование:
 ребер 145
 тел 128
Модуль тонирования 234

Н

Направления проецирования:

дополнительные 82

типовые 81

Натягивание поверхностей на

каркас 43

О

Обрезка объектов 133

Объединение тел 112

Окно тонирования 237

Орбита 85

дополнительные опции 87

Оттиск на поверхности тела 136

П

Параллелепипед 106

Параллельное смещение грани 141

Параметры:

изображения 242

тонирования 234, 236

Перенос грани 140

Пересечение тел 113

Перспективная проекция 88

Перспективные виды 91

Пиктограмма ПСК 28

Поверхность:

вращения 58

клина 68

конуса 69

Кунса 58

купола 70

параллелепипеда 68

пирамиды 69

сдвига 57, 63

соединения 57

сферы 70

тора 71

чаши 71

Поворот:

грани 142

тела вокруг оси 128

Подрезка изображения 260, 261

Положение солнца 224

Пространственные полилинии 46

Привязка:

объектная 29

постоянная 31

разовая 31

Присоединение рисунка 257

Прожектор 222, 226

Прозрачность изображения 262

Р

Разрезание тела 115

Растровый файл 239

Редактирование:

многоугольной сети 60

полилиний 43

твердых тел 127, 136

Ручки 32

С

Свет:

рассеянный 222

фоновый 222, 224

Секущие плоскости 89

Сеть 57

Сечение тела 114

Система цвета:

HLS 223

RGB 223

Система координат:

декартова 15

пользовательская 22

Системные переменные 58

Снятие фасок 135

Создание оболочки 138

Сопряжение граней 134

Сцена 230

Сцены для тонирования 235

Т

Тела сложной формы 112

Тело вращения 111

Тени:

объемные 229

трассировки луча 229

Тонирование:

упрощенное 235

фотореалистичное 235

Тор 109

Трассировка луча 235

Треугольник осей и компас 81, 83

у

Удаление:

границы 142

изображения 259

Упрощение тела 138

Уровень 33

Ф

Фирменные знаки и логотипы 255

Фон 237

Формат файла:

векторный 255

растровый 256

Ц

Цилиндр 108

Ш

Шар 109

Э

Эффекты отражения 235