Соколова Т. Ю.

AutoCAD 2016
ДВУХМЕРНОЕ И ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Учебный курс

ДМК ПРЕСС
издательство
Москва, 2016

УДК 721.01:004.9AutoCAD
ББК 32.2с515
С59

Соколова Т. Ю.
С59 AutoCAD 2016. Двухмерное и трехмерное моделирование. Учебный курс – М.: ДМК Пресс, 2016. – 756 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-325-3

Эта книга является практическим и справочным руководством, предназначена для самостоятельного изучения и освоения новой версии самой популярной и мощной универсальной среды проектирования AutoCAD 2016, разработанной компанией Autodesk.

В книге приведены общие сведения об AutoCAD, подробно описан интерфейс системы, рассказано о настройке рабочей среды, формировании и редактировании объектов, командах оформления чертежей, о свойствах объектов и работе со слоями, уделено внимание вычислительным функциям системы.

Изложение сопровождается многочисленными рисунками, примерами, диалоговыми окнами, что облегчает не только изучение, но и дальнейшую работу в среде AutoCAD. Таким образом, книга может быть использована как учебное пособие и как справочник.

На сайте издательства **www.dmkpress.com** размещена авторская тренинг-система для самостоятельного изучения среды AutoCAD.

По сути, книга является готовым учебным курсом и предназначена для пользователей с различным уровнем подготовки, в том числе студентов и преподавателей вузов, конструкторов, проектировщиков, дизайнеров, инженеров и разработчиков САПР.

УДК 721.01:004.9AutoCAD
ББК 32.2с51**5**

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-97060-325-3

© Соколова Т. Ю., 2015
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2016

Оглавление

Введение 12

Глава 1. AutoCAD 2016. Общие сведения 13

Требования к системе 14
Запуск AutoCAD 15
Вызов справочной системы 15
Открытие рисунков 16
Создание рисунков 19
Подробнее о шаблоне 25
Определение границ рисунка 25
Определение параметров сетки 26
Определение шага привязки 28
Совмещение шаговой привязки с полярным отслеживанием 29
Установка изометрического стиля сетки и шаговой привязки 29
Определение формата единиц 31
Сохранение рисунков 33
Получение твердой копии рисунка 34
Выход из AutoCAD 37

Глава 2. Пользовательский интерфейс AutoCAD 39

Кнопка меню приложения 41
Панель быстрого доступа 46
Падающие меню 46
Ленты 48
Строка состояния 49
Окно командных строк 51
Текстовое окно 53
Контекстное меню 53
Инструментальные палитры 59
Центр управления AutoCAD DesignCenter 61
Просмотр и поиск содержимого 63

Глава 3. Настройка рабочей среды AutoCAD 67

Определение доступа к файлам поддержки 68
Настройка параметров рабочего экрана 70
Настройка параметров открытия и сохранения файлов 74
Определение параметров вывода на печать 78
Настройка системных параметров 83
Настройка пользовательской среды 85

Управление точностью построения объектов ... 91
Настройка параметров трехмерного моделирования ... 95
Настройка параметров выбора объектов ... 103
Настройка профилей ... 107
Настройка учетной записи ... 108

Глава 4. Системы координат ... 109
Ввод координат ... 110
Динамический ввод координат ... 111
Декартовы и полярные координаты ... 116
Формирование точек методом «направление – расстояние» ... 118
Определение трехмерных координат ... 118
Правило правой руки ... 119
Ввод трехмерных декартовых координат ... 119
Ввод цилиндрических координат ... 120
Ввод сферических координат ... 121
Координатные фильтры ... 122
Определение пользовательской системы координат ... 123
Выбор пользовательской системы координат в пространстве ... 125
Работа с ПСК на видовых экранах ... 129
Выбор стандартной пользовательской системы координат ... 131

Глава 5. Свойства примитивов ... 133
Разделение рисунка по слоям ... 134
Управление видимостью слоя ... 140
Блокировка слоев ... 141
Цвет линии ... 142
Тип линии ... 143
Вес (толщина) линии ... 147
Фильтрация слоев ... 150
Использование свойств слоев ... 154
Копирование свойств объектов ... 156
Палитра свойств объектов ... 157

Глава 6. Управление экраном ... 161
Зуммирование ... 162
Панорамирование ... 167
Панель навигации ... 168
Штурвалы ... 168
Аниматор движения ... 171
Перерисовка и регенерация ... 173
Изменение порядка рисования объектов ... 173

Глава 7. Точность построения объектов ... 175
Объектная привязка координат ... 176

Отслеживание ... 176
Смещение ... 178
Середина между точками ... 178
Конечная точка ... 178
Средняя точка ... 179
Пересечение ... 180
Предполагаемое пересечение ... 181
Продолжение объекта ... 183
Точка центра ... 183
Геометрический центр ... 184
Квадрант ... 184
Касательная ... 184
Нормаль ... 186
Параллель ... 187
Точечный элемент ... 187
Точка вставки ... 188
Ближайшая точка ... 188
Отмена объектной привязки ... 188
Выбор режимов привязки ... 188
Автоотслеживание ... 190
Объектное отслеживание ... 191
Полярное отслеживание ... 192

Глава 8. Построение линейных объектов ... 195

Точка ... 196
Отрезок ... 197
Прямая и луч ... 198
Мультилиния ... 200
Полилиния ... 202
Многоугольник ... 205
Прямоугольник ... 208
Эскиз ... 211

Глава 9. Построение криволинейных объектов ... 213

Дуга ... 214
Окружность ... 220
Кольцо ... 227
Сплайн ... 228
Эллипс ... 231
Облако ... 234

Глава 10. Построение сложных объектов ... 237

Текстовые стили ... 238
Однострочный текст ... 240

Многострочный текст ... 245
Блок ... 255
Создание блока ... 256
Вставка блока ... 260
Разбиение блока ... 262
Динамический блок ... 262
Редактор блоков ... 263
Палитры вариаций блоков ... 269
Атрибуты блока ... 277
Таблицы ... 289

Глава 11. Команды оформления чертежей ... 297

Штриховка ... 298
Контур ... 309
Область ... 310
Маскировка ... 310
Простановка размеров ... 310
Линейные размеры ... 313
Параллельный размер ... 316
Длина дуги ... 317
Ординатные размеры ... 318
Размер радиуса ... 319
Размер радиуса с изломом ... 319
Размер диаметра ... 320
Угловые размеры ... 321
Быстрое нанесение размеров ... 322
Базовые размеры ... 323
Размерная цепь ... 324
Смещение размеров ... 326
Разрыв размера ... 326
Выноски и пояснительные надписи ... 327
Допуски формы и расположения ... 334
Маркер центра ... 335
Контрольный размер ... 336
Линейный размер с изломом ... 337
Наклон выносных линий ... 337
Редактирование размерного текста ... 338
Обновление размера ... 339
Редактирование размера ... 339
Управление размерными стилями ... 340

Глава 12. Редактирование чертежей ... 355

Выбор объектов ... 356
Редактирование с помощью ручек ... 361

Удаление и восстановление объектов ... 364
Копирование объектов ... 365
Зеркальное отображение объектов ... 366
Создание подобных объектов ... 368
Размножение объектов массивом ... 369
Перемещение объектов ... 374
Поворот объектов ... 375
Масштабирование объектов ... 376
Растягивание объектов ... 378
Увеличение объектов ... 379
Обрезка объектов ... 381
Удлинение объектов ... 383
Разбиение объектов на части ... 385
Объединение сегментов ... 387
Снятие фасок ... 388
Рисование скруглений ... 391
Расчленение объектов ... 393

Глава 13. Вычислительные функции ... 395
Измерение расстояний и углов ... 397
Вычисление площади и периметра ... 398
Вычисление радиуса ... 399
Вычисление угла ... 399
Вычисление объема ... 399
Вычисление геометрии и массы ... 400
Информация о выбранных объектах из базы данных чертежа ... 403
Определение координат точек ... 403
Сведения о дате и времени создания чертежа ... 403
Статистическая информация о чертеже ... 404
Список системных переменных ... 406
Калькулятор ... 406

Глава 14. Разработка чертежей в среде AutoCAD ... 413

Глава 15. Пространство и компоновка чертежа ... 417
Пространство модели и пространство листа ... 419
Мастер компоновки листа ... 422
Работа с листами ... 426
Вставка листа с помощью Центра управления AutoCAD ... 437
Видовые экраны ... 437
Именованные виды ... 438
Неперекрывающиеся видовые экраны ... 442
Создание нескольких видовых экранов ... 443
Плавающие видовые экраны ... 443

Видовые экраны произвольной формы ... 447

Глава 16. Построение каркасных моделей ... 449

Точка ... 450
Отрезок ... 451
Трехмерные полилинии ... 451
Спираль ... 452

Глава 17. Построение поверхностей ... 453

Плоская поверхность ... 455
Сетевая поверхность ... 455
Поверхность перехода ... 457
Замыкающая поверхность ... 458
Поверхность смещения ... 459
Поверхность сопряжения ... 460
Поверхность по сечениям ... 461
Поверхность выдавливания ... 464
Поверхность сдвига ... 465
Поверхность вращения ... 466

Глава 18. Построение сетей ... 467

Сеть-параллелепипед ... 468
Сеть-конус ... 471
Сеть-цилиндр ... 473
Сеть-пирамида ... 473
Сеть-сфера ... 476
Сеть-клин ... 477
Сеть-тор ... 478
Пространственные грани ... 479
Сеть вращения ... 480
Сеть, заданная кромками ... 483
Сеть соединения ... 484
Сеть сдвига ... 486
Сеть, созданная путем преобразования ... 487
Настройка параметров тесселяции сети ... 488

Глава 19. Построение тел ... 491

Твердотельный параллелепипед ... 495
Твердотельный клин ... 497
Твердотельный конус ... 498
Твердотельный шар ... 502
Твердотельный цилиндр ... 504
Твердотельный тор ... 506
Твердотельная пирамида ... 508
Полителo ... 510

Выдавленное тело ... 512
Тело вращения ... 515
Тело сдвига ... 517
Тело, созданное с помощью сечений ... 519
Вытянутое тело ... 520
Объединение объектов ... 521
Вычитание объектов ... 522
Пересечение объектов ... 524

Глава 20. Редактирование трехмерных объектов ... 525

Трехмерный перенос ... 527
Трехмерный поворот вокруг оси ... 527
Выравнивание объектов ... 528
Зеркальное отображение относительно плоскости ... 530
Размножение трехмерным массивом ... 531
Обрезка и удлинение трехмерных объектов ... 532
Сопряжение трехмерных объектов ... 532
Построение сечений ... 533
Построение разрезов ... 534
Придание толщины ... 535
Преобразование в тело ... 536
Преобразование в поверхность ... 536
Извлечение ребер ... 536

Глава 21. Редактирование поверхностей ... 537

Обрезка поверхности ... 539
Отмена обрезки поверхности ... 540
Удлинение поверхности ... 540
Наполнение поверхности ... 542
Преобразование в NURBS-поверхности ... 542
Преобразование в сеть ... 542
Редактирование NURBS-поверхности ... 543

Глава 22. Редактирование сетей ... 547

Увеличение степени сглаживания ... 549
Уменьшение степени сглаживания ... 549
Уточнение сети ... 550
Сгиб ... 551
Удаление сгиба ... 551
Разделение грани ... 552
Выдавливание грани ... 552
Объединение граней ... 553
Вращение треугольной грани ... 554
Закрытие отверстия ... 554

Сжатие грани или кромки ... 555
Преобразование в многогранник ... 556
Преобразование в многогранную поверхность ... 556
Преобразование в гладкое тело ... 556
Преобразование в гладкую поверхность ... 556

Глава 23. Редактирование трехмерных тел ... 557

Снятие фасок на гранях ... 559
Сопряжение граней ... 560
Клеймение грани ... 561
Изменение цвета ребер ... 562
Копирование ребер ... 563
Выдавливание граней ... 563
Перенос граней ... 565
Смещение граней ... 567
Удаление граней ... 568
Поворот граней ... 569
Сведение граней на конус ... 570
Изменение цвета граней ... 571
Копирование граней ... 572
Упрощение ... 572
Разделение тел ... 573
Оболочка ... 574
Проверка корректности тела ... 575

Глава 24. Определение трехмерных видов ... 577

Установка вида в плане ... 579
Установка ортогональных и аксонометрических видов ... 580
Интерактивное управление точкой взгляда ... 582
Свободная орбита ... 586
Динамическое вращение трехмерной модели ... 587
Регулировка расстояния ... 588
Шарнир ... 588
Обход чертежа ... 588
Облет чертежа ... 590
Параметры обхода и облета ... 590
Камера ... 591
Анимация перемещений при обходе и облете ... 592
Видовой куб ... 594

Глава 25. Создание реалистичных изображений ... 599

Визуальные стили ... 600
Настройка стиля отображения ... 607
Подготовка моделей для тонирования ... 612

Освещение 617
Точечный источник света 617
Прожектор 621
Удаленный источник света 623
Свойства солнца 624
Сеточный свет 626
Назначение материалов 626
Наложение текстур 631
Фон 636
Тонирование среды 639

Глава 26. Формирование чертежей с использованием трехмерного компьютерного моделирования 641

Приложение 1. Перечень команд 646

Приложение 2. Перечень системных переменных 672

Введение

В настоящее время существует множество графических редакторов и программ геометрического моделирования. Компания Autodesk – один из ведущих производителей систем автоматизированного проектирования и программного обеспечения (ПО) для конструкторов, дизайнеров, архитекторов. Это крупнейший в мире поставщик ПО и услуг для промышленного и гражданского строительства, машиностроения, геоинформатики, цифровых средств передачи информации и беспроводной связи.

Система AutoCAD, разработанная этой компанией, является лидирующей среди платформ программного обеспечения систем автоматизированного проектирования (САПР). Она предназначена для профессионалов, которым требуется воплощать свои творческие замыслы в реальные динамические проекты.

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

AutoCAD является постоянно развивающейся базовой средой проектирования. Каждая новая версия программы наследует все лучшее от предыдущих и направлена на повышение производительности и эффективности работы пользователей.

В версии AutoCAD 2016 компания Autodesk предлагает архитекторам, дизайнерам, инженерам и проектировщикам новый инструмент для еще более полного воплощения их идей в реальность.

Глава 1

AutoCAD 2016. Общие сведения

Требования к системе 14
Запуск AutoCAD 15
Вызов справочной системы 15
Открытие рисунков 16
Создание рисунков 19
Подробнее о шаблоне 25
Определение границ рисунка 25
Определение параметров сетки 26
Определение шага привязки 28
Совмещение шаговой привязки с полярным отслеживанием 29
Установка изометрического стиля сетки и шаговой привязки 29
Определение формата единиц 31
Сохранение рисунков 33
Получение твердой копии рисунка 34
Выход из AutoCAD 37

Требования к системе

AutoCAD может работать как в автономном режиме, так и в локальной сети.

Для эффективной работы 32-разрядной версии AutoCAD 2016 под управлением операционной системы Windows необходимы следующие программные и аппаратные средства:

- операционные системы: Windows® 8 Standard, Enterprise или Professional edition; Windows® 7 Enterprise, Ultimate, Professional, или Home Premium edition; Windows® XP Professional или Home edition (с пакетом обновлений SP2 или более поздним);
- процессор: Windows® XP – двухъядерный процессор Intel® Pentium® IV или AMD Athlon с тактовой частотой 1,6 ГГц или выше, с поддержкой технологии SSE2; Windows® 7 или Windows® 8 – двухъядерный процессор Intel® Pentium® IV или AMD Athlon с тактовой частотой не менее 3,0 ГГц, с поддержкой технологии SSE2;
- браузер: Windows Internet Explorer® 7.0 или более поздний;
- оперативная память: 2 Гбайт (рекомендуется 4 Гбайт);
- монитор VGA с разрешением не менее 1024×768 и поддержкой режима True Color (рекомендуется 1600×1050);
- жесткий диск: 6 Гбайт свободного места для установки;
- привод компакт-дисков: DVD-ROM (для установки программы).

Для работы 64-разрядной версии AutoCAD 2016 необходимо:

- операционные системы: все перечисленные для 32-разрядной версии AutoCAD 2016;
- процессор: AMD Athlon 64, AMD Opteron™, Intel® Xeon® с поддержкой Intel® EM64T или Intel® Pentium® IV с поддержкой Intel® EM64T (все с технологией SSE2);
- браузер: Windows Internet Explorer® 7.0 или более поздний;
- оперативная память: 2 Гбайт (рекомендуется 4 Гбайт);
- монитор VGA с разрешением не менее 1024×768 и поддержкой режима True Color (рекомендуется 1600×1050);
- жесткий диск: 6 Гбайт свободного места для установки;
- привод компакт-дисков: DVD-ROM (для установки программы).

Дополнительные требования к программным и аппаратным средствам, необходимые для 3D-моделирования:

- процессор: Pentium® IV или AMD Athlon с тактовой частотой 3 ГГц или выше; либо двухъядерный процессор Intel или AMD с тактовой частотой 2 ГГц или выше;
- дополнительно 6 Гбайт свободной памяти на жестком диске, необходимой для установки;

- видеоадаптер с экранным разрешением 1280×1024 с памятью не менее 128 Мбайт, а также с поддержкой режима True Color, технологии Pixel Shader 3.0 или более поздней версии; графический адаптер класса рабочих станций с поддержкой Direct3D®.

Запуск AutoCAD

Запуск AutoCAD осуществляется следующими способами:

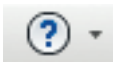
- на **Панели задач** выберите из меню **Start** → **Programs** → **Autodesk** → **AutoCAD 2016**;
- на **Рабочем столе** Windows дважды щелкните на пиктограмме **AutoCAD 2016**.

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

При открытии ранее подготовленного рисунка всем системным переменным присваиваются значения, которые они имели в ходе последнего сеанса работы с ним. Это происходит благодаря тому, что переменные сохраняются в файле вместе с рисунком.

Если же вы начинаете работу «с нуля», следует предварительно задать ряд установок. Обычно это делается автоматически с помощью Мастера подготовки **Wizard Description**. AutoCAD позволяет менять установки и в ходе сеанса, если возникает такая необходимость.

Вызов справочной системы



В любой момент работы с AutoCAD можно получить доступ к электронной документации по программе. Для этого необходимо выбрать в падающем меню пункт **Help** (рис. 1.1). Альтернативный вариант – нажать клавишу **F1** на функциональной клавиатуре или ввести символ **?** в командной строке.

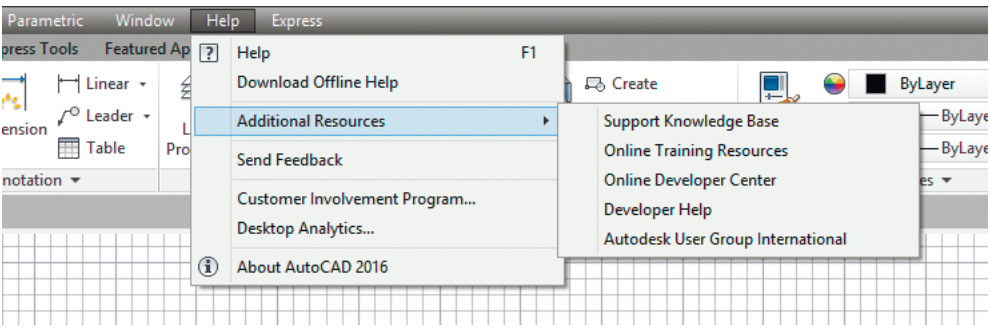


Рис. 1.1. Падающее меню справочной системы

Падающее меню **Help** содержит следующие пункты:

- **Help** – загрузка справочной системы;
- **Download Offline Help** – скачать справочную систему для работы в режиме вне сети:
- **Additional Resources** – дополнительные ресурсы:
  - **Support Knowledge Base** – база знаний службы поддержки: часто задаваемые вопросы, сведения о последних обновлениях продукта, информация о дискуссионных группах, специальные программы поддержки (требуется соединение с Интернетом);
  - **Online Training Resources** – ресурсы для интерактивного обучения: информация об авторизованных учебных центрах Autodesk и прочих учебных центрах, сведения о сертификации, ссылки на дискуссионные группы, средства обучения (требуется соединение с Интернетом);
  - **Online Developer Center** – интерактивный центр разработчика: постоянно обновляющиеся ресурсы, содержащие ответы на вопросы, заданные пользователями, образцы приложений, электронную документацию (требуется соединение с Интернетом);
  - **Developer Help** – загрузка системы документации для разработчиков;
  - **Autodesk User Group International** – группы пользователей Autodesk во всем мире;
- **Send Feedback** – обратная связь (требуется соединение с Интернетом);
- **Customer Involvement Program...** – загрузка программы вовлечения пользователей Autodesk;
- **Desktop Analytics...** – загрузка программы настольной аналитики;
- **About AutoCAD 2016** – загрузка информации о программе.

Открытие рисунков

Программа AutoCAD по умолчанию записывает внутреннее представление рисунка в файл с расширением DWG. Кроме рисунка, файл содержит ряд параметров, определяющих значения переключателей режимов шага привязки **SNAP**, сетки **GRID**, ортогонального режима **ORTHO**; принятые единицы измерения и точность представления; границы рисунка; организацию слоев; форматы и логотипы; размерные и текстовые стили; типы линий и т. п.

AutoCAD предлагает многооконную среду проектирования Multiple Design Environment (MDE), которая допускает одновременное открытие нескольких чертежей. В одном сеансе работы можно открывать неограниченное количество рисунков, не жертвуя при этом производительностью. Среда MDE позволяет перетаскивать объекты, копировать их свойства, такие как цвет, слой, тип линии, из одного рисунка в другой. Она обеспечивает параллельную работу с несколькими рисунками, не прерывая выполнения текущей команды и не нарушая последова-

тельности действий. Это существенно упрощает выполнение многих операций и повышает эффективность работы.



Открыть существующий рисунок можно с помощью команды **OPEN**, которая вызывается из падающего меню **File → Open... (Ctrl+O)** или щелчком на пиктограмме **Open...** панели быстрого доступа.

После обращения к команде **OPEN** на экране AutoCAD появляется диалоговое окно выбора файла **Select File** (рис. 1.2). Здесь можно выбрать файл из списка или ввести его имя в поле **File name:**.

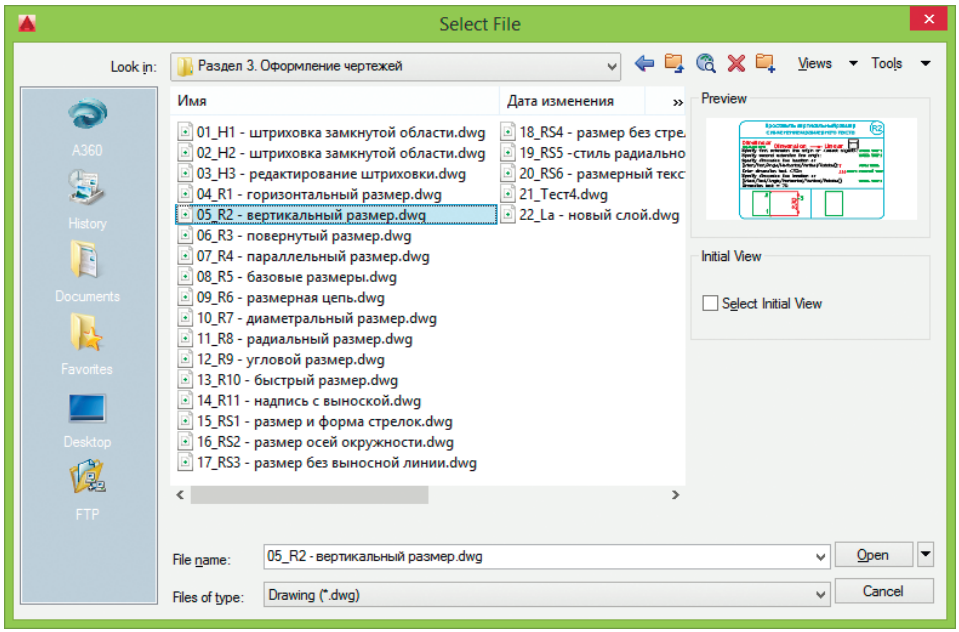


Рис. 1.2. Диалоговое окно выбора файла

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

При нажатии стрелки справа от кнопки **Open** (в правом нижнем углу диалогового окна) в списке устанавливается режим открытия файлов – **Open** (Открыть), **Open Read-Only** (Открыть для чтения), **Partial Open** (Открыть частично), **Partial Open Read-Only** (Открыть для чтения частично). Частичное открытие позволяет загружать только те объекты рисунка, которые принадлежат определенным слоям или видовым экранам. Это оказывается полезным при работе с большими файлами.

Для открытия нескольких рисунков одновременно следует выбрать необходимые файлы в диалоговом окне **Select File**, используя клавишу **Shift** или **Ctrl**.

Кроме того, рисунки можно открывать путем перетаскивания из **Проводника** Windows. Для этого один или несколько выделенных в дереве **Проводника** файлов следует перетащить с помощью мыши в любую часть окна AutoCAD, за исключением области рисунка, например на командную строку или в ту часть панелей инструментов, которая не занята кнопками. Если же перетащить один файл в область рисования уже открытого рисунка, то произойдет вставка содержимого перетаскиваемого документа в текущий рисунок в качестве внешней ссылки.

Для открытия рисунка можно дважды щелкнуть на имени соответствующего файла в **Проводнике** Windows, что приведет к автоматическому запуску AutoCAD. Если же в системе уже ведется сеанс работы в AutoCAD, то рисунок откроется в нем.

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

Для загрузки диалогового окна просмотра и поиска файлов **Find**, показанного на рис. 1.3, необходимо в диалоговом окне **Select File** последовательно щелкнуть на кнопках **Tools** → **Find...**.

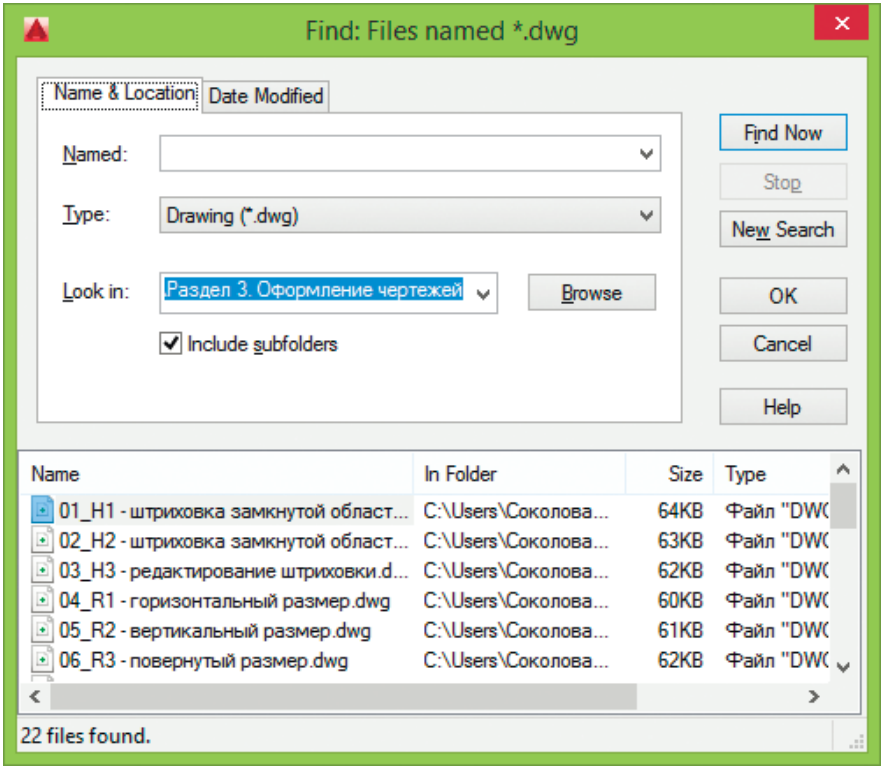


Рис. 1.3. Диалоговое окно просмотра и поиска файлов

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

AutoCAD разрешает выполнять поиск файлов по датам их создания, пользуясь вкладкой **Date Modified** диалогового окна **Find** (рис. 1.4). Здесь организуется поиск файлов, созданных или измененных в период между двумя указанными датами либо за определенное количество последних дней или месяцев. Имена найденных документов отображаются в нижней части диалогового окна.

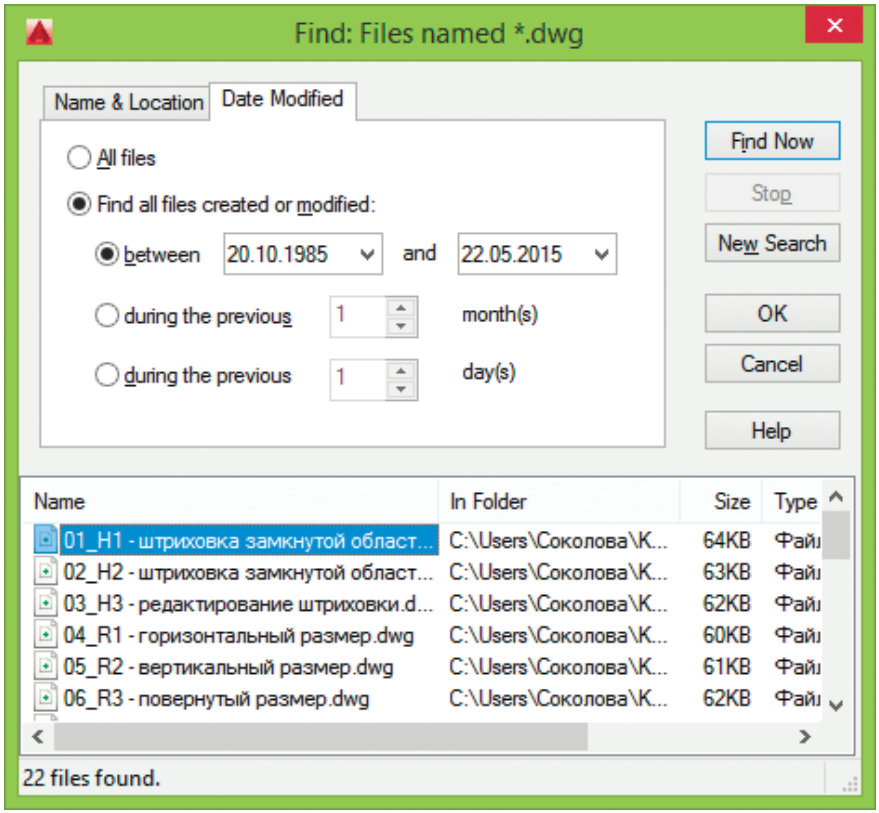


Рис. 1.4. Вкладка поиска файлов

Рисунки, созданные в AutoCAD любой предшествующей версии, открываются как любой документ версии 2016 и автоматически преобразуются в новый формат.

Создание рисунков

При создании рисунка могут использоваться различные стандарты. Иногда они диктуются государственными и отраслевыми стандартами или нормами предприятия, иногда – требованиями заказчика. Ключевой момент как для непосредствен-

ных исполнителей, так и для руководителей групп, контролирующих ход выполнения проекта, – это грамотная подготовка начальных параметров рисунка.

Рассмотрим в качестве примера архитектурный проект. Он может включать в себя множество разделов: планы этажей, схемы сетей водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции и т. п. Обычно каждый раздел проекта разрабатывается в отдельном подразделении, поэтому здесь остро встает проблема унификации. Наиболее грамотное ее решение – обеспечение всех исполнителей файлами шаблонов, настроенными на используемую систему единиц и содержащими стандартные рамку, основную надпись, слои и типы линий.

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

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

Хотя компоновка чертежа обычно производится на последних стадиях проектирования, грамотное планирование на предварительных этапах позволяет избежать многих ошибок и избавить персонал от излишних операций редактирования. При создании проекта работа, как правило, ведется в пространстве модели (здесь объекты представляются в натуральную величину), а для компоновки чертежа выполняется переход в пространство листа, где ко всем графическим объектам, текстам, типам линий и размерам применяется необходимый масштабный коэффициент.

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



Создать новый рисунок позволяет команда **NEW**, вызываемая из падающего меню **File → New... (Ctrl+N)** или щелчком на пиктограмме **New** панели быстрого доступа.

После запуска команды открывается диалоговое окно выбора шаблона **Select tamplate** (рис. 1.5) (в том случае, если значение системной переменной `STARTUP` установлено в 0).

Если значение системной переменной `STARTUP` установлено в 1, то после запуска команды **NEW** выводится диалоговое окно создания нового рисунка **Create New Drawing** (рис. 1.6), где производятся необходимые настройки параметров рабочей среды AutoCAD.

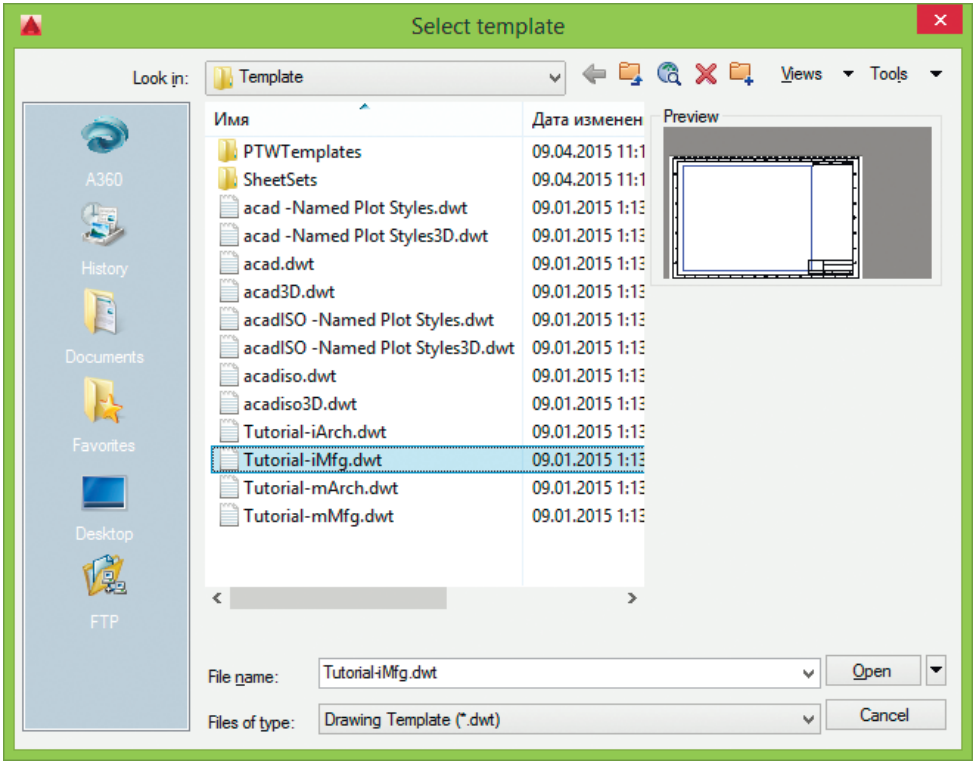


Рис. 1.5. Диалоговое окно выбора шаблона

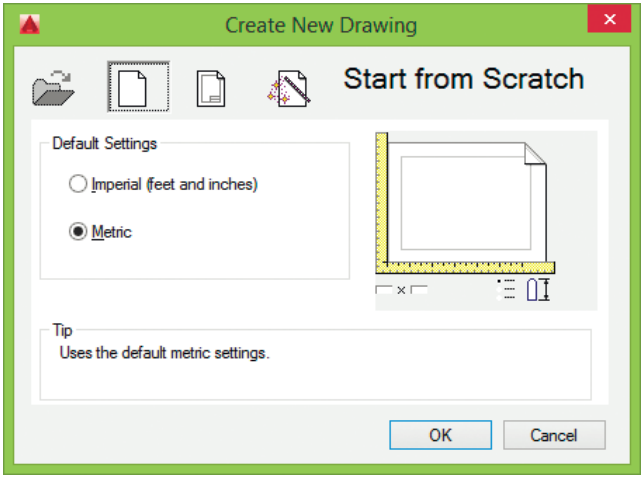


Рис. 1.6. Диалоговое окно создания нового рисунка



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

- **Imperial (feet and inches)** – создается рисунок, использующий британскую систему единиц измерения (футы и дюймы), по шаблону `acad.dwt`. При этом область рисования, иначе называемая лимитами рисунка, устанавливается равной 12×9 дюймов;
- **Metric** – создается рисунок, где используется метрическая система единиц измерения (миллиметры), по шаблону `acadiso.dwt`. При этом устанавливается область рисования 429×297 мм.



Чтобы создать рисунок с использованием шаблона, документа, установки которого используются как основа для нового рисунка, необходимо в диалоговом окне **Create New Drawing** щелкнуть на пиктограмме **Use a Template** и в списке **Select a Template:** указать нужный шаблон, содержащий необходимые установки черчения (рис. 1.7). В списке перечисляются имена файлов шаблонов с расширением DWT, которые найдены по стандартному пути, заданному в диалоговом окне настроек **Options**. В шаблонах определяются различные параметры рисунка, в том числе наборы специально созданных слоев, типов линий и видов;

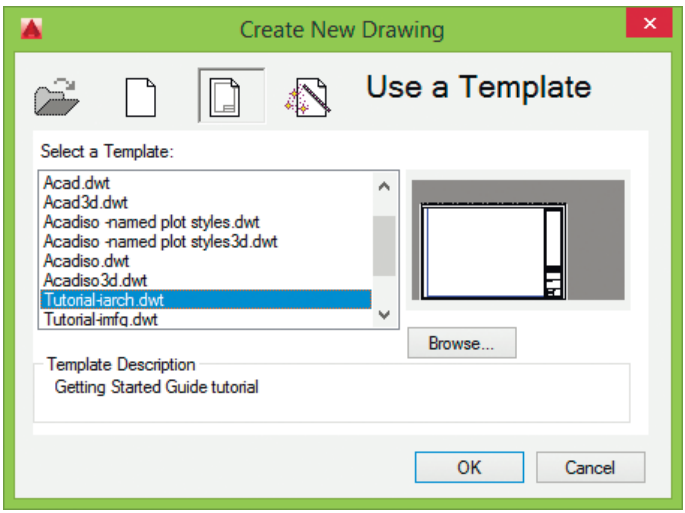


Рис. 1.7. Выбор шаблона рисунка

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



Для вызова Мастера подготовки необходимо в диалоговом окне **Create New Drawing** щелкнуть на пиктограмме **Use a Wizard** – откроется окно, показанное на рис. 1.8.

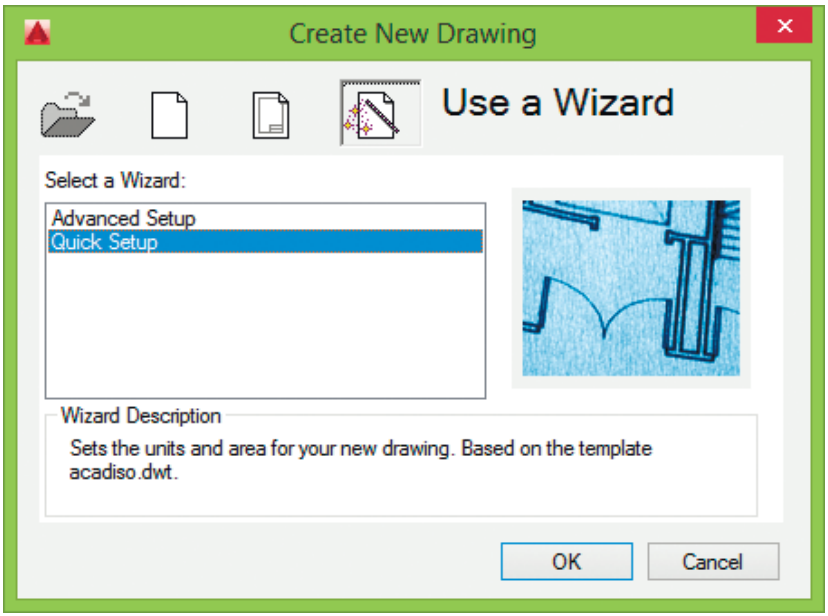


Рис. 1.8. Создание нового рисунка с помощью Мастера подготовки

Мастер быстрой подготовки **QuickSetup** (рис. 1.9) позволяет задать для нового рисунка единицы измерения **Units** и область рисования **Area**. Поддерживаются следующие типы единиц для рисования и вычерчивания: десятичные – **Decimal**, инженерные – **Engineering**, архитектурные – **Architectural**, дробные – **Fractional**, научные – **Scientific**.

Далее, указывая ширину **Width** и длину **Length** области рисования, пользователь тем самым задает граничные пределы рисунка, так называемые лимиты. Именно лимитами определяется размер чертежа, впоследствии выводимого на плоттер. После того как все параметры заданы, Мастер быстрой подготовки запускает сеанс рисования в пространстве модели.

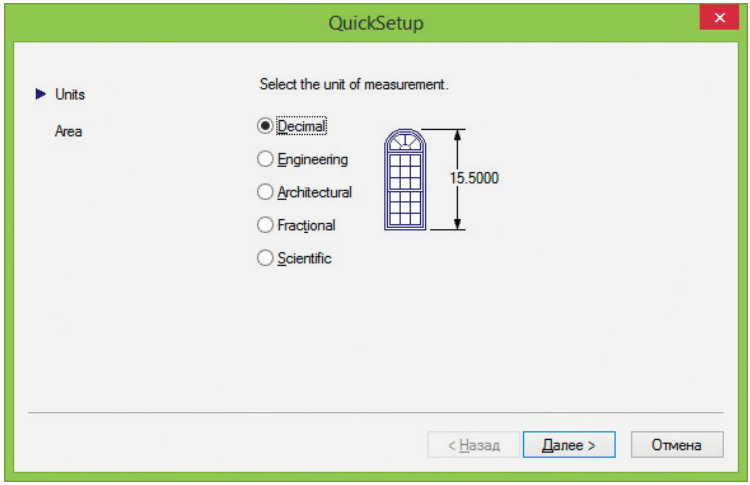


Рис. 1.9. Диалоговое окно Мастера быстрой подготовки

Мастер детальной подготовки **Advanced Setup** (рис. 1.10) позволяет задать для нового рисунка тип линейных единиц измерения **Units** и способ измерения углов **Angle**, указать начало отсчета угла **Angle Measure** и направление измерения угла **Angle Direction**, определить границы области рисунка **Area**. В отличие от Мастера быстрой подготовки, который настраивает только пространство модели, Мастер детальной подготовки воздействует как на пространство модели, так и на пространство листа.

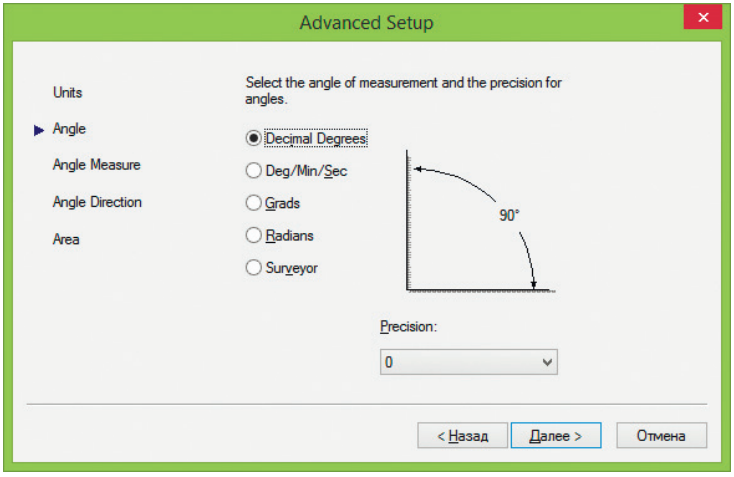


Рис. 1.10. Диалоговое окно Мастера детальной подготовки

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

Подробнее о шаблоне

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

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

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

- тип и точность представления единиц;
- лимиты рисунка;
- настройки режимов шага привязки **SNAP**, сетки **GRID** и ортогонального режима **ORTHO**;
- организация слоев;
- основные надписи, рамки и логотипы;
- размерные и текстовые стили;
- типы и веса (толщины) линий.

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

Определение границ рисунка



Команда **LIMITS** позволяет установить границы текущего рисунка в пространстве модели и в пространстве листа. Она вызывается из падающего меню **Format → Drawing Limits**.

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

Запросы команды **LIMITS**:

`Reset Model space limits:` – переустановка лимитов пространства модели,
`Specify lower left corner or [ON/OFF] <current>:` – левый нижний угол,
`Specify upper right corner <current>:` – правый верхний угол,
где:

- ON – включается контроль соблюдения границ. При этом AutoCAD отвергает все попытки ввести точки с координатами, выходящими за границы рисунка;
- OFF – отключается контроль соблюдения границ рисунка;
- <current> – используется текущее значение.

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

Лимиты должны полностью охватывать полномасштабную модель. Например, если ее размеры 100×200 мм, значения лимитов должны слегка превышать эти цифры.

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

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

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



Выполните упражнение № 4 из раздела 1.

Определение параметров сетки

В отличие от ранних версий, где сетка представляла собой упорядоченную последовательность точек, в AutoCAD 2016 сетка **GRID** выглядит как тетрадный лист в клетку и покрывает всю область рисунка.

Использование сетки помогает выравнивать объекты и оценивать расстояние между ними. Сетку можно включать и отключать в ходе выполнения других команд. На печать она не выводится.



Включение сетки и определение ее частоты осуществляются на вкладке **Snap and Grid** диалогового окна режимов рисования **Drafting Settings** (рис. 1.11), которое загружается из падающего меню **Tools** → **Drafting Settings...** или при выборе пункта настройки **Grid Settings...** контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши на кнопке  **Display drawning grid** в строке состояния.

Сетка включается при установке флажка **Grid On (F7)** (системная переменная GRIDMODE).

- В области **Grid style** определяется стиль сетки при двухмерном моделировании (системная переменная GRIDSTYLE):
  - **2D model space** – задает точечный стиль сетки для двухмерного пространства модели;
  - **Block editor** – определяет точечный стиль сетки для редактора блоков;
  - **Sheet/layout** – задает точечный стиль сетки для листа.

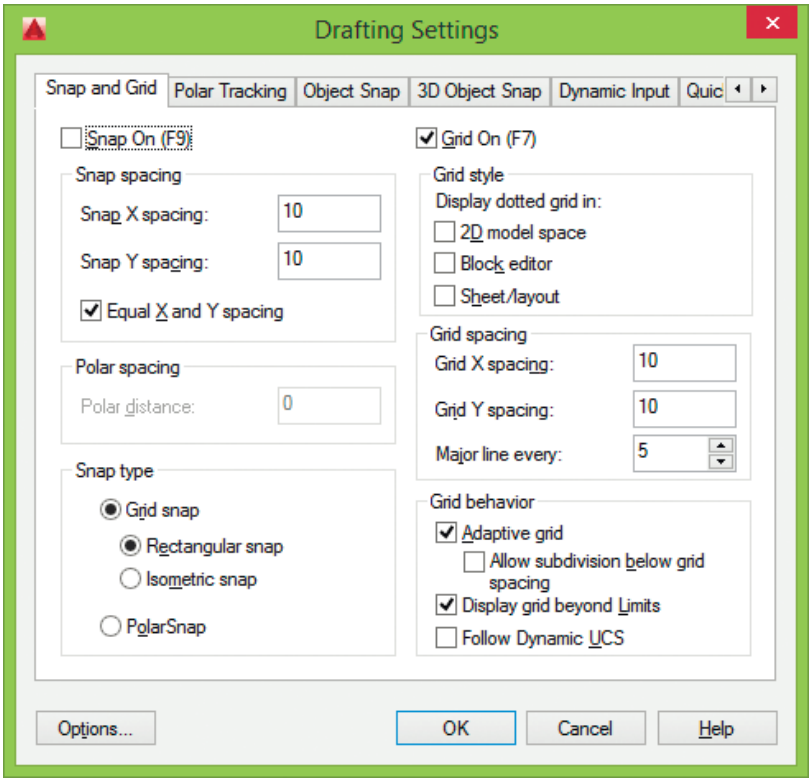


Рис. 1.11. Диалоговое окно определения параметров сетки и шага привязки

- В области **Grid spacing** устанавливается частота горизонтальных и вертикальных делений сетки:
  - **Grid X spacing:** – шаг сетки по оси *X* (системная переменная GRIDUNIT);
  - **Grid Y spacing:** – шаг сетки по оси *Y* (системная переменная GRIDUNIT);
  - **Major line every:** – шаг основной линии (системная переменная GRIDMAJOR).
- В области **Grid behavior** определяются свойства сетки (значение 0 системной переменной GRIDSTYLE):

- **Adaptive grid** – настройка сетки (системная переменная GRIDDISPLAY);
- **Allow subdivision below grid spacing** – разрешить разбиение имеющегося интервала сетки (системные переменные GRIDDISPLAY и GRIDMAJOR);
- **Display grid beyond Limits** – показать сетку за лимитами (системная переменная GRIDDISPLAY);
- **Follow Dynamic UCS** – сетка отображается в плоскости *XY* динамической ПСК (системная переменная GRIDDISPLAY).



При работе с рисунком включать и отключать сетку следует щелчком на кнопке **Display drawning grid** в строке состояния или нажатием функциональной клавиши **F7**.

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



Выполните упражнение № 5 из раздела 1.

Определение шага привязки

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

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



Включение шаговой привязки **SNAP** и настройка ее параметров осуществляются на вкладке **Snap and Grid** диалогового окна режимов рисования **Drafting Settings** (см. рис. 1.11), которое загружается из падающего меню **Tools → Drafting Settings...** или при выборе пункта **Snap Settings...** из контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши на кнопке  **Snap Mode** в строке состояния.

Шаговая привязка включается при установке флажка **Snap On (F9)** (системная переменная SNAPMODE).

- В области **Snap spacing** задается шаг привязки по горизонтали и вертикали:

- **Snap X spacing:** – шаг привязки по оси *X* (системная переменная SNAPUNIT);
- **Snap Y spacing:** – шаг привязки по оси *Y* (системная переменная SNAPUNIT);
- **Equal X and Y spacing** – устанавливается равный шаг по осям *X* и *Y*.

❑ В области **Polar spacing** определяется шаг полярной привязки (системная переменная POLARDIST).

❑ В области **Snap type** устанавливаются стиль и тип шаговой привязки:

- **Grid snap** – шаговый тип привязки (системная переменная SNAPTYPE);
- **Rectangular snap** – стандартный режим ортогональной привязки (системная переменная SNAPSTYL);
- **Isometric snap** – режим изометрической привязки (системная переменная SNAPSTYL);
- **PolarSnap** – режим полярной привязки (системная переменная SNAPTYPE).



При работе с рисунком включать и отключать шаговую привязку следует щелчком на кнопке **Snap Mode** в строке состояния или нажатием функциональной клавиши **F9**.



Выполните упражнения № 6 из раздела 1 и L4 из раздела 2.

Совмещение шаговой привязки с полярным отслеживанием

При использовании полярного отслеживания можно установить такой режим шаговой привязки, в котором узлы располагаются только вдоль линий полярного отслеживания через заданные интервалы.

Для настройки шаговой привязки на совместную работу с полярным отслеживанием необходимо выбрать из падающего меню **Tools → Drafting Settings...** и затем на вкладке **Snap and Grid** диалогового окна **Drafting Settings** в области **Snap type** отметить пункт полярной привязки **PolarSnap** – см. рис. 1.11. Далее в области **Polar spacing** в текстовом поле **Polar distance:** задать величину шага привязки.

Установка изометрического стиля сетки и шаговой привязки

Изометрический стиль сетки и шаговой привязки помогает строить двухмерные рисунки, представляющие трехмерные объекты (например, куб). *Аксонометрия*

(в том числе и изометрия) – это не что иное, как средство изображения трехмерных объектов на плоскости, то есть имитация объема, а не трехмерная модель. Поэтому изометрические рисунки нельзя рассматривать в перспективной проекции или под различными углами. Имитация трехмерности достигается здесь за счет расположения объектов по трем изометрическим осям. При нулевом угле поворота шаговой привязки направления изометрических осей следующие: 30, 90 и 150°.

Узлы сетки и шаговой привязки можно ориентировать вдоль левой, правой или верхней изометрической плоскости (рис. 1.12); переключение между плоскостями осуществляется нажатием функциональной клавиши **F5** (или сочетания **Ctrl+E**):

- левая: сетка и шаговая привязка ориентируются вдоль осей, направленных под углами 90 и 150°;
- правая: сетка и шаговая привязка ориентируются вдоль осей, направленных под углами 90 и 30°;
- верхняя: сетка и шаговая привязка ориентируются вдоль осей, направленных под углами 30 и 150°.

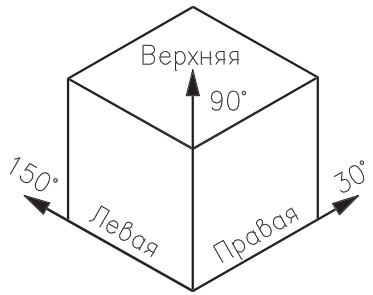


Рис. 1.12. Оси изометрической сетки

При выборе изометрического стиля шаговая привязка, сетка и указатель мыши в виде перекрестья поворачиваются соответственно выбранным изометрическим осям. При определенных условиях в AutoCAD допускается указание только тех точек, которые лежат в одной из изометрических плоскостей. Например, когда включен ортогональный режим **ORTHO**, указываемые при рисовании точки располагаются в текущей изометрической плоскости. Таким образом, можно вначале нарисовать верхнюю плоскость модели, затем, переключившись на левую плоскость, построить одну из сторон модели, а после этого завершить построение, выбрав правую плоскость.

Для включения изометрии необходимо выбрать из падающего меню **Tools** → **Drafting Settings...** и далее на вкладке **Snap and Grid** диалогового окна **Drafting Settings** в области **Snap type** отметить пункт **Isometric snap** – см. рис. 1.11.

Определение формата единиц

Размеры каждого из создаваемых в AutoCAD объектов задаются в условных единицах измерения. Соответствие единиц AutoCAD и единиц существующих метрических систем устанавливается перед рисованием. Так, в одном рисунке единица может соответствовать одному миллиметру, в другом – одному дюйму и т. д. Заданные значения определяют интерпретацию вводимых координат и углов, а также вид отображаемых координат и размеров.



Тип и точность представления единиц назначают в диалоговом окне определения форматов единиц **Drawing Units**, показанном на рис. 1.13. Оно вызывается из падающего меню **Format → Units...**.

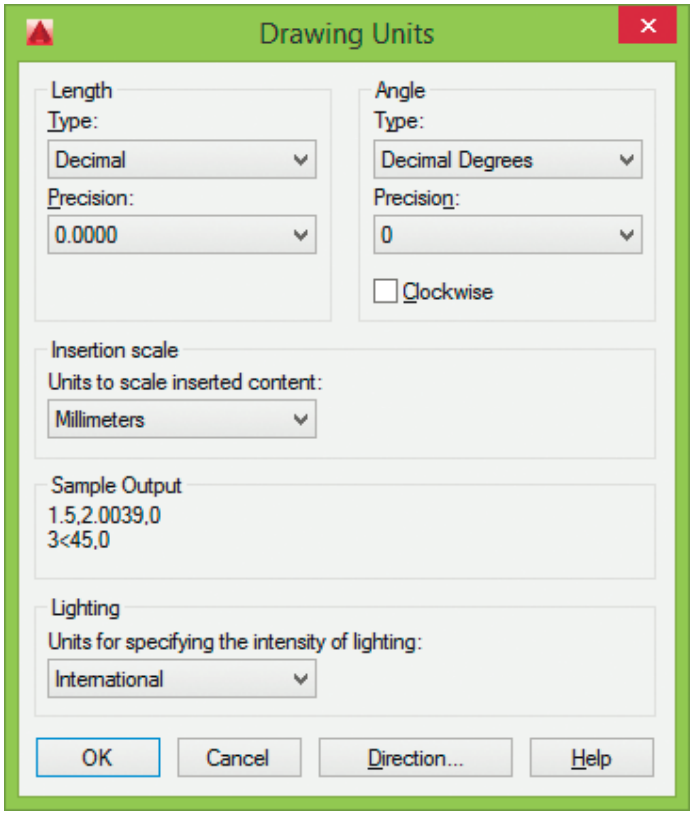


Рис. 1.13. Диалоговое окно определения форматов единиц

- В области **Length** устанавливаются формат **Type:** и точность **Precision:** линейных единиц измерения:
  - **Architectural** – архитектурные;

- **Decimal** – десятичные;
- **Engineering** – инженерные;
- **Fractional** – дробные;
- **Scientific** – научные.

В техническом и архитектурном форматах значения чисел записываются в футах и дюймах; при этом предполагается, что условная единица составляет один дюйм.

- В области **Angle** – формат **Type:** и точность **Precision:** угловых единиц. Параметр **Clockwise** определяет отсчет по часовой стрелке. Для измерения угловых величин предлагаются следующие форматы единиц:
  - **Decimal Degrees** – десятичные градусы;
  - **Deg/Min/Sec** – градусы/минуты/секунды;
  - **Grads** – грады;
  - **Radians** – радианы;
  - **Surveyor's Units** – топографические единицы.
- В области масштаба вставки **Insertion scale** в списке **Units to scale inserted content:** устанавливаются единицы измерения для вставленных в текущий чертеж элементов – блоков и чертежей. В случае несовпадения единиц измерения элемент при вставке масштабируется. При этом масштаб вставки – это отношение единиц исходного блока и целевого чертежа. Если выбрана опция **Unitsless**, то блок будет вставлен без масштабирования. В списке предлагаются следующие единицы: безразмерный, дюймы, футы, мили, миллиметры, сантиметры, метры, километры, микродюймы, милы, ярды, ангстремы, нанометры, микроны, дециметры, декаметры, гектометры, гигаметры, астрономические, световые годы, парсеки.
- В области **Sample Output** отображается пример представления линейных и угловых величин.
- В области **Lighting** в списке **Units for specifying the intensity of lighting:** осуществляется управление единицами измерения интенсивности фотометрических источников света в текущем чертеже: международные, американские и общие.

Для указания нулевого угла и направления отсчета углов необходимо щелкнуть на кнопке **Direction...**. Появится диалоговое окно выбора направления **Direction Control** – рис. 1.14.

Нулевым называется направление, относительно которого AutoCAD измеряет углы. По умолчанию таковым считается направление вправо от исходной точки.

Направление отсчета задается при помощи параметров **East** – восток, **North** – север, **West** – запад, **South** – юг или **Other** – другое. При выборе последнего открывается доступ к настройке **Angle:**, с помощью которой задается угол путем указания двух точек в графической зоне экрана или в текстовом поле, куда вводится числовое значение угла.

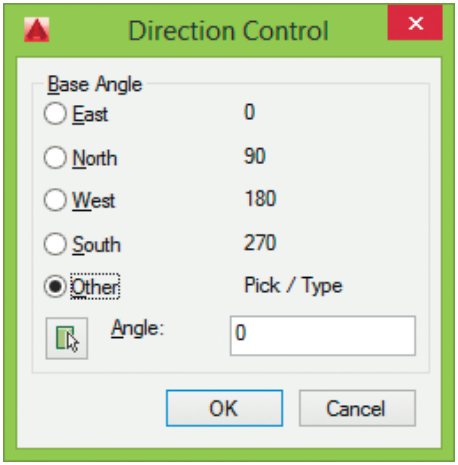


Рис. 1.14. Диалоговое окно выбора направления

Сохранение рисунков



Команда сохранения рисунка **QSAVE** вызывается из падающего меню **File → Save (Ctrl+S)** или щелчком на пиктограмме **Save** панели быстрого доступа.

Команда **QSAVE** используется в тех случаях, когда уже существующий рисунок сохраняется без изменения его имени. Если рисунок новый и его имя не определено, то **QSAVE** действует так же, как команда **SAVEAS**.

Команды **SAVE** и **SAVEAS** предназначены для сохранения рисунка под другим именем. Команда **SAVE** может вызываться только из командной строки, а **SAVEAS** – из падающего меню **File → Save As... (Ctrl+Shift+S)**. В обоих случаях имя документа задается в поле **File name:** диалогового окна **Save Drawing As** – рис. 1.15.

Предыдущей копии рисунка на диске присваивается расширение BAK вместо DWG. Все предыдущие BAK-файлы с данным именем удаляются. Обновленный рисунок записывается с расширением DWG. Если при указании имени файла оказывается, что рисунок с таким названием уже существует, выдается предупреждение и предоставляется возможность перезаписать файл или ввести другое имя.

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

Чтобы обеспечить автоматическое сохранение рисунка через заданные интервалы времени, следует использовать системную переменную `SAVETIME` или вкладку **Open and Save** диалогового окна **Options**. Оно вызывается из падающего меню **Tools → Options...**. В последнем случае необходимо поставить флажок автосохране-

ния **Automatic save** в области **File Safety Precautions** и установить значение интервала в минутах между автосохранениями в поле **Minutes between saves**.

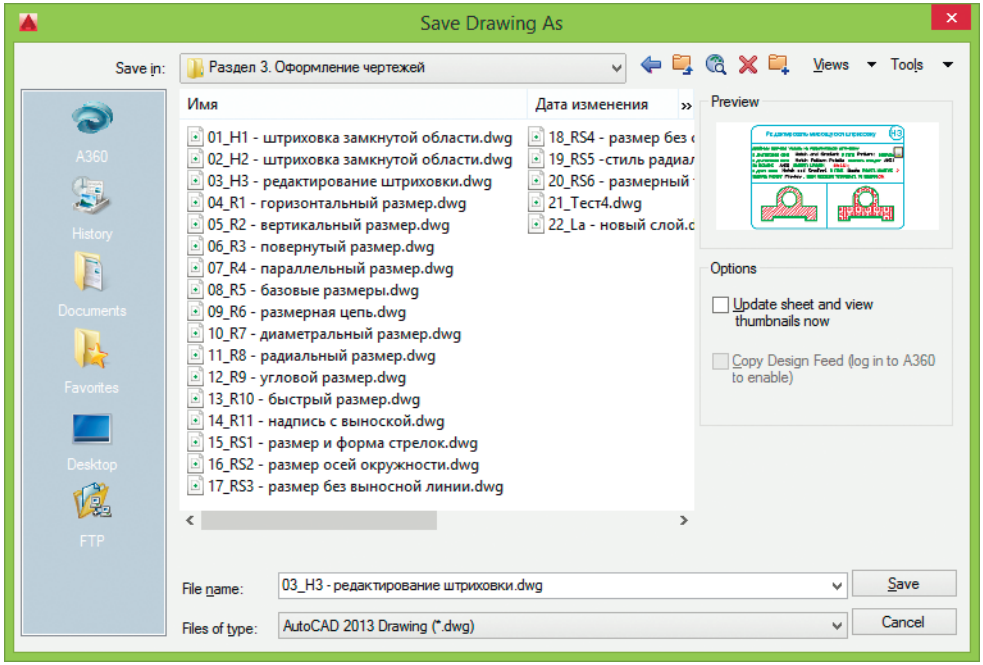


Рис. 1.15. Диалоговое окно сохранения рисунка

Получение твердой копии рисунка

Распечатка чертежа – последний этап при работе с рисунком. Перед выводом рисунка на печать необходимо его скомпоновать, то есть определить, какие виды должны быть вычерчены. Работа над рисунком ведется на разных этапах либо в пространстве модели, либо в пространстве листа. *Пространство модели* предназначено для создания модели – изображения в реальном масштабе. *Пространство листа* представляет собой аналог листа бумаги, на котором производятся создание и размещение видов перед выводом на печать.

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



Перед выводом рисунка на плоттер можно предварительно просмотреть, как он будет размещаться на листе бумаги. Для этого использу-

ется команда предварительного просмотра **PREVIEW**, вызываемая из падающего меню **File → Plot Preview** или щелчком на пиктограмме **Plot Preview** панели быстрого доступа. При этом автоматически включается изменение масштаба изображения в режиме реального времени для просмотра мелких деталей чертежа. Для изменения режима масштаба изображения, вывода на плоттер, использования панорамирования или выхода из предварительного просмотра используется контекстное меню (рис. 1.16), которое вызывается в ответ на нажатие правой кнопки мыши.

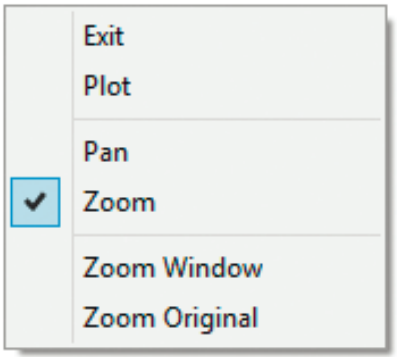


Рис. 1.16. Контекстное меню



Все установки вывода рисунка на плоттер осуществляются в диалоговом окне **Plot – Model** (рис. 1.17), Это окно загружается командой **PLOT**, вызываемой из падающего меню **File → Plot... (Ctrl+P)** или щелчком на пиктограмме **Plot...** панели быстрого доступа.

В диалоговом окне **Plot – Model** делаются следующие назначения.

- В области **Page setup** устанавливается набор параметров листа. Кнопкой **Add...** открывается диалоговое окно добавления набора параметров листа.
- В области **Printer/plotter** определяется устройство вывода:
  - **Name:** – из списка доступных принтеров выбирается устройство для вывода на печать;
  - кнопка **Properties...** – загружает редактор параметров плоттера, позволяющий изменить текущую конфигурацию плоттера;
  - **Plot to file** – назначается печать в файл.
- В области **Paper size** определяется формат из списка стандартных, разрешенных для применения на выбранном устройстве вывода.
- В области **Number of copies** устанавливается количество экземпляров.
- В области **Plot area** устанавливается печатаемая область:
  - **Display** – область, отображаемая на экране;
  - **Limits** – область, указанная в пределах лимитов;

- **Window** – область, выбранная рамкой.

- В области **Plot offset (origin set to printable area)** определяется смещение печатаемой области по осям *X* и *Y*, а также **Center the plot** – автоматическое определение смещений по *X* и *Y* при размещении чертежа в центре листа.
- В области **Plot scale** определяются масштаб печати и веса линий:
  - **Fit to paper** – печатаемая область масштабируется для вписывания в указанный формат листа;
  - **Scale:** – значение масштаба печати;
  - **Scale lineweights** – масштабирование веса линий.
- В области **Plot style table (pen assignments)** определяется таблица стилей печати. Кнопка **Edit...** загружает диалоговое окно редактора таблиц стилей печати **Plot style table Editor**.
- В области видовых экранов с тонированием **Shaded viewport options** определяются:
  - **Shade plot** – способ вывода видов на печать: как на экране, каркас из предыдущих версий, скрытие линий из предыдущих версий; концептуальный, скрытие линий, реалистичный; тонированный, тонированный с кромками, оттенки серого, эскизный, каркас, просвечивание; с визуализацией, черновой, низкий, средний, высокий, презентационный;
  - **Quality** – задание качества печати тонированных и визуализированных видовых экранов: черновое, просмотр, нормальное, презентационное, максимальное, пользовательское;
  - **DPI** – задание разрешения (точек/дюйм) для печати тонированных и визуализированных видов.
- В области **Plot options** определяются параметры печати:
  - **Plot in background** – печатать в фоновом режиме (системная переменная `BACKGROUNDPLOT`);
  - **Plot object lineweights** – печатать с учетом весов линий, назначенных объектам и слоям;
  - **Plot transparency** – печатать объекта с учетом его прозрачности;
  - **Plot with plot styles** – учитывать стили печати, применяемые к объектам и слоям;
  - **Plot paperspace last** – печатать объекты листа последними;
  - **Hide paperspace objects** – скрывать объекты листа;
  - **Plot stamp on** – включить режим нанесения штемпелей в определенном углу каждого чертежа или запись соответствующей информации в файл журнала. Кнопка **Plot stamp Settings...** загружает диалоговое окно штемпеля чертежа **Plot stamp**;
  - **Save changes to layout** – сохранение всех изменений параметров, внесенных в текущем диалоговом окне.
- В области **Drawing orientation** определяется ориентация чертежа:

- **Portrait** – книжная ориентация, то есть верх страницы соответствует короткой стороне листа;
- **Landscape** – альбомная ориентация, то есть верх страницы соответствует длинной стороне листа;
- **Plot upside-down** – поворот чертежа на 180°.

❑ Кнопка **Preview...** загружает окно предварительного просмотра.
❑ Кнопка **Apply to Layout** сохраняет настройки печати для текущего листа.

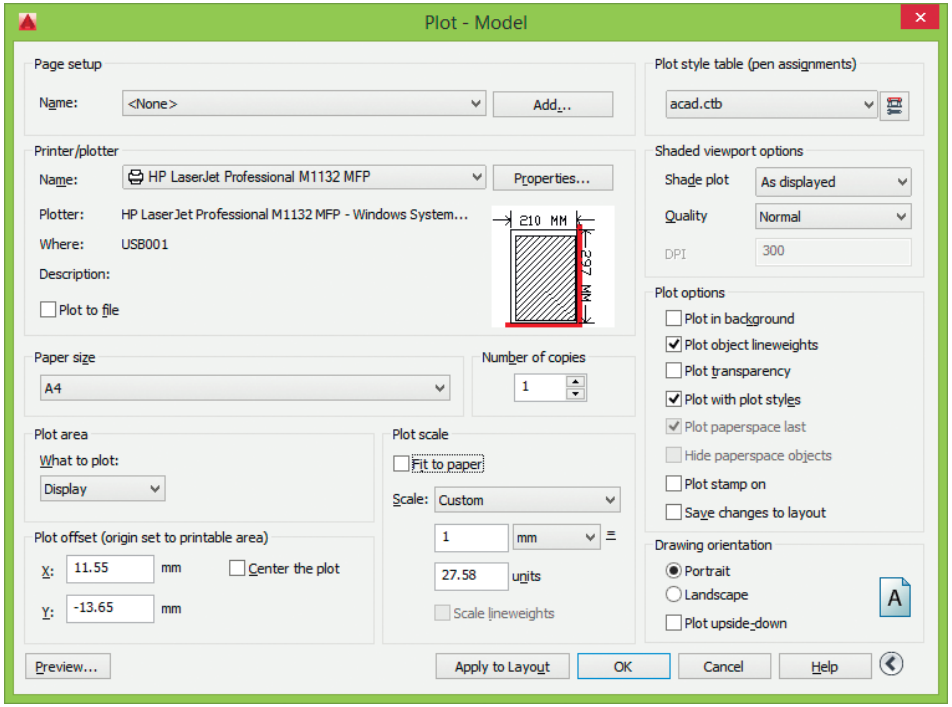


Рис. 1.17. Диалоговое окно вывода на печать пространства модели

Выход из AutoCAD

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

Команда позволяет сохранить или проигнорировать сделанные в рисунке изменения и выйти из AutoCAD. Если все выполненные изменения сохранены, при выходе из программы не появится никаких дополнительных сообщений. В противном случае на экран будет выведено диалоговое окно **AutoCAD** (рис. 1.18), предлагающее пользователю выбор: сохранить изменения, отказаться от них или продолжить сеанс работы.

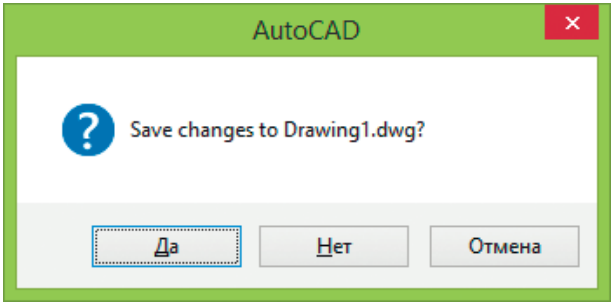


Рис. 1.18. Диалоговое окно сохранения изменений в рисунке

Если текущему рисунку не было присвоено имя и вы хотите его сохранить, откроется диалоговое окно **Save Drawing As** – см. рис. 1.14.

Глава 2

Пользовательский интерфейс AutoCAD

Кнопка меню приложения..... 41
Панель быстрого доступа 46
Падающие меню 46
Ленты..... 48
Строка состояния..... 49
Окно командных строк..... 51
Текстовое окно 53
Контекстное меню..... 53
Инструментальные палитры 59
Центр управления AutoCAD DesignCenter 61
Просмотр и поиск содержимого ... 63

На рис. 2.1. показан рабочий стол AutoCAD для Windows. Интерфейс AutoCAD 2016 выполнен в темных тонах.

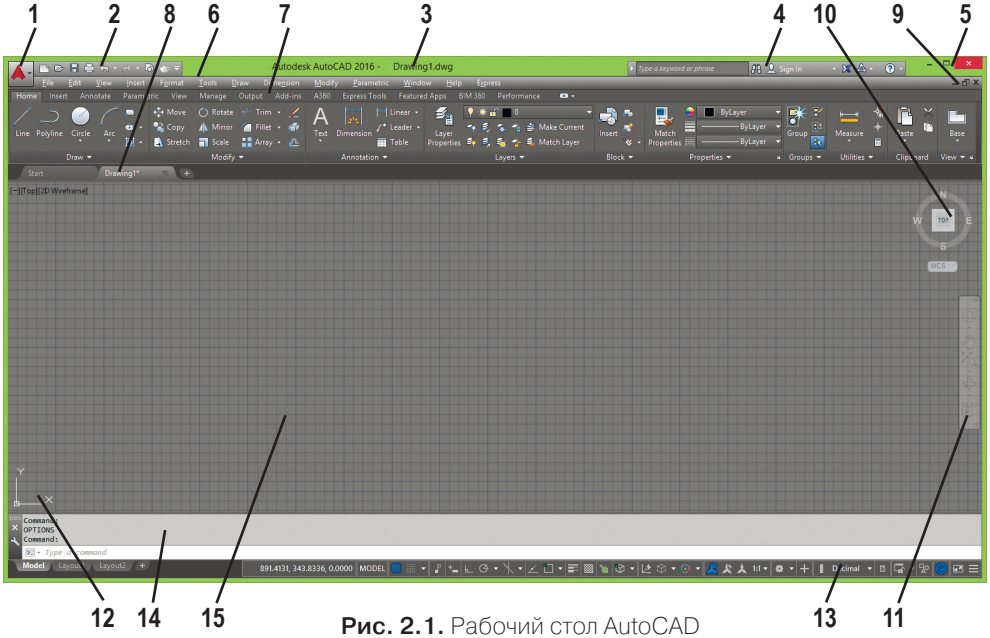


Рис. 2.1. Рабочий стол AutoCAD

В рабочий стол включены:

1. *Кнопка меню приложения* – кнопка в верхнем левом углу программы;
2. *Панель быстрого доступа* **Quick Access Toolbar** – меню в левой верхней части окна;
3. *Заголовок чертежа* – надпись в верхней части окна по центру;
4. *Инфоцентр* – инструменты в верхней части окна справа;
5. *Элементы управления окном AutoCAD* – в верхней части окна справа;
6. *Падающие меню* **Menu Browser** – меню в верхней части окна;
7. *Ленты* – сгруппированные инструменты под падающими меню;
8. *Управление видами* – вкладки слева, вверху;
9. *Элементы управления окнами чертежа* – справа вверху;
10. *Видовой куб* – в правом верхнем углу графического поля;
11. *Панель навигации* – справа на графическом поле;
12. *Пиктограмма осей координат* – слева внизу на графическом поле;
13. *Строка состояния* – строка внизу окна программы;
14. *Окно командных строк* – выше строки состояния;
15. *Графическое поле*, занимающее остальную часть рабочего стола.



При желании темную цветовую схему можно переключить на традиционный светлый вариант интерфейса. Для этого необходимо вы-

брать в падающем меню пункты **Tools** → **Options...**, затем в открывшемся диалоговом окне **Options** на вкладке **Display** в области **Widow Elements** в списке **Color scheme:** выбрать пункт **Light** (рис. 2.2).

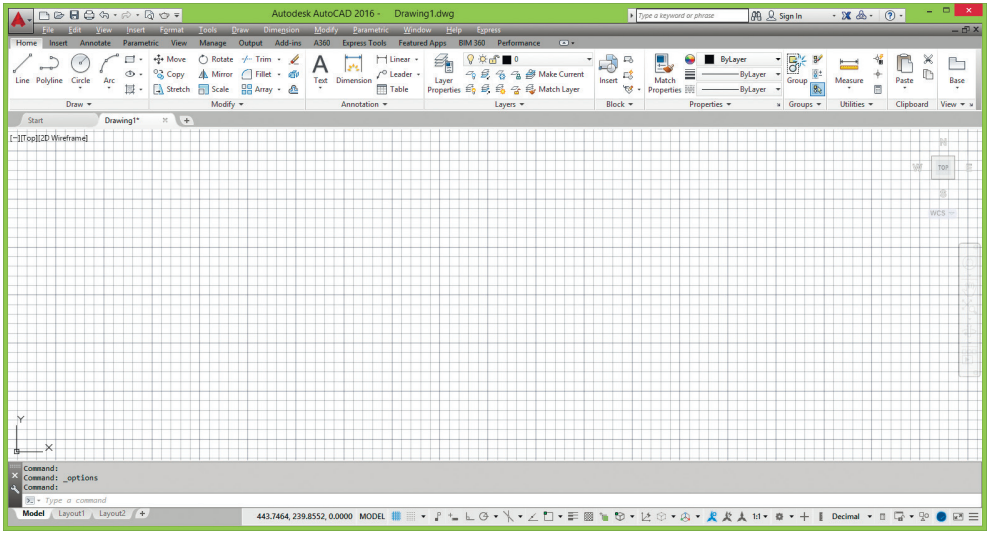
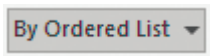


Рис. 2.2. Рабочий стол AutoCAD Light

Кнопка меню приложения

Кнопка меню приложения располагается в верхнем левом углу программы (рис. 2.3) и служит для создания, открытия, публикаций чертежей, а также для поиска команд.

Раскрывающееся меню содержит следующие инструменты:

-  **Recent Documents** – отображение последних документов.
-  **Open Documents** – отображение открытых документов.
- 

порядок отображения документов:
  - **By Ordered List** – по упорядоченному списку;
  - **By Access Date** – по дате обращения;
  - **By Size** – по размеру;
  - **By Type** – по типу.
-  форма отображения:

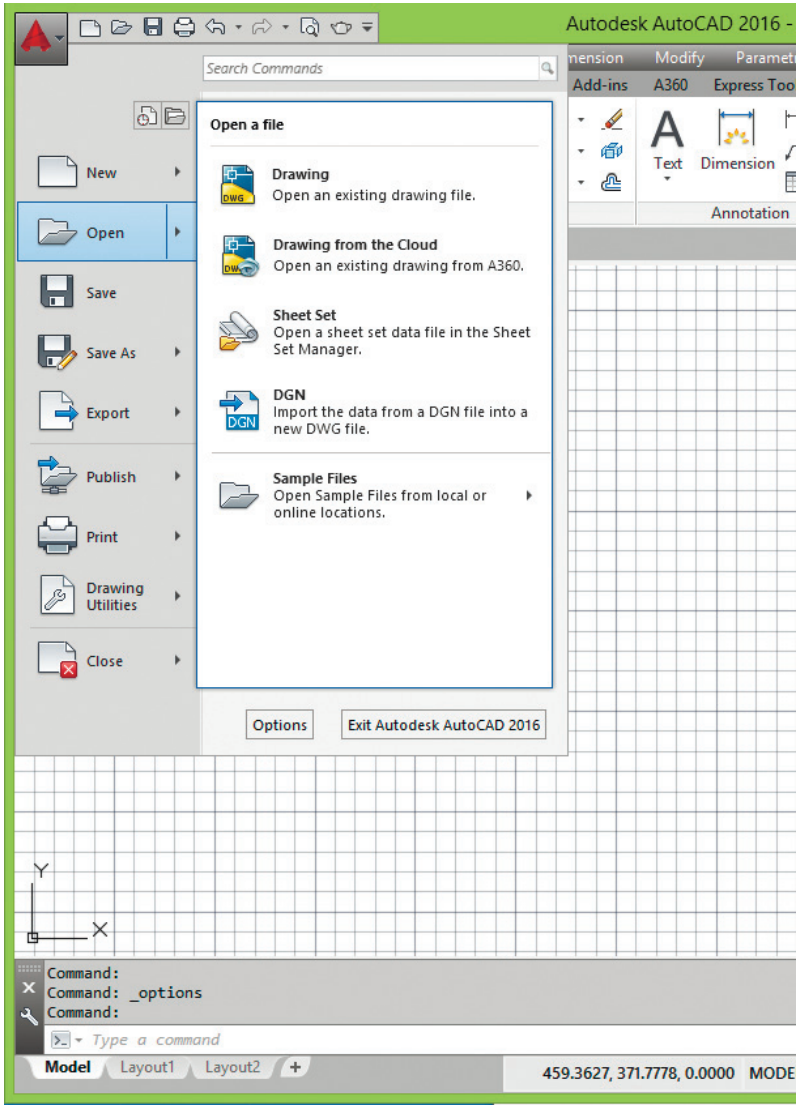


Рис. 2.3. Меню кнопки приложения

- **Small Icons** – мелкие значки;
- **Large Icons** – крупные значки;
- **Small Images** – малые изображения;
- **Large Images** – крупные изображения.

❑ **Create a new drawing** – создание нового чертежа:

- **Drawing** – создание нового чертежа на основе выбранного шаблона;
- **Sheet Set** – создание файла данных подшивки для управления листами чертежа, путями к файлам и данными проекта;

❑ **Open a file** – открытие чертежа:

- **Drawing** – открытие ранее созданного чертежа;
- **Sheet Set** – открытие файла данных подшивки в Диспетчере подшивок;
- **DGN** – импорт данных из файла DGN в новый файл DWG;

❑ **Save** – сохранение текущего чертежа;

❑ **Save a copy of the drawing** – сохранение копии текущего чертежа:

- **Drawing** – сохранение текущего чертежа в формате файлов DWG по умолчанию;
- **Drawing Tamplate** – сохранение файла DWT шаблона чертежей, по которому будут создаваться новые чертежи;
- **Drawing Standards** – сохранение файла стандартов чертежей DWS, по которому будет проверяться соответствие чертежей стандартам;
- **Other formats...** – сохранение текущего чертежа в формате файлов DWG, DWT, DWS или DXF;
- **Save Layout as a Drawing** – сохранение всех видимых объектов с текущего листа в пространстве модели нового чертежа;
- **DWG Convert** – сохранение;

❑ **Export to a different format** – экспорт текущего чертежа в другой формат:

- **DWF** – экспорт текущего чертежа в формат DWF с возможностью переопределения набора параметров листа;

- **DWFx** – экспорт текущего чертежа в формат DWFx с возможностью переопределения набора параметров листа;
- **3D DWF** – экспорт текущего чертежа в формат DWF или DWFx трехмерной модели и его отображение в программе просмотра файлов DWF;
- **PDF** – экспорт текущего чертежа в формат PDF с возможностью переопределения набора параметров листа;
- **DGN** – экспорт текущего чертежа в формат DGN с созданием одного или нескольких файлов;
- **FBX** – экспорт текущего чертежа в формат FBX;
- **Other Formats** – экспорт текущего чертежа в другой формат файлов;

❑ **Share the drawing** – предоставление доступа к чертежу с помощью службы:

- **Send to 3D Print Service** – отправка в службу 3D печати объектов, являющихся телами и непроницаемыми сетями;
- **Archive** – упаковка файлов текущей подшивки для хранения в архиве;
- **eTransmit** – создание пакета из файлов чертежей и их взаимосвязей;
- **Email** – отправка текущего файла чертежа в виде вложения в сообщение электронной почты;

❑ **Output the drawing to a plotter or other device** – вывод текущего чертежа на устройство печати:

- **Plot** – вывод текущего чертежа на плоттер, принтер или в файл;
- **Batch Plot** – пакетная публикация нескольких листов или чертежей на плоттере, принтере или в файлы DWF, PDF;
- **Plot Preview** – предварительный просмотр текущего чертежа в том виде, в котором он будет выведен на печать;

- **View Plot and Publish Details** – отображение подробной информации о выполненных задачах печати и публикации;
- **Page Setup** – задание параметров компоновки листа, устройства печати, формата бумаги и других параметров для каждого нового листа;
- **Manage Plotters** – вывод Диспетчера плоттеров, предназначенного для добавления или редактирования конфигурации плоттера;
- **Manage Plot Styles** – вывод Диспетчера стилей печати, предназначенного для редактирования таблицы стилей печати;
- **Edit Plot Style Tables** – управление именованными стилями печати, присоединенными к текущему листу;

❑ **Tools to maintain the drawing** – инструменты работы с текущим чертежом:

- **Drawing Properties** – отображение и установка свойств файла текущего чертежа;
- **Units** – задание формата отображения, а также точности координат и углов;
- **Audit** – проверка целостности чертежа и корректировка отдельных ошибок;
- **Status** – получение статистических данных о текущем чертеже, его режимах и границах;
- **Purge** – удаление из текущего чертежа неиспользуемых именованных элементов, таких как блоки, слои и пр.;
- **Recover** – восстановление поврежденного файла чертежа;
- **Open the Drawing Recovery Manager** – загрузка Диспетчера восстановления чертежей после сбоя программы или системы;

❑ **Close the drawing** – закрыть чертеж:

- **Current Drawing** – закрыть текущий чертеж;

- **All Drawings** – закрыть все открытые чертежи.

- Options – открытие диалогового окна настройки рабочей среды **Options**.
- Exit Autodesk AutoCAD 2016 – выход из программы.

Панель быстрого доступа

Панель быстрого доступа располагается в верхней левой части рабочего стола AutoCAD (рис. 2.4).

Список команд, которые можно добавить на панель быстрого доступа, содержится в списке, раскрывающемся при щелчке мышью на стрелке в правой части панели.

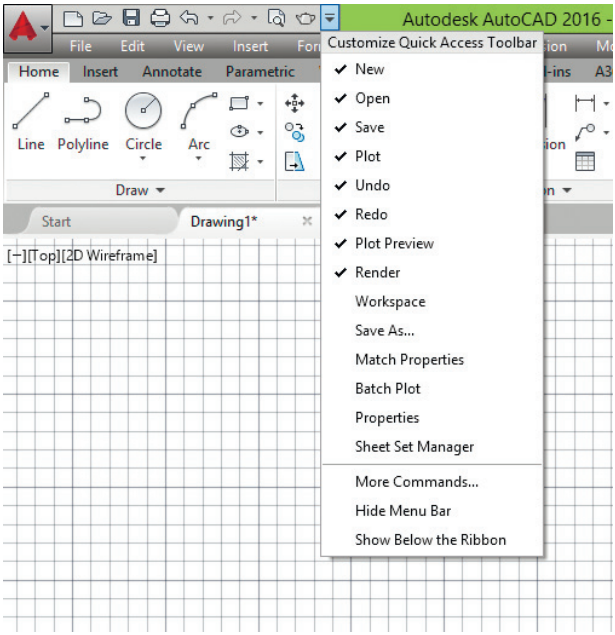


Рис. 2.4. Панель быстрого доступа

Падающие меню

Строка падающих меню устанавливается/скрывается в контекстном меню панели быстрого доступа выбором пункта **Show Menu Bar/ Hide Menu Bar** (см. рис. 2.4).

По умолчанию строка падающих меню содержит следующие пункты (рис. 2.5):

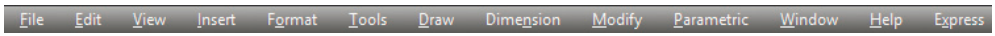


Рис. 2.5. Строка падающих меню

- **File** – команды работы с файлами: создание, открытие, сохранение, публикация в Интернете, печать, экспорт файлов в другие форматы, а также диспетчеры параметров листов, плоттеров, стилей печати и пр.;
- **Edit** – инструменты для редактирования частей графического поля, инструменты для работы с буфером обмена и пр.;
- **View** – управление экраном, зуммирование, панорамирование, установка трехмерной точки зрения, создание видовых экранов и именованных видов, установка визуальных стилей, тонирование, анимация траектории перемещения, установка необходимых панелей инструментов;
- **Insert** – команды вставки блоков, внешних объектов, объектов других приложений;
- **Format** – команды работы со слоями и их инструментами; цветом, типами линий; управление стилями текста, размеров, мультилиний, таблиц; видом маркера точки, установки единиц измерения, границ чертежа;
- **Tools** – управление рабочими пространствами; палитрами; установка порядка прорисовки объектов и получение сведений о них; работа с блоками и их атрибутами; работа с языком AutoLISP; работа с пользовательской системой координат; настройка стандартов оформления; управление Мастерами (публикации в Интернете, установки плоттеров, создания таблиц стилей печати, цветозависимых стилей печати, компоновки листа, создания подшивки, импорта параметров печати); установка параметров черчения и привязок с помощью диалоговых окон; и пр.;
- **Draw** – команды двухмерного и трехмерного рисования;
- **Dimension** – команды простановки размеров и управления параметрами размерных стилей;
- **Modify** – команды редактирования элементов чертежа;
- **Parametric** – команды параметризации зависимостей и доступа к Диспетчеру параметров;
- **Window** – многооконный режим работы с чертежами;
- **Help** – вывод на экран системы гипертекстовых подсказок;
- **Express** – быстрый доступ к часто используемым инструментам.



Строку падающих меню можно изменить путем добавления либо удаления тех или иных пунктов. Для этого необходимо выбрать в падающем меню пункты **Tools** → **Customize** → **Interface...**, в появившемся диалоговом окне настройки интерфейса пользователя **Customize User Interface** на вкладке **Customize** в области **Customizatios in All CUI Files** раскрыть пункт **Menus** (рис. 2.6). Далее установить указатель мыши на один из пунктов меню и, нажав правую кнопку мыши, вызвать контекстное меню, в котором выбрать соответствующий пункт для удаления имеющихся или создания новых падающих меню.

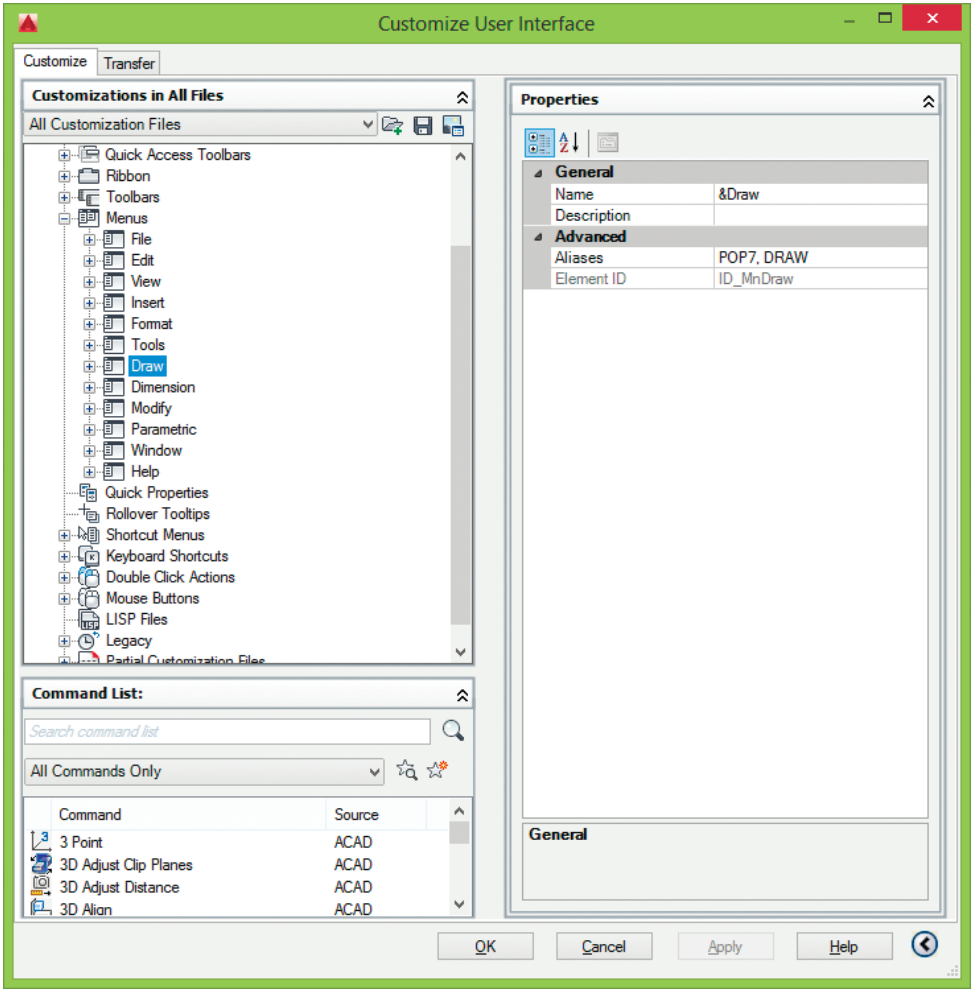


Рис. 2.6. Диалоговое окно адаптации меню

Ленты

В отличие от предыдущих версий, AutoCAD 2016 не предлагает классического интерфейса. Все инструменты расположены на лентах (рис. 2.7). Содержимое лент зависит от выбранного рабочего пространства.

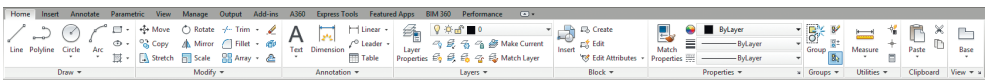


Рис. 2.7. Лента в рабочем пространстве для двухмерного моделирования

Рабочие пространства включают ленты с наборами инструментов, инструментальные панели и палитры, сгруппированные и упорядоченные соответственно решаемой задаче. Элементы интерфейса, не являющиеся необходимыми для решения текущей задачи, скрываются, максимально освобождая область экрана, доступную для работы.

В AutoCAD определены следующие рабочие пространства:

- **Drafting & Annotation** – двухмерное моделирование (см. рис. 2.7);
- **3D Basics** – основные инструменты трехмерного моделирования (рис. 2.8);
- **3D Modeling** – трехмерное моделирование (рис. 2.9).

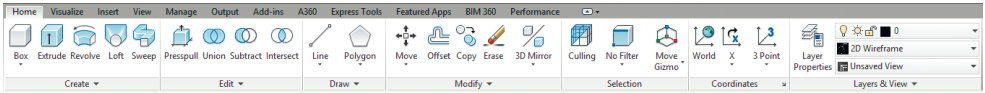


Рис. 2.8. Лента с основными инструментами трехмерного моделирования

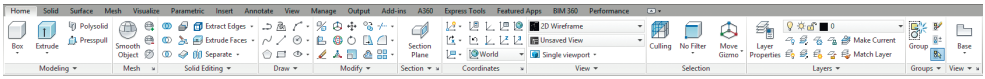


Рис. 2.9. Лента в рабочем пространстве для трехмерного моделирования

Рабочее пространство устанавливается с помощью инструмента **Workspaces**, расположенного в строке состояния.

Помимо возможности установить рабочее пространство, инструмент **Workspaces** включает следующие пункты:

- **Save Current As...** – открытие диалогового окна **Save Workspace**, позволяющего сохранить текущее рабочее пространство;
- **Workspace Settings...** – открытие диалогового окна **Workspace Settings**, позволяющего настроить текущие параметры рабочего пространства для последующего использования;
- **Customize...** – открытие диалогового окна **Customize User Interface**, позволяющего осуществить настройки интерфейса пользователя.

Строка состояния

Строка состояния (рис. 2.10) расположена в нижней части рабочего стола.



Рис. 2.10. Строка состояния

Она содержит текущие координаты курсора – **Coordinates**, а также кнопки включения/выключения режимов черчения:

MODEL **Model or Paper space** – переключение из пространства модели в пространство листа;



Display drawing grid – включение и выключение отображения сетки;



Snap mode – включение и выключение шаговой привязки курсора;



Infer Constraints – включение и выключение подразумеваемых геометрических зависимостей;



Dynamic Input – включение и выключение динамического ввода;



Restrict cursor orthogonally (Ortho Mode) – включение и выключение ортогонального режима;



Restrict cursor to specified angles (Polar Tracking) – включение и выключение режима полярного отслеживания;



Isometric Drafting – включение и выключение среды изометрического черчения;



Show snapping reference lines (Object Snap Tracking) – включение и выключение режима объектного отслеживания;



Snap cursor to 2D reference points (2D Object Snap) – включение и выключение режимов объектной привязки;



Show/Hide Lineweight – включение и выключение режима отображения линий в соответствии с весами (толщинами);



Transparency – включение и выключение прозрачности;



Selection Cycling – включение и выключение циклического выбора;



Snap cursor to 3D reference points (3D Object Snap) – включение и выключение режимов трехмерной объектной привязки;



Snap UCS to active solids plane (Dynamics UCS) – включение и выключение динамической пользовательской системы координат;



Filters object selection – включение и выключение фильтров выбора объекта;



Show gizmos – включение и выключение Gizmo;



Show annotation objects – At current scale (Annotation Visibility) – включение видимости аннотаций: показываются аннотативные объекты для любого масштаба;



Add scales to annotative objects when the annotation scale changes (AutoScale) – автоматическое добавление масштабов к аннотативным объектам при изменении масштаба аннотаций;



Annotation Scale of the current view – включение масштаба аннотаций;



Workspace Switching – выбор и установка рабочего пространства;



Annotation Monitor – включение и выключение аннотативного монитора;



Current drawing units – единицы измерения текущего чертежа;



Quick Properties – включение и выключение Панели быстрых свойств объектов;



Isolate Objects – изолирование объектов;



Hardware Acceleration – включение и выключение аппаратного ускорения;



Clean Screen – очистка экрана.



Customization – контекстное меню, предназначенное для отображения кнопок включения/выключения режимов черчения в строке состояния (рис. 2.11).

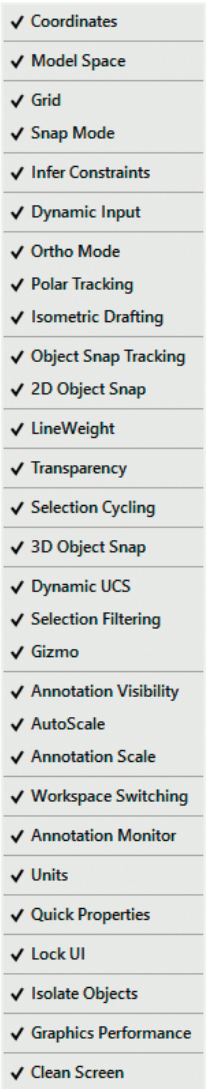


Рис. 2.11. Контекстное меню настройки строки состояния

Окно командных строк

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

По умолчанию окно команд закреплено и равно по ширине окну AutoCAD (рис. 2.12).

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

Окно может быть как закрепленным, так и плавающим. Закрепление отменяется путем выбора рамки окна в любом месте и последующей буксировки за пределы зоны закрепления до тех пор, пока граница окна не примет вид широкой

контурной линии. Если отпустить окно в этот момент, оно станет плавающим и приобретет размер, который имело до закрепления. Плавающее окно может быть перемещено в любую позицию экрана; при этом пользователю разрешено изменять его ширину и высоту (рис. 2.13).

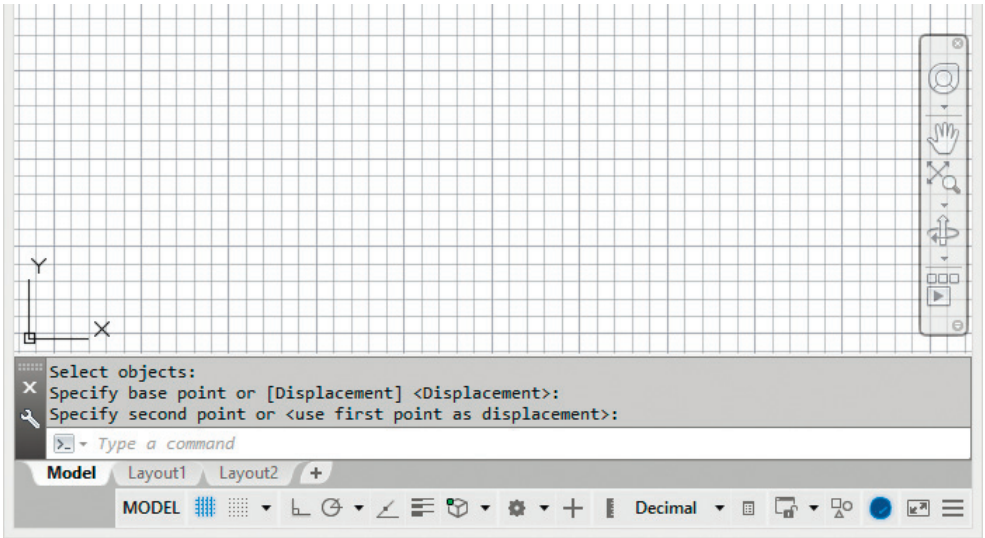


Рис. 2.12. Закрепленное окно командных строк

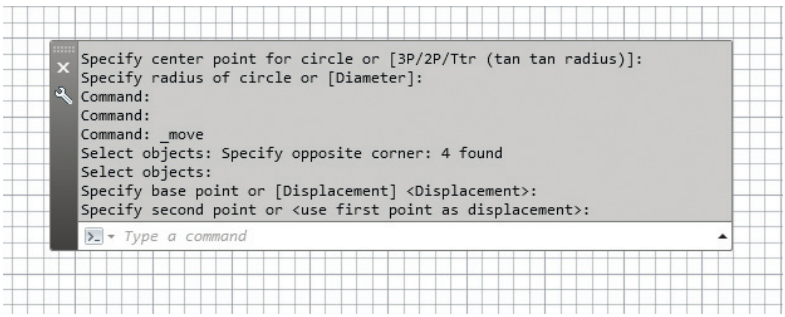


Рис. 2.13. Плавающее окно командных строк

Закрепляется окно команд путем «буксировки» к верхней или нижней зоне закрепления окна AutoCAD.

В окне командных строк можно прокручивать текст, выполнять его редактирование и повторно вводить команды. Для этого используются стандартные клавиши: ↑, ↓, ←, →, **Insert**, **Delete**, **Home**, **End**, **Page Up**, **Page Down**, **Backspace**.

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

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

Текстовое окно

Просмотреть большую часть протокола команд – так называемую историю команд (command history) – можно, переключившись в текстовое окно, показанное на рис. 2.14. Оно вызывается нажатием функциональной клавиши **F2** или командой **TEXTSCR**, а также из падающего меню **View → Display → Text Window F2**.

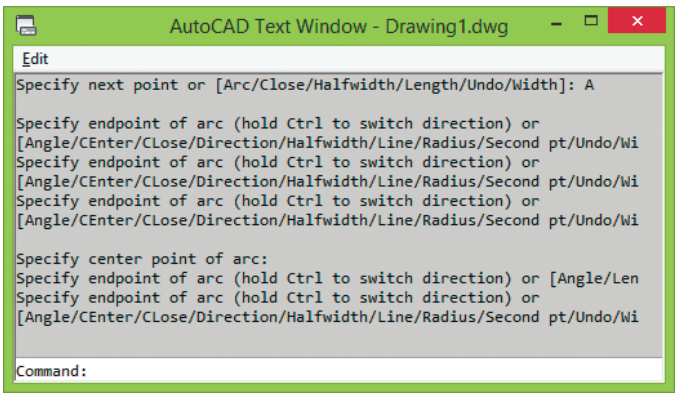


Рис. 2.14. Текстовое окно

Текстовое окно подобно окну команд: в нем также можно вводить команды, наблюдать подсказки и сообщения, выдаваемые AutoCAD. Для перемещения по окну используются полоса прокрутки или клавиши ↑, ↓, ←, →, **Page Up** и пр.

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

Контекстное меню

Для выбора пунктов меню и пиктограмм на панели инструментов часто используется устройство указания – мышь. При работе с мышью нажатие левой кнопки в области рисования обычно используется для выбора и указания точки на экране; щелчок правой кнопкой мыши вызывает контекстное меню, которое обеспечивает быстрый доступ к командам. Форма и содержание меню зависят от положения указателя мыши и состояния задачи.

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

- *стандартное* – вызывается при отсутствии выбранных объектов и активных команд. Содержит последнюю используемую команду, набор стандартных функций, предназначенных для работы с буфером обмена, команды зуммирования, панорамирования, а также вызов диалогового окна настройки рабочей среды **Options** (рис. 2.15);

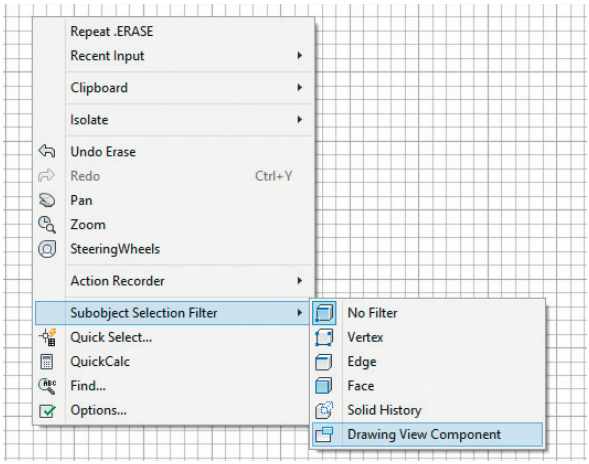


Рис. 2.15. Пример стандартного контекстного меню

- *команда* – вызывается при выполнении какой-либо команды. Содержит набор ключей, отображаемых в командной строке и облегчающих выполнение текущей команды с помощью мыши (рис. 2.16);

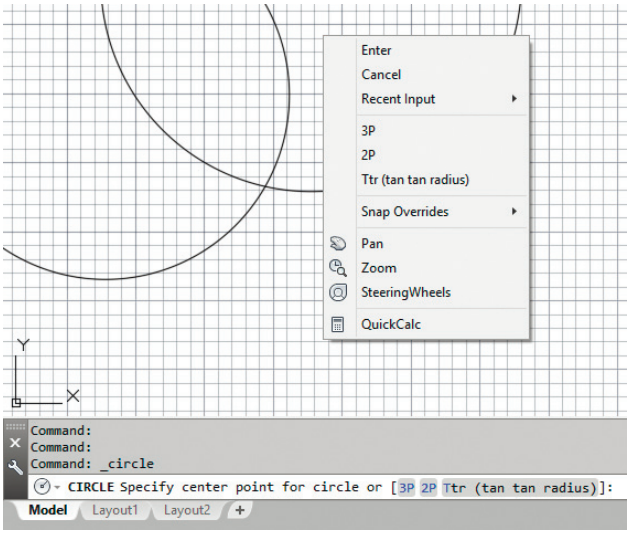


Рис. 2.16. Пример контекстного меню команды CIRCLE

- *объектная привязка* – вызывается при щелчке правой кнопкой мыши и одновременном нажатии клавиши **Shift**. Позволяет выбрать или настроить режимы объектной привязки и включить координатный фильтр (рис. 2.17);
- *редактирование* – вызывается при выбранном одном или нескольких объектах и отсутствии активных команд. Объединяет функции, предназначенные для редактирования объектов. Набор функций может изменяться в зависимости от типа выбранного объекта (рис. 2.18);

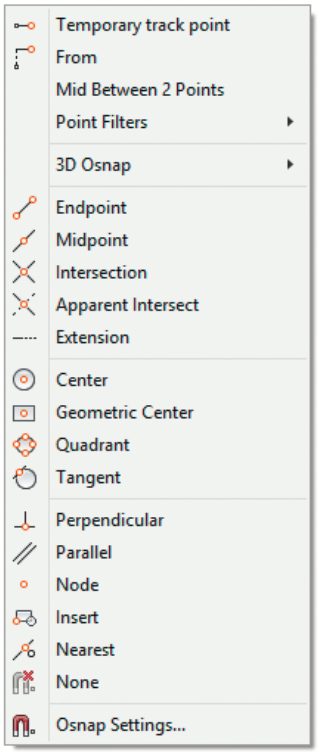


Рис. 2.17. Контекстное меню объектной привязки

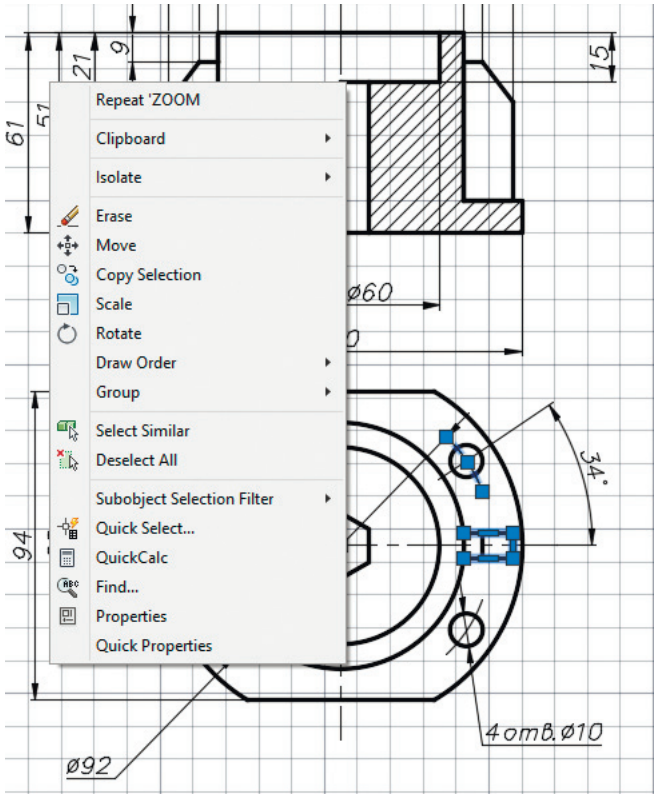


Рис. 2.18. Контекстное меню редактирования

- *ручки* – вызывается при выделенной на объекте активной ручке. Содержит функции, позволяющие проводить редактирование с помощью ручек (рис. 2.19);
- *OLE* – вызывается при щелчке правой кнопкой мыши на вставленном в рисунок OLE-объекте. Объединяет функции, позволяющие редактировать OLE-объекты (рис. 2.20).

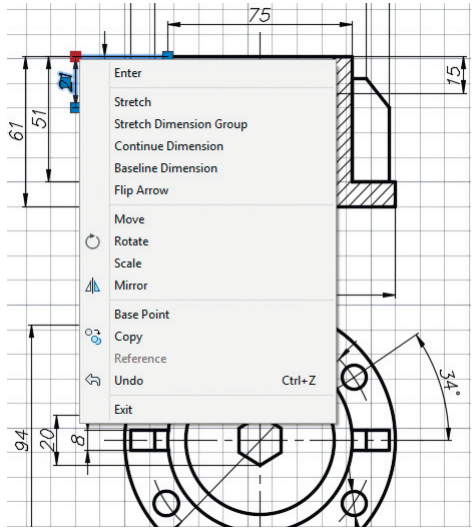


Рис. 2.19. Контекстное меню ручек

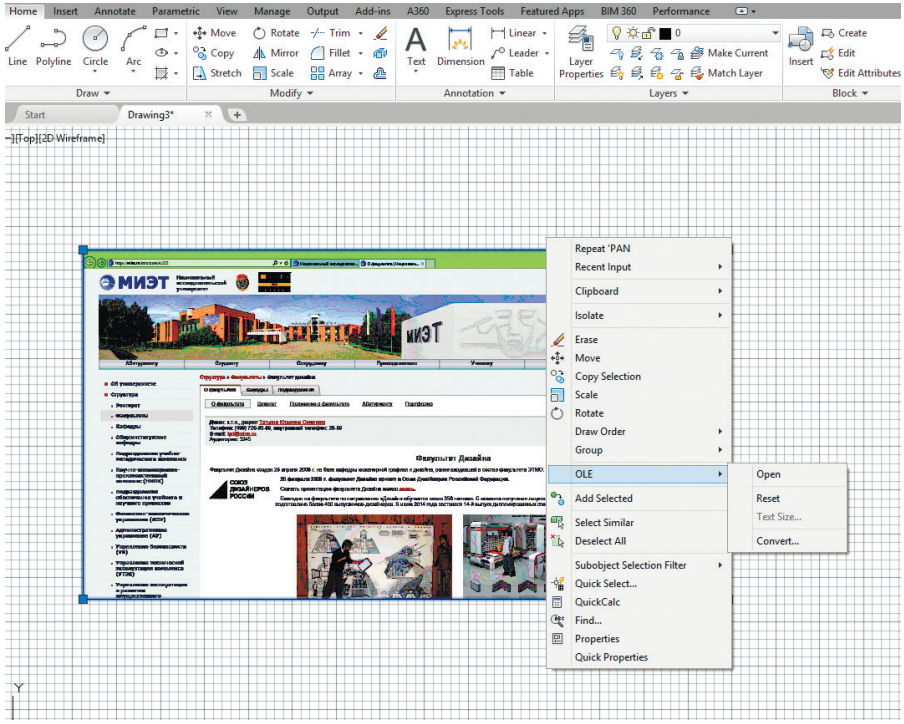


Рис. 2.20. Контекстное меню OLE

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

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

- *командная строка* – вызывается щелчком правой кнопкой мыши на командной строке или в окне команд. Служит для вызова функций, используемых при работе с командной строкой (рис. 2.21);

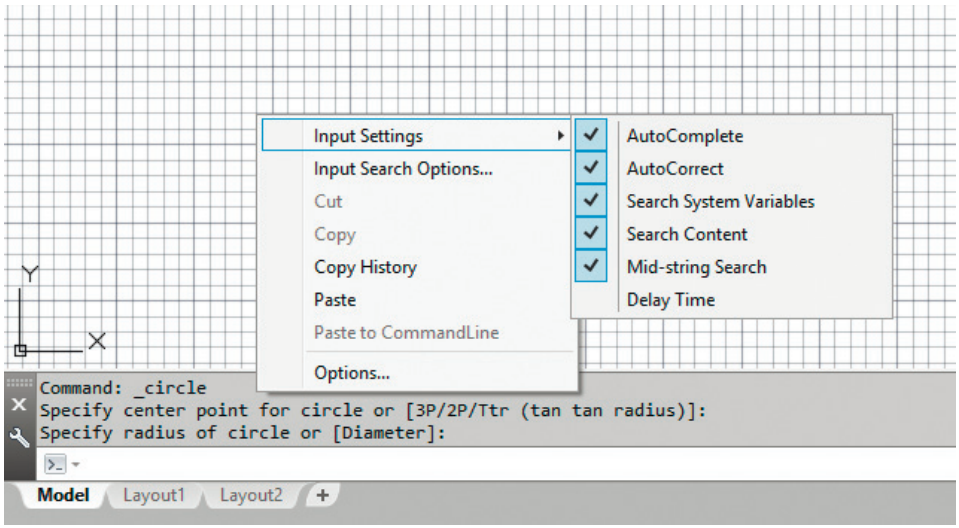


Рис. 2.21. Контекстное меню командной строки

- *диалоговое окно* – вызывается щелчком правой кнопкой мыши на элементе диалогового окна. Доступно не для всех диалоговых окон и, как правило, связано либо с раскрывающимися списками, либо с полями для ввода значений и позволяет удалять, переименовывать отдельные пункты списка или работать с буфером обмена (рис. 2.22);
- *строка состояния* – вызывается щелчком правой кнопкой мыши на области строки состояния, где выводятся текущие координаты, либо на любой кнопке переключения режимов рисования или изменения настроек. Служит для переключения режимов рисования или изменения их настроек (рис. 2.23);
- *вкладки Model/Layout* – вызывается щелчком правой кнопкой мыши на вкладке **Model** или одной из вкладок **Layout**. Используется для вызова окон печати и настройки параметров страницы, а также управления листами (рис. 2.24).

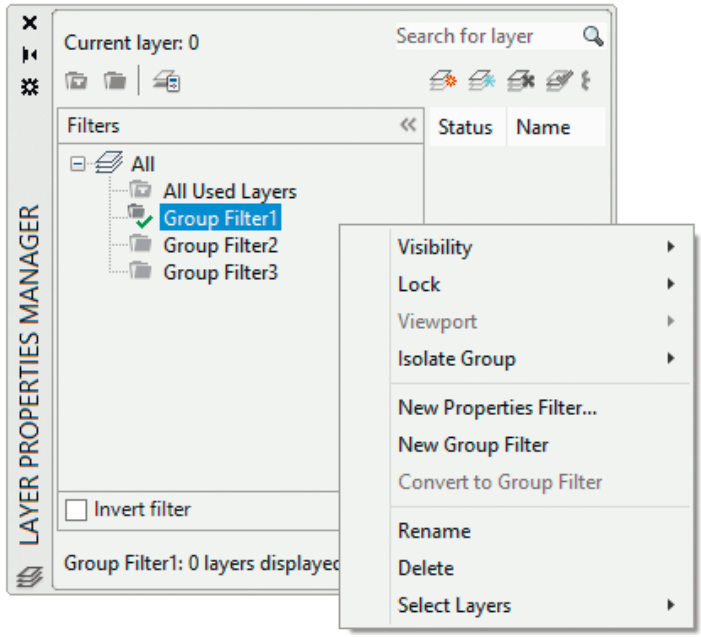


Рис. 2.22. Пример контекстного меню диалогового окна

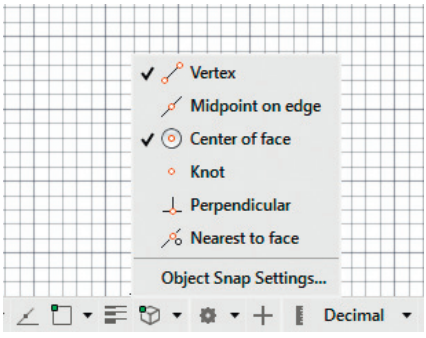


Рис. 2.23. Пример контекстного меню строки состояния

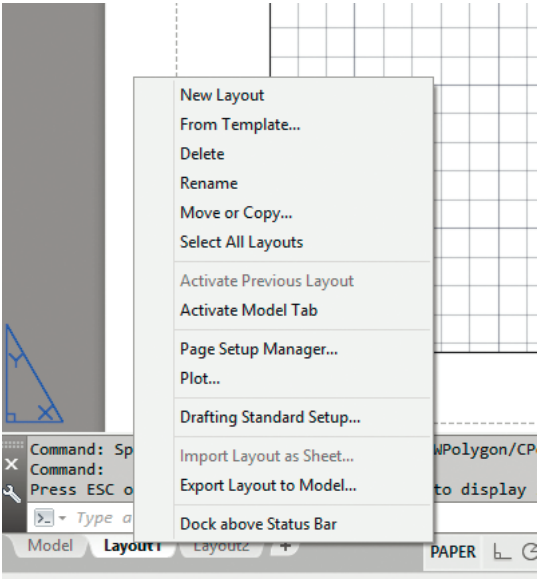


Рис. 2.24. Пример контекстного меню вкладки Model/Layout

Инструментальные палитры



Инструментальные палитры загружаются командой **TOOLPALETTES** из падающего меню **Tools** → **Palettes** → **Tool Palettes (Ctrl+3)** либо щелчком на пиктограмме **Tool Palettes** на ленте **View** в группе **Palettes**.

Инструментальные палитры представляют собой отдельные вкладки, объединенные в специальном окне **Tool Palettes** (рис. 2.25) и являются эффективным средством хранения и вставки, например, блоков и штриховки, а также могут содержать инструменты, предоставленные сторонними разработчиками.

В разных областях окна инструментальных палитр с помощью контекстных меню можно изменять следующие настройки:

- автоматически убирать палитры с экрана – окно инструментальных палитр может автоматически разворачиваться и сворачиваться при подведении указателя мыши к строке заголовка окна и отведении от нее;
- прозрачность – окно палитры инструментов делается прозрачным и не скрывает находящиеся за ним объекты;
- вид – изменяются стиль и размер отображаемых на палитре значков.

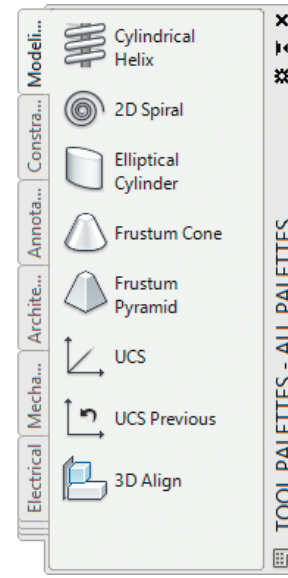


Рис. 2.25. Инструментальная палитра

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

На палитрах удобно размещать часто используемые блоки и штриховки. Для того чтобы вставить блок или штриховку из палитры в рисунок, необходимо «захватить» элемент палитры с помощью мыши и перетащить его в графическую область. При перетаскивании блоков с палитры можно использовать объектную привязку, однако шаговая привязка в это время не действует. Некоторые свойства инструментов, включая масштаб, угол поворота и слой, могут устанавливаться отдельно для каждого из их.

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

Для изменения свойств инструментов, например масштаба блока и угла поворота образца штриховки, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на инструменте, а затем выбрать из контекстного меню пункт свойств объекта **Properties**.... Далее в диалоговом окне свойств инструмента **Tool Properties** изменяются следующие свойства (рис. 2.26):

- название инструмента и пояснение к нему;
- параметры вставки или образца – угол поворота, масштаб;
- общие свойства – слой, цвет, тип линий и стиль печати.

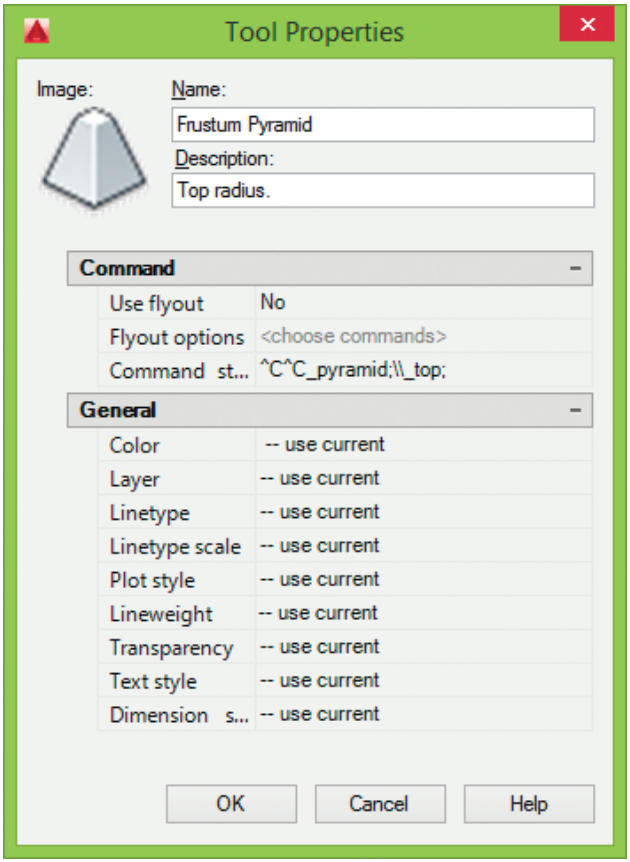


Рис. 2.26. Диалоговое окно свойств инструментов палитры

Для добавления инструментов на палитру можно:

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

- перемещать и копировать инструменты с одной палитры на другую при помощи команд контекстного меню **Cut** – Вырезать, **Copy** – Копировать и **Paste** – Вставить;
- перетаскивать на палитру команды из области **Command List:** диалогового окна **Customize User Interface**.

Можно создать новую палитру. Чтобы она сразу оказалась заполнена инструментами, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на папке, файле рисунка или блоке в Центре управления, а затем выбрать из контекстного меню пункт **Create Tool Palette**.

Порядок размещения инструментов на палитре изменяется в результате перетаскивания их с помощью мыши.

Если в нижнем углу палитры высвечивается значок замка, это значит, что файлу инструментальной палитры присвоен атрибут только чтения Read only.

Настройки инструментальных палитр сохраняются в профиле AutoCAD. А экспортируются и импортируются палитры как файлы с расширением XTP.

Центр управления AutoCAD DesignCenter

В практической деятельности очень важно иметь возможность использовать созданные ранее наработки: опыт показывает, что большинство проектно-конструкторских работ создается на базе новых сочетаний элементов, давно известных как по принципу функционирования, так и по исполнению. AutoCAD обеспечивает эффективное повторное использование имеющихся наработок путем их вставки в рисунки в виде блоков или внешних ссылок. Управлять блоками, внешними ссылками, растровыми изображениями и содержимым рисунков, находящихся в других источниках (и даже подготовленных в других приложениях), позволяет Центр управления AutoCAD DesignCenter.

Кроме того, если в сеансе открыто несколько рисунков, Центр управления дает возможность упростить процесс создания таких элементов, как, например, описания одних и тех же слоев. Пользователь создает описание в одном рисунке, а затем просто копирует в остальные.

Центр управления **DesignCenter** предназначен для организации доступа к чертежам и их элементам и обеспечивает:

- просмотр содержимого чертежей, на локальных и сетевых дисках, а также веб-страницах;
- просмотр и вставку в текущий чертеж блоков, слоев, текстовых и размерных стилей, типов линий, внешних ссылок, образцов штриховки и прочих элементов чертежей;
- доступ к растровым изображениям и сторонним объектам, созданным в других приложениях;

- обновление описания блоков;
- перетаскивание элементов чертежа на инструментальные палитры.



Центр управления AutoCAD загружается командой **ADCENTER**, либо из падающего меню **Tools → Palettes → DesignCenter (Ctrl+2)**, либо щелчком на пиктограмме **DesignCenter** на ленте **View** в группе **Palettes** (рис. 2.27).

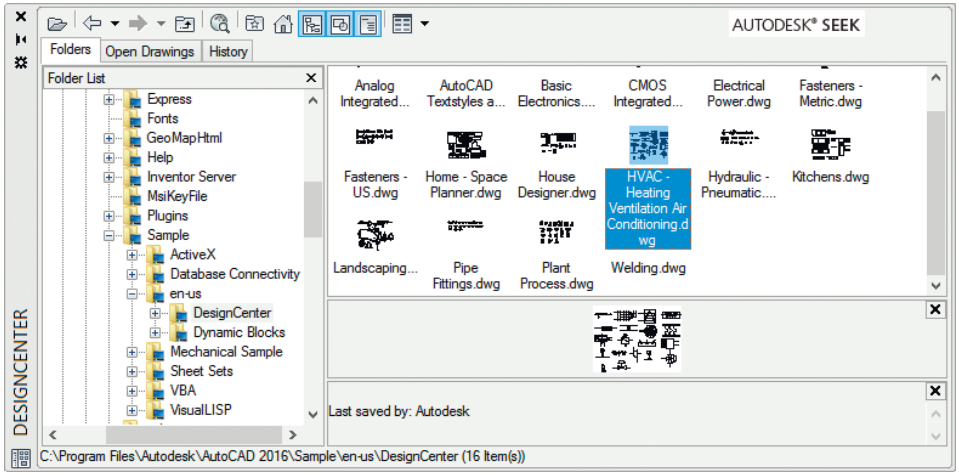


Рис. 2.27. Центр управления DesignCenter

Центр управления имеет интуитивно понятный интерфейс и позволяет быстро находить, просматривать, вызывать и применять специфические компоненты, такие как блоки, слои, типы линий и пр. Причем эти операции осуществляются из открытых или закрытых файлов AutoCAD независимо от того, где они находятся: на локальных или удаленных дисках. Достаточно просто выбрать нужные компоненты и перетащить их в текущий рисунок.

Панель инструментов, расположенная вверху Центра управления **DesignCenter**, обеспечивает доступ к набору режимов и операций, а также осуществляет навигацию внутри окна и просмотр информации в области структуры и содержимого. Область *структуры* находится слева, в ней отображаются источники содержимого. Справа находится область *содержимого*, предназначенная для добавления элементов в чертеж или на инструментальную палитру. Область просмотра образца и пояснений к нему расположена справа внизу окна.

Центр управления включает следующие вкладки:

- **Folders** – вкладка, отображающая дерево иерархической структуры папок. Если слева, в области структуры с помощью мыши выбрать элемент, то справа отобразится его содержимое;

- **Open Drawings** – вкладка, отображающая список чертежей, открытых в текущий момент. Для того чтобы справа в области содержимого отобразить элементы, необходимо слева в области структуры выбрать файл чертежа, а затем из списка – одну из таблиц описаний;
- **History** – вкладка, отображающая список последних файлов, открывавшихся с помощью Центра управления. При двойном нажатии в списке на файле чертежа открывается папка **Folders** с этим чертежом и его элементами в области содержимого.

Для добавления элементов из области содержимого в текущий чертеж выбранный элемент достаточно перетащить в графическую область чертежа либо воспользоваться одним из вариантов, предлагаемых в контекстном меню. Также из области содержимого Центра управления можно перетащить чертежи, блоки и штриховки на текущую инструментальную палитру.

Просмотр и поиск содержимого

Для просмотра элементов содержимого, находящихся в текущем источнике, служит зона содержимого, или палитра, – средство AutoCAD, предназначенное для просмотра содержимого открытых рисунков и других источников, а также образцов и описаний перед вставкой идентифицируемых ими объектов в рисунок. Кроме того, палитра может использоваться для поиска на диске файлов рисунков по их содержимому.

Просматривать открытые рисунки, журнал предыдущих рисунков, а также файлы и папки локального и сетевых дисков можно в зоне структуры, которая является хорошим помощником при перемещении по содержимому рисунка, но ее присутствие на экране необязательно для загрузки палитры.

На палитре отображаются крупные значки, а в зоне структуры показана структура Рабочего стола. Перемещаясь по структуре, можно выбирать источники и загружать их содержимое в палитру.

Ниже приводятся способы размещения Центра управления AutoCAD на Рабочем столе:

- для изменения размеров окна следует захватить с помощью мыши его границу, разделитель зон или ручку в правом нижнем углу и перетащить ее в нужное положение;
- для освобождения окна нужно щелкнуть на его заголовке, перетащить окно за пределы зоны закрепления и отпустить кнопку мыши. Окно станет плавающим, и его можно будет перемещать в любое место экрана;
- для закрепления окна нужно либо перетащить его в одну из зон закрепления (в левой или правой части окна AutoCAD), либо дважды щелкнуть мышью на заголовке плавающего окна. При перетаскивании окна никакие особые действия по закреплению не нужны – оно закрепляется само, достигнув крайней части области рисования.

В дополнение к поиску рисунков с нужными элементами вручную путем перемещения по структуре Центр управления AutoCAD обеспечивает автоматический поиск рисунков, описаний блоков и слоев, а также элементов сторонних приложений по именам. Для этого используется инструмент **Search**, при щелчке на котором открывается диалоговое окно **Search** – рис. 2.28.

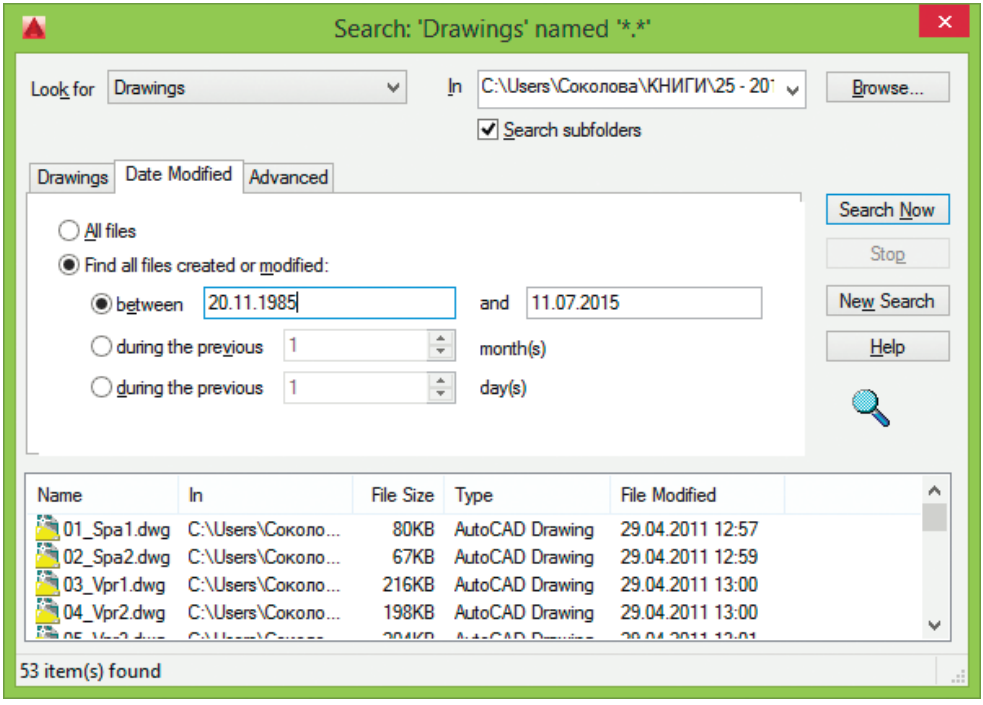


Рис. 2.28. Диалоговое окно поиска

Здесь можно настроить поиск по различным критериям, в том числе по дате последнего изменения. Допускается также поиск по фрагментам текста, содержащимся в текстовых описаниях блоков или в полях свойств рисунка. Например, если имя рисунка неизвестно, его можно найти по ключевому слову, заданному в свойствах. Если же пользователь желает отыскать созданный им блок, но не помнит точно, как он был сохранен (в рисунке или в отдельном файле), следует задать в качестве критерия имя блока, а из списка **Look for** выбрать **Drawings and Blocks**. Выбранный тип определяет вид вкладок диалогового окна. Далее необходимо ввести в поле **In** начальный участок поиска или нажать кнопку **Browse...** и выбрать его в структуре диска. Если поиск должен охватывать все уровни, подчиненные указанному, требуется установить флажок для просматривания вложенных папок **Search subfolders**.

Если в списке **Look for** выбран пункт **Drawings**, то в диалоговом окне **Search** появляются три вкладки, на которых можно задать различные критерии поиска:

- **Drawings** – имя или текст для поиска, возможно, вместе с именем свойства. Разрешается задавать искомый текст и указывать, к чему он относится (к названию файла, имени автора и т. д.);
- **Date Modified** – дата или диапазон дат создания или последнего изменения искомого элемента содержимого. Может также задаваться в формате **during the previous N month(s)** – за последние *N* месяцев или **during the previous N day(s)** – за последние *N* дней. По умолчанию AutoCAD не ограничивает поиск по дате;
- **Advanced** – дополнительные параметры поиска. Здесь можно, например, настроить поиск рисунков, содержащих некоторую текстовую строку (в именах блоков, именах или значениях атрибутов, а также в текстовых описаниях элементов). Кроме того, предусмотрено ограничение поиска по минимальному или максимальному размеру файла. При поиске допускается ввод как всей текстовой строки, так и отдельного ее фрагмента. Можно также использовать глобальные символы (`*` и `?`).

Если в списке **Look for** выбрано значение, отличное от **Drawings**, то в диалоговом окне **Search** появляется одна из нижеперечисленных вкладок:

- **Blocks** – поиск блоков по именам;
- **Dimstyles** – поиск размерных стилей по именам;
- **Drawings and Blocks** – поиск рисунков и блоков по именам;
- **Hatch Pattern Files** – поиск файлов образцов штриховки по именам;
- **Hatch Patterns** – поиск образцов штриховки по именам;
- **Layers** – поиск слоев по именам;
- **Layouts** – поиск листов по именам;
- **Linetypes** – поиск типов линий по именам;
- **Multileaderstyles** – поиск стилей мультивыносок;
- **Tablestyles** – поиск табличных стилей по именам;
- **Textstyles** – поиск текстовых стилей по именам;
- **Xrefs** – поиск внешних ссылок по именам.

Для запуска механизма поиска следует нажать кнопку **Search Now**. Записи о найденных элементах отображаются в диалоговом окне по мере их обнаружения. Для нового поиска с другими критериями нужно воспользоваться кнопкой **New Search**. После щелчка на ней список с результатами предыдущего поиска будет очищен.

Элемент содержимого, найденный во время поиска и занесенный в таблицу результатов, можно добавить в открытый рисунок. Результат поиска также можно загрузить непосредственно на палитру Центра управления.

Для смены источника содержимого зоны структуры необходимо в Центре управления AutoCAD открыть одну из следующих вкладок или выбрать их из

контекстного меню, щелкнув правой кнопкой мыши на свободной части палитры:

- **Folders** – перечень локальных и сетевых дисков;
- **Open Drawings** – перечень рисунков, открытых в данный момент в AutoCAD;
- **History** – перечень последних 20 элементов, открытых через Центр управления AutoCAD.

Центр управления AutoCAD предоставляет очень простой способ открытия файлов рисунков – пользователю достаточно всего лишь перетащить значок выбранного файла в пустую часть области рисования. При этом следует быть внимательным, так как перетаскивание значка не в пустую часть, а на открытый рисунок приведет к другому результату.

Для перетаскивания необходимо, чтобы хотя бы часть области рисования не была покрыта рисунками. Этого можно достичь, уменьшив размеры открытых окон или свернув их. Если при перетаскивании вывести указатель мыши за пределы окна AutoCAD, он примет форму перечеркнутого круга – значит, оставлять рисунок в этом месте нельзя.

Таким образом, с помощью Центра управления AutoCAD можно:

- просматривать различные источники содержимого рисунков, начиная с документов, открытых в текущем сеансе AutoCAD, и вплоть до библиотек обозначений на веб-страницах;
- просматривать описания блоков, слоев и других элементов в любом файле рисунка, вставлять и копировать эти описания в текущий рисунок;
- создавать ярлыки для часто используемых рисунков, папок и интернет-страниц;
- находить рисунки с нужным содержимым на локальном и сетевых дисках. Так, например, можно разыскать рисунок, в котором имеется слой с заданным именем, либо файл, сохраненный до или после указанной даты. Найденный рисунок можно загрузить в Центр управления или перетащить непосредственно в текущий документ;
- открывать рисунки путем перетаскивания DWG-файлов с палитры в область рисования;
- просматривать и вставлять растровые изображения путем перетаскивания их файлов с палитры в область рисования;
- управлять представлением элементов палитры (крупные или мелкие значки, список или таблица). Также предусмотрено отображение на палитре образцов и текстовых описаний элементов рисунка.

Глава 3

Настройка рабочей среды AutoCAD

Определение доступа к файлам поддержки 68
Настройка параметров рабочего экрана 70
Настройка параметров открытия и сохранения файлов 74
Определение параметров вывода на печать 78
Настройка системных параметров 83
Настройка пользовательской среды 85
Управление точностью построения объектов 91
Настройка параметров трехмерного моделирования 95
Настройка параметров выбора объектов 103
Настройка профилей 107
Настройка учетной записи 108

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



Процедура настройки рабочей среды AutoCAD осуществляется в диалоговом окне **Options**, которое вызывается из падающего меню **Tools** → **Options...** или из стандартного контекстного меню при условии, что нет выполняющихся команд или выбранных объектов. Диалоговое окно **Options** содержит 11 вкладок, описанных ниже.

Определение доступа к файлам поддержки

На вкладке **Files** диалогового окна **Options**, показанной на рис. 3.1, задаются пути доступа к файлам поддержки, где хранятся шрифты для текста, файлы адаптации, подключаемые модули, шаблоны рисунков, чертежи для вставки, типы линий и образцы штриховок, используемые AutoCAD. Здесь перечисляются все пути доступа к папкам, которые должны существовать в текущей структуре папок локального и подключенных сетевых дисков.

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

- **Support File Search Path** – путь доступа к вспомогательным файлам;
- **Working Support File Search Path** – путь поиска рабочих вспомогательных файлов;
- **Trusted Location** – путь надежного расположения;
- **Device Driver File Search Path** – путь доступа к драйверам устройств;
- **Project Files Search Path** – путь доступа к файлам проектов;
- **Customization Files** – файлы адаптации;
- **Help and Miscellaneous File Names** – имена файлов справочной системы и др.;
- **Text Editor, Dictionary, and Font File Names** – имена файлов текстового редактора, словаря и шрифтов;
- **Print File, Spooler, and Prolog Section Names** – имена файла печати, программы фоновой печати и раздела пролога;
- **Printer Support File Path** – путь к вспомогательным файлам печати;
- **Automatic Save File Location** – папка для файла автосохранения;
- **Color Book Locations** – папки для альбомов цветов;
- **Data Sources Location** – положение источников данных;
- **Template Settings** – параметры шаблонов;

- **Tool Palettes File Locations** – папки с файлами инструментальных палитр;
- **Authoring Palette File Locations** – папки файлов палитры вариаций;
- **Log File Location** – расположение файла журнала;
- **Action Recorder Settings** – параметры рекордера операций;
- **Plot and Publish Log File Location** – папка для файла журнала печати/публикации;
- **Temporary Drawing File Location** – папка для временных файлов;
- **Temporary External Reference File Location** – папка для временных файлов внешних ссылок;
- **Texture Maps Search Path** – папка для поиска текстур;
- **Web File Search Path** – папка для поиска веб-файлов;
- **i-drop Associated File Location** – папка для связанных файлов точек загрузки;
- **DGN Mapping Setups Location** – папка параметров соответствия DGN.

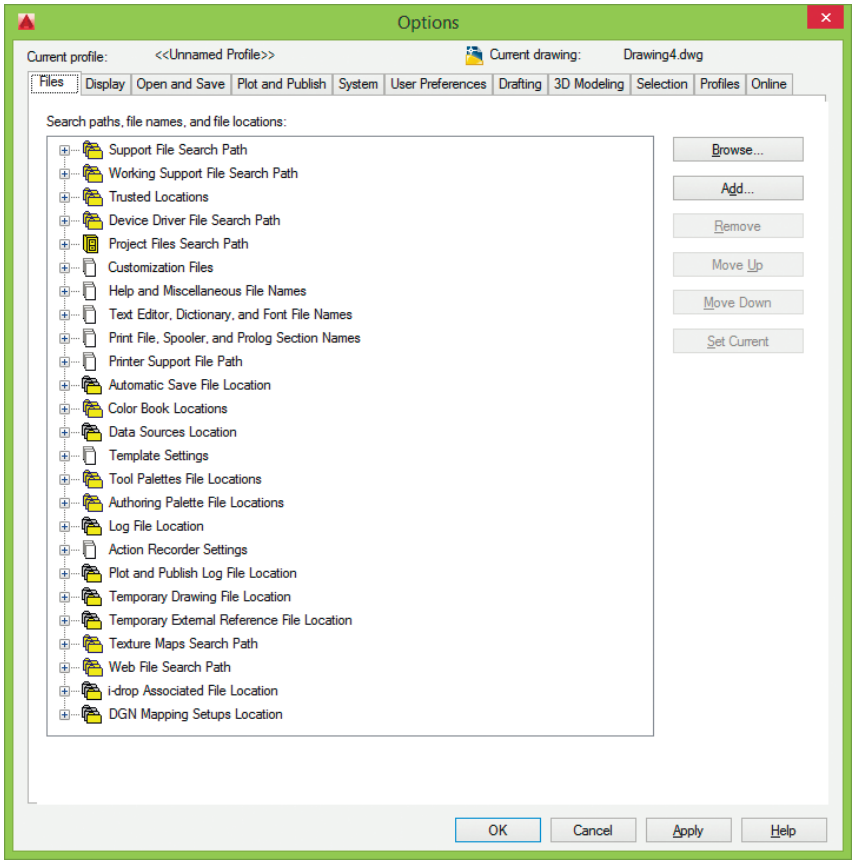


Рис. 3.1. Вкладка определения доступа к файлам поддержки

Настройка параметров рабочего экрана

На вкладке **Display** диалогового окна **Options**, показанной на рис. 3.2, можно осуществлять настройку параметров рабочего экрана AutoCAD.

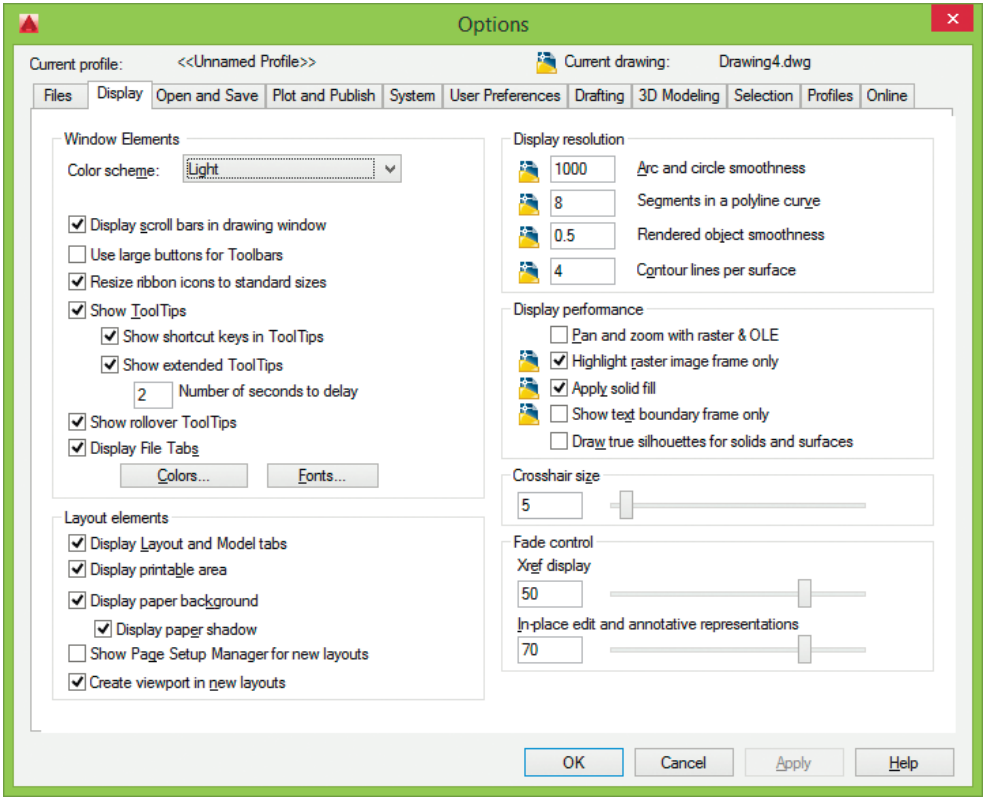


Рис. 3.2. Вкладка настройки параметров рабочего экрана

- В области элементов окна **Window Elements** настраиваются следующие параметры:
  - **Color scheme:** – установка тона фоновой области инструментов (строки состояния, заголовка, ленты, рамки меню): **Dark** – темная; **Light:** – светлая;
  - **Display scroll bars in drawing window** – включение/отключение полос прокрутки в нижней и правой части графического поля;
  - **Use large buttons for Toolbars** – изменение размера пиктограмм инструментов с 16×16 на 32×32 пиксела;
  - **Resize ribbon icons to standard sizes** – изменение размера пиктограмм до стандартного (системная переменная `RIBBONICONRESIZE`);

- **Show ToolTips** – включение/отключение всплывающих подсказок при наведении указателя мыши на пиктограммы инструментов (системная переменная TOOLTIPS);
- **Show shortcut keys in ToolTips** – включение/отключение комбинации клавиш в подсказках;
- **Show extended ToolTips** – включение/отключение расширенных описаний в подсказках;
- **Number of seconds to delay** – установка времени задержки между отображением основных и расширенных подсказок;
- **Show rollover ToolTips** – управление ролловерами подсказок для выделенных объектов (системная переменная ROLLOVERTIPS);
- **Display File Tabs** – включение/отключение вкладок с именами открытых чертежей в левом верхнем углу области рисования;
- кнопка **Colors...** – загрузка диалогового окна **Drawing Window Colors**, для изменения цвета элементов рабочего стола AutoCAD (рис. 3.3):
  - ◊ список **Context:** – выбор объекта, в контексте которого будет изменен цвет элемента: **2D model space** – пространство двухмерной модели, **Sheet/layout** – лист, **3D parallel projection** – трехмерная параллельная проекция, **3D perspective projection** – трехмерная перспективная проекция, **Block editor** – редактор блоков, **Command line** – командная строка, **Plot preview** – просмотр печати;
  - ◊ список **Interface element:** – выбор элемента интерфейса, цвет которого необходимо установить. Для **2D model space** и **Sheet/layout** – однородный фон, перекрестье, вектор автоотслеживания, маркер автопривязки, подсказка при прочерчивании, фон подсказки, источники света, яркое пятно, спад освещенности, начальный предел, конечный предел, цвет обозначений камер, усеченная камера/плоскость усечения, плоскости подрезки камер, световая сетка, форма источника света, освещенность на расстоянии. Для **3D parallel projection** – однородный фон, перекрестье, основные линии сетки, промежуточные линии сетки, осевые линии сетки и далее, аналогично пространству двухмерной модели. Для **3D perspective projection** – верх небесного фона, фоновый небесный горизонт, фоновое наземное начало, фоновый наземный горизонт, низ земного фона, фоновый земной горизонт и далее, аналогично трехмерной параллельной проекции. Для **Block editor** – однородный фон, перекрестье, вектор автоотслеживания, маркер автопривязки, подсказка при прочерчивании, фон подсказки, источники света, яркое пятно, спад освещенности, начальный предел, конечный предел, световая сетка, форма источника света, освещенность на расстоянии. Для **Command line** – однородный фон и текст. Для **Plot preview** – однородный фон;
  - ◊ список **Color:** – выбор оттенка из цветовой палитры;

- **Tint for X, Y, Z** – оттенок для осей;
- кнопка **Restore current element** – восстановление цвета по умолчанию для выбранного элемента интерфейса;
- кнопка **Restore current context** – восстановление цветов по умолчанию для всех элементов интерфейса, выбранного контекста;
- кнопка **Restore all contexts** – восстановление цветов по умолчанию для всех элементов интерфейса;
- кнопка **Restore classic colors** – восстановление классических цветовых настроек AutoCAD 2008 только для элементов интерфейса пространства двухмерной модели;
- в области **Preview:** демонстрируется образец с текущими установками цвета;

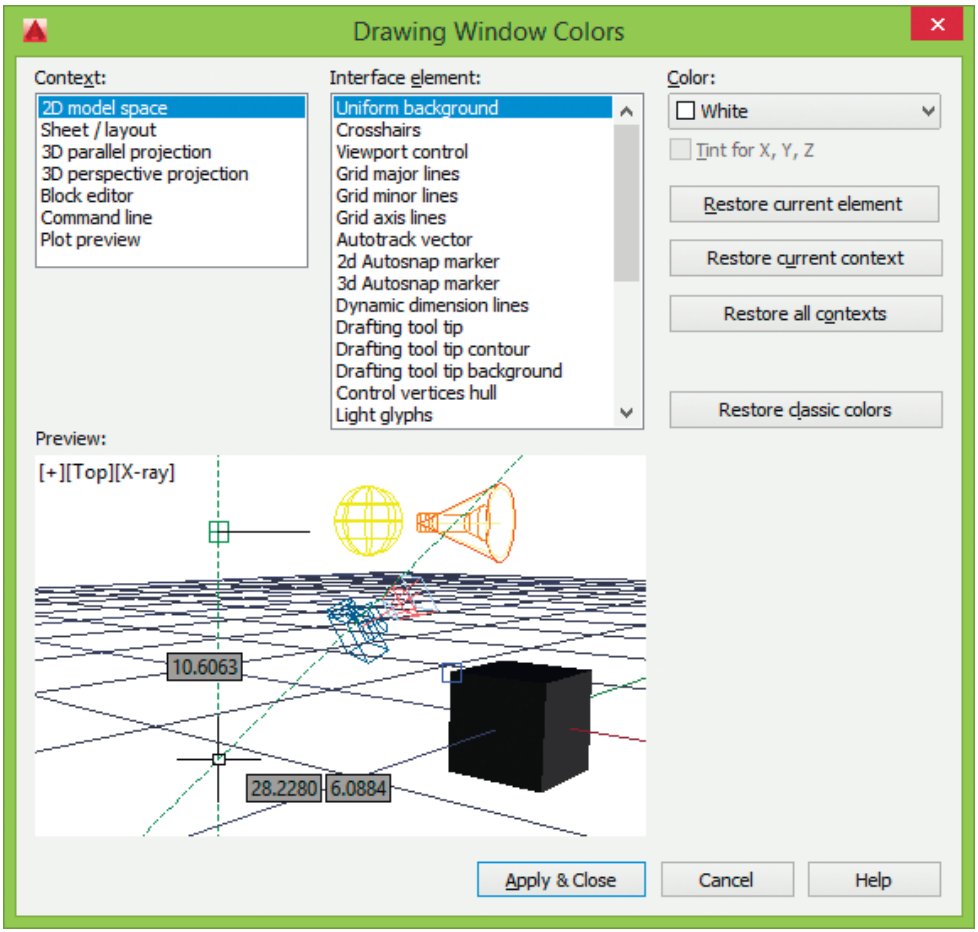


Рис. 3.3. Диалоговое окно изменения цвета элементов рабочего стола AutoCAD

- кнопка **Fonts...** – загрузка диалогового окна **Command Line Window Font** для изменения шрифта текста командной строки (рис. 3.4). В этом диалоговом окне устанавливаются: **Font:** – шрифт, **Font Style:** – начертание и **Size:** – размер. В области **Sample Command Line Font** показывается образец шрифта командной строки.

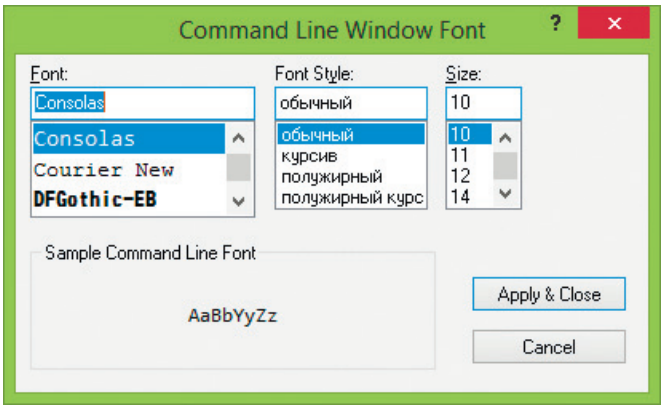


Рис. 3.4. Диалоговое окно изменения шрифтов

- В области **Layout elements** назначаются следующие параметры пространства листа:
  - **Display Layout and Model tabs** – управление отображением ярлыков вкладок **Layout** и **Model** в нижней части графического поля;
  - **Display printable area** – управление отображением границ печатаемой области на листе чертежа, показанных штриховой линией;
  - **Display paper background** – управление отображением фона;
  - **Display paper shadow** – управление отображением тени вокруг границ листа;
  - **Show Page Setup Manager for new layouts** – управление выводом Диспетчера параметров для новых листов;
  - **Create viewport in new layouts** – назначение автоматического создания видового экрана на новых листах.
- В области экранного разрешения **Display resolution** определяются:
  - **Arc and circle smoothness** – управление плавностью отображения дуг, окружностей и эллипсов (диапазон значений от 1 до 20 000, команда **VIEWRES**);
  - **Segments in a polyline curve** – установка количества сегментов в дугах полилиний (диапазон значений от –32 767 до –32 767, системная переменная SPLINESTGS);
  - **Rendered object smoothness** – управление плавностью отображения тонированных объектов (диапазон значений от 0.01 до 10, системная переменная FACETRES);

- **Contour lines per surface** – установка числа образующих для изображения поверхностей (диапазон значений от 0 до 2047, системная переменная ISOLINES).

- В области **Display performance** настраивается производительность отображения объектов:
  - **Pan and zoom with raster & OLE** – управление динамическим отображением в реальном времени растровых изображений и OLE-объектов (системная переменная RTDISPLAY);
  - **Highlight raster image frame only** – управление подсветкой растровых изображений при их выборе. При установке флажка подсвечиваются только границы растра (системная переменная IMAGEHLT);
  - **Apply solid fill** – управление заливкой плоских фигур и полилиний ненулевой ширины. Настройка вступает в силу после регенерации чертежа (системная переменная FILLMODE);
  - **Show text boundary frame only** – управление отображением текста на экране. При установке флажка отображаются только границы текстов. Настройка вступает в силу после регенерации чертежа (системная переменная QTEXTMODE);
  - **Draw true silhouettes for solids and surfaces** – настройка отображения контура трехмерного объекта. При установке флажка вычерчиваются кромки силуэтов тел и поверхностей (системная переменная DISPSILH).
- В области **Crosshair size** задается размер перекрестья в процентах от размера экрана (системная переменная CURSORSIZE);
- В области **Fade control** устанавливается затенение:
  - **Xref display** – регулировка отображения внешних ссылок (системная переменная XDWGFADECTL);
  - **In-place edit and annotative representations** – регулировка интенсивности затенения объектов при редактировании вхождений (системная переменная XFADECTL).



Выполните упражнения № 7 – 15 из раздела 1.

Настройка параметров открытия и сохранения файлов

Вкладка открытия и сохранения файлов **Open and Save** диалогового окна **Options** показана на рис. 3.5.

На ней осуществляется настройка следующих параметров.

- В области **File Save** задаются параметры сохранения файлов:
  - список **Save As:** – установка формата файлов при их сохранении;

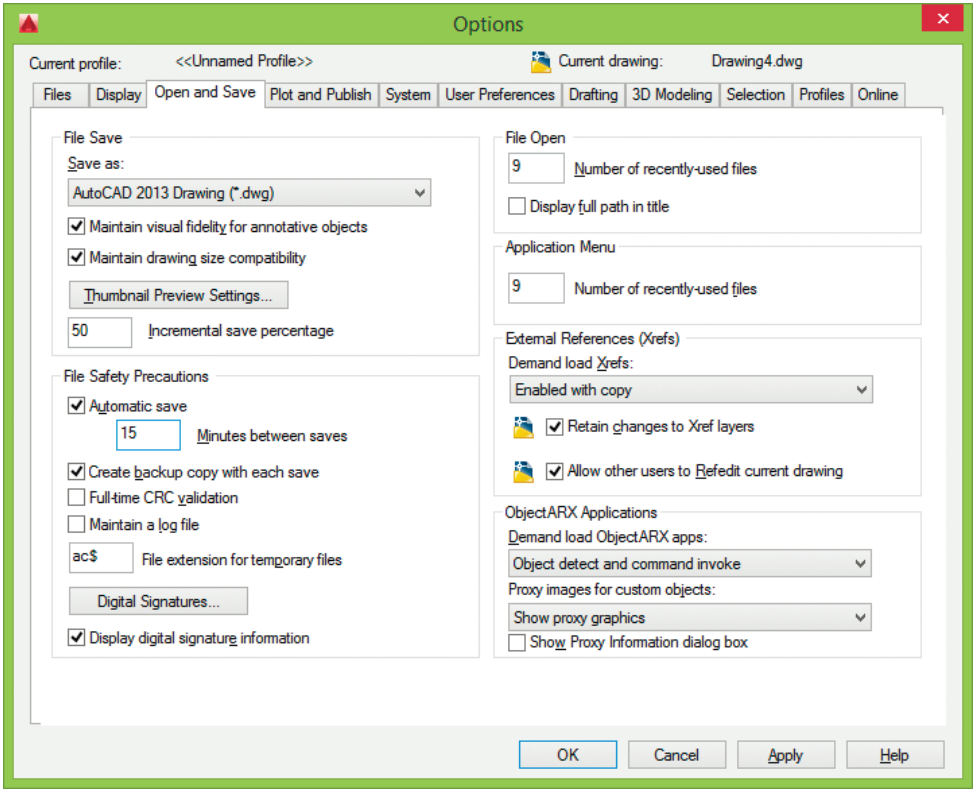


Рис. 3.5. Вкладка настройки параметров открытия и сохранения файлов

- **Maintain visual fidelity for annotative objects** – сохранение визуальной четкости аннотативных объектов (системная переменная `SAVEFIDELITY`);
- **Maintain drawing size compatibility** – сохранение совместимости размеров чертежа. Системная переменная `LARGEOBJECTSUPPORT` управляет использованием предельных размеров для больших объектов и выводом предупреждений при сохранении чертежа;
- кнопка **Thumbnail Preview Setings...** – загрузка одноименного диалогового окна (рис. 3.6), осуществляющего настройку образцов для просмотра:
  - ◊ флажок **Save a thumbnail preview image** – создание образца для просмотра (системная переменная `RASTERPREVIEW`);
  - ◊ **Use view when drawing last saved** – использование последнего сохраненного вида при формировании миниатюры чертежа;
  - ◊ **Use Home View** – использование сохраненного вместе с чертежом исходного вида при формировании миниатюры чертежа;
  - ◊ **Set current View as Home** – указание текущего вида чертежа в качестве исходного;

- **Reset Home to default** – восстановление исходного вида, принятого по умолчанию;
- **Generate Sheet, Sheet View and Model View Thumbnails** – обновление образцов листов и видов листа/модели в Диспетчере подшивок (системная переменная UPDATETHUMBNAIL). Линейка указывает на обновление образцов при обращении к ним (системная переменная UPDATETHUMBNAIL): **Perfomance** – производительность, **Accuracy** – точность;
- **Named views. Maximum size in pixels:** – установка максимального размера в пикселях именованных видов.

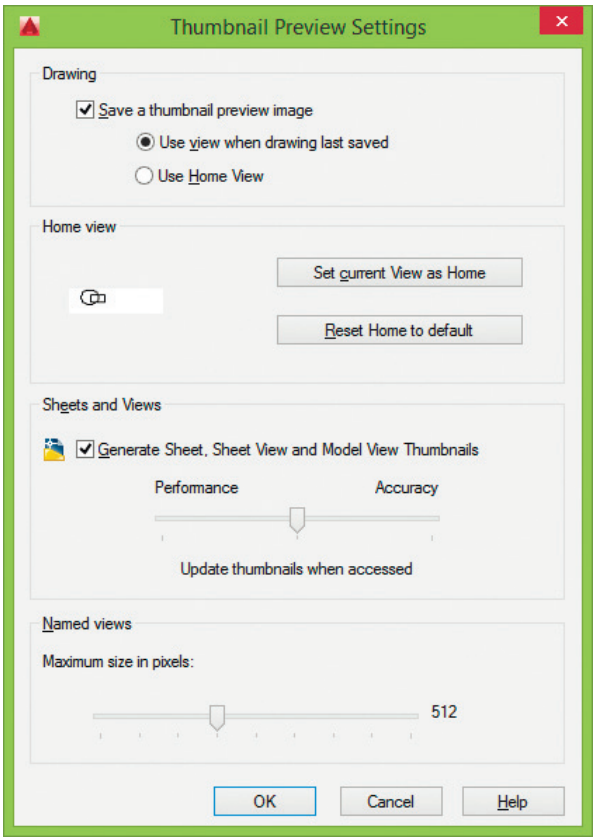


Рис. 3.6. Диалоговое окно настройки образцов для просмотра

- **Incremental save percentage** – определение процента для быстрых сохранений, отражающего максимально допустимый объем устаревшей информации, хранимой в файле при быстрых сохранениях (системная переменная ISAVEPERSENT).

- В области **File Safety Precautions** определяются меры предосторожности при сохранении:
  - **Automatic save** – включение функции периодического автоматического сохранения файла. Расположение файлов для автосохранения задается системной переменной SAVEFILEPATH. Имя файла автосохранения хранится в системной переменной SAVEFILE;
  - **Minutes between saves** – определение интервала между сохранениями в минутах (системная переменная SAVETIME);
  - **Create backup copy with each save** – обеспечение создания резервных копий (системная переменная ISAVEBAK);
  - **Full-time CRC validation** – осуществление постоянной проверки контрольной суммы, являющееся механизмом проверки целостности данных;
  - **Maintain a log file** – запись содержимого текстового окна в файл журнала. Системная переменная LOGFILEMODE определяет папку для файла журнала. Имя файла хранится в системной переменной LOGFILENAME;
  - **File extension for temporary files** – определение расширения для временных файлов. По умолчанию файлы имеют расширение AC$;
  - кнопка **Security Options...** – загрузка одноименного диалогового окна, предназначенного для определения параметров безопасности, в котором можно задать пароль для открытия текущего чертежа или цифровую подпись;
  - **Display digital signature information** – отображение информации о цифровой подписи (системная переменная SIGVARN).
- В области **File Open** определяются: **Number of recently-used files** – количество последних файлов, отображаемых в меню **File** для быстрого доступа (допустимый диапазон значений от 0 до 9), и **Display full path in title** – отображение полного пути чертежа в строке заголовка.
- В области меню приложения **Application Menu** определяется **Number of recently-used files** – количество последних файлов, отображаемых в меню быстрого доступа. Допустимый диапазон значений от 0 до 50.
- В области **External References (Xrefs)** определяются следующие параметры внешних ссылок:
  - список **Demand load Xrefs:** – управление подгрузкой файлов внешних ссылок. Подгрузка увеличивает производительность системы путем добавления в чертеж только частей, необходимых для регенерации текущего чертежа (системная переменная XLOADCTL). Выбирается одно из значений: **Disabled** – запрещено, **Enabled** – разрешено, **Enabled with copy** – разрешено с копированием;
  - **Retain changes to Xref layers** – сохранение изменений слоев ссылок (системная переменная VISRETAIN);
  - **Allow other users to Refedit current drawing** – разрешение редактирования рисунка как ссылки (системная переменная XEDIT).

- В области **ObjectARX Applications** определяются следующие параметры приложений:
  - в списке подгрузки приложений **Demand load ObjectARX apps:** определяются условия подгрузки приложения в зависимости от установленного режима: **Disable load on demand** – отключение подгрузки по запросу, **Custom object detect** – обнаружение сторонних объектов, **Command invoke** – вызов команды, **Object detect and command invoke** – обнаружение объектов и вызов команды (системная переменная DEMANDLOAD);
  - список **Proxy images for custom objects:** – управление отображением сторонних объектов в чертеже, при выборе одного из режимов: **Do not show proxy graphics** – не показывать прокси-графику, **Show proxy graphics** – показывать прокси-графику, **Show proxy bounding box** – показывать только рамку (системная переменная PROXYSHOW);
  - **Show Proxy Information dialog box:** – включение/отключение вывода предупреждения при открытии чертежа, содержащего объекты сторонних приложений (системная переменная PROXYNOTICE).



Выполните упражнение № 16 из раздела 1.

Определение параметров вывода на печать

Параметры печати задаются на вкладке **Plot and Publish** диалогового окна **Options** – рис. 3.7.

- В области **Default plot settings for new drawings** настраиваются параметры печати для новых чертежей по умолчанию:
  - **Use as default output device** – устройство вывода по умолчанию;
  - **Use last successful plot settings** – установка печати в соответствии с настройками последнего успешно использованного устройства;
  - кнопка **Add or Configure Plotters...** – добавление и настройка устройств с помощью Диспетчера плоттеров.
- В области **Plot to file** настраивается печать в файл, то есть определяется расположение файлов чертежей по умолчанию и задается папка, в которую должны записываться файлы чертежей при печати в файл.
- В области **Background processing options** настраиваются параметры фоновой обработки установкой режима поддержки фонового вывода (системная переменная BACKGROUNDPLOT): **Plotting** – печать, **Publishing** – публикация.
- В области **Plot and publish log file** назначается ведение журнала для печати и публикаций. Файл журнала содержит: код и имя задания, имена подшивки и категории, дату и время начала и окончания, имя листа, полный путь

к файлу, имя выделенного листа, набор параметров листа и путь к набору, имя устройства и формата листа, окончательный статус. Осуществляются следующие назначения:

- **Automatically save plot and publish log** – вести журнал автоматически;
  - ◊ **Save one continuous plot log** – общий файл журнала для всех операций;
  - ◊ **Save one log per plot** – отдельный файл журнала для каждой операции.

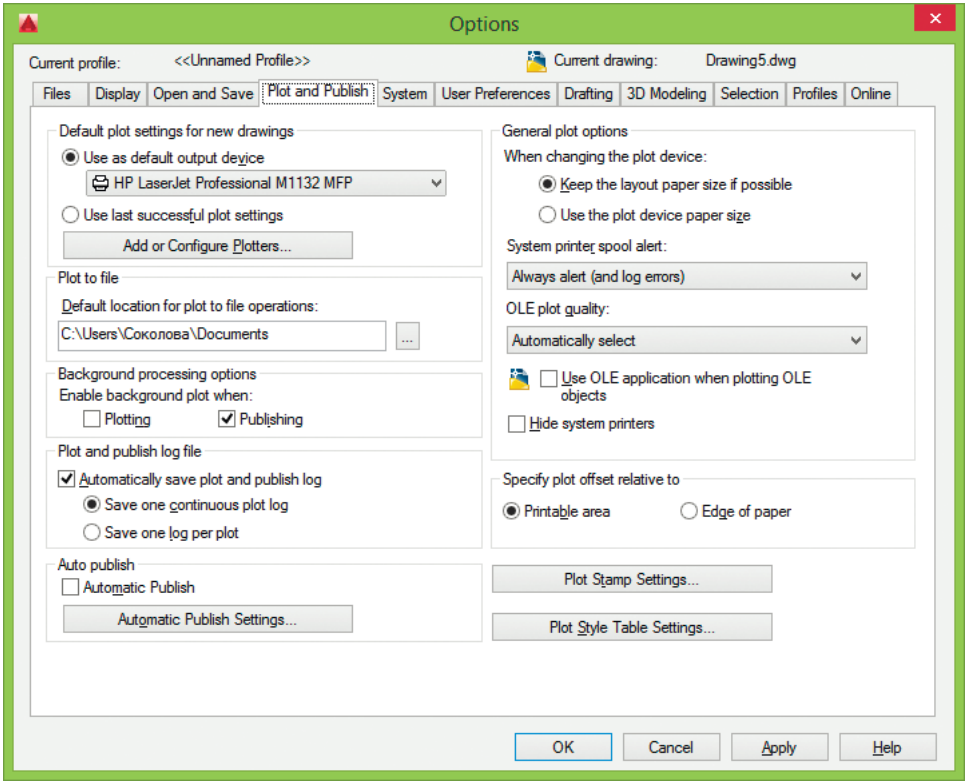


Рис. 3.7. Вкладка определения параметров вывода на печать

- ❑ В области **Auto publish** назначается автопубликация:
  - **Automatic Publish** – автоматическая публикация в файлы DWF, DWFx или PDF. Настройка изменяется с помощью системных переменных `AUTOMATICPUB` и `AUTOWFPUBLISH`;
  - кнопка **Automatic Publish Settings...** – загрузка диалогового окна **Auto Publish Options**, предназначенного для адаптации настройки параметров автоматической публикации, включая время публикации и папку для хранения опубликованных файлов.
- ❑ В области общих параметров печати **General plot options** определяется следующее:

- **Keep the layout paper size if possible** – сохранение (если возможно) размеров листа при смене устройства печати (значение `0` системной переменной `PAPERUPDATE`);
- **Use the plot device paper size** – использование размеров листа из устройства при смене устройства печати (значение `1` системной переменной `PAPERUPDATE`);
- список **System printer spool alert:** – установка режима предупреждения о буферизации и выбор способа регистрации ошибок системного принтера, возникших в результате конфликта входного и выходного портов:
  - ◊ **Always alert (and log errors)** – всегда регистрировать все ошибки;
  - ◊ **Alert first time only (and log errors)** – в первый раз регистрировать все ошибки;
  - ◊ **Never alert (and log first error)** – в журнале регистрировать только первую ошибку;
  - ◊ **Never alert (do not log errors)** – никогда не регистрировать ошибки;
- список **OLE plot quality:** – установка качества печати OLE-объектов (системная переменная `OLEQUALITY`):
  - ◊ **Monochrome (e.g. spreadsheet)** – монохромное (например, таблица);
  - ◊ **Low graphics (e.g. color text !& pie charts)** – простая графика (например, круговая диаграмма);
  - ◊ **High graphics (e.g. photograph)** – сложная графика (например, фотография);
  - ◊ **Automatically select** – автоматический выбор;
- **Use OLE application when plotting OLE objects** – назначение печати OLE-объектов в приложениях, в которых они были созданы (системная переменная `OLESTARTUP`);
- **Hide system printers** – запрещение показа системных принтеров.

❑ В области **Specify plot offset relative to** определяется отсчет смещения чертежа:
- **Printable area** – относительно печатаемой области;
- **Edge of paper** – относительно кромок листа бумаги.

❑ Кнопка **Plot Stamp Settings...** загружает диалоговое окно **Plot Stamp**, позволяющее настроить параметры штемпелей чертежей (рис. 3.8):
- в области **Plot stamp fields** определяется информация о чертеже для штемпеля:
  - ◊ **Drawing name** – имя и путь чертежа, предназначенного для экспорта;
  - ◊ **Layout name** – включение имени листа в информацию о штемпеле чертежа;
  - ◊ **Date and Time** – включение в штемпель информации о дате и времени;
  - ◊ **Login name** – имя пользователя (системная переменная `LOGINNAME`);
  - ◊ **Device name** – включение в штемпель информации о текущем устройстве печати;

◊ **Paper size** – формат листа для текущего сконфигурированного устройства печати;
◊ **Plot scale** – включение в штемпель информации о масштабе выводимого чертежа;

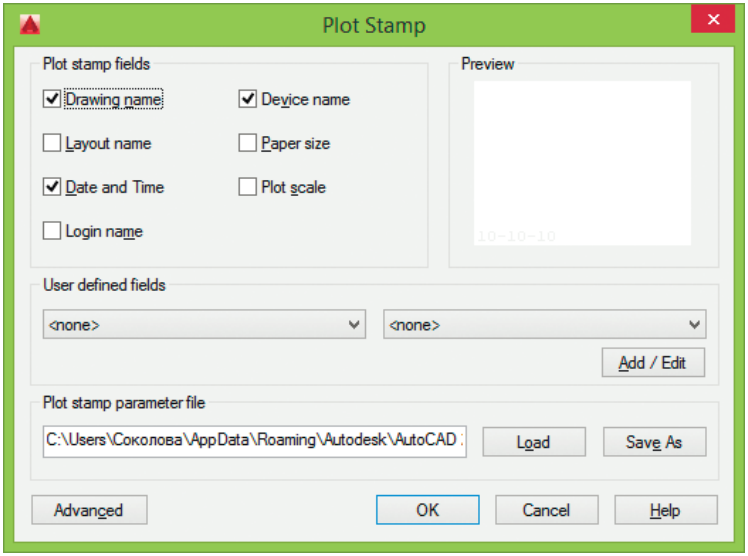


Рис. 3.8. Диалоговое окно штемпеля чертежа

- в области **Preview** демонстрируется образец штемпеля;
- в области **User defined fields** дополнительно задается текст, который можно проставить на чертеже или занести в журнал при выводе чертежа на печать. Кнопка **Add/Edit** загружает диалоговое окно **User Defined Fields**, позволяющее внести добавления и изменения в поля, задаваемые пользователем;
- в области **Plot stamp parameter file** назначается местоположение файла параметров штемпеля в файле с расширением PSS. Кнопки **Load** и **Save As** позволяют загрузить и сохранить файлы параметров штемпеля;

❑ Кнопка **Advanced** загружает диалоговое окно **Advanced Options** (рис. 3.9), позволяющее определить дополнительные параметры:

- в области **Location and offset** задаются расположения и отступы: **Location:** – расположение штемпеля относительно положения чертежа на странице (внизу слева, вверху слева, вверху справа или внизу справа); **Orientation:** – поворот штемпеля относительно указанной страницы (вертикально или горизонтально); **Stamp upside-down** – штемпель чертежа поворачивается на 180° по вертикали; **X offset** – отступ по *X*; **Y offset** – отступ по *Y*; **Offset relative to printable area** – отступ относительно угла области печати; **Offset relative to paper border** – отступ относительно угла границ листа;

- в области **Text properties** назначаются свойства текста. **Font:** – шрифт; **Height:** – высота шрифта; **Single line plot stamp** – однострочный штемпель;
- в области **Plot stamp units** определяются единицы для штемпеля (дюймы, миллиметры или пиксели);
- в области **Log file location** определяется расположение файла журнала. **Create a log file** – вести журнал в файле; кнопка **Browse...** загружает диалоговое окно обзора файлов.

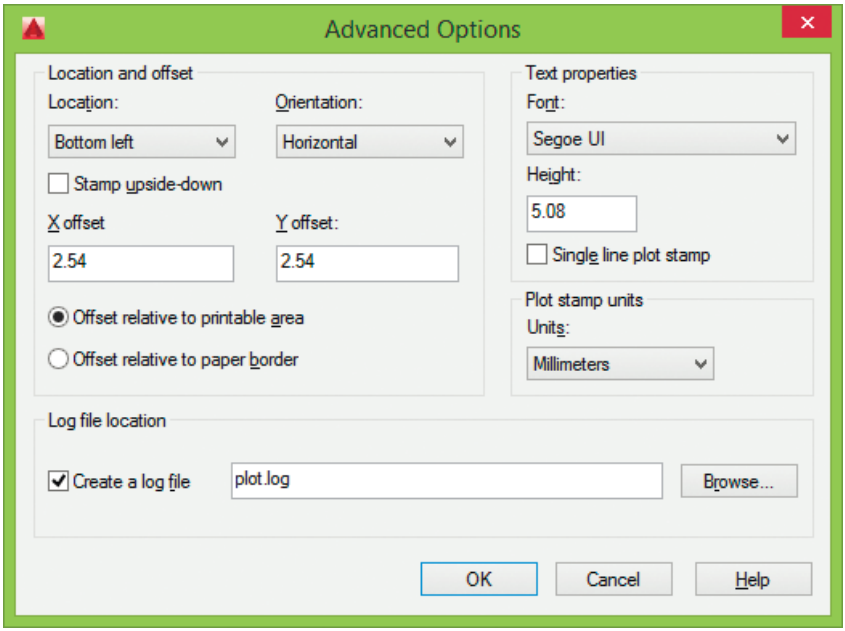


Рис. 3.9. Диалоговое окно дополнительных параметров

- Кнопка **Plot Style Table Settings...** загружает одноименное диалоговое окно, позволяющее настроить таблицы стилей печати (рис. 3.10):
  - в области **Default plot style behavior for new drawing** определяются стили печати по умолчанию для новых чертежей:
    - ◊ **Use color dependent plot styles** – использование цветозависимых стилей печати (значение `1` системной переменной);
    - ◊ **Use named plot styles** – применение именованных стилей печати (значение `0` системной переменной `PSTYLEPOLICY`);
  - в области **Current plot style table settings** настраивается текущая таблица стилей печати:
    - ◊ в списке **Default plot style table** – таблица стилей печати по умолчанию, представляющая собой файл CTB или STB;
    - ◊ в списке **Default plot style for layer 0:** – стиль печати по умолчанию для слоя 0 (системная переменная `DEFLPLSTYLE`);

- ◊ в списке **Default plot style for objects:** – стиль печати по умолчанию для объектов (системная переменная DEFLPLSTYLE);
- кнопка **Add or Edit Plot Style Tables...** загружает Диспетчер стилей печати.

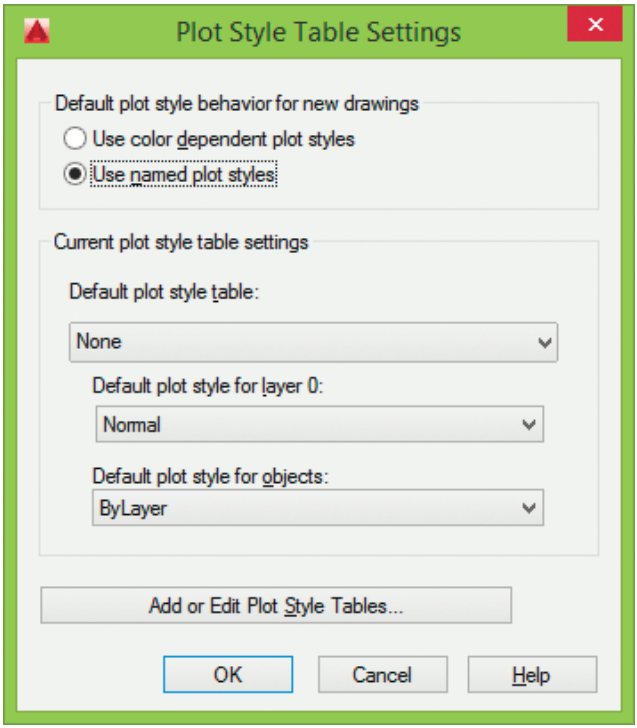


Рис. 3.10. Диалоговое окно параметров таблиц стилей печати

Настройка системных параметров

Для настройки системных параметров AutoCAD используется вкладка **System** диалогового окна **Options** – рис. 3.11.

- ❑ В области **Hardware Perfomance** определяется производительность трехмерной графики. Кнопка **Graphics Perfomance** загружает одноименное диалоговое окно, позволяющее оптимизировать параметры аппаратного и программного обеспечения трехмерной графики.
- ❑ В области **Current Pointing Device** выбирается текущее устройство указания, а также источник входных данных: **Digitizer only** – только дигитайзер, **Digitizer and mouse** – дигитайзер и мышь.
- ❑ В области **Touch Experience** устанавливается сенсорный режим панели ленты.

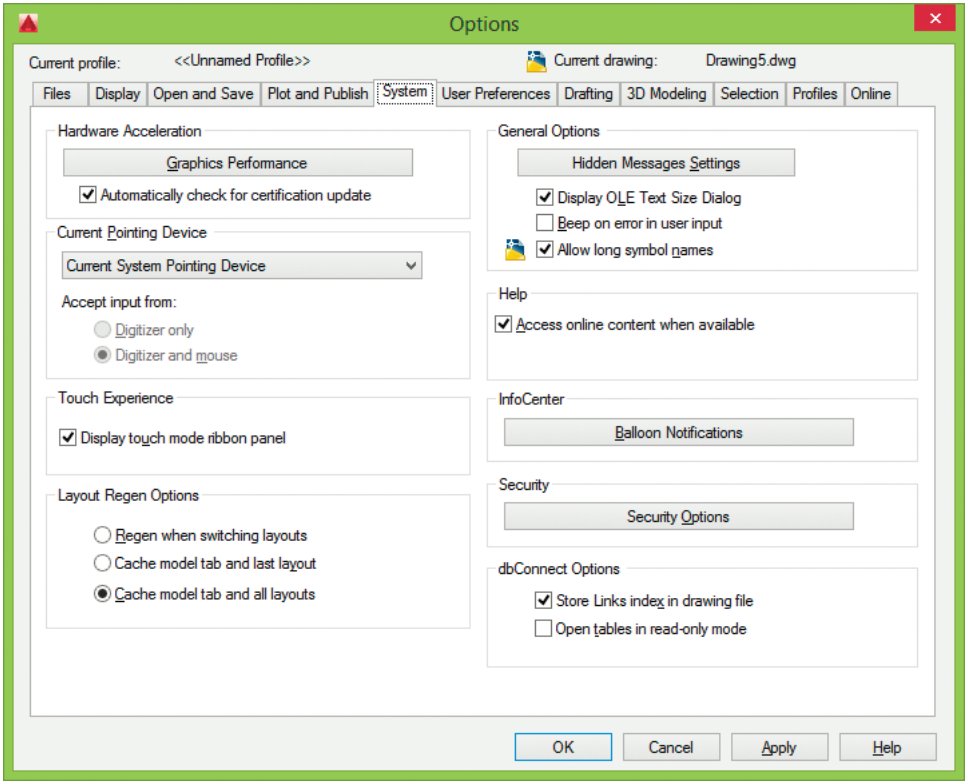


Рис. 3.11. Вкладка настройки системных параметров

- В области **Layout Regen Options** настраивается регенерация вкладок:
  - **Regen when switching layouts** – чертеж регенерируется каждый раз при переходе на другую вкладку;
  - **Cache model tab and last layout** – кэширование модели и последнего листа;
  - **Cache model tab and all layouts** – кэширование модели и всех листов, при этом чертеж регенерируется только в первом заходе на каждую из вкладок.
- В области **General Options** назначаются общие параметры:
  - кнопка **Hidden Messages Settings** – загружает диалоговое окно параметров скрытых сообщений;
  - **Display OLE Text Size Dialog** – вывод диалогового окна размера текста OLE-объектов;
  - **Beep on error in user input** – оповещение об ошибках пользовательского ввода при помощи звукового сигнала;
  - **Allow long symbol names** – разрешение на использование длинных имен. Имя объекта может содержать до 255 символов (системная переменная `EXTNAMES`).

- В области **Help** назначается доступ к справочной системе через онлайн-контент.
- В области **InfoCenter** настраиваются параметры всплывающих уведомлений.
- В области **Security** настраиваются параметры безопасности загружаемых файлов.
- В области **dbConnect Options** устанавливаются параметры подключения к базам данных:
  - **Store Links index in drawing file** – сохранение индекса баз данных внутри файла чертежа;
  - **Open tables in read-only mode** – открытие таблицы баз данных в файле только для чтения.

Настройка пользовательской среды

На вкладке **User Preferences** диалогового окна **Options** можно настроить пользовательскую среду рисования по своему усмотрению (рис. 3.12).

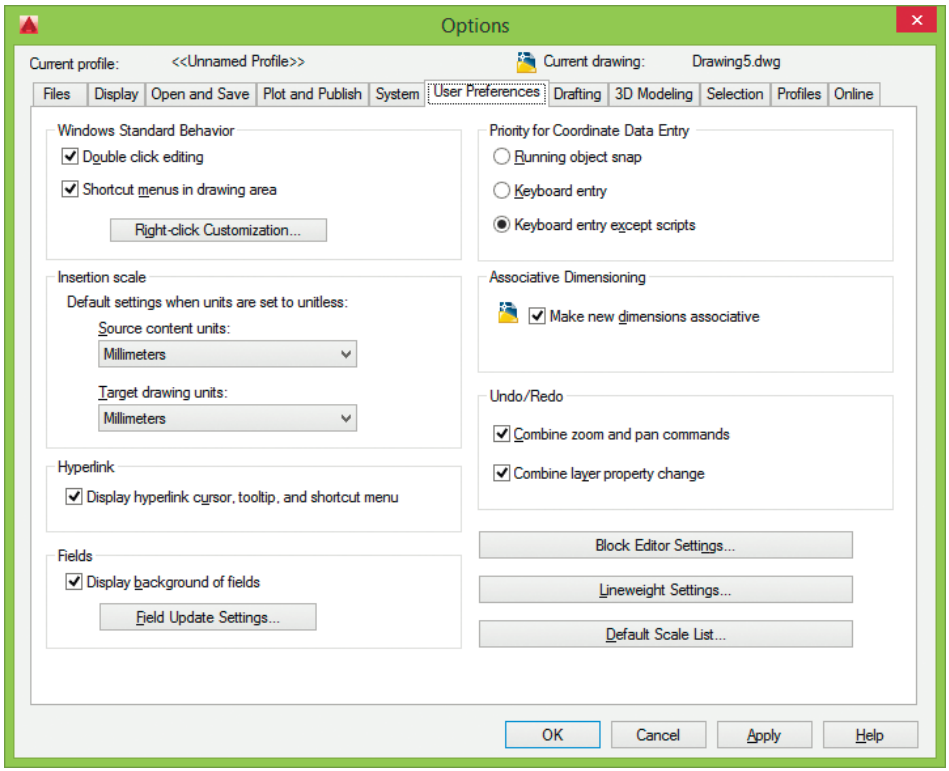


Рис. 3.12. Вкладка настройки пользовательской среды

- В области **Windows Standard Behavior** назначается соответствие стандартам Windows событий, происходящих при нажатии клавиш и щелчке правой кнопкой мыши:
  - **Double click editing** – редактирование по двойному нажатию левой кнопки мыши в области рисования (системная переменная DBLCLKEDIT);
  - **Shortcut menus in drawing area** – отображение контекстных меню в области рисования (системная переменная SHORTCUTMENU);
  - кнопка **Right-click Customization...** – загрузка одноименного диалогового окна, позволяющего выбрать действия, к которым приводит нажатие правой кнопки мыши (системная переменная SHORTCUTMENU) (рис. 3.13):
    - ◊ **Turn on time-sensitive right-click** – учитывать длительность нажатия правой кнопки мыши: **Quick click for ENTER** – кратковременное нажатие эквивалентно нажатию клавиши **Enter**; **Longer click to display Shortcut Menu** – более продолжительное нажатие вызывает контекстное меню; **Longer click duration:** – продолжительность нажатия в миллисекундах;
    - ◊ в области **Default Mode** настраивается обычный режим. Если нет выбранных объектов и выполняющихся команд, то правая кнопка мыши выполняет: **Repeat Last Command** – повтор последней команды, **Shortcut Menu** – включение стандартного контекстного меню;
    - ◊ в области **Edit Mode** настраивается режим редактирования. Если объекты выбраны, но нет выполняющихся команд, то правая кнопка мыши выполняет: **Repeat Last Command** – повтор последней команды, **Shortcut Menu** – включение контекстного меню редактирования;
    - ◊ в области **Command Mode** настраивается командный режим. Если выполняется команда, то правая кнопка мыши производит: **ENTER** – отключение контекстного меню и имитацию нажатия клавиши **Enter**, **Shortcut Menu: always enabled** – включение контекстного меню команд, **Shortcut Menu: enabled when command options are present** – контекстное меню команды, если команда в текущий момент имеет доступные ключи.
- В области **Insertion scale** определяется масштаб вставки блоков и чертежей. Если единицы вставки не заданы, то используются:
  - **Source content units:** – единицы исходного чертежа (дюймы, футы, мили, миллиметры, сантиметры, метры, километры, микродюймы, милы, ярды, ангстремы, нанометры, микроны, дециметры, декаметры, гектометры, гигаметры, астрономические единицы, световые годы, парсеки) (системная переменная INSUNINTSDEFSOURCE);
  - **Target drawing units:** – единицы целевого чертежа (дюймы, футы, мили, миллиметры, сантиметры, метры, километры, микродюймы, милы, ярды, ангстремы, нанометры, микроны, дециметры, декаметры, гектометры, гигаметры, астрономические единицы, световые годы, парсеки) (системная переменная INSUNINTSDEFTARGET).

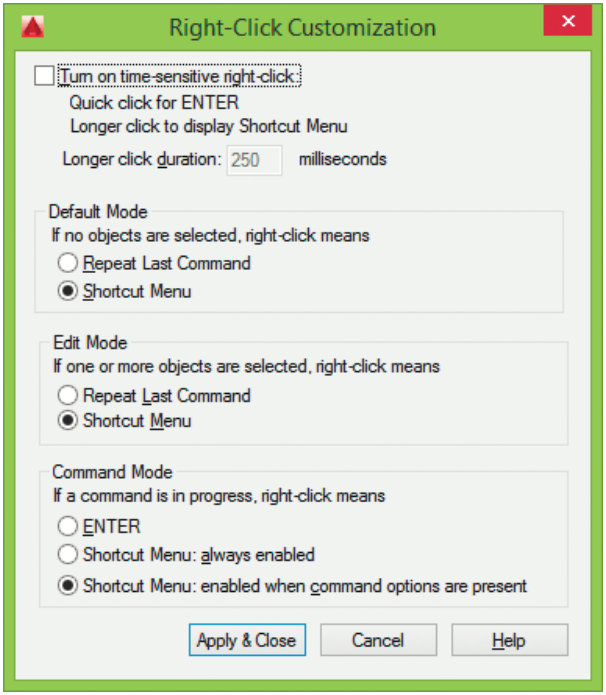


Рис. 3.13. Диалоговое окно настройки правой кнопки мыши

- В области гиперссылок **Hyperlink** назначается отображение курсора, подсказок и контекстного меню для гиперссылок.
- В области **Fields** определяются параметры для полей:
  - флажок **Display background of fields** назначает отображение заднего плана светло-серым фоном, не видимым при выводе на печать (системная переменная `FIELDDISPLAY`);
  - кнопка **Field Update Settings...** загружает одноименное диалоговое окно, позволяющее настроить условия автоматического обновления полей (системная переменная `FIELDEVAL`) (рис. 3.14): **Open** – при открытии файла; **Save** – при сохранении файла; **Plot** – при печати файла; **eTransmit** – при формировании комплекта и пересылке файла; **Regen** – при регенерации файла.
- В области **Priority for Coordinate Data Entry** определяются приоритеты ввода координат в командную строку над текущими режимами привязки:
  - **Running object snap** – корректировка введенных с клавиатуры координат с учетом текущих режимов объектной привязки (значение `0` системной переменной `OSNAPCOORD`);
  - **Keyboard entry** – использование координат, введенных с клавиатуры (значение `1` системной переменной `OSNAPCOORD`);

- **Keyboard entry except scripts** – использование координат, введенных с клавиатуры, исключая выполнения сценария пакетных файлов (значение 2 системной переменной OSNAPCOORD).

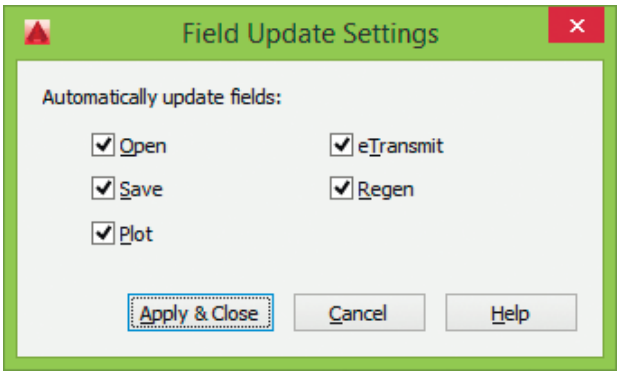


Рис. 3.14. Диалоговое окно настройки обновления полей

- В области **Associative Dimensioning** назначается создание ассоциативных размеров с автоматической настройкой местоположения, ориентации и величин измерений (системная переменная DIMASSOC).
- В области **Undo/Redo** определяются отмена и повтор операции при масштабировании и панорамировании:
  - **Combine zoom and pan commands** – объединять ли несколько последовательных команд зуммирования и панорамирования в одну операцию при выполнении операций отмены и повтора;
  - **Combine layer property change** – объединять ли изменения свойств слоев, выполненных в Диспетчере свойств слоев.
- Кнопка **Block Editor Settings...** загружает одноименное диалоговое окно, позволяющее редактировать настройки блока (рис. 3.15):
  - в области **Authoring Objects** редактируются вариационные объекты:
    - ◊ **Parameter color:** – задание цвета параметров в редакторе блоков (системная переменная BPARAMETERCOLOR);
    - ◊ **Grip color:** – задание цвета пользовательских объектов ручек в редакторе блоков (системная переменная BGRIPOBJCOLOR);
    - ◊ **Parameter text alignment:** – задание горизонтальной ориентации текста параметров в редакторе блоков (системная переменная BPTEXTHORIZONTAL);
  - в области **Parameter Font** устанавливается шрифт для вариационных объектов:
    - ◊ **Font Name:** – список имен всех зарегистрированных шрифтов TrueType и SHX-шрифтов (системная переменная BPARAMETERFONT);
    - ◊ **Font Style:** – стиль форматирования символов шрифта для вариационных объектов;

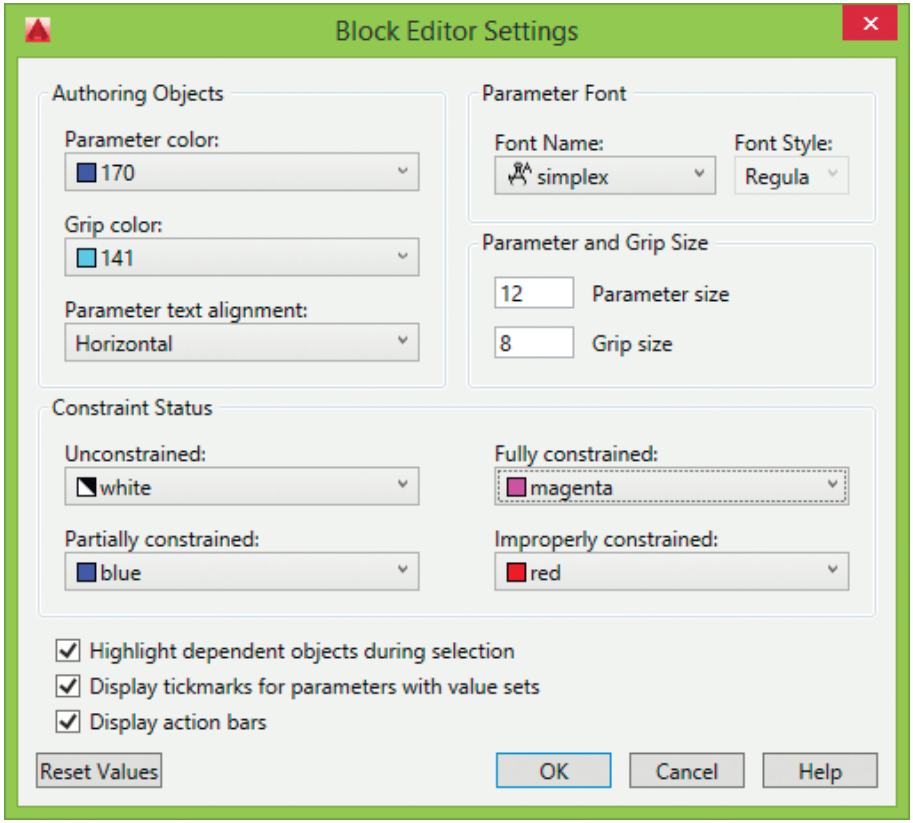


Рис. 3.15. Диалоговое окно настройки редактора блока

- в области **Parameter and Grip Size** устанавливается размер параметров и ручек:
  - ◊ **Parameter size** – задание размера текста и функций параметра в редакторе блоков (системная переменная `BPARAMETERSIZE`);
  - ◊ **Grip size** – задание отображаемого размера настраиваемых ручек в редакторе блоков (системная переменная `BGRIPOBJSIZE`);
- в области **Constraint Status** переопределяются цвета для объектов в редакторе блоков с целью показа состояния зависимости:
  - ◊ **Unconstrained:** – задание цвета независимых объектов;
  - ◊ **Partially constrained:** – задание цвета частично зависимых объектов;
  - ◊ **Fully constrained:** – задание цвета полностью зависимых объектов;
  - ◊ **Improperly constrained:** – задание цвета избыточно зависимых объектов;
- **Highlight dependent objects during selection** – автоматическое выделение всех объектов, зависящих от текущих выделенных вариационных объектов (системная переменная `BDEPENDENCYHIGHLIGHT`);

- **Display tickmarks or parameters with value sets** – управление отображением маркера набора значений для параметров (системная переменная BTMARKDISPLAY);
- **Display action bars** – управление отображением панелей операций для выбранных параметров (системная переменная BACTIONBARMODE);
- кнопка **Reset Values** – восстановление значений по умолчанию для параметров редактора блоков.

❑ Кнопка **Lineweight Settings...** загружает одноименное диалоговое окно, позволяющие определить параметры весов линий (рис. 3.16):

- **Lineweights** – вывод списка допустимых значений весов линий (системная переменная LWDEFAULT);
- **Units for Listing** – установка единиц измерения весов линий (системная переменная LWUNITS): **Millimeters (mm)** – в миллиметрах, **Inches (in)** – в дюймах;
- **Display Lineweight** – отображать линии в соответствии с весами (системная переменная LWDISPLAY). В раскрывающемся списке **Default** – указывается значение веса линии по умолчанию 0,25 мм (0,01 дюйма) (системная переменная LWDEFAULT);
- **Adjust Display Scale** – настройка масштаба экранного отображения весов линий для пространства модели;
- **Current Lineweight**: – текущий вес линий.

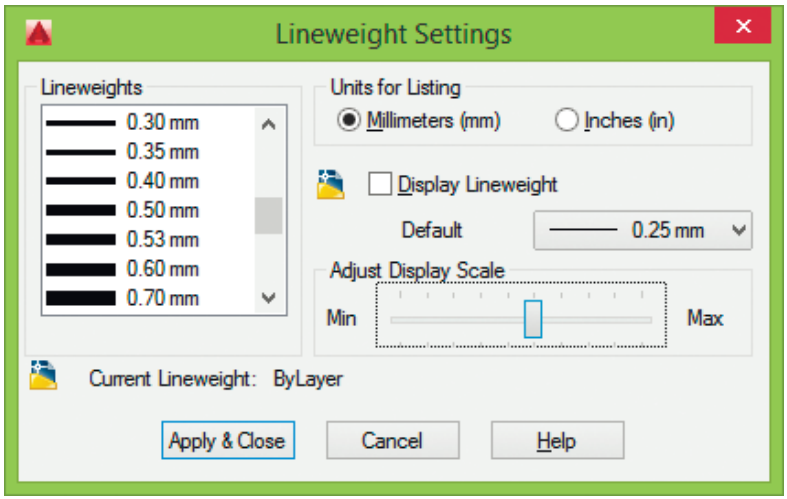


Рис. 3.16. Диалоговое окно настройки параметров весов линий

❑ Кнопка **Default Scale List...** загружает одноименное диалоговое окно, позволяющее изменить список масштабов, который хранится в реестре (рис. 3.17). Отображение стандартного списка масштабов возможно в: **Metric** – метрической системе и **Imperial** – британской системе.

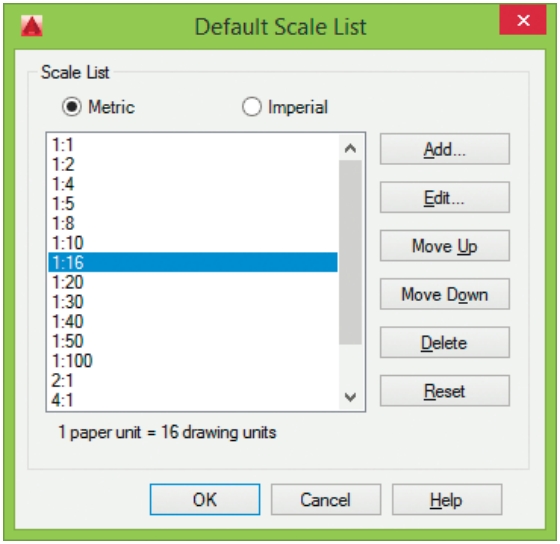


Рис. 3.17. Диалоговое окно изменения списка масштабов

Управление точностью построения объектов

На вкладке построений **Drafting** диалогового окна **Options**, показанной на рис. 3.18, можно сделать следующие назначения.

- В области **AutoSnap Settings** назначаются следующие параметры автопривязки:
  - **Marker** – отображение на экране геометрических маркеров автопривязки, появляющихся при перемещении курсора по точкам привязки объекта (системная переменная `AUTOSNAP`);
  - **Magnet** – включение/отключение магнита автопривязки, который обеспечивает автоматическое перемещение курсора в ближайшую точку привязки (системная переменная `AUTOSNAP`);
  - **Display AutoSnap tooltip** – управление выводом всплывающих подсказок автопривязки, сообщающих, к какой части объекта осуществляется привязка (системная переменная `AUTOSNAP`);
  - **Display AutoSnap aperture box** – управление прицелом автопривязки, который выводится в центре перекрестья при привязке к точке объекта (системная переменная `APBOX`);
  - кнопка **Colors...** загружает диалоговое окно **Drawing Window Colors** (см. рис. 3.3), позволяющее изменить цвет маркера автопривязки.
- В области **AutoSnap Marker Size** определяется размер маркера автопривязки.

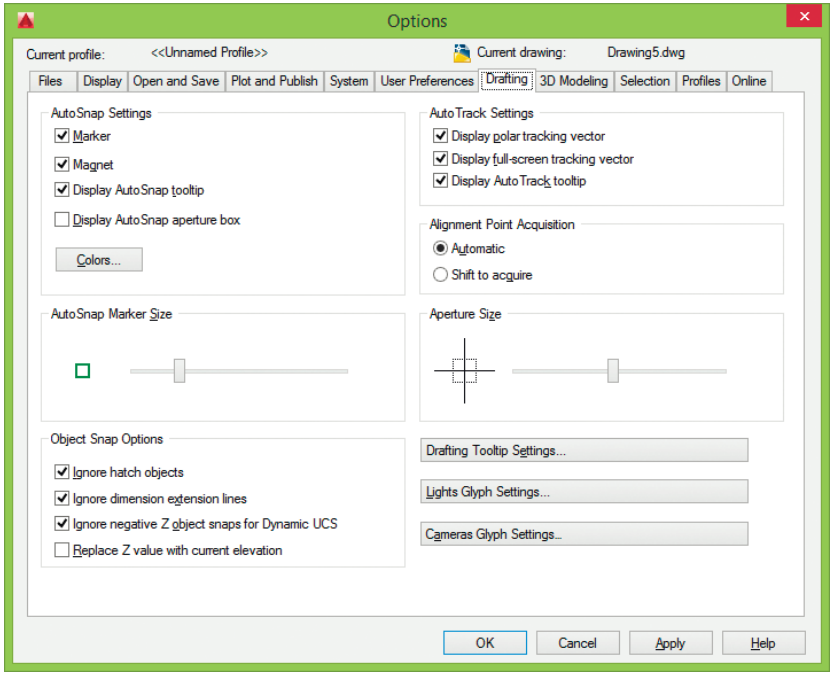


Рис. 3.18. Вкладка управления точностью построения объектов

- В области **Object Snap Options** задаются параметры объектной привязки:
  - **Ignore hatch objects** – объектная привязка игнорирует линии штриховки (системная переменная `OSOPTIONS`);
  - **Ignore dimension extension lines** – объектная привязка игнорирует выносные линии размера (системная переменная `OSOPTIONS`);
  - **Ignore negative Z object snaps for Dynamic UCS** – игнорировать для динамической ПСК объектные привязки с отрицательной координатой *Z* (системная переменная `OSOPTIONS`);
  - **Replace Z value with current elevation** – заменить при объектной привязке координату *Z* на значение *Z* уровня в текущей ПСК.
- В области **AutoTrack Settings** назначаются следующие параметры автоотслеживания:
  - **Display polar tracking vector** – включаются бесконечные линии полярного отслеживания (системная переменная `TRACKPATH`);
  - **Display full-screen tracking vector** – включаются бесконечные линии объектного отслеживания (системная переменная `TRACKPATH`);
  - **Display AutoTrack tooltip** – включаются всплывающие подсказки автоотслеживания (системная переменная `AUTOSNAP`).
  - В области **Alignment Point Acquisition** задаются режимы захвата точек отслеживания:

- **Automatic** – автоматический вывод вектора отслеживания при прохождении прицела через точку привязки;
- **Shift to acquire** – вывод вектора отслеживания при нажатии клавиши **Shift** и наведении прицела на точку привязки.

❑ В области **Aperture Size** определяется размер прицела автопривязки, который появляется в перекрестье курсора при выполнении команд построения объектов.

❑ Кнопка **Drafting Tooltip Settings...** загружает диалоговое окно **Tooltip Appearance** (рис. 3.19), определяющее внешний вид всплывающих подсказок:

- **Model Preview** – предварительный просмотр внешнего вида подсказок в пространстве модели;
- **Layout Preview** – предварительный просмотр внешнего вида подсказок в пространстве листа;
- кнопка **Colors...** – загружает диалоговое окно **Drawing Window Colors** (см. рис. 3.3), позволяющее изменить цвет подсказок;
- **Size** – изменение размера всплывающих подсказок;
- **Transparency** – изменение прозрачности всплывающих подсказок;
- **Override OS settings for all drafting tooltips** – замена параметров операционной системы для всех подсказок на чертеже (системная переменная `DYNTOOLTIPS`);
- **Use settings only for Dynamic Input tooltips** – замена параметров только для подсказок динамического ввода (системная переменная `DYNTOOLTIPS`).

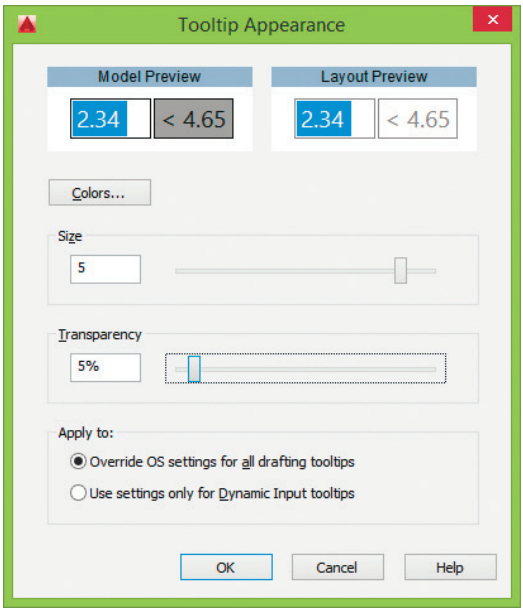


Рис. 3.19. Диалоговое окно настройки внешнего вида подсказок

- Кнопка **Lights Glyph Settings...** загружает диалоговое окно **Light Glyph Appearance** (рис. 3.20), определяющее внешний вид обозначений источников света:
  - **Glyph Preview** – предварительный просмотр образцов обозначений источников света: **Point** – точечный источник, **Spot** – прожектор, **Web** – сетка;
  - кнопка **Edit Glyph Colors** загружает диалоговое окно **Drawing Window Colors** (см. рис. 3.3), позволяющее редактировать цветовую гамму обозначений источников света;
  - **Glyph Size:** – установка размера обозначений источников света.

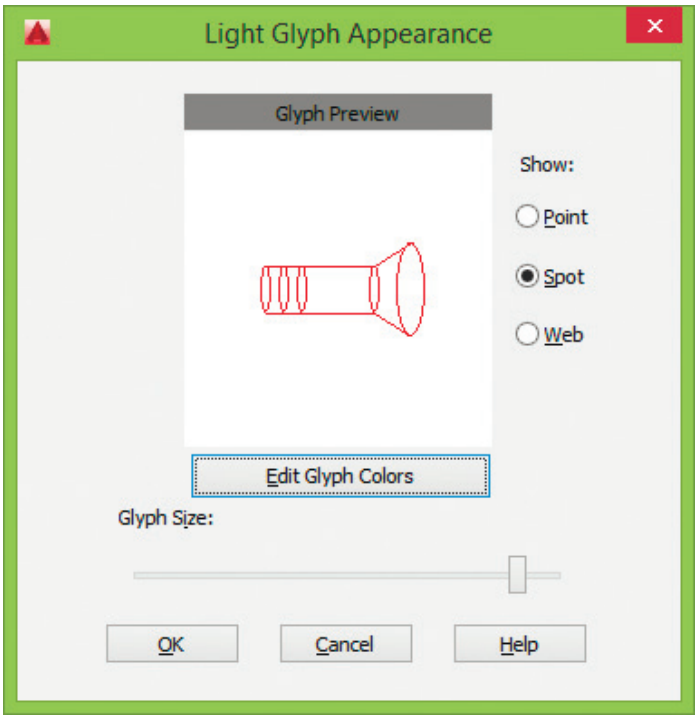


Рис. 3.20. Диалоговое окно настройки обозначений источников света

- Кнопка **Cameras Glyph Settings...** загружает диалоговое окно **Camera Glyph Appearance** (рис. 3.21), определяющее внешний вид обозначения камеры:
  - кнопка **Edit Glyph Colors...** загружает диалоговое окно **Drawing Window Colors** (см. рис. 3.3), позволяющее редактировать цветовую гамму обозначения камеры;
  - **Glyph size:** – установка размера обозначений камеры.

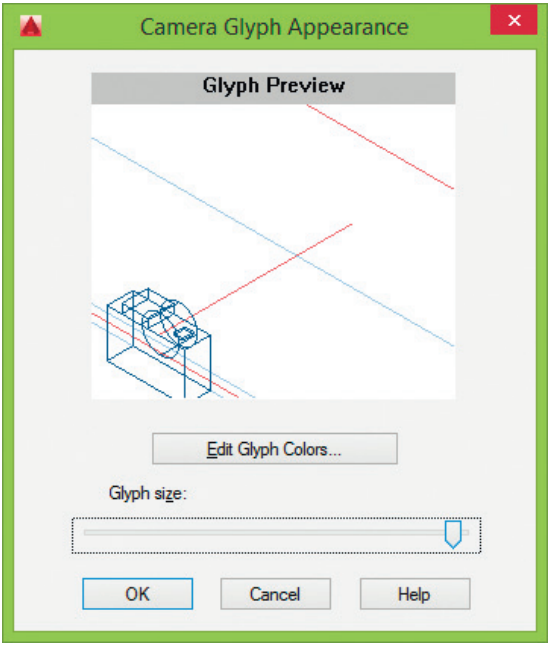


Рис. 3.21. Диалоговое окно настройки обозначений камер

Настройка параметров трехмерного моделирования

Вкладка настройки параметров для работы с телами и поверхностями при трехмерном моделировании **3D Modeling** диалогового окна **Options**, показанная на рис. 3.22, позволяет сделать следующие назначения.

- В области **3D Crosshairs** определяется стиль отображения трехмерного перекрестья:
  - **Show Z axis in crosshairs** – показывать ось *Z* в перекрестьях;
  - **Label axes in standard crosshairs** – отображать метки осей в стандартных перекрестьях;
  - **Show labels for dynamic UCS** – показывать метки осей на перекрестье для динамической ПСК;
  - **Crosshair labels** – установка параметров меток на перекрестьях:
    - **Use X, Y, Z** – использовать обозначение осей *X*, *Y*, *Z*;
    - **Use N, E, z** – использовать обозначения *N* (север), *E* (восток), *z* (уровень);
    - **Use custom labels** – использовать обозначение осей пользовательскими метками, заданными символами.

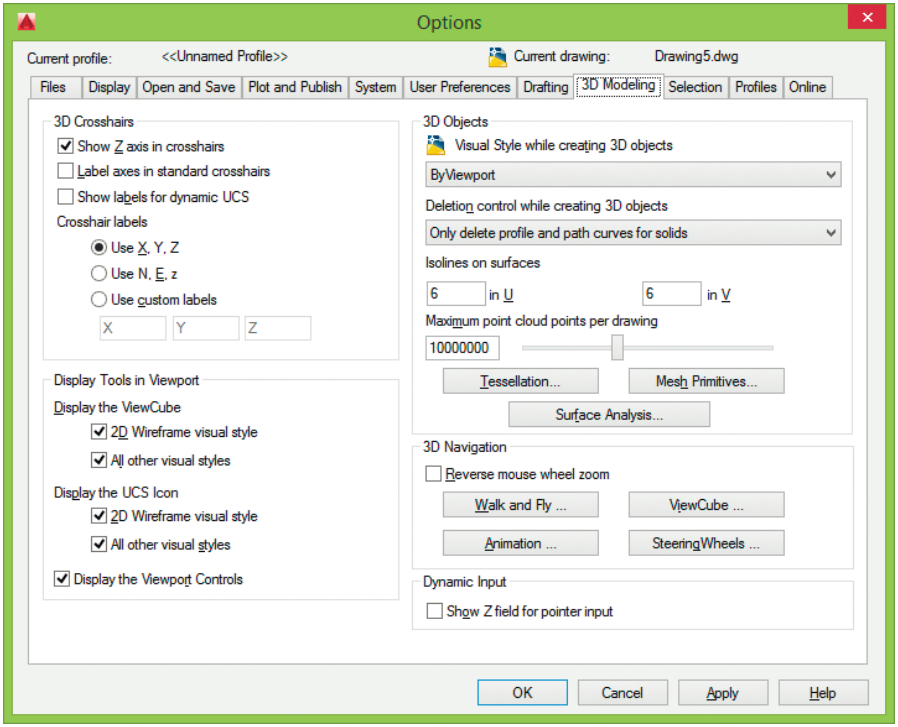


Рис. 3.22. Вкладка настройки параметров трехмерного моделирования

- В области **Display Tools in Viewport** определяются параметры показа обозначения видового куба и значка ПСК:
  - **Display the In ViewCube** – показывать видовой куб:
    - ◊ **2D Wireframe visual style** – в двухмерном визуальном стиле;
    - ◊ **All other visual style** – во всех визуальных стилях;
  - **Display the UCS Icon** – показывать значок ПСК:
    - ◊ **2D Wireframe visual style** – в двухмерном визуальном стиле;
    - ◊ **All other visual style** – во всех визуальных стилях;
  - **Display the Viewport Control** – показывать панель управления видами и визуальными стилями в левом верхнем углу видового экрана.
- В области **3D Objects** определяются параметры отображения трехмерных тел, поверхностей и сетей:
  - в списке **Visual Style while creating 3D objects** устанавливается визуальный стиль при создании трехмерных объектов (системная переменная DRAGVS): **ByViewport** – по видовому экрану, **2D Wireframe** – двухмерный каркас, **3D Hidden** – трехмерный скрытый, **3D Wireframe** – трехмерный каркас, **Conceptual** – концептуальный, **Hidden** – скрытые линии; **Realistic** – реалистичный; **Shaded** – тонированный; **Shaded with edges** – тонирован-

ный с кромками; **Shaded of Gray** – оттенки серого; **Sketchy** – эскизный; **Wireframe** – каркас; **X-Ray** – просвечивание;

- в списке **Deletion control while creating 3D objects** осуществляется контроль за операцией удаления при создании трехмерных объектов (системная переменная DELOBJ):
  - ◊ **Retain defining geometry** – сохранять определяющие объекты;
  - ◊ **Delete profile curves** – удалить кривые профиля;
  - ◊ **Delete profile and path curves** – удалить профиль и криволинейные траектории;
  - ◊ **Prompt to delete profile curves** – запрос удаления кривых профиля;
  - ◊ **Prompt to delete profile and path curves** – запрос удаления профиля и криволинейных траекторий;
  - ◊ **Only delete profile and path curves for solids** – только удаление профилей и кривых траекторий для тел;
  - ◊ **Only prompt to delete profile and path curves for solids** – только запрос удаления профилей и кривых траекторий для тел;
- **Isolines on surfaces** – установка количества изолиний, отображаемых в направлении *U* и *V* для создаваемых поверхностей (системная переменная SURFU);
- **Maximum point cloud points per drawing** – установка максимального числа точек в облаке точек;
- кнопка **Tessellation...** – загрузка диалогового окна **Mesh Tessellation Options**, в котором определяются параметры тесселяции, применяемые к объектам, преобразуемым в объекты-сети (рис. 3.23):
  - ◊ **Select objects to tessellate** – временно закрывает диалоговое окно, позволяя выбрать объект для преобразования в объект-сеть. При этом можно выбирать 3D-тела, 3D-поверхности, 3D-грани, полигональные или многогранные сети, области и замкнутые полилинии;
  - ◊ **Mesh type:** – определяется тип сети для использования в преобразовании (системная переменная FACETERMESHTYPE): **Smooth Mesh Optimized** – оптимизированная гладкая сеть, форма граней которой адаптируется к форме объекта-сети; **Mostly Quads** – грани сети в основном представляют собой четырехугольники; **Triangle** – грани сети в основном представляют собой треугольники;
  - ◊ **Mesh distance from original faces:** – определяется максимальное отклонение граней сети от поверхности или формы исходного объекта (системная переменная FACETERDEVSURFACE);
  - ◊ **Maximum angle between new faces:** – определяется максимальный угол между нормалями к поверхностям двух смежных граней (системная переменная FACETERDEVNORMAL);
  - ◊ **Maximum aspect ratio for new faces:** – определяется максимальная пропорция (отношение высоты к ширине) новых граней сети (системная переменная FACETERGRIDRATIO);

- ◊ **Maximum edge length for new faces:** – определяется максимальная длина любого ребра, создаваемого при преобразовании в объект-сеть (системная переменная FACETERMAXEDGELENGTH);
- ◊ **Use optimized representation for 3D primitive solids** – определяются параметры, используемые при преобразовании твердотельных объектов-примитивов в объекты-сети (системная переменная FACETERPRIMITIVEMODE);
- ◊ кнопка **Mesh Primitives...** – загружает диалоговое окно параметров сетевых примитивов **Mesh primitive Options**;
- ◊ **Apply smoothness after tessellation** – сглаживание новых объектов-сетей после преобразования;
- ◊ **Smoothness level:** – определяется степень сглаживания для новых объектов-сетей (системная переменная FACETERSMOOTHLEV);
- ◊ **Preview** – просмотр предварительного результата применения текущих параметров в области чертежа.

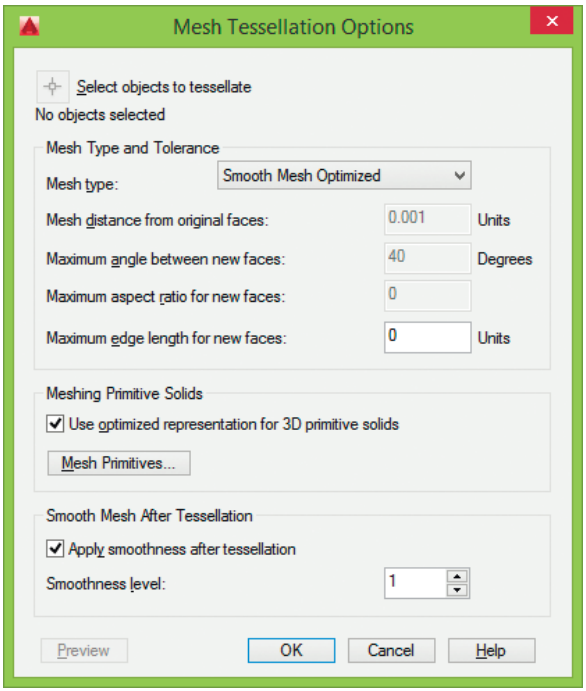


Рис. 3.23. Диалоговое окно определения параметров тесселяции

- кнопка **Mesh Primitives...** – загрузка диалогового окна настройки параметров сетевых примитивов **Mesh primitive Options**;
- кнопка **Surface Analysis...** – загрузка диалогового окна настройки параметров анализа поверхностей **Analysis Options** (рис. 3.24):

- ◊ на вкладке **Zebra** устанавливается: **Stripe Direction** – угол отображаемых полос; **Type:** – тип отображения результатов анализа; **Size:** – ширина полос; **Color 1:** – первый цвет полос; **Color 2:** – второй цвет полос;
- ◊ на вкладке **Curvature** задается соответствие цветов: **Display style:** – стиль отображения; **Auto Range** и **Max Range** – вычисление диапазонов значений кривизны;
- ◊ на вкладке **Draft Angle** устанавливаются параметры анализа уклона.

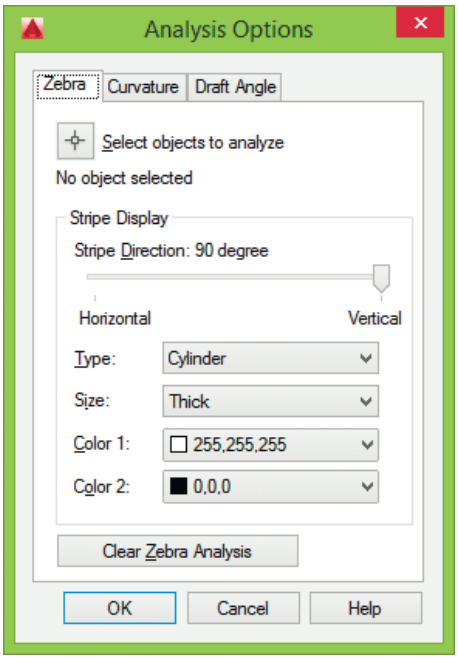


Рис. 3.24. Диалоговое окно настройки параметров анализа поверхностей

- ❑ В области **3D Navigation** определяются параметры трехмерной навигации:
  - **Reverse mouse wheel zoom** – установка реверса зуммирования колесиком мыши (системная переменная `ZOOMWHEEL`);
  - кнопка **Walk and Fly...** – загрузка диалогового окна **Walk and Fly Settings** (рис. 3.25), позволяющего установить параметры навигации обхода и облета:
    - ◊ в области **Settings** – определяется вариант показа окна команд: **When entering walk and fly modes** – при переходе в режимы обхода и облета, **Once per session** – раз за сеанс, **Never** – не показывать; а также **Display Position Locator window** – показывать диалоговое окно локатора положения;
    - ◊ в области **Current drawing settings** определяются параметры текущего чертежа: **Walk/fly step size:** – величина шага обхода/облета в единицах

чертежа (системная переменная STEPSIZE), **Steps per second:** – количество шагов в секунду (системная переменная STEPSPERSEC);

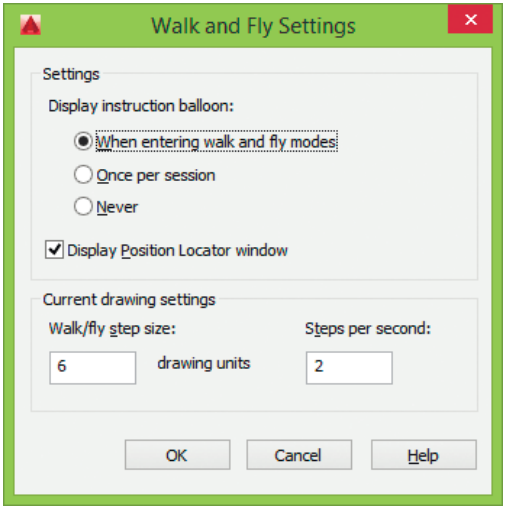


Рис. 3.25. Диалоговое окно установки параметров обхода и облета

- кнопка **Animation...** – загрузка диалогового окна **Animation Settings** (рис. 3.26), позволяющего установить параметры анимации: **Visual style:** – визуальные стили и наборы параметров визуализации (обычный, с визуализацией; трехмерный скрытый, трехмерный каркас, концептуальный, скрытие линий, реалистичный, тонированный, тонированный с кромками, оттенки серого, эскизный, каркас, просвечивание; черновой, низкий, средний, высокий, презентационный), **Resolution:** – возможное разрешение, **Frame rate (FPS):** – частота кадров в секунду (диапазон значений от 1 до 60), **Format:** – формат вывода анимации;

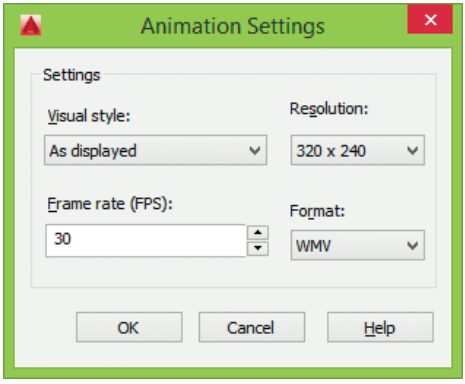


Рис. 3.26. Диалоговое окно установки параметров анимации

- кнопка **ViewCube...** – загрузка диалогового окна **ViewCube Settings** (рис. 3.27), позволяющего установить параметры видового куба:

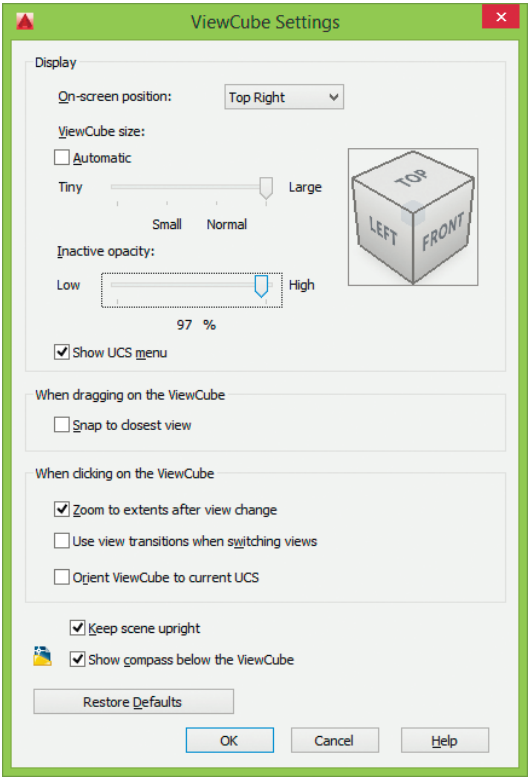


Рис. 3.27. Диалоговое окно установки параметров видового куба

- ◊ **On-screen position:** – положение видового куба на экране (системная переменная NAVVCUBELOCATION);
- ◊ **ViewCube size:** – размер видового куба (системная переменная NAVVCUBESIZE);
- ◊ **Automatic** – соответствие текущему размеру активного видового экрана, масштабному коэффициенту активного листа или окну чертежа;
- ◊ **Inactive opacity:** – прозрачность неактивного видового куба (системная переменная NAVVCUBEOPACITY);
- ◊ **Show UCS menu** – отображение раскрывающегося меню ПСК под видовым кубом;
- ◊ **Snap to dosest view** – привязка нового устанавливаемого вида к ближайшему стандартному виду;
- ◊ **Zoom to extents after view change** – при изменении вида размер модели подгоняется под размер текущего видового экрана;

- ◊ **Use view transitions when switching views** – плавные переходы при переключении между видами;
- ◊ **Orient ViewCube to current UCS** – ориентация видового куба в соответствии с текущей ПСК (системная переменная NAVVCUBEORIENT);
- ◊ **Keep scene upright** – сохранение вертикального положения сцены;
- ◊ **Show compass below the ViewCube** – отображение компаса под видовым кубом;
- ◊ **Restore Defaults** – применение к видовому кубу параметров, принятых по умолчанию;

- кнопка **SteeringWheels...** – загрузка диалогового окна **SteeringWheels Settings** (рис. 3.28), позволяющего установить параметры штурвала:

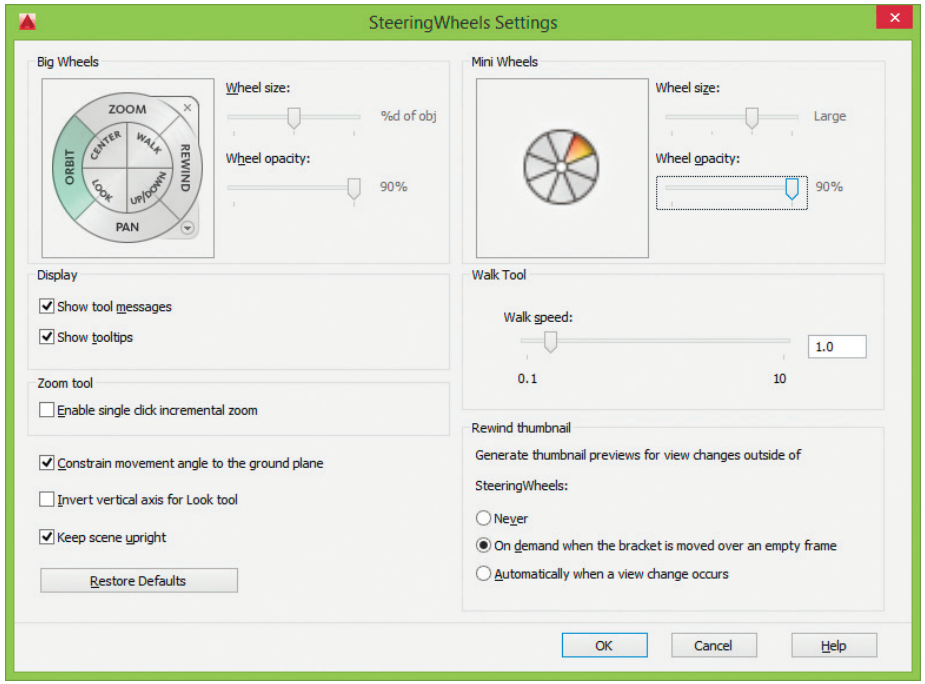


Рис. 3.28. Диалоговое окно установки параметров штурвала

- ◊ в области **Big Wheels** – настройка большого штурвала: **Wheel size:** – размер инструмента (системная переменная NAVSWHEELSIZEBIG); **Wheel opacity:** – уровень прозрачности (системная переменная NAVSWHEELOPACITYBIG);
- ◊ в области **Mini Wheels** – настройка мини-штурвала: **Wheel size:** – размер инструмента (системная переменная NAVSWHEELSIZEMINI); **Wheel opacity:** – уровень прозрачности (системная переменная NAVSWHEELOPACITYMINI);

- ◊ в области **Display** – настройка отображения: **Show tool messages** – управляет отображением сообщений для активного инструмента; **Show tooltips** – управляет отображением подсказок для сегментов штурвала и кнопок на нем;
- ◊ в области **Zoom tool** – настройка инструмента зуммирования: **Enable single click incremental zoom** – разрешает инкрементное зуммирование по однократному щелчку, которое приведет к 25-процентному увеличению текущего вида;
- ◊ **Constrain movement angle to the ground plane** – ограничение угла обхода нулевой плоскостью;
- ◊ **Invert vertical axis for Look tool** – инвертирование вертикальной оси для инструмента осмотра;
- ◊ **Keep scene upright** – сохранение вертикального положения сцены;
- ◊ кнопка **Restore Defaults** – применение к штурвалам настроек по умолчанию;
- ◊ в области **Walk Tool** – настройка инструмента обхода: **Walk speed:** – устанавливает скорость перемещения инструмента обхода;
- ◊ в области **Rewind thumbnail** – управление формированием образцов для просмотра изменений, внесенных без использования штурвала (системная переменная `CAPTURETHUMBNAILS`): **Never** – отсутствие создаваемых образцов; **On demand when the bracket is moved over an empty frame** – создание по запросу образцов для инструмента перемотки, когда рамка располагается над пустым кадром; **Automatically when a view change occurs** – автоматическое создание образцов для просмотра после изменения каждого вида.

- ❑ В области **Dynamic Input** определяется отображение полей динамического ввода при задании координат: **Show Z field for pointer input** – показывать поле координаты *Z* при динамическом вводе.

Настройка параметров выбора объектов

Вкладка настройки параметров выбора объектов **Selection** диалогового окна **Options**, показанная на рис. 3.29, позволяет сделать следующие назначения.

- ❑ В области **Pickbox size** определяется размер прицела. Прицел выбора появляется в перекрестье курсора при выполнении команд редактирования объектов (системная переменная `PICKBOX`).
- ❑ В области **Selection modes** определяются режимы выбора объектов:
  - **Noun/verb selection** – предварительный выбор, позволяющий выбирать объекты перед вызовом команды. Команда при этом работает с объектами текущего набора (системная переменная `PICKFIRST`);

- **Use Shift to add to selection** – использование нажатой клавиши **Shift** для добавления или удаления объекта из набора. Для быстрой очистки набора нужно очертить рамку выбора в не занятой объектами зоне чертежа (системная переменная PICKADD);

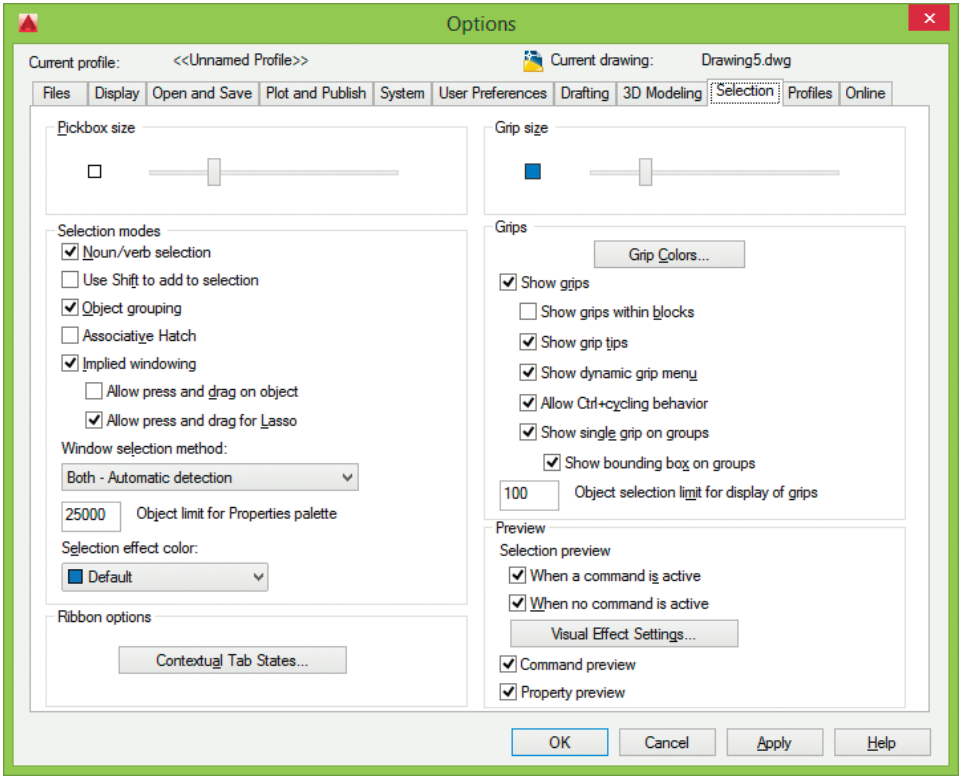


Рис. 3.29. Вкладка настройки параметров выбора объектов

- **Object grouping** – выбор всей группы объектов после указания одного объекта, принадлежащего этой группе (значение 1 системной переменной PICKSTYLE);
- **Associative Hatch** – определяет, какие объекты должны выбираться при указании ассоциативной штриховки, при этом выбирается также и контур штриховки (значение 2 системной переменной PICKSTYLE);
- **Implied windowing** – выбор с помощью рамки при указании точки, не принадлежащей ни одному объекту. При выделении области рамкой слева направо в набор попадают объекты, полностью лежащие в пределах указанной области. При выделении рамкой справа налево в набор попадают как полностью лежащие в пределах указанной области, так и пересекающие эту область объекты (системная переменная PICKAUTO);

- ◊ **Allow press and drag on object** – динамическая рамка, создающаяся при перетаскивании устройства указания от одной точки до второй;
- ◊ **Allow press and drag for Lasso** – динамическая рамка для лассо;

- **Window selection method** – определение метода при выделении объектов рамкой;
- **Object limit for Properties palette** – количество объектов, которые могут быть одновременно изменены с помощью палитры свойств объектов;
- **Selection effect color:** – определение тона подсветки выбранного объекта.

❑ В области **Ribbon options** кнопка **Contextual Tab States...** загружает диалоговое окно **Ribbon Contextual Tab States Options**, которое позволяет установить параметры выбора объектов, используемые для отображения контекстных вкладок ленты:

- **Retain pickfirst selections when commands are invoked from a contextual tab** – сохранение предварительного набора объектов после выполнения команды из контекстной вкладки ленты (значение `1` системной переменной `RIBBONSELECTMODE`);
- **Object selection maximum for contextual tab display** – подавление отображения контекстных вкладок ленты, если количество объектов в наборе превышает заданное (системная переменная `RIBBONCONTEXTSELLIM`).

❑ В области **Grip size** определяется размер ручек – маленьких квадратиков, появляющихся на выбранных объектах (системная переменная `GRIPSIZE`).

❑ В области **Grips** задаются параметры ручек.

- Кнопка **Grip Colors...** – загружает одноименное диалоговое окно, предназначенное для определения цвета ручек и их элементов в различном состоянии (рис. 3.30):

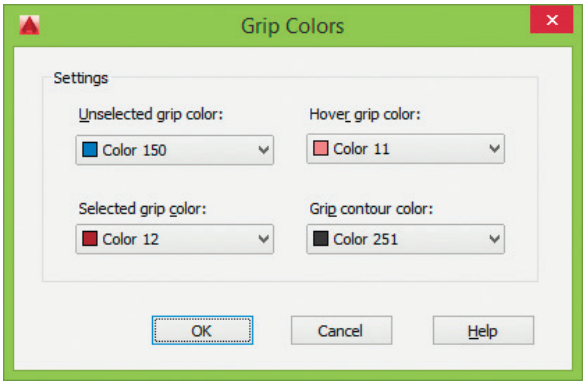


Рис. 3.30. Диалоговое окно определения цвета ручек

- ◊ **Unselected grip color:** – цвет невыбранных ручек (системная переменная `GRIPCOLOR`);
- ◊ **Selected grip color:** – цвет выбранных ручек (системная переменная `GRIPHOT`);

- ◊ **Hover grip color:** – цвет ручки под курсором (системная переменная GRIPHOVER);
- ◊ **Grip coutour color:** – цвет контура ручек (системная переменная GRIPCONTOUR);

- **Show grips** – отображение ручек на выбранных объектах (системная переменная GRIPS);
  - ◊ **Show grips within blocks** – отображение всех ручек внутри блоков (системная переменная GRIPBLOCK);
  - ◊ **Show grip tips** – вывод подсказки при наведении курсора на ручку пользовательского объекта (системная переменная GRIPTIPS);
  - ◊ **Show dynamic grip menu** – отображение динамического меню при наведении курсора на многофункциональную ручку (системная переменная GRIPMULTIFUNCTIONAL);
  - ◊ **Allow Ctrl+cycling behavior** – установка режима **Ctrl+** циклического перебора для многофункциональных ручек (системная переменная GRIPMULTIFUNCTIONAL);
  - ◊ **Show single grip on groups** – отображение единой ручки для группы объектов;
  - ◊ **Show bounding box on groups** – отображение рамки вокруг группы объектов;
- **Object selection limit for display of grips** – предельное количество выбранных объектов для показа ручек. Допустимый диапазон значений – от 1 до 32 767 (системная переменная GRIPOBJLIMIT).

❑ В области **Preview** определяются параметры просмотра выбранных объектов при наведении на них прицела (системная переменная PREVIEWEFFECT):

- **When a command is active** – когда активна команда (системная переменная SELECTIONPREVIEW);
- **When no command is active** – если нет активных команд (системная переменная SELECTIONPREVIEW);
- кнопка **Visual Effect Settings...** загружает одноименное диалоговое окно (рис. 3.31), позволяющее определить параметры визуальных эффектов:
  - ◊ в области **Selection Area Effect** – внешний вид областей при предварительном выборе: **Indicate selection area** – при выборе рамкой или зачеркивании отмечается область выбора другим фоновым цветом (системная переменная SELECTIONAREA), **Window selection color:** – определяет фон для областей, выбранных с помощью рамки (системная переменная WINDOWAREACOLOR), **Crossing selection color:** – определяет фон областей, выбранных с помощью зачеркивания (системная переменная CROSSINGAREACOLOR), **Selection area opacity:** – управляет прозрачностью фона для выбранных с помощью рамки областей (системная переменная SELECTIONAREAOPACITY);
  - ◊ в области **Selection Preview Filter** – настройка фильтра просмотра выбранных объектов: **Exclude:** – исключить: **Objects on locked**

layers – объекты на заблокированных слоях (системная переменная PREVIEWFILTER); **Xrefs** – внешние ссылки, **Tables** – таблицы, **Groups** – группы, **Multiline text** – многострочный текст, **Hatches** – штриховки.

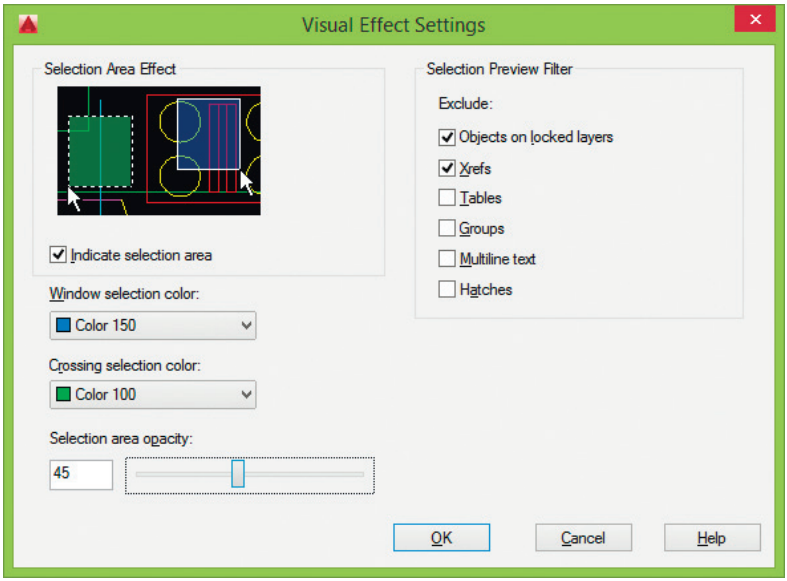


Рис. 3.31. Диалоговое окно определения цвета ручек

- **Command preview** – предварительный просмотр результатов работы команд обрезки, растягивания, удлинения, разрыва, копирования свойств, сопряжений, фасок и смещений (системная переменная COMMANDPREVIEW);
- **Property preview** – предварительный просмотр свойств объектов.

Настройка профилей

Вкладка **Profiles** диалогового окна **Options** используется для создания профилей и сохранения в них параметров среды рисования (рис. 3.32). *Профиль* – набор параметров настройки AutoCAD, сохраненный с уникальным именем. Один из профилей является текущим; он определяет настройки рабочей среды рисования. Пользователи, входящие в систему под одним именем, могут загружать свои настройки из различных профилей. По умолчанию AutoCAD записывает текущие параметры в профиль без имени **Unnamed Profile**. Имена текущего профиля и рисунка всегда выводятся над названиями вкладок диалогового окна **Options**.

На вкладке **Profiles** можно осуществлять следующие настройки:

- в области имеющихся профилей **Available profiles:** – выбирать необходимый профиль из перечня доступных;

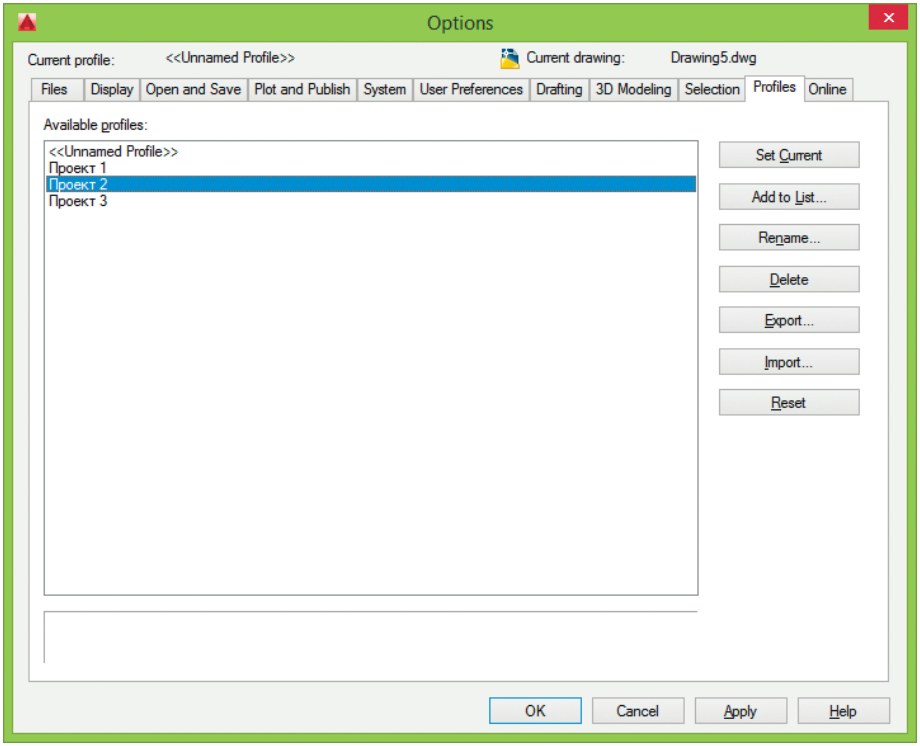


Рис. 3.32. Вкладка настройки профилей

- нажатием кнопки **Set Current** – устанавливать выбранный профиль в качестве текущего;
- используя кнопку **Add to List...** – добавлять новый профиль;
- с помощью кнопки **Rename...** – переименовывать имеющиеся профили;
- с помощью кнопки **Delete** – удалять имеющиеся профили;
- с помощью кнопки **Export...** – экспортировать настройки текущего профиля во внешний ARG-файл;
- после щелчка на кнопке **Import...** – импортировать настройки профиля из внешнего ARG-файла;
- кнопкой **Reset** – сбрасывать настройки.

Настройка учетной записи

Вкладка **Online** диалогового окна **Options** предназначена для настройки вашей учетной записи Autodesk 360.

Глава 4

Системы координат

Ввод координат 110
Динамический ввод координат ... 111
Декартовы и полярные координаты 116
Формирование точек методом «направление – расстояние» 118
Определение трехмерных координат 118
Правило правой руки 119
Ввод трехмерных декартовых координат 119
Ввод цилиндрических координат ... 120
Ввод сферических координат 121
Координатные фильтры 122
Определение пользовательской системы координат 123
Выбор пользовательской системы координат в пространстве 125
Работа с ПСК на видовых экранах 129
Выбор стандартной пользовательской системы координат 131

Ввод координат

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

`** Outside limits` – вне лимитов

и отвергает введенную точку.

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

Ввод координат в AutoCAD может осуществляться в командной строке непосредственно с клавиатуры, путем указания численных значений, либо с использованием графического маркера (курсора), который движется по экрану с помощью устройства указания. Ввод координат осуществляется щелчком левой кнопкой мыши.

Как следствие в строке состояния происходит отображение текущих значений координат. Существуют три режима отображения координат:

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

Включение отображения координат в строке состояния осуществляется с помощью системной переменной `COORDS`. Значение `0` соответствует статическому отображению, `1` – динамическому, `2` – относительному.



Для определения координат точек существующих объектов (например, точки пересечения или середины отрезка) можно воспользоваться командой **ID**. При этом следует применять объектную привязку, иначе полученные координаты могут оказаться неточными. Команда `ID` вызывается из падающего меню **Tools → Inqury → ID Point**.



Для определения координат сразу всех характерных точек объекта удобно использовать команду **LIST**. Команда вызывается из падающего меню **Tools → Inqury → List**.

Еще один метод получения координат точек – выбор объекта с помощью ручек. Ручки представляют собой маленькие прямоугольники, располагающиеся в характерных точках объектов, например конечных точках и середине отрезка. При привязке курсора к одной из ручек в поле координат строки состояния отображаются ее координаты.

Для удобства ввода координат можно использовать:

- *ортогональный режим*, когда изменение координат происходит только по оси *X* или *Y*. Ортогональный режим включается либо нажатием функциональной клавиши **F8**, либо щелчком на кнопке **Restrict cursor orthogonally (Ortho Mode)** в строке состояния;
- *привязку к узлам* сетки, определенной с некоторым шагом по *X* и *Y*. Такую шаговую привязку можно установить, либо нажав функциональную клавишу **F9**, либо щелкнув на кнопке **Snap mode** в строке состояния. Если включен шаг привязки, то при перемещении мыши перекрестье будет «перепрыгивать» с одного узла невидимой сетки на другой.

Значения координат независимо от способа ввода всегда связаны с некоторой системой координат. По умолчанию в AutoCAD используется так называемая *мировая система координат*, МСК – World Coordinate System (WCS). Она определена так, что ось *OX* направлена слева направо, ось *OY* – снизу вверх, ось *OZ* – перпендикулярно экрану. Как правило, для выполнения конкретного проекта удобнее определить *пользовательскую систему координат*, ПСК – User Coordinate System (UCS), которую можно сместить относительно мировой и/или повернуть под любым углом. Допускается существование нескольких пользовательских систем координат, и в любой момент возможен переход от одной к другой.

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

Динамический ввод координат

С помощью функции динамического ввода значения координат можно вводить не в командной строке, а в поле всплывающей подсказки, которая отображается рядом с курсором и динамически обновляется по мере перемещения курсора. Функция динамического ввода включается и отключается в строке состояния кнопкой **Dynamic Input**.

Существуют два типа динамического ввода:

- ввод значений координат с помощью мыши;
- ввод размеров для линейных и угловых значений.

Настройка динамического ввода осуществляется в диалоговом окне режимов рисования **Drafting Settings**, вкладка **Dynamic Input** (рис. 4.1), которое вызывается из падающего меню **Tools → Drafting Settings...** или из контекстного меню щелчком правой кнопки мыши в строке состояния на кнопке **Dynamic Input** и выбором пункта **Dynamic Input Settings...**.

Здесь настраиваются следующие параметры динамического ввода.

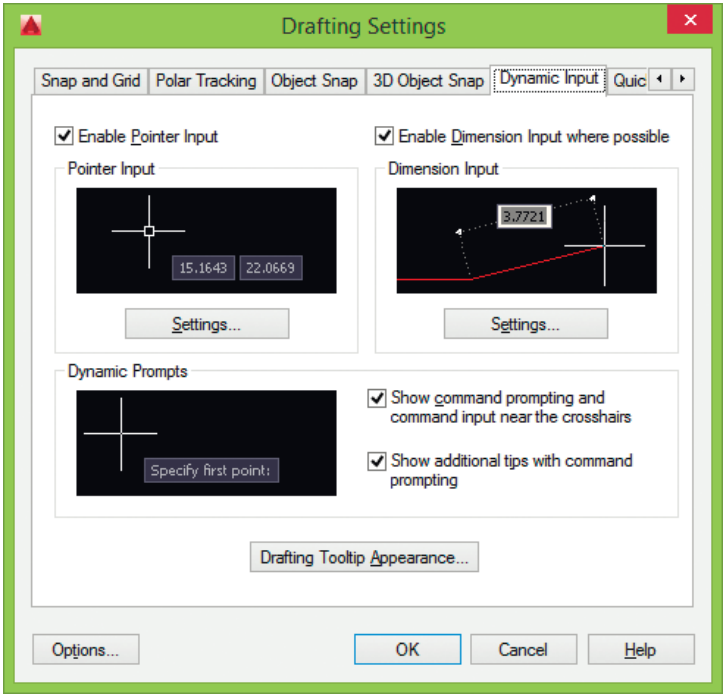


Рис. 4.1. Диалоговое окно настройки динамического ввода

- **Enable Pointer Input** – включить ввод с помощью мыши (системная переменная DYNMODE).
- **Enable Dimension Input where possible** – включить динамический ввод размеров, где возможно (системная переменная DYNMODE).
- В области **Pointer Input** кнопкой **Settings...** загружается диалоговое окно **Pointer Input Settings** (рис. 4.2), позволяющее настроить параметры ввода с помощью мыши:
  - в области **Format** – управление форматом координат, отображаемых в подсказках, которые выводятся, когда включен ввод с помощью мыши:
    - **Polar format** – отображение подсказки для второй или следующей точки в формате полярных координат. Чтобы перейти к декартовым координатам, необходимо ввести запятую (,) (системная переменная DYNPIFORMAT);
    - **Cartesian format** – отображение подсказки для второй или следующей точки в декартовом формате. Для перехода к полярным координатам необходимо ввести обозначение < (системная переменная DYNPIFORMAT);
    - **Relative coordinates** – отображение подсказки для второй или следующей точки в формате относительных координат. Чтобы перейти к аб-

солютным координатам, необходимо ввести знак # (системная переменная DYNPICOORDS);

- ◊ **Absolute coordinates** – отображение подсказки для второй или следующей точки в формате абсолютных координат. Чтобы перейти к относительным координатам, необходимо ввести знак @ (системная переменная DYNPICOORDS);

- в области **Visibility** – отображать подсказки для координат (системная переменная DYNPIVIS):
  - ◊ **As soon as I type coordinate data** – одновременно с вводом координатных данных;
  - ◊ **When a command asks for a point** – когда команда содержит запрос для точки;
  - ◊ **Always – even when not in command** – всегда, даже не в составе команды.

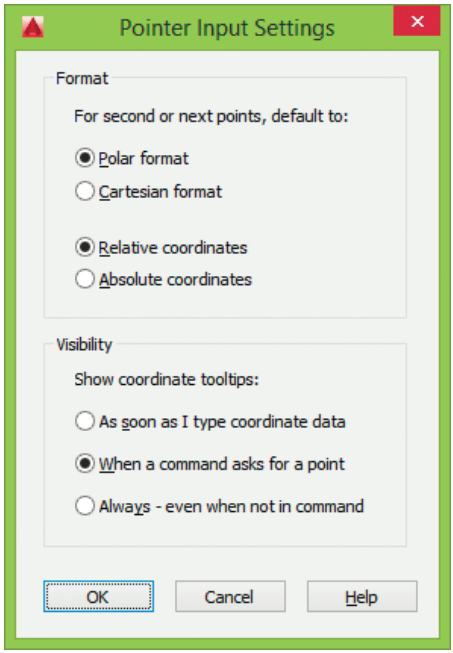


Рис. 4.2. Диалоговое окно настройки параметров ввода с помощью мыши

- ❑ В области **Dimension Input** кнопкой **Settings...** загружается диалоговое окно настройки параметров ввода размеров **Dimension Input Settings** (рис. 4.3), позволяющее установить видимость при растяжке ручек:
  - **Show only 1 dimension input field at a time** – показывать одновременно только одно поле для ввода размеров (системная переменная DYNDIVIS);
  - **Show 2 dimension input fields at a time** – показывать одновременно два поля для ввода размеров (системная переменная DYNDIVIS);

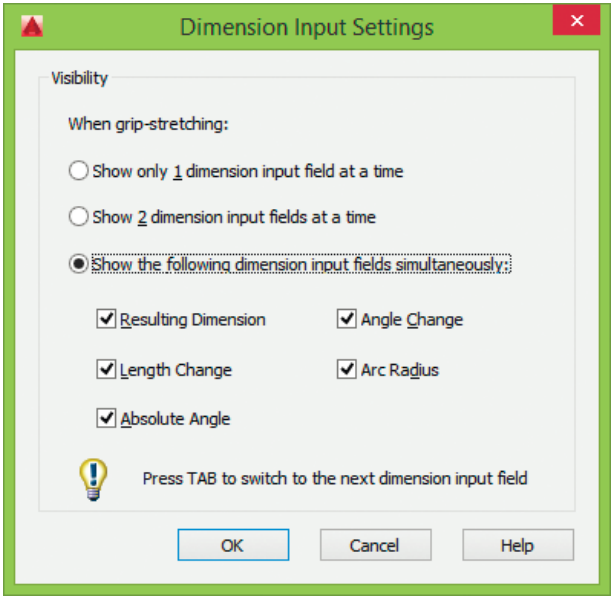


Рис. 4.3. Диалоговое окно настройки параметров ввода размеров

- **Show the following dimension input fields simultaneously:** – показывать одновременно следующие поля для ввода размеров (системные переменные DYNDIVIS и DYNDIGRIP):
  - ◊ **Resulting Dimension** – итоговый размер;
  - ◊ **Length Change** – изменение длины;
  - ◊ **Absolute Angle** – абсолютный угол;
  - ◊ **Angle Change** – изменение угла;
  - ◊ **Arc Radius** – радиус дуги.

  Для перехода в следующее поле для ввода размеров необходимо нажать клавишу **TAB**.

❑ В области **Dynamic Prompts** – настроить динамические подсказки:

- **Show command prompting and command input near the crosshairs** – показывать подсказку для ввода команды и вводимую команду рядом с перекрестьем (системная переменная DYNPROMPT);
- **Show additional tips with command prompting** – показывать дополнительные подсказки с запросами команд.

  В динамической подсказке для доступа к параметрам необходимо нажать клавишу ↓ (стрелка вниз).

❑ Кнопка **Drafting Tooltip Appearance...** загружает диалоговое окно **Tooltip Appearance** (рис. 4.4), позволяющее настроить внешний вид подсказок на чертеже:

- **Model Preview** – предварительный просмотр в пространстве модели;

- **Layout Preview** – предварительный просмотр в пространстве листа;
- **Colors...** – выбор и изменение цвета всплывающих подсказок, а также их фона в определенном контексте в диалоговом окне **Drawing Window Colors** (см. рис. 3.3);
- **Size** – установка размера подсказок;
- **Transparency** – установка прозрачности подсказок;
- **Override OS settings for all drafting tooltips** – заменить параметры операционной системы для всех подсказок на чертеже (системная переменная `DYNTOOLTIPS`);
- **Use settings only for Dynamic Input tooltips** – заменить параметры только для подсказок динамического ввода (системная переменная `DYNTOOLTIPS`).

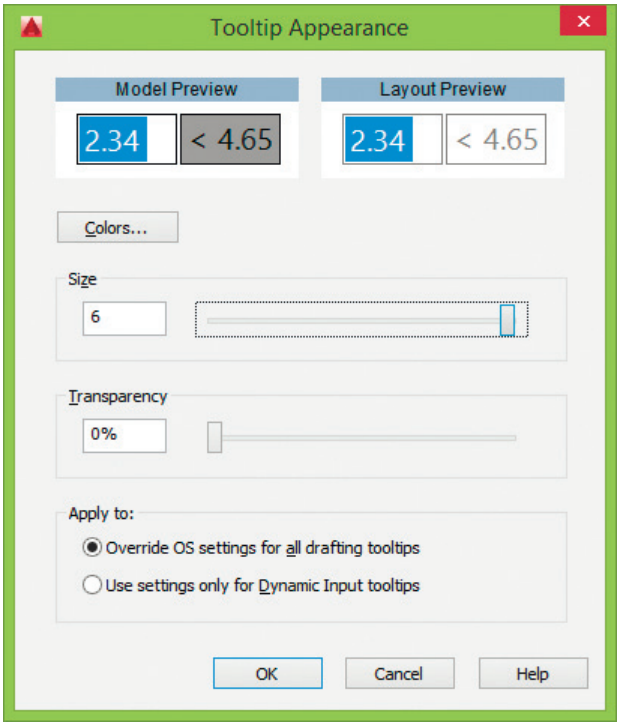


Рис. 4.4. Диалоговое окно настройки внешнего вида подсказок на чертеже

При использовании ввода с помощью мыши в области рисования при перемещении курсора будут отображаться значения координат, для ввода которых необходимо сначала ввести значение, затем для перехода к следующей подсказке нажать клавишу **Tab** и после этого ввести значение следующей координаты. При определении точки первая координата является абсолютной. Формат второй и следующих точек – относительные полярные координаты. Если требуется ввести абсолютное значение, необходимо перед ним ввести знак `#`.

Декартовы и полярные координаты

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

Ввод абсолютных координат производится в следующих форматах:

- *декартовы* (прямоугольные) координаты. При этом для определения двумерных и трехмерных координат применяются три взаимно перпендикулярные оси: *X*, *Y* и *Z*. Для ввода координат указывается расстояние от точки до начала координат по каждой из этих осей, а также направление (+ или –). При начале нового рисунка текущей системой всегда является мировая система координат World Coordinate System (WCS), следовательно, ось *X* направлена горизонтально, ось *Y* – вертикально, а ось *Z* перпендикулярна плоскости *XY*;
- *полярные* координаты. При вводе координат указывается расстояние, на котором располагается точка от начала координат, а также величина угла, образованного полярной осью и отрезком, мысленно проведенным через данную точку и начало координат. Угол задается в градусах против часовой стрелки. Значение `0` соответствует положительному направлению оси *OX*.

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

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

Пример. Построение в абсолютных координатах

Постройте многоугольник, задавая точки в абсолютных координатах (рис. 4.5).

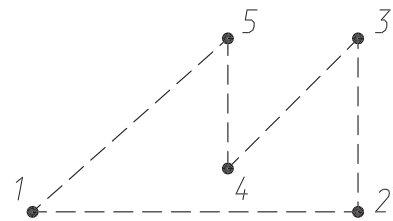


Рис. 4.5. Построение многоугольника



Запустите команду формирования отрезка **LINE**, вызвав ее из падающего меню **Draw** → **Line** или щелкнув на пиктограмме **Line** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_line
Specify first point: 40,20 – точка 1
Specify next point or [Undo]: 190,20 – точка 2
Specify next point or [Undo]: 190,100 – точка 3
Specify next point or [Close/Undo]: 130,40 – точка 4
Specify next point or [Close/Undo]: 130,100 – точка 5
Specify next point or [Close/Undo]: Close – замкните линию
```



Выполните упражнение L1 из раздела 2.

Пример. Построение в относительных координатах

Постройте многоугольник, задавая точки в относительных координатах (см. рис. 4.5).



Запустите команду формирования отрезка **LINE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Line** или щелкнув на пиктограмме **Line** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на следующие запросы (символ `@` вводится при одновременном нажатии клавиш **Shift+2**):

```
_line
Specify first point: 40,20 – точка 1
Specify next point or [Undo]: @150,0 – в точку 2 относительно точки 1
Specify next point or [Undo]: @0,80 – в точку 3 относительно точки 2
Specify next point or [Close/Undo]: @-60,-60 – в точку 4 относительно точки 3
Specify next point or [Close/Undo]: @0,60 – в точку 5 относительно точки 4
Specify next point or [Close/Undo]: Close – замкните линию
```



Выполните упражнение L2 из раздела 2.

Пример. Построение в полярных координатах

Постройте многоугольник, задавая точки в полярных координатах (см. рис. 4.5).



Запустите команду формирования отрезка **LINE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Line** или щелкнув на пиктограмме **Line** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_line
Specify first point: 40,20 – точка 1
Specify next point or [Undo]: @150<0 – в точку 2 относительно точки 1
Specify next point or [Undo]: @80<90 – в точку 3 относительно точки 2
Specify next point or [Close/Undo]: @85<-135 – в точку 4 относительно
точки 3
Specify next point or [Close/Undo]: @60<90 – в точку 5 относительно
точки 4
Specify next point or [Close/Undo]: Close – замкните линию
```



Выполните упражнение L3 из раздела 2.

Формирование точек методом «направление – расстояние»

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

Определение трехмерных координат

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

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

Правило правой руки

При работе в трехмерном пространстве в AutoCAD все системы координат формируются по *правилу правой руки*. Оно определяет положительное направление оси *Z* трехмерной системы координат при известных направлениях осей *X* и *Y*, а также положительное направление вращения вокруг любой из осей трехмерных координат.

Для определения положительных направлений осей необходимо поднести тыльную сторону кисти правой руки к экрану монитора и направить большой палец параллельно оси *X*, а указательный – по оси *Y*. Если согнуть средний палец перпендикулярно ладони, как показано на рис. 4.6 справа, то он будет указывать положительное направление оси *Z*.

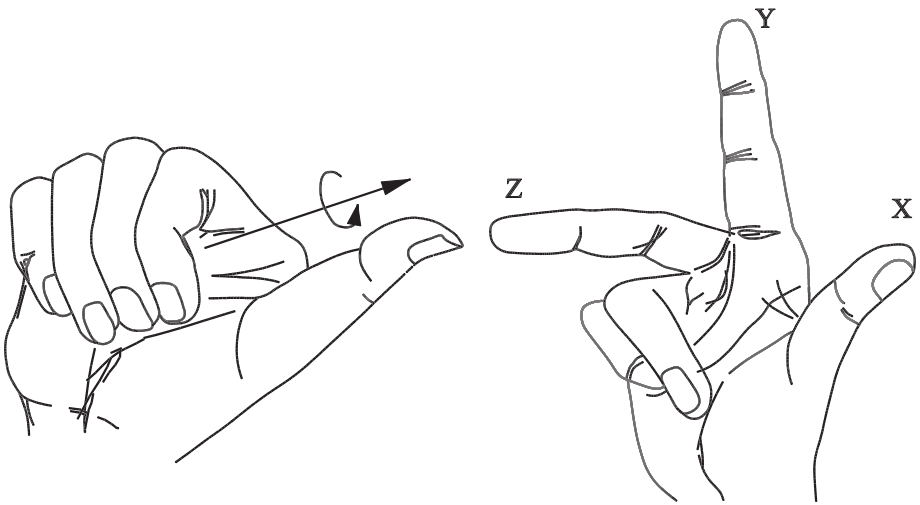


Рис. 4.6. Правило правой руки

Для определения положительного направления вращения следует ориентировать большой палец правой руки в положительном направлении оси и согнуть остальные пальцы, как показано на рис. 4.6 слева. Положительное направление вращения совпадает с направлением, указываемым согнутыми пальцами.

Ввод трехмерных декартовых координат

Трехмерные декартовы координаты (*x*, *y*, *z*) вводятся аналогично двухмерным (*x*, *y*). Дополнительно к координатам по осям *X* и *Y* необходимо ввести еще и значение по оси *Z*. На самом деле в AutoCAD не существует двухмерных координат, и если введены значения только *x* и *y*, это означает, что отсутствующая координата *z*

берется по умолчанию равной нулю (системная переменная `THICKNESS`). При указании декартовых трехмерных координат с клавиатуры вводятся три числа через запятую, например:

```
3,5,2
```

В трехмерном пространстве, так же как и в двухмерном, широко используются и абсолютные координаты (отсчитываемые от начала координат), и относительные (отсчитываемые от последней указанной точки). Признак относительных координат – символ `@` перед координатами вводимой точки, которая в этом случае берется относительно последней введенной точки.

Ввод цилиндрических координат

Ввод цилиндрических координат аналогичен указанию полярных координат на плоскости. Дополнительно появляется значение, определяющее координату *z* по оси *Z*, перпендикулярной плоскости *XY*. Цилиндрические координаты описывают расстояние от начала системы координат (или от предыдущей точки в случае с относительными координатами) до точки на плоскости *XY*, угол относительно оси *X* и расстояние от точки до плоскости *XY*. Угол задается в градусах.

На рис. 4.7 показана точка с координатами `7<30,5`. Эта точка лежит на расстоянии 7 единиц от начала системы координат в плоскости *XY*, под углом 30° к оси *X* на плоскости *XY* и имеет координату *Z*, равную 5. Относительные цилиндрические координаты строятся так же, как и абсолютные, просто воображаемое начало координат переносится в последнюю введенную точку.

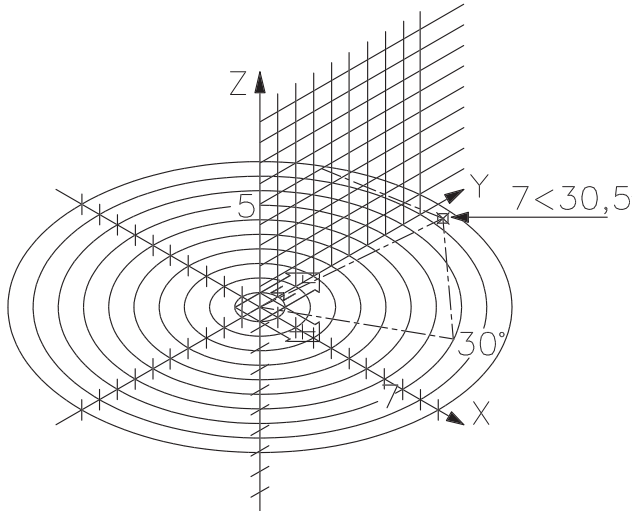


Рис. 4.7. Указание цилиндрических координат

Пример. Построение в цилиндрических координатах

Цилиндрические координаты применяются при вводе точек трехмерного пространства реже, чем декартовы. Их использование бывает необходимо, например, для построения спиральных объектов. В следующем примере с помощью команды `3DPOLY` формируется двухвитковая спираль.



Запустите команду формирования трехмерной полилинии **3DPOLY**, вызвав ее из падающего меню **Draw → 3D Polyline** или щелкнув на пиктограмме **3D Polyline** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_3dpoly
Specify start point of polyline: 0,0,0 – точка 1
Specify endpoint of line or [Undo]: @40<45,20 – точка 2
Specify endpoint of line or [Undo]: @40<135,20 – точка 3
Specify endpoint of line or [Close/Undo]: @40<-135,20 – точка 4
Specify endpoint of line or [Close/Undo]: @40<-45,20 – точка 5
Specify endpoint of line or [Close/Undo]: @40<45,20 – точка 6
Specify endpoint of line or [Close/Undo]: @40<135,20 – точка 7
Specify endpoint of line or [Close/Undo]: @40<-135,20 – точка 8
Specify endpoint of line or [Close/Undo]: @40<-45,20 – точка 9
Specify endpoint of line or [Close/Undo]: Close – замкните линию
```

При выполнении описанного примера следует учесть, что необязательно вводить с клавиатуры повторяющиеся строки координат. Ранее введенные строки текста запоминаются в буфере строк, благодаря чему их удобно вызвать в диалоговую область с помощью клавиш ↑ и ↓ на функциональной клавиатуре. Например, повторный ввод строки `@40<45,20` можно осуществить, несколько раз нажав клавишу ↑ (пока не появится нужная строка), и затем ввести ее клавишей **Enter**. Но это не единственная возможность использования данного приема: допускаются также редактирование «поднятой» строки с помощью клавиш ← и →, добавление символов с клавиатуры и удаление символов с помощью клавиши **Backspace**.

Ввод сферических координат

Ввод *сферических* координат в трехмерном пространстве также подобен вводу полярных координат на плоскости. Положение точки определяется ее расстоянием от начала координат текущей ПСК, углом к оси *X* в плоскости *XY* и углом к плоскости *XY*. Все координаты разделяются символом <. Угол задается в градусах.

На рис. 4.8 показана точка с координатами `7<30<45`. Эта точка лежит на расстоянии 7 единиц от начала текущей ПСК, под углом 30° к оси *X* в плоскости *XY* и под углом 45° к плоскости *XY*.

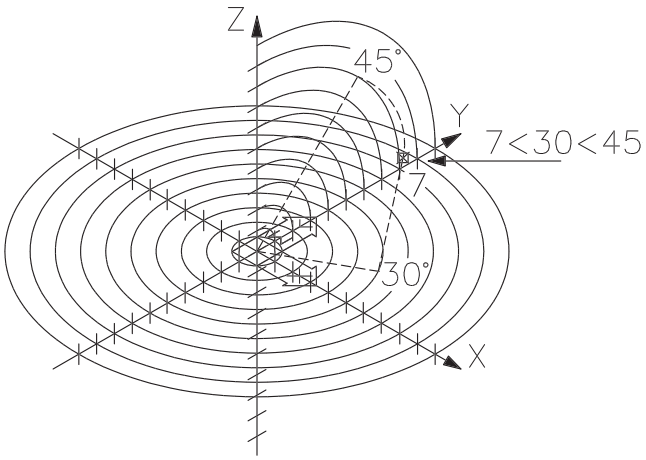


Рис. 4.8. Указание сферических координат

Пример. Ввод сферических координат

Сферические координаты используются для получения точек на сферической поверхности или, например, в случаях построения трубопровода и т. п., когда наиболее важна длина строящегося объекта, а не его ориентация. В нижеописанном примере командой **3DPOLY** формируется пятиугольник с вершинами, лежащими на сфере, радиус которой равен 50 единицам.



Запустите команду формирования трехмерной полилинии **3DPOLY**, вызвав ее из падающего меню **Draw → 3D Polyline** или щелкнув на пиктограмме **3D Polyline** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_3dpoly
Specify start point of polyline: 50<20<-20 – точка 1
Specify endpoint of line or [Undo]: 50<30<5 – точка 2
Specify endpoint of line or [Undo]: 50<15<20 – точка 3
Specify endpoint of line or [Close/Undo]: 50<-15<20 – точка 4
Specify endpoint of line or [Close/Undo]: 50<-30<5 – точка 5

Specify endpoint of line or [Close/Undo]: Close – замкните линию
```

Координатные фильтры

Координатные фильтры – это способ указания новых точек в пространстве с использованием отдельных координат уже имеющихся на чертеже объектов. Наибольшее распространение координатные фильтры получили при вводе координат с помощью мыши. Их применение позволяет задавать значение одной коорди-

наты, временно игнорируя значения других. Для указания фильтра в командной строке используется формат:

```
<координата>,
```

где `<координата>` – один из символов `x`, `y`, `z` или некоторое их сочетание.

Существует набор из шести фильтров: `.x`, `.y`, `.z`, `.xy`, `.xz` и `.yz`. Если, например, ввести `.x`, AutoCAD запросит указать недостающие координаты по осям *Y* и *Z*.

Координатные фильтры можно вводить в командной строке в ответ на запрос ввода точки.

Определение пользовательской системы координат

Как было сказано выше, в AutoCAD существуют: мировая система координат World Coordinate System – WCS и пользовательская система координат User Coordinate System – UCS. Ось *X* мировой системы координат направлена горизонтально, ось *Y* – вертикально, а ось *Z* проходит перпендикулярно плоскости *XY*. Начало координат – это точка пересечения осей *X* и *Y*; по умолчанию она совмещается с левым нижним углом рисунка. В любой текущий момент активна только одна система координат, которую принято называть *текущей*. В ней координаты определяются любым доступным способом.

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

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

Пользовательская система координат используется для перемещения начала системы координат и/или изменения ориентации осей системы координат в про-

странстве, что значительно упрощает процесс создания и редактирования объектов. При создании объекта удобно поместить начало системы координат в базовую точку объектов, особенно если в данной точке формируется много объектов.

Пиктограмма ПСК всегда изображается в плоскости *XY* текущей ПСК и указывает положительное направление осей *X* и *Y*. Сама пиктограмма может располагаться как в начале пользовательской системы координат, так и в другом месте.

Настроить пиктограмму системы координат, ее размер и цвет можно с помощью команды **UCSICON** (рис. 4.9). Команда вызывается из падающего меню **View → Display → UCS Icon**.

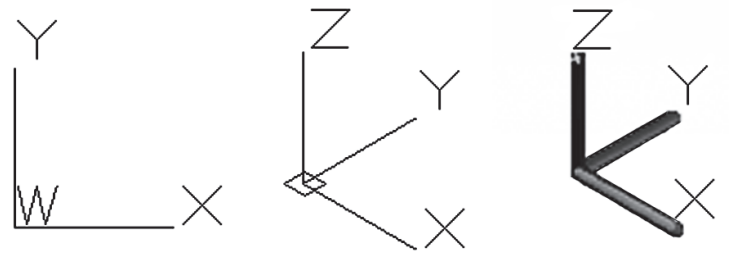


Рис. 4.9. Варианты пиктограмм системы координат



Включение/отключение пиктограммы системы координат осуществляется в падающем меню **View → Display → UCS Icon → On**.



Установка пиктограммы ПСК в начало координат осуществляется в падающем меню **View → Display → UCS Icon → Origin**.



Свойства пиктограммы ПСК можно настроить в диалоговом окне **UCS Icon**, которое загружается из падающего меню **View → Display → UCS Icon → Properties...** (рис.4.10):

- В области **UCS Icon style** определяется стиль пиктограммы ПСК:
  - **2D** – отображение двухмерной пиктограммы ПСК без оси *Z*;
  - **3D** – отображение трехмерной пиктограммы ПСК;
  - **Line width:** – задание толщины линий трехмерной пиктограммы ПСК.
- В области **UCS Icon size** определяется размер пиктограммы ПСК в процентах от размеров видового экрана. Допустимый диапазон – от 5 до 95.
- В области **UCS Icon color:** задается цвет пиктограммы ПСК:
  - **Model space icon color:** – цвет пиктограммы ПСК в пространстве модели;
  - **Layout space icon color:** – цвет пиктограммы ПСК в пространстве листа;
  - **Apply single color** – использование одного цвета.

Пиктограмма с изображением сломанного карандаша говорит о том, что плоскость *XY* практически параллельна направлению взгляда. В этом случае при указании значений координат с помощью мыши происходит выбор точек с нулевыми координатами *z*, что обычно не соответствует желанию пользователя. Перед вво-

дом точек или редактированием модели по виду пиктограммы следует оценить угол между направлением взгляда и пиктограммой ПСК: если этот угол мал, точный выбор точек с помощью мыши или другого манипулятора затруднителен.

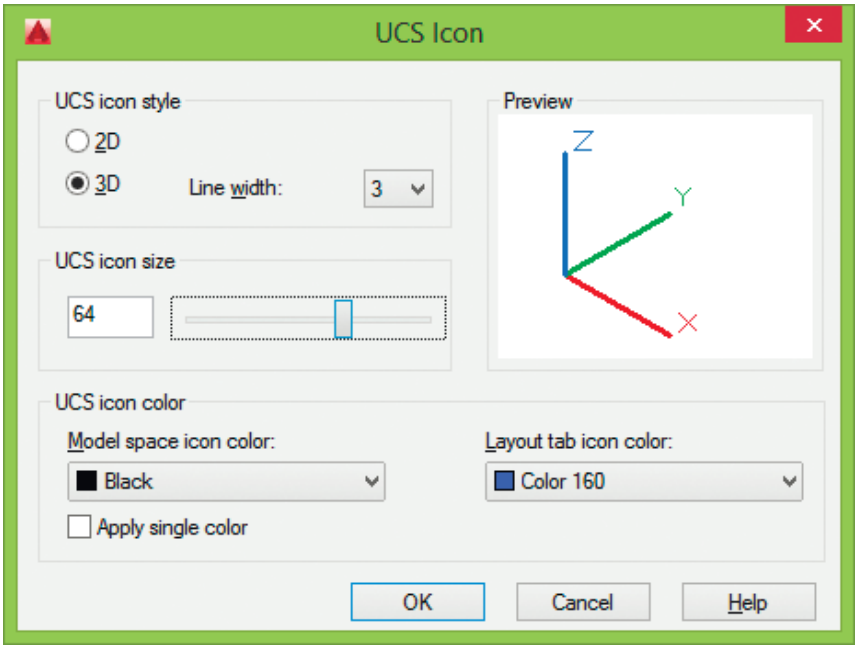


Рис. 4.10. Диалоговое окно настройки свойств пиктограммы ПСК

Выбор пользовательской системы координат в пространстве

Для изменения положения ПСК применяются следующие способы:

- указание новой плоскости *XY* или новой оси *Z*;
- ввод нового начала координат;
- совмещение ПСК с имеющимся объектом;
- совмещение ПСК с гранью тела;
- совмещение ПСК с направлением взгляда;
- поворот ПСК вокруг одной из ее осей;
- расположение плоскости *XY* ПСК перпендикулярно выбранному в качестве оси *Z* направлению;
- восстановление ранее сохраненной ПСК для совмещения с МСК;
- применение имеющейся ПСК к любому видовому экрану;
- возврат к предыдущей ПСК.

Размещение, перемещение, вращение и отображение пользовательских систем координат производятся с помощью команды **UCS**. Вызвать эту команду или варианты ее исполнения можно с падающего меню **Tools → New UCS** (рис. 4.11). Также удобно вызывать эту команду в группе **Coordinates** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 4.12).

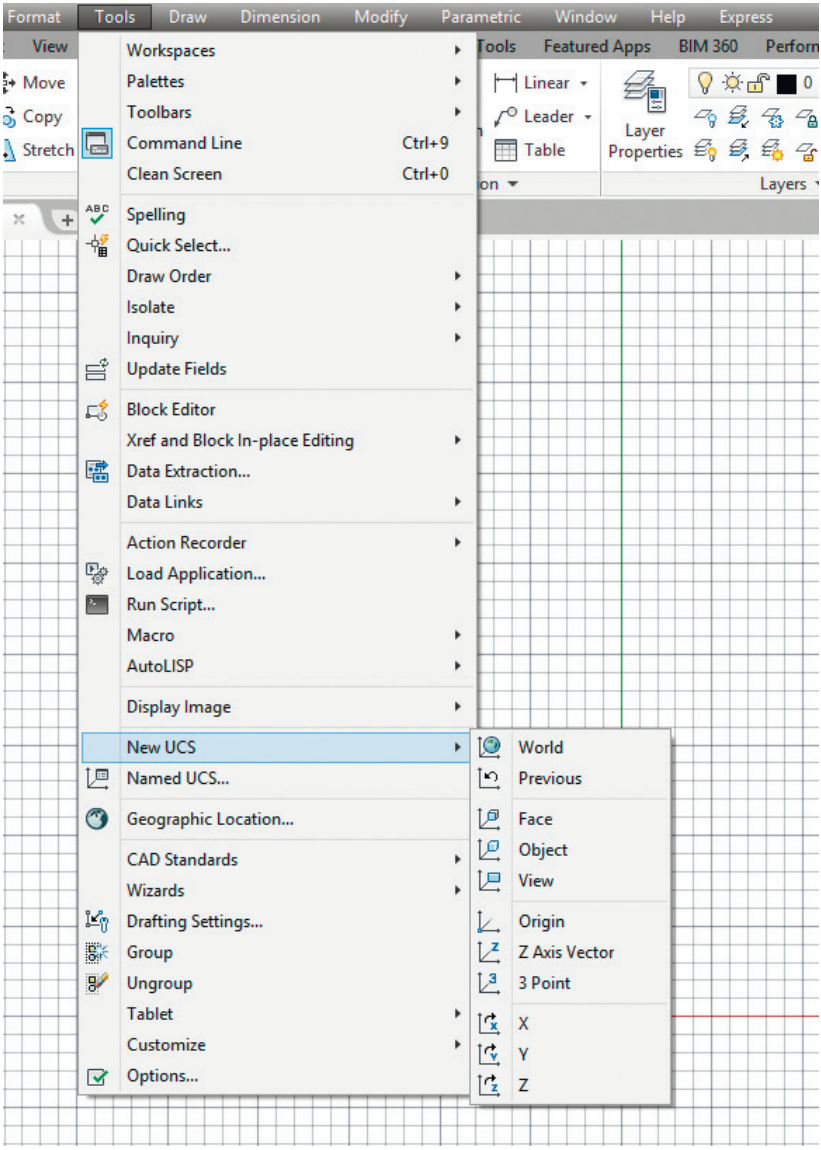


Рис. 4.11. Панели инструментов UCS в падающем меню

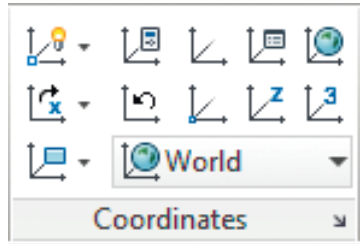


Рис. 4.12. Панели инструментов UCS в группе **Coordinates** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**

UCS – определение новой пользовательской системы координат. Запрос команды `UCS`:

```
Current ucs name: *WORLD* – текущая ПСК
Specify origin of UCS or [Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/X/
Y/Z/ZAxis] <World>: – задать ключ
```

World – переход к мировой системе координат;

Previous – восстановление предыдущей ПСК. При этом сохраняются десять последних определенных ПСК;

Face – определение пользовательской системы координат путем простого указания на грань;

Object – выравнивание системы координат по существующему объекту;

View – выравнивание системы координат в направлении текущего вида, то есть определение новой системы координат с плоскостью *XY*, перпендикулярной направлению вида (иначе говоря, параллельно экрану);

Origin – размещение ПСК в указанной точке;

Z Axis Vector – определение нового положительного направления оси;

3 P oint – определение нового начала координат и направления осей *X* и *Y* по трем точкам;

X – поворот системы координат вокруг оси *X*;

Y – поворот системы координат вокруг оси *Y*;



Z – поворот системы координат вокруг оси *Z*.

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

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

С ПСК связаны следующие системные переменные.

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



Управление системами координат осуществляется с помощью команды **DDUCS**, вызываемой из падающего меню **Tools → Named UCS...**, или щелчком на пиктограмме **Named UCS** в группе **Coordinates** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (см. рис. 4.12)

На вкладке **Named UCSs** диалогового окна **UCS** можно присвоить любой пользовательской системе координат уникальное имя.

В дальнейшем, открыв вкладку именованных ПСК **Named UCSs** диалогового окна **UCS**, можно по ранее заданному имени восстановить пользовательскую систему координат. На рис. 4.13 показана вкладка **Named UCSs** этого окна с ранее созданными пользовательскими системами координат. Чтобы сделать систему координат текущей, необходимо навести указатель мыши на ее имя и щелкнуть на кнопке **Set Current**.

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

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

При щелчке на кнопке **Details** раскрывается подробное диалоговое окно **UCS Details**, в котором отражена вся информация о координатах точки начала и направлении осей относительно текущей системы координат по каждой именованной ПСК (рис. 4.14).

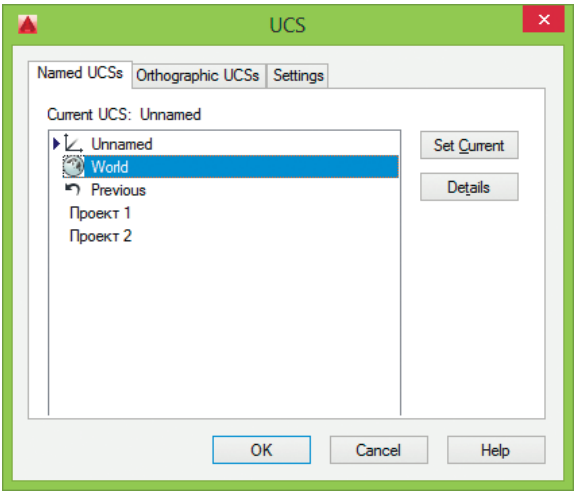


Рис. 4.13. Диалоговое окно управления именованными ПСК

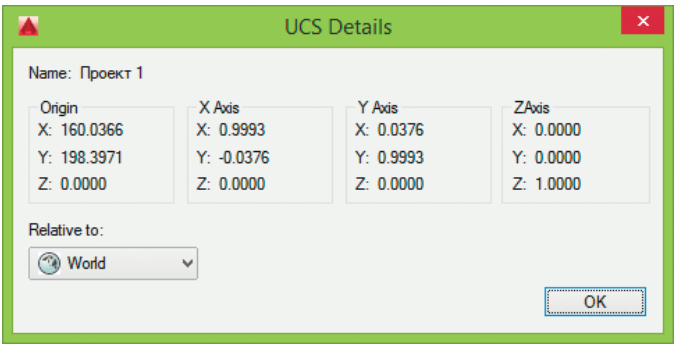


Рис. 4.14. Диалоговое окно UCS Details

Работа с ПСК на видовых экранах

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

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

Вкладка **Settings** диалогового окна **UCS** (рис. 4.15) позволяет устанавливать различные режимы отображения пиктограммы ПСК. Причем параметры отображения можно задавать либо отдельно для текущего видового экрана, либо сразу для всех активных видовых экранов текущего рисунка. Здесь же можно указать, следует ли сохранять систему координат вместе с видовым экраном, а кроме того, нужно ли на видовом экране всегда показывать вид модели в плане.

- В области **UCS Icon settings** настраиваются режимы отображения пиктограммы ПСК:
  - **On** – включение/отключение пиктограммы ПСК;
  - **Display at UCS origin point** – установка пиктограммы ПСК в начало координат;
  - **Apply to all active viewports** – включение/отключение пиктограммы ПСК для всех активных видовых экранов;
  - **Allow Selecting UCS icon** – выбирать пиктограмму ПСК.
- В области **UCS settings** настраиваются режимы ПСК:
  - **Save UCS with viewport** – сохранять ПСК с видовым экраном;
  - **Update view to Plan when UCS is changed** – вид в плане при смене ПСК.

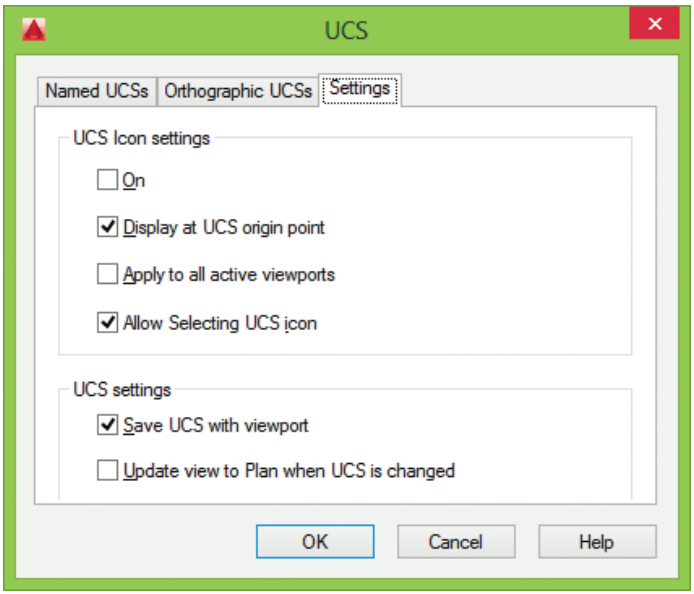


Рис. 4.15. Режимы отображения пиктограммы ПСК

Выбор стандартной пользовательской системы координат

Ориентацию текущей ПСК в зависимости от мировой системы координат, предыдущей ПСК или ПСК, установленной для текущего вида, можно изменить в диалоговом окне **UCS**, на вкладке **Orthographic UCSs**, показанной на рис. 4.16. При этом достаточно выбрать объект и выполнить команду **DDUCSP**, вызываемую из падающего меню **Tools → Named UCS...**.

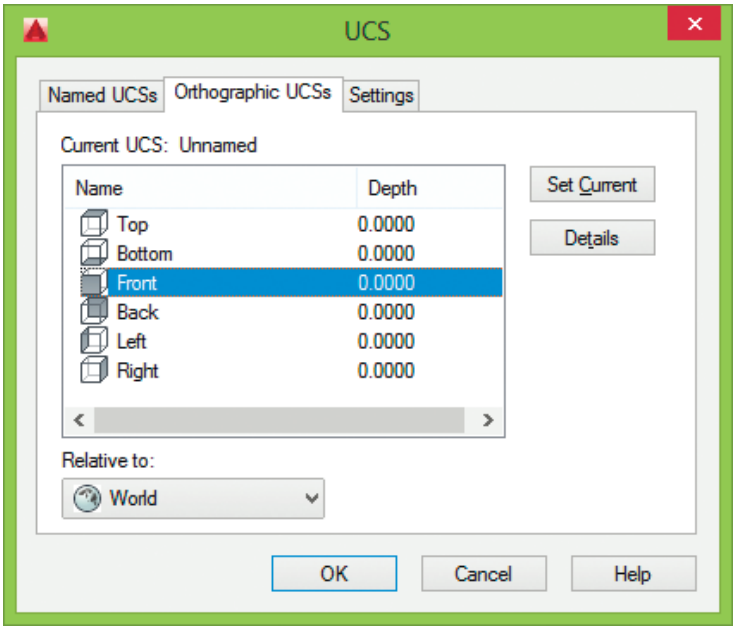


Рис. 4.16. Диалоговое окно стандартных ПСК

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

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

Стандартной системой координат удобно пользоваться при переходе от одной ортогональной проекции трехмерного объекта к другой. Обычно эти проекции располагаются в соседних окнах, и признаком правильной установки ПСК считается отображение в нужном окне правильной пиктограммы системы координат

(ось *X* направлена вправо, ось *Y* – вверх). Так как набор стандартных систем координат ограничен, оптимальным является табличный способ их определения.

Пример. Пользовательская система координат

В нижеописанном примере необходимо перенести пользовательскую систему координат в другую точку на рабочем поле чертежа. После перемещения пользовательской системы координат из точки мировой системы координат в пиктограмме пропадает символ `W`. О том, что пиктограмма находится в точке пользовательской системы координат, свидетельствует значок «плюс» (**+**).



Запустите команду **UCS**, вызвав ее из падающего меню **Tools → New UCS → Origin** или щелкнув на пиктограмме **Origin** в группе **Coordinates** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**. Ответьте на запросы:

```
_UCS
Current ucs name: *WORLD* – текущая ПСК
Specify origin of UCS or [Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/
X/Y/Z/ZAxis]
<World>: _o – переход в режим смещения начала координат
Specify new origin point <0,0,0>: 195,140 – координаты точки смещения начала координат
```

Выполните поворот пользовательской системы координат:

```
_UCS
Current ucs name: *NO NAME* – текущая ПСК
Specify origin of UCS or [Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/
X/Y/Z/ZAxis]
<World>: _z – переход в режим поворота вокруг оси Z
Specify rotation angle about Z axis <90>: 30 – угол поворота вокруг оси Z в градусах
```



Для возвращения в мировую систему координат запустите команду **UCS**, вызвав ее из падающего меню **Tools → New UCS → World** или щелкнув на пиктограмме **World** в группе **Coordinates** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**. Команда выдаст запросы:

```
_UCS
Current ucs name: *NO NAME* – текущая ПСК
Specify origin of UCS or [Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/
X/Y/Z/ZAxis]
<World>: _w – возвращение в мировую систему координат
```



Выполните упражнения Ucs1–Ucs3 из раздела 5.

Глава 5

Свойства примитивов

Разделение рисунка по слоям 134
Управление видимостью слоя 140
Блокировка слоев..... 141
Цвет линии 142
Тип линии 143
Вес (толщина) линии 147
Фильтрация слоев 150
Использование свойств слоев 154
Копирование свойств объектов .. 156
Палитра свойств объектов..... 157

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

Инструменты, предназначенные для управления слоями и свойствами объектов, расположены в группах **Layers** и **Properties** ленты **Home** рабочего пространства **2D Drafting & Annotation** – рис. 5.1.

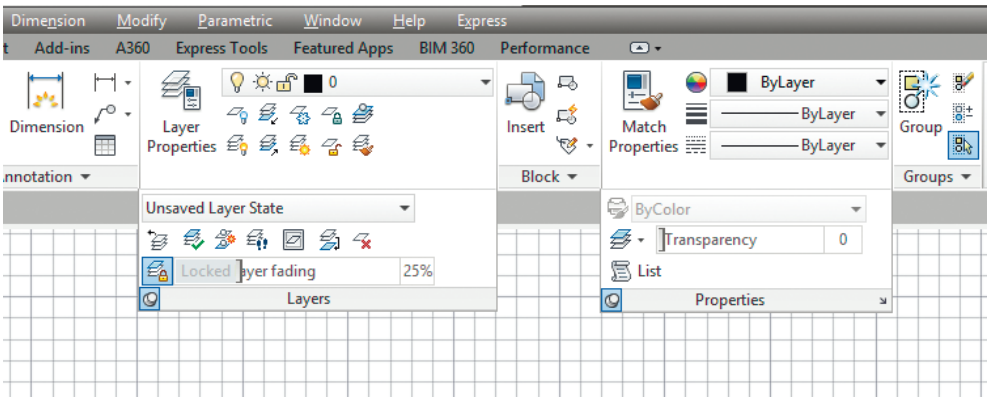


Рис. 5.1. Инструменты работы со слоями и свойствами объектов

Разделение рисунка по слоям

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

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

Например, можно создать отдельный слой для размещения осевых линий, назначить ему голубой цвет и штрихпунктирный тип линии CENTER. Впоследствии, если потребуется построить осевую линию, достаточно будет переключиться на этот слой и начать рисование. Таким образом, перед каждым построением осевых линий не требуется вновь устанавливать их цвет и тип. Кроме того, при необходимости отображение слоя можно отключить.

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



Управление установками свойств слоев осуществляется в Диспетчере свойств слоев **Layer Properties Manager**, показанном на рис. 5.2. Он загружается из падающего меню **Format** → **Layer...** или щелчком на пиктограмме **Layer Properties** в группе **Layers** ленты **Home**.

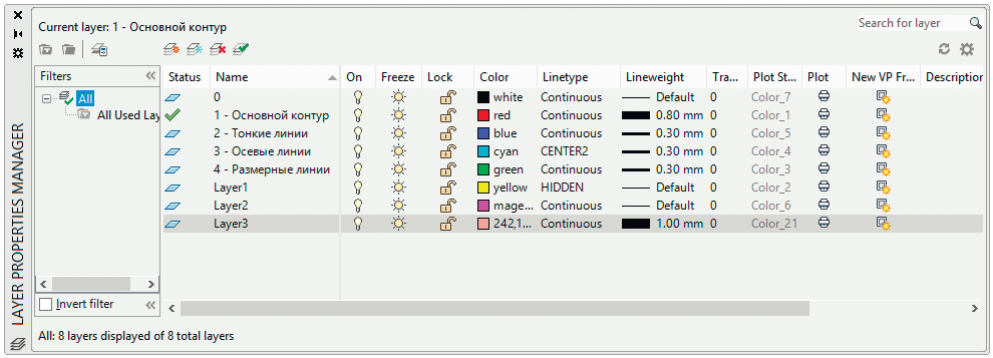


Рис. 5.2. Диалоговое окно управления слоями

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

Слои обладают следующими свойствами:

- **Status** – состояние слоя. Назначение слою статуса текущего;
- **Name** – имя слоя. Состоит из алфавитно-цифровой информации, включающей специальные символы и пробелы;
- **On** – видимость слоя. При этом на экране изображаются только те примитивы, которые принадлежат видимому слою, однако примитивы в скрытых слоях являются частью рисунка и участвуют в регенерации;

- **Freeze** – замораживание слоя. Означает отключение видимости слоя при регенерации и исключение из генерации примитивов, принадлежащих замороженному слою;
- **Lock** – блокировка слоя. Примитивы в блокированном слое отображаются, но их нельзя редактировать. Блокированный слой можно сделать текущим, рисовать в нем, замораживать и применять к его примитивам команды справок и объектную привязку;
- **Color** – цвет примитивов заданного слоя;
- **Linetype** – тип линии, которым будут отрисовываться все примитивы, принадлежащие слою;
- **Lineweight** – вес (толщина) линии, которой будут отрисовываться все примитивы, принадлежащие слою;
- **Transparency** – изменение прозрачности во всем чертеже;
- **Plot Style** – стиль печати для заданного слоя;
- **Plot** – разрешение/запрет вывода слоя на печать;
- **New VP Freeze** – замораживание на видовом экране;
- **Description** – описание слоя.

Для удобства список слоев, выводимый в Диспетчере свойств слоев Layer Properties Manager, можно упорядочить по любому свойству слоя. Допускается сортировка слоев по их имени, видимости, цвету, типу, весу (толщине) линии или стилю печати. Для сортировки списка достаточно щелкнуть на заголовке столбца того параметра, по которому нужно отсортировать слои. Имена слоев могут быть отсортированы в алфавитном порядке, как прямом, так и обратном.



Для создания нового слоя необходимо щелкнуть на пиктограмме **New Layer (Alt+N)**, находящейся в верхней части окна Диспетчера свойств слоев **Layer Properties Manager**, показанного на рис. 5.2.

Будет создан новый слой, по умолчанию названный **Layer1**. Далее все новые слои автоматически именуются **Layer2**, **Layer3** и т. д. – в порядке их создания. Чтобы присвоить слою уникальное имя, необходимо двойным щелчком на текущем названии активизировать поле ввода текста, а затем набрать имя с клавиатуры и нажать клавишу **Enter**.

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

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



New Layer VP Frozen in All Viewports – создание нового слоя и замораживание его во всех видовых экранах.



Delete Layer (Alt+D) – удаление выбранных неиспользуемых слоев. Нельзя удалить слои `0` и `DEFPOINTS`, а также слои с объектами, текущий слой и слои, зависимые от внешних ссылок.



Чтобы сделать слой текущим, необходимо установить указатель мыши в графу **Status** соответствующего слоя и щелкнуть на пиктограмме **Set Current (Alt+C)**.

Сделать слой текущим можно двойным щелчком в графе **Status** соответствующего слоя или с помощью системной переменной `CLAYER`.

Установить текущий слой также можно, выбрав его из раскрывающегося списка управления слоями на панели инструментов (рис. 5.3).

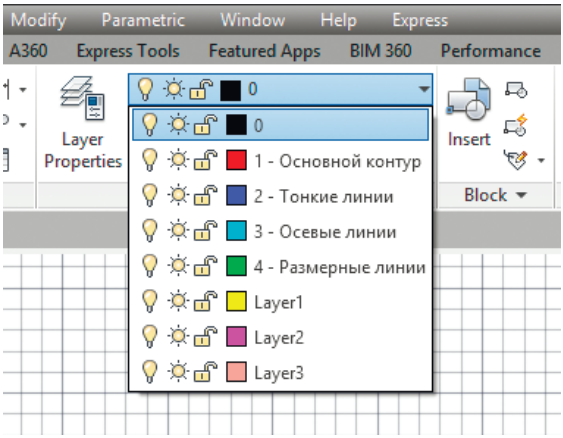


Рис. 5.3. Список управления слоями



Кроме того, удобно устанавливать слой *объекта* текущим. Для этого следует выбрать этот объект, а затем щелкнуть на пиктограмме **Make Object's Layer Current** в падающем меню **Format → Layer tools**.

Диспетчер свойств слоев **Layer Properties Manager** (см. рис. 5.2) включает также следующие инструменты.



New Property Filter (Alt+P) – загрузка диалогового окна **Layer Filter Properties**, которое позволяет создать фильтр слоев на основе одного или более свойств слоев.



New Group Filter (Alt+G) – создание фильтра, содержащего слои, которые выбираются вручную пользователем.



Layer States Manager (Alt+S) – загрузка одноименного Диспетчера конфигураций слоев, дающего возможность сохранить текущие настройки свойств слоев в именованной конфигурации.

Refresh – обновление информации об использовании слоя путем просмотра всех имеющихся на чертеже объектов.

Settings – загрузка диалогового окна **Layer Settings**, позволяющего устанавливать параметры уведомления о новых слоях (рис. 5.4).

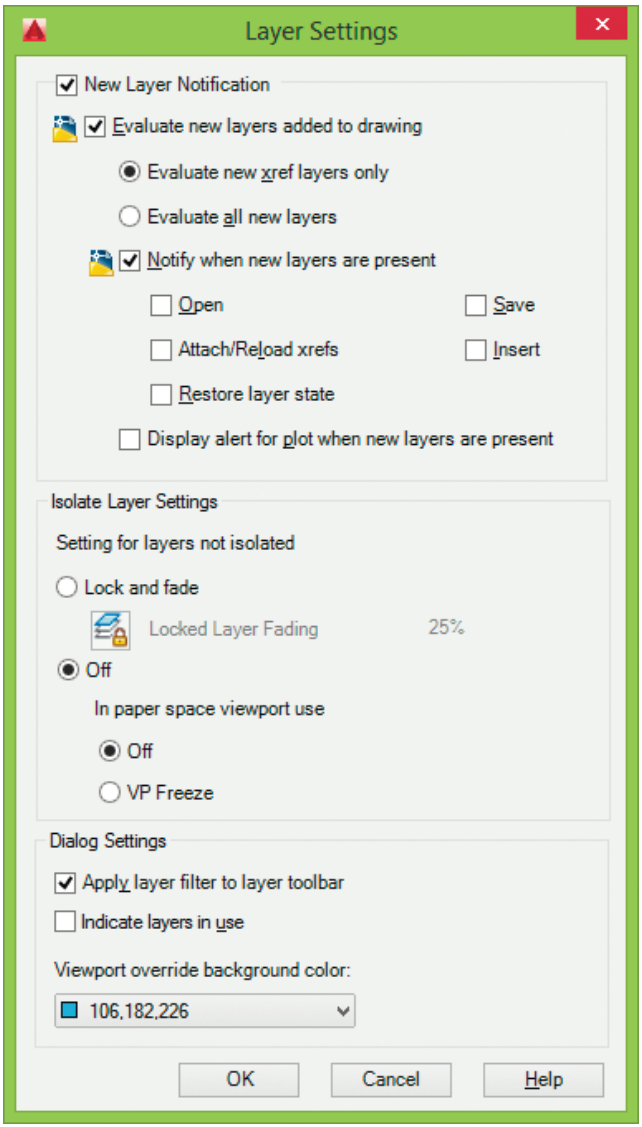


Рис. 5.4. Диалоговое окно параметров слоев

- В области **New Layer Notification** осуществляется управление вычислениями и выводом уведомлений о новых слоях на основе настройки LAYEREVAL в файле DWG:
  - **Evaluate new layers added to drawing** – проверка добавленных в чертеж новых слоев (значение 0 системной переменной LAYEREVAL):
    - **Evaluate new xref layers only** – проверка новых слоев, которые были добавлены в присоединенные к чертежу внешние ссылки (значение 1 системной переменной LAYEREVAL);
    - **Evaluate all new layers** – вычисление всех новых слоев (значение 2 системной переменной LAYEREVAL);
  - **Notify when new layers are present** – включение функции уведомления о новых слоях (значение 0 системной переменной LAYERNOTIFY);
    - **Open** – если новые слои присутствуют в момент использования команды OPEN (значение 2 системной переменной LAYERNOTIFY);
    - **Attach/Reload xrefs** – если новые слои присутствуют в момент подключения или обновления внешних ссылок (значение 4 системной переменной LAYERNOTIFY);
    - **Restore layer state** – в момент восстановления конфигурации слоев (значение 8 системной переменной LAYERNOTIFY);
    - **Save** – если новые слои присутствуют в момент использования команды SAVE (значение 16 системной переменной LAYERNOTIFY);
    - **Insert** – если новые слои присутствуют в момент использования команды INSERT (значение 32 системной переменной LAYERNOTIFY);
  - **Display alert for plot when layers are present** – если новые слои присутствуют в момент использования команды **PLOT** (значение 4 системной переменной LAYERNOTIFY).
- В области **Isolate Layer Settings** осуществляется настройка для неизолированных слоев:
  - **Lock and fade** – в качестве способа изоляции выбирается режим блокировки и слияния;
  - **Off** – отключение слоев, которые не были выбраны. В видовом экране пространства листа использовать: **Off** – отключение; **VP Freeze** – замороженный на видовом экране.
- В области **Dialog Settings** осуществляется настройка параметров диалога:
  - **Apply layer filter to layer toolbar** – применение текущего фильтра слоев к панели слоев;
  - **Indicate layers in use** – отображение используемых слоев;
  - **Viewport override background color:** – переопределение фонового цвета видового экрана.
- Также инструменты управления слоями находятся в падающем меню **Format → Layer tools** (рис. 5.5).

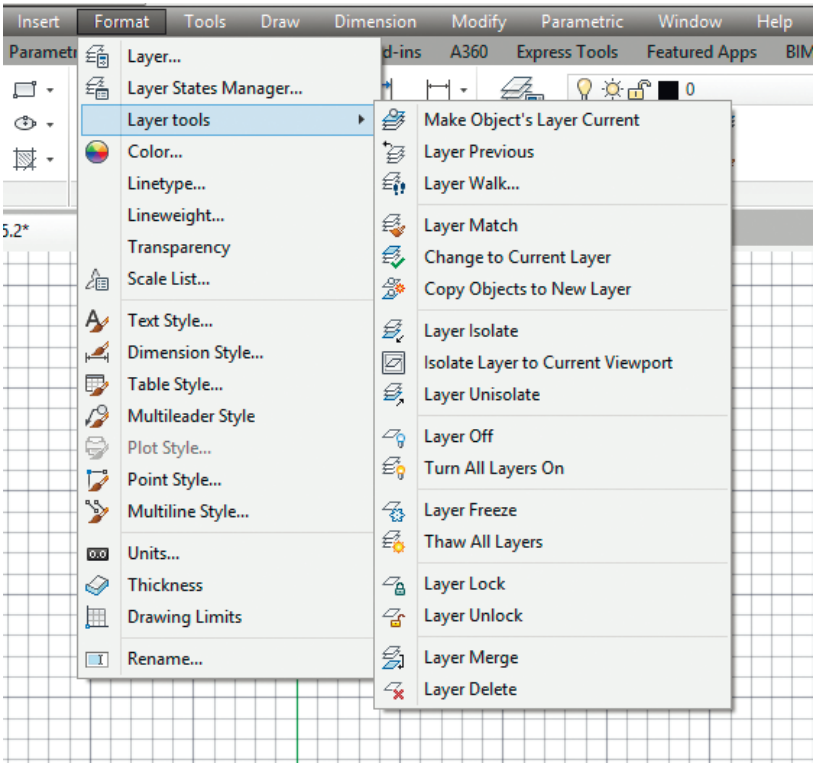


Рис. 5.5. Инструменты управления слоями

Выполните упражнение La из раздела 3.

Управление видимостью слоя

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

Запрет печати любого слоя осуществляется в Диспетчере свойств слоев **Layer Properties Manager** (см. рис. 5.2). С этой целью требуется выделить слои, для которых необходимо разрешить или запретить вывод на печать, и щелкнуть на пиктограмме **Plot**.

Выбор способа отключения показа слоев зависит от характера их использования и сложности рисунка. Замораживать слои лучше в тех случаях, когда отображение слоя можно отключить на длительное время. При этом ускоряется выполнение команд зуммирования **ZOOM**, панорамирования **PAN** и **VPORTS**, упрощается выбор объектов и снижается время регенерации сложных рисунков. Объекты замороженных слоев не обрабатываются функциями регенерации, скрытия и тонирования. Разрешается замораживать и размораживать слои только на активном плавающем видовом экране.

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

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

Для отключения слоя необходимо в Диспетчере свойств слоев **Layer Properties Manager**, показанном на рис. 5.2, навести указатель мыши на имя отключаемого слоя и затем щелкнуть на пиктограмме в столбце **On**. Аналогично происходит и замораживание слоя при щелчке на пиктограмме **Freeze**.

Кроме того, управлять видимостью слоев можно в раскрывающемся списке управления слоями на панели инструментов **Layers** (см. рис. 5.3).

Блокировка слоев

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

Допускаются также применение на заблокированных слоях справочных команд к объектам и привязка к ним с помощью режимов объектной привязки. Заблокированные слои можно включать и отключать, а также изменять связанные с ними цвета и типы линий.

Блокировка слоя включается либо в Диспетчере свойств слоев **Layer Properties Manager**, показанном на рис. 5.2, либо в раскрывающемся списке управления слоями на панели инструментов **Layers** (см. рис. 5.3) – щелчком на пиктограмме **Lock** соответствующего слоя.

Цвет линии

Назначение объектам различных цветов облегчает работу с рисунком, поскольку позволяет визуально идентифицировать группы объектов.

Присвоение цветов слоям осуществляется в Диспетчере свойств слоев **Layer Properties Manager**, показанном на рис. 5.2. Для этого необходимо щелкнуть на пиктограмме **Color** соответствующего слоя. При этом загружается диалоговое окно **Select Color**, предлагающее выбрать оттенок из палитры (рис. 5.6).

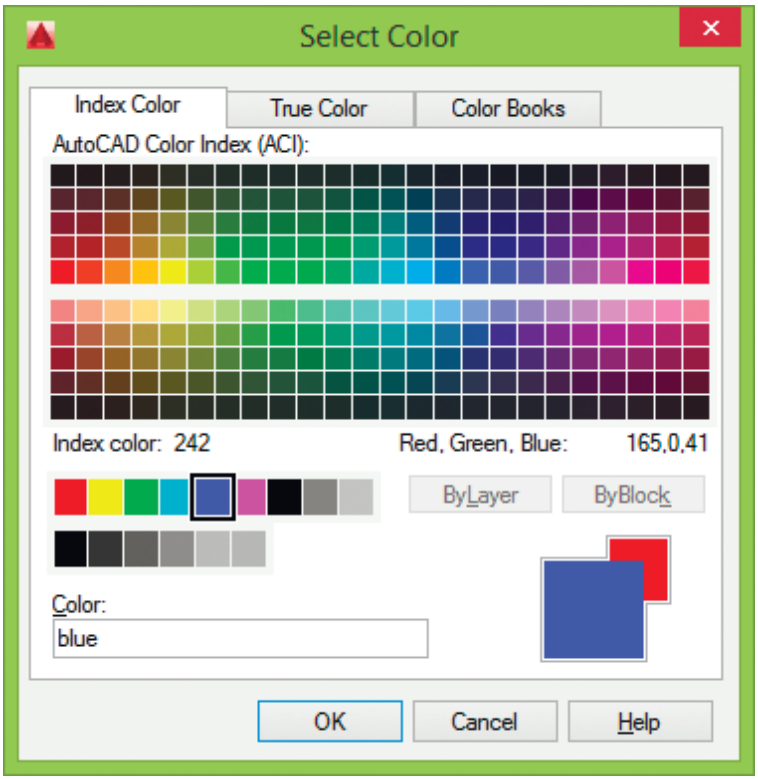


Рис. 5.6. Диалоговое окно выбора цвета

Можно ввести либо его имя, либо номер в виде целого числового значения от 1 до 255 в таблице индексов цветов **AutoCAD Color Index (ACI)**. Стандартные имена присвоены только цветам с номерами от 1 до 7 (1 – красный, 2 – желтый, 3 – зеленый, 4 – голубой, 5 – синий, 6 – фиолетовый, 7 – белый/черный).

Полноцветная палитра цветов **True Color** располагает набором из 16 миллионов оттенков (рис. 5.7). При этом используются две цветовые модели: RGB, где задаются красная, зеленая и синяя составляющие цвета, и HSL, где определяются оттенок, насыщенность и яркость цвета.

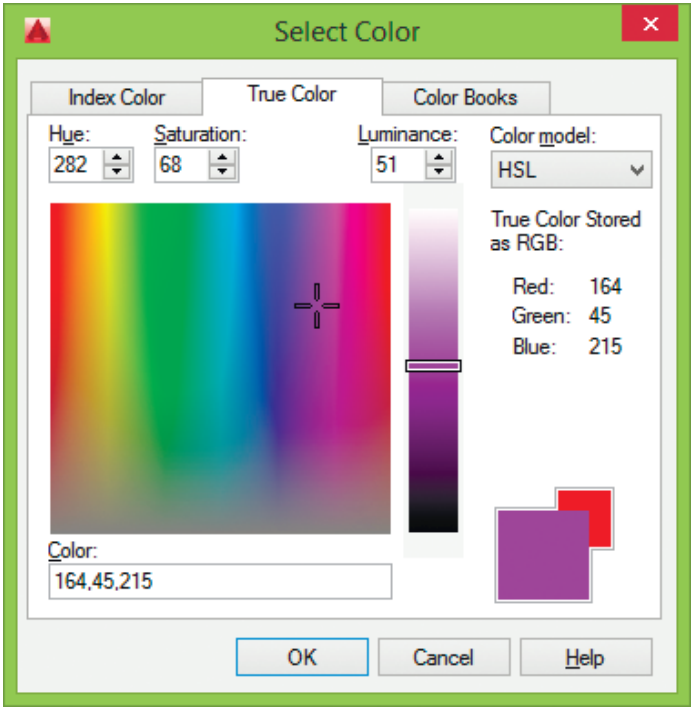


Рис. 5.7. Диалоговое окно палитры цветов **True Color**

Цвета можно присваивать как слоям, так и отдельным объектам чертежа.

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

Интерес представляет работа с альбомами цветов – вкладка **Color Books** диалогового окна **Select Color** (рис. 5.8), – которые содержат именованные образцы, что позволяет улучшить вид рисунка и подготовить высококачественные презентационные материалы.

Тип линии

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

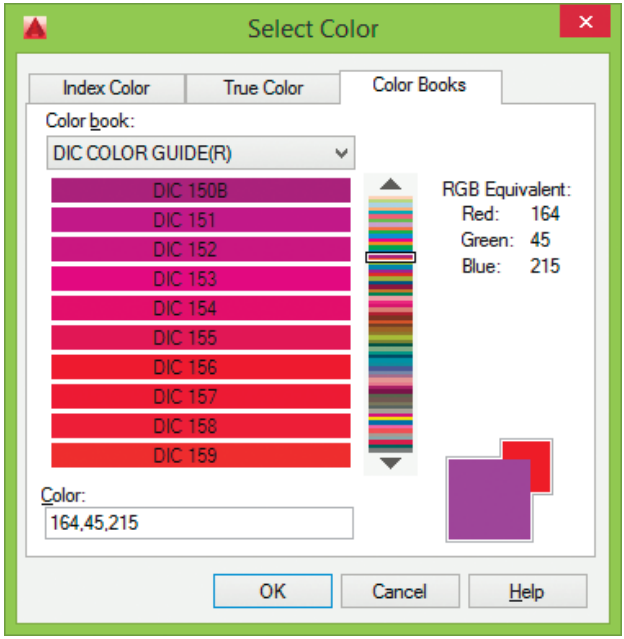


Рис. 5.8. Диалоговое окно альбомов цветов

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

Назначение типа линии слою осуществляется в Диспетчере свойств слоев **Layer Properties Manager**. Для этого необходимо щелкнуть на пиктограмме **Linetype** соответствующего слоя. В открывшемся диалоговом окне **Select Linetype**, показанном на рис. 5.9, выбирается подходящий тип линии. Если в предлагаемом списке нет нужного варианта, следует подгрузить его, щелкнув на кнопке **Load...** и указав в открывшемся диалоговом окне **Load or Reload Linetypes** подходящий образец линии (рис. 5.10). Затем, вернувшись в диалоговое окно **Select Linetype**, установить указатель мыши на требуемый тип линии.

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

Длина штрихов и пробелов, составляющих штрихпунктирную линию, измеряется в условных единицах. Начальная установка масштаба типа линии для каждого рисунка – одна единица. AutoCAD позволяет изменять масштаб изображения линии. Чем меньше масштаб, тем больше повторений элементарного фрагмента линии.

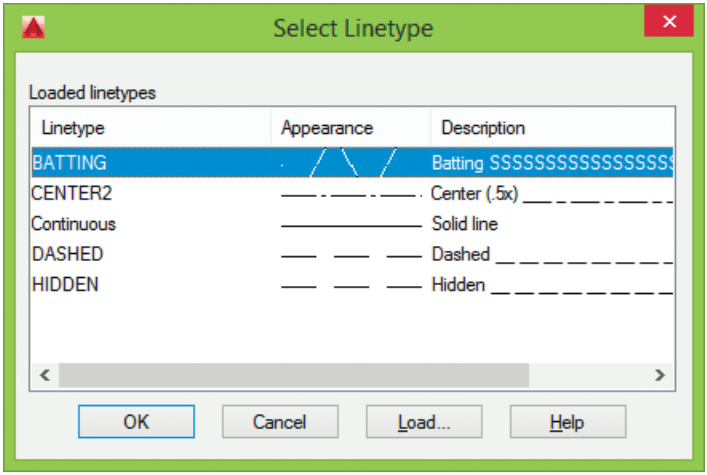


Рис. 5.9. Диалоговое окно установки типа линии

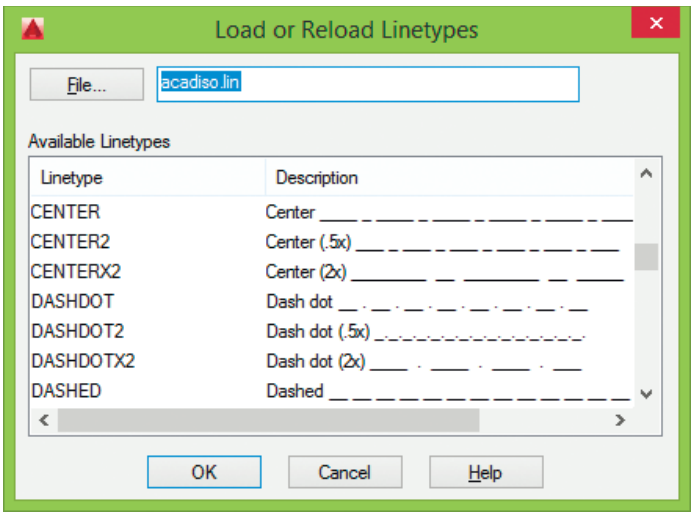


Рис. 5.10. Диалоговое окно подгрузки различных типов линий

Текущее значение глобального масштабного коэффициента для всех объектов хранится в системной переменной `LTSCALE`. Значением масштаба текущего объекта управляет системная переменная `CELTSCALE`, которая изменяет масштаб типа линий новых объектов. Настройка масштаба типов линий на различных видовых экранах листа выполняется с помощью системной переменной `PSLTSCALE`.

Для задания масштаба типов линий необходимо загрузить Диспетчер типов линий **Linetype Manager** из падающего меню **Format → Linetype...** и щелкнуть на кнопке **Show details** для отображения подробного окна (рис. 5.11).

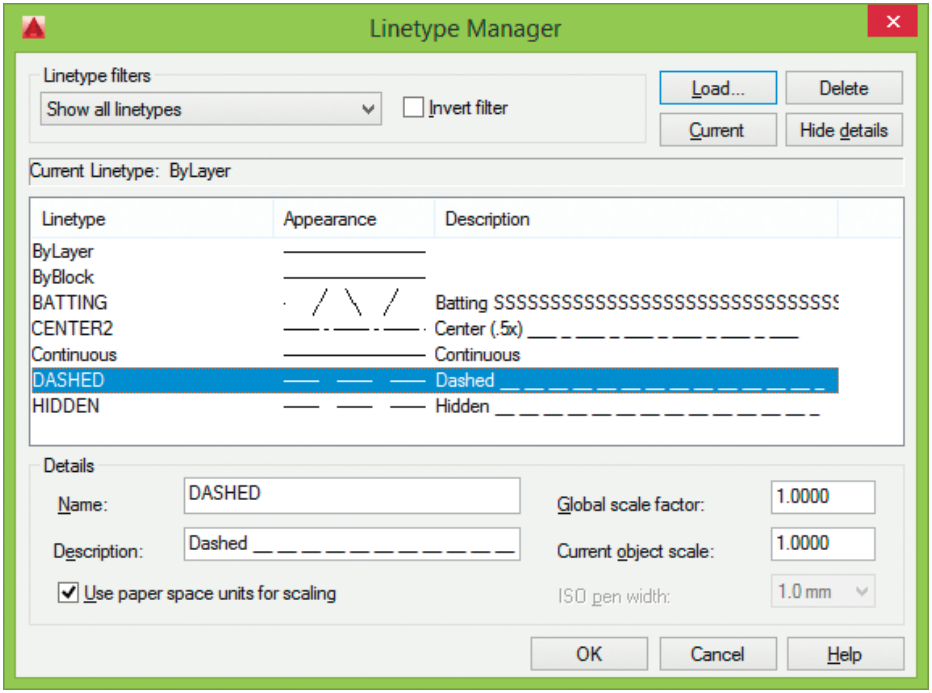


Рис. 5.11. Диспетчер типов линий

- В области **Linetype filters** настаиваются фильтры типов линий:
  - в списке можно отфильтровать типы линий, зависимые от ссылок, используемые или не используемые в объектах;
  - **Invert filter** – отбор типов линий, не удовлетворяющих условию установленного фильтра.
- Кнопка **Load...** загружает диалоговое окно подгрузки различных типов линий **Load or Reload Linetypes** (см. рис. 5.10).
- Кнопка **Delete** удаляет выбранные типы линий, не используемые в чертеже.
- Кнопка **Current** устанавливает тип линии текущим (системная переменная `CELTYPE`).
- Кнопка **Show/Hide details** предоставляет доступ к свойствам и дополнительным настройкам.
- В области **Details** приведены следующие параметры текущей линии:
  - **Name:** – отображает и позволяет редактировать имя выбранного типа линий;
  - **Description:** – отображает и позволяет редактировать текстовое описание для выбранного типа линий;
  - **Use paper space units for scaling** – указание масштабирования в единицах пространства листа и модели (системная переменная `PSLTSCALE`);

- **Global scale factor:** – указание значения глобального масштабного коэффициента для всех типов линий;
- **Current object scale:** – указание значения масштаба типа линий для вновь создаваемых объектов. Результирующий масштаб равен произведению значений глобального масштаба и текущего масштаба объекта (системная переменная CELTSCALE);
- **ISO pen width:** – присвоение масштабу типа линий одного из стандартных значений по ISO. Результирующий масштаб равен произведению значений глобального масштаба и текущего масштаба объекта.

Имеется возможность переименовывать типы линий в любой момент редактирования рисунка. Переименование какого-либо типа линии приводит к изменению его описания, используемого в текущем рисунке. Название этого типа линии в библиотечном LIN-файле остается прежним. Нельзя изменить имена типов линий **ByLayer**, **ByBlock** и **Continuous**, а также типов линий, зависящих от внешних ссылок.

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

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

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

Вес (толщина) линии

Веса линий определяют толщину начертания объектов и используются при выводе объектов как на экран, так и на печать. Наличие линий различной толщины необходимо при оформлении чертежей: начертание линий основного контура, размеров, штриховки, невидимых линий и пр.

Для отображения на экране весов линий необходимо в строке состояния нажать кнопку **LWT**.

Вес линии устанавливается в Диспетчере свойств слоев **Layer Properties Manager** (рис. 5.2). Для этого необходимо щелкнуть на пиктограмме **Lineweight** соответствующего слоя, а затем в открывшемся диалоговом окне **Lineweight** выбрать из списка подходящее значение (рис. 5.12).

Веса линий можно выбирать из определенного ряда значений, среди которых есть специальный вес под названием **Default**. По умолчанию вес линии **Default** соответствует толщине 0,25 мм (0,01 дюйма), это значение устанавливается системной переменной LWDEFAULT.

В пространстве модели нулевое значение веса линии соответствует линии толщиной в один пиксель, а при выводе на печать – наименьшей величине, обеспечиваемой используемым печатающим устройством. Все объекты, вес линии которых не превышает 0,025 мм (0,01 дюйма), отрисовываются в пространстве модели линией толщиной в один пиксель. Значения весов линии, вводимые в командной строке, округляются до ближайшей стандартной величины.

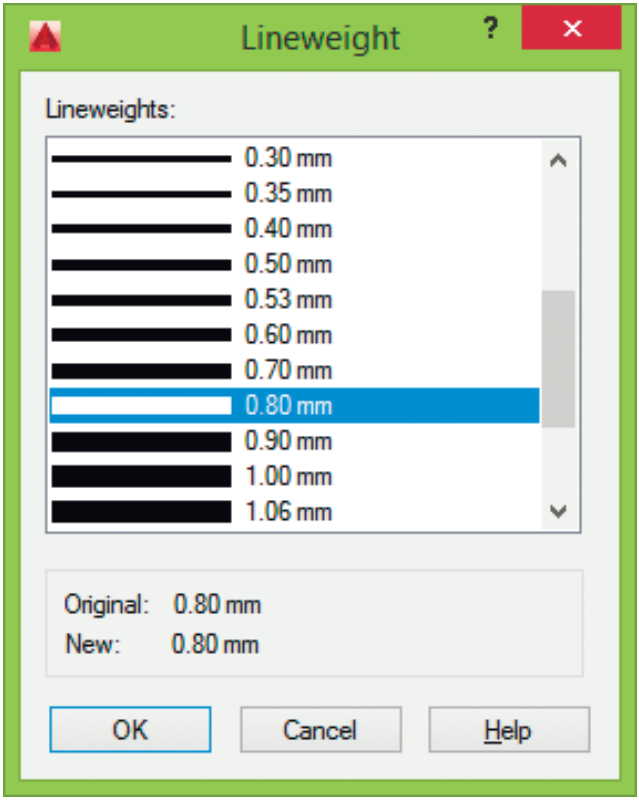


Рис. 5.12. Диалоговое окно установки веса линии

Информация о весе линии сохраняется при экспорте рисунка в другие форматы и при копировании объектов в буфер обмена. Выбрать единицы представления веса линий и задать значение для веса **Default** можно в диалоговом окне **Lineweight Settings**, показанном на рис. 5.13.

Для вызова этого окна необходимо либо щелкнуть правой кнопкой мыши на значке **Show/Hide Lineweight** в строке состояния и выбрать из контекстного меню пункт **Lineweight Settings...**, либо выбрать из падающего меню **Format** → **Lineweight...**, либо нажать кнопку **Lineweight Settings...** на вкладке **User Preferences** диалогового окна **Options**, либо ввести в командной строке `LWEIGHT`.

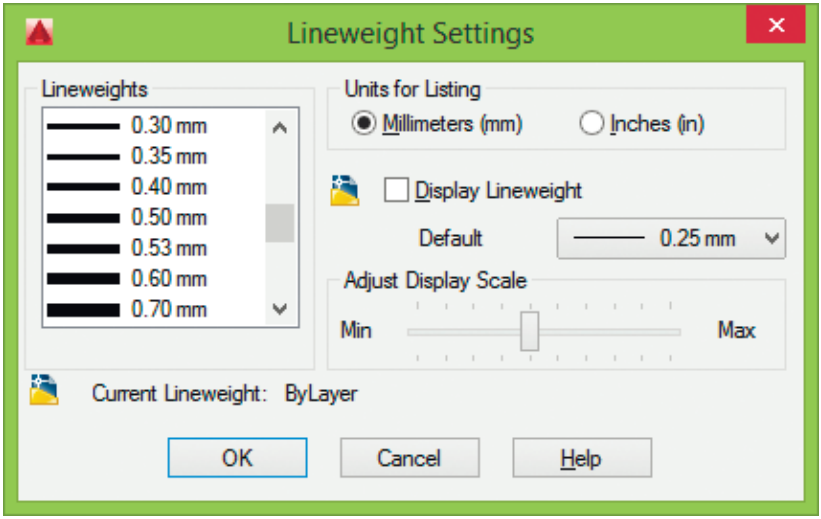


Рис. 5.13. Диалоговое окно установки параметров весов линий

Диалоговое окно **Lineweight Settings** позволяет установить следующие параметры весов линий.

- В области **Lineweights** – выбор из списка допустимых значений весов линий (системная переменная `LWDEFAULT`).
- В области **Units for Listing** – единицы измерения весов линий: миллиметры **Millimeters** или дюймы **Inches** (системная переменная `LWUNITS`).
- **Display Lineweight** – отображение линий в чертеже в соответствии с весом линий в пространстве модели и листа (системная переменная `LWDISPLAY`). Состояние этого флажка не оказывает влияния на вид объектов при печати.
- **Default** – задание значения веса линий по умолчанию (системная переменная `LWDEFAULT`).
- В области **Adjust Display Scale** – настройка масштаба экранного отображения весов линий для пространства модели.
- **Current Lineweight:** – выводится текущий вес линий, выбранный из списка.

Способы отображения весов линий в пространствах модели и листа несколько различаются. В пространстве модели каждому значению веса линии соответствует определенное число пикселей, определяющих видимую на экране толщину линий. В пространстве листа видимая на экране толщина начертания объекта устанавливается пропорциональной текущему коэффициенту экранного увеличения. Использование в пространстве модели фиксированного числа пикселей для каждого веса линии облегчает идентификацию объектов по их толщине при любом коэффициенте экранного увеличения. При этом необходимо помнить, что в пространстве модели видимая толщина линий может не соответствовать их действи-

тельной толщине. Значению веса линии **0** в пространстве модели всегда соответствует линия толщиной 1 пиксель. Толщина отображения остальных весов линий (в пикселях) устанавливается пропорционально их точным значениям.

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

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

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

Веса линий игнорируются для шрифтов TrueType, растровых изображений, точек и заливок для плоских фигур.

Фильтрация слоев

Иногда требуется, чтобы в списке Диспетчера свойств слоев **Layer Properties Manager** перечислялись только определенные слои. Для указания выводимых в список слоев используется функция фильтрации. Фильтрация слоев может производиться по следующим критериям:

- по именам, цветам и типам линий, весам линий и стилям печати, назначенных слоям;
- по состояниям слоев «включен/отключен»;
- по состояниям слоев «заморожен/разморожен»;
- по состояниям слоев «блокирован/разблокирован»;
- по состояниям слоев «печатать/не печатать»;

- по наличию/отсутствию слоев в текущем рисунке;
- по наличию/отсутствию зависимостей слоев от внешних ссылок.

Инструменты, позволяющие настроить фильтры слоев, находятся в левом верхнем углу Диспетчера свойств слоев **Layer Properties Manager** (см. рис. 5.2).



New Property Filter (Alt+P) – загрузка диалогового окна **Layer Filter Properties**, позволяющего создать фильтр слоев на основе одного или более свойств слоев (рис. 5.14).

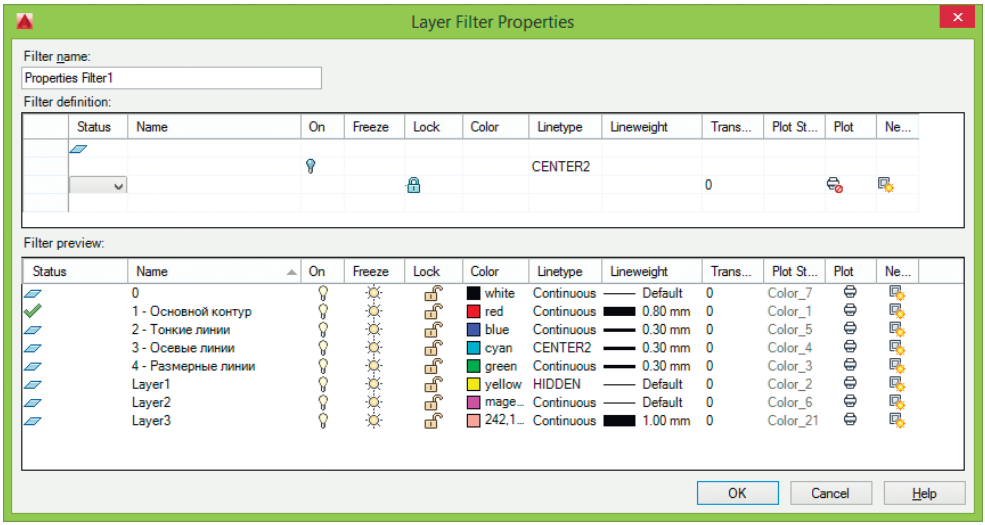


Рис. 5.14. Диалоговое окно настройки свойств фильтра слоев



New Group Filter (Alt+G) – создание фильтра, содержащего слои, которые выбираются вручную пользователем.



Layer States Manager (Alt+S) – загрузка Диспетчера конфигураций слоев **Layer States Manager** (рис. 5.15), позволяющего сохранить текущие настройки свойств слоев в именованной конфигурации.

- В области **Layer states** отображается список именованных конфигураций слоев, сохраненных в данном чертеже. Имеется возможность создавать, переименовывать, изменять и удалять конфигурации слоев. В списке обозначено:
  - **Space** – пространство, в котором были сохранены слои (пространство модели, лист или внешняя ссылка);
  - **Same as DWG** – совпадает ли данный список слоев со списком, имеющимся в чертеже;
  - **Description** – дополнительное описание.

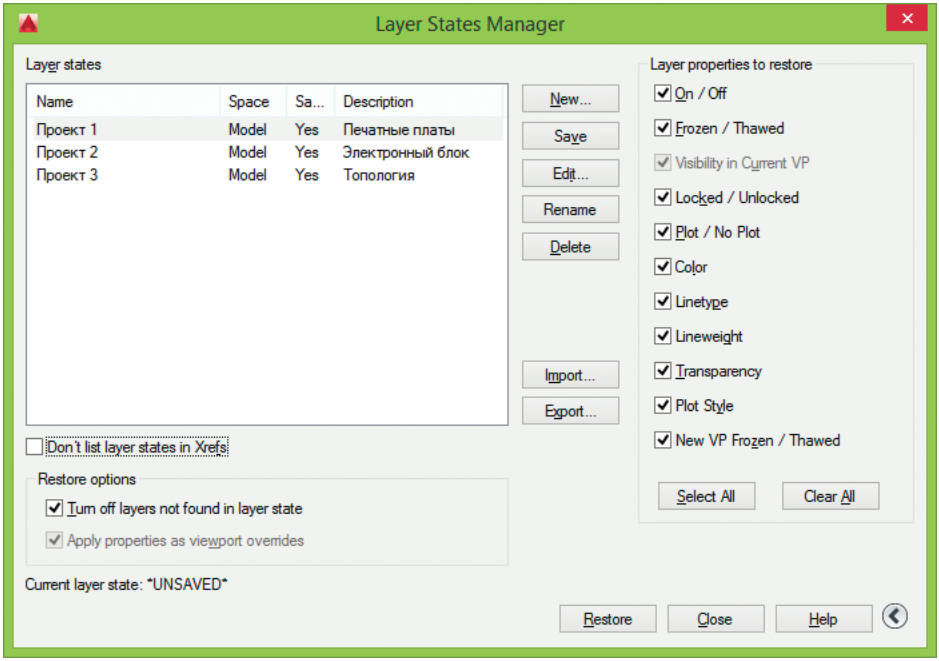


Рис. 5.15. Диспетчер конфигураций слоев

- **Don't list layer states in Xrefs** – включение/выключение отображения конфигураций слоев во внешних ссылках.
- В области **Restore options** назначается восстановление параметров:
  - **Turn off layers not found in layer state** – при восстановлении конфигурации слоев происходит отключение новых слоев, для которых параметры не были сохранены, так что чертеж выглядит так же, как при сохранении данной именованной конфигурации слоев;
  - **Apply properties as viewport overrides** – применение переопределений свойств слоев к текущему видовому экрану.
- Кнопка **New...** – вывод окна **New Layer State to Save**, в котором можно задать имя и описание новой именованной конфигурации слоев.
- Кнопка **Save** – сохранение выделенной именованной конфигурации слоев.
- Кнопка **Edit...** – вывод диалогового окна **Edit Layer State**, позволяющего вносить изменения в выбранную именованную конфигурацию слоев.
- Кнопка **Rename** – контекстное редактирование имени конфигурации слоев.
- Кнопка **Delete** – удаление выделенной именованной конфигурации слоев.
- Кнопка **Import...** – импорт файла конфигураций слоев, который загружается в текущий чертеж.
- Кнопка **Export...** – сохранение конфигурации слоев в LAS-файле.

- В области **Layer properties to restore** определяются настройки свойств слоев, которые должны восстанавливаться при восстановлении выделенной именованной конфигурации слоев:
  - **On / Off** – включен/отключен;
  - **Frozen / Thawed** – заморожен/разморожен;
  - **Visibility in Current VP** – видимость на текущем видовом экране;
  - **Locked / Unlocked** – блокирован/разблокирован;
  - **Plot / No Plot** – печатаемый/непечатаемый;
  - **Color** – цвет;
  - **Linetype** – тип линий;
  - **Lineweight** – вес линий;
  - **Transparency** – прозрачность;
  - **Plot Style** – стиль печати;
  - **New VP Frozen / Thawed** – заморожен/разморожен на новых видовых экранах.
- Кнопка **Select All** – выделение всех настроек.
- Кнопка **Clear All** – снятие выделения со всех настроек.

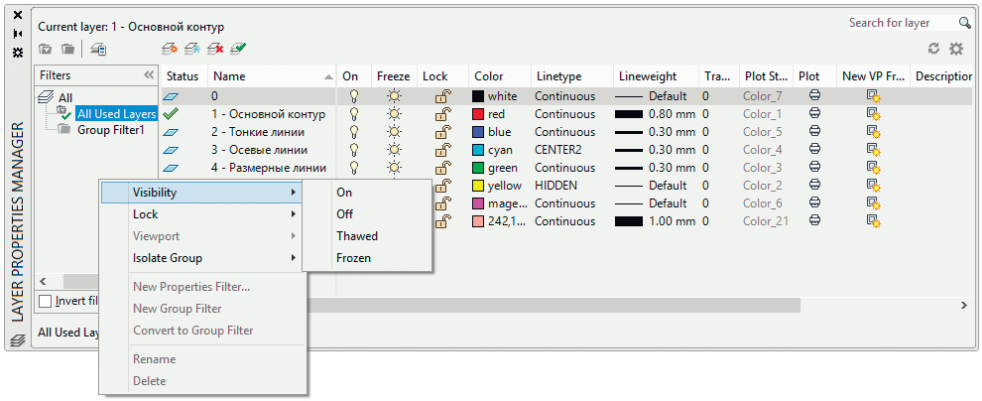


Рис. 5.16. Контекстное меню настройки фильтров

При нажатии правой кнопки мыши в левой области Диспетчера свойств слоев **Layer Properties Manager** появляется контекстное меню (рис. 5.16), содержащее следующие параметры:

- **Visibility** – видимость (включить, отключить, разморозить, заморозить);
- **Lock** – блокировать/разблокировать;
- **Viewport** – видовой экран;
- **Isolate Group** – выделить группу (все видовые экраны, только активный видовой экран);
- **New Properties Filter...** – загрузка диалогового окна **Layer Filter Properties**, позволяющего настроить новый фильтр слоев по свойствам (см. рис. 5.14);

- **New Group Filter** – новый групповой фильтр;
- **Convert to Group Filter** – преобразовать в групповой фильтр;
- **Rename** – переименовать;
- **Delete** – удалить;
- **Select Layers** – выбрать слои (добавить, заменить).

При нажатии правой кнопки мыши в правой области Диспетчера свойств слоев **Layer Properties Manager** появляется контекстное меню (рис. 5.17), содержащее следующие параметры:

- **Show Filter Tree** – показать дерево фильтров;
- **Show Filters in Layer List** – показать фильтры в списке;
- **Set current** – установить текущим;
- **New Layer** – новый слой;
- **Rename Layer** – переименовать слой;
- **Delete Layer** – удалить слой;
- **Change Description** – изменить пояснение;
- **Remove From Group Filter** – удалить из группового фильтра;
- **New Layer VP Frozen in All Viewports** – создать новый замороженный слой на всех видовых экранах;
- **VP Freeze Layer** – заморозить слой;
- **VP Thaw Layer in All Viewports** – разморозить слой на всех видовых экранах;
- **Isolate selected layers** – изолировать текущие слои;
- **Merge selected layer(s) to...** – объединить выбранные слои;
- **Select All** – выбрать все;
- **Clear All** – очистить все;
- **Select All but Current** – выбрать все, кроме текущего;
- **Invert Selection** – инвертировать выбор;
- **Invert Layer Filter** – инвертировать фильтр;
- **Layer Filters** – фильтр слоев (все слои, все используемые слои);
- **Save Layer States...** – загрузка диалогового окна сохранения новой конфигурации слоев **New Layer State to Save**;
- **Restore Layer State...** – загрузка Диспетчера конфигураций слоев **Layer States Manager** для восстановления конфигурации.

Использование свойств слоев

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

Например, при построении на слое, которому назначены зеленый цвет, тип линии **Continuous**, вес линии **0.25 mm** и стиль печати **Default**, новый объект отображает-

ся с использованием именно этих значений. Применение специального значения **ByLayer**, доступного для таких свойств объекта, как цвет, тип линии, вес линии и стиль печати, упрощает управление и манипуляцию объектами рисунка. Кроме того, послойная организации чертежа упрощает визуальную идентификацию различных его элементов (деталей, крепежа, текстовой информации и т. д.) по свойствам слоев, на которых они располагаются.

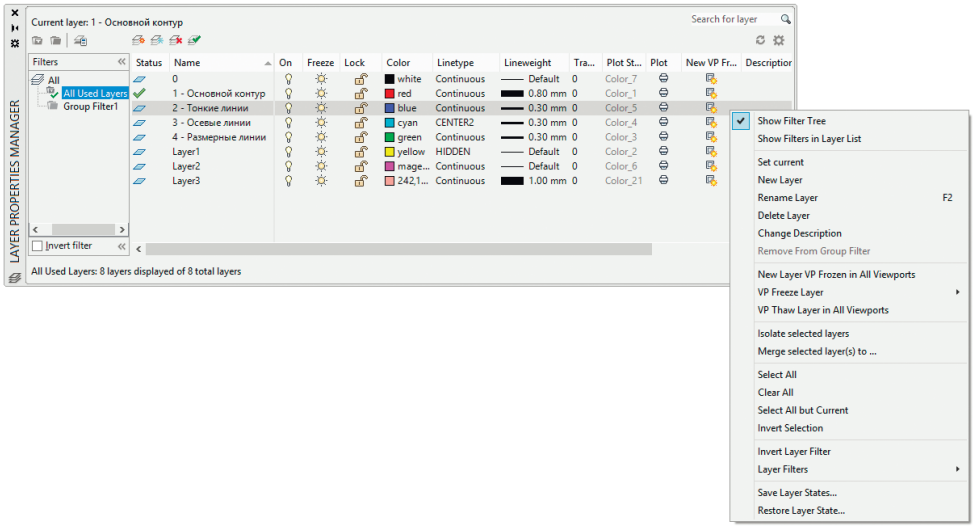


Рис. 5.17. Контекстное меню Диспетчера свойств слоев

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

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

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

соответствующие спинке и сиденью, имели цвет **ByBlock**, то цвет сиденья и спинки будет определяться текущим цветом того слоя, в который вставлен блок (в данном примере это фиолетовый цвет).

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

Копирование свойств объектов



Команда **MATCHPROP** предназначена для копирования свойств заданного объекта другому объекту. Она вызывается из падающего меню **Modify → Match Properties** или щелчком на пиктограмме **Match Properties** в группе **Properties** ленты **Home**.

Допускается копировать цвет, слой, тип линий, масштаб типа линий, вес линий, размерный и текстовый стили, стиль печати, трехмерную высоту и другие свойства.

В процессе копирования свойств объектов можно изменять параметры настройки свойств, например запретить копирование некоторых из них. Для этого необходимо щелкнуть на пиктограмме **Match Properties** и выбрать объект, свойства которого следует скопировать. Далее щелчком правой кнопкой мыши вызвать контекстное меню, из которого выбрать пункт **Settings**. Загрузится диалоговое окно настройки свойств **Property Settings** (рис. 5.18), позволяющее настроить следующие параметры.

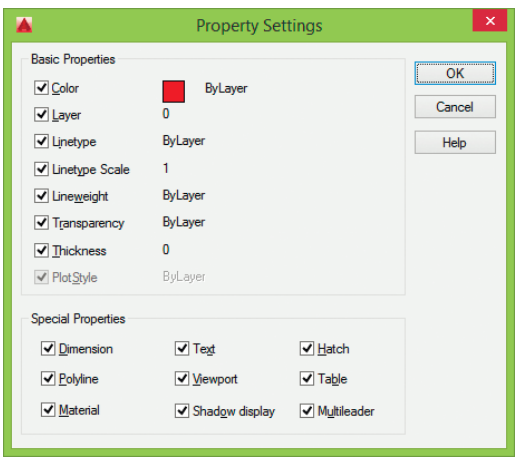


Рис. 5.18. Диалоговое окно настройки свойств

- В области **Basic Properties** – определить основные свойства:
  - **Color** – цвет;
  - **Layer** – слой;
  - **Linetype** – тип линии;
  - **Linetype Scale** – масштаб типа линий;
  - **Lineweight** – вес линий;
  - **Transparency** – прозрачность;
  - **Thickness** – высота;
  - **PlotStyle** – стиль печати.
- В области **Special Properties** – определить специальные свойства:
  - **Dimension** – помимо базовых свойств, изменяется размерный стиль;
  - **Polyline** – помимо основных свойств, изменяются ширина и тип полилинии объекта;
  - **Material** – материал;
  - **Text** – помимо базовых свойств, изменяется текстовый стиль;
  - **Viewport** – помимо основных свойств объектов, изменяются следующие свойства видового экрана пространства листа: включение/отключение, блокировка экрана, стандартный и пользовательский масштаб, визуализация при печати, привязка, сетка, видимость и расположение значка ПСК;
  - **Shadow display** – помимо основных свойств, изменяется отображение теней;
  - **Hatch** – помимо основных свойств, изменяется штриховка;
  - **Table** – помимо основных свойств, изменяется стиль таблица;
  - **Multileader** – помимо основных свойств, изменяется стиль мультивыносок.



Выполните упражнение Pr8 из раздела 4.

Палитра свойств объектов



Палитра свойств объектов **Properties**, показанная на рис. 5.19, – это единый инструмент, управляющий практически всеми свойствами объектов рисунка. На палитре собрано около 40 диалоговых окон и команд, которые были разрознены в более ранних версиях AutoCAD. Загружается она командой **PROPERTIES**, либо из падающего меню **Modify → Properties (Ctrl+1)**, либо щелчком на стрелочке справа внизу в группе **Properties** ленты **Home**.

Палитра свойств объектов **Properties** позволяет производить фильтрацию наборов выбранных объектов по их типу, предоставляя возможность редактировать

свойства каждого объекта. В случае если текущий набор объектов не создан, показывается текущее состояние таких свойств рисунка, как стиль вывода на печать, ПСК, данные о видовых экранах, гиперссылки.

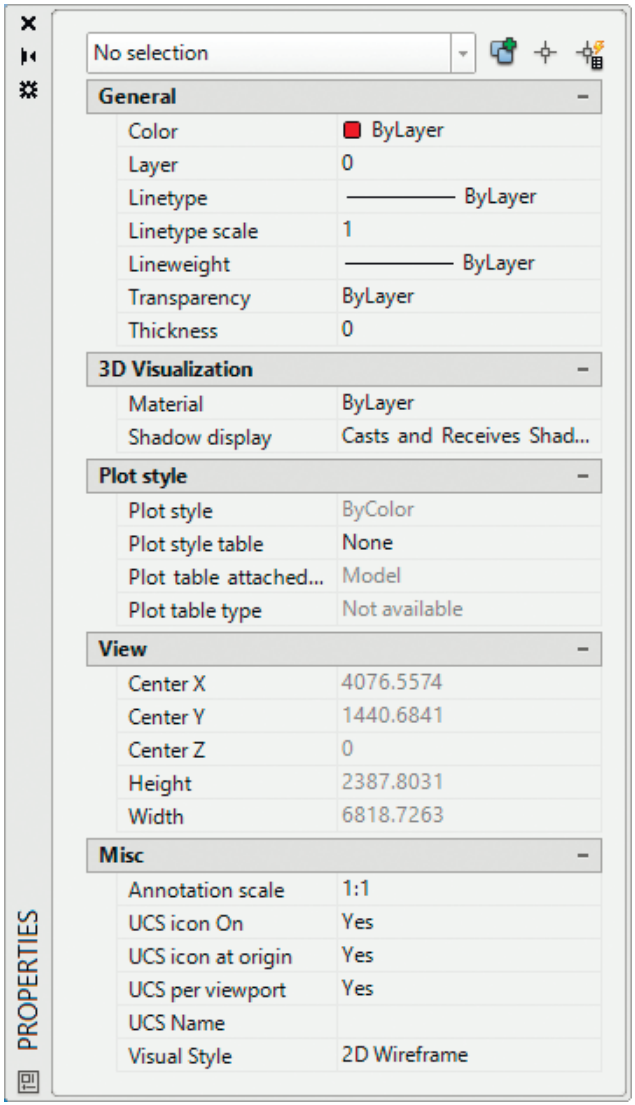


Рис. 5.19. Палитра свойств объектов

В верхней части палитры расположен раскрывающийся список, содержащий типы и количество выбранных объектов. Справа от него – кнопки переключения:



Toggle value of PICKADD Sysvar – переключение системной переменной `PICKADD`;



Select Objects – выбор объектов;



Quick Select – быстрый выбор объектов.

Ниже расположены следующие разделы.

- **General** – общие, содержит поля:
  - **Color** – цвет;
  - **Layer** – слой;
  - **Linetype** – тип линий;
  - **Linetype scale** – масштаб типа линий;
  - **Lineweight** – вес линий;
  - **Transparency** – прозрачность;
  - **Thickness** – высота.
- **3D Visualization** – трехмерная визуализация, содержит поля:
  - **Material** – материал:
    - ◊ **ByBlock** – по блоку;
    - ◊ **ByLayer** – по слою;
    - ◊ **Global** – глобальный;
  - **Shadow display** – графические свойства тени:
    - ◊ **Casts and Receives Shadows** – отбрасываемая и принимаемая тень;
    - ◊ **Casts shadows** – отбрасываемая тень;
    - ◊ **Receives shadows** – принимаемая тень;
    - ◊ **Ignore shadows** – игнорировать тени.
- **Plot style** – стиль печати, содержит поля:
  - **Plot style** – стиль печати;
  - **Plot style table** – таблица стилей печати;
  - **Plot table attached to** – пространство таблицы стилей печати;
  - **Plot table type** – тип стилей печати.
- **View** – вид, содержит поля:
  - **Center X** – центр *X*;
  - **Center Y** – центр *Y*;
  - **Center Z** – центр *Z*;
  - **Height** – высота;
  - **Width** – ширина.
- **Misc** – разное, содержит поля:
  - **Annotation scale** – масштаб;
  - **UCS icon On** – включение/отключение пиктограммы ПСК;
  - **UCS icon at origin** – расположение знак ПСК в начале координат;

- **UCS per viewport** – расположение знака ПСК в каждом видовом экране;
- **UCS Name** – имя ПСК;
- **Visual Style** – визуальный стиль видового экрана (текущий, двухмерный каркас, трехмерный скрытый, трехмерный каркас, концептуальный, скрытие линий, реалистичный, тонированный, тонированный с кромками, оттенки серого, эскизный, каркас, просвечивание).

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



Выполните упражнения Pr1–Pr8 и Pe1 из раздела 4.

Глава 6

Управление экраном

Зуммирование 162
Панорамирование 167
Панель навигации 168
Штурвалы 168
Аниматор движения 171
Перерисовка и регенерация 173
Изменение порядка рисования объектов 173

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

Зуммирование

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

При зуммировании либо увеличивают изображение с целью большей детализации, либо уменьшают для того, чтобы на экране помещалась большая часть рисунка (рис. 6.1, 6.2).

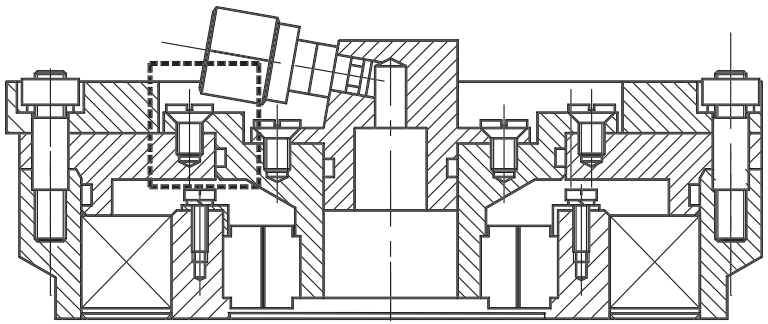


Рис. 6.1. Уменьшенное изображение рисунка

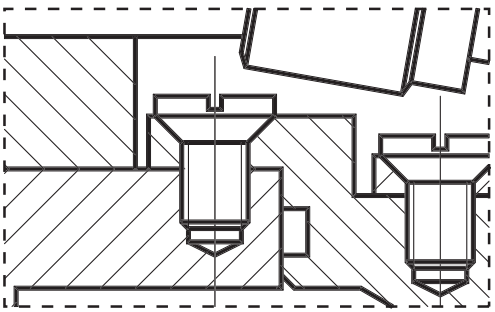


Рис. 6.2. Увеличенное изображение рисунка

При зуммировании абсолютные размеры рисунка остаются прежними – изменяется лишь его видимая часть в графической области.

В AutoCAD существуют различные способы изменения вида, в том числе указание его границ рамкой, изменение коэффициента увеличения/уменьшения на заданную величину и показ рисунка в его границах.

Операция зуммирования осуществляется командой **ZOOM**, вызываемой из падающего меню **View → Zoom** (рис. 6.3).

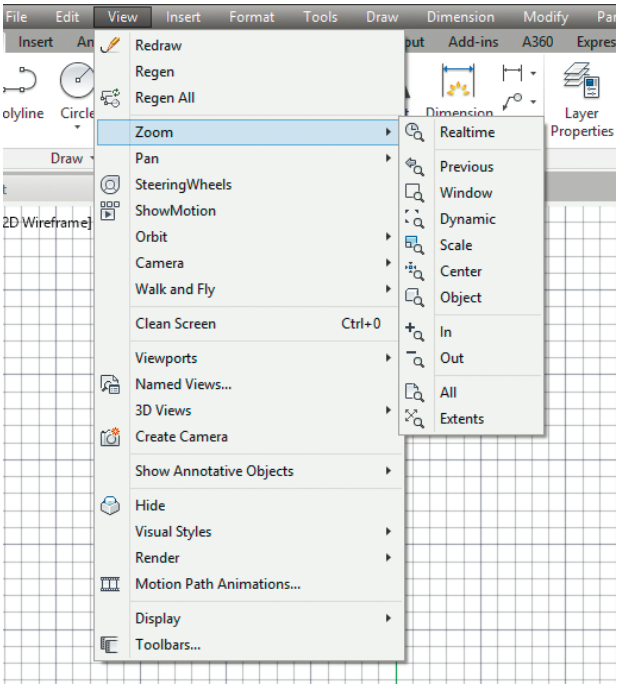


Рис. 6.3. Команда зуммирования в падающем меню

Удобно работать с командами управления экраном на панели навигации (рис. 6.4).

Запрос команды **ZOOM**:

`Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>:` – указать угол рамки, ввести масштаб или один из ключей (Все/Центр/Динамика/Границы/Предыдущий/Масштаб/Рамка/Объект)

Ниже приводится подробное описание каждого исполнения команды **ZOOM**.

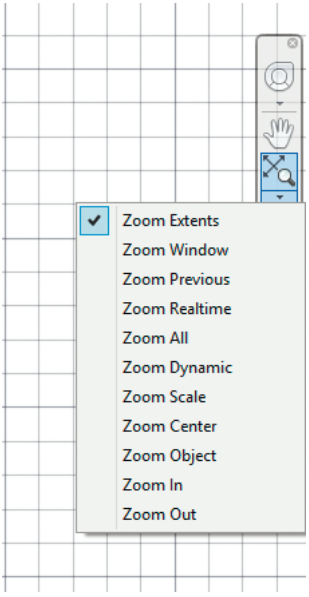


Рис. 6.4. Инструменты зуммирования в панели навигации



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

Команда **ZOOM** с ключом `real time` обеспечивает возможность интерактивного зуммирования изображения в режиме реального времени. При перемещении указателя мыши по видовому экрану происходит динамическое увеличение или уменьшение выводимого на экране рисунка.

В этом режиме пользователь может изменять экранное увеличение выводимого изображения, перемещая вверх или вниз по видовому экрану указатель мыши. Поместив его в середину изображения на экране и удерживая нажатой кнопку мыши, можно увеличить или уменьшить изображение на 100%.

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

Для выхода из режима зуммирования можно использовать контекстное меню, выбрав в нем пункт **Enter**, или нажать на клавиатуре клавишу **Esc**.

Если применяется функция предварительного просмотра печатаемого чертежа, то пределы зуммирования ограничены разрешающей способностью используемого плоттера. При увеличении изображения в окне предварительного просмотра операция зуммирования прекращается в тот момент, когда точка на экране в точности соответствует точке (или шагу) используемого плоттера.

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



Zoom Previous – использование *предыдущего* вида рисунка.

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

Программа AutoCAD способна восстанавливать последовательно до 10 предыдущих видов. В это число входят виды, полученные не только при зуммировании, но и при панорамировании, восстановлении и установке вида в перспективе или в плане.



Zoom Window – определение области отображения с помощью *рамки*.

При использовании **Zoom Window** следует задать два противоположных угла прямоугольной рамки. При этом левый нижний угол обозначенной рамки становится левым нижним углом нового вида. Форма нового вида может несколько отличаться от формы рамки, так как при зуммировании вид вписывается в область рисунка. Команда **ZOOM** с ключом `Window` выдает следующие запросы:

```
Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or
[All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: _w
Specify first corner: – указать первый угол окна
Specify opposite corner: – указать противоположный  угол окна
```



Zoom Dynamic – *динамическое* определение области отображения.

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



Zoom Scale – установка *масштабного коэффициента* увеличения.

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

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

Команда **ZOOM** с ключом `Scale` выдает следующие запросы:

```
Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or
[All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: _s
Enter a scale factor (nX or nXP): – указать масштабный коэффициент
```

Чтобы экранное увеличение было задано относительно лимитов рисунка, достаточно лишь ввести значение коэффициента. Например, если это `1`, то в гра-

фической области будет располагаться рисунок в своих лимитах. Центр рисунка совпадает с центром предыдущего вида. Для увеличения или уменьшения изображения следует указать соответственно большее или меньшее значение коэффициента. Если ввести `2`, изображение будет вдвое больше, чем при коэффициенте `1`, а если ввести `0.5` – вдвое меньше.

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



Zoom Center – определение области изображения путем ввода *точки центра* и высоты окна в единицах рисунка.

Команда **ZOOM** с ключом `Center` выдает следующие запросы:

```
Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or
[All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: _c
Specify center point: – указать центральную точку
Enter magnification or height: – указать увеличение или высоту
```

Для указания высоты можно использовать абсолютное значение – число. При этом изменение происходит относительно полного вида. Если требуется задать изменение масштаба относительно текущего вида, за числом следует ввести латинскую букву `x`. При работе с плавающими видовыми окнами для увеличения вида относительно пространства листа необходимо ввести после числа латинские буквы `xp`.



Zoom Object – отображение области, которая содержит *выбранные объекты*.

Команда **ZOOM** с ключом `Object` производит вычисление коэффициента экранного увеличения с учетом границ, в которые вписан выбранный объект, и выдает следующие сообщения:

```
Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or
[All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: _o
Select objects: – выбрать объекты
```



Zoom In – *увеличение* изображения.

Команда **ZOOM** с ключом `2x` выдает следующие сообщения:

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



Zoom Out – *уменьшение* изображения.

Команда **ZOOM** с ключом `.5x` выдает следующие сообщения:

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



Zoom All – отображение *всей области чертежа* или области внутри границ, если они заданы.

Команда **ZOOM** с ключом `All` позволяет увидеть на экране рисунок целиком. Если некоторые его объекты расположены вне лимитов, он изображается в своих собственных границах. При этом происходит регенерация рисунка. Если все объекты находятся в пределах лимитов, команда выводит чертеж в его лимитах. С помощью данного метода удобно контролировать размещение объектов относительно области рисования.



Zoom Extents – отображение области, которая содержит *все примитивы* чертежа.

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



Выполните упражнения Z1–Z3 из раздела 2.

Панорамирование



Pan Realtime – *панорамирование* в реальном времени.

Команда **PAN** обеспечивает возможность интерактивного панорамирования изображения. Для активизации функции панорамирования в реальном времени нужно выбрать команду из падающего меню **View → Pan → Realtime** или на панели навигации (см. рис. 6.4, 6.5).

Чтобы изменить положение изображения на видовом экране в режиме панорамирования в реальном времени, следует перемещать указатель мыши, удерживая ее левую кнопку нажатой. Панорамирование может выполняться в одном направлении до тех пор, пока не потребуется полная регенерация изображения или не будут достигнуты лимиты рисунка. В этом случае к изображению указателя панорамирования добавляется соответствующий направлению символ-ограничитель.

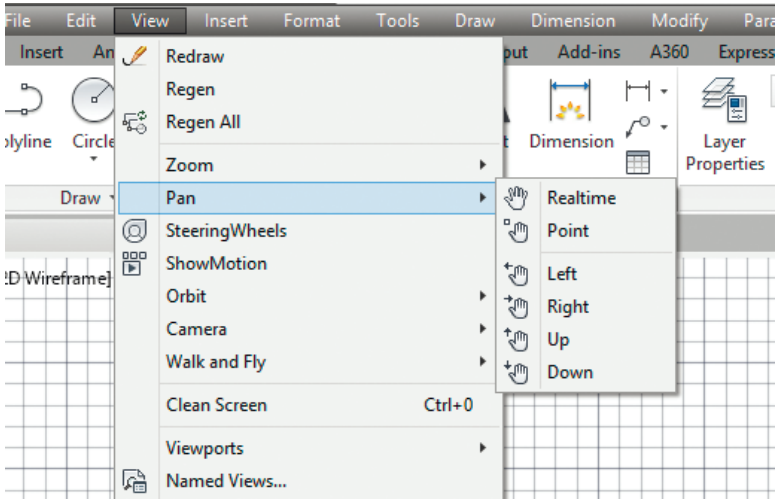


Рис. 6.5. Команда панорамирования в падающем меню

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

Выполните упражнение Pa1 из раздела 2.

Панель навигации

Панель навигации представляет собой элемент пользовательского интерфейса, который включает ряд инструментов, обеспечивающих работу с командами навигации (рис. 6.6). На Рабочем столе панель присутствует в фоновом режиме. При наведении курсора на один из инструментов она активизируется и готова к работе (системная переменная `NAVBARDISPLAY`).

Панель навигации включает следующие инструменты: штурвалы, панорамирование, инструменты зуммирования и орбиты, аниматор движения.



Рис. 6.6. Панель навигации

Штурвалы

Штурвалы представляют собой набор инструментов, которые дают возможность переходить от одной команды навигации к другой. Каждый сегмент штурвала является отдельным инструментом навигации.

Предлагается несколько стилей штурвалов, которые можно установить в контекстном меню панели навигации. Для этого необходимо щелкнуть кнопкой на стрелке с пиктограммой штурвала (рис. 6.7):

- **Full Navigation Wheel** – суперштурвал (рис. 6.8);
- **Mini Full Navigation Wheel** – мини-суперштурвал (рис. 6.9);
- **Mini View Object Wheel** – мини-штурвал для объектов (рис. 6.10);
- **Mini Tour Building Wheel** – мини-штурвал для зданий (рис. 6.11);
- **Basic View Object Wheel** – основной штурвал для объектов (рис. 6.12);
- **Basic Tour Building Wheel** – основной штурвал для зданий (рис. 6.13);
- **2D Wheel** – упрощенный штурвал для зданий (рис. 6.14).

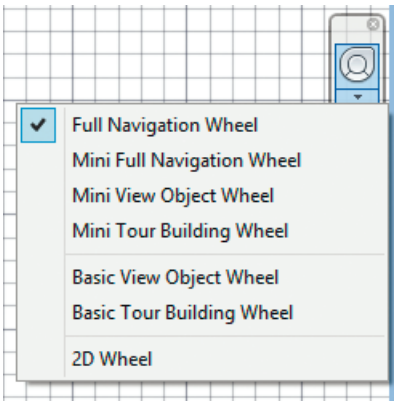


Рис. 6.7. Установка стиля штурвала



Рис. 6.8. Суперштурвал



Рис. 6.9. Мини-суперштурвал



Рис. 6.10. Мини-штурвал для объектов



Рис. 6.11. Мини-штурвал для зданий

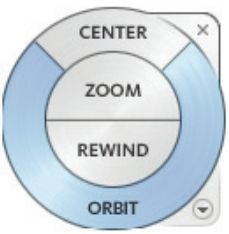


Рис. 6.12. Основной штурвал для объектов



Рис. 6.13. Основной штурвал для зданий



Рис. 6.14. Упрощенный штурвал для зданий

Набор инструментов варьируется в зависимости от стиля штурвала:

- **ZOOM** – зуммирование из позиции по щелчку;
- **REWIND** – перемотка истории перемещений;
- **PAN** – панорамирование вида;
- **ORBIT** – орбита вокруг точки вращения;
- **CENTER** – определение центра зуммирования/орбиты;
- **WALK** – обход объекта;
- **UP/DOWN** – перемещение вверх/вниз;
- **LOOK** – осмотр текущей позиции.

При щелчке и удерживании кнопки мыши на одном из сегментов штурвала активизируется указанный инструмент навигации.

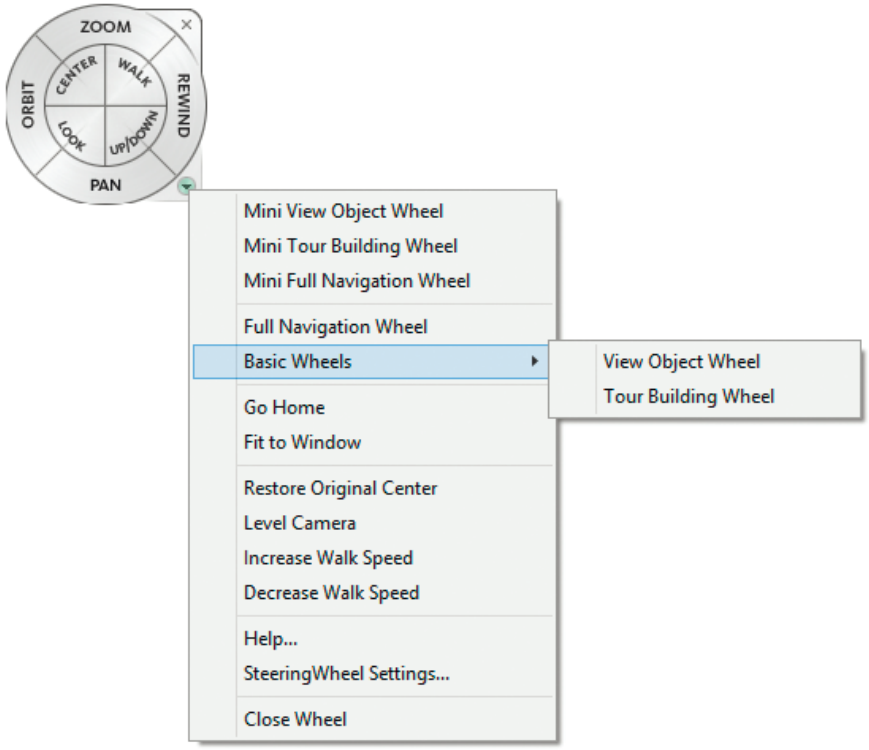


Рис. 6.15. Контекстное меню штурвала

Контекстное меню штурвала включает в себя следующие инструменты (рис. 6.15):

- **Mini View Object Wheel** – мини-штурвал для объектов;
- **Mini Tour Building Wheel** – мини-штурвал для зданий;
- **Mini Full Navigation Wheel** – мини-суперштурвал;

- **Full Navigation Wheel** – суперштурвал;
- **Basic Wheels** – основные штурвалы:
  - **View Object Wheel** – большой штурвал для объектов;
  - **Tour Building Wheel** – большой штурвал для зданий;
- **Go Home** – переход к исходному виду;
- **Fit to Window** – изменение размера и центра текущего вида для отображения всех объектов, вписанных в окно;
- **Restore Original Center** – восстановление центральной точки вида по границам модели;
- **Level Camera** – выровнять камеру поворотом текущего вида относительно нулевой плоскости *XY*;
- **Increase Walk Speed** – увеличение скорости обхода в два раза;
- **Decrease Walk Speed** – уменьшение скорости обхода в два раза;
- **Help...** – вызов справочной системы;
- **SteeringWheel Settings...** – вызов одноименного диалогового окна настройки параметров штурвала (см. рис. 3.28);
- **Close Wheel** – закрытие штурвала.

Аниматор движения

С помощью *аниматора движения* можно вывести на экран средства создания и воспроизведения анимированных перемещений камеры для просмотра проекта, его презентации и навигации по закладкам. Панель аниматора движения расположена в нижней части Рабочего стола (рис. 6.16).



Рис. 6.16. Панель аниматора движения

Аниматор движения устанавливается кнопкой **ShowMotion** на панели навигации (см. рис. 6.6) и включает следующие инструменты:

- **Unpin/Pin ShowMotion** – прикрепить/открепить панель аниматора движения;
- **Play all** – включить воспроизведение;
- **Stop** – остановить воспроизведение;
- **Turn on Looping** – включить повтор;
- **New Shot...** – загрузка диалогового окна создания нового снимка **New View/Shot Properties**, вкладка **Shot Properties** (рис. 6.17);
- **Close ShowMotion** – закрыть панель аниматора движения.

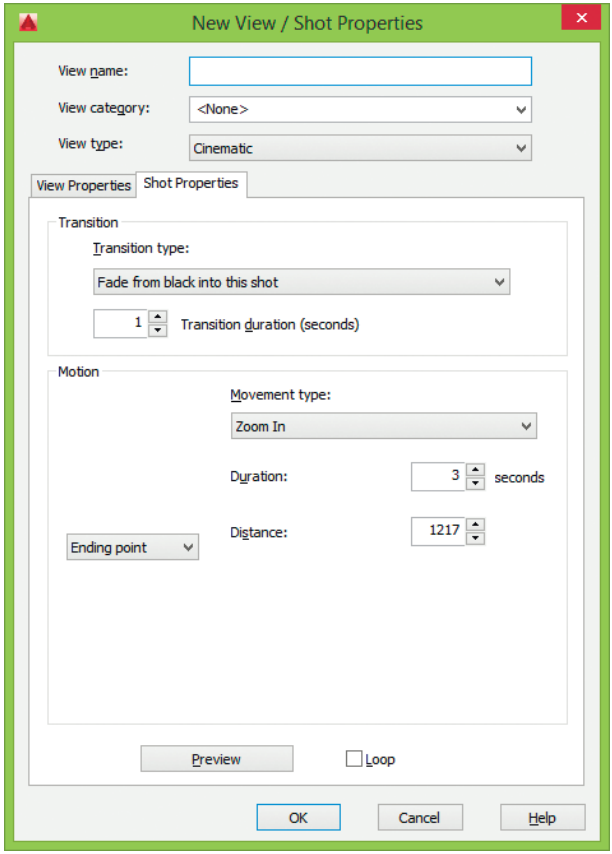


Рис. 6.17. Диалоговое окно создания нового снимка

На вкладке **Shot Properties** диалогового окна **New View/Shot Properties** настраиваются следующие параметры.

- В поле **View name:** указывается имя вида.
- В списке **View category:** задается категория именованного вида.
- В списке **View type:** определяется тип именованного вида:
  - **Cinematic** – кинематеческий;
  - **Still** – неподвижный;
  - **Recorded Walk** – записанный обход.
- В области **Transition** определяется переход, используемый при воспроизведении вида:
  - **Transition type:** – тип перехода:
    - ◊ **Fade from black into this shot** – плавное выведение от черного на снимке;
    - ◊ **Fade from white into this shot** – плавное выведение от белого на снимке;
    - ◊ **Cut to shot** – обрезать по снимку;

- **Transition duration (seconds)** – устанавливает длительность времени перехода в секундах.

❑ В области **Motion** определяется перемещение при воспроизведении вида:
- **Movement type:** – тип перемещения:
  - ◊ **Zoom In** – увеличить;
  - ◊ **Zoom out** – уменьшить;
  - ◊ **Track left** – движение слева;
  - ◊ **Track right** – движение справа;
  - ◊ **Crane up** – поднять;
  - ◊ **Crane down** – опустить;
  - ◊ **Look** – осмотр;
  - ◊ **Orbit** – орбита;
- **Duration: (seconds)** – устанавливается длительность времени проигрывания анимации в секундах;
- **Distance:** – указывается расстояние, необходимое для завершения движения.

❑ Кнопка **Preview** обеспечивает предварительный просмотр перехода и движения.

❑ **Loop** – выполняет непрерывное воспроизведение перехода и движения.

Перерисовка и регенерация

Чтобы обновить изображение на экране монитора, его можно перерисовывать или регенерировать. При регенерации, кроме перерисовки изображения текущего видового экрана, производится пересчет экранных координат (преобразование значений с плавающей точкой из базы данных в соответствующие целочисленные экранные координаты) всех объектов базы данных рисунка. Таким образом, перерисовка происходит быстрее, чем регенерация.

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



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



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

Изменение порядка рисования объектов

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

объектов производится с помощью команды **DRAWORDER**, которая вызывается из падающего меню **Tools → Draw Order** (рис. 6.18).

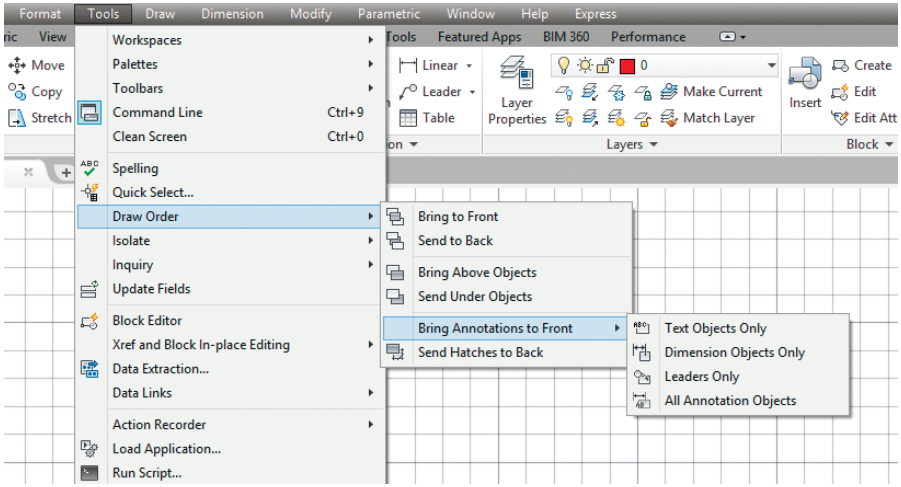


Рис. 6.18. Панель инструментов порядка следования объектов



Bring to Front – размещение объекта на переднем плане.



Send to Back – размещение объекта на заднем плане.



Bring Above Objects – размещение объекта впереди заданного объекта.



Send Under Objects – размещение объекта позади заданного объекта.

Bring Annotation to Font – размещение на переднем плане аннотированных объектов:



Text Objects Only – размещение только текста на переднем плане;



Dimension Objects Only – размещение только размера на переднем плане;



Leaders Objects – размещение выносок на переднем плане;



All Annotation Objects – размещение на переднем плане всех аннотированных объектов;



Send Hatches to Back – размещение штриховки на заднем плане.

Глава 7

Точность построения объектов

Объектная привязка координат ...176
Отслеживание ...176
Смещение ...178
Середина между точками ...178
Конечная точка ...178
Средняя точка ...179
Пересечение ...180
Предполагаемое пересечение ...181
Продолжение объекта ...183
Точка центра ...183
Геометрический центр ...184
Квадрант ...184
Касательная ...184
Нормаль ...186
Параллель ...187
Точечный элемент ...187
Точка вставки ...188
Ближайшая точка ...188
Отмена объектной привязки ...188
Выбор режимов привязки ...188
Автоотслеживание ...190
Объектное отслеживание ...191
Полярное отслеживание ...192

Объектная привязка координат

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

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

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

Режимы объектной привязки выбираются из контекстного меню, которое вызывается щелчком правой кнопкой мыши на любом месте области рисования при нажатой клавише **Shift** (рис. 7.1).

Режимы объектной привязки можно также установить в контекстном меню, которое вызывается в строке состояния щелчком правой кнопкой мыши на кнопке **Object Snap**, либо щелчком на стрелочке этой кнопки (рис. 7.2).

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

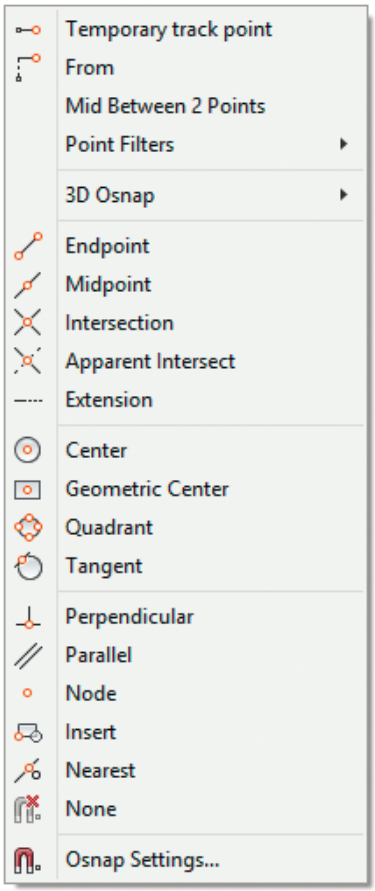


Рис. 7.1. Панель инструментов и контекстное меню объектной привязки

Отслеживание

Temporary track point – точка *отслеживания.*

Отслеживание применяется для наглядного указания точек, связанных с другими точками рисунка. Оно может использоваться в любой

момент, когда AutoCAD запрашивает координаты точки. После включения режима **Temporary track point** и указания первой точки AutoCAD включает ортогональный режим **ORTHO** и ставит выбор следующей точки в зависимость от положения вершины вертикальной или горизонтальной траектории, проведенной из первой точки. Для смены направления траектории необходимо вернуть указатель мыши в первую точку, а затем перемещать его в нужном направлении (вертикальном или горизонтальном).

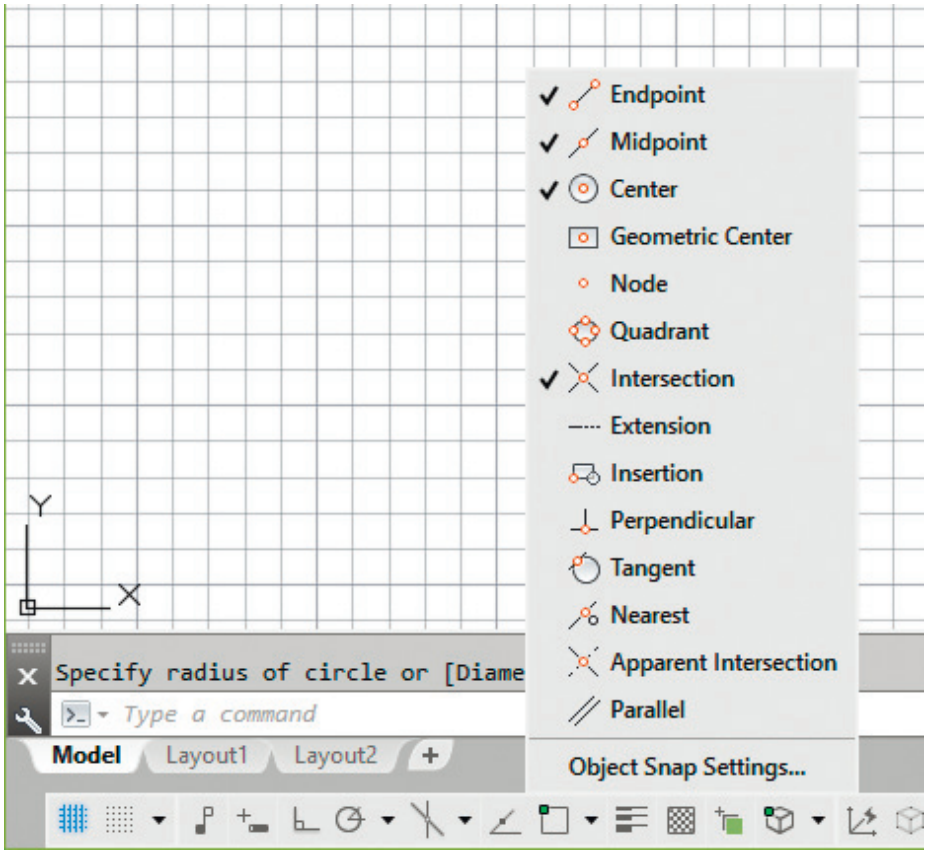


Рис. 7.2. Контекстное меню объектной привязки в строке состояния

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

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

Использование режима **Temporary track point** – наиболее легкий способ обнаружения центральной точки прямоугольника. Чтобы включить режим отслеживания, необходимо щелкнуть на пиктограмме **Temporary track point** на стандартной панели инструментов, а затем указать центры вертикальной и горизонтальной сторон прямоугольника.

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

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

Смещение



From – *смещение*.

Режим объектной привязки **From** отличается от остальных тем, что позволяет установить временную базовую точку для построения следующих точек. Обычно режим смещения используется в сочетании с другими режимами объектной привязки и относительными координатами, поскольку довольно часто требуется определить точку, у которой известны координаты относительно некоторой точки уже нарисованного объекта.



Выполните упражнение L13 из раздела 2.

Середина между точками

Mid Between 2 Points – привязка к середине между двумя точками.

Привязка удобна для нахождения точки, расположенной посередине между двумя другими точками.

Конечная точка



Endpoint – привязка к ближайшей из *конечных* точек объектов (отрезков, дуг и т. п.).

В случае пространственного моделирования, если объект имеет ненулевую высоту, допускается привязка к его нижней и верхней границе. В режиме **Endpoint** привязка может производиться к границам трехмерных тел и областей, например к конечной точке (вершине) параллелепипеда.

Пример. Привязка к конечным точкам примитивов

Постройте отрезки, нарисованные пунктирной линией, задавая их точки с объектной привязкой к конечным точкам объектов (рис. 7.3).

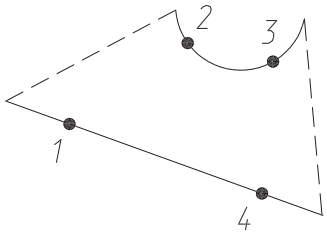


Рис. 7.3. Построение с привязкой к конечным точкам

Запустите команду формирования отрезка **LINE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Line** или щелкнув на пиктограмме в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_LINE
Specify first point: ENDPOINT – укажите точку 1
Specify next point or [Undo]: ENDPOINT – укажите точку 2
Specify next point or [Undo]: – для завершения команды нажмите клавишу Enter
_LINE
Specify first point: ENDPOINT – укажите точку 3
Specify next point or [Undo]: ENDPOINT – укажите точку 4
Specify next point or [Undo]: – для завершения команды нажмите клавишу Enter
```



Выполните упражнение L6 из раздела 2.

Средняя точка



Midpoint – привязка к *средним* точкам объектов (отрезков, дуг и т. п.).

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

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

Пример. Привязка к средним точкам примитивов

Постройте отрезок, изображенный пунктирной линией, задавая его точки с объектной привязкой к средним точкам объектов (рис. 7.4).

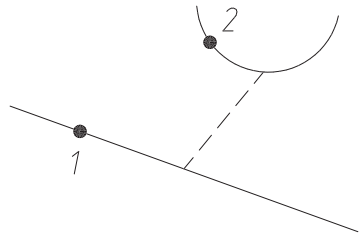


Рис. 7.4. Построение с привязкой к средним точкам

Запустите команду формирования отрезка **LINE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Line** или щелкнув на пиктограмме **Line** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_LINE
Specify first point: MIDPOINT – укажите точку 1
Specify next point or [Undo]: MIDPOINT – укажите точку 2
Specify next point or [Undo]: – для завершения команды нажмите клавишу Enter
```



Выполните упражнение L7 из раздела 2.

Пересечение



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

В случае пространственного моделирования в режиме **Intersection** допускается привязка к угловым точкам объектов, имеющих ненулевую высоту выдавливания. Если два таких объекта с пересекающимися основаниями имеют одинаковое направление выдавливания, можно произвести привязку к пересечениям их верхней и нижней границ. Если высоты объектов различны, точка пересечения определяется объектом с меньшей высотой.

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

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

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

Пример. Привязка к точкам пересечения примитивов

Постройте отрезок, нарисованный пунктирной линией, задавая его точки с объектной привязкой к точкам пересечения объектов (рис. 7.5).

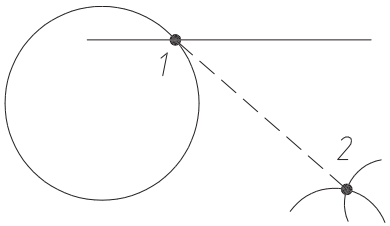


Рис. 7.5. Построение с привязкой к точкам пересечения

Запустите команду формирования отрезка **LINE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Line** или щелкнув на пиктограмме **Line** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_LINE
Specify first point: INTERSECTION – укажите точку 1
Specify next point or [Undo]: INTERSECTION – укажите точку 2
Specify next point or [Undo]: – для завершения команды нажмите клавишу Enter
```



Выполните упражнение L9 из раздела 2.

Предполагаемое пересечение



Apparent Intersect – привязка к точке видимого на экране *предполагаемого пересечения*.

Режим предполагаемого пересечения **Apparent Intersect** ищет точку пересечения двух объектов, которые не имеют явной точки пересечения в пространстве. Режим предполагаемого пересечения обеспечивает эффективную работу с границами об-

ластей и кривыми, но не работает с границами и углами трехмерных тел. Если объекты находятся в одной плоскости, то описываемый режим повторяет возможности режима пересечения **Intersection**.

Режим **Apparent Intersect** включает в себя два отдельных режима: собственно **Apparent Intersect** и режим расширенного предполагаемого пересечения **Extended Apparent Intersect**. Привязка в этих режимах может применяться к пересечениям границ областей и кривых, кроме криволинейных границ трехмерных тел.

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

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

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

Пример. Привязка к точкам предполагаемого пересечения примитивов

Постройте отрезок, нарисованный пунктирной линией, задавая его точки с объектной привязкой к точкам предполагаемого пересечения объектов (рис. 7.6).

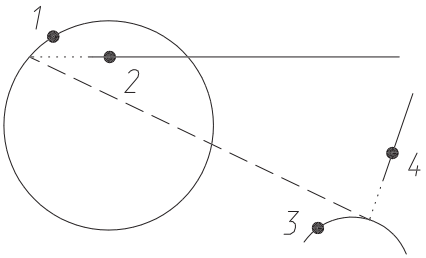


Рис. 7.6. Построение с привязкой к точкам предполагаемого пересечения

Запустите команду формирования отрезка **LINE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Line** или щелкнув на пиктограмме **Line** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_LINE
Specify first point: APPINT OF AND
```
– укажите точки 1 и 2
```
Specify next point or [Undo]: APPINT OF AND
```
– укажите точки 3 и 4
```
Specify next point or [Undo]:
```
– для завершения команды нажмите клавишу **Enter**



Выполните упражнение L10 из раздела 2.

Продолжение объекта

Extension – привязка к *продолжению* объектов.

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

Точка центра



Center – привязка к *центру* дуги, окружности или эллипса.

При использовании режима **Center** необходимо указывать с помощью мыши на линию дуги, окружности или эллипса, а не на их центр.

В этом режиме можно осуществлять привязку и к центрам окружностей, являющихся частью тел и областей. При привязке к центру нужно выбирать видимую часть дуги, окружности или эллипса.

Пример. Привязка к центру окружности, дуги или эллипса

Постройте линию, нарисованную пунктиром, задавая ее точки с объектной привязкой к центру объектов (рис. 7.7).

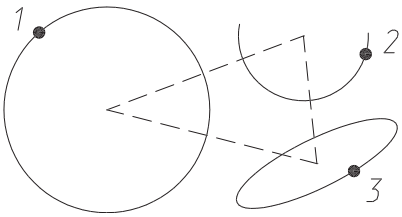


Рис. 7.7. Построение с привязкой к центру

Запустите команду формирования отрезка **LINE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Line** или щелкнув на пиктограмме **Line** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_LINE
Specify first point: CENTER – укажите точку 1
Specify next point or [Undo]: CENTER – укажите точку 2
Specify next point or [Undo]: CENTER – укажите точку 3
Specify next point or [Close/Undo]: CLOSE – замкните линию
```



Выполните упражнение L8 из раздела 2.

Геометрический центр



Geometric Center – привязка к ближайшему *геометрическому центу* любой замкнутой полиилинии или сплайна.

Квадрант



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

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

Касательная



Tangent – привязка к точке на дуге, окружности, эллипсе или плоском сплайне, принадлежащей *касательной* к другому объекту.

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

При выборе точки на дуге, полилинии или окружности в качестве первой точки привязки в режиме **Tangent** автоматически активизируется режим задержанной касательной **Deferred Tangent**, который может быть использован для построения окружностей по двум и трем точкам, при формировании окружности, касательной к трем другим объектам. Режим **Deferred Tangent** неприменим к эллипсам и сплайнам. Если необходимо построить отрезок, касательный к эллипсу или сплайну, функция привязки будет выдавать ряд точек на эллипсе или сплайне, через которые может быть проведен касательный отрезок, но положения этих точек непредсказуемы.

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

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

Пример. Построение касательной

Постройте отрезки, нарисованные пунктирной линией, выходящие из точки 1 и касательные к окружности (рис. 7.8).

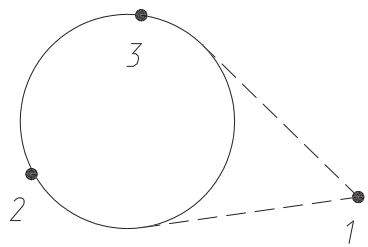


Рис. 7.8. Построение касательной

Запустите команду формирования отрезка **LINE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Line** или щелкнув на пиктограмме **Line** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_LINE
Specify first point: – укажите точку 1
Specify next point or [Undo]: TANGENT – укажите точку 2
Specify next point or [Undo]: – для завершения команды нажмите клавишу Enter
_LINE
Specify first point: – укажите точку 1
```

`Specify next point or [Undo]: TANGENT` – укажите точку 3
`Specify next point or [Undo]:` – для завершения команды нажмите клавишу **Enter**



Выполните упражнение L14 из раздела 2.

Нормаль



Perpendicular – привязка к точке объекта, лежащей на *нормали* к другому объекту или к его воображаемому продолжению.

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

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

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

Пример. Построение нормали

Постройте отрезки, нарисованные пунктирной линией, выходящие из точки 1 и перпендикулярные объектам (рис. 7.9).

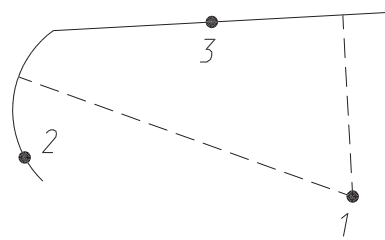


Рис. 7.9. Построение нормали

Запустите команду формирования отрезка **LINE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Line** или щелкнув на пиктограмме **Line** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_LINE
Specify first point: – укажите точку 1
Specify next point or [Undo]: PERPENDICULAR – укажите точку 2
Specify next point or [Undo]: – для завершения команды нажмите клавишу Enter
_LINE
Specify first point: – укажите точку 1
Specify next point or [Undo]: PERPENDICULAR – укажите точку 3
Specify next point or [Undo]: – для завершения команды нажмите клавишу Enter
```



Выполните упражнение L15 из раздела 2.

Параллель



Parallel – привязка объектов к *параллелям*.

Эта привязка удобна при необходимости построения прямолинейных объектов, параллельных имеющимся прямолинейным сегментам. В области прицела должен находиться только один отрезок. Появление символа параллельной привязки свидетельствует о выборе отрезка. Теперь следует медленно перемещать указатель мыши из начальной точки в направлении, приблизительно параллельном выбранному объекту. При этом появляется линия отслеживания, отображаемая пунктиром. Ее положение и ориентация определяются заданной начальной точкой и выбранным объектом. Чтобы в качестве конечной точки создаваемого параллельного отрезка использовать точку пересечения линии отслеживания с имеющимися объектами, можно включить режимы привязки пересечения **Intersection** и кажущегося пересечения **Apparent Intersect**.

Точечный элемент

Node – привязка к геометрическому объекту *«точка»*, сформированному командой **POINT**.

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



Выполните упражнение L12 из раздела 2.

Точка вставки



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

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

Ближайшая точка



Nearest – привязка к точке на объекте, которая является *ближайшей* к позиции перекрестья.



Выполните упражнение L11 из раздела 2.

Отмена объектной привязки



None – режим *отмены* всех текущих и разовых режимов объектной привязки.

Выбор режимов привязки



Osnap Settings... – установка *режима* текущей объектной привязки на вкладке объектных привязок **Object Snap** диалогового окна режимов рисования **Drafting Settings** (рис. 7.10). Это окно загружается из падающего меню **Tools → Drafting Settings...** или при выборе пункта **Object Snap Settings...** из контекстного меню, которое вызывается при щелчке на стрелке кнопки  **Object Snap** в строке состояния.

Если требуется несколько раз подряд произвести привязку определенного типа (например, к конечным точкам или центрам), можно задать один или несколько текущих режимов объектной привязки. Следует иметь в виду, что режимы объектной привязки **From** и **Mid Between 2 Points** не могут быть установлены текущими.

Специальные средства повышения наглядности, называемые автопривязкой **AutoSnap**, облегчают выбор точек привязки и повышают эффективность использования объектной привязки. Средства автопривязки включают в себя следующие элементы:

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

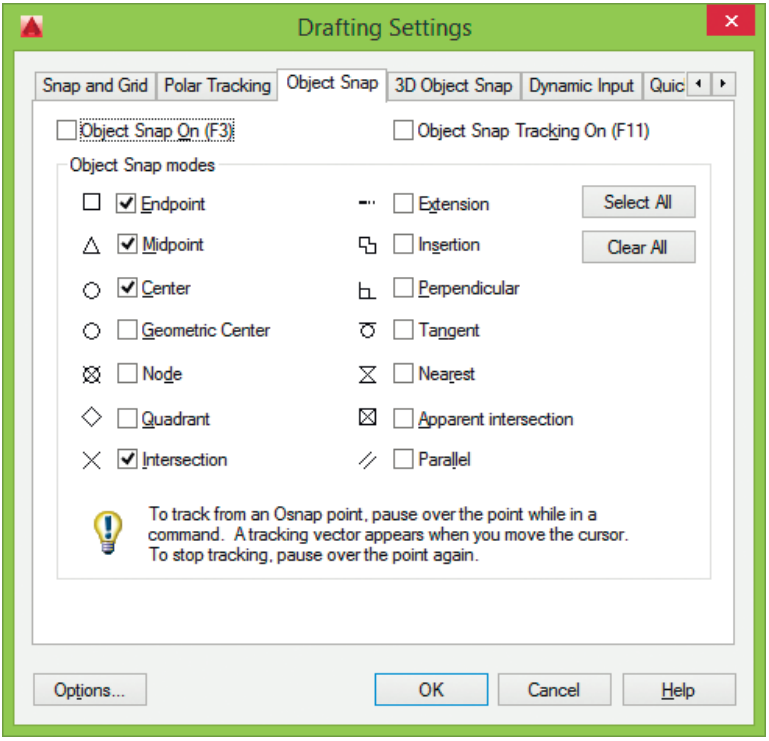


Рис. 7.10. Диалоговое окно установки режима текущей объектной привязки

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

По умолчанию включены следующие элементы автопривязки: маркеры, всплывающие подсказки и магнит. Параметры автопривязки всегда можно изменить в

области **AutoSnap Settings** на вкладке **Drafting** диалогового окна **Options**, которое вызывается щелчком на кнопке **Options...** в диалоговом окне **Drafting Settings** либо из падающего меню **Tools → Options...** (см. рис. 3.18).

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

Также режимы объектной привязки можно установить в контекстном меню, которое вызывается щелчком правой кнопкой мыши на кнопке **Object Snap** в строке состояния (см. рис. 7.2).



Выполните упражнение L16 из раздела 2.

Автоотслеживание

Средства автоотслеживания **AutoTrack** облегчают построение объектов в определенных направлениях или в определенной зависимости относительно других объектов рисунка. При включенных режимах автоотслеживания специальные временные линии отслеживания помогают выполнять точные построения. По умолчанию эти линии являются бесконечными и продолжаются до границ области рисования. Однако можно установить такой режим, при котором длина линий отслеживания ограничивается текущим положением курсора.

Имеются два режима автоотслеживания: полярное отслеживание и отслеживание при объектной привязке. Режимы автоотслеживания можно быстро включать и отключать нажатием кнопок **Polar Tracking** и **Object Snap Tracking** в строке состояния.

Для изменения параметров автоотслеживания используется вкладка **Drafting** диалогового окна **Options**, которое загружается из падающего меню **Tools → Options...** (см. рис. 3.18).

В области параметров автоотслеживания **AutoTrack Settings** устанавливаются следующие флажки:

- **Display polar tracking vector** – отображение линий полярного отслеживания в виде бесконечных лучей. Если флажок снят, линия полярного отслеживания проводится от предыдущей указанной точки до курсора;
- **Display full-screen tracking vector** – отображение линий объектного отслеживания в виде бесконечных прямых. Если флажок снят, линия объектного отслеживания проводится от точки привязки до курсора;

- **Display AutoTrack tooltip** – отображение всплывающих подсказок к режимам автоотслеживания, выводимых ниже позиции курсора. Всплывающие подсказки дают информацию о типе объектной привязки (при объектном отслеживании), текущем угле отслеживания и расстоянии до предыдущей точки.

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

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

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

Объектное отслеживание

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

При объектном отслеживании по умолчанию захват подходящих точек осуществляется автоматически. Однако можно установить такой режим, при котором захват точек будет происходить только после нажатия клавиши **Shift**.

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

- для выбора точек, лежащих на перпендикулярах к концам или серединам объектов, объектное отслеживание следует применять совместно с режимами привязки **Perpendicular**, **Endpoint** и **Midpoint**;
- для выбора точек, лежащих на касательной к конечной точке дуги, объектное отслеживание следует использовать совместно с режимами привязки **Tangent** и **Endpoint**;
- отслеживание можно осуществлять от так называемых временных точек отслеживания. Для указания такой точки в ответ на запрос команды выбрать точку, ввести сочетание `_TT` и задать нужную точку. Она помечается маленьким маркером в виде знака «плюс» (**+**). Далее по мере перемещения указателя мыши поочередно появляются линии отслеживания, проходящие через временную точку отслеживания. Для удаления временной точки при перемещении достаточно задержать указатель мыши на ее маркере (знаке «плюс»);

- можно выбрать точку, находящуюся на заданном расстоянии от точки объектной привязки вдоль линии отслеживания. Для этого после появления линии отслеживания следует ввести в командной строке требуемое расстояние;
- изменение способа захвата точек осуществляется на вкладке **Drafting** диалогового окна **Options** с помощью положения переключателя **Alignment Point Acquisition** – **Automatic** или **Shift to acquire**. По умолчанию устанавливается автоматический способ. Для предотвращения автоматического выбора точек в областях рисунка с высокой плотностью объектов можно удерживать нажатой клавишу **Shift**.

Полярное отслеживание

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

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

Для включения полярного отслеживания необходимо нажать функциональную клавишу **F10** или кнопку **Polar Tracking** в строке состояния.

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

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

Изменение параметров полярного отслеживания осуществляется на вкладке **Polar Tracking** диалогового окна **Drafting Settings** (рис. 7.11). Это окно загружается из падающего меню **Tools → Drafting Settings...** или из контекстного меню, которое

вызывается при щелчке правой кнопкой мыши на кнопке **Polar Tracking** в строке состояния и последующем выборе пункта **Tracking Settings...**.

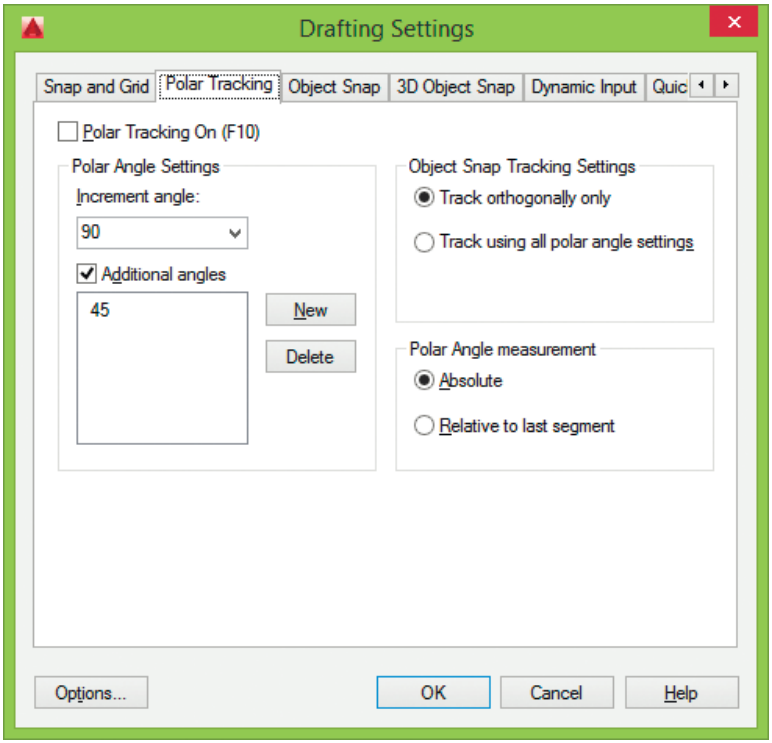


Рис. 7.11. Диалоговое окно изменения параметров полярного отслеживания

В этом окне можно настроить следующие параметры.

- **Polar Tracking On (F10)** – включение полярного отслеживания (системная переменная AUTOSNAP).
- В области **Polar Angle Settings** устанавливаются углы выравнивания линий полярного отслеживания (системная переменная POLARANG):
  - **Increment angle:** – шаг (приращение) углов, используемых для генерации линий полярного отслеживания;
  - **Additional angles** – значения углов полярного отслеживания, не подчиняющиеся правилу шага (системные переменные POLARMODE, POLARADDANG).
- В области **Object Snap Tracking Settings** задаются параметры объектного отслеживания:
  - **Track orthogonally only** – линии отслеживания рисуются только в ортогональных направлениях, то есть горизонтально и вертикально (системная переменная POLARMODE);

- **Track using all polar angle settings** – применение параметров полярного отслеживания к объектному, при этом перемещение курсора происходит от точки объектной привязки под углами выравнивания (системная переменная POLARMODE).

❑ В области **Polar Angle measurement** определяются параметры отсчета полярных углов:
- **Absolute** – от нулевого направления текущей ПСК;
- **Relative to last segment** – от направления, определяемого последним построенным сегментом.

❑ Кнопка **Options...** загружает вкладку управления точностью построения объектов **Drafting** диалогового окна настройки рабочей среды **Options** (см. рис. 3.20).



Выполните упражнение L5 из раздела 2.

Глава 8

Построение линейных объектов

Точка 196
Отрезок.....197
Прямая и луч 198
Мультилиния 200
Полилиния 202
Многоугольник 205
Прямоугольник.....208
Эскиз 211

Рисунки в AutoCAD строятся из набора *геометрических примитивов*. Под геометрическим примитивом понимается элемент чертежа, обрабатываемый системой как *целое*, а не как совокупность точек или объектов. Геометрические примитивы создаются командами, которые вызываются из падающего меню **Draw** или в группе **Draw** ленты **Home** рабочего пространства **Drafting & Annotation** (рис. 8.1).

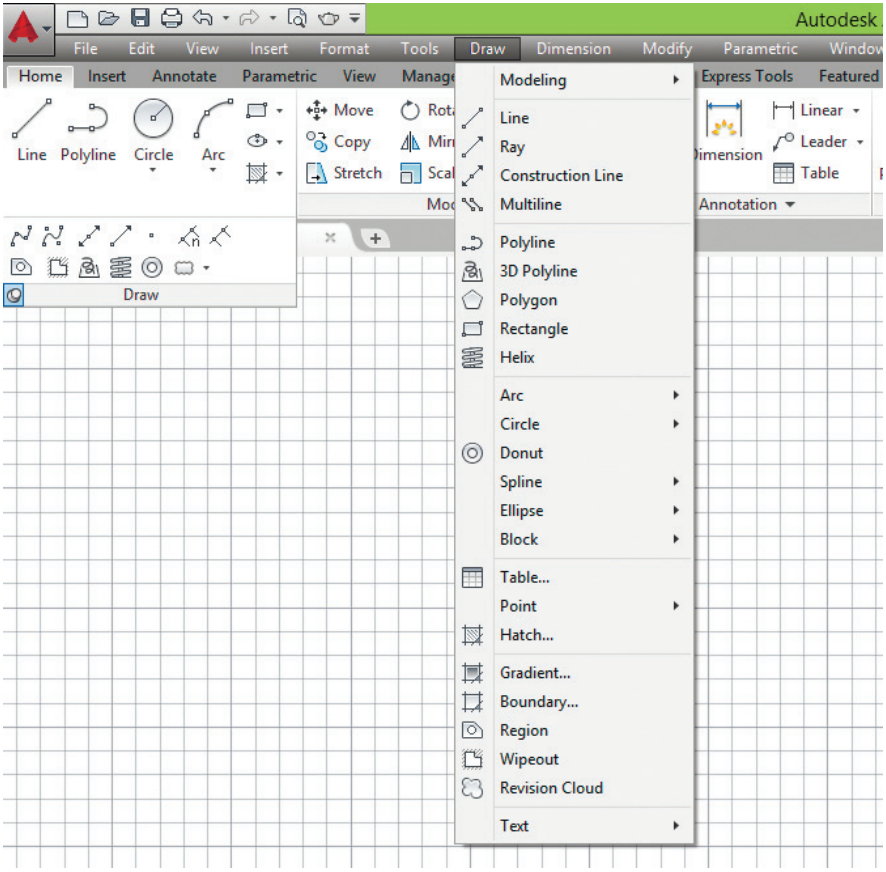


Рис. 8.1. Инструменты формирования геометрических примитивов

Необходимо отметить, что одни и те же элементы чертежа могут быть получены по-разному, с помощью различных команд вычерчивания.

Точка

Команда **POINT**, формирующая *точку*, вызывается из падающего меню **Draw → Point** или щелчком на пиктограмме **Multiple Point** в группе **Draw** ленты **Home**.

Точка определяется указанием ее координат. Запросы команды **POINT**:

`Current point modes: PDMODE=33 PDSIZE=10.0000` – текущие режимы точек
`Specify a point:` – указать точку

В падающем меню предлагаются два режима построения точек:

- **Single Point** – одиночная точка;
- **Multiple Point** – несколько точек.

Пиктограмма **Point** в группе **Draw** ленты **Home** использует режим построения нескольких точек.

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

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



Значения системных переменных `PDMODE` и `PDSIZE` следует устанавливать в диалоговом окне **Point Style** (рис. 8.2). Оно вызывается из падающего меню **Format → Point Style...**.

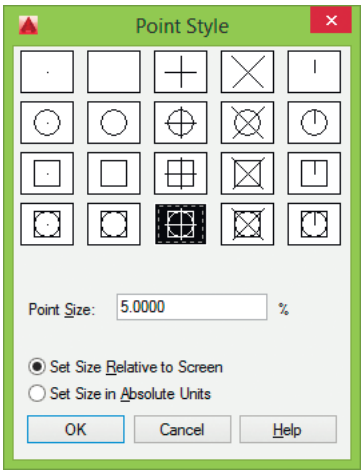


Рис. 8.2. Диалоговое окно установки параметров точки

Размер маркера точки задается в поле **Point Size:**. При этом если выбран вариант **Set Size Relative to Screen** – размер маркера определяется в процентах от размера экрана монитора, а если выбран вариант **Set Size in Absolute Units** – указывается абсолютный размер маркера.

Отрезок

Базовым примитивом в AutoCAD является линия. Линии бывают различного рода – одиночные отрезки, ломаные (с сопряжениями дугами или без них – полилинии), пучки параллельных линий (мультилинии), а также эскизные.



Команда **LINE**, формирующая *отрезок*, вызывается из падающего меню **Draw → Line** или щелчком на пиктограмме **Line** в группе **Draw** ленты **Home**.

Отрезки могут быть одиночными или объединенными в ломаную линию. Несмотря на то что сегменты соприкасаются в конечных точках, каждый из них пред-

ставляет собой отдельный объект. Отрезки используются, если требуется работа с каждым сегментом в отдельности; если же необходимо, чтобы набор линейных сегментов представлял единый объект, лучше применять полилинии. Последовательность отрезков может быть замкнутой – в этом случае конец последнего сегмента совпадает с началом первого.

Запросы команды **LINE**:

```
Specify first point: – указать начало отрезка
Specify next point or [Undo]: – указать конец отрезка
Specify next point or [Undo]:
Specify next point or [Close/Undo]:
Specify next point or [Close/Undo]:
```

Запросы команды **LINE** организованы циклически. Это означает, что при построении непрерывной ломаной линии конец предыдущего отрезка служит началом следующего. При перемещении к каждой следующей точке за перекрестьем тянется *«резиновая нить»*. Это позволяет отслеживать положение строящегося отрезка ломаной линии. При этом каждый отрезок ломаной линии представляет собой отдельный примитив.

Цикл заканчивается после нажатия клавиши **Enter** в ответ на очередной запрос `Specify next point or [Close/Undo]:`. К аналогичному результату приведет щелчок правой кнопкой мыши с последующим выбором пункта **Enter** из появившегося контекстного меню.

Ключи команды **LINE**:

- `Close` – замкнуть ломаную;
- `Undo` – отменить последний нарисованный отрезок.

Работа команды **LINE** проиллюстрирована примерами в главах 4 и 7.



Выполните упражнения L1–L16 и тест 1 из раздела 2.

Прямая и луч

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

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



Команда **XLINE**, формирующая *прямую*, вызывается из падающего меню **Draw → Construction Line** или щелчком на пиктограмме **Construction Line** в группе **Draw** ленты **Home**.

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

Запросы команды **XLINE**:

`Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:` – указать точку
`Specify through point:` – указать точку, через которую проходит прямая
`Specify through point:`

Ключи команды **XLINE**:

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



Команда **RAY**, формирующая *луч*, вызывается из падающего меню **Draw → Ray**.

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

Запросы команды **RAY**:

`Specify start point:` – указать первую точку
`Specify through point:` – указать точку, через которую проходит луч.

Мультилиния



Команда **MLINE**, формирующая *мультилинию*, вызывается из падающего меню **Draw → Multiline**.

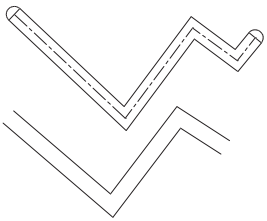


Рис. 8.3. Примеры мультилиний

Мультилиния состоит из пучка параллельных линий, называемых ее *элементами* (рис. 8.3). Можно создавать и сохранять стили мультилиний или же пользоваться стилем по умолчанию (мультилиния из двух элементов). Для каждого элемента задаются цвет и тип линии; соответствующие вершины элементов соединяются отрезками. Мультилинии могут иметь торцевые ограничители различного вида, например отрезки или дуги.

Запросы команды **MLINE**:

`Current settings: Justification = Top, Scale = 20.00, Style = STANDARD` – текущие настройки

`Specify start point or [Justification/Scale/STyle]:` – указать начальную точку

`Specify next point:` – указать следующую точку

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

`Specify next point or [Close/Undo]:` – указать следующую точку

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

Ключи команды `MLINE`:

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



При построении мультилинии используется стиль мультилинии. Он создается в диалоговом окне **Multiline Style**, которое вызывается из падающего меню **Format → Multiline Style...** (рис. 8.4).

Щелчком на кнопке **Load...** можно загрузить существующий стиль, нажатием кнопки **Save...** – сохранить вновь созданный стиль на диске. По умолчанию используется стиль **STANDARD**.

Для создания нового стиля необходимо щелкнуть на кнопке **New...**, в открывшемся диалоговом окне **Create New Multiline Style** в поле **New Style Name:** указать имя создаваемого стиля, затем щелкнуть на кнопке **Continue**. При этом открывается диалоговое окно **New Multiline Style** (рис. 8.5).

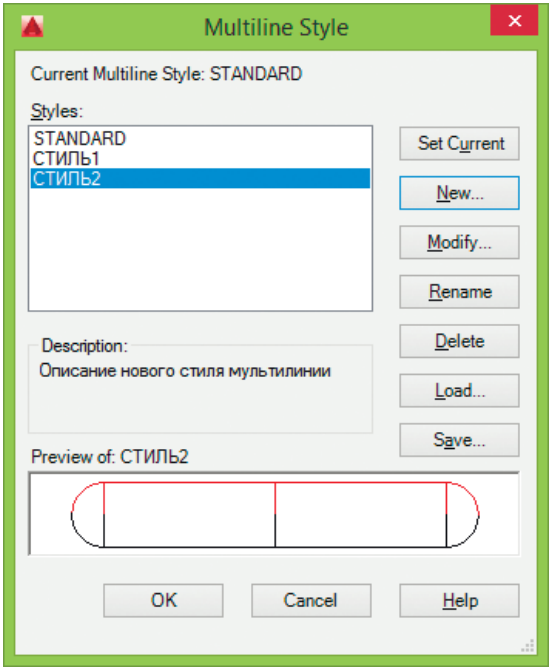


Рис. 8.4. Диалоговое окно создания стилей мультилинии

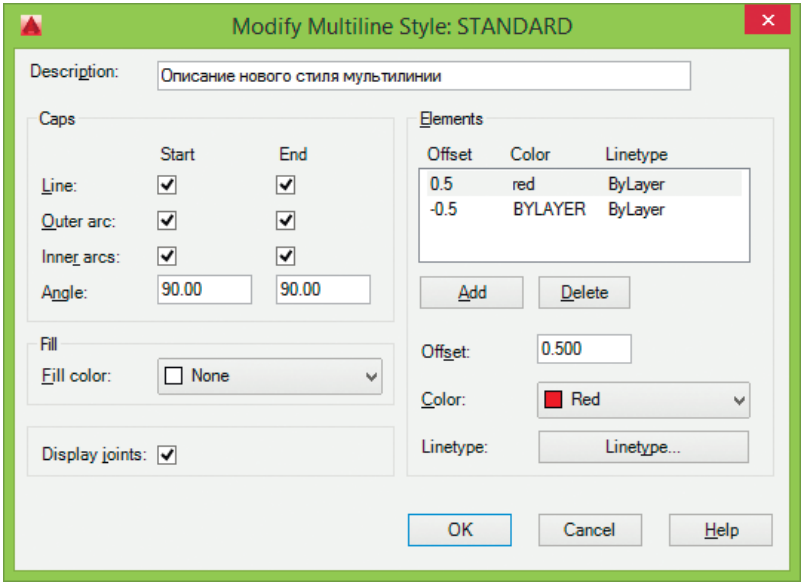


Рис. 8.5. Диалоговое окно определения свойств мультилинии

В этом окне определяются свойства мультилинии.

- В поле **Description:** размещается описание создаваемого стиля мультилинии.
- В области формирования торцов **Caps** определяется вид концевых элементов:
  - **Line:** – линия;
  - **Outer arc:** – внешняя дуга;
  - **Inner arcs:** –внутренние дуги;
  - **Angle:** – величина угла наклона концевого элемента к мультилинии.
- В области **Fill** обеспечивается заполнение мультилинии цветом и определяется цвет фона.
- В области **Display joints:** назначается показ стыков.
- В области **Elements** настраиваются параметры элементов мультилинии:
  - в полях **Offset**, **Color** и **Linetype** показаны смещение, цвет и тип линии соответственно;
  - кнопками **Add** и **Delete** можно добавить и удалить вышерасположенные значения **Offset**, **Color** и **Linetype**;
  - в поле **Offset:** определяется смещение линий мультилинии друг относительно друга;
  - в списке **Color:** устанавливается цвет каждой линии из предлагаемого списка или загружается диалоговое окно **Select Color**;
  - кнопка **Linetype...** выводит на экран диалоговое окно **Select Linetype**, предназначенное для определения типа линии.

По умолчанию используется файл стиля с именем `acad.mln`. Имя текущего стиля мультилинии содержит системная переменная `CMLSTYLE`.

Полилиния



Команда **PLINE**, формирующая *полилинию*, вызывается из падающего меню **Draw → Polyline** или щелчком на пиктограмме **Polyline** в группе **Draw** ленты **Home**.

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

Запросы команды **PLINE**:

`Specify start point:` – указать начальную точку

`Current line-width is 0.0000` – текущая ширина полилинии

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

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

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

Ключи команды **PLINE**:

- `Arc` – обеспечивает переход в режим дуг;
- `Close` – замыкает полилинию отрезком. Замыкающий отрезок существенно отличается от обычного, проведенного от конечной точки к начальной. Они по-разному обрабатываются при редактировании и сглаживании полилиний, а также при подрезке углов стыков широких сегментов. Практически всегда предпочтительно использовать замыкающие отрезки;
- `Halfwidth` – позволяет задать полуширину, то есть расстояние от осевой линии широкого сегмента до края;
- `Length` – задает длину сегмента, созданного как продолжение предыдущего в том же направлении;
- `Undo` – отменяет последний созданный сегмент;
- `Width` – позволяет задать ширину последующего сегмента. AutoCAD запрашивает начальную и конечную ширину. Введенное значение начальной ширины автоматически предлагается установить значением конечной ширины по умолчанию. Начальная и конечная точки широких линейных сегментов лежат на оси полилинии. Обычно угловые стыки смежных широких сегментов полилинии подрезаются; исключение составляют случаи, когда линейные сегменты не являются касательными к смежным дуговым сегментам, а также когда углы схождения очень острые или используются штрихпунктирные линии.

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

`Current line-width is 0.0000` – текущая ширина полилинии

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

`Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Second pt/Undo/Width]:` – указать конечную точку дуги

Ключи команды **PLINE** в режиме построения дуг:

- `Angle` – ввести центральный угол. По умолчанию дуга отрисовывается против часовой стрелки. Если требуется отрисовка дуги по часовой стрелке, необходимо задать отрицательное значение угла;

- `Center` – указать центр дуги;
- `Close` – замкнуть дугой;
- `Direction` – задать направление касательной;
- `Halfwidth` – определить полуширину полилинии;
- `Line` – перейти в режим построения отрезков;
- `Radius` – ввести радиус дуги;
- `Second pt` – указать вторую точку дуги по трем точкам. Если дуга не является первым сегментом полилинии, то она начинается в конечной точке предыдущего сегмента и по умолчанию проводится по касательной к нему;
- `Undo` – отменить последнюю точку;
- `Width` – определить ширину полилинии.

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

Пример. Построение полилинии с установкой толщины

Постройте полилинию, изображенную на рис. 8.6.

Запустите команду **PLINE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Polyline** или щелкнув на пиктограмме **Polyline** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

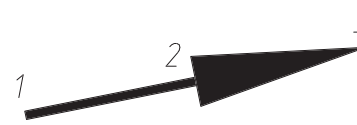


Рис. 8.6. Построение полилинии с установкой толщины

```
_PLINE
Specify start point: 40,10 – точка 1
Current line-width is 0.0000
Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: W – переход в режим установки ширины полилинии
Specify starting width <0.0000>: 0.5 – стартовая ширина
Specify ending width <0.5000>: 0.5 – конечная ширина
Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 50,12 – точка 2
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: W – переход в режим установки ширины полилинии
Specify starting width <0.5000>: 3 – стартовая ширина
Specify ending width <3.0000>: 0 – конечная ширина
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 60,14 – точка 3
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: – для завершения команды нажмите клавишу Enter
```

Выполните упражнение P1 из раздела 2.

Пример. Построение полилинии в режиме дуг

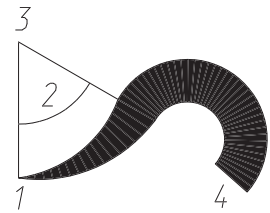


Рис. 8.7. Построение полилинии в режиме дуг

Постройте полилинию, изображенную на рис. 8.7.

Запустите команду **PLINE**, вызвав ее из падающего меню **Draw** → **Polyline** или щелкнув на пиктограмме **Polyline** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_PLINE
Specify start point: 40,8
Current line-width is 0.0000
Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: W
Specify starting width <0.0000>: 0
Specify ending width <0.0000>: 5
Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: A
Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/
Line/Radius/Second pt/Undo/Width]: A
Specify included angle: 60
Specify endpoint of arc or [CEnter/Radius]: CE
Specify center point of arc: 40,24
Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/
Line/Radius/Second pt/Undo/Width]: 65,8
Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/
Line/Radius/Second pt/Undo/Width]:
```

– точка 1
– переход в режим установки ширины полилинии
– стартовая ширина
– конечная ширина
– переход в режим построения дуги
– переход в режим задания углом
– величина угла 2
– переход в режим указания центра
– центр дуги 3
– конечная точка дуги 4
– для завершения команды нажмите клавишу **Enter**

Выполните упражнения P2–P4 и тест 3 из раздела 2.

Многоугольник



Команда **POLYGON**, обеспечивающая формирование правильного *многоугольника*, вызывается из падающего меню **Draw** → **Polygon** или щелчком на пиктограмме **Polygon** в группе **Draw** ленты **Home** (рис. 8.8).

Многоугольники представляют собой замкнутые полилинии; они могут иметь от 3 до 1024 сторон равной длины. Многоугольник можно построить, либо вписав

его в воображаемую окружность, либо описав вокруг нее, либо задав начало и конец одной из его сторон. Так как длины сторон многоугольников всегда равны, с их помощью легко строить квадраты и равносторонние треугольники.

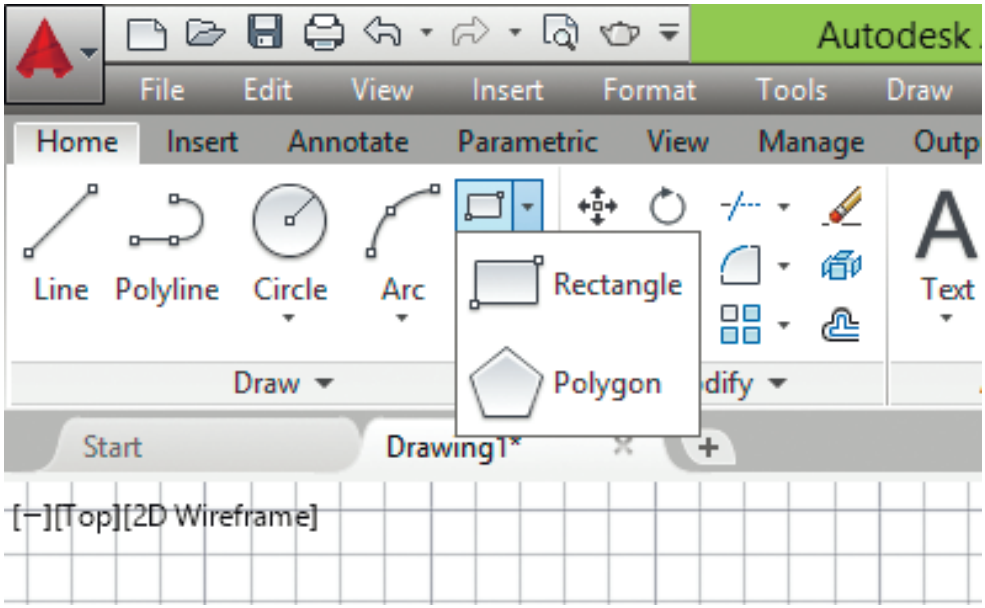


Рис. 8.8. Инструмент **Polygon** в группе **Draw** ленты **Home**

Запросы команды **POLYGON**:

`Enter number of sides <default>:` – указать количество сторон многоугольника

`Specify center of polygon or [Edge]:` – указать центр многоугольника

`Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>:` – задать ключ размещения

`Specify radius of circle:` – указать радиус окружности

Ключи команды **POLYGON**:

- `Inscribed in circle` – формирование многоугольника, вписанного в окружность. Вписанные многоугольники строятся, когда известно расстояние между центром многоугольника и его вершинами;
- `Circumscribed about circle` – формирование многоугольника, описанного вокруг окружности. Описанные многоугольники – когда известно расстояние между центром многоугольника и серединами его сторон. В обоих случаях это расстояние совпадает с радиусом окружности;
- `Edge` – указание одной стороны. При использовании этого ключа команда **POLYGON** выдает следующие запросы:

`Specify first endpoint of edge:` – указать первую точку стороны

`Specify second endpoint of edge:` – указать вторую конечную точку стороны

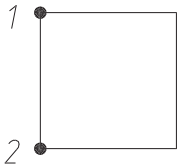


Рис. 8.9. Построение многоугольника по известной стороне

Пример. Построение многоугольника по известной стороне

Постройте квадрат, если известна его сторона, расположенная между точками 1 и 2 (рис. 8.9).

Запустите команду **POLYGON**, вызвав ее из падающего меню **Draw** → **Polygon** или щелкнув на пиктограмме **Polygon** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_POLYGON`

`Enter number of sides <10>: 4` – количество сторон

`Specify center of polygon or [Edge]: E` – переход в режим указания квадрата стороной

`Specify first endpoint of edge: 60,80` – точка 1

`Specify second endpoint of edge: 60,20` – точка 2



Выполните упражнение Pg1 из раздела 2.

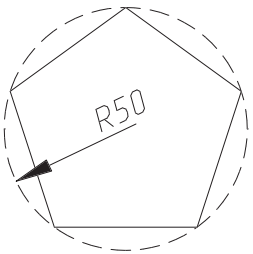


Рис. 8.10. Построение вписанного многоугольника

Пример. Построение многоугольника, вписанного в окружность

Постройте пятиугольник, вписанный в окружность (рис. 8.10).

Запустите команду **POLYGON**, вызвав ее из падающего меню **Draw** → **Polygon** или щелкнув на пиктограмме **Polygon** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_POLYGON`

`Enter number of sides <4>: 5` – количество сторон

`Specify center of polygon or [Edge]: 120,60` – центр пятиугольника

`Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: I` – переход в режим формирования многоугольника, вписанного в окружность

`Specify radius of circle: 50` – радиус окружности



Выполните упражнение Pg2 из раздела 2.

Пример. Построение многоугольника, описанного вокруг окружности

Постройте треугольник, описанный вокруг окружности (рис. 8.11).

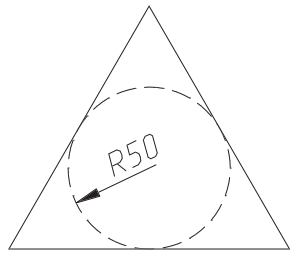


Рис. 8.11. Построение описанного многоугольника

Запустите команду **POLYGON**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Polygon** или щелкнув на пиктограмме **Polygon** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_POLYGON`

`Enter number of sides <4>: 3` – количество сторон

`Specify center of polygon or [Edge]: 120,60` – центр треугольника

`Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: C` – переход в режим формирования многоугольника, описанного вокруг окружности

`Specify radius of circle: 50` – радиус окружности



Выполните упражнение Pg3 из раздела 2.

Прямоугольник



Команда **RECTANG** формирует прямоугольник по двум противоположным углам. Вызывается из падающего меню **Draw → Rectangle** или щелчком на пиктограмме **Rectangle** в группе **Draw** ленты **Home**.

Запросы команды **RECTANG**:

`Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:` – указать первый угол прямоугольника

`Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:` – указать противоположный угол прямоугольника

Ключи команды `POLYGON`:

- `Chamfer` – формирует прямоугольник со скошенными углами. При этом команда выдает следующие запросы:

  `Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: C` – переход в режим фаски

  `Specify first chamfer distance for rectangles:` – указать длину первой фаски прямоугольника

  `Specify second chamfer distance for rectangles:` – указать длину второй фаски прямоугольника

`Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:` – указать первый угол прямоугольника
`Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:` – указать противоположный угол прямоугольника

- `Elevation` – задает уровень для прямоугольника. При этом команда выдает следующие запросы:

  `Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: E` – переход в режим задания уровня
  `Specify the elevation for rectangles:` – указать уровень прямоугольника
  `Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:` – указать первый угол прямоугольника
  `Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:` – указать противоположный угол прямоугольника

- `Fillet` – формирует прямоугольник со скругленными углами. При этом команда выдает следующие запросы:

  `Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: F` – переход в режим сопряжения
  `Specify fillet radius for rectangles:` – указать радиус сопряжения прямоугольника
  `Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:` – указать первый угол прямоугольника
  `Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:` – указать противоположный угол прямоугольника

- `Thickness` – формирует прямоугольник с заданной трехмерной высотой. При этом команда выдает следующие запросы:

  `Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: T` – переход в режим задания трехмерной высоты
  `Specify thickness for rectangles:` – указать значение трехмерной высоты прямоугольника
  `Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:` – указать первый угол прямоугольника
  `Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:` – указать противоположный угол прямоугольника

- `Width` – формирует прямоугольник с заданной шириной полилинии. При этом команда выдает следующие запросы:

  `Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: W` – переход в режим задания ширины полилинии прямоугольника
  `Specify line width for rectangles:` – указать значение ширины полилинии прямоугольника

`Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:` – указать первый угол прямоугольника

`Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:` – указать противоположный угол прямоугольника

- `Area` – создает прямоугольник с использованием значений площади, а также значений длины или ширины. Прим этом программа вычисляет другой размер и завершает построение прямоугольника. Если параметр `Chamfer` или `Fillet` включен, эффекты фаски или сопряжения на углах прямоугольника включаются в площадь. При этом команда выдает следующие запросы:

  `Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:` – указать первый угол прямоугольника

  `Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: A` – переход в режим задания площади прямоугольника

  `Enter area of rectangle in current units:` – указать площадь прямоугольника в текущих единицах

  `Calculate rectangle dimensions based on [Length/Width] <Length>: L` – указать вычислять размеры прямоугольника на основе параметра длины или ширины

  `Enter rectangle length:` – указать длину прямоугольника

- `Dimensions` – построение прямоугольника по заданным значениям длины и ширины. При этом команда выдает следующие запросы:

  `Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:` – указать первый угол прямоугольника

  `Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: D` – переход в режим построения прямоугольника по заданным значениям длины и ширины

  `Specify length for rectangles:` – указать длину прямоугольника

  `Specify width for rectangles:` – указать ширину прямоугольника

  `Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:` – указать противоположный угол прямоугольника

- `Rotation` – создает прямоугольник под заданным углом поворота. При этом команда выдает следующие запросы:

  `Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:` – указать первый угол прямоугольника

  `Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: R` – переход в режим задания угла

  `Specify rotation angle or [Pick points]:` – указать угол поворота или точки выбора

  `Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:` – указать противоположный угол прямоугольника



Выполните упражнения Re1–Re4 из раздела 2.

Эскиз

Команда **SKETCH** обеспечивает рисование *эскиза*, вызывается из командной строки.

Эскизы состоят из множества прямолинейных сегментов (рис. 8.12). Каждый сегмент представляет собой либо отдельный объект, либо отрезок полилинии. Имеется возможность задавать минимальную длину, или приращение сегментов. Эскизное рисование используется при формировании линий неправильной формы и при снятии копий с помощью дигитайзера. Состоящие из множества маленьких линейных сегментов эскизы позволяют рисовать с достаточно высокой точностью, но при этом резко возрастает объем файла рисунка. Поэтому данное средство следует применять только в крайнем случае.

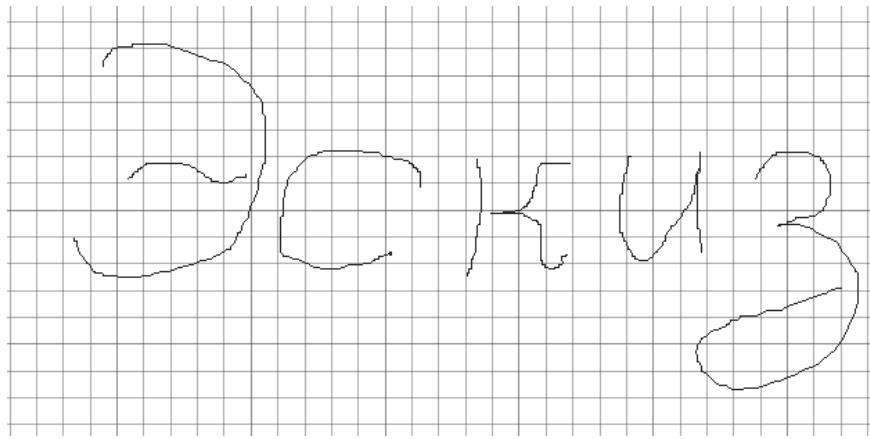


Рис. 8.12. Пример эскизной линии

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

Запросы команды **SKETCH**:

```
Record increment <default>: – указать приращение
Sketch. Pen eXit Quit Record Erase Connect.
```

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

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



Выполните упражнение Sk1 из раздела 2.

Глава 9

Построение криволинейных объектов

Дуга 214
Окружность 220
Кольцо 227
Сплайн 228
Эллипс 231
Облако 234

Дуга

Команда **ARC**, формирующая *дугу*, вызывается из падающего меню **Draw** → **Arc** или щелчком на пиктограмме **Arc** в группе **Draw** ленты **Home** рабочего пространства **Drafting & Annotation** (рис. 9.1, 9.2).

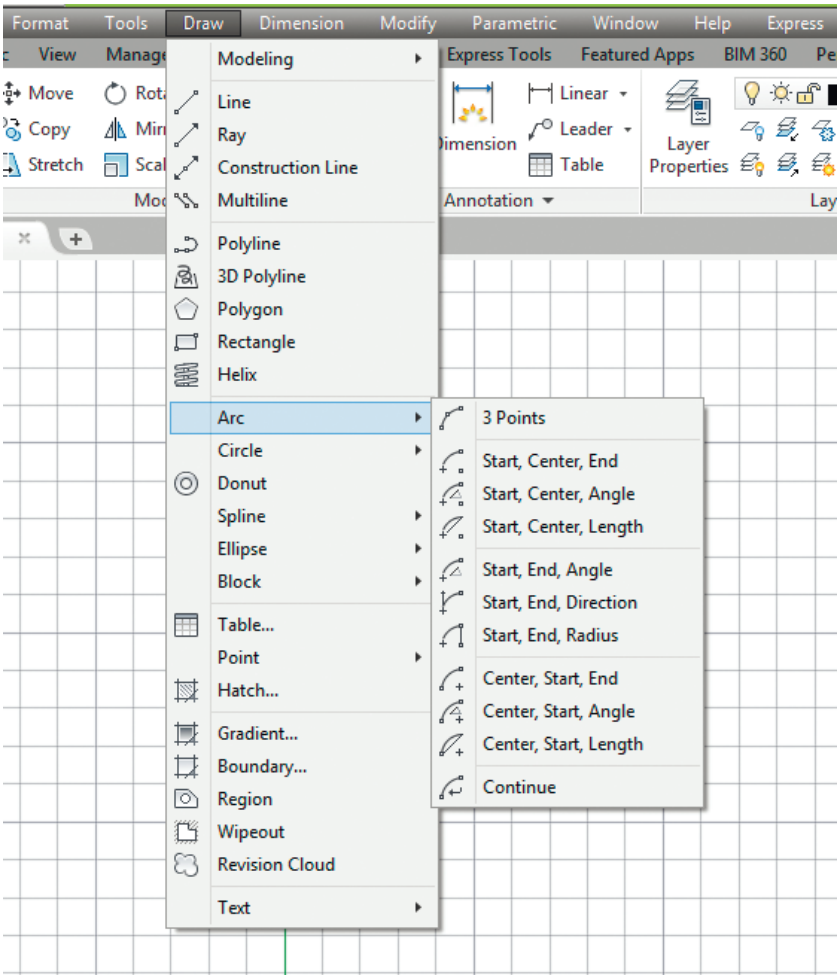


Рис. 9.1. Команда построения дуги в падающем меню

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

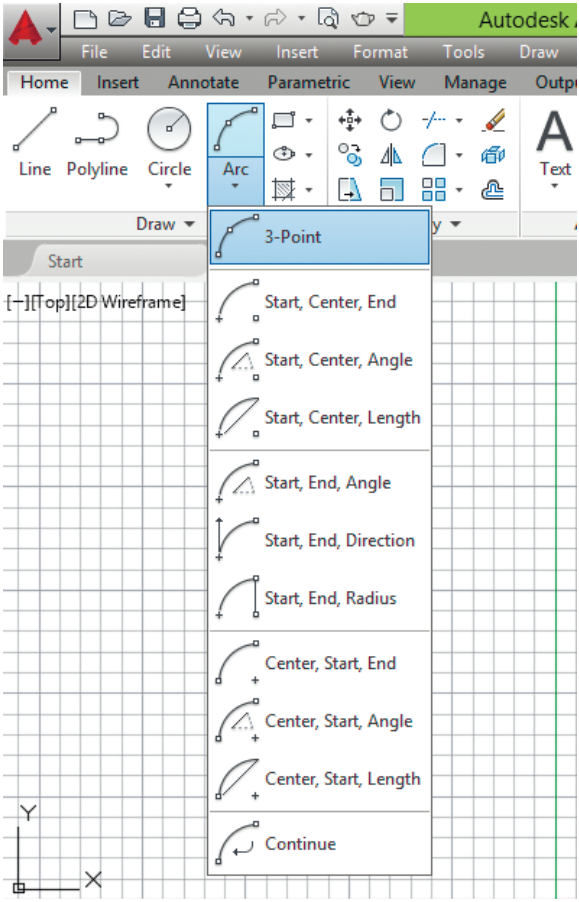


Рис. 9.2. Варианты команды построения дуги

Запросы команды **ARC**:

`Specify start point of arc or [Center]:` – указать начальную точку дуги

`Specify second point of arc or [Center/End]:` – указать вторую точку дуги

`Specify end point of arc:` – указать конечную точку дуги

Ключи команды **ARC**:

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

Существует несколько способов построения дуги при помощи команды ARC:



3 Points – построение дуги по трем точкам, лежащим на дуге;



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

`Specify start point of arc or [Center]:` – указать начальную точку дуги
`Specify second point of arc or [Center/End]: C` – переход в режим построения дуги по центру
`Specify center point of arc:` – указать центр дуги
`Specify end point of arc or [Angle/chord Length]:` – указать конечную точку дуги



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

`Specify start point of arc or [Center]:` – указать начальную точку дуги
`Specify second point of arc or [Center/End]: C` – переход в режим построения дуги по центру
`Specify center point of arc:` – указать центр дуги
`Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: A` – переход в режим построения дуги по углу
`Specify included angle:` – указать центральный угол



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

`Specify start point of arc or [Center]:` – указать начальную точку дуги
`Specify second point of arc or [Center/End]: C` – переход в режим построения дуги по центру
`Specify center point of arc:` – указать центр дуги
`Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: L` – переход в режим построения дуги по длине хорды
`Specify length of chord:` – указать длину хорды



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

`Specify start point of arc or [Center]:` – указать начальную точку дуги
`Specify second point of arc or [Center/End]: E` – переход в режим построения дуги по конечной точке
`Specify end point of arc:` – указать конечную точку дуги
`Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]: A` – переход в режим построения дуги по углу
`Specify included:` – указать центральный угол



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

`Specify start point of arc or [Center]:` – указать начальную точку дуги
`Specify second point of arc or [Center/End]: E` – переход в режим построения дуги по конечной точке
`Specify end point of arc:` – указать конечную точку дуги
`Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]: D` – переход в режим построения дуги по направлению касательной
`Specify tangent direction for the start point of arc:` – указать направление касательной от начальной точки дуги



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

`Specify start point of arc or [Center]:` – указать начальную точку дуги
`Specify second point of arc or [CEnter/ENd]: E` – переход в режим построения дуги по конечной точке
`Specify end point of arc:` – указать конечную точку дуги
`Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]: R` – переход в режим построения дуги по радиусу
`Specify radius of arc:` – указать радиус дуги



Center, Start, End – построение дуги по центру, стартовой и конечной точкам. Запросы:

`Specify start point of arc or [Center]: C` – переход в режим построения дуги по центру
`Specify center point of arc:` – указать центр дуги

`Specify start point of arc:` – указать начальную точку дуги
`Specify end point of arc or [Angle/chord Length]:` – указать конечную точку дуги



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

`Specify start point of arc or [Center]: C` – переход в режим построения дуги по центру
`Specify center point of arc:` – указать центр дуги
`Specify start point of arc:` – указать начальную точку дуги
`Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: A` – переход в режим построения дуги по углу
`Specify included angle:` – указать центральный угол



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

`Specify start point of arc or [Center]: C` – переход в режим построения дуги по центру
`Specify center point of arc:` – указать центр дуги
`Specify start point of arc:` – указать начальную точку дуги
`Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: L` – переход в режим построения дуги по длине хорды
`Specify length of chord:` – указать длину хорды



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

`Specify start point of arc or [Center]:` – указать начальную точку дуги
`Specify end point of arc:` – указать конечную точку дуги

Пример. Построение дуги по трем точкам

Постройте дугу по варианту **3 Points** – рис. 9.3.

Запустите команду **ARC**, вызвав ее из падающего меню **Draw** → **Arc** → **3 Points** или щелкнув на пиктограмме **Arc** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

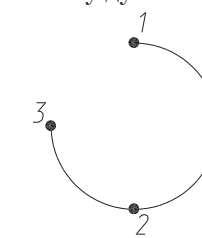


Рис. 9.3. Построение дуги по трем точкам

```
_ARC
Specify start point of arc or [Center]: 50,80 – точка 1
Specify second point of arc or [Center/End]: 50,20 – точка 2
Specify end point of arc: 20,50 – точка 3
```

Выполните упражнение А1 из раздела 2.

Пример. Построение дуги по стартовой точке, центру и углу

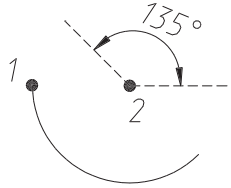


Рис. 9.4. Построение дуги по стартовой точке, центру и углу

Постройте дугу по варианту **Start, Center, Angle** – рис. 9.4.

Запустите команду **ARC**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Arc → Start, Center, Angle** или щелкнув на пиктограмме **Arc** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_ARC
Specify start point of arc or [Center]: 20,50 – точка 1
Specify second point of arc or [Center/End]: C – переход в режим построения дуги по центру
Specify center point of arc: 50,50 – точка 2
Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: A – переход в режим построения дуги по углу
Specify included angle: 135 – угол
```

Выполните упражнение А2 из раздела 2.

Пример. Построение дуги по стартовой точке, конечной точке и радиусу

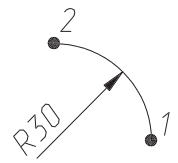


Рис. 9.5. Построение дуги по стартовой точке, конечной точке и радиусу

Постройте дугу по варианту **Start, End, Radius** – рис. 9.5.

Запустите команду **ARC**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Arc → Start, End, Radius** или щелкнув на пиктограмме **Arc** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_ARC
Specify start point of arc or [Center]: 80,50 – точка 1
Specify second point of arc or [Center/End]: E – переход в режим построения дуги по конечной точке
Specify end point of arc: 50,80 – точка 2
```

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

`Specify radius of arc: 30` – радиус дуги



Выполните упражнения А3–А5 из раздела 2.

Окружность



Команда **CIRCLE**, формирующая *окружность*, вызывается из падающего меню **Draw → Circle** или щелчком на пиктограмме **Circle** в группе **Draw** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation** (рис. 9.6, 9.7).

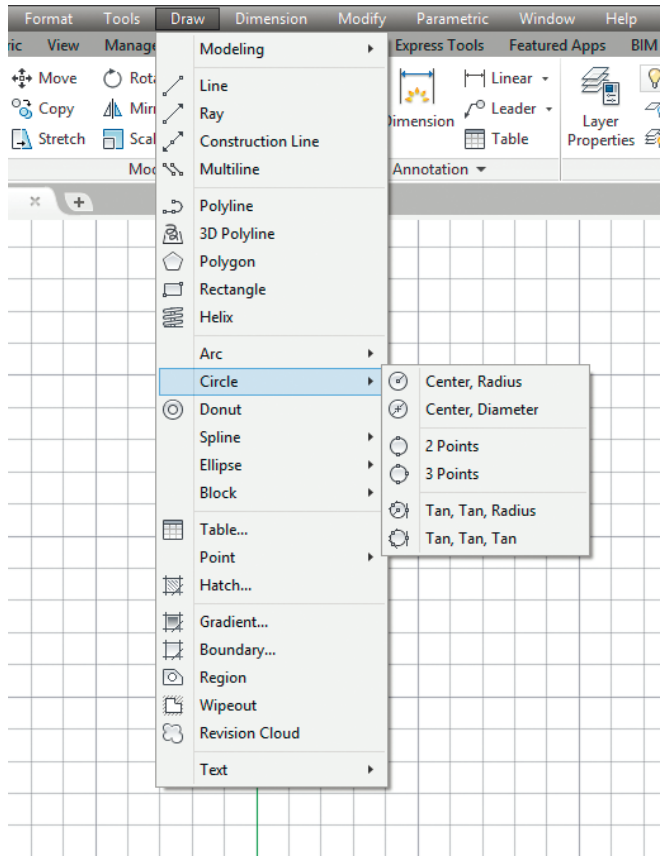


Рис. 9.6. Команда построения окружности в падающем меню

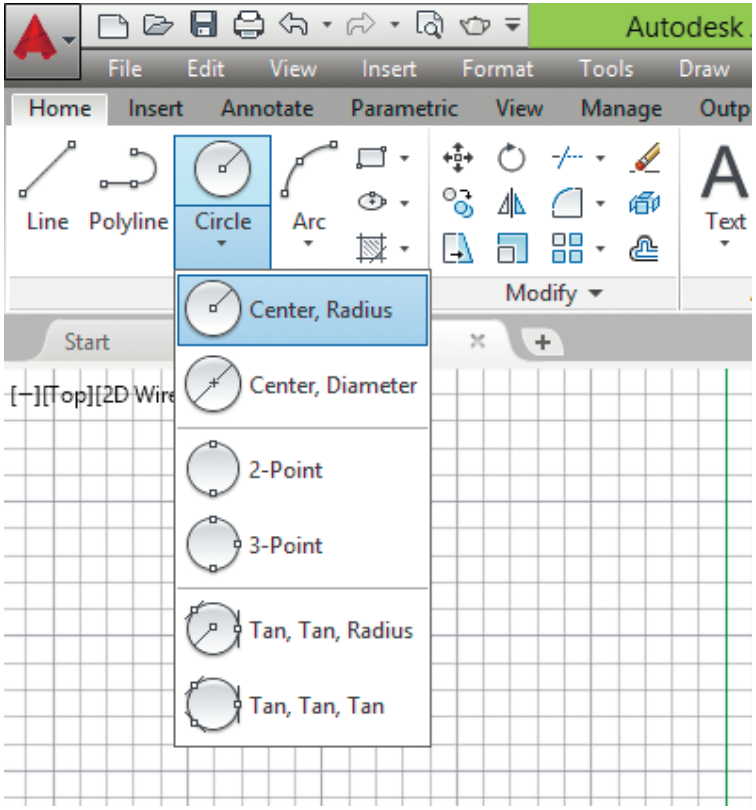


Рис. 9.7. Команда формирования окружности в рабочем пространстве Drafting & Annotation

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

Запросы команды **CIRCLE**:

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

`Specify radius of circle or [Diameter]:` – указать радиус

Ключи команды **CIRCLE**:



`Center,Diameter` – строит окружность по центру и диаметру. При этом команда **CIRCLE** выдает следующие запросы:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: – указать центр окружности
Specify radius of circle or [Diameter]: _d – переход в режим построения окружности по диаметру
Specify diameter of circle: – указать диаметр



2-Point – строит окружность по двум точкам, лежащим на диаметре. При этом команда **CIRCLE** выдает следующие запросы:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 2P – переход в режим построения окружности по двум точкам
Specify first end point of circle's diameter: – указать первую конечную точку диаметра
Specify second end point of circle's diameter: – указать вторую конечную точку диаметра



3-Point – строит окружность по трем точкам, лежащим на окружности. При этом команда **CIRCLE** выдает следующие запросы:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 3P – переход в режим построения окружности по трем точкам
Specify first point on circle: – указать первую точку окружности
Specify second point on circle: – указать вторую точку окружности
Specify third point on circle: – указать третью точку окружности



Tan,Tan,Radius – строит окружность по двум касательным и радиусу. При этом команда **CIRCLE** выдает следующие запросы:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: TTR – переход в режим построения окружности по двум касательным и радиусу
Specify point on object for first tangent of circle: – указать точку на объекте, задающую первую касательную
Specify point on object for second tangent of circle: – указать точку на объекте, задающую вторую касательную
Specify radius of circle <default>: – указать радиус окружности



Tan,Tan,Tan – строит окружность, касательную к трем объектам. При этом команда **CIRCLE** выдает следующие запросы:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: _3p – переход в режим построения окружности, касательной к трем объектам

`Specify first point on circle: _tan to` – указать точку на объекте, задающую первую касательную

`Specify second point on circle: _tan to` – указать точку на объекте, задающую вторую касательную

`Specify third point on circle: _tan to` – указать точку на объекте, задающую третью касательную

Пример. Построение окружности по центру и радиусу

Постройте окружность по центру и радиусу (рис. 9.8).

Запустите команду **CIRCLE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Circle → Center, Radius** или щелкнув на пиктограмме **Circle → Center, Radius** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_CIRCLE`

`Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 50,50` – точка центра окружности

`Specify radius of circle or [Diameter] <50>: 30` – радиус окружности

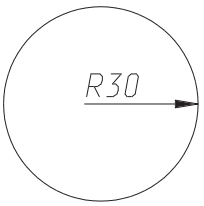


Рис. 9.8. Построение окружности по центру и радиусу



Выполните упражнение С1 из раздела 2.

Пример. Построение окружности по двум точкам диаметра

Постройте окружность по двум точкам диаметра (рис. 9.9).

Запустите команду **CIRCLE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Circle → 2 Points** или щелкнув на пиктограмме **Circle → 2-Point** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_CIRCLE`

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

`Specify first end point of circle's diameter: 50,80` – точка 1

`Specify second end point of circle's diameter: 50,20` – точка 2

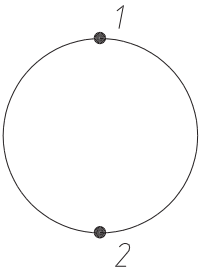


Рис. 9.9. Построение окружности по двум точкам диаметра



Выполните упражнение С2 из раздела 2.

Пример. Построение окружности по трем точкам

Постройте окружность по трем точкам (рис. 9.10).

Запустите команду **CIRCLE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Circle → 3 Points** или щелкнув на пиктограмме **Circle → 3-Point** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

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

```
Specify first point on circle: 50,80
```
– точка 1

```
Specify second point on circle: 50,20
```
– точка 2

```
Specify third point on circle: 20,50
```
– точка 3

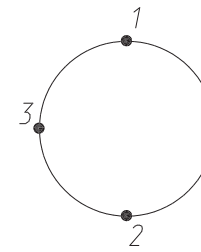


Рис. 9.10. Построение окружности по трем точкам



Выполните упражнение С3 из раздела 2.

Пример. Построение окружности, касательной двум примитивам

Постройте несколько изображенных пунктирной линией вариантов окружности, касательной отрезку и окружности (рис. 9.11).

Запустите команду **CIRCLE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Circle → Tan, Tan, Radius** или щелкнув на пиктограмме **Circle → Tan, Tan, Radius** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

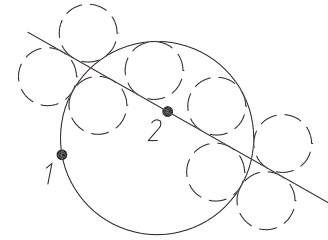


Рис. 9.11. Построение окружности, касательной двум примитивам

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

```
Specify point on object for first tangent of circle:
```
– точка 1

```
Specify point on object for second tangent of circle:
```
– точка 2

```
Specify radius of circle: 15
```
– радиус касательной окружности

Местоположение строящейся окружности зависит от того, в каком месте указываются точка 1, принадлежащая большей окружности, и точка 2, принадлежащая отрезку.



Выполните упражнение С4 из раздела 2.

Пример. Построение окружности, касательной двум другим окружностям

Постройте два изображенных пунктирной линией варианта окружности, касательной двум другим окружностям (рис. 9.12).

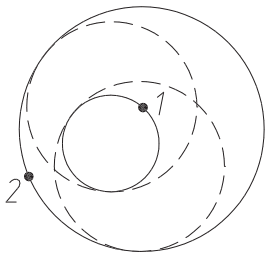


Рис. 9.12. Построение окружности, касательной двум другим окружностям

Запустите команду **CIRCLE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Circle → Tan, Tan, Radius** или щелкнув на пиктограмме **Circle → Tan, Tan, Radius** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_CIRCLE`

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

`Specify point on object for first tangent of circle:` – точка 1

`Specify point on object for second tangent of circle:` – точка 2

`Specify radius of circle: 50` – радиус касательной окружности

Местоположение строящейся окружности зависит от того, в каком месте указываются точки 1 и 2.



Выполните упражнение С5 из раздела 2.

Пример. Построение окружности, касательной прямой

Постройте окружность, касательную по центру и радиусу, изображенную пунктирной линией (рис. 9.13). При указании центра и радиуса используйте объектную привязку.

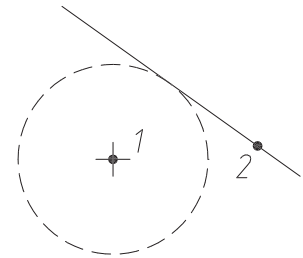


Рис. 9.13. Построение окружности, касательной прямой

Запустите команду **CIRCLE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Circle → Center, Radius** или щелкнув на пиктограмме **Circle → Center, Radius** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_CIRCLE`

`Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: INTERSECTION` – укажите точку центра окружности с объектной привязкой к пересечению

`Specify radius of circle or [Diameter] <50>: TANGENT` – укажите радиус окружности с объектной привязкой к точке касания



Выполните упражнение С6 из раздела 2.

Пример. Построение окружности по двум точкам диаметра, лежащим на концах отрезка

Постройте окружность, изображенную пунктирной линией, по двум точкам диаметра (рис. 9.14). При указании точек используйте объектную привязку.

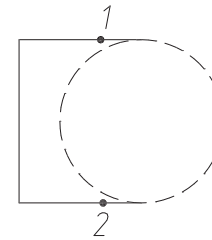


Рис. 9.14. Построение окружности по двум точкам диаметра, лежащим на концах отрезка

Запустите команду **CIRCLE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Circle → 2 Points** или щелкнув на пиктограмме **Circle → 2-Point** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

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

```
Specify first end point of circle's diameter: ENDPOINT
```
– укажите точку 1

```
Specify second end point of circle's diameter: ENDPOINT
```
– укажите точку 2



Выполните упражнение С7 из раздела 2.

Пример. Построение концентрической окружности

Постройте концентрическую окружность, изображенную пунктирной линией, по центру и радиусу (рис. 9.15). При указании центра используйте объектную привязку.

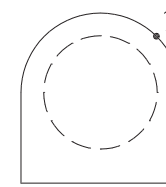


Рис. 9.15. Построение концентрической окружности

Запустите команду **CIRCLE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Circle → Center, Radius** или щелкнув на пиктограмме **Circle → Center, Radius** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_CIRCLE
Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: CENTER
```
– укажите на точку 1 с объектной привязкой к центру дуги, для определения центра окружности

```
Specify radius of circle or [Diameter] <50>: 50
```
– радиус окружности



Выполните упражнение С8 и тест 2 из раздела 2.

Кольцо



Команда **DONUT**, формирующая *кольца*, вызывается из падающего меню **Draw → Donut** или щелчком на пиктограмме **Donut** в группе **Draw** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

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

Текущее значение внутреннего диаметра кольца хранится в системной переменной `DONUTID`, а значение внешнего диаметра – в переменной `DONUTOD`. Закраской колец и широких полилиний управляет системная переменная `FILLMODE`.

Запросы команды **DONUT**:

`Specify inside diameter of donut <default>:` – указать внутренний диаметр кольца

`Specify outside diameter of donut <default>:` – указать внешний диаметр кольца

`Specify center of donut or <exit>:` – указать центр кольца

`Specify center of donut or <exit>:` – указать центр кольца

`Specify center of donut or <exit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения команды

Пример. Построение кольца

Постройте несколько колец-«бубликов» (рис. 9.16).

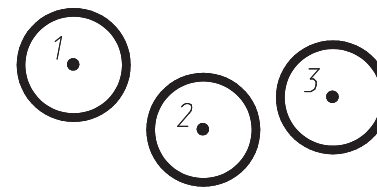


Рис. 9.16. Построение кольца

Запустите команду **DONUT**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Donut** или щелкнув на пиктограмме **Donut** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_DONUT
Specify inside diameter of donut <20.0000>: 30 – внутренний диаметр кольца
Specify outside diameter of donut <40.0000>: 35 – внешний диаметр кольца
Specify center of donut or <exit>: 10,60 – центр 1-го кольца
Specify center of donut or <exit>: 50,40 – центр 2-го кольца
Specify center of donut or <exit>: 90,50 – центр 3-го кольца
```

`Specify center of donut or <exit>:` – для завершения команды нажмите клавишу **Enter**



Выполните упражнение Do1 из раздела 2.

Сплайн

Команда **SPLINE**, формирующая *сплайн*, вызывается из падающего меню **Draw** → **Spline** или щелчком на пиктограммах **Spline Fit** или **Spline CV** в группе **Draw** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation** (рис. 9.17, 9.18).

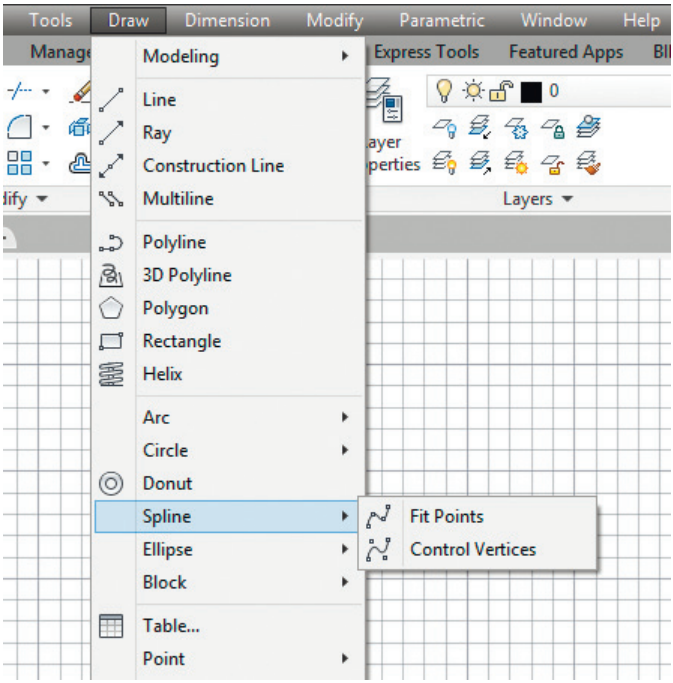


Рис. 9.17. Команда построения сплайна в падающем меню

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

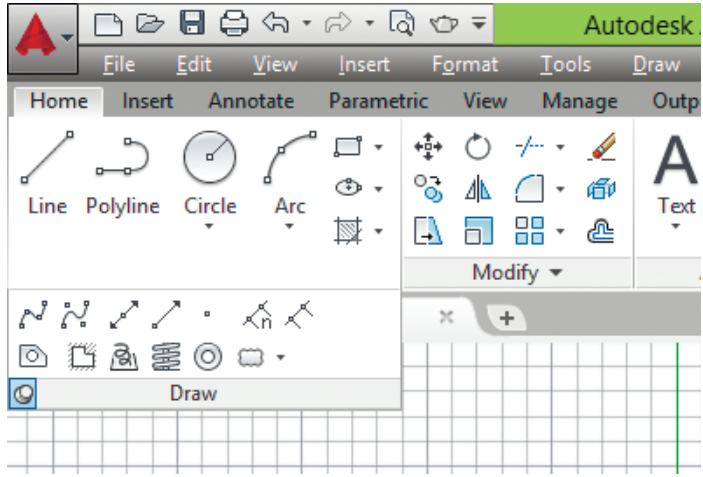


Рис. 9.18. Команда построения сплайна в рабочем пространстве Drafting & Annotation

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

AutoCAD предлагает два способа создания сплайнов: с помощью определяющих точек или управляющих вершин.

`Fit Points` – построение сплайна путем задания определяющих точек. При этом команда выдает запросы:

`Current settings: Method=… Knots=…` – текущие настройки
`Specify first point or [Method/Knots/Object]: _M` – переход в режим выбора метода построения
`Enter spline creation method [Fit/CV]: _FIT` – переход в режим построения определяющих точек
`Current settings: Method=Fit Knots=Chord` – текущие настройки
`Specify first point or [Method/Knots/Object]:` – указать первую точку
`Enter next point or [start Tangency/toLerance]:` – указать следующую точку
`Enter next point or [end Tangency/toLerance/Undo/Close]:` – указать следующую точку
`Enter next point or [end Tangency/toLerance/Undo/Close]:` – указать следующую точку
. . .



`Control Vertices` – построение сплайна путем задания управляющих вершин. Этот способ является предпочтительным, если требуется создать геометрию для работы с 3D NURBS-поверхностями. При этом команда выдает запросы:

```
Current settings: Method=…   Knots=… – текущие настройки
Specify first point or [Method/Knots/Object]: _M – переход в режим выбора метода построения
Enter spline creation method [Fit/CV]: _CV – переход в режим построения управляющих вершин
Current settings: Method=CV   Degree=3 – текущие настройки
Specify first point or [Method/Degree/Object]: – указать первую точку
Enter next point: – указать следующую точку
Enter next point or [Close/Undo]: – указать следующую точку
Enter next point or [Close/Undo]: – указать следующую точку
...
```

Ключи команды **SPLINE**:

- `Method` – управление способом создания сплайна (системная переменная `SPLMETHOD`);
- `Degree` – определение максимального количества изгибов на каждом участке (от 1 до 3);
- `Knots` – применение узловой параметризации, влияющей на форму кривой при ее прохождении через определяющую точку (системная переменная `SPLKNOTS`);
- `Chord` – нумерация точек для редактирования с использованием десятичных значений, соответствующих их местоположению на кривой;
- `Square root` – нумерация точек для редактирования на основе значения, равного квадратному корню из длины хорды между последовательными узлами;
- `Uniform` – нумерация точек для редактирования с использованием последовательных целых чисел;
- `Object` – преобразование сглаженных сплайнами двухмерных и трехмерных полилиний в эквивалентные им сплайны;
- `Fit` – построение сплайна путем задания определяющих точек;
- `CV` – построение сплайна путем задания управляющих вершин;
- `start Tangency` – создание сплайнов на основе направления касательной;
- `end Tangency` – завершение создания сплайнов на основе направления касательной;
- `tolerance` – определение расстояния-допуска, на котором сплайн должен проходить от заданных определяющих точек;
- `Undo` – отмена последней заданной точки;

- `Close` – замкнуть сплайн. При этом команда выдает запрос на указание направления касательной.

Сплайн строится путем указания координат определяющих точек. Сплайны могут быть замкнутыми; при этом совпадают как сами конечная и начальная точки, так и направления касательных в них. Кроме того, в ходе построения можно изменять допуск сплайновой аппроксимации – величину, определяющую, насколько близко проходит сплайн к указанным определяющим точкам. Чем меньше значение допуска, тем ближе сплайн к определяющим точкам; при нулевом допуске он проходит прямо через них.

Эллипс

Команда **ELLIPSE**, обеспечивающая формирование *эллипса*, вызывается из падающего меню **Draw → Ellipse** или щелчком на соответствующих пиктограммах в группе **Draw** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation** (рис. 9.19, 9.20).

Имеется возможность строить эллипсы и эллиптические дуги, причем с математической точки зрения эти объекты – действительно эллипсы, а не какие-либо аппроксимирующие их кривые. Самая длинная ось эллипса называется его *большой осью*, самая короткая – *малой*. Оси могут определяться в любом порядке.

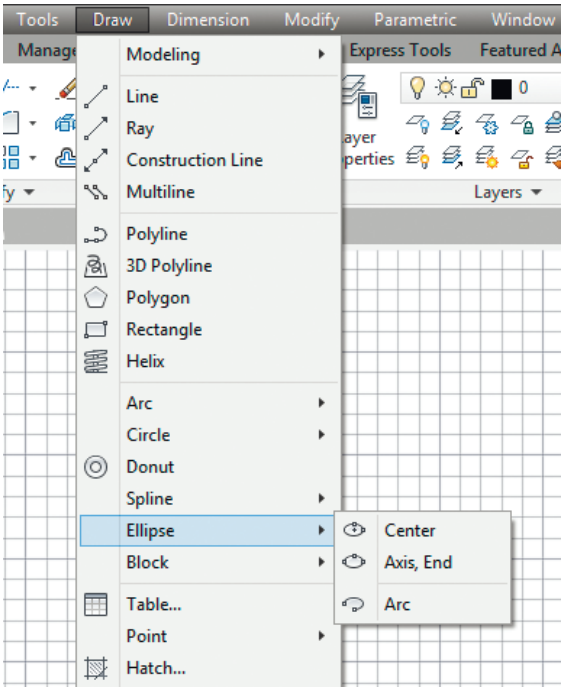


Рис. 9.19. Команда построения эллипса в падающем меню

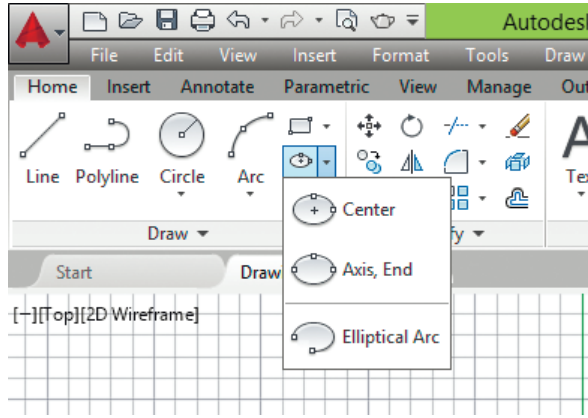


Рис. 9.20. Инструменты формирования эллипса в рабочем пространстве Drafting & Annotation

Способы формирования эллипса:



`Center` – создание эллипса с помощью точки центра, конечной точки первой оси и длины второй оси. При этом команда выдает запросы:

`Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: _c` – переход в режим указания точки центра
`Specify center of ellipse:` – указать точку центра эллипса
`Specify endpoint of axis:` – указать конечную точку оси эллипса
`Specify distance to other axis or [Rotation]:` – указать длину другой оси



`Axis,End` – построение эллипса путем указания начальной и конечной точек первой оси, а также половины длины второй оси. При этом команда выдает запросы:

`Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]:` – указать конечную точку оси эллипса
`Specify other endpoint of axis:` – указать вторую конечную точку оси
`Specify distance to other axis or [Rotation]:` – указать длину другой оси



`Elliptical Arc` – построение эллиптической дуги. При этом команда выдает запросы:

`Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: _a` – переход в режим построения эллиптической дуги
`Specify axis endpoint of elliptical arc or [Center]:` – указать конечную точку оси эллиптической дуги

`Specify other endpoint of axis:` – указать вторую конечную точку оси

`Specify distance to other axis or [Rotation]:` – указать длину другой оси

`Specify start angle or [Parameter]:` – указать начальный угол

`Specify end angle or [Parameter/Included angle]:` – указать конечный угол

Ключи команды **ELLIPSE**.

- `Arc` – режим построения эллиптических дуг. По умолчанию эллиптические дуги, как и эллипсы, строятся путем указания конечных точек первой оси и половины длины второй. После этого задаются начальный и конечный углы. Нулевым углом считается направление от центра эллипса вдоль его большой оси. Направление возрастания угла определяется значением системной переменной `ANGDIR`. Если она равна `0`, то возрастание угла происходит при движении против часовой стрелки; если `1` – по часовой стрелке. Если начальный и конечный углы совпадают, строится полный эллипс. Вместо конечного угла можно указать центральный угол дуги, измеренный от начальной точки.
- `Center` – указание центра эллипса.
- `Rotation` – режим построения эллипса указанием поворота относительно главной оси.
- `Parameter` – эллиптическая дуга строится на основании параметрического векторного уравнения.
- `Included angle` – задание внутреннего угла эллиптической дуги.

Пример. Построение эллипса по двум осям

Постройте эллипс по конечным точкам первой оси и половине длины второй оси (рис. 9.21).

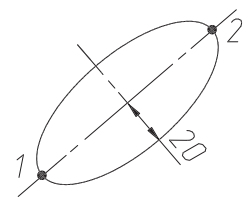


Рис. 9.21.
Построение эллипса

Запустите команду **ELLIPSE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Ellipse → Axis,End** или щелкнув на пиктограмме **Axis,End** в группе **Draw** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_ELLIPSE`

`Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: 10,20` – начало первой оси эллипса

`Specify other endpoint of axis: 80,80` – конечная точка первой оси эллипса

`Specify distance to other axis or [Rotation]: 20` – половина длины второй оси эллипса



Выполните упражнение El1 из раздела 2.

Облако



Команда **REVCLOUD** предназначена для формирования *облака*, вызывается из падающего меню **Draw → Revision Cloud** или щелчком на соответствующих пиктограммах в группе **Draw** ленты **Home** (рис. 9.22).

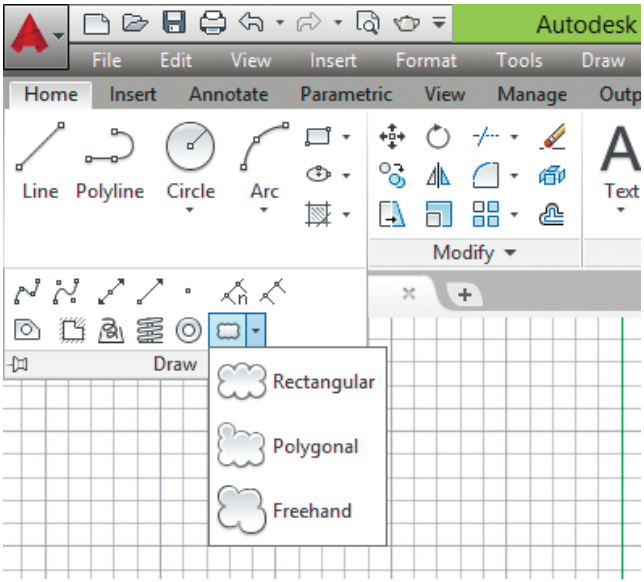


Рис. 9.22. Инструменты формирования облака в рабочем пространстве Drafting & Annotation

Геометрический объект «облако», использующийся для нанесения различных пояснительных надписей и пометок к элементам чертежа, представляет собой полилинию с дуговыми сегментами (рис. 9.23).

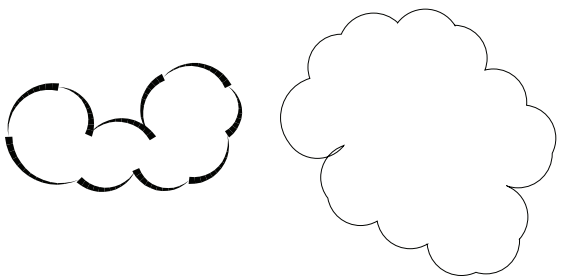


Рис. 9.23. Построение облака

Запросы команды **REVCLOUD**:

`Minimum arc length: 15 Maximum arc length: 15 Style: Normal` – значения максимальной и минимальной длины дуги и установленный стиль

`Specify first point or [Arc length/Object/ Rectangular/Polygonal/ Freehand/Style/Modify] <Object>:` – указать начальную точку или ввести ключ

`Guide crosshairs along cloud path...` – провести курсор по контуру облака

`Revision cloud finished.` – облако построено

Ключи команды **REVCLOUD**:

- `Arc length` – режим указания значения максимальной и минимальной длины дуги. Запросы:

  `Minimum arc length: 15 Maximum arc length: 15 Style: Normal` – значения максимальной и минимальной длины дуги и установленный стиль

  `Specify first point or [Arc length/Object/ Rectangular/Polygonal/ Freehand/Style/Modify] <Object>: A` – указать начальную точку или ввести ключ

  `Specify minimum length of arc:` – указать минимальную длину дуги

  `Specify maximum length of arc:` – указать максимальную длину дуги

  `Guide crosshairs along cloud path...` – провести курсор по контуру облака

  `Revision cloud finished.` – облако построено

- `Object` – преобразование объекта в облако. Запросы:

  `Minimum arc length: 15 Maximum arc length: 15 Style: Normal` – значения максимальной и минимальной длины дуги и установленный стиль

  `Specify first point or [Arc length/Object/ Rectangular/Polygonal/ Freehand/Style/Modify] <Object>: O` – переход в режим преобразования объекта

  `Select object:` – выбрать преобразуемый объект

  `Reverse direction [Yes/No] <No>:` – указать, изменить ли направление на противоположное

  `Revision cloud finished.` – облако построено

- `Rectangular` – формирование прямоугольного облака путем указания противоположных углов.
- `Polygonal` – формирование полигонального облака путем указания трех или более точек в качестве его вершин.
- `Freehand` – формирование произвольного облака путем рисования его «от руки».
- `Style` – стиль

  `Minimum arc length: 15 Maximum arc length: 15 Style: Normal` – значения максимальной и минимальной длины дуги и установленный стиль

`Specify first point or [Arc length/Object/Rectangular/Polygonal/Freehand/Style/Modify] <Object>: S` – переход в режим задания стиля

`Select arc style [Normal/Calligraphy] <Normal>:` – определить стиль дуг

`Arc style = Calligraphy` – выбранный стиль дуг

`Specify first point or [Arc length/Object/Rectangular/Polygonal/Freehand/Style/Modify] <Object>:` – указать начальную точку или ввести ключ

`Guide crosshairs along cloud path...` – провести курсор по контуру облака

`Revision cloud finished.` – облако построено

Команда **REVCLOUD** не поддерживает прозрачное панорамирование и масштабирование в режиме реального времени.

Глава 10

Построение сложных объектов

Текстовые стили 238
Однострочный текст 240
Многострочный текст 245
Блок 255
Создание блока.....256
Вставка блока.....260
Разбиение блока 262
Динамический блок.....262
Редактор блоков.....263
Палитры вариаций блоков 269
Атрибуты блока 277
Таблицы 289

Текстовые стили

С каждой текстовой надписью в AutoCAD связан некоторый *текстовый стиль*. При нанесении надписей используется текущий стиль, в котором заданы шрифт, высота, угол поворота, ориентация и другие параметры. В одном рисунке можно создавать и использовать несколько текстовых стилей, причем их быстрое копирование из одного рисунка в другой обеспечивается благодаря Центру управления. Текстовые стили представляют собой неграфические объекты, которые также хранятся в файле рисунка. Все текстовые стили, кроме **Standard**, пользователь создает по своему желанию.

Команды формирования текстовых надписей, создания новых и редактирования имеющихся стилей находятся в группе **Annotation** ленты **Home**, или в группе **Text** ленты **Annotate** рабочего пространства **Drafting & Annotation** (рис. 10.1, 10.2).

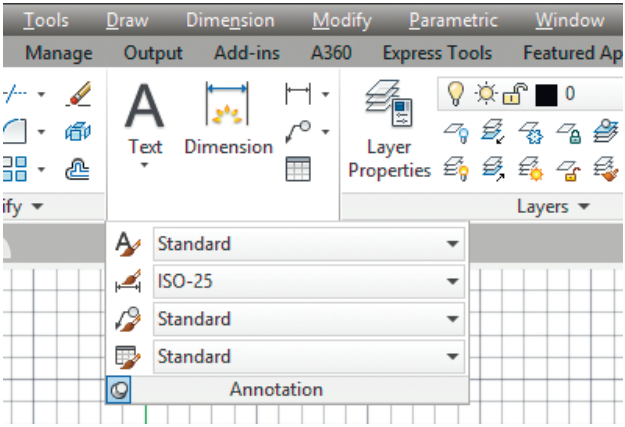


Рис. 10.1. Инструменты формирования текстовых надписей

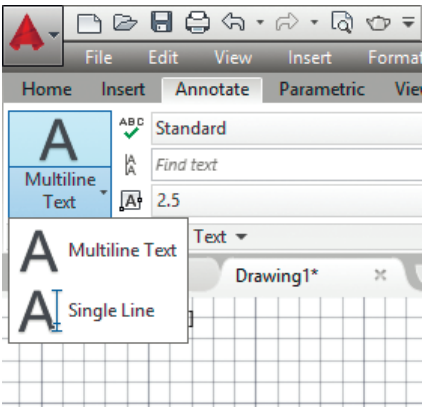


Рис. 10.2. Инструменты формирования текста на ленте Home



Создание и модификация текстового стиля производятся в диалоговом окне **Text Style**, вызываемом из падающего меню **Format → Text Style...** или щелчком на пиктограмме **Text Style...** в группе **Annotation** ленты **Home** (рис. 10.3).

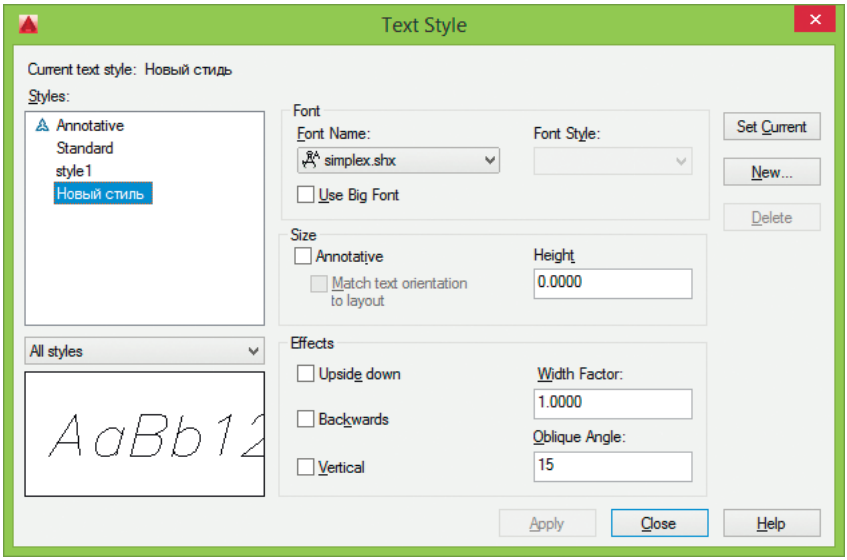


Рис. 10.3. Диалоговое окно текстовых стилей

Для создания нового стиля необходимо щелкнуть на кнопке **New...** – при этом будет загружено диалоговое окно **New Text Style**. Здесь вводится имя создаваемого стиля, которое может содержать до 255 символов. Ему присваиваются значения параметров, первоначально заданные текущему текстовому стилю в окне **Text Style** и, как правило, нуждающиеся в изменении.

- В области **Styles:** отображается список текстовых стилей данного чертежа. Для изменения имени существующего текстового стиля необходимо установить курсор на его имя и щелкнуть левой кнопкой мыши, далее ввести необходимое изменение.
- В области **Font** определяются следующие параметры шрифта:
  - в списке **SHX Font:** следует выбрать подходящий шрифт, определяющий форму текстовых символов (например, **simplex.shx**). В списке присутствуют как откомпилированные SHX-шрифты AutoCAD, так и системные шрифты TrueType;
  - в списке **Font Style:** определяется начертание символов шрифта (курсив, полужирный или обычный);
  - флажок **Use Big Font** – использование большого шрифта (для азиатских языков). Опция доступна, только если основным является SHX-шрифт.

При этом список **Font Style:** заменяется на **Big Font:** и используется для выбора имени файла большого шрифта.

- В области **Size** устанавливается изменение размера текста:
  - **Annotative** – указание, что текст является аннотативным;
  - **Match text orientation to layout** – ориентация текста в видовых экранах пространства листа совпадает с ориентацией в разметке листа;
  - **Paper Text Height** – задание высоты текста и определение размера знаков используемого шрифта. Если в процессе описания стиля задана фиксированная высота текста, при создании однострочных надписей запрос `Height:` не выводится. Если планируется наносить надписи разной высоты с использованием одного и того же текстового стиля, при его создании следует указать высоту `0`.
- В области **Effects** доступны следующие параметры:
  - **Upside down** – обеспечивает поворот текста на 180° сверху вниз симметрично горизонтальной оси;
  - **Backwards** – обеспечивает поворот текста на 180° слева направо симметрично вертикальной оси;
  - **Vertical** – обеспечивает вертикальное расположение текста, то есть символы выстраиваются один над другим;
  - в поле **Width Factor:** устанавливается степень сжатия/растяжения текста, то есть масштабный коэффициент;
  - в поле **Oblique Angle:** устанавливается угол наклона символов по отношению к нормали, причем положительным считается угол наклона вправо – по часовой стрелке, а отрицательным – влево, против часовой стрелки. Максимально возможное значение данного параметра – 85°.

Сделанные изменения наглядно представлены в области предварительного просмотра слева, внизу диалогового окна.

В диалоговом окне **Text Style** имеется возможность изменять параметры уже существующих текстовых стилей. Изменение типа шрифта или ориентации текста в каком-либо стиле вызывает обновление всех текстовых объектов, использующих его. Изменение высоты символов, коэффициента сжатия или угла наклона не влияет на имеющиеся текстовые объекты и применяется только при создании новых надписей.

Однострочный текст

Текстовые надписи, добавляемые в рисунок, несут различную информацию. Они могут представлять собой сложные спецификации, элементы основной надписи, заголовки. Кроме того, надписи могут быть полноправными элементами самого рисунка. Сравнительно короткие тексты, не требующие внутреннего форматирования, создаются с помощью команд **DTEXT** и **TEXT** и записываются в одну строку. Однострочный текст хорошо подходит для создания заголовков.



Команда **DTEXT**, формирующая *однострочный текст*, позволяет создавать одну или несколько строк текста, каждая из которых является отдельным объектом. Строки можно по отдельности перемещать, форматировать или редактировать. Команда вызывается из падающего меню **Dra → Text → Single Line Text** или щелчком на пиктограмме **Single Line** в группе **Annotation** ленты **Home**, или в группе **Text** ленты **Annotate** (см. рис. 10.1, 10.2).

Команда **DTEXT** предназначена для создания набора строк, расположенных одна под другой. Переход к следующей строке производится нажатием клавиши **Enter**. Каждая строка представляет собой отдельный объект, который можно перемещать и форматировать.

Запросы команды **DTEXT**:

`Current text style: "Standard" Text height: 2.5000 Annotative: Yes` – текущий текстовый стиль, высота текста и аннотативность

`Specify start point of text or [Justify/Style]:` – указать начальную точку текста

`Specify height <default>:` – указать высоту текста

`Specify rotation angle of text <0>:` – указать угол поворота текста

далее ввести текст.

Запрос для ввода текста осуществляется циклически. Для завершения работы команды следует нажать клавишу **Enter** после пустой строки.

Запрос определения высоты `Specify height <default>:` появляется только в том случае, если в описании текущего текстового стиля высота была задана равной нулю.

Высоту текста можно установить графическим способом. От точки вставки текста к указателю мыши в виде перекрестья протягивается «резиновая нить». Если нажать левую кнопку мыши, то высоте будет присвоено значение длины этой нити в момент нажатия.

При вводе символы отображаются на экране, но надпись еще не размещена окончательно. Если в процессе ввода текста указать точку в любой части рисунка, курсор перемещается в нее. После этого можно продолжать вводить текст. Фрагмент текста, набранный после указания точки, представляет собой самостоятельный объект.

Ключи команды **DTEXT**:

- `Style` – установить текущий стиль;
- `Justify` – установить режим выравнивания текстовой строки с использованием ключей выравнивания. При этом выдаются следующие запросы:

  `Current text style: "Standard" Text height: 2.5000 Annotative: Yes` – текущий текстовый стиль и высота текста

  `Specify start point of text or [Justify/Style]: J` – переход в режим выравнивания текстовой строки

`Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]:` – задать ключ

где:

- `Align` – формирует вписанный текст, запрашивая его начальную и конечную точки. Высота и ширина каждого символа вычисляются автоматически так, чтобы текст точно вписывался в заданную область. При этом выдаются следующие запросы:

  `Current text style: "Standard" Text height: 2.5000 Annotative: Yes` – текущий текстовый стиль и высота текста
  `Specify start point of text or [Justify/Style]: J` – переход в режим выравнивания текстовой строки
  `Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: A` – переход в режим формирования вписанного текста
  `Specify first endpoint of text baseline:` – указать первую конечную точку базовой линии текста
  `Specify second endpoint of text baseline:` – указать вторую конечную точку базовой линии текста
  далее ввести текст.

  Для завершения работы команды нажать клавишу **Enter** после пустой строки или щелкнуть кнопкой мыши вне текста.

- `Fit` – формирует вписанный текст, выровненный по ширине и высоте. Запрашивает начальную и конечную точки текста, а также его высоту. При этом выдаются следующие запросы:

  `Current text style: "Standard" Text height: 2.5000 Annotative: Yes` – текущий текстовый стиль и высота текста
  `Specify start point of text or [Justify/Style]: J` – переход в режим выравнивания текстовой строки
  `Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: F` – переход в режим формирования текста, вписанного по ширине и высоте
  `Specify first endpoint of text baseline:` – указать первую конечную точку базовой линии текста
  `Specify second endpoint of text baseline:` – указать вторую конечную точку базовой линии текста
  `Specify height <2.5000>:` – указать высоту текста
  далее ввести текст.

  Для завершения работы команды нажать клавишу **Enter** после пустой строки или щелкнуть кнопкой мыши вне текста.

- `Center` – обеспечивает центрирование базовой линии текстовой строки относительно заданной точки. При этом выдаются следующие запросы:

`Current text style: "Standard" Text height: 2.5000 Annotative: Yes` – текущий текстовый стиль и высота текста
`Specify start point of text or [Justify/Style]: J` – переход в режим выравнивания текстовой строки
`Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: C` – переход в режим формирования центрированного текста
`Specify center point of text:` – указать центральную точку текста
`Specify height <2.5000>:` – указать высоту текста
`Specify rotation angle of text <0>:` – указать угол поворота текста
далее ввести текст.

Для завершения работы команды нажать клавишу **Enter** после пустой строки или щелкнуть кнопкой мыши вне текста.

- `Middle` – обеспечивает горизонтальное и вертикальное центрирование текстовой строки относительно заданной точки. Различие между данным ключом и ключом `MC`, о котором пойдет речь ниже, состоит в том, что используется не средняя точка между верхом и базовой линией, а середина воображаемой рамки, в которую заключена строка текста. Таким образом, разница видна при наличии символов, доходящих до нижней или верхней базовой линии. При этом выдаются следующие запросы:

  `Current text style: "Standard" Text height: 2.5000 Annotative: Yes` – текущий текстовый стиль и высота текста
  `Specify start point of text or [Justify/Style]: J` – переход в режим выравнивания текстовой строки
  `Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: M` – переход в режим формирования текста, центрированного по горизонтали и вертикали
  `Specify middle point of text:` – указать среднюю точку текста
  `Specify height <2.5000>:` – указать высоту текста
  `Specify rotation angle of text <0>:` – указать угол поворота текста
  далее ввести текст.

  Для завершения работы команды нажать клавишу **Enter** после пустой строки или щелкнуть кнопкой мыши вне текста.

- `Right` – служит для выравнивания текстовой строки по правому краю. При этом выдаются следующие запросы:

  `Current text style: "Standard" Text height: 2.5000 Annotative: Yes` – текущий текстовый стиль и высота текста
  `Specify start point of text or [Justify/Style]: J` – переход в режим выравнивания текстовой строки
  `Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: R` – переход в режим формирования текстовой строки, выровненной по правому краю

`Specify right endpoint of text baseline:` – указать правую конечную точку базовой линии текста
`Specify height <2.5000>:` – указать высоту текста
`Specify rotation angle of text <0>:` – указать угол поворота
далее ввести текст.

Для завершения работы команды нажать клавишу **Enter** после пустой строки или щелкнуть кнопкой мыши вне текста.

- `TL` – формирует текстовую строку, выровненную по верхнему и левому краям;
- `TC` – формирует текстовую строку, выровненную по верхнему краю и центрированную по горизонтали;
- `TR` – формирует текстовую строку, выровненную по верхнему и правому краям;
- `ML` – формирует текстовую строку, центрированную по вертикали и выровненную по левому краю;
- `MC` – формирует текстовую строку, центрированную по вертикали и по горизонтали относительно средней точки;
- `MR` – формирует текстовую строку, центрированную по вертикали и выровненную по правому краю;
- `BL` – формирует текстовую строку, выровненную по нижнему и левому краям;
- `BC` – формирует текстовую строку, выровненную по нижнему краю и центрированную по горизонтали;
- `BR` – формирует текстовую строку, выровненную по нижнему и правому краям.

Формируя текстовую строку с помощью команды **DTEXT**, можно включать в нее специальные символы с помощью управляющих кодов, которые начинаются с двух знаков процента `%%`:

- `%%nnn` – вставка символа с номером nnn;
- `%%o` – включение/отключение зачеркивания;
- `%%u` – включение/отключение подчеркивания;
- `%%d` – вставка обозначения градуса (°);
- `%%p` – вставка обозначения допуска (±);
- `%%c` – вставка обозначения диаметра круга (∅);
- `%%%`– вставка одного символа процента (`%`).

Для обозначения евро необходимо, удерживая клавишу **Alt**, ввести с клавиатуры последовательность цифр `0128`.



Выполните упражнения Т1–Т7 из раздела 2.

Многострочный текст

Длинные сложные надписи оформляются как многострочный текст с помощью команды **MTEXT**.

Многострочный текст состоит из текстовых строк или абзацев, вписанных в указанную пользователем ширину абзаца. Количество строк не лимитировано. Весь многострочный текст представляет собой единый объект, который можно перемещать, поворачивать, стирать, копировать, зеркально отображать, растягивать и масштабировать. Допускается форматирование отдельных слов и символов.

Возможности редактирования многострочного текста шире, чем однострочного. Например, для многострочных надписей предусмотрены режимы подчеркивания и надчеркивания выделенных фрагментов; также разрешено указывать для них отдельные шрифты, цвета, высоту символов и пр.

При вставке текста из другого приложения подготовки текстов, например из Microsoft Word, форматирование этого текста в значительной степени сохраняется.

A Команда **MTEXT**, формирующая *многострочный текст*, вызывается из падающего меню **Draw → Text → Multiline Text...** или щелчком на пиктограмме **Multiline Text** в группе **Annotation** ленты **Home**, или в группе **Text** ленты **Annotate** (см. рис. 10.1, 10.2).

Запросы команды **MTEXT**:

`Current text style: "Standard" Text height: 10.0000 Annotative: Yes` – текущий текстовый стиль и высота текста

`Specify first corner:` – указать первый угол окна абзаца

`Specify opposite corner or [Height/Justify/Line spacing/Rotation/Style/Width/Columns]:` – указать противоположный угол окна абзаца или соответствующий ключ

Ключи команды **MTEXT**:

- `Height` – высота;
- `Justify` – выравнивание;
- `Line spacing` – межстрочный интервал;
- `Rotation` – поворот;
- `Style` – стиль;
- `Width` – ширина;
- `Columns` – колонки текста.

После указания размеров абзаца загружается редактор многострочного текста, содержащий панель форматирования текста **Text Formatting** и контекстное меню (рис. 10.4).

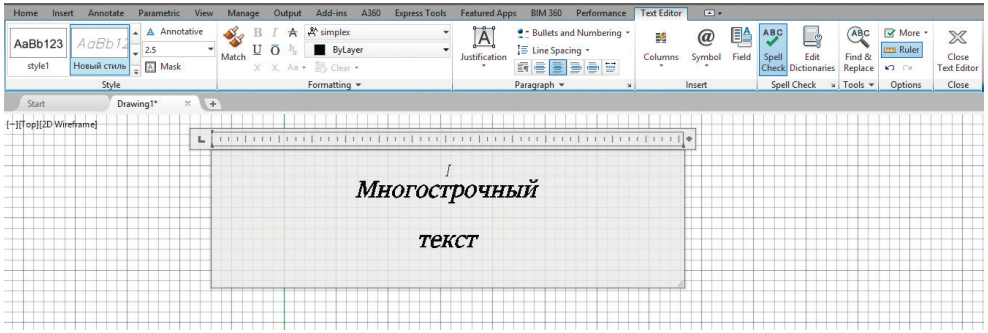


Рис. 10.4. Редактор многострочного текста

Лента **Text Editor** позволяет определить следующие параметры формата текста.

Группа инструментов **Style**:



Annotative – включение и отключение аннотативного режима для текущего многострочного текстового объекта.



Style – список текстовых стилей, которые можно применить для многострочного текста. При этом соответственно изменяется исходный формат символов – шрифт, высота и начертание. Выбор стиля не влияет на используемый стиль форматирования отдельных символов (полужирный, курсивный, дробный и т. д.). Если стиль, в котором задано вертикальное начертание, применяется к SHX-шрифту, то в редакторе текст будет выведен горизонтально. Стили, в которых задано обратное или перевернутое начертание символов текста, не применяются. Текущий стиль запоминается в системной переменной `TEXTSTYLE`.



Text Height – установка высоты символов или ее изменение для выделенного фрагмента текста. Высота задается в единицах рисунка, причем для разных символов может быть разной. Если высота символов не определена в выбранном текстовом стиле, ее значение хранится в системной переменной `TEXTSIZE`.



Mask – загружает диалоговое окно **Background Mask** (рис. 10.5), позволяющее назначить скрытие заднего плана: **Use background mask** – скрывать задний план; **Border offset factor:** – коэффициент перекрытия; **Fill Color** – цвет заливки; **Use drawning background color** – использовать цвет фона чертежа.

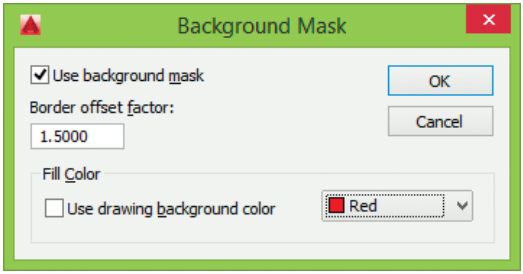


Рис. 10.5. Диалоговое окно скрытия заднего плана

Группа инструментов **Formatting**:

Match Text Formatting – применение форматирования выделенного текста для других символов. Для завершения форматирования необходимо либо повторно нажать эту кнопку, либо нажать клавишу **Esc**.

Bold – включение и отключение полужирного начертания символов для нового или выделенного текста. Функция доступна только для символов, использующих шрифты TrueType.

Italic – включение и отключение курсивного начертания для нового или выделенного текста. Параметр доступен только для символов, использующих шрифты TrueType.

Strikethrought – включение и отключение зачеркивания для нового или выделенного текста.

Underline – включение и отключение подчеркивания для нового или выделенного текста.

Overrline – включение и отключение надчеркивания для нового или выделенного текста.

Stack – создание дробного текста, представляющего собой фрагменты текста одной строки, расположенные на разных уровнях относительно базовой линии строки и служащие для записи натуральных дробей, предельных отклонений размеров и т. д. Для указания места разбиения текста используются специальные символы:

- *косая черта* (/) – для создания двухуровневого текста в виде обыкновенной дроби, числитель и знаменатель которой располагаются друг над другом и разделяются горизонтальной чертой, длина которой соответствует длине наибольшей из выводимых друг над другом строк;
- *решетка* (#) – для создания двухуровневого текста в виде обыкновенной дроби, числитель и знаменатель которой располагаются по диагонали и

разделяются косой чертой, длина которой зависит от высоты обеих разделяемых строк;

- *крышка* (^) – при создании двухуровневого текста для записи предельных отклонений, элементы которого располагаются один над другим без разделительной черты.

Например, если после `1#3` ввести какой-либо нецифровой символ или пробел, средство автоформатирования разместит эти цифры в виде дроби с косой чертой. Кроме того, можно автоматически удалять незначащие пробелы перед целой и дробной частями числа.

Если был выделен дробный текст, нажатие кнопки **Stack** превращает его в обычный. При преобразовании обычного текста в дробный фрагмент, расположенный слева от специальных символов, выводится над частью, расположенной справа от них.

Средство автоформатирования преобразует числа в дробный текст только в том случае, если между цифрами и символом-разделителем (косой чертой, решеткой или крышкой) нет пробелов. Для преобразования в дробный вид произвольного фрагмента, содержащего символ-разделитель, этот фрагмент следует выделить, а затем нажать кнопку **Stack**.

При редактировании дробного текста можно изменять содержимое верхнего и нижнего элементов текста по отдельности, применять стандартные параметры или сохранять текущие значения параметров в качестве стандартных.



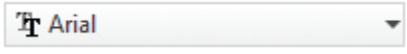
Superscript – превращение выделенного текста в надстрочный, немного меньшего размера и расположенного выше основного текста.



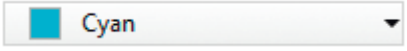
Subscript – превращение выделенного текста в подстрочный, немного меньшего размера и расположенного ниже основного текста.



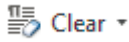
Change Case – изменение регистра: **UPPERCASE** – верхний регистр, **lowercase** – нижний регистр.



Font – установка шрифта для нового текста или изменение шрифта выделенного фрагмента. Шрифты TrueType упорядочиваются в списке по именам шрифтовых семейств. AutoCAD выводит список шрифтов SHX, упорядоченный по именам соответствующих им файлов.



Color – назначение цвета нового текста или изменение цвета выделенного фрагмента. Можно присваивать тексту цвет **ByLayer**, заданный для слоя, на котором он расположен, или цвет блока, в который он входит, – **ByBlock**, а также задать любой из цветов, перечисленных в списке.



Clear – очищение форматирования.



Oblique Angle – угол наклона, определяющий наклон символов вправо или влево. Положительный угол наклона определяет наклон символов вправо, а отрицательный – наклон символов влево. Значение угла наклона отсчитывается относительно перпендикуляра, проведенного к основанию строки, и может лежать в диапазоне от –85 до 85°.



Tracking – слежение, изменяющее межсимвольное расстояние. Для увеличения интервала используются значения, превышающие `1.0`; для уменьшения – значения, меньшие `1.0`.



Width Factor – степень сжатия, увеличивающая или уменьшающая ширину выбранных символов. Например, значение `2` можно использовать для увеличения ширины символа вдвое, а значение `0.5` – для уменьшения ширины вдвое.

Группа инструментов **Paragraph**:



Justification – загрузка контекстного меню, позволяющего осуществить девять вариантов выравнивания текста: **Top Left TL** – вверх влево, **Top Center TC** – вверх по центру, **Top Right TR** – вверх вправо, **Middle Left ML** – середина влево, **Middle Center MC** – середина по центру, **Middle Right MR** – середина вправо, **Bottom Left BL** – вниз влево, **Bottom Center BC** – вниз по центру, **Bottom Right BR** – вниз вправо.



Bullets and Numbering – загрузка меню формирования нумерованного и маркированного списка:

- **Off** – из выделенного текста, к которому применено форматирование списка, удаляются буквы, цифры и маркеры. Отступ не изменяется;
- **Numbered** – форматирование нумерованного списка;
- **Lettered** – форматирование списка, в котором для элементов используются буквы: **Lowercase** – нижнего регистра и **Uppercase** – верхнего регистра;
- **Bulleted** – форматирование маркированного списка;
- **Start** – новая последовательность из букв или цифр в форматировании списка;
- **Continue** – добавление выбранных абзацев в последний список и продолжение последовательности;
- **Allow Auto Bullets and Numbering** – автоматическое форматирование списка при вводе текста;
- **Allow Bulletes and Lists** – форматирование применяется ко всему обычному тексту, который похож на список, то есть начинается с буквы или цифры, после которых стоит знак препинания, и пр.

Line Spacing – установка межстрочного расстояния.

Default – выравнивание текста по умолчанию.

Left – выравнивание текста по левому краю.

Center – выравнивание текста по центру.

Right – выравнивание текста по правому краю.

Justify – формирование вписанного текста.

Disribute – формирование разреженного текста.

Combine Paragraphs – слияние выбранных абзацев в один. При этом каждый знак абзаца автоматически заменяется пробелом.

Paragraph... – загружает одноименное диалоговое окно (рис. 10.6), позволяющее назначить отступы и табуляции.

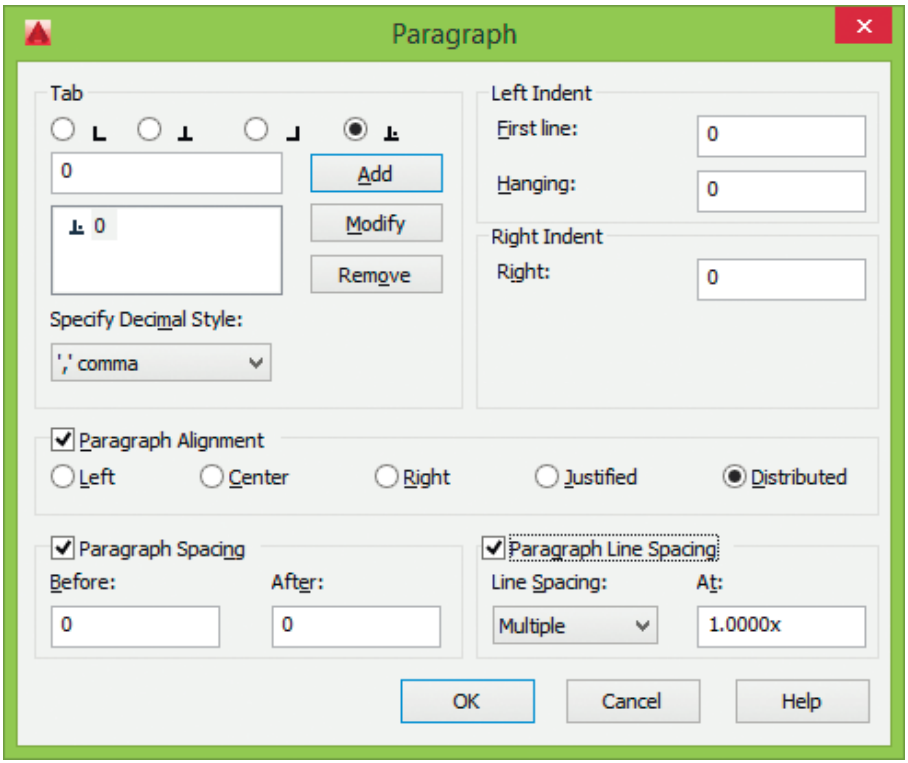


Рис. 10.6. Диалоговое окно определения отступов и табуляции

Группа инструментов **Insert**:



Columns – загрузка контекстного меню, позволяющего настроить параметры колонок текста:

- **No Columns** – формирование текста в один столбец;
- **Dynamic Columns** – режим динамических столбцов: **Auto height** – автоматическая настройка высоты, **Manual height** – настройка высоты вручную;
- **Static Columns** – режим статических столбцов. Задаются общая ширина и высота текста и количество столбцов. При этом все столбцы имеют одну и ту же высоту и выровнены по обоим краям;
- **Insert Columns Break Alt+Enter** – вставка разрыва столбца вручную;
- **Columns Settings...** – загрузка одноименного диалогового окна для задания параметров столбцов.



Symbol – загрузка меню, позволяющего осуществить вставку выбранного в списке символа или неразрывного пробела в текущей позиции курсора:

- **Degrees %%d** – градус;
- **Plus/Minus %%p** – плюс/минус;
- **Diameter %%c** – диаметр;
- **Almost Equal \U+2248** – приближенно равно;
- **Angle \U+2220** – угол;
- **Boundary Line \U+E100** – линия раздела;
- **Center Line \U+2104** – осевая линия;
- **Delta \U+0394** – дельта;
- **Electrical Phase \U+0278** – фаза;
- **Flow Line \U+E101** – линия связи;
- **Identity \U+2261** – тождество;
- **Intial Length \U+E200** – исходная длина;
- **Monument Line \U+E102** – опорная линия;
- **Not Equal \U+2260** – не равно;
- **Ohm \U+2126** – Ом;
- **Omega \U03A9** – омега;
- **Property Line \U+214A** – граница участка;
- **Subscript 2 \U+2082** – нижний индекс 2;
- **Squared \U+00B2** – квадратный;
- **Cubed \U+00B3** – кубический;
- **Non-breaking Space Ctrl+Shift+Space** – неразрываемый пробел;
- **Other...** – загрузка таблицы символов, в которой представлен весь набор символов текущего шрифта. Для вставки нужно последовательно выделить один или несколько символов, нажать кнопку выбора, а

затем – копирования; при этом отмеченные символы копируются в буфер обмена. Далее необходимо в редакторе многострочного текста выбрать из контекстного меню пункт **Paste**.

Insert Field... Ctrl+F – загружает диалоговое окно вставки поля **Field** (рис. 10.7), содержащего следующие параметры: категории, имена и значения полей, список форматов, а также формулы для полей.

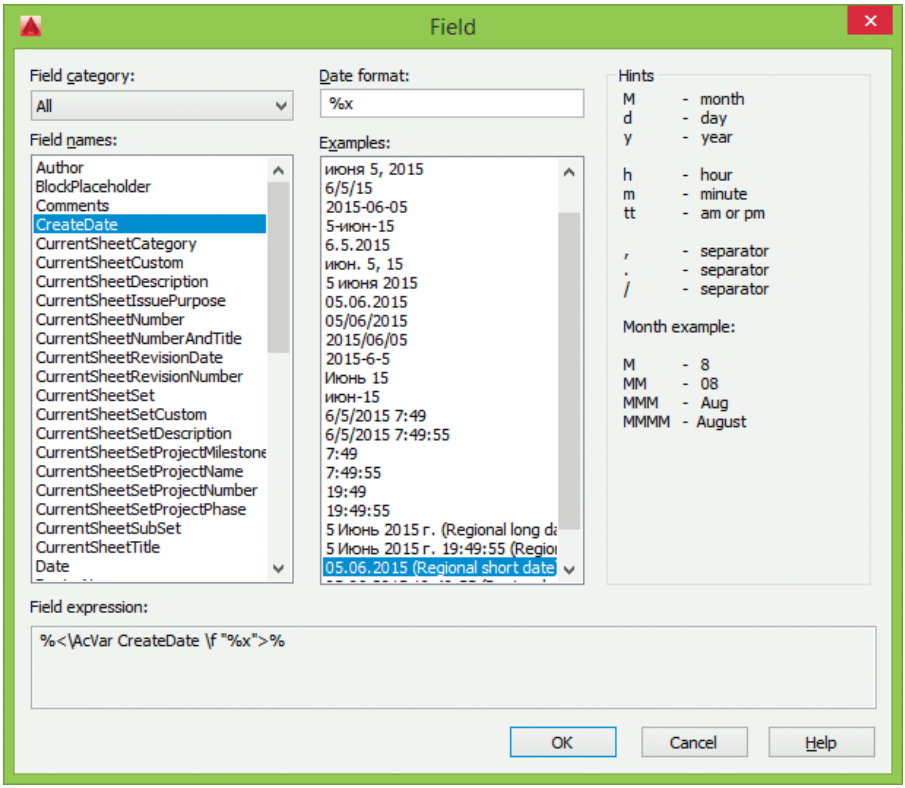


Рис. 10.7. Диалоговое окно вставки полей

Группа инструментов **Spell Check**:

Команда **SPELL** осуществляет проверку орфографических ошибок во всех видах текста в чертеже. Она вызывается из падающего меню **Tools** → **Spelling**... или щелчком на пиктограмме **Spell Check**. При этом загружается диалоговое окно **Check Spelling**.

Edit Dictionaries – загрузка диалогового окна настройки словарей **Dictionaries**.

Группа инструментов **Tools**:



Find and Replace... Ctrl+R – загружает одноименное диалоговое окно, позволяющее осуществить поиск фрагментов текста и заменить их новыми (рис. 10.8). При этом настраиваются следующие параметры.

- В списке **Find what:** осуществляется задание текстовой строки, которую необходимо найти.
- В списке **Replace with:** вводится фрагмент текста, которым следует заменить искомый фрагмент.
- Кнопка **Find Next** – поиск указанного фрагмента текста.
- Кнопка **Replace** – замена найденного фрагмента текста на указанную.
- Кнопка **Replace All** – замена всех найденных вхождений текста, и замена их на указанный фрагмент.
- **Match case** – поиск текста с учетом регистра.
- **Find whole words only** – поиск только целых слов, соответствующих заданному тексту.
- **Use wildcards** – использование подстановочных знаков при поиске.
- **Match diacritics** – результаты поиска с учетом диакритических знаков (языков, использующих латиницу).
- **Match half/full width forms (East Asian languages)** – результаты поиска с учетом полуширинных и полноширинных символов в языках с письмом иероглифами.

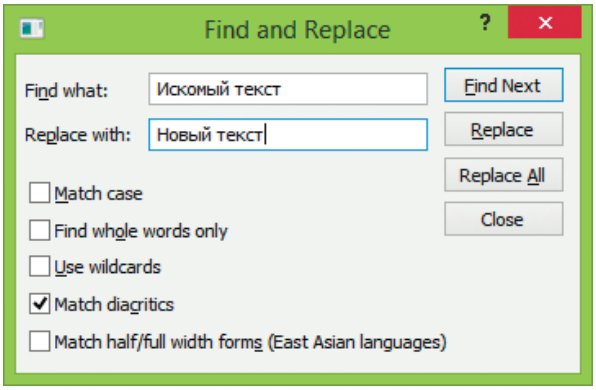


Рис. 10.8. Диалоговое окно поиска текста

Import Text – загружает диалоговое окно **Select Fiel**, позволяющее выбрать файл для импорта текста. Для импорта следует выбрать файл в формате ASCII или RTF. Импортированный текст сохраняет исходные форматирование и свойства, заданные стилем, однако его можно отредактировать и переформатировать. Объем файла с импортируемым текстом не должен превышать 32 Кбайт.

AutoCAPS – преобразование вводимого и импортируемого текста в верхний регистр. Функция не влияет на уже набранный в редакторе текст. Для изменения регистра имеющегося текста следует выделить нужный фрагмент, щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать из контекстного меню пункт **Change Case**.

Группа инструментов **Options**:

More:

- **Character Set** – набор символов (рис. 10.9): центральноевропейский, кириллический, иврит, арабский, балтийский, греческий, турецкий, вьетнамский, японский, корейский, китайский (GB2312), китайский (BIG5), западный, тайский.
- **Editor Settings** – настройка параметров редактора: **Always Display as WYSIWYG** – всегда как WYSIWYG; **Show Toolbar** – показать панель; **Show Bacrground** – показать фон; **Text Highlight Color...** – загрузка диалогового окна установки цвета **Select Color** для выделения текста.
- **Help F1** – вызов справочной системы.

Ruler – отображение линейки в верхней части окна редактора. При перетаскивании стрелок на концах линейки изменяется ширина многострочного текста.

Undo – отмена последней операции редактирования. Комбинация клавиш **Ctrl+Z**.

Redo – повторение последней операции редактирования. Комбинация клавиш **Ctrl+Y**.

Группа инструментов **Close**:

CloseText Editor – закрытие текстового редактора.

Команда **TEXTEDIT** предназначена для редактирования текстов, в том числе размерных, определений атрибутов и допусков формы и расположения. Она вызывается из падающего меню **Modify → Object → Text → Edit**....

Команда **SCALETEXT** осуществляет масштабирование текстовых объектов без изменения их расположения. Она вызывается из падающего меню **Modify → Object → Text Scale** или щелчком на пиктограмме **Scale** в группе **Text** ленты **Annotate**.

Команда **JUSTIFYTEXT** изменяет точку выравнивания для выбранных текстовых объектов без изменения их положения. Она вызывается из падающего меню **Modify → Objec → Text → Justify** или щелчком на пиктограмме **Justify** в группе **Text** ленты **Annotate**.

Блок

Блоком называется совокупность связанных объектов рисунка, обрабатываемых как единый объект. Формирование часто используемых объектов может быть произведено всего один раз. Затем они объединяются в блок и при построении чертежа играют роль «строительных материалов». Применяя блоки, легко создавать фрагменты чертежей, которые будут неоднократно требоваться в работе. Блоки можно вставлять в рисунок с масштабированием и поворотом, расчленять их на составляющие объекты и редактировать, а также изменять описание блока. В последнем случае AutoCAD обновляет все существующие вхождения блока и применяет новое описание ко вновь вставляемым блокам.

Применение блоков упрощает процесс рисования. Их можно использовать, например, в следующих целях:

- для создания стандартной библиотеки часто используемых символов, узлов и деталей. После этого можно неограниченное число раз вставлять готовые блоки, вместо того чтобы каждый раз отрисовывать все их элементы;
- для быстрого и эффективного редактирования рисунков путем вставки, перемещения и копирования целых блоков, а не отдельных геометрических объектов;
- для экономии дискового пространства путем адресации всех вхождений одного блока к одному и тому же описанию блока в базе данных рисунка.

Блок может содержать любое количество графических примитивов любого типа, а воспринимается AutoCAD как один графический примитив наравне с отрезком, окружностью и т. д.

Блок может состоять из примитивов, созданных на разных слоях, разного цвета, с разными типами и весами линий. Все эти свойства примитивов сохраняются при объединении их в блок и при вставке блока в рисунок. Однако необходимо учесть следующее:

- примитивы блока, созданные в специальном слое с именем **0**, свойства которых определены как **ByLayer**, при вставке генерируются в текущем слое, наследуя его свойства;
- примитивы блока, свойства которых определены как **ByBlock**, наследуют текущие значения;
- свойства примитивов, заданные явно, сохраняются независимо от текущих значений свойств.

Один блок может включать в себя другие. Если внутренний блок содержит примитивы, созданные в слое **0** или характеризуемые цветом и типом линии **ByBlock**, то эти примитивы «всплывают» наверх сквозь вложенную структуру блоков до тех пор, пока не попадут в блок с фиксированным слоем, цветом или типом линии, иначе они генерируются в слое **0**.

Блоку может быть присвоено *имя*. AutoCAD создает блоки без имени (анонимные), например для ассоциативных размеров, то есть для примитивов, к которым не обеспечен прямой доступ пользователя.

Применение блоков позволяет значительно сэкономить память. При каждой новой вставке блока в рисунок AutoCAD добавляет к имеющейся информации лишь данные о месте вставки, масштабных коэффициентах и угле поворота.

С каждым блоком можно связать *атрибуты*, то есть текстовую информацию, которую разрешается изменять в процессе вставки блока в рисунок и которая может изображаться на экране или оставаться невидимой.

При вставке блока на рисунке появляется так называемое *вхождение блока*. Во время каждой вставки блока задаются масштабные коэффициенты и угол его поворота. Масштабные коэффициенты по осям *X*, *Y*, *Z* могут быть различными.

Использование блоков в AutoCAD значительно упрощает создание, редактирование и сортировку объектов рисунка и связанной с ними информации.

Создание блока

Описание блока можно создать различными способами:

- сгруппировать объекты в текущем рисунке;
- сохранить блок в отдельном файле;
- создать файл с чертежом и вставлять его в качестве блока в другой чертеж;
- добавлять функции динамического изменения в описание блока в текущем чертеже с помощью редактора блоков, что позволяет манипулировать геометрией вхождения блока с помощью настраиваемых ручек или настраиваемых свойств;
- создать файл с чертежом, имеющий несколько описаний логически родственных блоков для использования в качестве библиотеки компонентов.

При создании описания блока задается базовая точка и выбираются объекты, входящие в блок. Кроме того, указывается, что происходит с исходными объектами: остаются ли они, удаляются или преобразуются в блок в текущем рисунке. Есть возможность сопровождать создаваемый блок текстовым пояснением. Описания блоков представляют собой неграфические объекты, которые наряду с другими символами хранятся в файле рисунка.

Следует помнить, что имена **DIRECT**, **LIGHT**, **AVE_RENDER**, **RM_SDB**, **SH_SPOT** и **OVERHEAD** не могут быть использованы в качестве имен блоков.



Команда **BLOCK** формирует *блок* для использования его только в текущем рисунке. Она вызывается из падающего меню **Draw → Block → Make...** или щелчком на пиктограмме **Create Block** в группе **Block Definition** ленты **Insert** рабочего пространства **Drafting & Annotation** (рис. 10.9). В результате открывается диалоговое окно **Block Definition** – рис. 10.10.

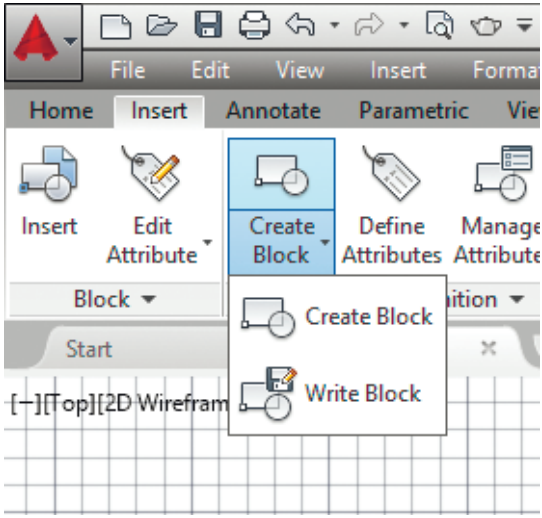


Рис. 10.9. Инструмент создания блока

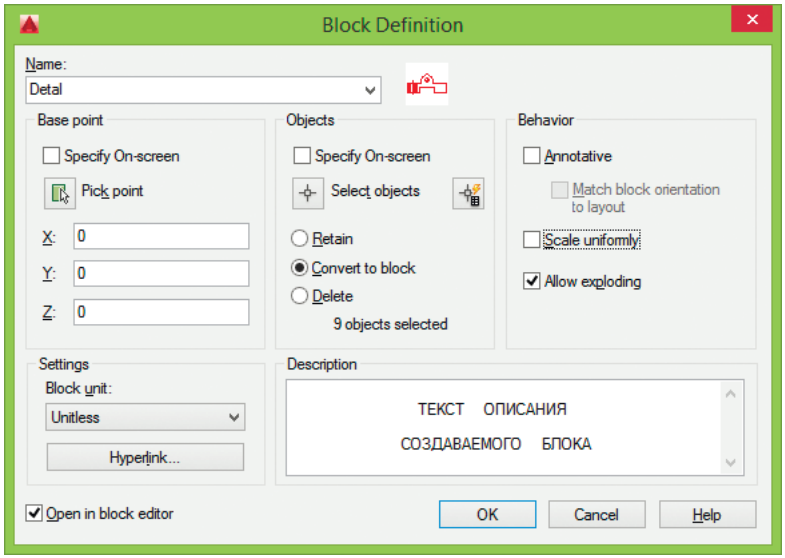


Рис. 10.10. Диалоговое окно описания блока

При создании описания блока в диалоговом окне **Block Definition** следует задать следующие параметры.

- В поле **Name:** ввести уникальное имя создаваемого блока, которое может содержать до 255 символов и состоять из букв, цифр, пробелов и любых специальных символов, не используемых операционной системой.

- В области **Base point** задать координаты базовой точки вставки или нажать кнопку **Pick point** для выбора базовой точки с помощью мыши. При установленном флажке **Specify On-screen** – при закрытии диалогового окна будет выдан запрос для указания базовой точки на экране.
- В области **Objects** выделить объекты и задать способ обработки выбранных объектов после создания описания блока:
  - **Specify On-screen** – при закрытии диалогового окна будет выдан запрос для выбора объектов на экране;
  - кнопка **Select objects** позволяет выделить объекты, входящие в блок. При этом диалоговое окно временно закрывается. По окончании выделения необходимо нажать клавишу **Enter**, и диалоговое окно откроется снова. Воспользовавшись кнопкой быстрого выбора **QuickSelect**, можно применять фильтры для выбора объектов;
  - **Retain** – выбранные объекты остаются в текущем рисунке в их исходном состоянии;
  - **Convert to block** – выбранные объекты заменяются вхождением блока.
  - **Delete** – после создания описания блока выбранные объекты удаляются.
- В области **Behavior** – определяется режим работы блока:
  - **Annotative** – указывается на то, что блок является аннотативным;
  - **Match block orientation to layout** – осуществляет ориентацию блока на видовых экранах по листу;
  - **Scale uniformly** – защищает вхождение блока от применения разного масштаба;
  - **Allow exploding** – разрешает расчленение блока.
- В области **Settings** – сделать следующие настройки:
  - в списке **Block unit:** – установить единицы вставки для вхождения блока: безразмерный, футы, дюймы, мили, миллиметры, сантиметры, метры, километры, микродюймы, милы, ярды, ангстремы, нанометры, микроны, дециметры, декаметры, гектометры, гигаметры, астрономические, световые годы, пасеки;
  - кнопка **Hyperlink...** – загрузка диалогового окна вставки гиперссылки **Insert Hyperlink**, в котором можно связать гиперссылку с описанием создаваемого блока.
- В поле **Description** – ввести текстовые пояснения для облегчения идентификации и поиска блока впоследствии.
- **Open in block editor** – открыть текущее определение блока в редакторе блоков.

Описание блока сохраняется в текущем рисунке.



Для получения блоков, которыми можно воспользоваться при создании любых чертежей в AutoCAD, применяется команда **WBLOCK**. Она вызывается инструментом **Write Block** в группе **Block Definition** лен-

ты **Insert** рабочего пространства **Drafting & Annotation** (см. рис. 10.9) и позволяет загрузить диалоговое окно записи блока на диск **Write Block** (рис. 10.11), где доступны следующие настройки.

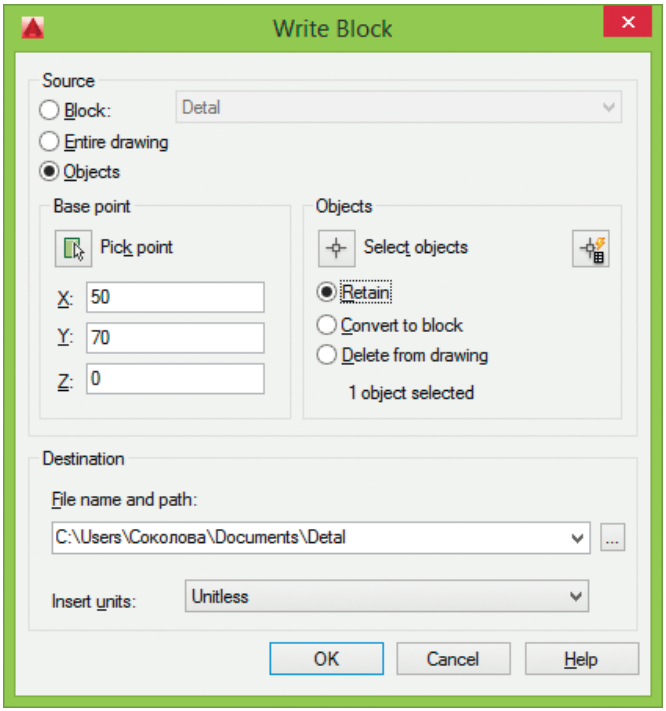


Рис. 10.11. Диалоговое окно записи блока на диск

- В области **Source** определяются источники данных:
  - **Block:** – блок, сохраняемый в отдельном файле;
  - **Entire drawing** – блоком становится весь рисунок;
  - **Objects** – сохранение выбранных объектов текущего чертежа без изменений после записи их в файл.
- В области **Base point** – определяются координаты базовой точки блока:
  - кнопка **Pick point** – указание базовой точки на рисунке;
  - поля **X:**, **Y:**, **Z:** – прямой ввод соответствующих координат базовой точки блока.
- В области **Objects** – определяются объекты, вошедшие в блок:
  - кнопка **Select objects** – выбор объектов блока;
  - кнопка **QuickSelect** – быстрый выбор объектов блока с возможностью фильтрации набора объектов;
  - **Retain** – сохранение выбранных объектов текущего чертежа без изменений после записи их в файл;

- **Convert to block** – преобразование выбранных объектов текущего чертежа в блок;
- **Delete from drawing** – удаление выбранных объектов из текущего чертежа после записи их в файл.

❑ В области **Destination** – определяются параметры размещения блока:

- **File name and path:** – ввод имени и определение пути записи нового файла. Если выбран блок, то команда **WBLOCK** автоматически использует его имя для нового файла;
- список **Insert units:** – выбор единиц измерения вставки, используемых в Центре управления AutoCAD.

Описание блока сохраняется в отдельном рисунке.



Выполните упражнение BI1 из раздела 4.

Вставка блока



Команда **INSERT** осуществляет *вставку* в текущий чертеж предварительно определенных блоков или существующих файлов рисунков в качестве блока.

Команда **INSERT** вызывается из падающего меню **Insert → Block...** или щелчком на пиктограмме **Insert** в группе **Block** ленты **Insert** рабочего пространства **Drafting & Annotation** (см. рис. 10.9). При этом загружается диалоговое окно **Insert** (рис. 10.12), позволяющее настроить следующие параметры вставки блока.

❑ В поле **Name:** указывается имя вставляемого блока.

❑ **Path: Locate using Geographic Data** – вставка чертежа с использованием географических данных в качестве ссылки.

❑ В области **Insertion point** определяется точка вставки блока.

❑ В области **Scale** задается масштаб для вставки блока.

❑ В области **Rotation** определяется угол поворота вставляемого блока в текущей пользовательской системе координат.

Если флажки **Specify On-screen** установлены, то команда **INSERT** выдает запросы, необходимые для определения точки вставки, масштаба и угла поворота:

`Specify insertion point or [Basepoint/Scale/X/Y/Z/Rotate]:` – указать точку вставки блока

`Enter X scale factor, specify opposite corner, or [Corner/XYZ] <1>:` – указать коэффициент масштабирования по оси *X*

`Enter Y scale factor <use X scale factor>:` – указать коэффициент масштабирования по оси *Y*

`Specify rotation angle <0>:` – указать угол поворота блока

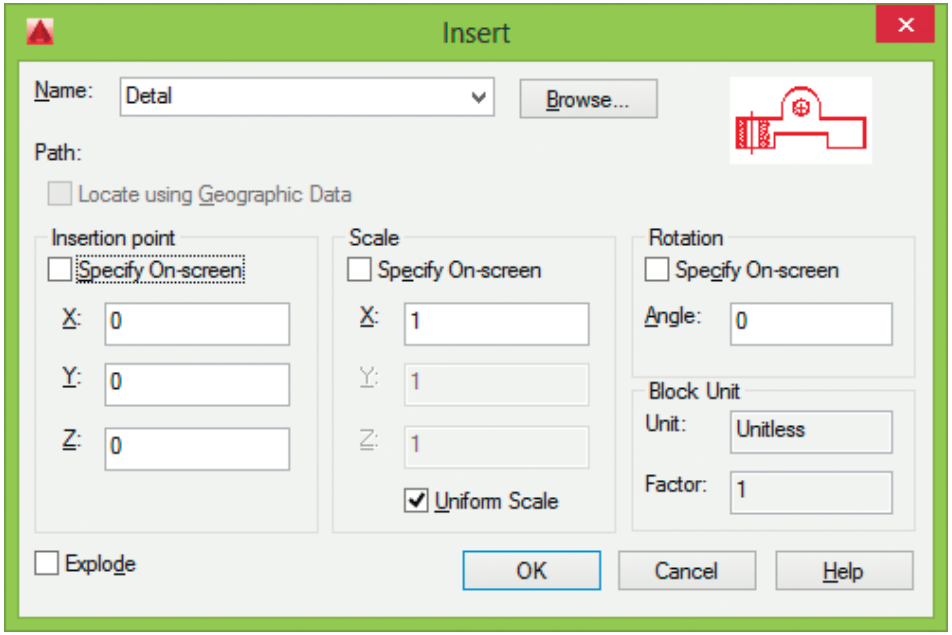


Рис. 10.12. Диалоговое окно вставки блока

- Флажок **Uniform Scale** – использование равных масштабов по всем трем направлениям осей.
- В области **Block Unit** устанавливаются единицы блока:
  - **Unit:** – единицы измерения;
  - **Factor:** – коэффициент масштабирования.
- Флажок **Explode** – разбить устанавливаемый блок на составляющие его объекты.

Следует учесть, что при указании коэффициента масштабирования может быть задано число или точка. Заданная точка вместе с точкой вставки определяют углы масштабного прямоугольника, таким образом определяя одновременно масштаб по осям *X* и *Y*. Если ввести ключ **Corner**, будет выдан запрос:

`Other corner:` – указать точку, противоположную точке вставки угла масштабного прямоугольника

При указании коэффициента масштабирования по оси *Y* по умолчанию принимается значение, равное масштабу по оси *X*. Если коэффициент масштабирования задан со знаком «минус», то осуществляется зеркальное отображение. При указании угла поворота точка включения является центром поворота. Если для установки угла поворота вводится точка, AutoCAD измеряет угол наклона линии от точки вставки до этой точки и использует его в качестве угла поворота. Чтобы угол поворота был кратен 90°, следует включить режим **ORTHO**.

При вставке одного рисунка в другой AutoCAD обрабатывает вставленный рисунок так же, как и обычное вхождение блока.



Выполните упражнение In1 из раздела 4.

Разбиение блока



Команда **EXPLODE** разбивает блок на составляющие его объекты.

Команда **EXPLODE** вызывается из падающего меню **Modify → Explode**.

При включении блока в чертеж AutoCAD обрабатывает его как графический примитив. Для обеспечения работы с его отдельными составляющими блок необходимо разбить или «взорвать». Это можно сделать и в момент вставки его в рисунок, установив в диалоговом окне **Insert** флажок **Explode** (см. рис. 10.12).



Выполните упражнение Ep1 из раздела 4.

Динамический блок

Для обеспечения регулировки состояния блока по месту его расположения создаются *динамические* блоки. Они определяются путем указания настраиваемых свойств. Динамический блок должен содержать хотя бы один параметр и одну связанную с ним операцию. Редактирование такого блока осуществляется в палитре свойств или с помощью ручек, которые автоматически добавляются при описании динамического блока.

Добавление параметров и операций осуществляется в редакторе блоков. При этом *параметры* определяют настраиваемые свойства и указывают положения, расстояния и углы для геометрии блока. *Операции* – способ перемещения или изменения геометрии динамического вхождения блока при его редактировании. Операции должны быть связаны с параметрами и геометрией.

Содержимое динамических блоков необходимо планировать перед их созданием, при этом следует представлять, как должен выглядеть динамический блок и как он будет использоваться на чертеже.

Геометрия блока формируется в области рисования или в редакторе блоков. Можно также воспользоваться существующей геометрией на чертеже или описанием ранее созданного блока. Необходимо соблюдать взаимосвязь параметров и операций в описании блока, а также взаимосвязь с геометрией внутри блока. Это обеспечивается настройкой правильных зависимостей.

Редактор блоков



Редактор блоков вызывается командой **BEDIT** из падающего меню **Tools → Block Editor** или щелчком на пиктограмме **Block Editor** в группе **Block Definition** ленты **Insert** рабочего пространства **Drafting & Annotation** (см. рис. 10.9). При этом сначала загружается диалоговое окно редактирования описания блока **Edit Block Definition** (рис. 10.13), в котором следует выбрать имя создаваемого или редактируемого блока, а затем загружается лента редактора блоков **Block Editor** (рис. 10.14), которая содержит следующие инструменты.

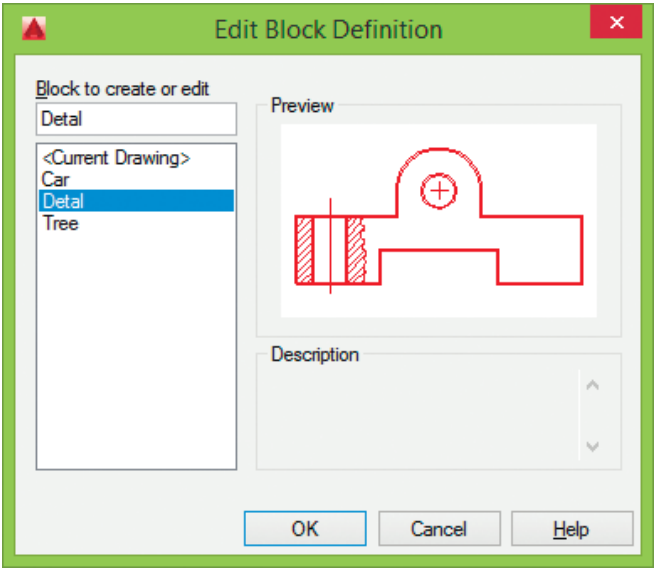


Рис. 10.13. Диалоговое окно редактирования описания блока

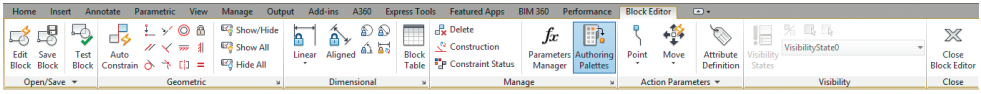


Рис. 10.14. Редактор блоков в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**

- Группа **Open/Save** – инструменты открытия и сохранения блоков:
  -  **Edit Block** – вызов диалогового окна **Edit Block Definition** (см. рис. 10.13) для изменения или создания описания блока;
  -  **Save Block** – сохранение описания блока;

-  **Text Block** – загрузка ленты тестирования блока;
-  **Save Block As** – сохранение блока под другим именем.

❑ Группа **Geometric** – инструменты настройки геометрических зависимостей:

-  **Auto Constrain** – автоматическое наложение геометрических зависимостей на выбранные объекты;
-  **Coincident** – совпадение двух точек или принадлежность точки объекту или его продолжению;
-  **Collinear** – принадлежность двух линий одной и той же бесконечной линии;
-  **Concentric** – наличие общего центра у двух окружностей, дуг или эллипсов;
-  **Fix** – закрепление точки или кривой в определенном положении или ориентации относительно МСК;
-  **Parallel** – наличие у двух линий одинакового угла;
-  **Perpendicular** – сохранение угла в 90° между двумя линиями или сегментами полилинии;
-  **Horizontal** – параллельность линии или двух точек, расположенных параллельно оси *OX* текущей ПСК;
-  **Vertical** – параллельность линии или двух точек, расположенных параллельно оси *OY* текущей ПСК;
-  **Tangent** – взаимное касание двух кривых или их продолжений;
-  **Smooth** – сохранение для сплайна непрерывности, обеспечивающей наличие плавной непрерывной кривой с другим сплайном, линией, дугой или полилинией;
-  **Symmetric** – симметричность двух кривых или точек на объектах относительно выбранной линии;
-  **Equal** – равенство длины двух сегментов полилинии или равенство радиуса, дуг и окружности;
-  **Show/Hide** – отображение или скрытие геометрических зависимостей для выбранных объектов;
-  **Show All** – отображение всех геометрических зависимостей в чертеже;
-  **Hide All** – скрытие всех геометрических зависимостей в чертеже;

- **Constraint Settings** – загрузка одноименного диалогового окна управления отображением типов зависимостей на панелях зависимостей.

❑ Группа **Dimensional** – инструменты настройки размерных зависимостей:

-  **Linear** – создание зависимости горизонтальности или вертикальности и пользовательского свойства;
-  **Horizontal** – наложение зависимости на расстояние отрезка по оси *X* или между двумя точками на разных объектах;
-  **Vertical** – наложение зависимости на расстояние отрезка по оси *Y* или между двумя точками на разных объектах;
-  **Aligned** – наложение зависимости на длину отрезка или на расстояние между двумя отрезками, точкой на объекте и отрезком между двумя точками на различных объектах;
-  **Radius** – наложение зависимости по радиусу на окружность или дугу;
-  **Diameter** – наложение зависимости на диаметр окружности или дуги;
-  **Angular** – наложение зависимости на угол между двумя отрезками или сегментами полилинии;
-  **Convert** – преобразование размерной зависимости в параметр зависимости;
-  **Block Table** – создание таблицы свойств блоков и ручки;
- **Constraint Settings** – загрузка одноименного диалогового окна определения стандартных режимов поведения при отображении размерных зависимостей.

❑ Группа **Manage** – инструменты управления параметрами редактора блоков:

-  **Delete** – удаление всех геометрических и размерных зависимостей из выбранных объектов;
-  **Construction** – преобразование объектов во вспомогательную геометрию;
-  **Constraint Status** – включение/отключение статуса отображения зависимостей и управление раскрашиванием объектов на основе их уровня зависимости;
-  **Parameters Manager** – отображение или скрытие Диспетчера параметров;

-  **Block Authoring Palette** – открытие или закрытие Палитры вариаций блоков;
- **Block Editor** – загрузка диалогового окна управления параметрами редактора блоков **Block Editor Settings**.

❑ Группа **Action Parameters** – инструменты настройки параметров операций:

-  **Point** – добавление точечного параметра определения пользовательских свойств *X* и *Y* для вхождения блока;
-  **Linear** – добавление линейного параметра расстояния между двумя ключевыми точками в определении блока;
-  **Polar** – добавление полярного параметра определения расстояния и угла для двух ключевых точек в определении блока;
-  **XY** – добавление параметра расстояния по оси *X* и *Y* от базовой точки определения блока;
-  **Rotation** – добавление параметра угла поворота для вхождения блока;
-  **Flip** – добавление параметра зеркального отражения объектов или всего вхождения блока относительно линии отражения;
-  **Alignment** – добавление параметра поворота вхождения блока относительно точки с целью его выравнивания с другими объектами в чертеже;
-  **Visibility** – добавление параметра видимости объектов, которые отображаются или не отображаются в определении блока;
-  **Lookup** – добавление пользовательских параметров, заданных в таблице выбора;
-  **Basepoint** – добавление изменяемой базовой точки для вхождения динамического блока относительно геометрии в блоке;
-  **Move** – перемещение набора объектов при выполнении операции во вхождении динамического блока;
-  **Stretch** – растяжение набора объектов при выполнении операции во вхождении динамического блока;
-  **Polar Stretch** – растяжение набора объектов при выполнении операции во вхождении динамического блока;

-  **Scale** – масштабирование набора объектов относительно определенной базовой точки при выполнении операции во вхождении динамического блока;
-  **Rotate** – поворот набора объектов при выполнении операции во вхождении динамического блока;
-  **Flip** – отражение набора объектов относительно оси симметрии (линии отражения), определяемой параметром отражения, когда данная операция запускается во вхождении блока;
-  **Array** – создание массива набора объектов при выполнении операции во вхождении динамического блока;
-  **Lookup** – при выполнении операции выбора осуществляется вывод диалогового окна создания таблицы выбора для вхождения блока;
-  **Attribute Definition** – загрузка одноименного диалогового окна определения атрибутов (рис. 10.15), позволяющего настроить следующие параметры:
  - ◊ в области **Mode** устанавливаются режимы: **Invisible** – скрытый, **Constant** – постоянный, **Verify** – контролируемый, **Preset** – установленный, **Lock position** – фиксированное положение, **Multiple lines** – несколько строк;
  - ◊ в области **Insertion Point** определяется точка вставки: **Specify on-screen** – указать точку вставки на экране; **X:**, **Y:**, **Z:** – координаты по соответствующим осям;
  - ◊ в области **Attribute** описывается атрибут: **Tag:** – имя; **Prompt:** – подсказка; **Default:** – значение; кнопка **Insert field** – загрузка диалогового окна **Field**, позволяющего осуществить вставку поля;
  - ◊ в области **Text Settings** определяются параметры текста: **Justification:** – выравнивание (**Left** – влево; **Align** – вписать; **Fit** – по ширине; **Center** – по центру; **Middle** – по середине; **Right** – вправо; **Top left** – вверх влево; **Top center** – вверх по центру; **Top right** – вверх вправо; **Middle left** – середина влево; **Middle center** – середина по центру; **Middle right** – середина вправо; **Bottom left** – вниз влево; **Bottom center** – вниз по центру; **Bottom right** – вниз вправо); **Text style:** – текстовый стиль; **Annotative** – аннотативный; **Text height:** – высота; **Rotation:** – угол поворота; **Boundary width:** – ширина рамки;
  - ◊ **Align below previous attribute definition** – выровнять по предыдущему атрибуту;

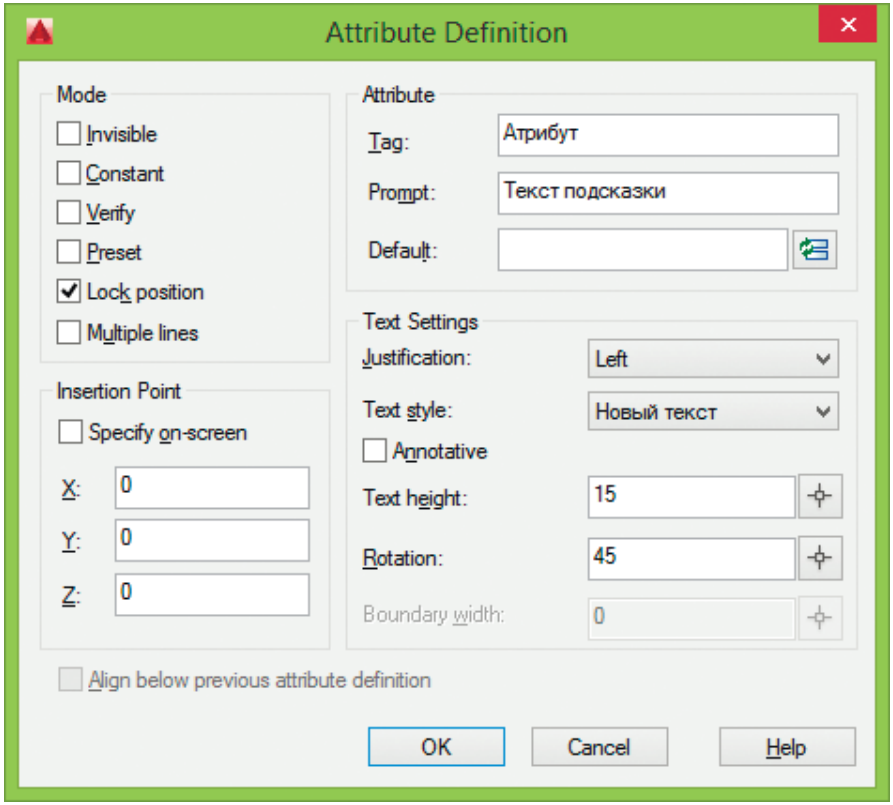


Рис. 10.15. Диалоговое окно описания атрибута

- **Show All Actions** – показать все операции;
- **Hide All Actions** – скрыть все операции.

❑ Группа **Visibility** – инструменты настройки параметров видимости:

- **Visibility States** – загрузка диалогового окна управления состоянием видимости **Visibility States**;
- **Visiblity Mode** – управление режимом отображения объектов, невидимых для текущего состояния видимости;
- **Make Visible** – сделать объекты видимыми;
- **Make Invisible** – сделать объекты невидимыми.

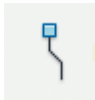
- **Close** – закрыть редактор блоков.

Палитры вариаций блоков



Загрузка палитр вариаций блоков **Block Authoring Palettes** осуществляется из редактора блоков щелчком на инструменте **Authoring Palettes**. Палитры содержат следующие вкладки.

Вкладка **Parameters** включает набор инструментов для определения параметров (рис. 10.16).



Point – создание параметра точки. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `pOint`:

`Specify parameter location or [Name/Label/Chain/Description/Palette]:` – указать местоположение параметра или один из ключей: имя, метка, цепочка, описание, палитра
`Specify label location:` – указать положение метки



Linear – создание линейного параметра. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Linear`:

`Specify start point or [Name/Label/Chain/Description/Base/Palette/Value set]:` – указать начальную точку или один из ключей: имя, метка, цепочка, описание, база, палитра, набор значений
`Specify endpoint:` – указать конечную точку
`Specify label location:` – указать положение метки

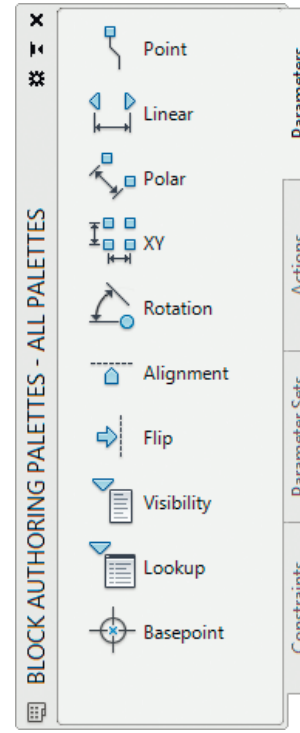
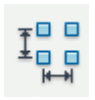


Рис. 10.16. Закладка параметров палитры вариаций блоков



Polar – создание полярного параметра. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Polar`:

`Specify base point or [Name/Label/Chain/Description/Palette/Value set]:` – указать базовую точку или один из ключей: имя, метка, цепочка, описание, палитра, набор значений
`Specify endpoint:` – указать конечную точку
`Specify label location:` – указать положение метки



XY – создание параметра *XY*. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Xy`:

`Specify base point or [Name/Label/Chain/Description/Palette/Value set]:` – указать базовую точку или один из ключей: имя, метка, цепочка, описание, палитра, набор значений
`Specify endpoint:` – указать конечную точку



Rotation – создание параметра поворота. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Rotation`:

`Specify base point or [Name/Label/Chain/Description/Palette/Value set]:` – указать базовую точку или один из ключей: имя, метка, цепочка, описание, палитра, набор значений
`Specify radius of parameter:` – указать радиус параметра
`Specify default rotation angle or [Base angle] <0>:` – указать угол поворота по умолчанию или базовый угол
`Specify label location:` – указать положение метки



Alignment – создание параметра выравнивания. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Alignment`:

`Specify base point of alignment or [Name]:` – указать базовую точку выравнивания или имя
`Alignment type = Perpendicular` – тип выравнивания = нормаль
`Specify alignment direction or alignment type [Type] <Type>:` – указать направление выравнивания или тип выравнивания



Flip – создание параметра отражения. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Flip`:

`Specify base point of reflection line or [Name/Label/Description/Palette]:` – указать базовую точку линии отражения или один из ключей: имя, метка, описание, палитра
`Specify endpoint of reflection line:` – указать конечную точку линии отражения
`Specify label location:` – указать положение метки



Visibility – создание параметра видимости. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Visibility`:

`Specify parameter location or [Name/Label/Description/Palette]:` – указать местоположение параметра или один из ключей: имя, метка, описание, палитра



Lookup – создание параметра выбора. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `looKup`:

`Specify parameter location or [Name/Label/Description/Palette]:` – указать местоположение параметра или один из ключей: имя, метка, описание, палитра



Basepoint – создание параметра базовой точки. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Base`:

`Specify parameter location:` – указать местоположение параметра

Закладка **Actions** – включает набор инструментов для определения операций (рис. 10.17).



Move – создание операции перемещения. Запросы команды **BACTIONTOOL** с ключом `Move`:

`Select parameter:` – выбрать параметр

`Specify parameter point to associate with action or enter [Base point/Second point/Xcorner/Ycorner] <Base>:` – указать точку параметра, которую необходимо связать с операцией, или ввести ключ: начальная точка, вторая точка

`Specify selection set for action` – указать набор объектов для операции

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – выбрать объекты или нажать **Enter** при завершении выбора

`Specify action location or [Multiplier/Offset/Xy]:` – указать местоположение операции или ввести ключ: множитель, сместить

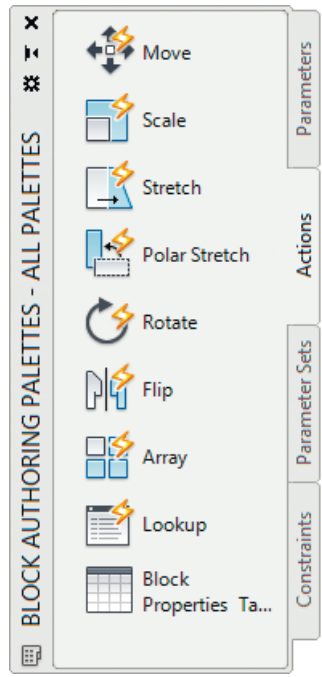


Рис. 10.17. Закладка операций палитры вариаций блоков



Scale – создание операции масштабирования. Запросы команды **BACTIONTOOL** с ключом `Scale`:

`Select parameter:` – выбрать параметр

`Specify selection set for action` – указать набор объектов для операции

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – выбрать объекты или нажать **Enter** при завершении выбора

`Specify action location or [Base type]:` – указать местоположение операции или тип базы



Stretch – создание операции растягивания. Запросы команды **BACTIONTOOL** с ключом `sTretch`:

`Select parameter:` – выбрать параметр

`Specify parameter point to associate with action or enter [sTart point/Second point] <Start>:` – указать точку параметра, которую необходимо связать с операцией, или ввести один из ключей: начальная точка, вторая точка

`Specify first corner of stretch frame or [CPolygon]:` – указать первый угол рамки растягивания или многоугольник

`Specify opposite corner:` – указать противоположный угол

`Specify objects to stretch` – указать объекты для растяжения

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – выбрать объекты или нажать **Enter** при завершении выбора

`Specify action location or [Multiplier/Offset]:` – указать местоположение операции или ключи: множитель, сместить



Polar Stretch – создание операции полярного растягивания. Запросы команды **BACTIONTOOL** с ключом `Polar stretch`:

`Select parameter:` – выбрать параметр

`Specify parameter point to associate with action or enter [sTart point/Second point] <Start>:` – указать точку параметра, которую необходимо связать с операцией, или ввести один из ключей: начальная точка, вторая точка

`Specify first corner of stretch frame or [CPolygon]:` – указать первый угол рамки растягивания или многоугольник

`Specify opposite corner:` – указать противоположный угол

`Specify objects to stretch` – указать объекты для растяжения

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – выбрать объекты или нажать **Enter** при завершении выбора

`Specify objects to rotate only` – указать только для поворота

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – выбрать объекты или нажать **Enter** при завершении выбора

`Specify action location or [Multiplier/Offset]:` – указать местоположение операции или ключи: множитель, сместить



Rotate – создание операции поворота. Запросы команды **BACTIONTOOL** с ключом `Rotate`:

`Select parameter:` – выбрать параметр

`Specify selection set for action` – указать набор объектов для операции

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – выбрать объекты или нажать **Enter** при завершении выбора

`Specify action location or [Base type]:` – указать местоположение операции или тип базы



Flip – создание операции отражения. Запросы команды **BACTIONTOOL** с ключом `Flip`:

`Select parameter:` – выбрать параметр
`Specify selection set for action` – указать набор объектов для операции
`Select objects:` – выбрать объекты
`Select objects:` – выбрать объекты или нажать **Enter** при завершении выбора
`Specify action location:` – указать местоположение операции



Array – создание операции с массивом. Запросы команды **BACTIONTOOL** с ключом `Array`:

`Select parameter:` – выбрать параметр
`Specify selection set for action` – указать набор объектов для операции
`Select objects:` – выбрать объекты
`Select objects:` – выбрать объекты или нажать **Enter** при завершении выбора
`Enter the distance between columns (|||):` – ввести расстояние между столбцами
`Specify action location:` – указать местоположение операции



Lookup – создание операции поиска. Запросы команды **BACTIONTOOL** с ключом `Lookup`:

`Select parameter:` – выбрать параметр
`Specify selection set for action` – указать набор объектов для операции



Block Properties Table – загрузка таблицы выбора свойств блока.

Вкладка **Parameter Sets** включает набор инструментов для определения параметров (рис. 10.18).



Point Move – перемещение точки: создание параметра точки с одной декартовой ручкой, связанной с операцией перемещения. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `pOint`:

`Specify parameter location or [Name/Label/Chain/Description/Palette]:` – указать местоположение параметра или один из ключей: имя, метка, цепочка, описание, палитра

`Specify label location:` – указать положение метки



Linear Move – линейное перемещение: создание линейного параметра с одной линейной ручкой, связанной с операцией перемещения. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Linear`:

`Specify start point or [Name/Label/Chain/Description/Base/Palette/Value set]:` – указать начальную точку или один из ключей: имя, метка, цепочка, описание, база, палитра, набор значений

`Specify endpoint:` – указать конечную точку

`Specify label location:` – указать положение метки



Linear Stretch – линейное растяжение: создание линейного параметра с одной линейной ручкой, связанной с операцией растягивания. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Linear` аналогичны запросам инструмента **Linear Move**.



Linear Array – линейный массив: создание линейного параметра с одной линейной ручкой, связанной с операцией с массивом. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Linear` аналогичны запросам инструмента **Linear Move**.



Linear Move Pair – пара линейных перемещений: создание линейного параметра с двумя линейными ручками, связанными с операцией перемещения. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Linear` аналогичны запросам инструмента **Linear Move**.



Linear Stretch Pair – пара линейных растяжений: создание линейного параметра с двумя линейными ручками, связан-

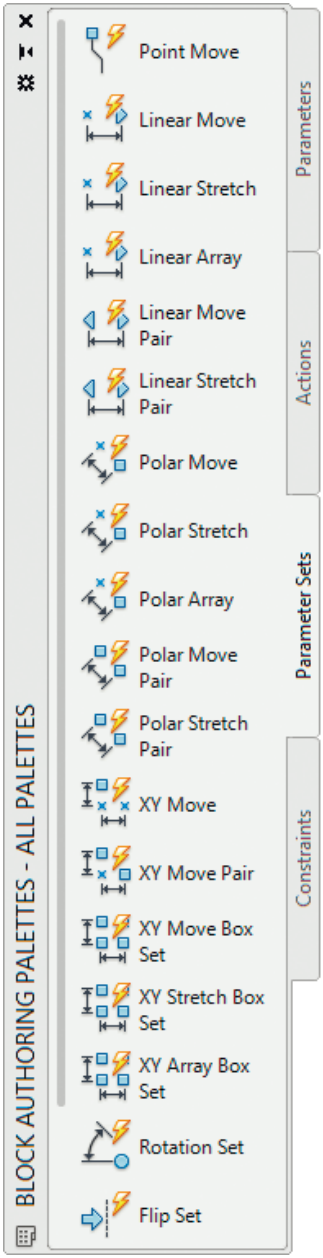


Рис. 10.18. Вкладка наборов параметров палитры вариаций блоков

ными с операцией перемещения на обоих концах. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Linear` аналогичны запросам инструмента **Linear Move**.



Polar Move – полярное перемещение: создание полярного параметра с одной полярной ручкой, связанной с операцией перемещения. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Polar`:

`Specify base point or [Name/Label/Chain/Description/Palette/Value set]:` – указать базовую точку или один из ключей: имя, метка, цепочка, описание, палитра, набор значений

`Specify endpoint:` – указать конечную точку

`Specify label location:` – указать положение метки



Polar Stretch – полярное растяжение: создание полярного параметра с одной полярной ручкой, связанной с операцией растягивания. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Polar` аналогичны запросам инструмента **Polar Move**.



Polar Array – круговой массив: создание полярного параметра с одной полярной ручкой, связанной с операцией с массивом. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Polar` аналогичны запросам инструмента **Polar Move**.



Polar Move Pair – пара полярных перемещений: создание полярного параметра с двумя полярными ручками, связанными с операцией перемещения. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Polar` аналогичны запросам инструмента **Polar Move**.



Polar Stretch Pair – пара полярных растяжений: создание полярного параметра с двумя полярными ручками, связанными с операцией растягивания на каждом конце. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Polar` аналогичны запросам инструмента **Polar Move**.



XY Move – перемещение *XY*: создание параметра *XY* с одной декартовой ручкой, связанной с операцией перемещения. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Xy`:

`Specify base point or [Name/Label/Chain/Description/Palette/Value set]:` – указать базовую точку или один из ключей: имя, метка, цепочка, описание, палитра, набор значений

`Specify endpoint:` – указать конечную точку



XY Move Pair – пара перемещений *XY*: создание параметра *XY* с двумя декартовыми ручками, связанными с операцией перемещения. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Xy` аналогичны запросам инструмента **XY Move**.



XY Move Box Set – управляющая группа произвольного перемещения *XY*: создание параметра *XY* с четырьмя декартовыми ручками, связанными с операцией перемещения. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Xy` аналогичны запросам инструмента **XY Move**.



XY Stretch Box Set – набор рамок растяжения *XY*: создание параметра *XY* с четырьмя декартовыми ручками, связанными с операцией растягивания в каждом углу. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Xy` аналогичны запросам инструмента **XY Move**.



XY Array Box Set – управляющая группа прямоугольного массива *XY*: создание параметра *XY* с четырьмя декартовыми ручками, связанными с операцией с массивом. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Xy` аналогичны запросам инструмента **XY Move**.



Rotation Set – управляющая группа поворота: создание параметра поворота с одной ручкой поворота, связанной с операцией поворота. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Rotation`:

`Specify base point or [Name/Label/Chain/Description/Palette/Value set]:` – указать базовую точку или один из ключей: имя, метка, цепочка, описание, палитра, набор значений

`Specify radius of parameter:` – указать радиус параметра

`Specify default rotation angle or [Base angle] <0>:` – указать угол поворота по умолчанию или базовый угол

`Specify label location:` – указать положение метки



Flip Set – набор отражения: создание параметра отражения с одной ручкой отражения, связанной с операцией отражения. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Flip`:

`Specify base point of reflection line or [Name/Label/Description/Palette]:` – указать базовую точку линии отражения или один из ключей: имя, метка, описание, палитра

`Specify endpoint of reflection line:` – указать конечную точку линии отражения

`Specify label location:` – указать положение метки



Visibility Set – управляющая группа видимости: создание параметра видимости с одной ручкой выбора (операция предполагается). Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `Visibility`:

`Specify parameter location or [Name/Label/Description/Palette]:` – указать местоположение параметра или один из ключей: имя, метка, описание, палитра



Lookup Set – управляющая группа выбора: создание параметра выбора с одной ручкой выбора, связанной с операцией поиска. Запросы команды **BPARAMETER** с ключом `looKup`:

`Specify parameter location or [Name/Label/Description/Palette]:` – указать местоположение параметра или один из ключей: имя, метка, описание, палитра

Вкладка **Constrants** включает набор инструментов для определения зависимостей.

Атрибуты блока

Атрибут блока представляет собой некое подобие метки или ярлыка, используемых для связывания с блоком текстовой строки или каких-либо иных данных. В процессе вставки блока с переменными атрибутами AutoCAD предлагает ввести значение атрибута, которое затем сохраняется вместе с блоком. Примерами данных атрибутов могут служить номера деталей, технические требования, стоимость, комментарии, фамилии владельцев и т. п.

Можно экспортировать информацию, хранящуюся в атрибутах рисунка, с целью последующего использования в электронных таблицах или базах данных для генерации документов типа спецификаций или ведомостей материалов. С одним блоком допускается связывать несколько атрибутов, имена которых различаются.

Атрибуты могут быть *скрытыми*. Скрытый атрибут не виден ни на экране монитора, ни на вычерченном рисунке. Несмотря на это, данные такого атрибута хранятся в файле чертежа и извлекаются по мере необходимости.

При формировании атрибута вначале создается описание, в которое заносятся его характеристики.



Команда **ATTDEF** создает *описание атрибута*. Она вызывается щелчком на пиктограмме **Define Attribute** в группе **Block Definition** ленты **Insert** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation** и загружает диалоговое окно **Attribute Definition**, показанное на рис. 10.15. Здесь необходимо определить имя атрибута, подсказку, значение по умолчанию, форматирование текста, расположение атрибута и при желании – его необязательные характеристики: скрытый, постоянный, контролируемый и установленный, а также другие параметры в следующих областях.

- В области **Mode** доступна настройка четырех режимов атрибута:
  - **Invisible** – скрытый режим. При вставке блока значение атрибута не отображается на рисунке и не выводится на печать. Его можно отменить с помощью команды **ATTDISP**;
  - **Constant** – постоянный режим. Атрибут имеет фиксированное значение для всех вхождений блока;
  - **Verify** – контролируемый режим, позволяющий проверять правильность значения атрибута во время вставки;
  - **Preset** – установленный режим, позволяющий создавать атрибуты, значения которых не запрашиваются при вставке блока, но могут быть из-

менены. Основная цель режима – уменьшить количество запросов. Поэтому включать его не имеет смысла, если для ввода значений атрибутов используется диалоговое окно **Attribute Definition**;
- **Lock position** – фиксированное положение атрибута внутри вхождения блока. При отмене фиксации атрибута его можно перемещать относительно остальной части блока с помощью ручек редактирования;
- **Multiple lines** – многострочный режим, при котором значение атрибута может содержать несколько строк текста.

Значения текущих режимов атрибутов для команды **ATTDEF** по умолчанию можно установить с помощью системной переменной AFLAGS.

- Область **Attribute** позволяет задать данные атрибута – текстовую информацию:
  - **Tag:** – имя атрибута, используемое для идентификации каждого вхождения атрибута в рисунок. Имя не может быть пустым и содержать пробелов. Строчные буквы в нем автоматически переводятся в прописные;
  - **Prompt:** – текст подсказки, которая выдается при запросе значения атрибута во время вставки блока. Если нажатием клавиши **Enter** введена пустая строка, то в качестве текста подсказки используется имя атрибута. Если атрибуту назначено свойство **Constant**, текстовое поле **Prompt:** становится недоступным;
  - **Default:** – определяет значение атрибута по умолчанию. Это поле может быть пустым;
  - кнопка **Insert field** – загружает диалоговое окно вставки поля **Field**.

Если подсказка **Prompt:** или параметр **Value:** должны начинаться с пробела, то первым символом набираемой строки должна быть обратная косая черта (\). Если же первый символ подсказки или значения атрибута – обратная косая черта, то вводимый в поле текст должен начинаться двумя обратными косыми чертами (\\).

- Область **Insertion point** позволяет задать координаты точки вставки в рисунке с помощью мыши, для чего следует включить флажок **Specify on-screen**.
- При выборе выравнивания по предыдущему атрибуту **Align below previous attribute definition** имя атрибута автоматически помещается под предыдущим определением атрибута, если таковой есть, в противном случае параметр остается недоступным.
- В области **Text Settings** определяются параметры текста:
  - **Justification:** – выравнивание;
  - **Text style:** – текстовый стиль;
  - **Annotative** – аннотативность атрибута;
  - **Text Height:** – указание высоты текста атрибута;
  - **Rotation:** – указание угла поворота текста атрибута;
  - **Boundary width:** – ширина рамки. Если длина строки текста в многострочн-

ном атрибуте превышает заданную, то выполняется перенос на следующую строку.

После того как атрибут создан, его можно включать в набор объектов при создании описания блока. Связывание атрибутов с блоками производится и в случае переопределения блоков. В ответ на запрос AutoCAD о выборе объектов, включаемых в блок, следует включить в набор не только геометрические объекты самого блока, но и необходимые атрибуты. Порядок выбора атрибутов определяет порядок следования запросов на ввод их значений при вставке блока.

Если описание атрибута включено в блок, то при вставке блока AutoCAD предлагает ввести значение атрибута, используя как подсказку указанную в описании текстовую строку, за которой последуют запросы о значениях определенных атрибутов:

`Enter attribute values` – ввести значения атрибутов

Значения атрибута для разных вхождений блока могут различаться.

Запросы значений атрибутов можно подавить, приравняв системную переменную `ATTREQ`, сохраняющуюся вместе с рисунком, нулю. При этом значениями атрибутов автоматически становятся их значения по умолчанию или «*пусто*».

Имеется возможность создания отдельных атрибутов, не связанных с блоками. Если сохранить рисунок, где имеются такие атрибуты, то при выполнении вставки этого рисунка в другой рисунок AutoCAD выдаст запросы на ввод значений атрибутов.

Атрибуты, связанные с вставленными в рисунок блоками, можно редактировать.

Команда **ATTEDIT**, позволяющая *редактировать описание атрибута*, загружает диалоговое окно **Edit Attributes**, показанное на рис. 10.19. Здесь можно изменять характеристики атрибутов, за исключением таких, как положение, высота или гарнитура шрифта.

Запрос команды **ATTEDIT**:

`Select block reference:` – выбрать вхождение блока



Команда **EATTEDIT** вызывается щелчком на пиктограмме **Edit Attribute** в группе **Block** ленты **Insert**, в рабочем пространстве **Drafting & Annotation** и загружает диалоговое окно редактирования атрибутов блоков **Enhanced Attribute Editor**, которое содержит следующие вкладки.

- Вкладка **Attribute** отображает атрибуты блока (рис. 10.20):
  - **Block:** – имя блока;
  - **Tag:** – атрибут;
  - **Prompt** – подсказку;
  - **Value** – значение атрибута;
  - кнопка **Select block** позволяет выбрать блок.

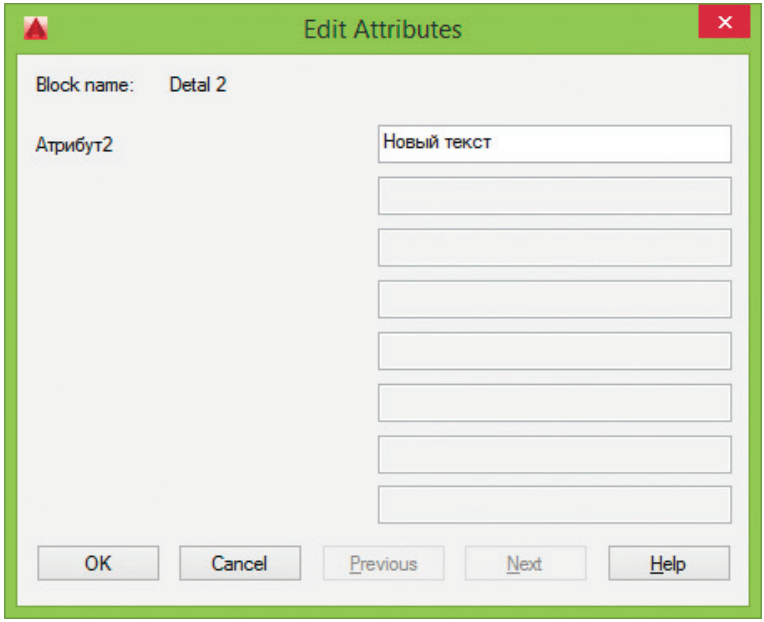


Рис. 10.19. Диалоговое окно редактирования атрибутов

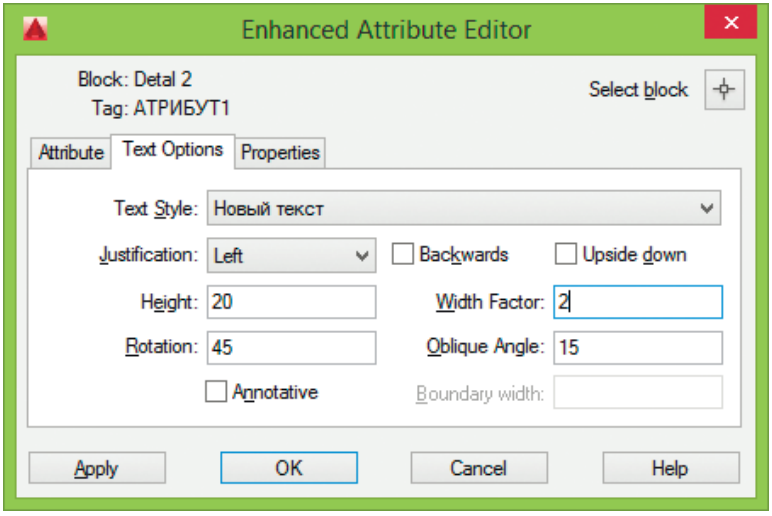


Рис. 10.20. Диалоговое окно редактора атрибутов блоков

- Вкладка **Text Options** дает возможность редактировать параметры текста (рис. 10.21):
  - **Text Style:** – текстовый стиль;

- **Justification:** – выравнивание;
- **Height:** – высота;
- **Rotation:** – поворот;
- **Backwards** – справа налево;
- **Upside down** – перевернутый;
- **Width Factor:** – степень растяжения;
- **Oblique Angle** – угол наклона;
- **Annotative** – аннотативность атрибута;
- **Boundary width:** – ширина рамки.

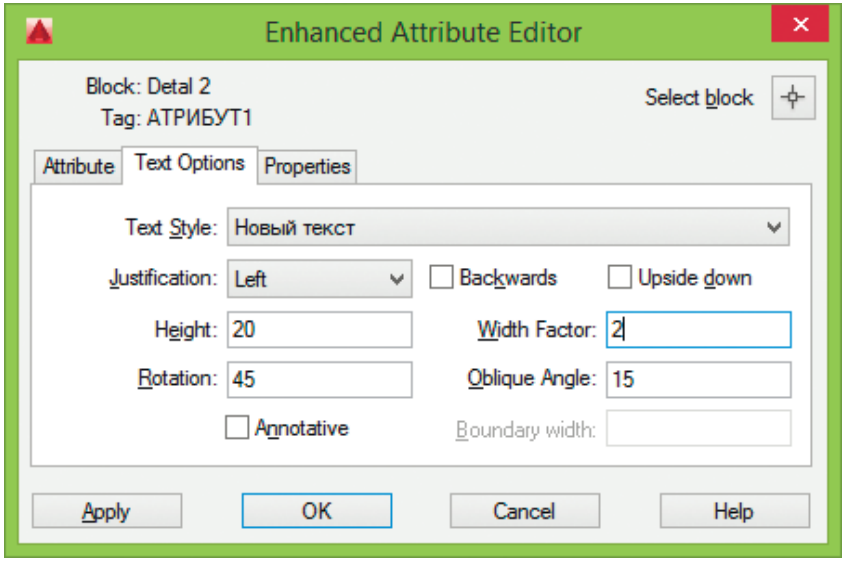


Рис. 10.21. Диалоговое окно редактирования параметров текста атрибутов блока

❑ Вкладка **Properties** осуществляет редактирование следующих свойств атрибута (рис. 10.22):

- **Layer:** – слой;
- **Linetype:** – тип линий;
- **Color:** – цвет;
- **Lineweight:** – вес линий;
- **Plot style:** – стиль печати.

Команда **EATTEDIT** позволяет переопределить блок и изменить атрибуты. Выдает следующие запросы:

`Enter name of the block you wish to redefine:` – указать имя переопределяемого блока

`Select objects for new Block...` – выбрать объекты для нового блока

`Select objects:` – выбрать объекты

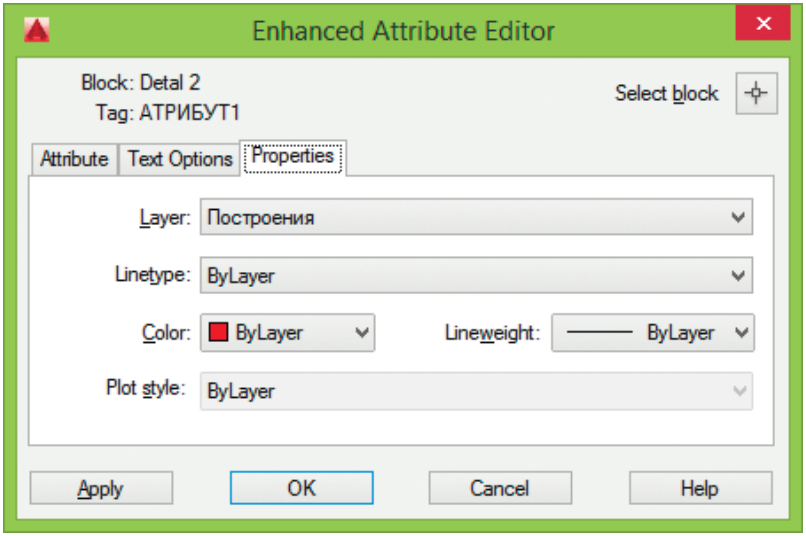


Рис. 10.22. Диалоговое окно редактирования свойств атрибутов блока



Команда **BATTMAN** управляет описаниями атрибутов в блоках текущего рисунка. Эти описания можно редактировать, удалять атрибуты из блоков и изменять порядок, согласно которому запрашиваются значения атрибутов при вставке блока. Команда вызывается щелчком на пиктограмме **Manage Attributes** в группе **Block Definition** ленты **Insert** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Команда загружает Диспетчер атрибутов блоков **Block Attribute Manager** (рис. 10.23). Здесь отображается список атрибутов выбранного блока. По умолчанию в список включены имя атрибута, подсказка, значение по умолчанию, а также режимы вставки и отображения атрибута. С помощью кнопки **Settings...** можно задать свойства атрибута, которые должны быть показаны в списке. Нажатие кнопки **Edit...** загружает диалоговое окно редактирования атрибута **Edit Attribute**.

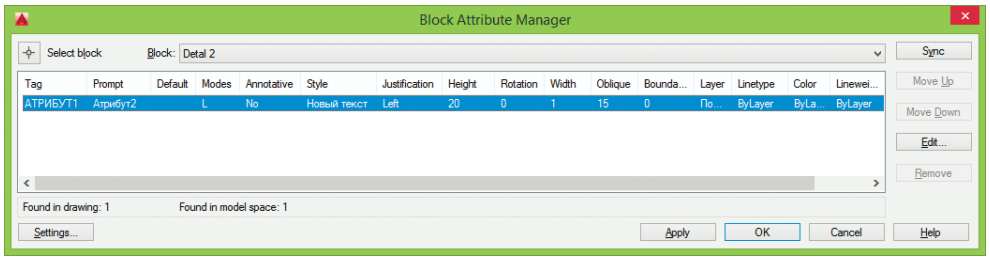


Рис. 10.23. Диалоговое окно диспетчера атрибутов блоков



Допускается *извлечение* данных из рисунка с помощью команды **DATAEXTRACTION**, которая загружает Мастер извлечения данных **Data Extraction**. Вызывается команда щелчком на пиктограмме **Data Extraction...** в группе **Linking & Extraction** ленты **Insert** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Результаты выполнения запросов на извлечение данных из рисунка сохраняются в таблице текущего файла формата DWG или в отдельном текстовом файле формата ASCII, который впоследствии может быть передан в какую-либо систему управления базами данных. Извлечение данных никак не влияет на рисунок. Записи в файле разделяются запятыми или знаками табуляции. Кроме того, пользователь может формировать результаты в формате Microsoft Excel или Access.

Мастер извлечения данных – удобное средство создания различных спецификаций и отчетов, оперирующее данными, получаемыми непосредственно из рисунков. Например, можно создать рисунок, где каждый блок представляет определенное производственное оборудование. Если с каждым таким блоком связаны атрибуты, идентифицирующие модель и производителя оборудования, то можно автоматизировать подготовку различных отчетов о составе и общей стоимости имеющегося оборудования.

На первой странице Мастера извлечения данных **Data Extraction – Begin** (рис. 10.24) настраиваются следующие параметры:

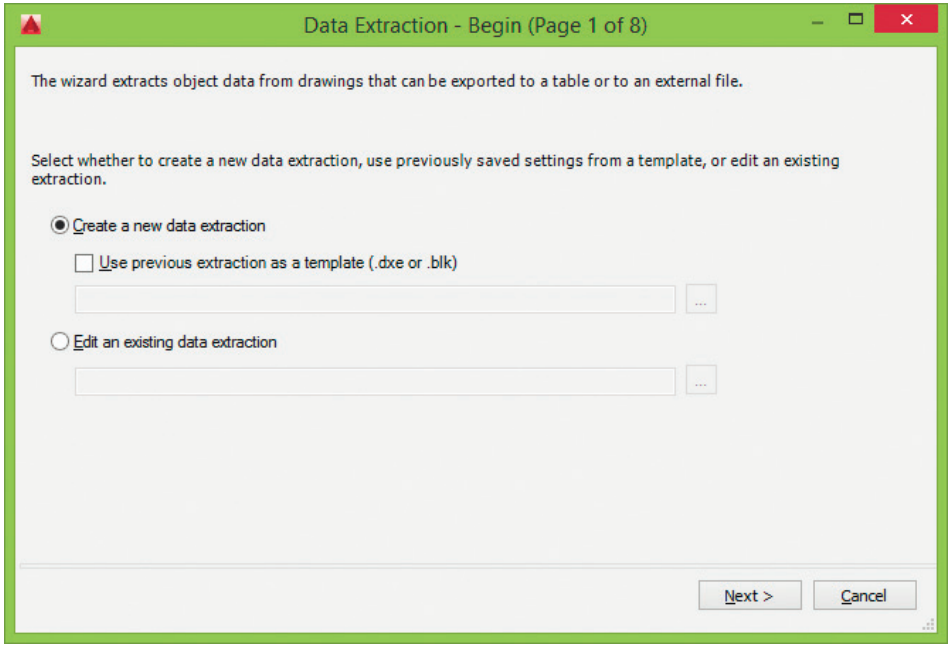


Рис. 10.24. Мастер извлечения данных, страница 1 – начало

- **Create a new data extraction** – создание нового извлечения данных;
- **Use previous extraction as a template (.dxe or .blk)** – использование предыдущего извлечения в качестве шаблона;
- **Edit an existing data extraction** – редактирование существующих извлеченных данных.

Для использования ранее сохраненых параметров необходимо выбрать вариант использования шаблона.

На странице 2 Мастера извлечения данных **Data Extraction – Define Data Source** (рис. 10.25) осуществляется определение источника данных.

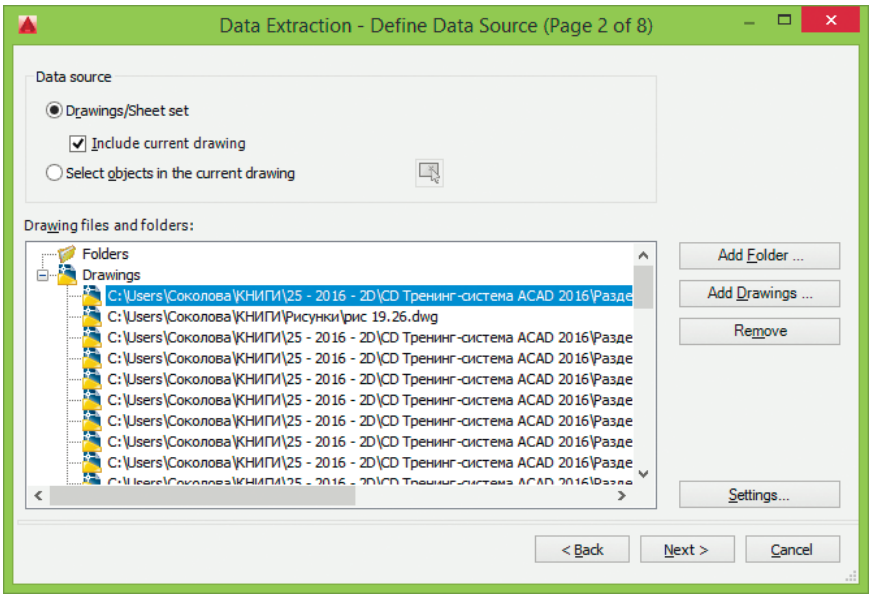


Рис. 10.25. Мастер извлечения данных, страница 2 – определение источника данных

- В области **Data source** определяются параметры источника данных:
  - **Drawings/Sheet set** – выбор чертежей/подшивок;
  - **Include current drawing** – включение текущего чертежа;
  - **Select objects in the current drawing** – выбор объектов в текущем чертеже.
- В области **Drawing files and folders:** – показаны файлы чертежей.
- Кнопка **Add Folder ...** – загружает диалоговое окно дополнительных настроек **Add Folder Options** (рис. 10.26), где настраиваются следующие параметры:
  - **Folder** – определение папки;
  - в области **Options** задаются параметры:
    - ◊ **Automatically include new drawings added in this folder to the data extraction** – автоматическое включение новых чертежей, добавленных в папку к извлеченным данным;

- ◊ **Include subfolders** – включение внутренних папок;
- ◊ **Utilize wild-card characters to select drawings** – использование кода для выбора чертежей.

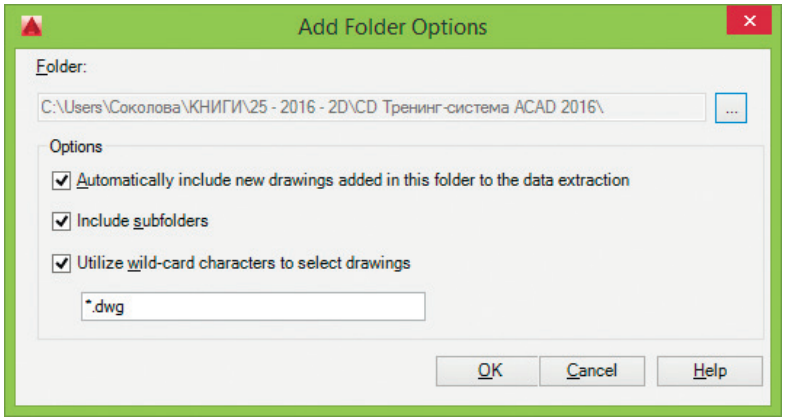


Рис. 10.26. Диалоговое окно дополнительных настроек

На странице 3 Мастера извлечения данных **Data Extraction – Select Objects** (рис. 10.27) осуществляется выбор объектов. Здесь необходимо выбрать объекты, которые нужно включить как заголовки столбцов и строк в конечном файле.

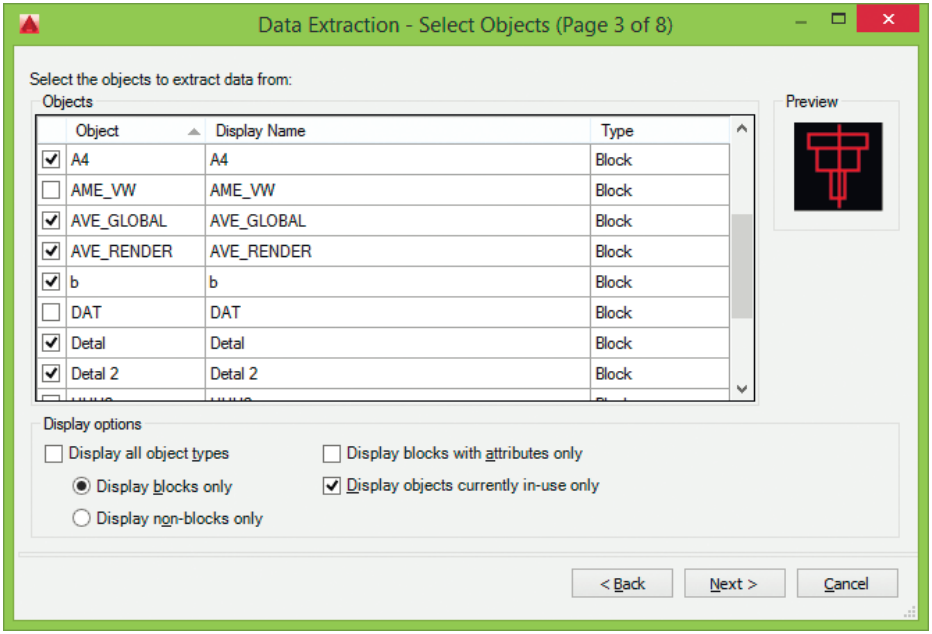


Рис. 10.27. Мастер извлечения данных, страница 3 – выбор объектов

Для отображения списка дополнительных параметров следует щелкнуть правой кнопкой мыши на элементе в списке. Если необходимо, можно указать другое имя, которое будет отображаться в заголовках столбцов выводимых данных. В этом диалоговом окне настраиваются следующие параметры.

- В области **Objects** перечислены объекты и выводимые имена.
- В области **Display options** настраиваются параметры экрана:
  - **Display all object types** – отображение объектов всех типов;
  - **Display blocks only** – отображение только блоков;
  - **Display non-blocks only** – отображение объектов, не являющихся блоками;
  - **Display blocks with attributes only** – отображение только блоков с атрибутами;
  - **Display objects currently in-use only** – отображение только текущих используемых объектов.

На странице 4 Мастера извлечения данных **Data Extraction – Select Properties** (рис. 10.28) осуществляется выбор свойств. В окне просмотра можно изменить порядок элементов в таблице с помощью перетаскивания. Для того чтобы отсортировать данные, следует щелкнуть на заголовке столбца.

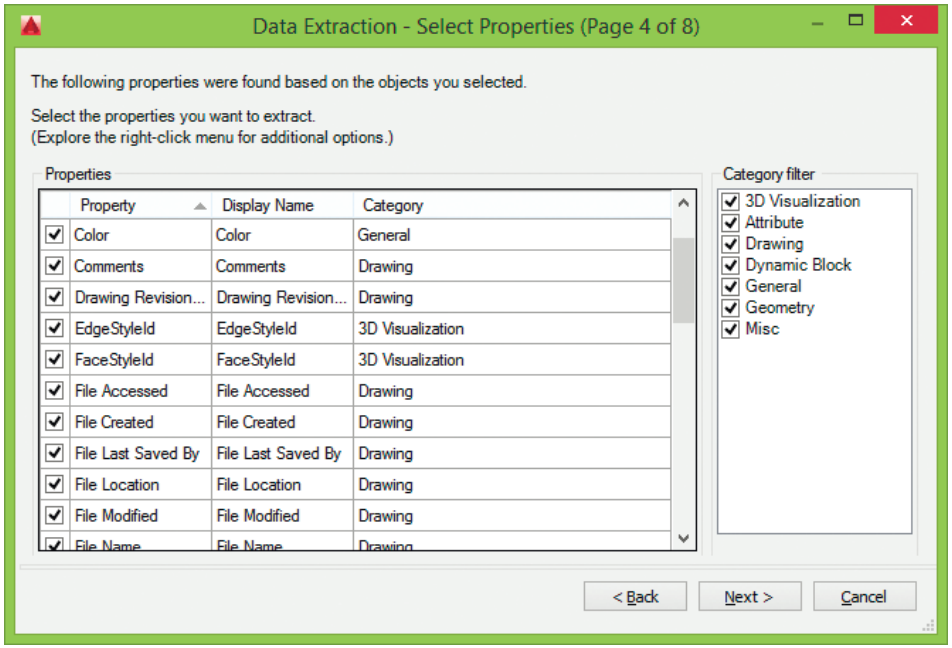


Рис. 10.28. Мастер извлечения данных, страница 4 – выбор свойств

Для доступа к дополнительным параметрам необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на заголовке столбца. При этом открывается контекстное меню (рис. 10.29), позволяющее:

- **Check All** – выбор всех элементов;
- **Uncheck All** – отмена всего выбора;
- **Invert Selection** – замена выбора на обратный;
- **Edit Display Name** – редактирование выводимых имен.

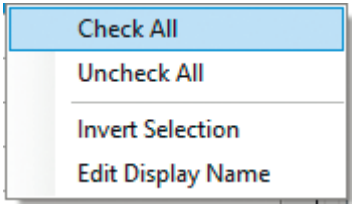


Рис. 10.29. Контекстное меню Мастера извлечения данных

На странице 5 Мастера извлечения данных **Data Extraction – Refine Data** (рис. 10.30) осуществляется упорядочение и сортировка колонок, настройка фильтров, добавление колонок с формулами, а также создание связей с внешними данными:

- **Combine identical rows** – объединение рядов;
- **Show count column** – отображение номера столбца;
- **Show name column** – отображение имени столбца;
- кнопка **Link External Data...** загружает одноименное диалоговое окно описания связей с внешними данными;
- кнопка **Sort Columns Options...** загружает диалоговое окно сортировки столбцов **Sort Columns**;
- кнопка **Full Preview...** загружает диалоговое окно предварительного просмотра **Data Extraction-Full Preview**.

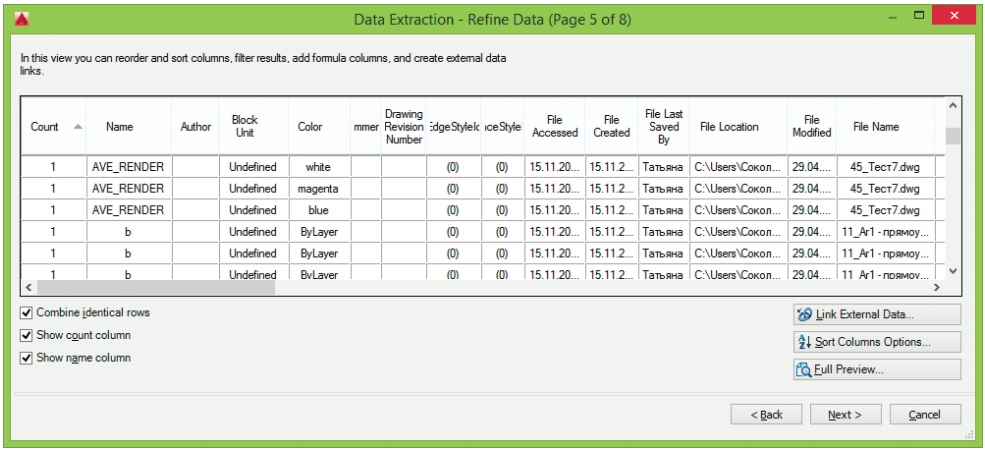


Рис. 10.30. Мастер извлечения данных, страница 5 – структуризация данных

На странице 6 Мастера извлечения данных **Data Extraction – Choose Output** (рис. 10.31) осуществляется размещение данных:

- **Insert data extraction table into drawing** – вставка извлеченных данных таблицы в чертеж;
- **Output data to external file (.xls .csv .mdb .txt)** – размещение данных во внешнем файле.

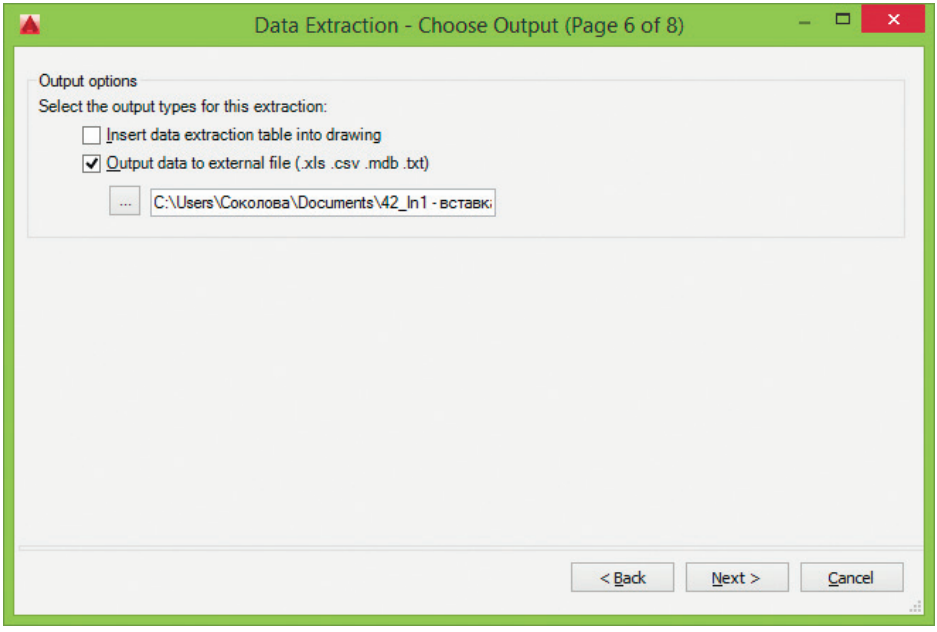


Рис. 10.31. Мастер извлечения данных, страница 6 – размещение данных

На странице 7 Мастера извлечения данных **Data Extraction – Table Style** (рис. 10.32) создается стиль таблицы.

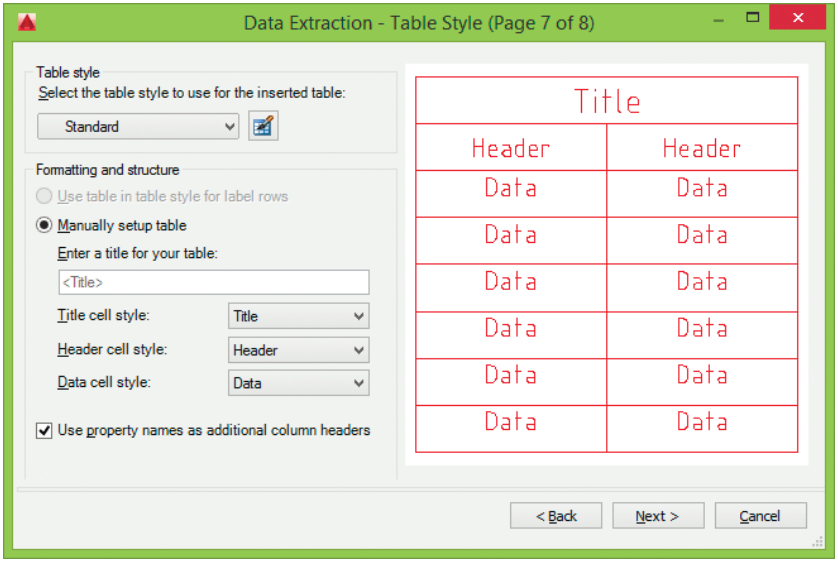


Рис. 10.32. Мастер извлечения данных, страница 7 – стиль таблицы

- **Select the table style to use for the inserted table** – выбор стиля таблицы.
- В области **Formating and structure** осуществляется форматирование:
  - **Use table in table style for label rows** – использование табличного стиля для названия рядов;
  - **Manually setup table** – формирование таблицы вручную;
  - **Enter a title for your table:** – ввод заголовка таблицы;
  - **Tile cell style:** – название ячейки;
  - **Header cell style:** – заголовок ячейки;
  - **Data cell style:** – содержимое ячейки;
  - **Use property names as additional column headers** – использование имен свойств в качестве заголовков дополнительных столбцов.

На странице 8 Мастера извлечения данных **Data Extraction – Finish** (рис. 10.33) завершается работа с Мастером. Для извлечения данных необходимо нажать кнопку **Finish**. Если выбрано извлечение в таблицу, то после нажатия кнопки **Finish** появится запрос точки вставки. Если выбрано извлечение во внешний файл, то произойдет создание файла.

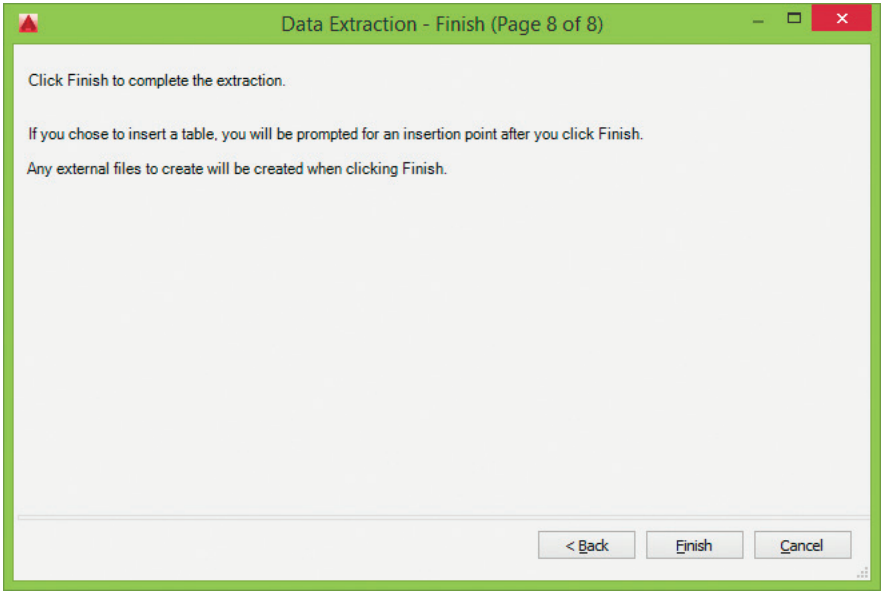


Рис. 10.33. Мастер извлечения атрибутов, страница 8 – завершение

Таблицы



Команда **TABLE** осуществляет создание пустой *таблицы* объектов в чертеже. Вызывается команда из падающего меню **Draw → Table...** или щелчком на пиктограмме **Table** в группе **Annotation** ленты **Home** в рабо-

чем пространстве **Drafting & Annotation**. В результате открывается диалоговое окно вставки таблицы **Insert Table** – рис. 10.34.

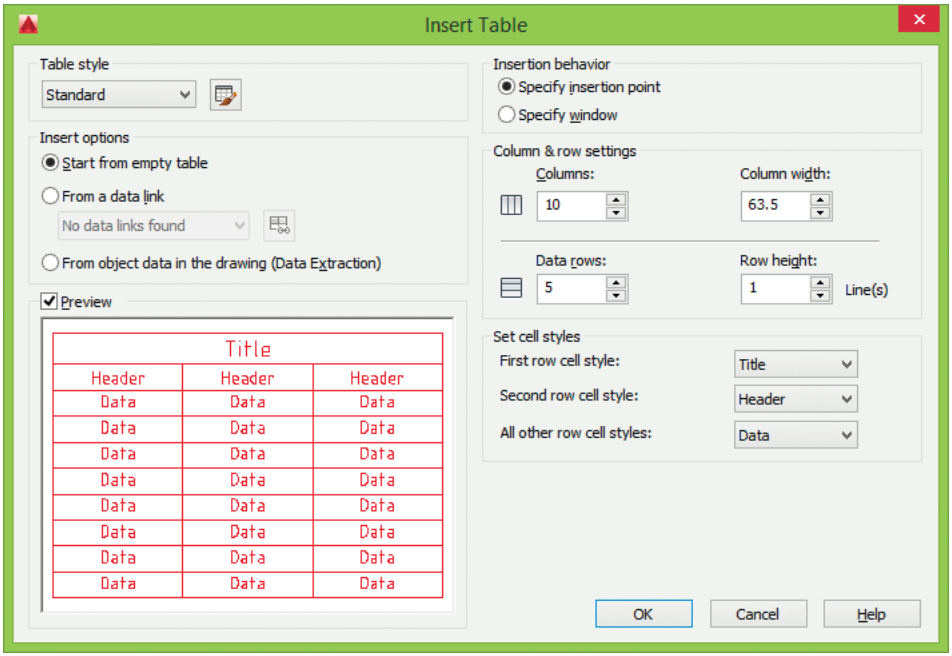


Рис. 10.34. Диалоговое окно вставки таблицы

Таблица представляет собой прямоугольную структуру ячеек, организованных по строкам и столбцам, в которых содержатся текстовые объекты или блоки.

Перед заполнением ячеек информацией создается пустая таблица.

В диалоговом окне **Insert Table** настраиваются следующие параметры.

- В области **Table style** определяется стиль таблицы.
- В области **Insert options** – способы вставки таблицы:
  - **Start from empty table** – создание пустой таблицы, которую можно заполнить данными вручную;
  - **From a data link** – создание таблицы по данным из внешней электронной таблицы;
  - **From object data in the drawing (Data Extraction)** – запуск Мастера извлечения данных.
- В области **Insertion behavior** определяется способ вставки:
  - **Specify insertion point** – запрос точки вставки, то есть расположения левого верхнего угла таблицы;
  - **Specify window** – запрос занимаемой области, то есть размера и расположения таблицы.

- В области **Column & row settings** задаются параметры строк и столбцов:
  - **Columns:** – количество столбцов;
  - **Column width:** – ширина столбца;
  - **Data rows:** – количество строк;
  - **Row height:** – высота строки.
- В области **Set cell styles** устанавливаются стили ячеек.
- В области **Preview** устанавливается просмотр таблицы.

После создания таблицы можно вводить текст или добавлять блоки в ячейки. Для редактирования размеров таблицы достаточно указать с помощью мыши любую линию сетки, а затем изменить их с помощью ручек или палитры свойств. При этом строки и столбцы меняются пропорционально.

Чтобы выделить ячейку, следует указать точку внутри нее. Ручки появляются на середине каждой границы ячейки. С помощью ручек можно изменить ширину и высоту ячейки и, соответственно, ширину и высоту ее столбца и строки.

Чтобы выделить нескольких ячеек, следует выбрать одну из них, а затем, удерживая нажатой кнопку мыши, указать все остальные ячейки.

Контекстное меню таблицы (рис. 10.35) вызывается нажатием правой кнопки мыши при выделенной ячейке. Оно позволяет вставлять и удалять столбцы и строки, комбинировать смежные ячейки и пр.

- **Cut** – вырезать.
- **Copy** – копировать.
- **Paste** – вставить.
- **Recent Input** – последний ввод.
- **Cell Style** – стиль ячеек: **By Row/Column** – по строке или столбцу; **Data** – данные; **Header** – заголовок; **Title** – название; **Save as New Cell Style...**– сохранение нового стиля ячеек.
- **Background Fill** – заливка фона.
- **Alignment** – выравнивание: **Top Left** – вверх влево; **Top Center** – вверх по центру; **Top Right** – вверх вправо; **Middle Left** – середина влево; **Middle Center** – середина по центру; **Middle Right** – середина вправо; **Bottom Left** – вниз влево; **Bottom Center** – вниз по центру; **Bottom Right** – вниз вправо.
- **Borders...** – загрузка диалогового окна определения свойств границ ячеек **Cell Border Properties** (рис. 10.36), в котором определяются свойства границ: **Lineweight:** – вес

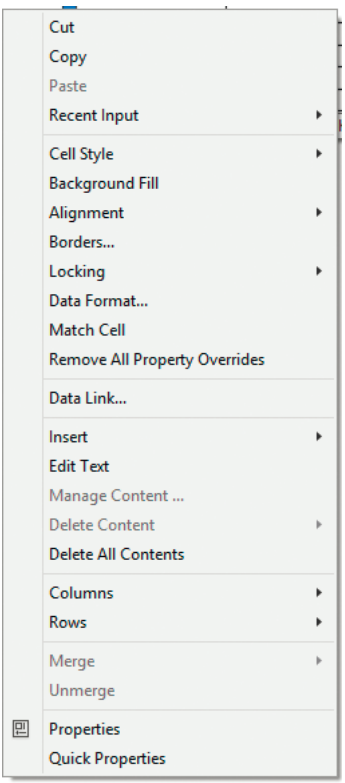


Рис. 10.35. Контекстное меню таблицы

линий; **Linetype:** – тип линий; **Color:** – цвет; **Double line** – двойная линия; **Spacing:** – интервал.

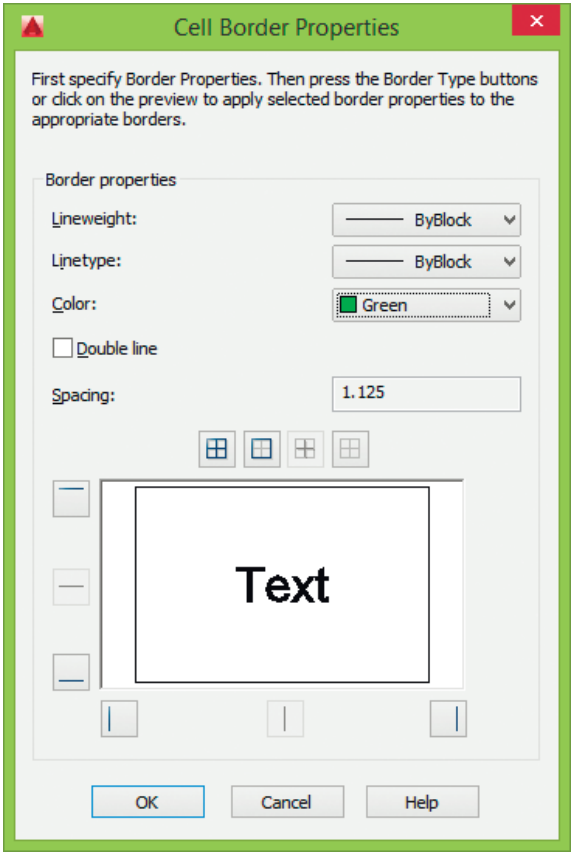


Рис. 10.36. Диалоговое окно определения свойств границ ячеек

- **Locking** – блокирование: **Unlocked** – разблокировано; **Content Locked** – содержимое заблокировано; **Format Locked** – формат заблокирован; **Content and Format Locked** – содержимое и формат заблокированы.
- **Data Format...** – загрузка диалогового окна определения формата ячейки таблицы **Table Cell Format**.
- **Match Cell** – установка формата по образцу.
- **Remove All Property Overrides** – снятие переопределения свойств.
- **Data Link...** – загрузка диалогового окна выбора связи данных **Select a Data Link**.
- **Insert** – вставка:
  - **Block...** – загрузка диалогового окна **Insert a Block in a Table Cell** (рис. 10.37), предназначенного для вставки блока в ячейку таблицы:

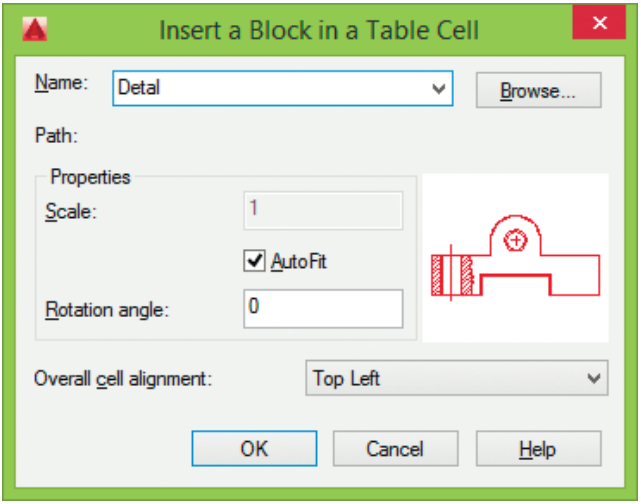


Рис. 10.37. Диалоговое окно вставки блока в ячейку таблицы

- ◊ **Name:** – имя вставляемого блока;
- ◊ кнопка **Browse...** – загрузка диалогового окна, позволяющего сделать обзор и выбор существующих файлов;
- ◊ **Scale:** – коэффициент масштабирования;
- ◊ **AutoFit** – вписать;
- ◊ **Rotation angle:** – угол поворота;
- ◊ **Overall cell alignment:** – способ выравнивания;

- **Field...** – загрузка диалогового окна **Field**, позволяющего выбрать такие категории полей, как дата и время, документ, объекты, печать, подшивка, связи и пр.;
- **Formula** – вставка формулы: **Sum** – сумма; **Average** – среднее; **Count** – количество; **Cell** – ячейка; **Equation** – уравнение.

- ❑ **Edit Text** – изменение текста.
- ❑ **Manage Content...** – управление содержимым.
- ❑ **Delete Content** – удаление содержимого.
- ❑ **Delete All Contents** – удаление всего содержимого.
- ❑ **Columns** – вставка столбцов: **Insert Left** – слева, **Insert Right** – справа, **Delete** – удаление столбцов, **Size Equally** – формирование столбцов одного размера.
- ❑ **Rows** – вставка строк: **Insert Above** – выше, **Insert Below** – ниже, **Delete** – удаление строк, **Size Equally** – формирование строк одного размера.
- ❑ **Merge** – объединение ячеек: **All** – всех, **By Row** – по строкам, **By Column** – по столбцам.
- ❑ **Unmerge** – разделение ячеек.
- ❑ **Properties** – загрузка палитры свойств объектов **PROPERTIES**.
- ❑ **Quick Properties** – загрузка быстрой палитры свойств.

Есть возможность добавить таблицу в инструментальную палитру. При этом в описании инструмента сохраняются свойства таблицы – ее стиль, число строк, столбцов. Но содержимое таблицы и форматирование символов – игнорируются.

При выделении ячеек таблицы загружается лента редактора таблиц **Table Cell** (рис. 10.38).

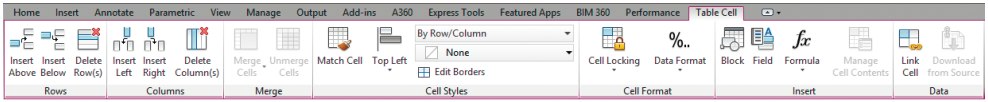


Рис. 10.38. Инструменты редактора таблиц

Данная лента содержит следующие инструменты.

- Группа **Rows**:
  - **Insert Above** – вставка ряда выше;
  - **Insert Below** – вставка ряда ниже;
  - **Delete Row(s)** – удаление ряда.
- Группа **Columns**:
  - **Insert Left** – вставка столбца слева;
  - **Insert Right** – вставка столбца справа;
  - **Delete Column(s)** – удаление столбца.
- Группа **Merge**:
  - **Merge Cells** – объединение ячеек: **Merge All** – всех, **Merge By Row** – по строкам, **Merge By Column** – по столбцам;
  - **Unmerge Cells** – разделение ячеек.
- Группа **Cell Styles**:
  - **Match Cell** – формат по образцу;

-  **Alignment** – выравнивание: **Top Left** – вверх влево; **Top Center** – вверх по центру; **Top Right** – вверх вправо; **Middle Left** – середина влево; **Middle Center** – середина по центру; **Middle Right** – середина вправо; **Bottom Left** – вниз влево; **Bottom Center** – вниз по центру; **Bottom Right** – вниз вправо;

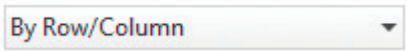
- 

Table Cell Styles – определение стиля ячеек таблицы: **By Row/Column** – по строке или столбцу; **Data** – данные; **Header** – заголовок; **Title** – название; **Create new cell style...** – создание нового стиля ячеек, **Manage cell style...** – управление стилями ячеек;

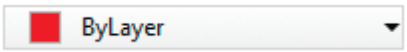
- 

Table Cell Background Color – определение цвета фона ячеек таблицы;

-  **Edit Borders** – загрузка диалогового окна определения внешнего вида границ ячеек **Cell Border Properties**.

❑ Группа **Cell Format**:

-  **Cell Locking** – блокировка: **Unlocked** – разблокировано; **Content Locked** – содержимое заблокировано; **Format Locked** – формат заблокирован; **Content and Format Locked** – содержимое и формат заблокированы;

-  **Data Format...** – загрузка диалогового окна определения формата ячейки таблицы **Table Cell Format**.

❑ Группа **Insert**:

-  **Block** – загрузка диалогового окна **Insert a Block in a Table Cell** (см. рис. 10.43), предназначенного для вставки блока в ячейку таблицы;

-  **Field** – вставка текстового поля в текущую ячейку таблицы, при этом загружается диалоговое окно **Field**, позволяющее выбрать такие категории полей, как дата и время, документ, объекты, печать, подшивка, связи и пр.;

-  **Formula** – вставка формулы: **Sum** – сумма, **Average** – среднее, **Count** – количество, **Cell** – ячейка, **Equation** – уравнение;

-  **Manage Cell Contents** – управление содержимым ячейки.

- Группа **Data**:
  -  **Link Cell** – установление связи ячейки и загрузка диалогового окна **Select a Data Link**;
  -  **Download from Source** – загрузка изменений из файла.

Глава 11

Команды оформления чертежей

Штриховка 298
Контур....309
Область....310
Маскировка....310
Простановка размеров....310
Линейные размеры 313
Параллельный размер....316
Длина дуги 317
Ординатные размеры....318
Размер радиуса 319
Размер радиуса с изломом 319
Размер диаметра 320
Угловые размеры 321
Быстрое нанесение размеров 322
Базовые размеры....323
Размерная цепь....324
Смещение размеров 326
Разрыв размера 326
Выноски и пояснительные надписи....327
Допуски формы и расположения 334
Маркер центра 335
Контрольный размер....336
Линейный размер с изломом 337
Наклон выносных линий 337
Редактирование размерного текста....338
Обновление размера....339
Редактирование размера 339
Управление размерными стилями ..340

Штриховка

Штрихование – это заполнение указанной области по определенному образцу. При этом можно выбрать один из способов определения контуров штриховки: указать точку на области, ограниченной объектами, или выбрать объекты, окружающие область, либо перетащить образец штриховки на заданный контур из инструментальной палитры или DesignCenter.



Команда **HATCH**, формирующая *ассоциативную штриховку*, вызывается из падающего меню **Draw** → **Hatch...** или щелчком на пиктограмме **Hatch** в группе **Draw** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation** (рис. 11.1). При этом загружается лента **Hatch Creation** (рис. 11.2).

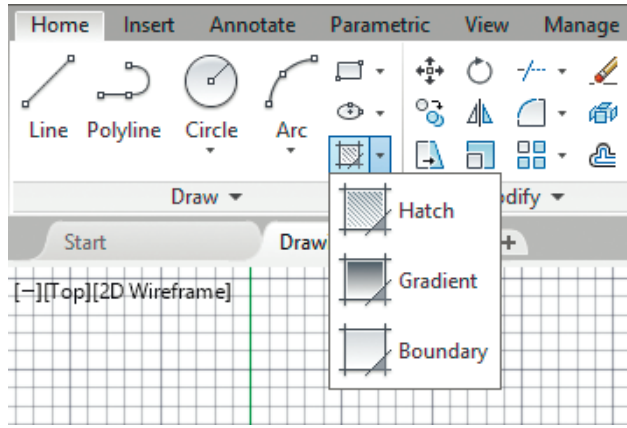


Рис. 11.1. Диалоговое окно штриховки

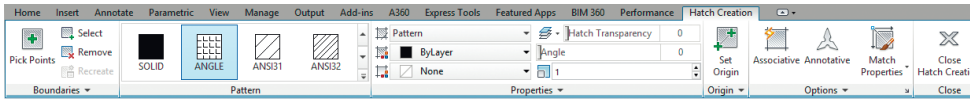


Рис. 11.2. Инструменты штриховки

В группе **Boundaries** определяются контуры штриховки. Можно штриховать область, ограниченную замкнутой кривой, как путем простого указания внутри контура, так и путем выбора объектов. При этом контур определяется автоматически, а любые целые примитивы и их составляющие, которые не являются частью контура, игнорируются:

- **Pick Points** – контур штриховки определяется указанием точки выбора;
- **Select** – контур штриховки определяется указанием объектов;

- **Remove** – исключение островков;
- **Recreate** – восстановление контура;
- **Retain Boundaries Objects** – назначение сохранения контуров (системная переменная `HPBOUNDRETAIN`): **Polyline** – тип объекта полилиния; **Region** – тип объекта область (системная переменная `HPBOUND`);
- **Select New Boundary Set** – создание набора контуров: **Use Current Viewport** – использование текущего видового экрана.

В группе **Pattern** определяется образец штриховки, для чего используется раскрывающийся список, в котором содержатся пиктограммы с графическими образцами различных штриховок (рис. 11.3). Для выбора образца штриховки достаточно указать на его изображение. Имя образца штриховки запоминается в системной переменной `HPNAME`. В поставку AutoCAD входит более 50 образцов штриховки, удовлетворяющих промышленным стандартам и служащих для обозначения различных компонентов объектов или графического представления различных материалов. В программе имеется 14 образцов штриховки, удовлетворяющих стандартам ISO (Международной организации по стандартизации). Для штриховки по стандарту ISO можно задать ширину пера, которая определяет вес линии образца. Помимо образцов, поставляемых с AutoCAD, можно использовать образцы из внешних библиотек.

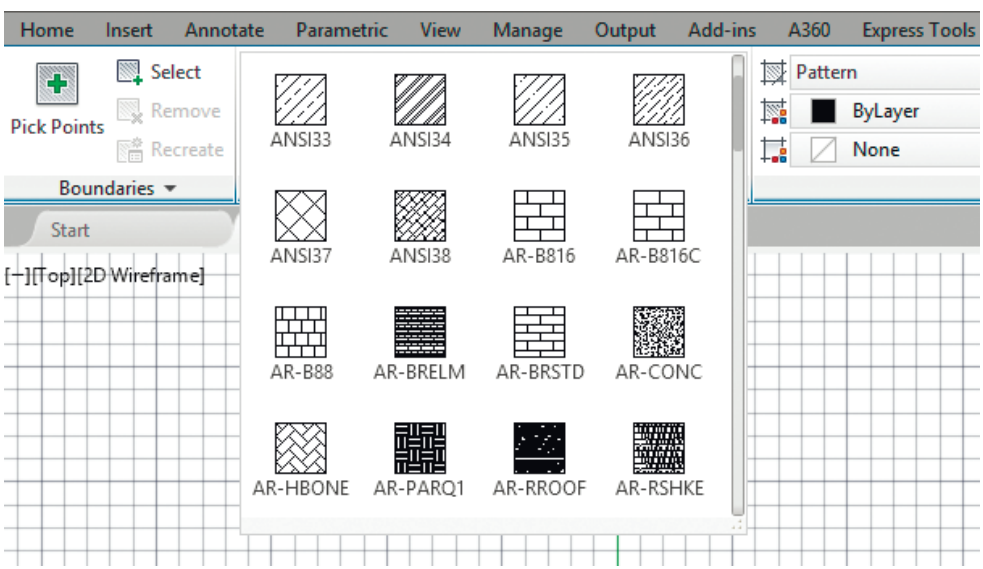


Рис. 11.3. Раскрывающийся список образцов штриховки

В группе **Properties** определяются свойства штриховки.

- **Hatch Type** – тип штриховки: **Solid** – сплошное заполнение; **Gradient** – градиентная штриховка; **Pattern** – штриховка по образцу; **User defined** – штриховка из линий.

  В зависимости от выбранного типа штриховки доступна установка следующих параметров:

- **Hatch Color** и **Background Color** – определение текущего цвета штриховки (системная переменная HPCOLOR) и цвета фона для новых объектов штриховки (системная переменная HPBACKGROUNDCOLOR);
- **Hatch Transparency** – назначение уровня прозрачности для новых штриховок или заливок с переопределением текущей настройки прозрачности объектов (системная переменная HPTRANSPARENCY);
- **Hatch Angle** – определение угла поворота образца штриховки (системная переменная HPANG);
- **Scale** – указание масштабного коэффициента образца штриховки (системная переменная HPSCALE);
- **Hatch Layer Override** – определение слоя, на который назначаются новые объекты штриховки, с переопределением текущего слоя (системная переменная HPLAYER);
- **Relative to paper space** – масштабирование относительно листа;
- **Double** – отрисовка дополнительных линий под углом 90° к основным линиям штриховки, крест-накрест;
- **ISO Pen Width** – толщина пера по ISO.

В группе **Origin** определяется исходящая точка штриховки. Выравнивание штриховки можно изменить, указав исходную точку для образца:

- **Specify New Origin** – указание местоположения новой исходной точки;
- **Bottom Left** – слева внизу; **Bottom Right** – справа внизу;

  Top Left – слева вверху; **Top Right** – справа вверху;

  Center – центр;

- **Use Current Origin** – использование текущей исходной точки;
- **Store As Default Origin** – сохранить указанную точку как исходную точку по умолчанию.

В группе **Options** осуществляются следующие настройки:

-  **Associative** – ассоциативность штриховки (системная переменная HPASSOC). Ассоциативность означает, что при изменении границ контура изменяется и заштрихованная область. Неассоциативная штриховка не зависит от контура границы. Определение контура в команде производится автоматически на основании указания точки, принадлежащей штрихуемой области. Все объекты, полностью или частично попадающие в область штриховки и не являющиеся ее контуром, игнорируются и не влияют на процесс штриховки;
-  **Annotative** – аннотативность штриховки позволяет выполнять автоматическое масштабирование аннотаций в соответствии с форматом листа при выводе на печать или экран (системная переменная HPANNOTATIVE);
-  **Match Properties** – копирование свойств с помощью наследования параметров выбранного объекта (системная переменная HPINHERIT): **Use current origin** – использовать текущую исходную точку; **Use source hatch origin** – использовать начало исходной штриховки;
- **Gap Tolerance** – определение допуска замкнутости в единицах чертежа, то есть максимально допустимой величины зазора между объектами, образующими контур штриховки (системная переменная HPGAPTOL);
-  **Create Separate Hatches** – создание отдельных штриховок (системная переменная HPSEPARATE);
- **Islands Detection** – режим обнаружения островков (системная переменная HPISLANDDETECTIONMODE) – задание способа нанесения штриховки или заливки при наличии контуров внутри внешнего контура. В некоторых случаях контур содержит выступающие края и островки, которые можно либо штриховать, либо пропускать. *Островками* называются замкнутые области, расположенные внутри области штрихования. Тип решения островков (системная переменная HPISLANDDETECTION):
  - ◊  **Normal Islands Detection** – нормальный стиль;
  - ◊  **Outer Islands Detection** – внешний стиль;
  - ◊  **Ignore Islands Detection** – игнорирующий стиль;

Hatch Settings – загрузка диалогового окна **Hatch and Gradient**, вкладка **Hatch** (рис. 11.4), в котором устанавливаются следующие параметры.

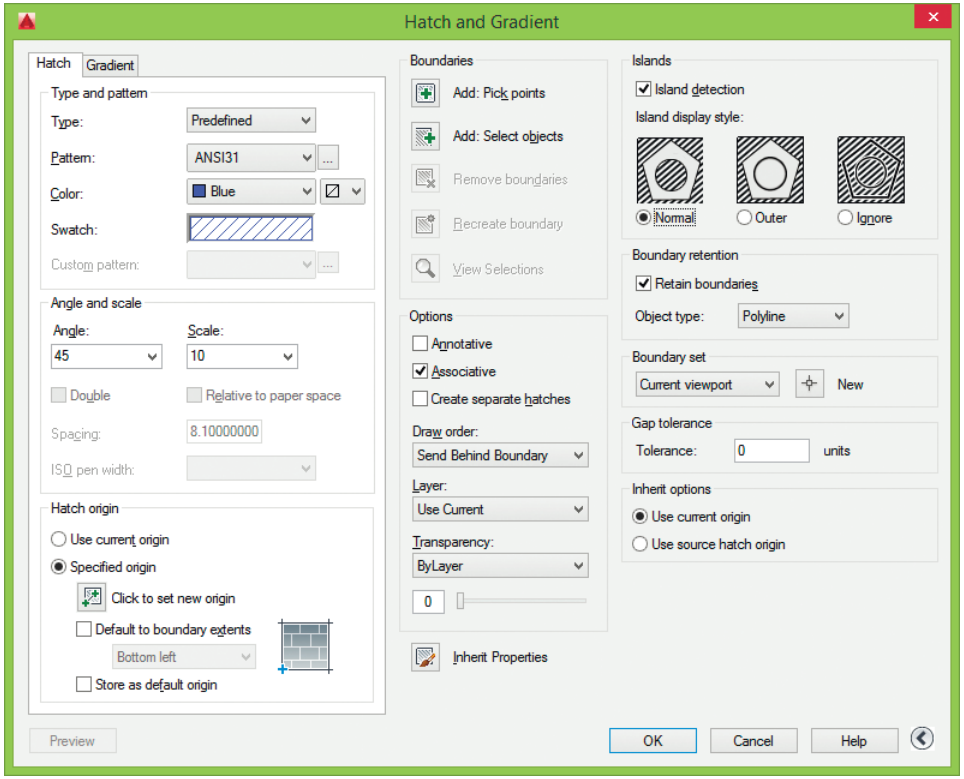


Рис. 11.4. Диалоговое окно штриховки

- В области **Type and pattern** – тип и массив штриховки:
  - **Type:** – тип штриховки: **Predefined** – стандартный; **User defined** – из линий; **Custom** – пользовательский.
  - Чтобы создать новый пользовательский образец штриховки, необходимо из раскрывающегося списка **Type:** выбрать пункт **User defined**. При этом следует задать угол наклона в поле **Angle:**, расстояние между линиями штриховки – в поле **Spacing:** и, если необходимо, установить флажок **Double** для отрисовки дополнительных линий под углом 90° к основным линиям штриховки;
  - **Pattern:** – образец штриховки. Удобно пользоваться как раскрывающимся списком, так и диалоговым окном **Hatch Pattern Palette** (рис. 11.5), которое загружается кнопкой с многоточием, находящейся справа от списка образцов. В этом диалоговом окне содержатся пиктограммы с графическими образцами различных штриховок. Для выбора образца штриховки достаточно указать его изображение. Имя образца штриховки запоминается в системной переменной HPNAME.

- В поставку AutoCAD входит более 50 образцов штриховки, удовлетворяющих промышленным стандартам и служащих для обозначения различных компонентов объектов или графического представления различных материалов. В программе имеется 14 образцов штриховки, удовлетворяющих стандартам ISO (Международной организации по стандартизации). Для штриховки по стандарту ISO можно задать ширину пера, которая определяет вес линии образца. Помимо образцов, поставляемых с AutoCAD, можно использовать образцы из внешних библиотек;
- **Color:** – переопределение текущего цвета (системная переменная HPCOLOR) и цвета фона для новых объектов штриховки (системная переменная HPBACKGROUNDCOLOR);
- **Swatch:** – отображается образец выбранного узора;
- **Custom pattern:** – список имеющихся пользовательских образцов (системная переменная HPNAME).

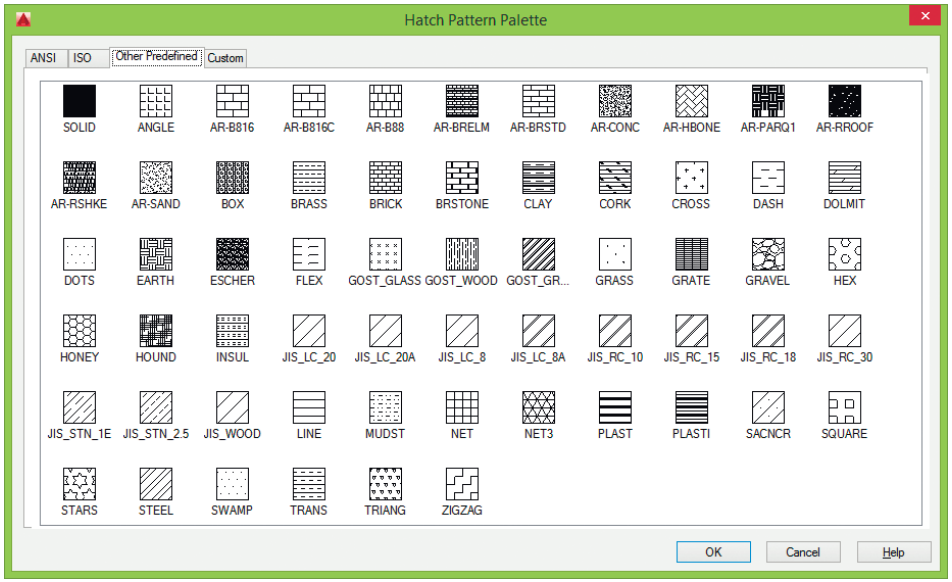


Рис. 11.5. Диалоговое окно с образцами штриховки

- В области **Angle and scale** определяются:
  - **Angle:** – угол поворота образца штриховки. Значение запоминается в системной переменной HPANG;
  - **Scale:** – масштабный коэффициент образца штриховки. Значение запоминается в системной переменной HPSCALE;
  - **Double** – штриховка крест-накрест;
  - **Relative to paper space** – относительно листа;

- **Spacing:** – интервал;
- **ISO pen width:** – толщина пера по ISO.

❑ В области **Hatch origin** определяется исходящая точка штриховки. Выравнивание штриховки можно изменить, указав исходную точку для образца:

- **Use current origin** – использование текущей исходной точки;
- **Specified origin** – указание местоположения исходной точки;
- **Click to set new origin** – щелкнуть для указания новой исходной точки;
- **Default to boundary extents** – по умолчанию до контура: **Bottom left** – слева внизу; **Bottom right** – справа внизу; **Top right** – справа вверху; **Top left** – слева вверху; **Center** – центр;
- **Store as default origin** – исходную точку по умолчанию.

❑ В области **Boundaries** – определение контуров штриховки. Команда **BHATCH** позволяет штриховать область, ограниченную замкнутой кривой, как путем простого указания внутри контура, так и путем выбора объектов. При этом контур определяется автоматически, а любые целые примитивы и их составляющие, которые не являются частью контура, игнорируются:

- **Add: Pick points** – определить контур указанием точки выбора;
- **Add: Select objects** – определить контур указанием объектов;
- **Remove boundaries** – исключение островков;
- **Recreate boundary** – восстановление контура;
- **Display boundary objects** – просмотр набора.

❑ В области **Options** осуществляются настройки:

- **Annotative** – аннотативность штриховки позволяет выполнять автоматическое масштабирование аннотаций в соответствии с форматом листа при выводе на печать или экран (системная переменная `HPANNOTATIVE`);
- **Associative** – ассоциативность штриховки (системная переменная `HPASSOC`). Ассоциативность означает, что при изменении границ контура изменяется и заштрихованная область. Неассоциативная штриховка не зависит от контура границы. Определение контура в команде производится автоматически на основании указания точки, принадлежащей штрихуемой области. Все объекты, полностью или частично попадающие в область штриховки и не являющиеся ее контуром, игнорируются и не влияют на процесс штриховки;
- **Separate hatches** – создание отдельных штриховок (системная переменная `HPSEPARATE`);
- **Draw order:** – порядок прорисовки (системная переменная `HPDRAWORDER`): **Do not Change** – не назначать; **Send to Back** – на задний план; **Bring to Front** – на передний план; **Send Behind Boundary** – поместить за контуром; **Bring in Front of Boundary** – поместить перед контуром;
- **Layer:** – задание слоя, на который назначаются новые объекты штриховки, с переопределением текущего слоя (системная переменная `HPLAYER`);

- **Transparency:** – назначение уровня прозрачности для новых штриховок или заливок с переопределением текущей настройки прозрачности объектов (системная переменная HPTRANSPARENCY).

- В области **Islands** – задание способа нанесения штриховки или заливки при наличии контуров внутри внешнего контура. В некоторых случаях контур содержит выступающие края и островки, которые можно либо штриховать, либо пропускать. *Островками* называются замкнутые области, расположенные внутри области штрихования:
  - **Island detection** – режим обнаружения островков (системная переменная HPISLANDDETECTIONMODE);
  - **Island display style:** – тип решения островков (системная переменная HPISLANDDETECTION): **Normal** – обычное; **Outer** – внешний; **Ignore** – пропустить.
- В области **Boundary retention** – сохранение контуров:
  - **Retain boundaries** – назначение сохранения контуров (системная переменная HPBOUNDRETAIN);
  - **Object type:** – тип объекта (системная переменная HPBOUND): **Region** – область; **Polyline** – полилиния.
- В области **Boundary set** – набор контуров: **Current viewport** – текущий видовой экран; **Existing set** – имеющийся набор; кнопка **New** – создание набора контуров.
- В области **Gap tolerance** – определение допуска замкнутости в единицах чертежа, то есть максимально допустимой величины зазора между объектами, образующими контур штриховки (системная переменная HPGAPTOL).
- В области **Inherit options** – наследование параметров (системная переменная HPINHERIT):
  - **Use current origin** – использовать текущую исходную точку;
  - **Use source hatch origin** – использовать начало исходной штриховки.
- Кнопка **Preview** – просмотр образца перед завершением работы команды **HATCH**.
- Кнопка **Inherit Properties** – копирование свойств.

Для автоматического определения контура штриховки путем указания точек необходимо нажать кнопку **Pick Points**. При этом выдаются запросы:

`Pick internal point or [Select objects/Undo/seTtings]:` – указать внутреннюю точку

`Selecting everything...` – выбор всех объектов

`Selecting everything visible...` – выбираются все видимые объекты

`Analyzing the selected data...` – анализ выбранных данных

`Analyzing internal islands...` – анализ внутренних островков

`Pick internal point or [Select objects/ Undo/ seTtings]:` – указать внутреннюю точку

`Analyzing internal islands...` – анализ внутренних островков

`Select internal point:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора штрихуемой области

При определении нескольких контуров штриховки необходимо выбрать несколько внутренних точек, а затем нажать клавишу **Enter**.

Если AutoCAD определяет, что контур не замкнут или точка находится не внутри контура, то на экране появляется диалоговое окно **Hatch** – **Boundary Definition Error** с сообщением об ошибке.

Для выбора объектов в качестве контура штриховки необходимо нажать кнопку **Select**.

Контуры штриховки могут представлять собой любую комбинацию отрезков, дуг, окружностей, двухмерных полилиний, эллипсов, сплайнов, блоков и видовых экранов пространства листа. Каждый из компонентов контура должен хотя бы частично находиться в текущем виде. По умолчанию AutoCAD определяет контуры путем анализа всех замкнутых объектов рисунка.

Когда штрихование производится нормальным стилем **Normal**, островки остаются незаштрихованными, а вложенные островки штрихуются, как показано на рис. 11.6. При этом штрихование производится внутрь, начиная от внешнего контура. Если обнаружено внутреннее пересечение, штрихование прекращается, а на следующем пересечении возобновляется. Таким образом, данный стиль задает штрихование областей, отделенных от внешней части нечетным числом замкнутых контуров; области, отделенные четным числом контуров, не штрихуются.

При использовании игнорирующего **Ignore** и внешнего стиля **Outer** штриховка аналогичного контура выглядит иначе (рис. 11.7, 11.8). Стиль **Ignore** задает штрихование всей области, ограниченной внешним контуром, без учета вложенных контуров. При использовании стиля **Outer** штрихование производится от внешнего контура и окончательно прекращается при первом обнаруженном пересечении.

Стили **Normal**, **Ignore** и **Outer** устанавливаются в области **Islands** диалогового окна **Hatch and Gradient** (см. рис. 11.4).

Если на пути линии штриховки встречаются текст, атрибут, форма, полоса или закрашенная фигура и данный объ-

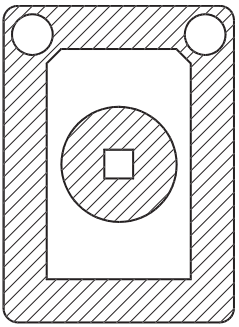


Рис. 11.6. Пример контура, заштрихованного нормальным стилем

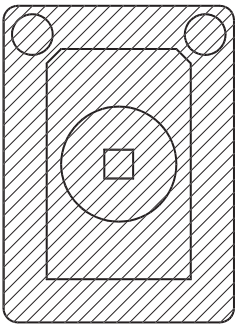


Рис. 11.7. Пример контура, заштрихованного игнорирующим стилем

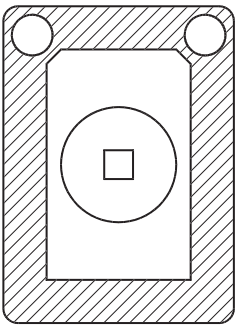


Рис. 11.8. Пример контура, заштрихованного внешним стилем

ект входит в набор контуров, AutoCAD не наносит на него штриховку. В результате, например, читаемость текста, размещенного внутри заштрихованного контура, не ухудшается. Если же перечисленные объекты также нужно заштриховывать, следует воспользоваться стилем **Ignore**.

Образец штриховки можно выбрать в окне инструментальной палитры, перетащив образец штриховки на заданный контур.

Довольно эффектно использование градиентной заливки, состоящей из оттенков одного цвета или представляющей собой плавный переход из одного цвета в другой. Градиентные заливки применяются для украшения чертежей, создавая эффект отражающегося от объекта света. При этом заливка наносится так же, как и сплошная, и может иметь ассоциативную связь с контурами областей, а значит, автоматически обновляться при изменении контура.



Команда **GRADIENT**, формирующая *градиентную заливку*, вызывается из падающего меню **Draw → Gradient...** или щелчком на пиктограмме **Hatch Type** в группе **Properties** ленты **Hatch Creation**. При обращении к команде **GRADIENT** загружается лента **Hatch Creation** (рис. 11.9).

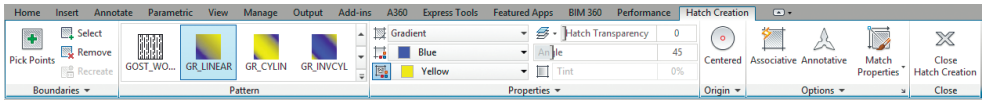


Рис. 11.9. Инструменты градиентной заливки

При щелчке по стрелочке **Hatch Settings** в группе **Options** ленты **Hatch Creation** загружается диалоговое окно **Hatch and Gradient**, вкладка **Gradient** (рис. 11.10).

На вкладке **Gradient** диалогового окна **Hatch and Gradient** устанавливаются следующие параметры.

- В области **Color** определяется тип цветового перехода – монохромный или двухцветный (системная переменная `GFCLRSTATE`):
  - **One color** – использование одного цвета: **Shade** – темнее, **Tint** – светлее. Одноцветная градиентная заливка может содержать плавный переход цвета от более светлого к более темному, от более темного к более светлому или сочетание таких переходов;
  - **Two color** – использование двух цветов: **Color 1** – цвет 1, **Color 2** – цвет 2. Двухцветная градиентная заливка состоит из переходов от светлых к темным оттенкам, а также от одного цвета к другому;
  - кнопка с многоточием – загрузка диалогового окна выбора цвета **Select Color**.
- В области **Orientation** определяется ориентация градиентной заливки:
  - **Centered** – симметричная конфигурация градиента по центру (системная переменная `GFSHIFT`);
  - **Angle:** – угол наклона заливки (системная переменная `GFANG`).

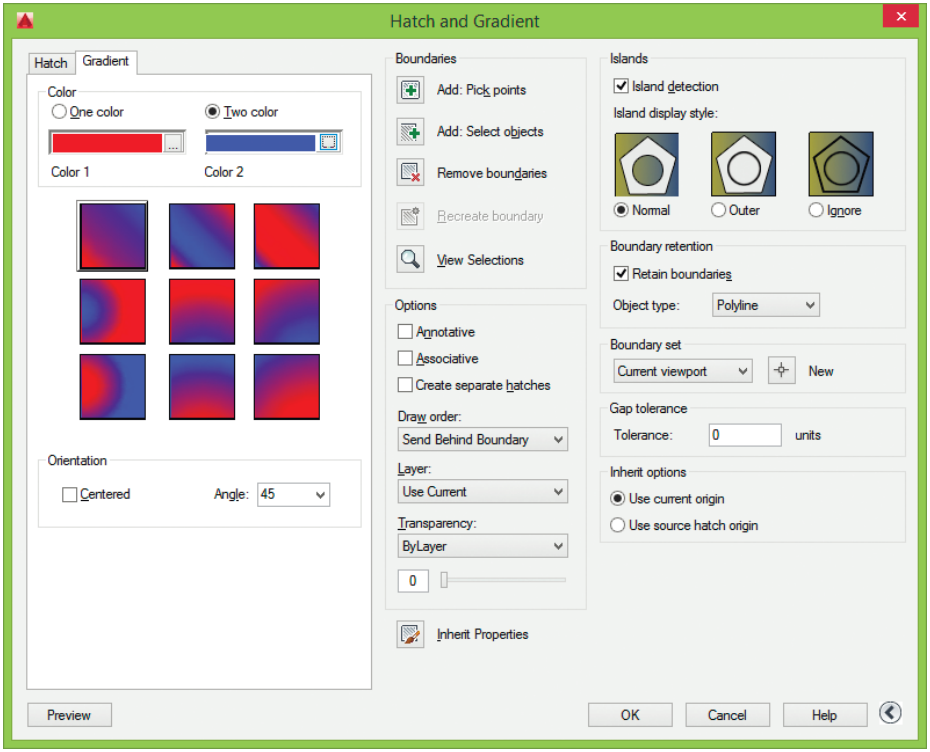


Рис. 11.10. Диалоговое окно градиентной заливки

Остальные параметры аналогичны параметрам вкладки **Hatch** диалогового окна **Hatch and Gradient** (см. рис. 11.4).

Для быстрого измерения площади области штриховки следует воспользоваться палитрой **Properties** (рис. 11.11). Для этого необходимо выбрать штриховку и щелкнуть на ней правой кнопкой мыши, затем выбрать из контекстного меню пункт **Properties**, тем самым загрузить палитру свойств объектов. Значение площади штриховки будет отражено в области параметров геометрии **Geometry**, в поле **Area**. При выборе нескольких штриховок можно вычислить их общую площадь.

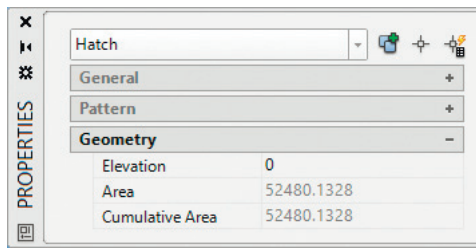


Рис. 11.11. Измерение площади области штриховки на палитре Properties

Выполните упражнения Н1–Н3 из раздела 3.

Контур

Команда **BOUNDARY**, формирующая *контур* из замкнутого набора объектов, вызывается из падающего меню **Draw** → **Boundary...**. В рабочем пространстве **Drafting & Annotation** инструмент формирования контура находится в группе **Draw** ленты **Home** (см. рис. 11.1). При обращении к команде **BOUNDARY** загружается диалоговое окно **Boundary Creation**, показанное на рис. 11.12, где устанавливаются следующие параметры.

- Кнопка **Pick Points** предназначена для указания внутренних точек контура.
- **Island detection** – режим определения островков.
- Область **Boundary retention** предназначена для указания параметров сохранения контуров:
  - **Retain boundaries** – установка режима сохранения контуров;
  - **Object type:** – тип объекта: **Region** – область; **Polyline** – полилиния.
- Область **Boundary set** предназначена для определения набора контуров:
  - **Current viewport** – создает набор контуров из всех объектов, находящихся в границах текущего видового экрана; **Existing set** – имеющийся набор;
  - кнопка **New** предназначена для создания набора контуров.

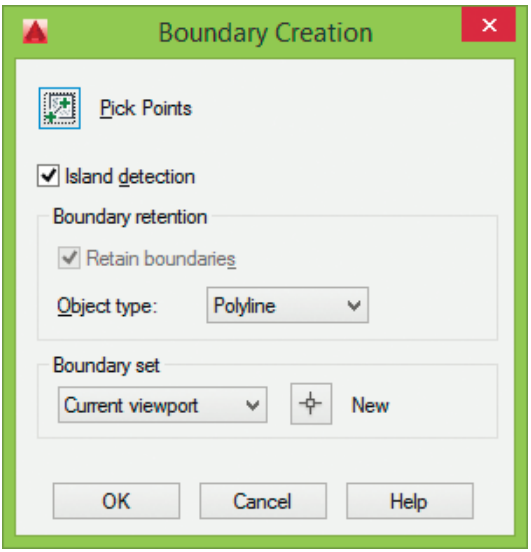


Рис. 11.12. Диалоговое окно создания контура

Область

Областью называются плоские замкнутые объекты, которые образуются из нескольких двухмерных объектов.



Команда **REGION** формирует *область* и вызывается из падающего меню **Draw** → **Region** или щелчком на пиктограмме **Region** в группе **Draw** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Над созданными областями можно производить следующие операции:

- объединять несколько областей в одну область;
- формировать область с помощью вычитания нескольких областей;
- получать область путем пересечения нескольких областей;
- рассчитывать площадь области;
- выполнять штрихование и закрашивание областей;
- получать информацию о расположении центра масс.

Маскировка



Команда **WIPEOUT** формирует *маскирующие* объекты и вызывается из падающего меню **Draw** → **Wipeout** или щелчком на пиктограмме **Wipeout** в группе **Draw** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Эта команда формирует многоугольники фонового цвета, которыми можно закрывать объекты чертежа. При этом область ограничивается контурами, видимость которых можно включать при редактировании и отключать при печати.

Маскирующие объекты можно создавать в пространстве листа для скрытия объектов, находящихся в пространстве модели.

Простановка размеров

Размеры показывают геометрические величины объектов, расстояния и углы между ними, координаты отдельных точек. В AutoCAD используется 11 видов размеров, которые можно разделить на пять основных типов: *линейные*, *радиальные*,

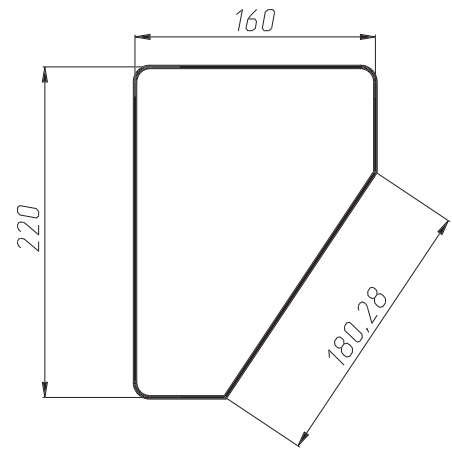


Рис. 11.13. Горизонтальный, вертикальный и параллельный размеры

угловые, *ординатные* и *длина дуги* (рис. 11.13–11.17). Линейные размеры, в свою очередь, делятся на горизонтальные, вертикальные, параллельные, повернутые, ординатные, базовые и размерные цепи. Ниже будут приведены простые примеры нанесения различных типов размеров.

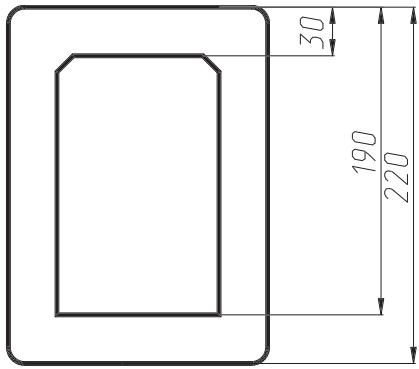


Рис. 11.14. Базовые размеры

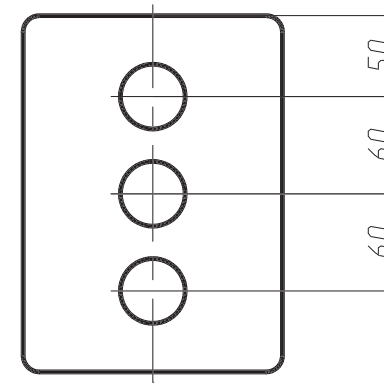


Рис. 11.15. Размерные цепи

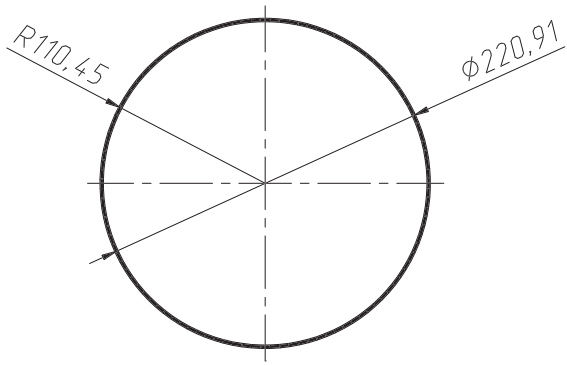


Рис. 11.16. Радиальные размеры

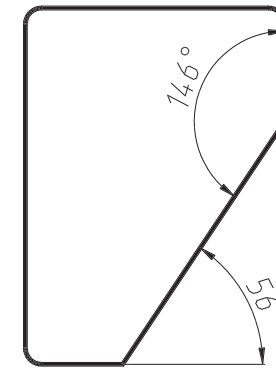


Рис. 11.17. Угловые размеры

Команды простановки размеров находятся в падающем меню **Dimension** (рис. 11.18).

В рабочем пространстве **Drafting & Annotation** инструменты формирования размеров находятся в группе **Annotation** ленты **Home** (рис. 11.19), а также в группе **Dimensions** ленты **Annotate**.

В изображения размеров входят следующие составные элементы:

- *размерная линия* – линия со стрелками на концах, выполненная параллельно соответствующему измерению. Как правило, размерные линии помещаются между выносными. Если на короткой размерной линии не хватает места, размерные стрелки или текст размещаются снаружи в зависимости от настроек размерного стиля. Для угловых размеров размерной линией является дуга;

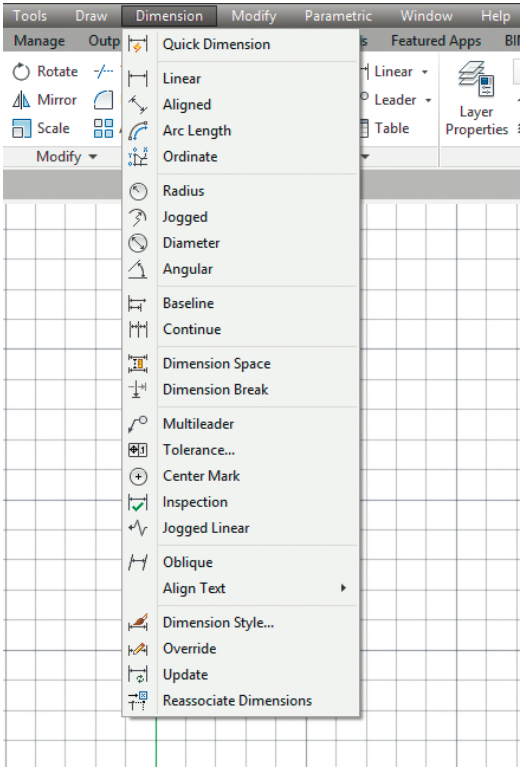


Рис. 11.18. Падающее меню и панель инструментов Dimension

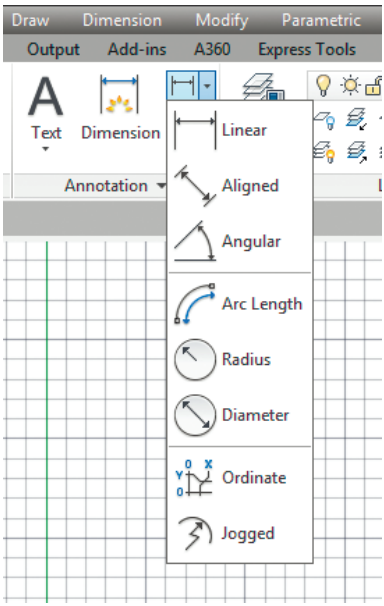


Рис. 11.19. Инструменты формирования размеров

- *размерные стрелки* – стрелки, засечки или произвольный маркер, определяемый как блок, для обозначения концов размерной линии;
- *выносные линии* проводятся от объекта к размерной линии. Могут быть построены перпендикулярно ей или быть наклонными. Формируются только для линейных и угловых размеров (используются, если размерная линия находится вне объекта, на котором проставляется размер);
- *размерный текст* – текстовая строка, содержащая величину размера и другую информацию (например, обозначения диаметра, радиуса, допуска). Это необязательный элемент, то есть его вывод на рисунок можно подавить. Есть возможность принять размер, автоматически вычисленный AutoCAD, или заменить его другим текстом. Если принимается текст по умолчанию, к нему можно автоматически добавить допуски и ввести префикс и суффикс;
- *выноски* используются, если размерный текст невозможно расположить рядом с объектом;

- *маркер центра* – небольшой крестик, отмечающий центр окружности или дуги;
- *осевые линии* – линии с разрывом (штрихпунктирные), пересекающиеся в центре окружности или дуги и делящие ее на квадранты.

Все линии, стрелки, дуги и элементы текста, составляющие размер, будут рассматриваться как один геометрический примитив, если установлен режим ассоциативной простановки размеров. Существует три типа ассоциативности между объектами и размерами:

- *ассоциативные размеры* – автоматически изменяют свое положение, ориентацию и значения величин при редактировании геометрических объектов, на которые проставлены эти размеры. Размеры в пространстве листа могут ассоциироваться с объектами в пространстве модели. При этом системной переменной DIMASSOC присвоено значение 2;
- *неассоциативные размеры* – при изменении объектов, на которые проставлены эти размеры, неассоциативные размеры не изменяются. Системной переменной DIMASSOC присвоено значение 1;
- *расчлененные размеры* – представляют собой не единый геометрический примитив, а наборы отдельных объектов: линии, стрелки, дуги и элементы текста, составляющие размер. Для системной переменной DIMASSOC установлено значение 0.

Ассоциативные размеры не могут быть применены для штриховки, мультилинии, двухмерных фигур и объектов с ненулевой трехмерной высотой. А также не сохраняется ассоциативность между размером и трехмерным телом после изменения этого объекта.

Линейные размеры

AutoCAD обеспечивает несколько видов простановки линейных размеров, отличающихся углом, под которым проводится размерная линия.



Команда **DIMLINEAR** позволяет создавать *горизонтальный*, *вертикальный* или *повернутый* размеры. Команда вызывается из падающего меню **Dimension → Linear** или щелчком на пиктограмме **Linear** в группе **Annotation** ленты **Home**.

Запросы команды **DIMLINEAR**:

`Specify first extension line origin or <select object>:` – указать начало первой выносной линии

`Specify second extension line origin:` – указать начало второй выносной линии

`Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:` – указать положение размерной линии

`Dimension text = измеренное значение`

Если на первый запрос нажать клавишу **Enter**, команда **DIMLINEAR** выдает следующие запросы:

`Specify first extension line origin or <select object>:` – нажать клавишу **Enter** для указания объекта

`Select object to dimension:` – выбрать объект для нанесения размера

`Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:` – указать положение размерной линии

`Dimension text = измеренное значение`

Ключи команды **DIMLINEAR**:

- `Mtext` – позволяет редактировать размерный текст в редакторе многострочного текста. Можно полностью изменить текст или сохранить измеренное значение с помощью угловых скобок <> и при необходимости добавить любой текст до и после скобок;
- `Text` – позволяет редактировать размерный текст. При этом выдается запрос:
  `Enter dimension text <измеренное значение>:` – ввести необходимую текстовую строку
- `Angle` – позволяет задать угол поворота размерного текста. При этом выдается запрос:
  `Specify angle of dimension text:` – указать угол поворота размерного текста
- `Horizontal` – определяет горизонтальную ориентацию размера, отмеряет расстояние между двумя точками по оси *X*;
- `Vertical` – определяет вертикальную ориентацию размера, отмеряет расстояние между двумя точками по оси *Y*;
- `Rotated` – осуществляет поворот размерной и выносных линий, отмеряет расстояние между двумя точками вдоль заданного направления в текущей ПСК. При этом выдается запрос:
  `Specify angle of dimension line <0>:` – указать угол поворота размерной линии

Пример. Простановка горизонтального размера

Проставьте горизонтальный размер прямоугольника (рис. 11.20).

Запустите команду **DIMLINEAR**, вызвав ее из падающего меню **Dimension → Linear** или щелчком на пиктограмме **Linear** в группе **Annotation** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

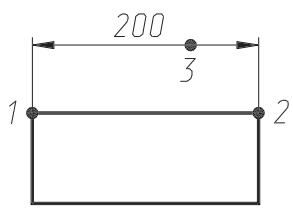


Рис. 11.20. Простановка горизонтального размера

```
_DIMLINEAR
Specify first extension line origin or <select object>: – укажите точку 1
Specify second extension line origin: – укажите точку 2
Specify dimension line location or
[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: – укажите точку 3
Dimension text = 200
```

Выполните упражнение R1 из раздела 3.

Пример. Простановка вертикального размера

Проставьте вертикальный размер прямоугольника (рис. 11.21).

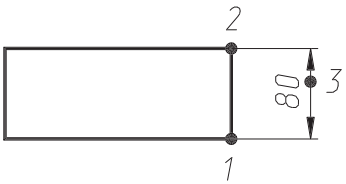


Рис. 11.21. Простановка вертикального размера

Запустите команду **DIMLINEAR**, вызвав ее из падающего меню **Dimension** → **Linear** или щелчком на пиктограмме **Linear** в группе **Annotation** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_DIMLINEAR
Specify first extension line origin or <select object>: – укажите точку 1
Specify second extension line origin: – укажите точку 2
Specify dimension line location or
[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: – укажите точку 3
Dimension text = 80
```

Выполните упражнение R2 из раздела 3.

Пример. Простановка повернутого размера

Проставьте размер под заданным углом (рис. 11.22).

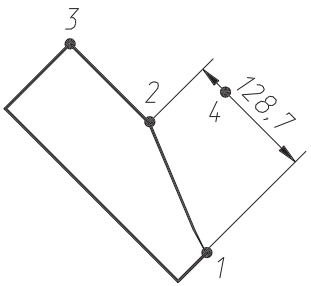


Рис. 11.22. Простановка повернутого размера

Запустите команду **DIMLINEAR**, вызвав ее из падающего меню **Dimension** → **Linear** или щелчком на пиктограмме **Linear** в группе **Annotation** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_DIMLINEAR
Specify first extension line origin or <select object>: – укажите точку 1
```

`Specify second extension line origin:` – укажите точку 2

`Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: R` – переход в режим простановки повернутого размера

`Specify angle of dimension line <0>:` – укажите точку 2, задавая угол поворота размерной линии как направление

`Specify second point:` – укажите точку 3, задавая угол поворота размерной линии как направление

`Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:` – укажите точку 4

`Dimension text = 128.7`



Выполните упражнение R3 из раздела 3.

Параллельный размер



С помощью команды **DIMALIGNED** создается размер, *параллельный* измеряемой линии объекта; это позволяет выровнять размерную линию по объекту. Размер создается подобно горизонтальному, вертикальному и повернутому, при этом размерная линия расположена параллельно прямой, проходящей через размерные точки. Команда вызывается из падающего меню **Dimension → Aligned** или щелчком на пиктограмме **Aligned** в группе **Annotation** ленты **Home**.

Запросы команды **DIMALIGNED**:

`Specify first extension line origin or <select object>:` – указать начало первой выносной линии

`Specify second extension line origin:` – указать начало второй выносной линии

`Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]:` – указать положение размерной линии

`Dimension text = измеренное значение`

Пример. Простановка параллельного размера

Проставьте размер, параллельный измеряемой линии объекта (рис. 11.23).

Запустите команду **DIMALIGNED**, вызвав ее из падающего меню **Dimension → Aligned** или щелчком на пиктограмме **Aligned** в группе **Annotation** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

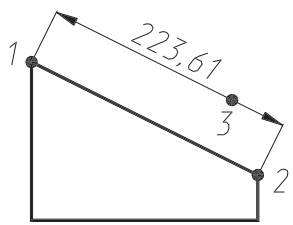


Рис. 11.23. Простановка параллельного размера

_DIMALIGNED
Specify first extension line origin or <select object>: – укажите точку 1
Specify second extension line origin: – укажите точку 2
Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: – укажите точку 3
Dimension text = 223.61



Выполните упражнение R4 из раздела 3.

Длина дуги



С помощью команды **DIMARC** создается размер *длины дуги*, указывающий расстояние вдоль дуги или дугового сегмента полилинии (рис. 11.24). Чтобы отличать эти размеры от линейных и угловых, для размеров длины дуги по умолчанию отображается символ дуги. Команда вызывается из падающего меню **Dimension** → **Arc Length** или щелчком на пиктограмме **Arc Length** в группе **Annotation** ленты **Home**.

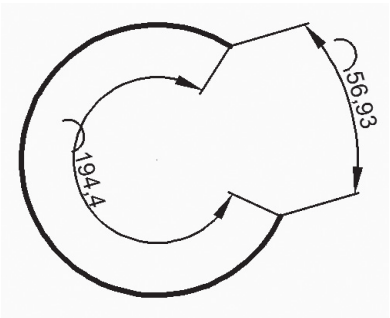


Рис. 11.24. Простановка размера длины дуги

Запросы команды **DIMARC**:

Select arc or polyline arc segment: – выбрать дугу или дуговой сегмент полилинии
Specify arc length dimension location, or [Mtext/Text/Angle/Partial/Leader]: – указать положение размера длины дуги или один из ключей
Dimension text = измеренное значение

Ключи команды **DIMARC**:

- Mtext – загрузка интерфейса мультитекста;
- Text – ввод размерного текста;
- Angle – ввод угла поворота размерного текста;

- `Partial` – режим указания положения первой и второй точек размера длины дуги;
- `Leader` – режим указания размера длины дуги с линией-выноской.

Символ дуги отображается *над* или *перед* размерным текстом. Настройка этого параметра осуществляется в Диспетчере размерных стилей или в палитре свойств объектов.

Выносные линии данного типа размера могут быть либо ортогональными, либо радиальными. При этом ортогональные выносные линии возможны только в случае, если прилежащий угол дуги меньше 90°.

Ординатные размеры

Ординатные размеры определяют расстояние по оси координат от базовой точки до образмериваемого объекта (например, до отверстия в детали). Применение таких размеров предохраняет от накапливающихся ошибок, поскольку положение объектов отмеряется от единой базовой точки.

Ординатный размер состоит из значения координаты *x* или *y* и выноски. Ординатный размер по *X* выражает расстояние от начала координат до объекта вдоль оси *X*, а ординатный размер по *Y* – соответственно вдоль оси *Y*. Если указана точка, AutoCAD автоматически определяет, по какой оси проставлять ординатный размер. Такой способ называется *автоматическим нанесением ординатных размеров*.

Текст ординатного размера располагается вдоль выноски независимо от ориентации текста, заданной текущим размерным стилем. Ключи команды позволяют изменять размерный текст и угол его наклона.

Выноска-отрезок или каждый сегмент выноски-ломаной отрисовывается перпендикулярно одной из осей координат, поэтому целесообразно включать ортогональный режим **ORTHO**.



Команда **DIMORDINATE** позволяет проставлять *ординатные* размеры. Она вызывается из падающего меню **Dimension** → **Ordinate** или щелчком на пиктограмме **Ordinate** в группе **Annotation** ленты **Home**.

Запросы команды **DIMORDINATE**:

`Specify feature location:` – указать положение элемента

`Specify leader endpoint or [Xdatum/Ydatum/Mtext/Text/Angle]:` – указать конечную точку выноски или координату, которую необходимо изменить; как следствие, изменится ориентация выносок и размерного текста

`Dimension text = измеренное значение`

Ключи команды **DIMORDINATE**:

- `Xdatum` – режим указания координаты *X*;
- `Ydatum` – режим указания координаты *Y*;
- `Mtext` – загрузка интерфейса мультитекста;

- `Text` – ввод размерного текста;
- `Angle` – ввод угла поворота размерного текста;

Размер радиуса



Команда **DIMRADIUS**, позволяющая построить *радиус* окружности или дуги, вызывается из падающего меню **Dimension → Radius** или щелчком на пиктограмме **Radius** в группе **Annotation** ленты **Home**.

Запросы команды **DIMRADIUS**:

`Select arc or circle:` – выбрать дугу или круг
`Dimension text = измеренное значение`
`Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]:` – указать положение размерной линии

По умолчанию при простановке радиуса текст начинается с символа `R`.

Пример. Простановка радиуса

Проставьте два варианта радиального размера на дугу (рис. 11.25).

Запустите команду **DIMRADIUS**, вызвав ее из падающего меню **Dimension → Radius** или щелчком на пиктограмме **Radius** в группе **Annotation** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

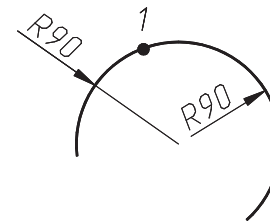


Рис. 11.25.
Простановка радиуса

```
_DIMRADIUS
Select arc or circle: – укажите точку 1, лежащую на дуге
Dimension text = 90
Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: – укажите местоположение размерной линии
```



Выполните упражнение R8 из раздела 3.

Размер радиуса с изломом



Команда **DIMJOGGED**, позволяющая построить *радиус* окружности или дуги *с изломом*, вызывается из падающего меню **Dimension → Jogget** или щелчком на пиктограмме **Jogget** в группе **Annotation** ленты **Home**.

Размеры радиусов с изломом, или укороченные размеры радиуса, проставляются в том случае, если центр дуги или круга располагается за пределами листа и его истинное положение не может быть показано.

Запросы команды **DIMJOGGED**:

`Select arc or circle:` – выбрать дугу или круг

`Specify center location override:` – указать новое положение центра

`Dimension text = измеренное значение`

`Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]:` – указать положение размерной линии

`Specify jog location:` – указать положение излома

Переопределением положения центра называется исходная точка размера, заданная в более удобном месте.

Размер диаметра



Команда **DIMDIAMETER** строит *диаметр* окружности или дуги. Команда вызывается из падающего меню **Dimension → Diameter** или щелчком на пиктограмме **Diameter** в группе **Annotation** ленты **Home**.

Запросы команды **DIMDIAMETER**:

`Select arc or circle:` – выбрать дугу или круг

`Dimension text = измеренное значение`

`Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]:` – указать положение размерной линии

При простановке размера диаметра текст по умолчанию начинается со знака ∅. Ключи команды позволяют изменять размерный текст и угол наклона размерного текста. Маркеры центра и осевые линии автоматически появляются в центре дуги или круга, если размер проставляется снаружи, и не наносятся, если размер проставляется внутри круга или дуги, а также в случае, когда маркеры центра отключены. Имеется возможность произвести принудительное размещение размерного текста и линии-выноски внутри круга или дуги.

Пример. Простановка диаметра

Проставьте два варианта диаметрального размера на окружность (рис. 11.26).

Запустите команду **DIMDIAMETER**, вызвав ее из падающего меню **Dimension → Diameter** или щелчком по пиктограмме **Diameter** в группе **Annotation** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_DIMDIAMETER`

`Select arc or circle:` – укажите точку 1, лежащую на окружности

`Dimension text = 180`

`Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]:` – укажите местоположение размерной линии

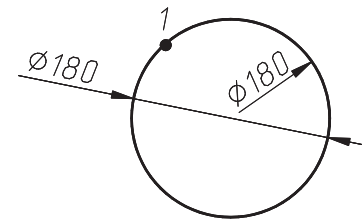


Рис. 11.26. Простановка диаметра



Выполните упражнение R7 из раздела 3.

Угловые размеры



Команда **DIMANGULAR** позвояет проставить *угловой* размер. Она вызывается из падающего меню **Dimension → Angular** или щелчком на пиктограмме **Angular** в группе **Annotation** ленты **Home**.

Запросы команды **DIMANGULAR**:

`Select arc, circle, line, or <specify vertex>:` – выбрать дугу, круг, отрезок

`Select second line:` – если первое указание было отрезком, следует указать второй отрезок, непараллельный первому

`Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]:` – указать положение размерной дуги

`Dimension text = измеренное значение`

Если в ответ на первый запрос нажата клавиша **Enter**, то угловой размер строится по трем точкам и команда **DIMANGULAR** выдает следующие запросы:

`Specify angle vertex:` – указать вуршину угла

`Specify first angle endpoint:` – указать первую конечную точку угла

`Specify second angle endpoint:` – указать вторую конечную точку угла

`Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]:` – указать положение размерной дуги

`Dimension text = измеренное значение`

При простановке углового размера текст по умолчанию завершается знаком градуса °. Ключи команды позволяют изменять размерный текст и угол его наклона.

Когда угол образован двумя непараллельными прямыми, размерная дуга стягивает угол между ними. Если в этом случае дуга не пересекается с обоими или с одним из образмериваемых отрезков, AutoCAD проводит одну или две выносные линии до пересечения с размерной дугой. Стягиваемый угол всегда меньше 180°.

Пример. Простановка углового размера

Проставьте два варианта углового размера (рис. 11.27).

Запустите команду **DIMANGULAR**, вызвав ее из падающего меню **Dimension → Angular** или щелчком на пиктограмме **Angular** в группе **Annotation** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

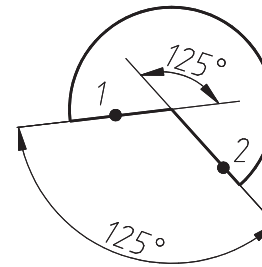


Рис. 11.27. Простановка углового размера

```
_DIMANGULAR
Select arc, circle, line, or <specify vertex>: – укажите точку 1
Select second line: – укажите точку 2
Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]: – укажите местоположение размерной линии
Dimension text = 125
```



Выполните упражнение R9 из раздела 3.

Быстрое нанесение размеров



Команда **QDIM** обеспечивает *быстрое* нанесение размеров. Она вызывается из падающего меню **Dimension → Quick Dimension** или щелчком на пиктограмме **Quick** в группе **Dimensions** ленты **Annotate**.

Запросы команды **QDIM**:

```
Select geometry to dimension: – выбрать объекты для нанесения размеров
Select geometry to dimension: – выбрать объекты для нанесения размеров
Select geometry to dimension: – нажать клавишу Enter для завершения выбора объектов
Specify dimension line position, or
[Continuous/Staggered/Baseline/Ordinate/Radius/Diameter/datumPoint/Edit/SeTtings]<Continuous>: – указать положение размерной линии
```

Команда **QDIM** запрашивает лишь указание контуров, на которые необходимо проставить размеры, и требует выбрать тип проставляемых размеров путем установки соответствующего ключа.

Пример. Быстрое нанесение размеров

Проставьте размеры на деталь (рис. 11.28).

Запустите команду **QDIM**, вызвав ее из падающего меню **Dimension → Quick Dimension** или щелчком на пиктограмме **Quick** в группе **Dimensions** ленты **Annotate**. Ответьте на запросы:

```
_QDIM
Select geometry to dimension: – укажите точку 1
Select geometry to dimension: – укажите точку 2
Select geometry to dimension: – укажите точку 3
```

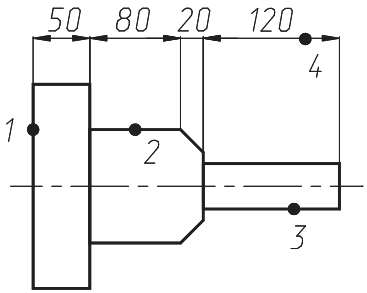


Рис. 11.28. Быстрое нанесение размеров

`Select geometry to dimension:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Specify dimension line position, or [Continuous/Staggered/Baseline/Ordinate/Radius/Diameter/datumPoint/Edit/SeTtings]<Continuous>:` – указать точку 4



Выполните упражнение R10 из раздела 3.

Базовые размеры

Базовые размеры и размерные цепи представляют собой последовательность линейных размеров.

Базовые размеры – это последовательность размеров, отсчитываемых от одной базовой линии. У *размерных цепей* начало каждого размера совпадает с концом предыдущего. Перед построением базового размера или цепи на объекте должен быть проставлен хотя бы один линейный, ординатный или угловой размер.



Команда **DIMBASELINE** позволяет создавать *базовые* размеры. Вызывается она из падающего меню **Dimension → Baseline** или щелчком на пиктограмме **Baseline** в группе **Dimensions** ленты **Annotate**.

Запросы команды **DIMBASELINE**:

`Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:` – указать начало второй выносной линии

`Dimension text = измеренное значение`

`Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:` – указать начало следующей выносной линии

`Dimension text = измеренное значение`

`Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:` – указать начало следующей выносной линии

`Dimension text = измеренное значение`

`Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:` – нажать клавишу **Enter** для окончания простановки размеров

`Select base dimension:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

Если предыдущий размер не был линейным или если в ответ на первый запрос была нажата клавиша **Enter**, то предлагается выбрать линейный размер, который будет использоваться в качестве базового. При этом выдается следующий запрос:

`Select base dimension:` – выберите исходный размер

Далее следуют стандартные запросы команды **DIMBASELINE**.

Расстояние между размерными линиями в базовых размерах задается системной переменной DIMDLI.

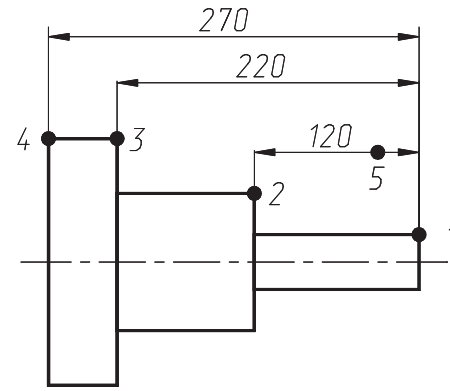


Рис. 11.29. Простановка базовых размеров

Пример. Простановка базовых размеров

Проставьте линейный размер, а затем от него – базовые (рис. 11.29).

Запустите команду **DIMLINEAR**, вызвав ее из падающего меню **Dimension** → **Linear** или щелчком на пиктограмме **Linear** в группе **Dimensions** ленты **Annotate**. Ответьте на запросы:

```
_DIMLINEAR
Specify first extension line origin or <select object>:
```
– укажите точку 1

```
Specify second extension line origin:
```
– укажите точку 2

```
Specify dimension line location or
[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:
```
– укажите точку 5

```
Dimension text = 120
```

Запустите команду **DIMBASELINE**, вызвав ее из падающего меню **Dimension** → **Baseline** или щелчком на пиктограмме **Baseline** в группе **Dimensions** ленты **Annotate**. Ответьте на запросы:

```
_DIMBASELINE
Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:
```
– укажите точку 3

```
Dimension text = 220
Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:
```
– укажите точку 4

```
Dimension text = 270
Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:
```
– нажмите клавишу **Enter**

```
Select base dimension:
```
– нажмите клавишу **Enter** для завершения команды



Выполните упражнение R5 из раздела 3.

Размерная цепь



Команда **DIMCONTINUE** позволяет создавать последовательную *размерную цепь*. Команда вызывается из падающего меню **Dimension** → **Continue** или щелчком на пиктограмме **Continue** в группе **Dimensions** ленты **Annotate**.

Запросы команды **DIMCONTINUE**:

`Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:` – указать начало второй выносной линии

`Dimension text = измеренное значение`

`Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:` – указать начало следующей выносной линии

`Dimension text = измеренное значение`

`Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:` – указать начало следующей выносной линии

`Dimension text = измеренное значение`

`Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:` – указать начало следующей выносной линии или нажать клавишу **Enter**

`Select continued dimension:` – выбрать исходный размер или нажать клавишу **Enter** для завершения команды

Если предыдущий размер не был линейным или если в ответ на первый запрос была нажата клавиша **Enter**, то предлагается выбрать линейный размер, который будет использован для продолжения. При этом выдается следующий запрос:

`Select continued dimension:` – выбрать исходный размер

Далее следуют стандартные запросы команды **DIMCONTINUE**.

Пример. Простановка последовательной размерной цепи

Проставьте линейный размер, а затем от него – последовательную размерную цепь (рис. 11.30).

Запустите команду **DIMLINEAR**, вызвав ее из падающего меню **Dimension → Linear** или щелчком на пиктограмме **Linear** в группе **Dimensions** ленты **Annotate**. Ответьте на запросы:

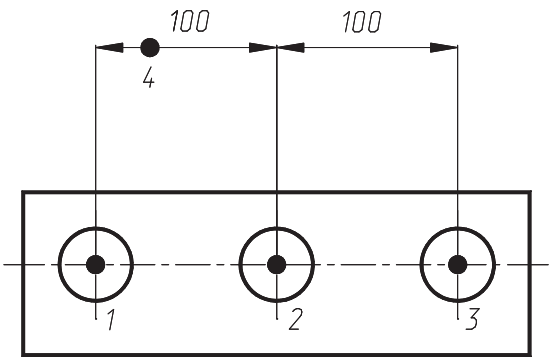


Рис. 11.30. Простановка последовательной размерной цепи

`_DIMLINEAR`

`Specify first extension line origin or <select object>:` – укажите точку 1

`Specify second extension line origin:` – укажите точку 2

`Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:` – укажите точку 4

`Dimension text = 100`

Запустите команду **DIMCONTINUE**, вызвав ее из падающего меню **Dimension → Continue** или щелчком на пиктограмме **Continue** в группе **Dimensions** ленты **Annotate**. Ответьте на запросы:

`_DIMCONTINUE`

`Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:` – укажите точку 3

`Dimension text = 100`

`Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:` – нажмите клавишу **Enter**

`Select continued dimension:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения работы команды



Выполните упражнение R6 из раздела 3.

Смещение размеров



Команда **DIMSPACE** позволяет выравнивать расстояние между параллельными размерными линиями. Команда вызывается из падающего меню **Dimension → Dimension Space** или щелчком на пиктограмме **Adjust Space** в группе **Dimensions** ленты **Annotate**.

Запросы команды **DIMSPACE**:

`Select base dimension:` – выбрать параллельный линейный или угловой размер

`Select dimensions to space:` – выбрать параллельный линейный или угловой размер для размещения на постоянном расстоянии от базового размера

`Select dimensions to space:` – выбрать параллельный линейный или угловой размер для размещения на постоянном расстоянии от базового размера или нажать клавишу **Enter**

`Enter value or [Auto] <Auto>:` – указать расстояние между размерами или нажать клавишу **Enter**

Если на последний запрос нажата клавиша **Enter**, то вычисление расстояния смещения производится автоматически и основывается на высоте текста, заданной в размерном стиле выбранного базового размера. Результирующее значение смещения составляет двойную высоту размерного текста.

Разрыв размера



Команда **DIMBREAK** позволяет разрывать или восстанавливать размерные и выносные линии, пересекающие другие объекты. Команда

вызывается из падающего меню **Dimension** → **Dimension Break** или щелчком на пиктограмме **Break** в группе **Dimensions** ленты **Annotate** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Разрывы размеров можно добавлять к линейным, угловым и ординатным размерам.

Запросы команды **DIMBREAK**:

`Select dimension to add/remove break or [Multiple]:` – выбрать размер для добавления или удаления разрыва

`Select object to break dimension or [Auto/Manual/Remove] <Auto>:` – выбрать объект, пересекающий размерные или выносные линии указанного ранее размера

`Select object to break dimension:` – выбрать объект, проходящий через размер

`Select object to break dimension:` – выбрать объект, проходящий через размер, или нажать клавишу **Enter** для завершения команды

`N objects modified` – количество измененных объектов

Ключи команды **DIMBREAK**:

- `Multiple` – выбор нескольких размеров, из которых нужно удалить разрывы или к которым нужно добавить разрывы;
- `Auto` – разрывы размеров появляются автоматически во всех точках пересечения объектов, которые пересекают выбранный размер. При изменении объекта разрывы размера обновляются автоматически;
- `Manual` – ручное размещение разрывов;
- `Remove` – все разрывы размеров удаляются из выбранных размеров.

Выноски и пояснительные надписи



Команда **MLEADER**, предназначенная для построения *выноски*, вызывается из падающего меню **Dimension** → **Multileader** или щелчком на пиктограмме **Leader** в группе **Leaders** ленты **Annotate**, а также в группе **Annotation** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation** (рис. 11.31. 11.32).

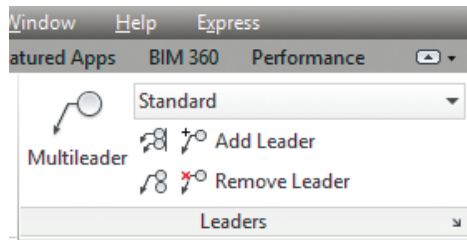


Рис. 11.31. Инструменты построения выносок на ленте **Annotate**

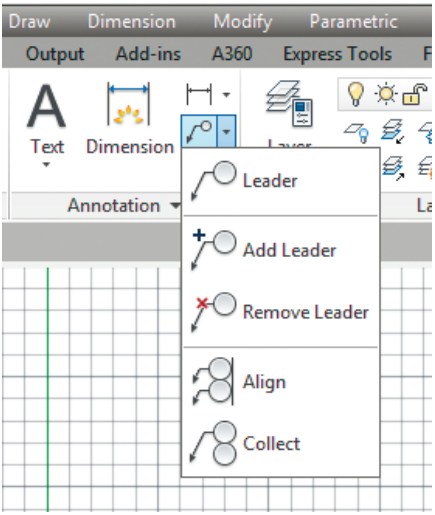


Рис. 11.32. Инструменты построения выносок на ленте **Home**

Запросы команды **MLEADER**:

`Specify leader arrowhead location or [leader Landing first/Content first/Options] <Options>:` – указать первую точку выноски

`Specify leader landing location:` – указать следующую точку выноски, а затем ввести текст

Выноской называется линия, соединяющая на рисунке пояснительную надпись с объектом, к которому она относится. Выноски и пояснительные надписи ассоциативны, то есть при редактировании одного из этих объектов соответственно изменяется и другой.

Выноску можно начать от любой точки и от любого объекта рисунка. Все свойства выноски, ее цвет, вес линии, масштаб, тип стрелки, размер и пр. определяются установкой текущего размерного стиля для первой размерной стрелки.

Для связи пояснительной надписи и выноски применяется короткий отрезок, который называется *полкой*. Полки ставятся в случае, если отклонение от горизонтального положения превышает 15°. Для точного указания начальной точки выноски следует использовать объектную привязку.

Пояснительные надписи могут представлять собой многострочные тексты, рамки допусков формы и расположения поверхностей или вхождения блоков. Они либо строятся «с нуля», либо копируются из уже существующих пояснений.

Тексты пояснительных надписей вводятся в диалоговом окне **Text Formatting**.



Параметры линии-выноски, стрелки и пояснения, а также способ расположения текста относительно выноски можно задать в диалоговом окне **Multileader Style Manager** (рис. 11.33), которое загружается командой **MLEADERSTYLE** из падающего меню **Format → Multileader Style** или

щелчком на пиктограмме **Multileader Style Manager** в группе **Annotation** ленты **Home**, а также в группе **Leaders** ленты **Annotate** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

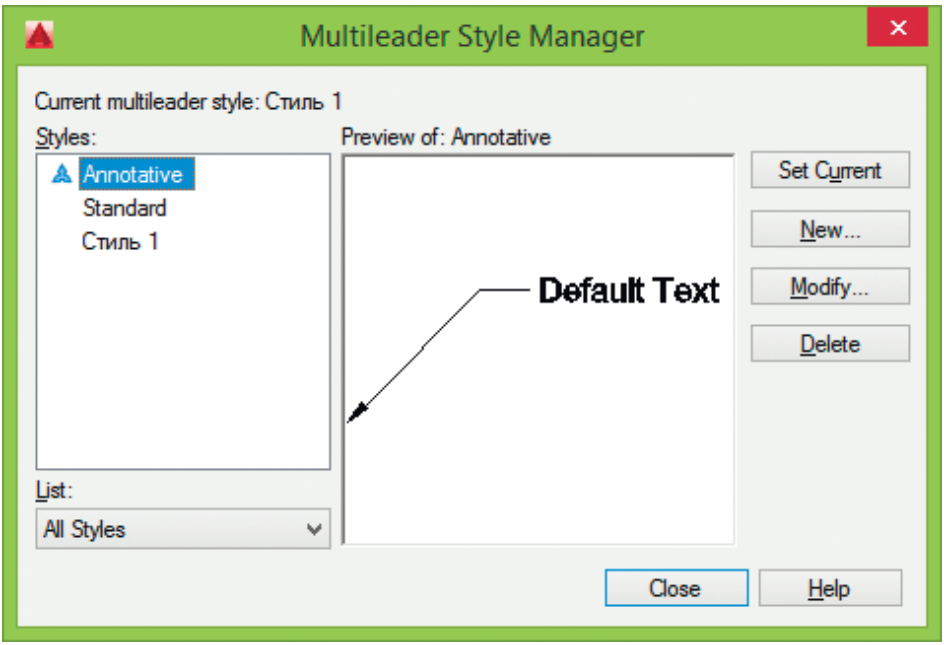


Рис. 11.33. Диалоговое окно описания стиля линии-выноски

Для создания нового стиля следует, щелкнув на кнопке **New...**, загрузить диалоговое окно **Create New Multileader Style**, в котором указываются имя создаваемого стиля и его прототип.

Затем загружается диалоговое окно **Modify Multileader Style** (рис. 11.34), в котором на вкладке **Leader Format** настраиваются следующие параметры.

- В области **General** задаются общие параметры линии-выноски:
  - **Type:** – конфигурация линии-выноски: **Straight** – ломаная, **Spline** – сплайн, **None** – ничего;
  - **Color:** – цвет линии-выноски;
  - **Linetype:** – тип линии-выноски;
  - **Lineweight:** – ширина линии-выноски.
- В области **Arrowhead** задаются параметры внешнего вида стрелок:
  - **Symbol:** – форма стрелки;
  - **Size:** – размер стрелки.
- В области **Leader break** задаются параметры разрыва: **Break size:** – длина разрыва.

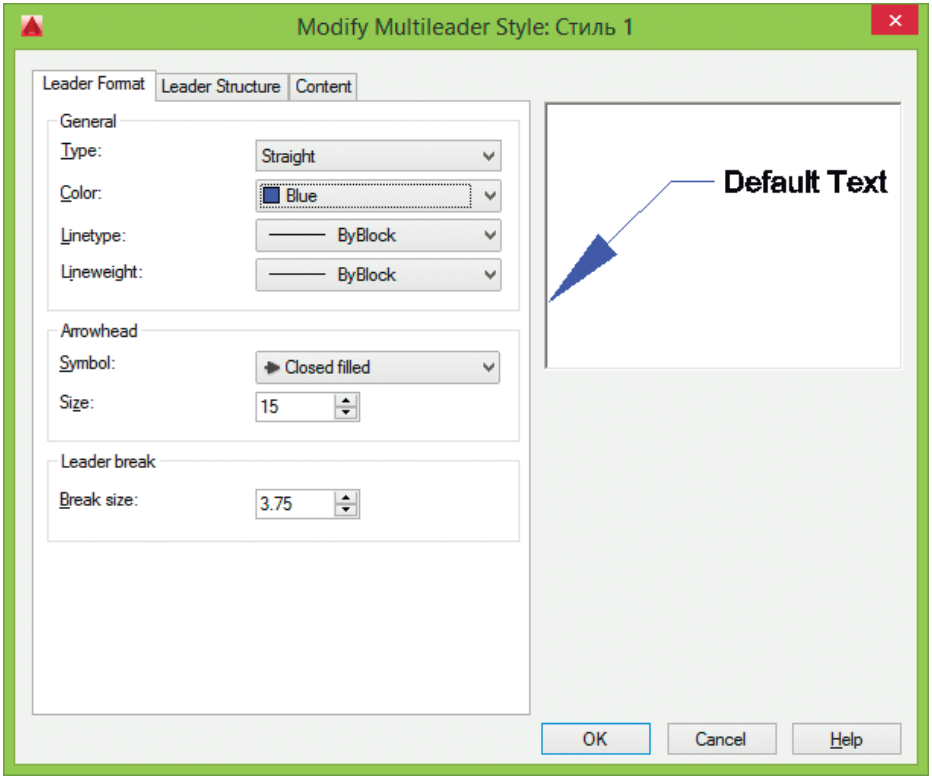


Рис. 11.34. Диалоговое окно настройки формата линии-выноски

На вкладке **Leader Structure** диалогового окна **Modify Multileader Style** (рис. 11.35) определяются следующие параметры.

- В области **Constraints** задаются параметры ограничений для выноски:
  - **Maximum leader points** – максимальное количество точек для линии-выноски;
  - **First segment angle** – угол первого сегмента линии-выноски;
  - **Second segment angle** – угол второго сегмента линии-выноски.
- В области **Landing settings** задаются параметры полки-выноски:
  - **Automatically include landing** – автоматическое включение горизонтально полки-выноски;
  - **Set landing distance** – размер полки-выноски.
- В области **Scale** задается масштаб линии-выноски:
  - **Annotative** – аннотированная мультивыноска;
  - **Scale multileaders to layout** – масштабирование линии-выноски по листу;
  - **Specify scale:** – коэффициент масштабирования линии-выноски.

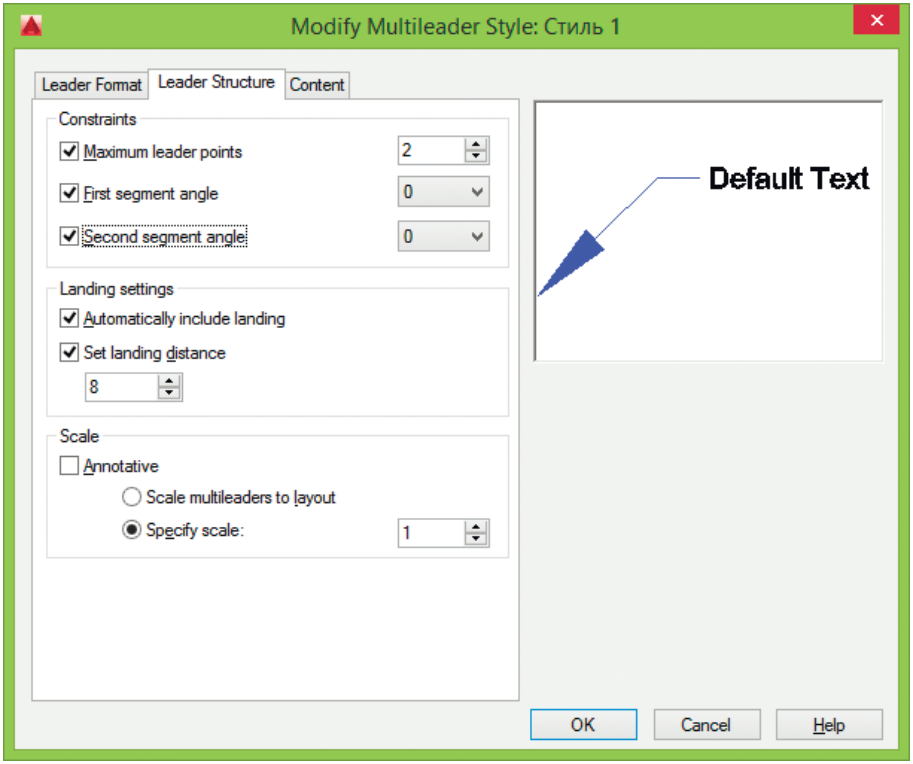


Рис. 11.35. Диалоговое окно настройки параметров начертания линии-выноски

На вкладке **Content** диалогового окна **Modify Multileader Style** (рис. 11.36) определяются следующие параметры.

- **Multileader type:** – тип надписи: **Mtext** – мультитекст; **Block** – блок, заключенный в рамки различной конфигурации; **None** – ничего.
- В области **Text options** задаются параметры текста линии-выноски:
  - **Default text:** – текст по умолчанию;
  - **Text style:** – список доступных текстовых стилей;
  - **Text angle:** – угол наклона текстовой строки;
  - **Text color:** – цвет текста;
  - **Text height:** – высота текста;
  - **Always left justify** – выравнивание текста по левому краю;
  - **Frame text** – заключение текста в рамку.
- В области **Leader connection** выбирается способ соединения мультивыноски:
  - **Horizontal attachment** – выноска вставляется слева или справа от текстового содержимого. При горизонтальном присоединении между текстом и выноской создается полка:

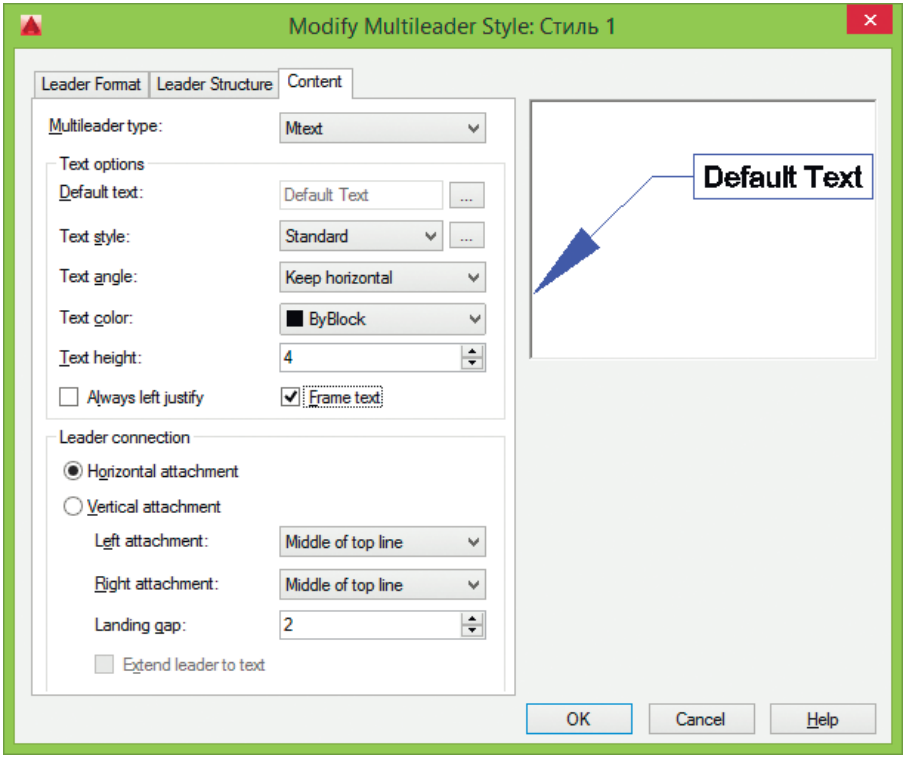


Рис. 11.36. Диалоговое окно настройки параметров текста линии-выноски

- ◊ **Left attachment:** – подсоединение слева: **Top of top line** – верх первой строки; **Middle of top line** – середина первой строки; **Bottom of top line** – низ первой строки; **Underline of top line** – подчеркивание первой строки; **Middle of text** – середина текста; **Middle of Bottom line** – середина последней строки; **Bottom of Bottom line** – низ последней строки; **Underline Bottom line** – подчеркивание последней строки; **Underline all text** – подчеркивание всего текста;
- ◊ **Right attachment:** – подсоединение справа (раскрывающийся список аналогичен варианту присоединения слева);
- ◊ **Landing gap:** – расстояние между линией полки и текстом мультивыноски;

- **Vertical attachment** – выноска вставляется сверху или снизу от текстового содержимого. При вертикальном присоединении полка между текстом и выноской не создается:
  - ◊ **Top attachment:** – выноска присоединяется к верхней стороне текстового содержимого: **Center** – по центру; **Overline and center** – надчеркивание и по центру;

◊ **Bottom attachment:** – выноска присоединяется к низу текстового содержимого: **Center** – по центру; **Underline and center** – подчеркивание и по центру.

Если в списке **Multileader type:** выбран параметр **Block**, то вкладка **Content** диалогового окна **Modify Multileader Style** содержит следующие параметры для настройки (рис. 11.37).

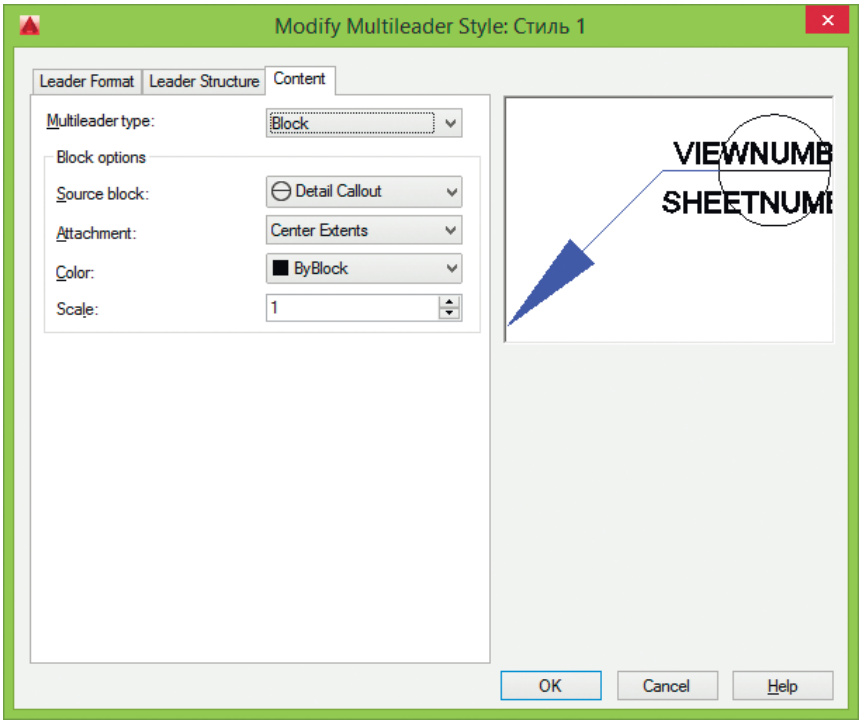


Рис. 11.37. Диалоговое окно настройки текста в форме блока

В области **Block options** задаются параметры блока:

- **Source block:** – форма блока, используемого в качестве содержимого мультивыноски: **Detail Callout** – выноска детали; **Slot** – сегмент; **Circle** – окружность; **Box** – прямоугольник; **Hexagon** – шестиугольник; **Triangle** – треугольник; **User Block** – пользовательский блок;
- **Attachment:** – способ прикрепления блока к мультивыноске: **Center Extents** – по центру границ; **Insertion point** – точка вставки;
- **Color:** – цвет блока содержимого мультивыноски;
- **Scale:** – масштаб блока после вставки.



Выполните упражнение R11 из раздела 3.

Допуски формы и расположения

Допуски формы и расположения проставляются в прямоугольных рамках и показывают отклонения формы, контура, ориентации и расположения элементов чертежа. Допуски формы подразделяются на допуски прямолинейности, плоскостности, округлости, цилиндричности и профиля продольного сечения.

Команда **TOLERANCE**, предназначенная для формирования *допусков формы* и *расположения*, вызывается из падающего меню **Dimension** → **Tolerance...** или щелчком на пиктограмме **Tolerance** в группе **Dimensions** ленты **Annotate** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Команда **TOLERANCE** загружает диалоговое окно **Geometric Tolerance**, предназначенное для определения параметров допусков формы и расположения (рис. 11.38).

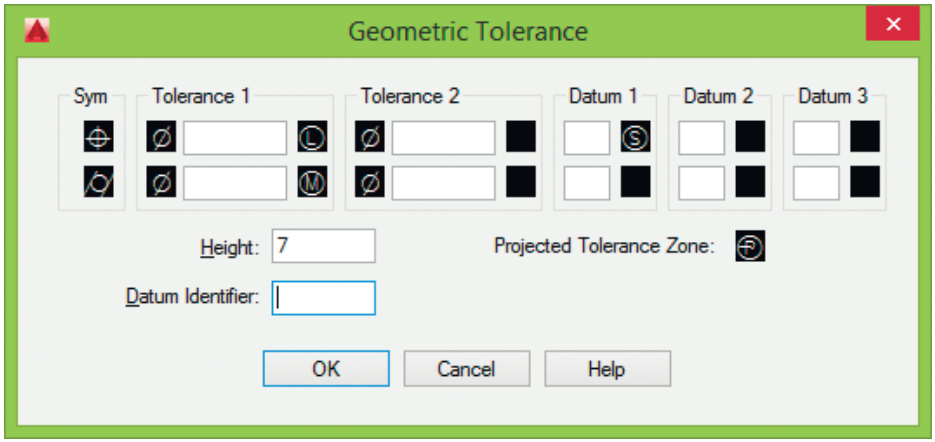


Рис. 11.38. Диалоговое окно допусков формы и расположения

- В области **Sym** – вызов диалогового окна обозначения геометрических характеристик **Symbol** и выбор символа (рис. 11.39).

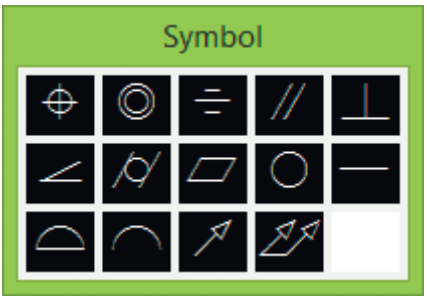


Рис. 11.39. Диалоговое окно символов

- В области **Tolerance 1** – вызов диалогового окна **Material Condition** (рис. 11.40) и установка зависимого допуска 1:
  - 1 поле – вставка обозначения диаметра перед значением допуска;
  - 2 поле – формирование значения допуска;
  - 3 поле – выбор в диалоговом окне зависимого допуска **Material Condition** обозначений-модификаторов.

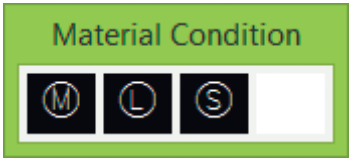


Рис. 11.40. Диалоговое окно установки зависимого допуска

- В области **Tolerance 2** – вызов диалогового окна **Material Condition** и формирование значения второго допуска в управляющем контуре элемента.
- В области **Datum 1** – вызов диалогового окна **Material Condition** и формирование обозначения первой базы комплекта баз:
  - 1 поле – поле для ввода обозначения базы;
  - 2 поле – выбор в диалоговом окне зависимого допуска **Material Condition** обозначений-модификаторов.
- В области **Datum 2** – вызов диалогового окна **Material Condition** и формирование обозначения второй базы комплекта баз.
- В области **Datum 3** – вызов диалогового окна **Material Condition** и формирование обозначения третьей базы комплекта баз.
- В поле **Height:** – установка значения выступающего поля допуска расположения.
- В поле **Datum Identifier:** – определение идентификатора базы.
- В поле **Projected Tolerance Zone:** – обозначение выступающего поля допуска.

Маркер центра

Маркер центра имеет вид крестика для обозначения центра круга или дуги.

Команда **DIMCENTER** обеспечивает простановку *маркера центра* круга или дуги и вызывается из падающего меню **Dimension → Center Mark** или щелчком на пиктограмме **Center Mark** в группе **Dimensions** ленты **Annotate** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **DIMCENTER**:

`Select arc or circle:` – выбрать дугу или круг

Размер и видимость маркера центра устанавливаются в диалоговом окне управления размерными стилями **Dimension Style Manager**. Значение настройки маркера центра хранится в системной переменной `DIMCEN`.

Размер маркера центра равен расстоянию от центра круга или дуги до конца маркера центра.

Контрольный размер



Команда **DIMINSPECT** добавляет в выбранные размеры или удаляет из них рамку с *контрольным размером* и вызывается из падающего меню **Dimension** → **Inspection** или щелчком на пиктограмме **Inspect** в группе **Dimensions** ленты **Annotate** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Команда **DIMINSPECT** загружает диалоговое окно **Inspection Dimension**, в котором настраиваются следующие параметры (рис. 11.41).

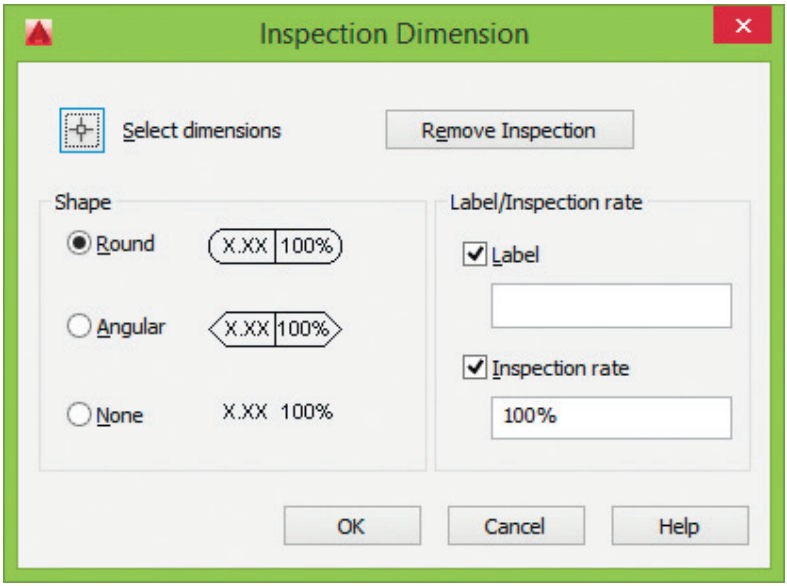


Рис. 11.41. Диалоговое окно контрольного размера

- Кнопка **Select dimensions** – выбор размера для добавления или удаления контрольного размера.
- Кнопка **Remove Inspection** – удаление контрольного размера.
- Область **Shape** – управление формой рамки, которая рисуется вокруг метки, значения размера и процента контроля контрольного размера:
  - **Round** – создание рамки с закругленными вершинами на двух концах и полями внутри рамки, разделенными вертикальными линиями;
  - **Angular** – создание угловой рамки и полями внутри, разделенными вертикальными линиями;
  - **None** – отсутствие рамки.

- Область **Label/Inspection rate** – формирование текста метки и процента контроля для контрольного размера:
  - **Label** – включение/отключение поля, в котором указывается текст метки;
  - **Inspection rate** – включение/отключение поля, в котором указывается периодичность контрольного осмотра детали.

Линейный размер с изломом

Команда **DIMJOGLINE** добавляет в выбранные размеры или удаляет из них *линии с изломом* (рис. 11.42) и вызывается из падающего меню **Dimension → Jogged Linear** или щелчком на пиктограмме **Dimension, Dimjogline** в группе **Dimensions** ленты **Annotate** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **DIMJOGLINE**:

`Select dimension to add jog or [Remove]:` – выбрать размер для добавления излома

`Specify jog location (or press ENTER):` – указать положение излома или нажать **Enter**

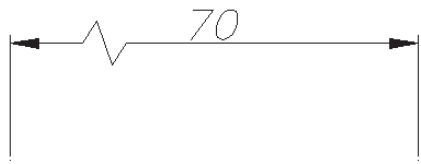


Рис. 11.42. Линейный размер с изломом

Наклон выносных линий

Команда **DIMEDIT** с ключом `Oblique` осуществляет *наклон выносных линий* линейных размеров (рис. 11.43) и вызывается из падающего меню **Dimension → Oblique** или щелчком на пиктограмме **Oblique** в группе **Dimensions** ленты **Annotate** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **DIMEDIT**:

`Enter type of dimension editing [Home/New/Rotate/Oblique] <Home>: _o` – операция редактирования размеров, переход в режим наклона выносных линий

`Select objects:` – выбрать редактируемый размер

`Select objects:` – выбрать редактируемый размер или нажать **Enter** для завершения выбора

`Enter obliquing angle (press ENTER for none):` – указать угол наклона выносных линий или нажать **Enter**, если наклон не нужен

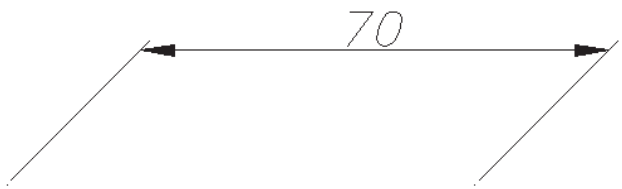


Рис. 11.43. Линейный размер с наклоном выносных линий

Редактирование размерного текста

Команда **DIMTEDIT** обеспечивает *редактирование* размерного текста и вызывается из падающего меню **Dimension → Align Text** или щелчком на соответствующих пиктограммах в группе **Dimensions** ленты **Annotate** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Щелчком на пиктограмме **Dimension Text Edit** на панели инструментов **Dimension**.

Запросы команды **DIMTEDIT**:

`Select dimension:` – выбрать размер

`Specify new location for dimension text or [Left/Right/Center/Home/Angle]:` – указать новое положение размерного текста или ввести один из ключей

Ключи команды **DIMTEDIT**:

-  `Left` – выравнивание размерного текста по левому краю. Команда **DIMTEDIT** с ключом `Left` вызывается из падающего меню **Dimension → Align Text → Left**;
-  `Right` – выравнивание размерного текста по правому краю. Команда **DIMTEDIT** с ключом `Right` вызывается из падающего меню **Dimension → Align Text → Right**;
-  `Center` – размещение размерного текста по центру. Команда **DIMTEDIT** с ключом `Center` вызывается из падающего меню **Dimension → Align Text → Center**;
-  `Home` – возвращение размерного текста в первоначальное положение. Команда **DIMTEDIT** с ключом `Home` вызывается из падающего меню **Dimension → Align Text → Home**;

-  `Angle` – поворот размерного текста на заданный угол. Команда **DIMTEDIT** с ключом `Angle` вызывается из падающего меню **Dimension → Align Text → Angle**. При этом выдаются запросы:

`Select dimension:` – выбрать размер

`Specify new location for dimension text or [Left/Right/Center/Home/Angle]: A` – переход в режим указания угла

`Specify angle for dimension text:` – указать угол поворота размерного текста

Обновление размера

 Команда **DIMSTYLE** с ключом `apply` обеспечивает *обновление* размера и вызывается из падающего меню **Dimension → Update** или щелчком на пиктограмме **Update** в группе **Dimensions** ленты **Annotate** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Редактирование размера

Команда **DIMEDIT** обеспечивает *редактирование*.

Запросы команды **DIMEDIT**:

`Enter type of dimension editing [Home/New/Rotate/Oblique] <Home>:` – выполнить операцию редактирования размеров, указав один из ключей

`Select objects:` – выбрать объекты

Ключи команды **DIMEDIT**:

- `Home` – вернуть;
- `New` – создание нового текста и загрузка интерфейса мультитекста;
- `Rotate` – поворот размерного текста. При этом выдаются запросы:

  `Enter type of dimension editing [Home/New/Rotate/Oblique] <Home>: R` – режим поворота размерного текста

  `Specify angle for dimension text:` – указать угол поворота размерного текста

  `Select objects:` – выбрать объекты

- `Oblique` – наклонить размер. Команда **DIMEDIT** с ключом `Oblique` вызывается из падающего меню **Dimension → Oblique**. При этом выдаются запросы:

  `Enter type of dimension editing [Home/New/Rotate/Oblique] <Home>: O` – режим наклона

  `Select objects:` – выбрать объекты

  `Select objects:` – нажать **Enter** для окончания выбора объектов

  `Enter obliquing angle (press ENTER for none):` – указать угол наклона или нажать **Enter**, если наклон не нужен

Управление размерными стилями

Размерный стиль – это именованная совокупность значений всех размерных переменных, определяющая внешний вид размера на рисунке: стиль стрелок, расположение текста и пр.



Команда **DIMSTYLE** обеспечивает работу с *размерными стилями* в диалоговом окне **Dimension Style Manager** – рис. 11.44. Команда вызывается из падающего меню **Dimension → Dimension Style...** или щелчком на пиктограмме **Dimension Style...** в группе **Annotation** ленты **Home или** в группе **Dimensions** ленты **Annotate** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

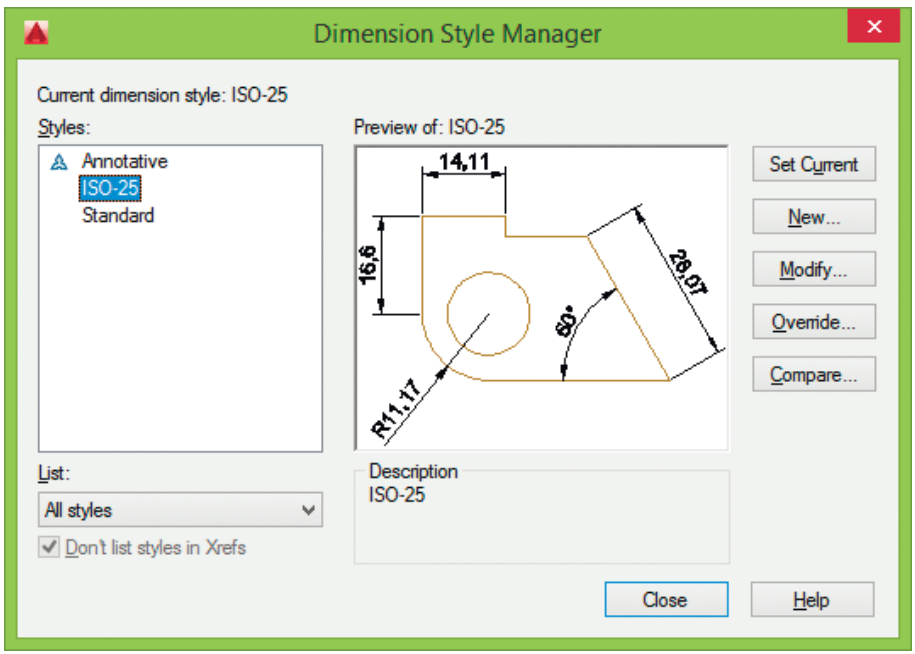


Рис. 11.44. Диалоговое окно управления размерными стилями

Диспетчер размерных стилей **Dimension Style Manager** позволяет выполнить множество различных задач:

- **Set Current** – установить текущий стиль;
- **New...** – создать новый размерный стиль;
- **Modify...** – изменить имеющийся размерный стиль;
- **Override...** – на время переопределить имеющийся размерный стиль;
- **Compare...** – сравнить два размерных стиля или создать перечень всех свойств стиля;

- воспользоваться предварительным просмотром размерных стилей рисунка и их свойств;
- переименовать размерные стили;
- удалить размерные стили.

Размерные стили задают внешний вид и формат размеров. Они позволяют обеспечить соблюдение стандартов и упрощают редактирование размеров. Размерный стиль определяет следующие характеристики:

- формат и положение размерных линий, линий-выносок, стрелок и маркеров центра;
- внешний вид, положение и поведение размерного текста;
- правила взаимного расположения текста и размерных линий;
- глобальный масштаб размера;
- формат и точность основных, альтернативных и угловых единиц;
- формат и точность значений допусков.

Для нанесения размера программа AutoCAD применяет текущий размерный стиль. По умолчанию в качестве такового используется **ISO–25** (International Standards Organization), если пользователем не задан иной. Стиль **STANDARD** создан на основе стандарта ANSI (American National Standards Institute, США), хотя и не полностью с ним совпадает. Если в рисунке используются британские единицы, то стиль **STANDARD** применяется по умолчанию. Стили **DIN** (Deutsches Institut fur Normung, Германия) и **JIS** (Japanese Industrial Standards, Япония) имеются в шаблонах рисунков AutoCAD DIN и JIS.

Определение базового размерного стиля следует начать с присвоения ему имени и сохранения. Новый стиль базируется на текущем и включает в себя все последующие изменения расположения размерных элементов, размещения текста и вида пояснительных надписей. Для создания нового размерного стиля необходимо в Диспетчере размерных стилей **Dimension Style Manager** щелкнуть на кнопке **New...**. Откроется диалоговое окно **Create New Dimension Style** – рис. 11.45.

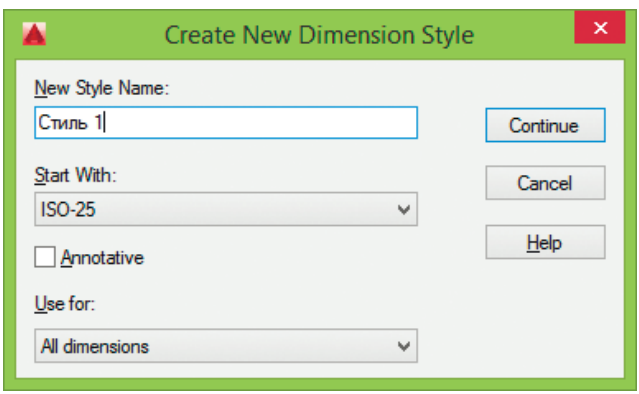


Рис. 11.45. Диалоговое окно создания размерного стиля

- **New Style Name:** – имя создаваемого размерного стиля.
- **Start With:** – имя стиля, на основе которого создается новый размерный стиль.
- **Annotative** – создание аннотативного размерного стиля.
- **Use for:** – создание размерного субстиля, применимого только к отдельным типам размеров:
  - **All dimensions** – все размеры;
  - **Linear dimensions** – линейные размеры;
  - **Angular dimensions** – угловые размеры;
  - **Radius dimensions** – радиусы;
  - **Diameter dimensions** – диаметры;
  - **Ordinate dimensions** – ординатные размеры;
  - **Leaders and Tolerances** – выноски и допуски.

После определения этих параметров на экране появится диалоговое окно **New Dimension Style**, содержащее семь вкладок. Результат действия каждого параметра, устанавливаемого в этом диалоговом окне, сразу можно просмотреть на образце.

- Вкладка **Lines** (рис. 11.46) позволяет осуществлять:
  - в области **Dimension lines** – управление внешним видом размерных линий:
    - **Color:** – цвет размерных линий (системная переменная `DIMCLRD`);
    - **Linetype:** – тип размерных линий (системная переменная `DIMLTYPE`);
    - **Lineweight:** – толщина размерных линий (системная переменная `DIMLWD`);
    - **Extend beyond ticks:** – удлинение размерных линий за выносные линии (системная переменная `DIMDLE`);
    - **Baseline spacing:** – шаг в базовых размерах (системная переменная `DIMDLI`);
    - **Suppress:** – подавление размерных линий: **Dim line 1** – от первой точки; **Dim line 2** – от второй точки (системные переменные `DIMSD1` и `DIMSD2`);
  - в области **Extension lines** – управление внешним видом выносных линий:
    - **Color:** – цвет выносных линий (системная переменная `DIMCLRE`);
    - **Linetype ext line 1:** – тип первой выносной линии (системная переменная `DIMLTEX1`);
    - **Linetype ext line 2:** – тип второй выносной линии (системная переменная `DIMLTEX2`);
    - **Lineweight:** – толщина выносной линий (системная переменная `DIMLWE`);
    - **Suppress:** – подавление выносных линий: **Ext line 1** – от первой точки; **Ext line 2** – от второй точки (системные переменные `DIMSE1` и `DIMSE2`);
    - **Extend beyond dim lines:** – удлинение выносных линий за размерные линии (системная переменная `DIMEXE`);

- ◊ **Offset from origin:** – отступ выносных линий от объекта (системная переменная DIMEXO);
- ◊ **Fixed length extension lines** – выносные линии фиксированной длины (системная переменная DIMFXLON);
- ◊ **Length:** – полная длина выносных линий от размерной линии до исходной точки размера (системная переменная DIMFXL).

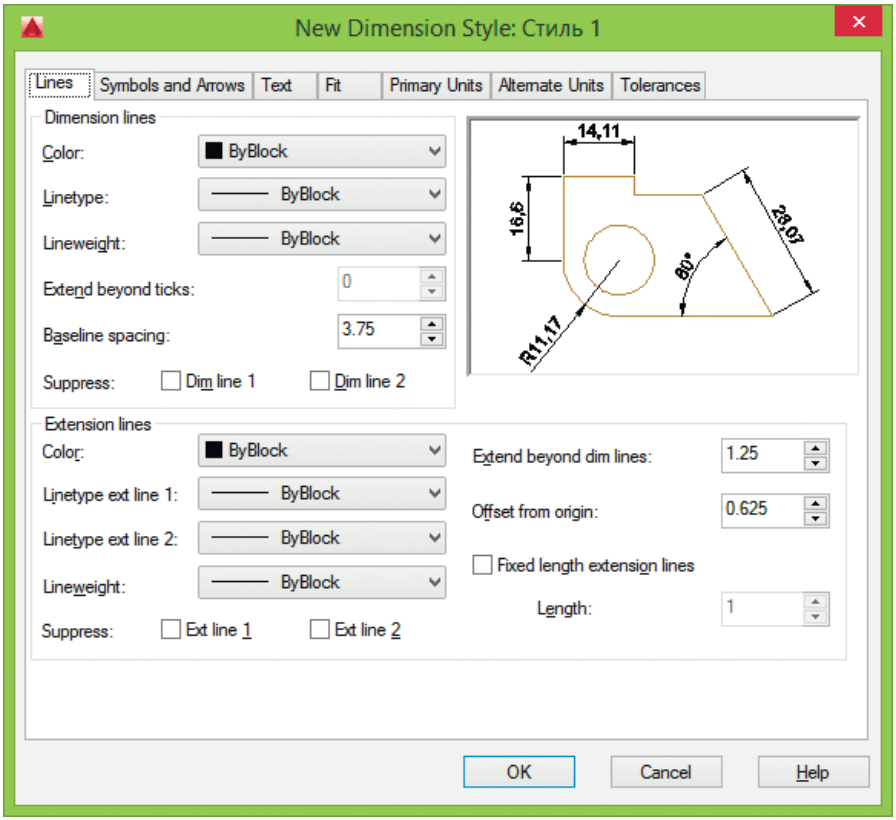


Рис. 11.46. Диалоговое окно определения параметров размерного стиля: вкладка управления линиями

- ❑ Вкладка **Symbols and Arrows** (рис. 11.47) позволяет осуществлять настройку параметров символов и стрелок:
  - в области **Arrowheads** – управление геометрией размерных стрелок:
    - ◊ **First:** – стрелка от первой точки (системная переменная DIMBLK1);
    - ◊ **Second:** – стрелка от второй точки (системная переменная DIMBLK2);
    - ◊ **Leader:** – стрелка от линии-выноски (системная переменная DIMLDRBLK);
    - ◊ **Arrow size:** – размер стрелок (системная переменная DIMASZ);

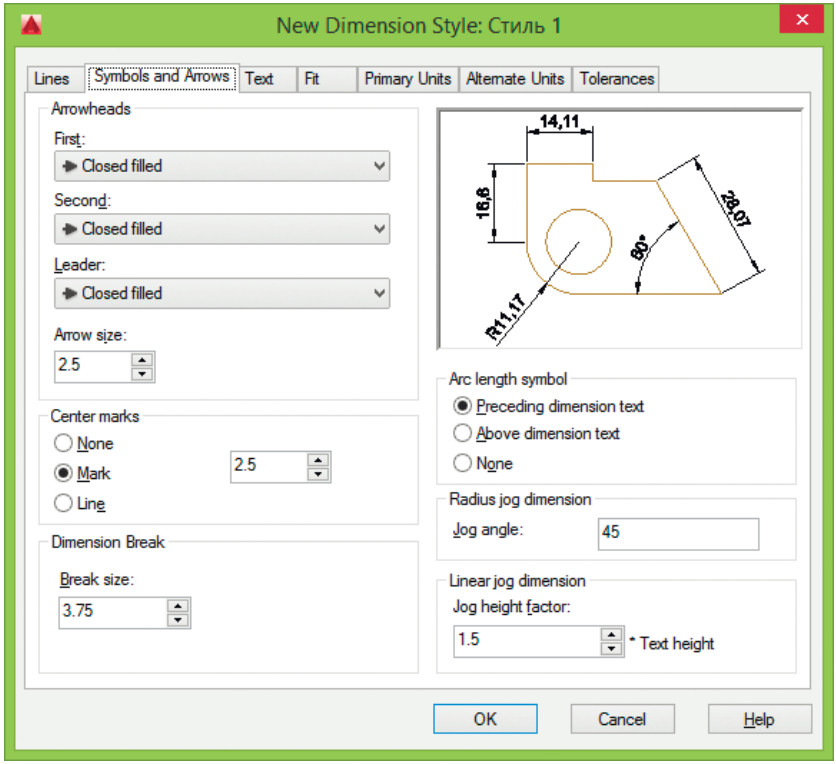


Рис. 11.47. Диалоговое окно определения параметров размерного стиля: вкладка управления символами и стрелками

- в области **Center marks** – управление формой и размером маркера центра при нанесении диаметров и радиусов (системная переменная DIMCEN):
  - ◊ **None:** – маркер центра отсутствует;
  - ◊ **Mark:** – наличие маркера центра;
  - ◊ **Line:** – маркер центра в виде центровых линий;
  - ◊ **Size:** – размер маркера центра или центровой линии;
- в области **Dimension Break** – управление шириной зазора разрывов размера;
  - ◊ **Break size:** – размер зазора;
- в области **Arc length symbol** – формирование символа длины дуги (системная переменная DIMARCSYM):
  - ◊ **Preceding dimension text** – расположение символа длины дуги перед текстом размера;
  - ◊ **Above dimension text** – расположение символа длины дуги над текстом размера;
  - ◊ **None** – отсутствие символа длины дуги;

- в области **Radius jog dimension** – формирование отображения излома (зигзага) для радиальных размеров:
  - ◊ **Jog angle:** – угол излома (системная переменная DIMJOGANG);
- в области **Linear jog dimension** – формирование отображения излома для линейных размеров:
  - ◊ **Jog height factor:** – высота излома, которая определяется расстоянием между двумя вершинами углов, составляющих излом.

❑ Вкладка **Text** обеспечивает управление размерным текстом: его стилем, высотой, местоположением относительно размерной линии, зазором между текстом и размерной линией и пр. (рис. 11.48):

- в области **Text appearance** – определяются свойства текста:
  - ◊ список **Text style:** – доступные текстовые стили. Чтобы создать или отредактировать текстовый стиль, следует нажать кнопку ..., расположенную рядом с этим списком, и тем самым загрузить диалоговое окно **Text Style** (системная переменная DIMTXSTY);
  - ◊ **Text color:** – цвет размерного текста (системная переменная DIMCLRT);
  - ◊ **Fill color:** – цвет фона текста в размерах (системные переменные DIMTFILL и DIMTFILLCLR);
  - ◊ **Text height:** – высота текста (системная переменная DIMTXT). Если в текстовом стиле задана фиксированная высота, она имеет приоритет перед величиной, указанной в списке **Text height:.** Поэтому, чтобы пользователь имел возможность изменять данный параметр на вкладке **Text**, высота в описании используемого текстового стиля должна быть равна 0;
  - ◊ **Fraction height scale:** – масштаб дробных значений относительно остального текста (системная переменная DIMTFAC);
  - ◊ **Draw frame around text** – заключение размерного текста в рамку (системная переменная DIMGAP);
- в области **Text placement** определяются размещение и выравнивание текста относительно размерных и выносных линий, а также образмериваемого объекта:
  - ◊ **Vertical:** – вертикальное расположение текста (системная переменная DIMTAD): **Centered** – по центру, с разрывом размерной линии; **Above** – над размерной линией и параллельно ей. Оба варианта учитывают направление осей *X* и *Y*. **Outside** – текст всегда размещается за пределами образмериваемого объекта независимо от направления осей *X* и *Y*; **JIS** – над размерной линией, даже если не параллельно ей. Варианты вертикального выравнивания основаны на горизонтальных размерах;
  - ◊ **Horizontal:** – расположение текста по горизонтали (системная переменная DIMJUST): **Centered** – по центру между двумя выносными линиями; **At Ext Line 1** – выравнивание текста влево и расположение его у первой выносной линии вдоль размерной линии; **At Ext Line 2** – вправо;

Over Ext Line 1 – вдоль первой выносной линии; **Over Ext Line 2** – вдоль второй выносной линии;

- ◊ **View Direction:** – направление взгляда для размерного текста (системная переменная DIMTXTDIRECTION): **Left-to-Right** – слева направо; **Right-to-Left** – справа налево;
- ◊ **Offset from dim line:** – отступ от размерной линии (системная переменная DIMGAP);

- в области **Text alignment** – определяется ориентация размерного текста между размерными линиями и вне их (системные переменные DIMTIH и DIMTOH):
  - ◊ **Horizontal** – горизонтальное размещение текста;
  - ◊ **Aligned with dimension line** – размещение текста вдоль размерной линии;
  - ◊ **ISO standard** – если размерный текст находится внутри выносных линий, то он располагается вдоль размерной линии; если текст находится снаружи, то он располагается горизонтально.

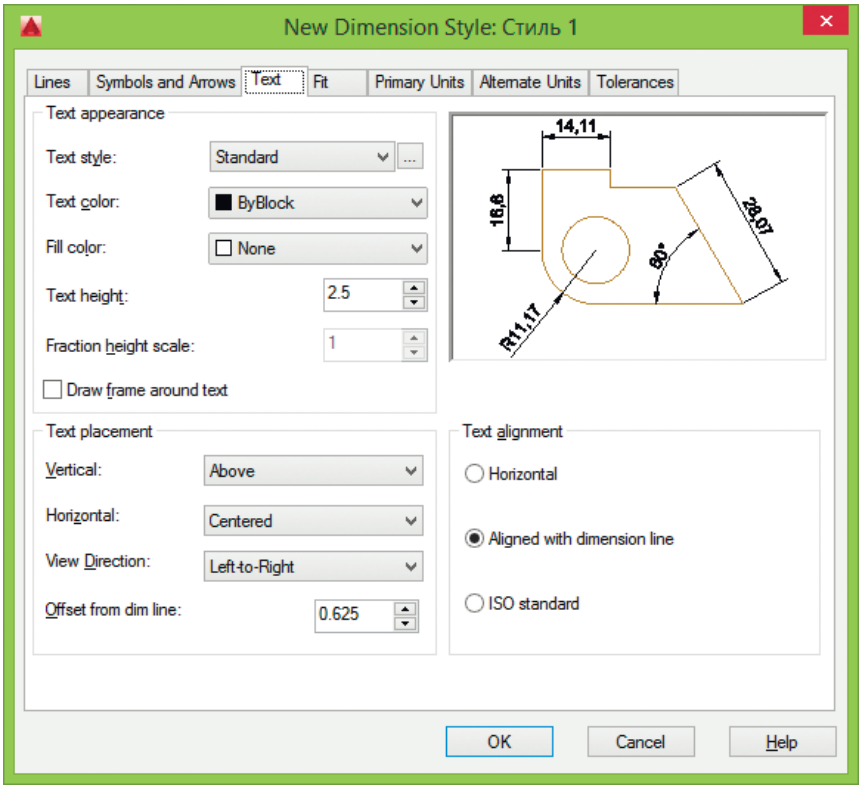


Рис. 11.48. Диалоговое окно определения параметров размерного стиля, вкладка управления размерным текстом

- Вкладка **Fit** позволяет установить правила взаимного расположения размерных, выносных линий и текста (рис. 11.49). Здесь же задается глобальный масштаб для размеров:
  - в области **Fit options** осуществляется подбор оптимального варианта размещения текста и стрелок при недостатке места между выносными линиями (системные переменные DIMATFIT, DIMTIX и DIMSOXD):
    - ◊ **Either text or arrows (best fit)** – оптимальное перемещение либо текста, либо стрелок за пределы выносных линий (системная переменная DIMATFIT);
    - ◊ **Arrows** – перемещение стрелок за пределы выносных линий (системная переменная DIMATFIT);
    - ◊ **Text** – перемещение текста за пределы выносных линий (системная переменная DIMATFIT);
    - ◊ **Both text and arrows** – перемещение и текста, и стрелок за пределы выносных линий (системная переменная DIMATFIT);
    - ◊ **Always keep text between ext lines** – текст всегда размещается между выносными линиями (системная переменная DIMTIX);
    - ◊ **Suppress arrows if they don't fit inside extension lines** – подавление стрелок в случае, если они не помещаются между выносными линиями (системная переменная DIMSOXD);
  - область **Text placement** предназначена для установки правил перемещения размерного текста, если текст был помещен программой или вручную за пределы выносных линий (системная переменная DIMTMOVE):
    - ◊ **Beside the dimension line** – перемещать вместе с размерной линией. Кроме того, текст может быть отодвинут от размерной линии (системная переменная DIMTMOVE);
    - ◊ **Over dimension line, with leader** – отодвинутый размерный текст нанести с выноской (системная переменная DIMTMOVE);
    - ◊ **Over dimension line, without leader** – отодвинутый размерный текст нанести без выноски (системная переменная DIMTMOVE);
  - в области **Scale for dimension features** – настраиваются параметры масштабов размерных элементов:
    - ◊ **Annotative** – аннотативный размер;
    - ◊ **Scale dimensions to layout** – использование масштаба видового экрана относительно пространства листа (системная переменная DIMSCALE);
    - ◊ **Use overall scale of:** – позволяет указать глобальный коэффициент масштаба для всех параметров размерного стиля, задающих размеры, расстояния и отступы, включая высоту текста и величину стрелок (системная переменная DIMSCALE). Глобальный масштаб не влияет на отмеренные расстояния, координаты, углы и допуски. По умолчанию он принимается равным 1. Для увеличения размерных элементов следует задать больший масштаб, для уменьшения – меньший;

- в области **Fine tuning** управляют подгонкой размерных элементов:
  - ◊ **Place text manually** – размещение текста вручную (системная переменная DIMUPT);
  - ◊ **Draw dim line between ext lines** – размерная линия размещается между выносными, даже если стрелки и размерный текст вынесены за их пределы (системная переменная DIMTOFL).

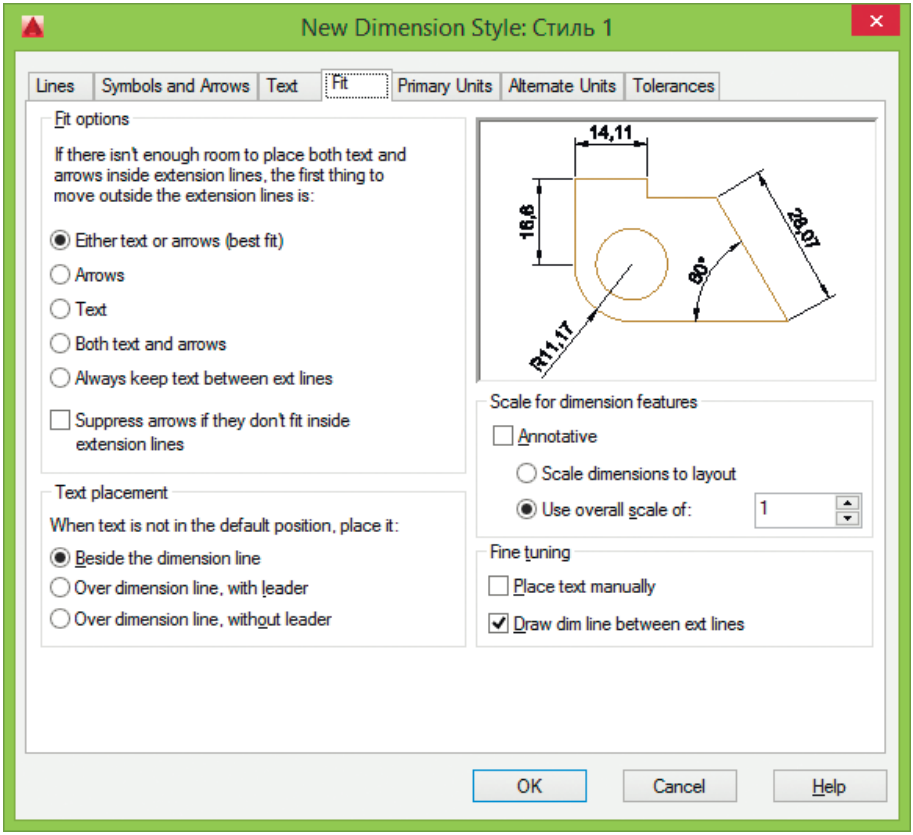


Рис. 11.49. Диалоговое окно определения параметров размерного стиля, вкладка размещения

- ❑ Вкладка **Primary Units** позволяет определить формат и точность основных линейных и угловых единиц, вид измеренных значений размеров (рис. 11.50):
  - в области **Linear dimensions** задаются формат и точность для цепей, линейных, параллельных, ординатных и неугловых базовых размеров:
    - ◊ **Unit format:** – определяется формат единиц (системная переменная DIMLUNIT): **Scientific** – научные, **Decimal** – десятичные, **Engineering** –

технические, **Architectural** – архитектурные, **Fractional** – дробные или **Windows Desktop** – установленные в Windows. В последнем случае единицы берутся из настроек языка и стандартов на панели управления;

- ◊ **Precision:** – задается число десятичных знаков для единиц, и в зависимости от выбранных единиц показывается формат представления величин (системная переменная DIMDEC);
- ◊ **Fraction format:** – определяется формат дробных единиц (системная переменная DIMFRAC): **Horizontal** – с горизонтальной чертой, **Diagonal** – с косой чертой или **Not Stacked** – в одну строку;
- ◊ **Decimal separator:** – назначается десятичный разделитель (системная переменная DIMDSEP): **Period** – точка, **Comma** – запятая или **Space** – пробел. Если выбраны единицы, установленные в Windows, AutoCAD использует десятичный разделитель, заданный в настройках языка и стандартов на панели управления;
- ◊ **Round off:** – устанавливается точность округления величин всех линейных размеров (системная переменная DIMRND). Здесь можно вводить любое число, содержащее до пяти десятичных знаков. Значение для округления не должно превышать величину точности, заданную на этой вкладке;
- ◊ **Prefix:** – указание префикса, добавляемого перед величиной размера (системная переменная DIMPOST). Заданный здесь префикс заменяет обозначения радиуса и диаметра, которые AutoCAD автоматически проставляет для соответствующих размеров. Для записи префикса можно использовать специальные символы и управляющие коды;
- ◊ **Suffix:** – указание суффикса, проставляемого после величины размера (системная переменная DIMPOST). Для записи суффикса можно использовать специальные символы и управляющие коды;

- в области **Measurement scale** производятся следующие настройки линейных параметров масштаба измерений:
  - ◊ **Scale factor:** – масштабный коэффициент для линейных размеров (системная переменная DIMLFAC);
  - ◊ **Apply to layout dimensions only** – масштабный коэффициент применяется только к размерам, нанесенным на листах (системная переменная DIMLFAC);
- в области **Zero suppression** устанавливается подавление нулей (системная переменная DIMZIN).
  - ◊ **Leading** – подавление ведущих нулей во всех десятичных размерах;
  - ◊ **Traling** – подавление замыкающих нулей во всех десятичных размерах;
  - ◊ **Sub-units factor:** – количество вспомогательных единиц в основной единице;
  - ◊ **Sub-unit suffix:** – включение суффикса для вспомогательной единицы значения размера;

- ◊ **0 feet** – подавление вывода значения футов в размере формата футы-дюймы, если расстояние меньше одного фута;
- ◊ **0 inches** – подавление вывода значения дюймов в размере формата футы-дюймы, если расстояние равно целому числу футов;

- в области **Angular dimensions** устанавливаются параметры угловых размеров:
  - ◊ **Units format:** – формат единиц для угловых размеров (системная переменная DIMAUNIT): **Decimal Degrees** – десятичные градусы, **Degrees Minutes Seconds** – градусы/минуты/секунды, **Gradians** – градиенты, **Radians** – радианы;
  - ◊ **Precision:** – число десятичных знаков в угловых размерах (системная переменная DIMADEC);
- в области **Zero suppression** устанавливается подавление ведущих и замыкающих нулей (системная переменная DIMAZIN):
  - ◊ **Leading** – ведущие нули в угловых десятичных размерах;
  - ◊ **Traling** – замыкающие нули в угловых десятичных размерах.

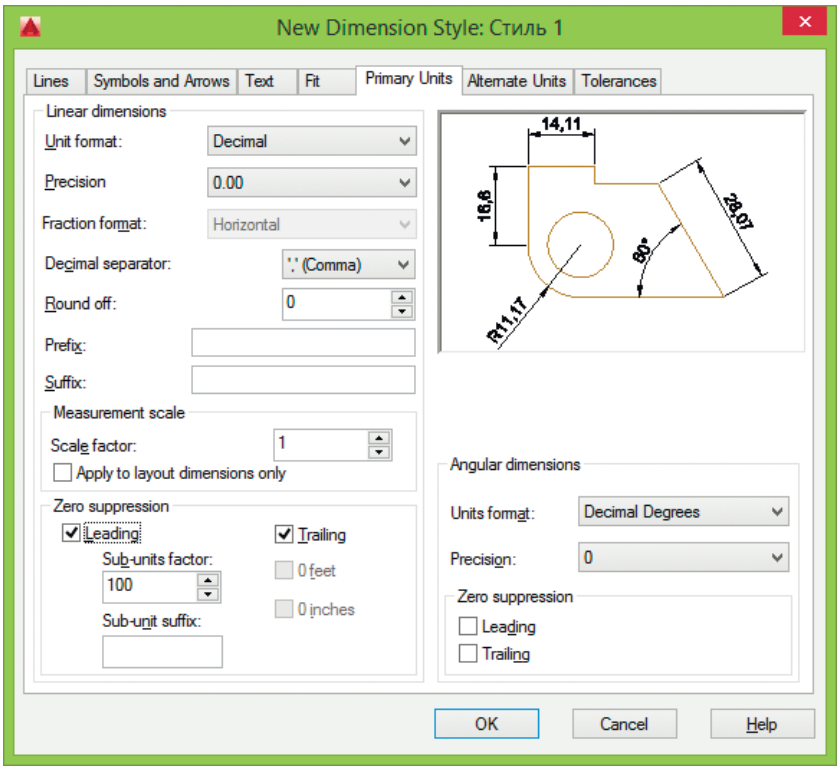


Рис. 11.50. Диалоговое окно определения параметров размерного стиля, вкладка определения основных единиц

- Вкладка **Alternate Units** позволяет определить формат и точность альтернативных единиц, которые используются для обозначения величин размеров в дополнительной системе единиц (рис. 11.51). Обычно с их помощью проставляются значения размеров в метрических единицах, если рисунок выполнен в британской системе, и наоборот. Величина размера в альтернативных единицах наносится в квадратных скобках `[]` непосредственно после размерного текста в основных единицах. Для нанесения в размерах альтернативных единиц следует установить флажок **Display alternate units** (системная переменная `DIMALT`):

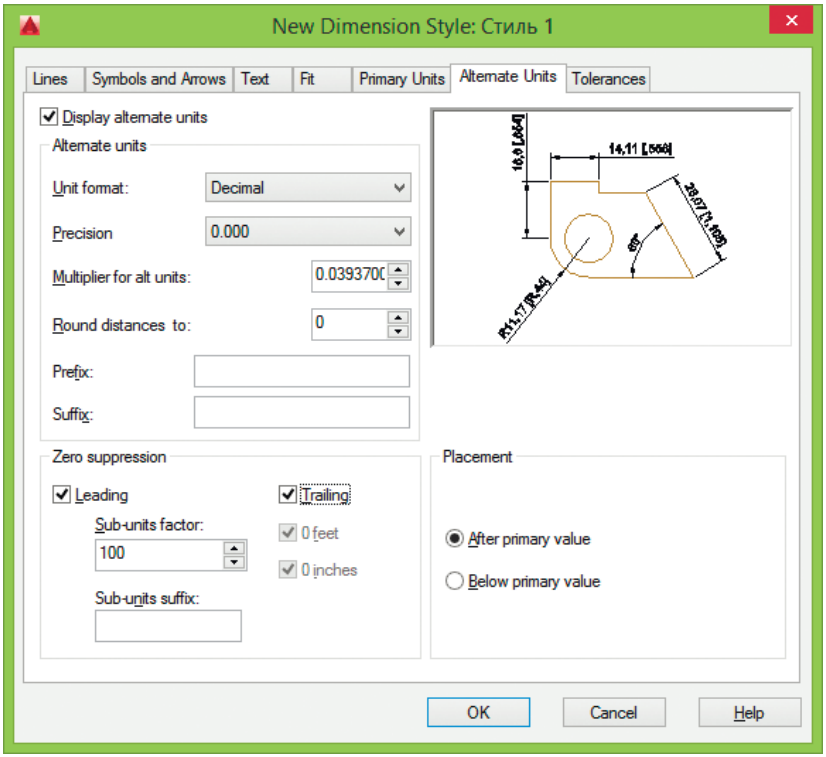


Рис. 11.51. Диалоговое окно определения параметров размерного стиля, вкладка определения альтернативных единиц

- в области **Alternate units** устанавливается формат единиц для всех типов размеров, кроме угловых:
  - ◊ **Unit format:** – формат единиц (системная переменная `DIMALTU`): **Scientific** – научные, **Decimal** – десятичные, **Engineering** – технические, **Architectural Stacked** – архитектурные, **Fractional Stacked** – дробные, **Architectural** – архитектурные, **Fractional** – дробные или **Windows Desktop** – установленные в Windows;

- ◊ **Precision** – число знаков после запятой для альтернативных единиц (системная переменная DIMALTD);
- ◊ **Multiplier for alt units:** – коэффициент пересчета из основных единиц в альтернативные (системная переменная DIMALTF). Альтернативные единицы получаются путем умножения основных единиц на заданный здесь коэффициент (по умолчанию предлагается коэффициент 0.03937, используемый для пересчета миллиметров в дюймы);
- ◊ **Round distances to:** – округление значений для всех типов размеров, кроме угловых (системная переменная DIMALTRND);
- ◊ **Prefix:** – префикс альтернативного размерного текста (системная переменная DIMAPOST);
- ◊ **Suffix:** – суффикс альтернативного размерного текста (системная переменная DIMAPOST);

- в области **Zero suppression** устанавливается значение ведущих и замыкающих нулей, а также нулевых значений футов и дюймов (системная переменная DIMALTZ). Параметры данной области аналогичны настройкам вкладки **Primary Units** (см. выше);
- в области **Placement** настраивается размещение альтернативных единиц в размерном тексте:
  - ◊ **After primary value** – альтернативные единицы размещаются за основным значением.
  - ◊ **Below primary value** – основные единицы размещаются над размерной линией, а альтернативные – под ней.

❑ Вкладка **Tolerances** управляет параметрами формата и точности простановки допусков, показывающих пределы, в которых может варьироваться размер (рис. 11.52):

- в области **Tolerance format** настраиваются следующие параметры нанесения допусков:
  - ◊ **Method:** – способ нанесения допусков (системная переменная DIMTOL): **None** – отключение нанесения допусков; **Symmetrical** – верхнее и нижнее отклонения симметричны, **Deviation** – верхнее и нижнее отклонения различаются; **Limits** – максимальная и минимальная величины размера; **Basic** – построение рамки вокруг размерного текста, обычно используется для обозначения теоретически точных размеров;
  - ◊ **Precision** – число десятичных разрядов в значениях допусков (системная переменная DIMTDEC);
  - ◊ **Upper value:** – максимальное значение при нанесении отклонений и предельных размеров (системная переменная DIMTP). AutoCAD использует эту же величину для симметричных допусков;
  - ◊ **Lower value:** – значение нижнего предельного отклонения (системная переменная DIMTM);
  - ◊ **Scaling for height:** – отношение высоты текста допусков к высоте основного размерного текста (системная переменная DIMTFAC);

- ◊ **Vertical position:** – вертикальное выравнивание текстов симметричных допусков и отклонений (системная переменная DIMTOLJ): **Bottom** – по нижней границе размерного текста; **Middle** – по середине текста; **Top** – по верхней границе;

- в области **Tolerance alignment** – устанавливаются выравнивание значений верхнего и нижнего допусков при помещении их друг над другом:
  - ◊ **Align decimal separators** – выравнивание по десятичным разделителям;
  - ◊ **Align operational symbols** – выравнивание по рабочим обозначениям;
- в области **Alternate unit tolerance** – устанавливаются допуски для альтернативных единиц:
  - ◊ **Precision:** – число десятичных разрядов в значениях допусков после запятой (системная переменная DIMALTTD);
- в области **Zero suppression** – устанавливается подавление ведущих и замыкающих нулей, а также нулевых значений футов и дюймов (системная переменная DIMALTTZ). Параметры данной области аналогичны настройкам вкладки **Primary Units** (см. выше).

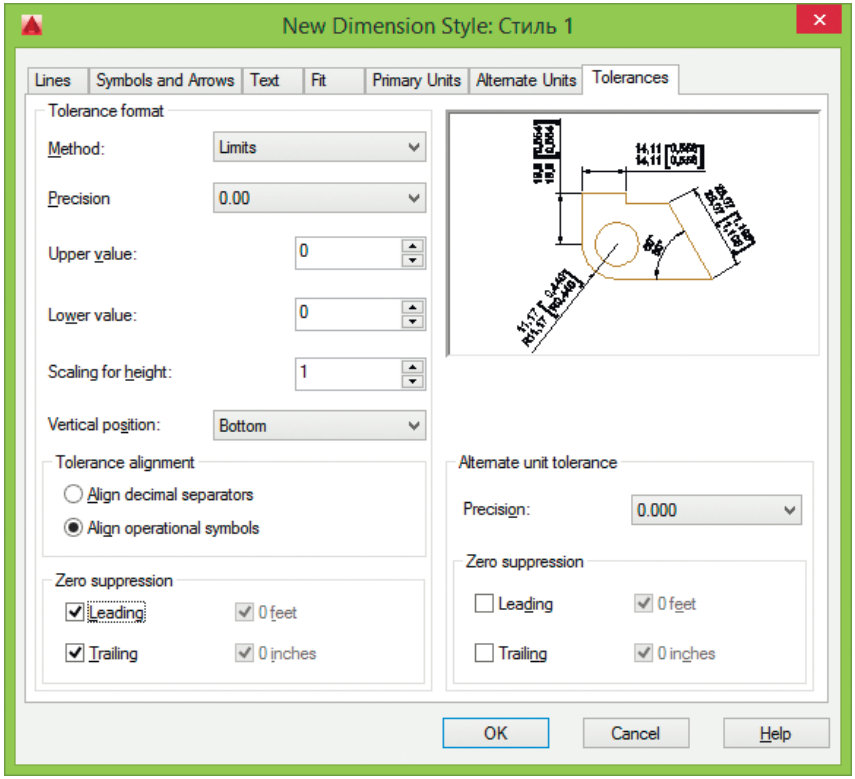


Рис. 11.52. Диалоговое окно определения параметров размерного стиля, вкладка простановки допусков

Выполните упражнения RS1–RS6 и тест 4 из раздела 3.

Кнопка **Compare...** в Диспетчере размерных стилей **Dimension Style Manager** (см. рис. 11.44) позволяет сравнить два размерных стиля или создать перечень всех свойств стиля. При этом загружается диалоговое окно сравнения размерных стилей **Compare Dimension Styles** (рис. 11.53).

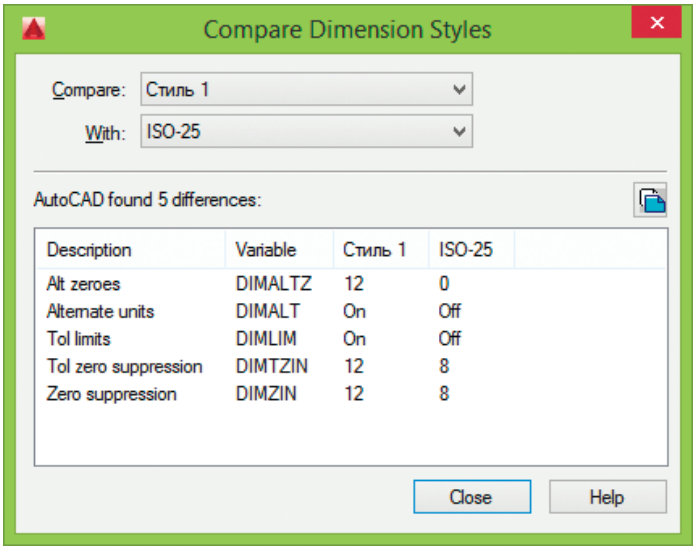


Рис. 11.53. Диалоговое окно сравнения размерных стилей

- В списке **Compare:** устанавливается стиль, который необходимо сравнить.
- В списке **With:** устанавливается стиль, с которым необходимо сравнить.
- Ниже приведены все свойства сравниваемых размерных стилей:
  - **Description** – описание свойства;
  - **Variable** – размерная переменная, задающая это свойство;
  - значения системных переменных для свойств, различающихся для сравниваемых размерных стилей.

Глава 12

Редактирование чертежей

Выбор объектов 356
Редактирование с помощью ручек 361
Удаление и восстановление объектов 364
Копирование объектов 365
Зеркальное отображение объектов 366
Создание подобных объектов.....368
Размножение объектов массивом 369
Перемещение объектов 374
Поворот объектов 375
Масштабирование объектов.....376
Растягивание объектов 378
Увеличение объектов 379
Обрезка объектов 381
Удлинение объектов 383
Разбиение объектов на части 385
Объединение сегментов 387
Снятие фасок 388
Рисование скруглений.....391
Расчленение объектов 393

Выбор объектов

Большинство команд редактирования AutoCAD требует предварительного указания объектов для работы с ними. Выбранные объекты – один или несколько – называются *набором*. Он может, например, включать в себя все объекты определенного цвета или объекты, расположенные на определенном слое. Такой набор можно создать как до, так и после вызова команды редактирования. С одним и тем же набором допустимо производить несколько операций редактирования. Если установлена системная переменная `HIGHLIGHT`, выбранные объекты будут подсвечены.

После того как вызвана одна из команд редактирования, AutoCAD предлагает выбрать объекты. В командной строке появляется запрос:

`Select objects:` – выбрать объекты

При этом перекрестье указателя мыши заменяется прицелом выбора. Выбор отдельных объектов производится с помощью мыши или одним из способов, которые описаны ниже в этом разделе.

При формировании набора можно выбрать последний созданный объект, текущий набор объектов, а также все объекты рисунка. Имеется возможность добавлять объекты в набор и удалять их оттуда. Различные объекты могут заноситься в набор разными способами. Например, для выбора всех объектов области рисунка, кроме нескольких, нужно сначала выделить все объекты, а затем удалить из набора те, которые не предназначены для редактирования.

Способы и ключи выбора объектов:

- `Add` – включает режим *добавления* для пополнения существующего набора. Это начальный режим, устанавливаемый для выбора объектов;
- `ALL` – позволяет выбрать *все* примитивы, в том числе те, которые расположены на отключенных, заблокированных и замороженных слоях;
- `AUto` – выделяет объект, на который установлен указатель мыши. Если не было выбрано ни одного объекта, указанная точка становится первым углом рамки;
- `BOX` – задает *прямоугольник* по двум точкам. Если вторая точка находится справа от первой, процесс выбора аналогичен выбору рамкой `Window`, а если слева – выбору секущей рамкой `Crossing`;
- `Crossing` – *секущая рамка* выделяет все объекты, которые находятся внутри или пересекают контур рамки. По умолчанию в ответ на запрос `Select objects:` можно указать первый угол рамки, а затем второй в направлении справа налево. Для того чтобы объект можно было выбрать, он должен быть хотя бы частично видимым. При выборе секущей рамкой в командной строке появляются запросы:

  `Select objects: C` – переход в режим выбора объектов с помощью секущей рамки

  `Specify first corner:` – указать первый угол рамки

  `Specify opposite corner:` – указать противоположный угол рамки

- `CPolygon` – сочетает режимы `Crossing` и `Wpolygon` и позволяет выбрать объекты как полностью заключенные в многоугольник, так и пересекающие его границу. Область задается путем указания точек вокруг объектов, которые следует выбирать. Многоугольник строится по мере установки этих точек; он может быть любой формы, но без самопересечений, и автоматически замыкается при указании каждой новой вершины. От последней заданной точки до указателя мыши протянута «резиновая нить». При этом в командной строке появляются запросы:
  `Select objects: CP` – переход в режим выбора объектов с помощью многоугольника
  `First polygon point:` – указать первую точку многоугольника
  `Specify endpoint of line or [Undo]:` – указать конечную точку отрезка
  `Specify endpoint of line or [Undo]:` – указать конечную точку отрезка
  `Specify endpoint of line or [Undo]:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов с помощью многоугольника
- `Fence` – выбирает только объекты, которые пересекает *линия*. В отличие от рамочного или секущего многоугольника, она может пересекать саму себя. При указании точек генерируется линия выбора и «резиновая нить» протягивается к перекрестью графического курсора. При этом в командной строке появляются запросы:
  `First fence point:` – указать первую точку линии
  `Specify endpoint of line or [Undo]:` – указать конечную точку отрезка
  `Specify endpoint of line or [Undo]:` – указать конечную точку отрезка
  `Specify endpoint of line or [Undo]:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов
- `Group` – выбирает все объекты внутри заданной *группы*;
- `Last` – выбирает *последний* нарисованный объект, видимый на экране;
- `Multiple` – одновременно выбирает *несколько* объектов. Процесс выбора не считается законченным до тех пор, пока на очередной запрос выбора объекта не нажата клавиша **Enter** или пробел;
- `Previous` – выбирает *текущий* набор объектов;
- `Remove` – устанавливает режим *удаления* указанных объектов из набора;
- `SIngle` – устанавливает режим выбора *единственного* объекта. Когда указан один объект или одна группа, выбор считается законченным и запрос выбора объектов не повторяется;
- `Undo` – *отменяет* (*удаляет*) последний добавленный в набор объект;
- `Window` – выбирает объекты, которые целиком попадают в *рамку*. По умолчанию в ответ на запрос `Select objects:` можно указать первый угол

рамки, а затем второй угол по диагонали от первого в направлении слева направо;

- `WPolygon` – аналогичен режиму `Window`, но при этом позволяет выбрать объекты, содержащиеся внутри области, границы которой составляет *многоугольник*.

Если системная переменная `PICKDRAG` включена, определение рамки производится при нажатой левой кнопке мыши. Если `PICKDRAG` отключена (такова настройка по умолчанию), то рамка задается двумя щелчками кнопкой мыши в первой и второй точках.

Очень трудно выбирать объекты, которые лежат близко или непосредственно друг на друге. Для этой цели удобнее пользоваться мышью, одновременно удерживая нажатой клавишу **Ctrl**: в результате включается режим циклического перебора, когда по щелчку мыши объекты выбираются один за другим, до тех пор пока не будет выделен требуемый.

Для управления процессом выбора объектов необходимо загрузить из падающего меню **Tools → Options...** диалоговое окно **Options**. Задать метод сортировки объектов можно на вкладке **User Preferences**. Режим выбора объектов и размер прицела определяются на вкладке **Selection** диалогового окна **Options**. Подробнее об этом рассказывается в главе 3.

Существует возможность ограничить выбираемый набор объектов такими свойствами, как цвет, слой и тип объекта и пр., путем использования функции быстрого выбора или фильтра списков. Например, можно выбрать на рисунке только окружности красного цвета или, наоборот, выбрать все объекты, кроме окружностей красного цвета.

Функция **Quick Select** позволяет сформировать набор объектов по заданному критерию отбора. В диалоговом окне **Object Selection Filters** задаются и сохраняются для дальнейшего применения различные фильтры выбора объектов.

При фильтрации распознаются только цвета, типы линий и веса линий, явно присвоенные объектам, но не унаследованные по слою. Например, объект может быть красным, потому что для него задан цвет **ByLayer**, а слою присвоен красный цвет. Следовательно, фильтр должен учитывать также объекты, расположенные на слое, которому присвоен красный цвет, и имеющие цвет **ByLayer**, а не красный. В частично загруженных рисунках функция **Quick Select** не учитывает незагруженных объектов.



Для формирования набора объектов с помощью функции быстрого выбора следует выбрать из падающего меню **Tools → Quick Select...** и в открывшемся диалоговом окне **Quick Select** установить необходимые параметры (рис. 12.1).

В рабочем пространстве **Drafting & Annotation** инструмент быстрого выбора находится на ленте **Home** в группе **Utilities**.

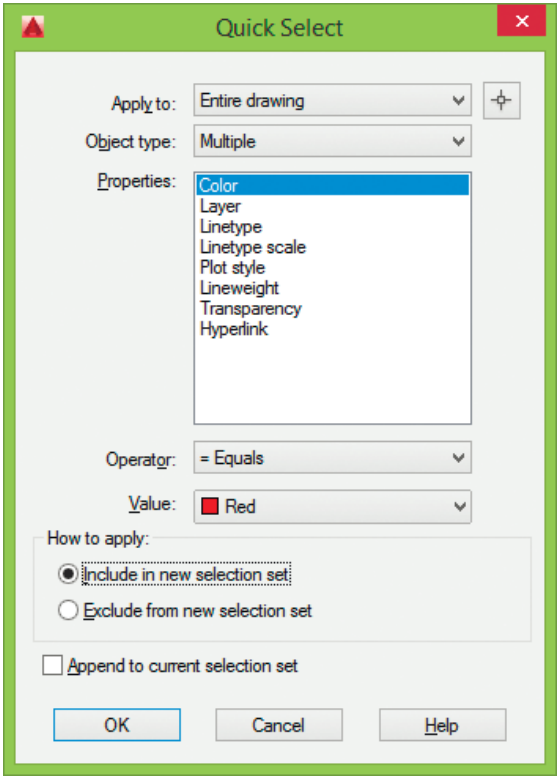


Рис. 12.1. Диалоговое окно быстрого выбора

- В списке **Apply to:** указывается набор объектов, к которому необходимо применить быстрый выбор:
  - **Entire drawing** – весь чертеж;
  - **Current srlection** – текущий набор.
- Кнопка **Select objects** позволяет сформировать текущий набор объектов.
- В списке **Object type:** указывается тип выбранных объектов для включения в критерии фильтрации.
- В списке **Properties:** перечисляются свойства объектов для фильтра.
- В списке **Operator:** указывается диапазон применения фильтра:
  - **= Equals** – равно;
  - **<> Not Equal** – не равно;
  - **> Greater than** – больше;
  - **< Less than** – меньше;
  - **Select All** – выбрать все.
- В списке **Value:** устанавливается значение выбранного свойства для фильтра.

- В области **How to apply:** определяется действие над отобранными объектами:
  - **Include in new selection set** – включить в новый набор;
  - **Exclude from new selection set** – исключить из нового набора.
- **Append to current selection set** – добавить в текущий набор.

Для настройки более сложных фильтров выбора объектов и сохранения их под заданными именами достаточно в ответ на запрос `Select objects:` ввести `'filter` и в диалоговом окне **Object Selection Filters**, показанном на рис. 12.2, определить фильтр-список.

- В области **Select Filter** осуществляется выбор фильтра: ACIS-тело, атрибут, блок, вектор нормали, выноска, высота, высота текста, видовой экран, допуск, дуга, значение текста, изображение, имя атрибута, имя блока, имя данных, имя формы, конец отрезка, круг, луч, масштаб типа линий, мультилиния, начало отрезка, область, образец штриховки, основание DWF, отрезок, плоскость сечения, поворот блока, поворот текста, полилиния, положение атрибута, положение блока, положение текста, положение точки, положение формы, полоса, прямая, радиус дуги, радиус круга, размер, размерный стиль, слой, спираль, сплайн, стиль мультилиний, таблица, твердое тело, текст, текстовый стиль, тип линий, точка, точка вставки изображения, уровень, фигура, форма, цвет, центр видового экрана, центр дуги, центр круга, центр эллипса, штриховка, эллипс, трехмерная грань, начало AND, конец AND, начало OR, конец OR, начало NOT, конец NOT, начало XOR, конец XOR.
  - кнопка **Select...** – выбрать из списка возможных значений для данного типа объектов;
  - кнопка **Add to List:** – добавить в список свойств текущего фильтра новый параметр отбора;
  - кнопка **Substitute** – заменить текущее свойство фильтра;
  - кнопка **Add Selected Object<** – добавить объект в список фильтра.
- Кнопка **Edit Item** – изменить свойство.
- Кнопка **Delete** – удалить выбранное свойство из текущего фильтра.
- Кнопка **Clear List** – удалить все свойства из текущего фильтра.
- В области **Named Filters** – просмотр, сохранение и удаление списков именованных фильтров:
  - в списке **Current:** – текущий фильтр;
  - кнопка **Save As:** – сохранить фильтр и его свойства под именем;
  - кнопка **Delete Current Filter List** – удалить текущий список.
- Кнопка **Apply** – применить.
- Кнопка **Cancel** – отмена установок.
- Кнопка **Help** – вызов справочной системы.

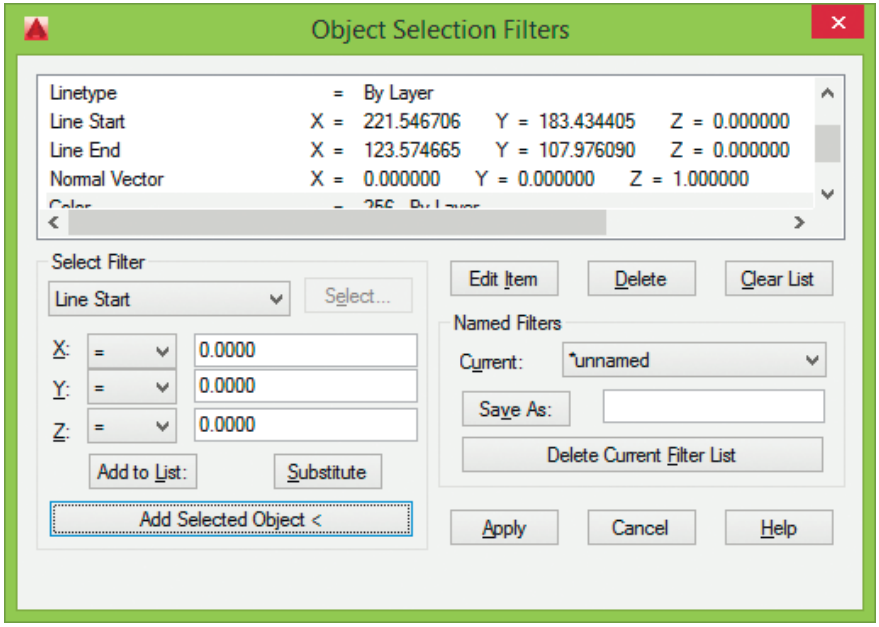


Рис. 12.2. Диалоговое окно определения фильтр-списков

Редактирование с помощью ручек

Выбранными объектами можно манипулировать с помощью *ручек* – маленьких квадратиков, которые высвечиваются в определяющих точках выбранных объектов (рис. 12.3).

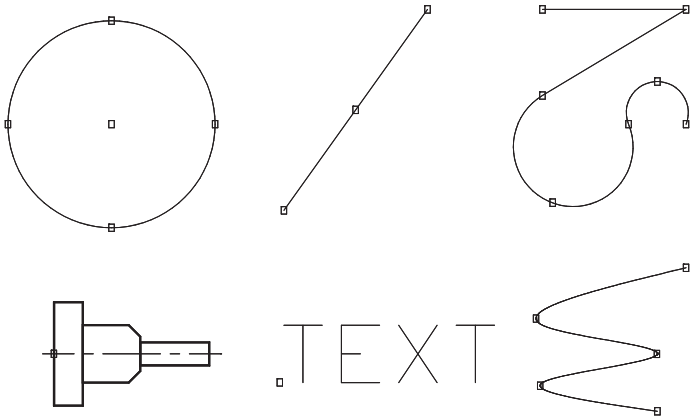


Рис. 12.3. Примеры примитивов с ручками

При включенном режиме работы с ручками выбор объектов производится до редактирования, а манипуляции с ними выполняются с помощью указателя мыши или ключевых слов. Таким образом, использование ручек позволяет минимизировать обращения к меню.

Графический курсор привязывается к ручке, по которой он проходит. Если режим работы с ручками включен, то объекты, удаляемые из набора, перестают подсвечиваться, но ручки на них остаются. Удаление ручек из набора объектов производится нажатием клавиши **Esc**. Для удаления из набора, содержащего ручки, какого-либо объекта следует нажать клавишу **Shift** при его выборе.

Определением ручек в блоках управляет системная переменная `GRIPBLOCK`. Если она равна `1`, ручки устанавливаются на всех объектах, входящих в блок, а если `0`, на блоке изображается только одна ручка в точке его вставки.

Для включения ручек используется команда **DDGRIPS**. При этом все установки назначаются на вкладке **Selection** диалогового окна **Options**. Оно вызывается из падающего меню **Tools → Options...** (см. главу 3).

Для редактирования с помощью ручек нужно выбрать ручку, точка расположения которой будет базовой точкой редактирования. После этого выбирается один из режимов ручек: `Move` – перенести, `Mirror` – симметрировать, `Rotate` – повернуть, `Scale` – масштабировать или `Stretch` – растянуть. Переключение этих режимов осуществляется при вводе начальной буквы или циклически, последовательным нажатием клавиши **Пробел** или **Enter**. Например, для установки режима **Stretch** нужно ввести `S` или нажимать **Enter** до тех пор, пока в командной строке не появится ключ `Stretch`. Чтобы выйти из режима работы с ручками и вернуться к подсказке `Command:`, необходимо ввести `X` или нажать клавишу **Esc**. Наиболее удобный способ выбора режима редактирования с помощью ручек – использование контекстного меню ручек (рис. 12.4), которое открывается щелчком правой кнопки мыши при выделенной ручке.

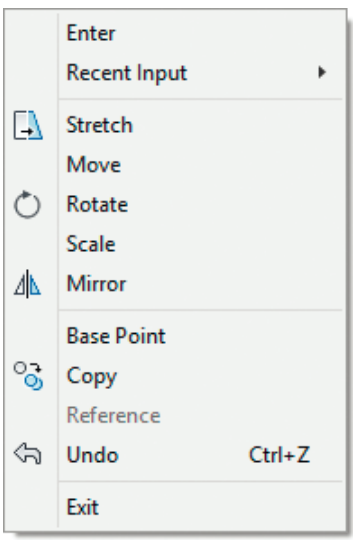


Рис. 12.4. Контекстное меню ручки

Если при указании в команде редактирования первого нового положения для объекта нажата клавиша **Shift**, активизируется *режим многократного копирования*. Например, в режиме `Stretch` функция многократного копирования растягивает объект, такой как отрезок, и копирует его в любую точку графической области, указанную пользователем. Другой способ активизировать режим многократного копирования – выбрать ключ `Copy` в командной строке, а затем указывать положение или вводить координаты для каждой копии объекта. Режим многократного копирования остается активным до тех пор, пока не будет выбран другой текущий режим ручек или нажата клавиша **Enter** для завершения операции.

Набор команд редактирования в программе AutoCAD находится в падающем меню **Modify** (рис. 12.5).

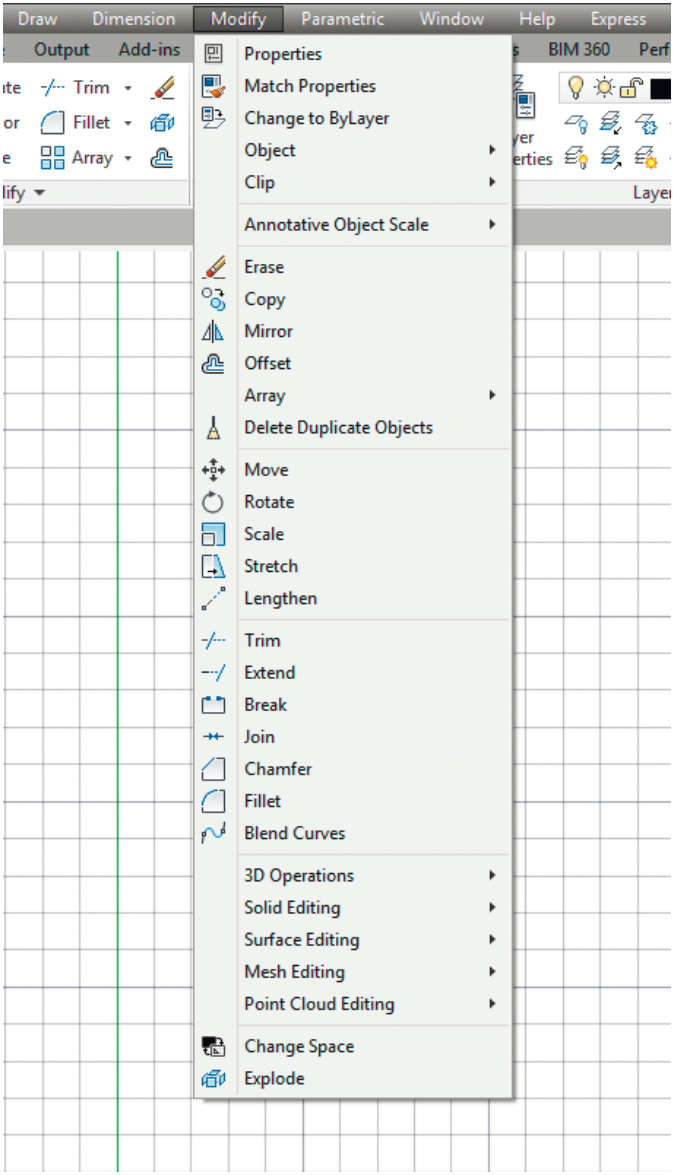


Рис. 12.5. Инструменты команд редактирования

В рабочем пространстве **Drafting & Annotation** инструменты команд редактирования расположены на ленте инструментов **Home** в группе **Modify** (рис. 12.6).

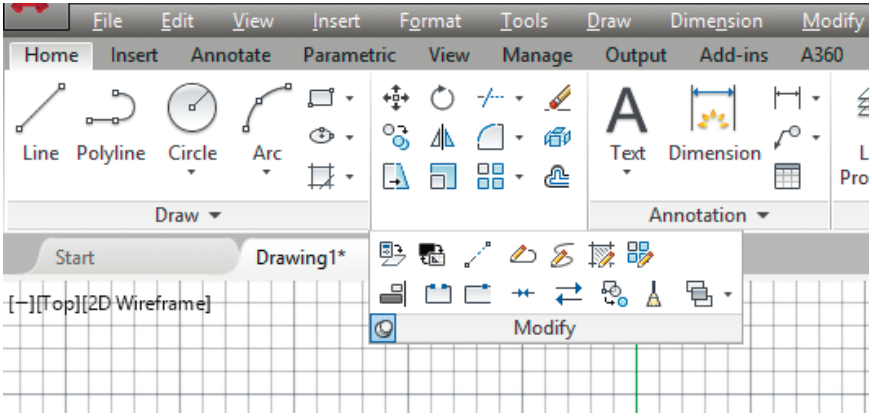


Рис. 12.6. Инструменты команд редактирования в рабочем пространстве Drafting & Annotation

Удаление и восстановление объектов



Команда **ERASE** осуществляет *удаление* (стирание) объектов. Она вызывается из падающего меню **Modify** → **Erase** или щелчком на пиктограмме **Erase** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **ERASE**:

`Select objects:` – выбрать объекты
`Select objects:` – выбрать объекты
`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

Выбор объектов, которые следует стереть, может производиться любым из доступных способов.

Для восстановления удаленных последней командой **ERASE** объектов используется команда **OOPS**. Ее название – «ОЙ» – весьма удачно отражает эмоции пользователя, испытываемые в момент применения этой команды.

Пример. Удаление объектов

Удалить из рисунка две нижние окружности и окружность в центре (рис. 12.7).

Запустите команду **ERASE**, вызвав ее из падающего меню **Modify** → **Erase**, или щелчком на пиктограмме **Erase** в группе **Modify** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_ERASE`
`Select objects: W` – переход в режим выбора объектов рамкой
`Specify first corner:` – укажите точку 1
`Specify opposite corner:` – укажите точку 2

`Select objects:` – укажите точку 3 для выбора окружности в центре
`Select objects:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения работы команды

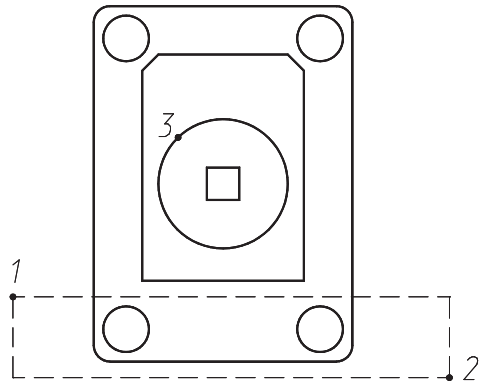


Рис. 12.7. Удаление объектов



Выполните упражнения Er1–Er3 из раздела 4.

Копирование объектов



Команда **COPY** осуществляет *копирование* объектов. Она вызывается из падающего меню **Modify → Copy** или щелчком на пиктограмме **Copy** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **COPY**:

`Select objects:` – выбрать объекты
`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов
`Specify base point or [Displacement/mOde] <Displacement>:` – указать базовую точку или перемещение
`Specify second point or <use first point as displacement>:` – указать вторую точку размещения копии объекта или считать перемещением первую точку
`Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>:` – указать вторую точку размещения копии объекта или нажать **Enter** для завершения команды
`Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>:`

Запрос, требующий указания точки смещения копии объекта, делается многократно. Каждое смещение определяется относительно исходной базовой точки. После получения нужного количества копий в ответ на запрос необходимо нажать клавишу **Enter**.

Пример. Копирование объектов

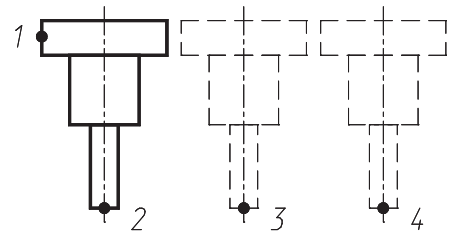


Рис. 12.8. Копирование объектов

Получить две копии детали (рис. 12.8).

Запустите команду **COPY**, вызвав ее из падающего меню **Modify** → **Copy** или щелчком на пиктограмме **Copy** в группе **Modify** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_COPY`

`Select objects:` – укажите точку 1

`Select objects:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Specify base point or [Displacement/mOde] <Displacement>:` – укажите точку 2

`Specify second point or <use first point as displacement>:` – укажите точку 3

`Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>:` – укажите точку 4

`Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения работы команды



Выполните упражнения Co1 и Co2 из раздела 4.

Зеркальное отображение объектов

Команда **MIRROR** осуществляет *зеркальное отображение* объектов. Она вызывается из падающего меню **Modify** → **Mirror** или щелчком на пиктограмме **Mirror** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **MIRROR**:

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Specify first point of mirror line:` – указать первую точку оси отражения

`Specify second point of mirror line:` – указать вторую точку оси отражения

`Delete source objects? [Yes/No] <N>:` – удалить или оставить исходные объекты

При зеркальном отображении тексты, атрибуты и их определения также приобретают зеркальный вид. Это происходит из-за того, что операция зеркального отображения выполняется в строгом соответствии с математическими законами отражения.

Чтобы полученный в результате зеркального отображения текст имел привычный вид, следует присвоить системной переменной MIRRTEXT значение 0. По умолчанию эта переменная включена. Если же ее отключить, отображенный текст будет ориентирован и выровнен точно так же, как и исходный. При этом команда **MIRROR** особым образом обрабатывает элементы текста и примитивы атрибутов, отображая их в прежней ориентации. Переменная MIRRTEXT воздействует только на простые объекты текста, созданные командами **TEXT**, **DTEXT**, **MTEXT**, а также на определения атрибутов и их переменные, не входящие внутрь вставленного блока. Тексты и постоянные атрибуты внутри блока отражаются, как и все составляющие блока, зеркально, независимо от установки системной переменной MIRRTEXT.

Пример. Зеркальное отображение объектов

Зеркально отобразить деталь относительно вертикальной оси, не удаляя старый объект (рис. 12.9).

Запустите команду **MIRROR**, вызвав ее из падающего меню **Modify** → **Mirror** или щелчком на пиктограмме **Mirror** в группе **Modify** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

_MIRROR

Select objects: W – переход в режим выбора объектов рамкой

Specify first corner: – укажите точку 1

Specify opposite corner: – укажите точку 2

Select objects: – нажмите клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

Specify first point of mirror line: END – укажите точку 3 с динамической объектной привязкой к конечной точке отрезка

Specify second point of mirror line: END – укажите точку 4 с динамической объектной привязкой к конечной точке отрезка

Delete source objects? [Yes/No] <N>: – нажмите клавишу **Enter** для отказа от удаления старого объекта

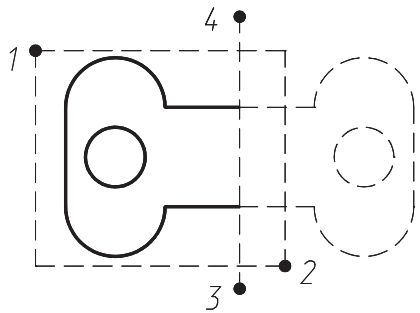


Рис. 12.9. Зеркальное отображение объектов



Выполните упражнения Mi1–Mi3 из раздела 4.

Создание подобных объектов



Команда **OFFSET** осуществляет создание *подобных объектов* (эквидистант) с заданным смещением. Она вызывается из падающего меню **Modify → Offset** или щелчком на пиктограмме **Offset** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Можно строить подобные отрезки, дуги, окружности, двухмерные полилинии, эллипсы, эллиптические дуги, прямые, лучи и плоские сплайны. Подобные окружности имеют диаметр, больший или меньший, чем исходный, в зависимости от того, как задано смещение. Если оно указано точкой вне окружности, то новая окружность имеет больший диаметр, а если внутри окружности – меньший.

Запросы команды **OFFSET**:

`Current settings: Erase source=No Layer=Source OFFSETGAPTYPE=0` – текущие установки команды

`Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <Through>:` – указать величину смещения

`Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:` – выбрать объект для создания подобных

`Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:` – указать точку, определяющую сторону смещения

`Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:` – выбрать объект для создания подобных

`Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:` – указать точку, определяющую сторону смещения

`Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения команды

Ключи команды **OFFSET**:

- `Through` – позволяет задать смещение через точку. При этом выдаются следующие запросы:

  `Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <Through>: T` – переход в режим указания смещения через точку

  `Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:` – выбрать объект для создания подобных

  `Specify through point or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:` – указать, через какую точку

  `Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

- `Erase` – позволяет удалить исходный объект после смещения;
- `Layer` – позволяет ввести параметр слоя для смещаемых объектов: текущий или источник;

- `Multiple` – осуществляет создание нескольких подобных объектов (эквидистант) с заданным смещением.

Значение текущей величины смещения хранит системная переменная `OFFSETDIST`. Переменная `OFFSETGAPTYPE` управляет способом создания подобных полилиний, если при смещении образуется зазор между отдельными сегментами полилинии.

Пример. Построение эквидистанты

Построить несколько вариантов эквидистанты заданной полилинии (рис. 12.10).

Запустите команду **OFFSET**, вызвав ее из падающего меню **Modify → Offset**, или щелчком на пиктограмме **Offset** в группе **Modify** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

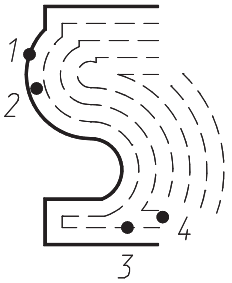


Рис. 12.10. Построение эквидистанты

`_OFFSET`

`Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <Through>: 15` – смещение

`Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:` – укажите точку 1

`Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:` – укажите точку 2

`Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:` – укажите точку 3

`Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:` – укажите точку 4

. . .

`Select object to offset or <exit>:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения работы команды

Выполните упражнение Of1 из раздела 4.

Размножение объектов массивом

Команды, осуществляющие *размножение объектов массивом*, вызываются из падающего меню **Modify → Array**. В рабочем пространстве **Drafting & Annotation** соответствующие инструменты расположены в группе **Modify** ленты **Home** (рис. 12.11).

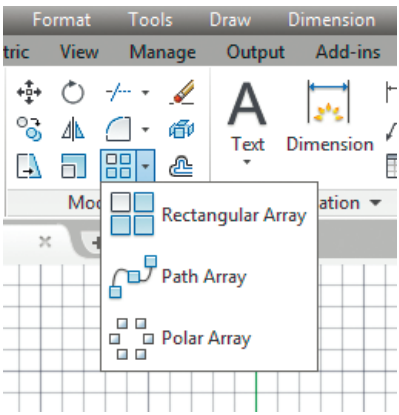


Рис. 12.11. Инструменты размножения объектов массивом



Команда **ARRAYRECT** осуществляет *размножение объектов прямоугольным массивом* (рис. 12.12). Она вызывается из падающего меню **Modify → Array → Rectangular Array** или щелчком на пиктограмме **Rectangular Array** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **ARRAYRECT**:

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Type = Rectangular  Associative = Yes`

`Select grip to edit array or [ASsociative/Base point/COUnt/Spacing/COLumns/Rows/Levels/eXit]<eXit>:` – выбрать ручку для редактирования массива

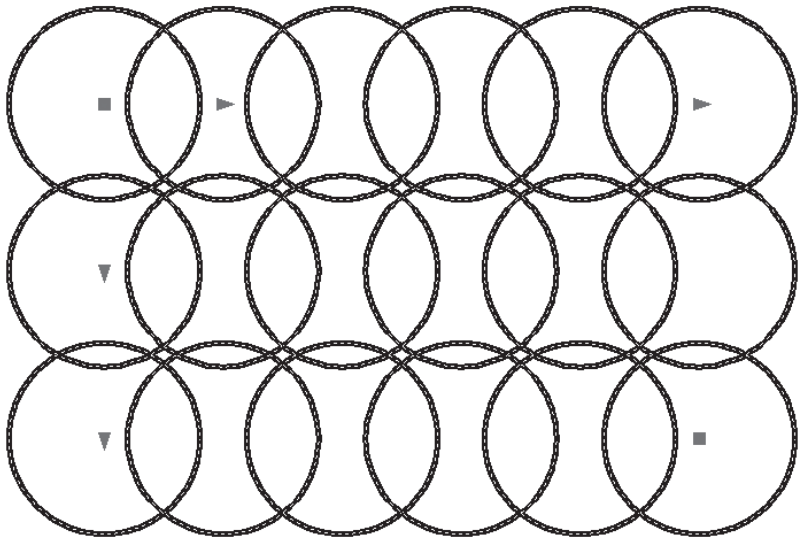


Рис. 12.12. Пример прямоугольного массива

При обращении к команде **ARRAYRECT** загружается инструментальная лета **Array Creation** (рис. 12.13), которая содержит следующие инструменты настройки прямоугольного массива.

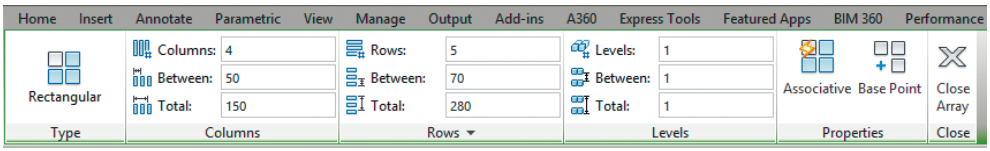


Рис. 12.13. Инструменты настройки прямоугольного массива

- Группа `Columns`:
  -  `Column Count` – количество столбцов в массиве;
  -  `Column Spacing` – расстояние между столбцами;
  -  `Total Column Distance` – общее расстояние между первым и последним столбцами.
- Группа `Rows`:
  -  `Row Count` – количество рядов в массиве;
  -  `Row Spacing` – расстояние между рядами;
  -  `Total Row Distance` – общее расстояние между первым и последним рядами;
  -  `Incremental Elevation` – расстояние между уровнями рядов.
- Группа `Levels`:
  -  `Level Count` – количество уровней в массиве;
  -  `Level Spacing` – расстояние между уровнями;
  -  `Total Level Distance` – общее расстояние между первым и последним уровнями.
- Группа `Properties`:
  -  `Associative` – контроль ассоциативности массива;
  -  `Base Point` – переопределение базовой точки массива.
- `Close Array` – закрытие инструментальной ленты **Array Creation**.



Команда **ARRAYPATH** осуществляет *размножение объектов по заданной траектории* (рис. 12.14). Она вызывается из падающего меню **Modify → Array → Path Array** или щелчком на пиктограмме **Path Array** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **ARRAYPATH**:

```
Select objects: – выбрать объекты
Select objects: – нажать клавишу Enter для завершения выбора объектов
Type = Path  Associative = Yes
```

`Select path curve:` – выбрать траекторию

`Select grip to edit array or [ASsociative/Method/Base point/Tangent direction/Items/Rows/Levels/Align items/Z direction/eXit]<eXit>:` – выбрать ручку для редактирования массива

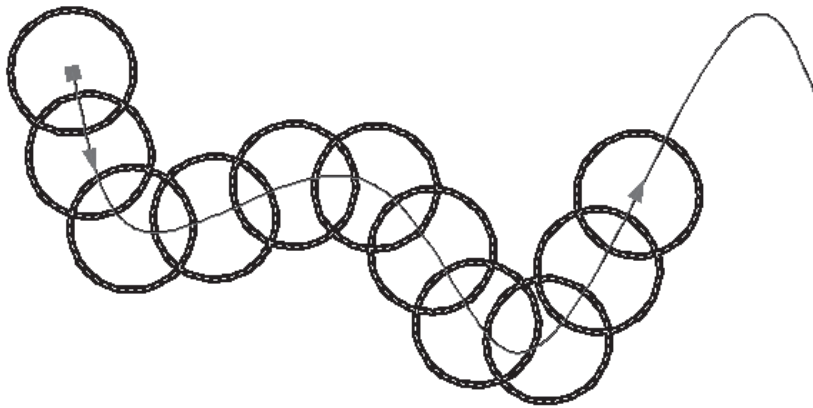


Рис. 12.14. Пример массива с заданной траекторией

При обращении к команде **ARRAYPATH** загружается инструментальная лента **Array** (рис. 12.15), которая содержит следующие инструменты настройки массива.

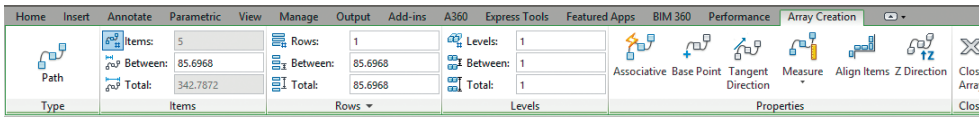


Рис. 12.15. Инструменты настройки массива, формируемого по траектории

- Группа `Items`:
  - `Item Count` – количество элементов в массиве;
  - `Item Spacing` – расстояние между элементами;
  - `Total Item Distance` – общее расстояние между первым и последним элементами.

Инструменты групп `Rows` и `Levels` аналогичны инструментам настройки прямоугольного массива:

- Группа `Properties`:
  - `Base Point` – переопределение базовой точки массива. Обеспечивает перемещение первого элемента массива относительно начальной точки траектории;

-  `Measure Method` – сохранение текущего интервала, при редактировании траектории или количества элементов;
-  `Divide Method` – перераспределение элементов равномерным делением вдоль длины траектории;
-  `Align Items` – выравнивание элементов с учетом угла поворота относительно ориентации траектории;

❑ `Close Array` – закрытие инструментальной ленты **Array**.



Команда **ARRAYPOLAR** осуществляет *размножение объектов круговым массивом* (рис. 12.16). Она вызывается из падающего меню **Modify → Array → Polar Array**, или щелчком на пиктограмме **Polar Array** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

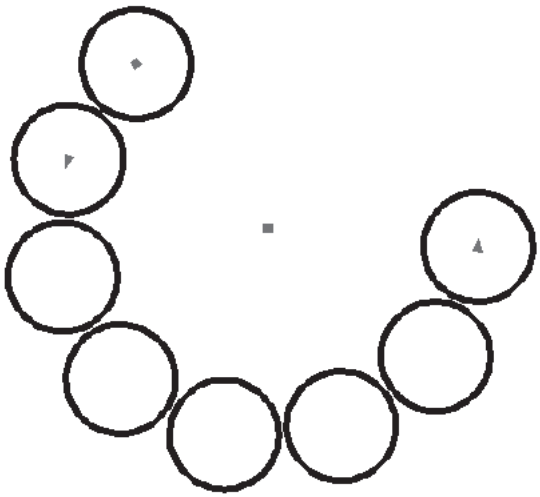


Рис. 12.16. Пример кругового массива

Запросы команды **ARRAYPOLAR**:

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Type = Polar Associative = Yes`

`Specify center point of array or [Base point/Axis of rotation]:` – указать центр кругового массива

`Enter number of items or [Angle between/Expression] <4>:` – указать количество элементов

`Specify the angle to fill (+=ccw, -=cw) or [EXpression] <360>:` – указать угол заполнения

`Press Enter to accept or [ASsociative/Base point/Items/Angle between/Fill angle/ROWs/Levels/ROTate items/eXit]<eXit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения команды



Выполните упражнения Ar1 и Ar2 из раздела 4.

Перемещение объектов



Команда **MOVE** осуществляет *перемещение* объектов. Она вызывается из падающего меню **Modify → Move** или щелчком на пиктограмме **Move** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **MOVE**:

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Specify base point or [Displacement] <Displacement>:` – указать базовую точку или перемещение

`Specify second point or <use first point as displacement>:` – указать вторую точку перемещения или считать перемещением первую точку

Пример. Перемещение объектов

Переместите две нижние окружности так, чтобы их центры совпали с маркерами центров, обозначенными в нижней части рисунка (рис. 12.17).

Запустите команду **MOVE**, вызвав ее из падающего меню **Modify → Move** или щелчком на пиктограмме **Move** в группе **Modify** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_MOVE`

`Select objects: W` – переход в режим выбора объектов рамкой

`Specify first corner:` – укажите точку 1

`Specify opposite corner:` – укажите точку 2

`Select objects:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

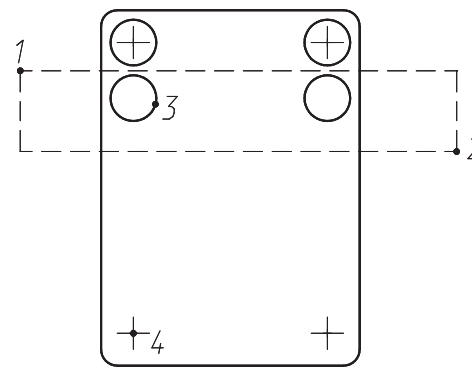


Рис. 12.17. Перемещение объектов

`Specify base point or [Displacement] <Displacement>: CEN` – укажите точку 3 с динамической объектной привязкой к центру левой окружности

`Specify second point or <use first point as displacement>: INT` – укажите точку 4 с динамической объектной привязкой к пересечению отрезков маркера



Выполните упражнения Mo1 и Mo2 из раздела 4.

Поворот объектов



Команда **ROTATE** осуществляет *поворот* объектов. Она вызывается из падающего меню **Modify → Rotate** или щелчком на пиктограмме **Rotate** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **ROTATE**:

`Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0` – текущие установки отсчета углов в ПСК

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Specify base point:` – указать базовую точку

`Specify rotation angle or [Copy/Reference] <0>:` – указать угол поворота

Ключи команды **ROTATE**:

- `Copy` – копировать поворачиваемый объект;
- `Reference` – используется для поворота относительно существующего угла. При этом выдаются следующие запросы:

  `Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0` – текущие установки отсчета углов в ПСК

  `Select objects:` – выбрать объекты

  `Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

  `Specify base point:` – указать базовюу точку

  `Specify rotation angle or [Copy/Reference] <0>: R` – переход в режим задания угла со ссылкой

  `Specify the reference angle <0>:` – указать опорный угол

  `Specify the new angle or [Points] <0>:` – указать новый угол

Пример. Поворот объектов

Поверните деталь на 45° (рис. 12.18).

Запустите команду **ROTATE**, вызвав ее из падающего меню **Modify → Rotate**, или щелчком на пиктограмме **Rotate** в группе **Modify** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_ROTATE
Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0
Select objects: – укажите точку 1
Select objects: – нажмите клавишу Enter для завершения выбора объектов
Specify base point: CEN – укажите точку 2 с динамической объектной привязкой к центру дуги
Specify rotation angle or [Copy/Reference] <0>: 45 – угол поворота
```

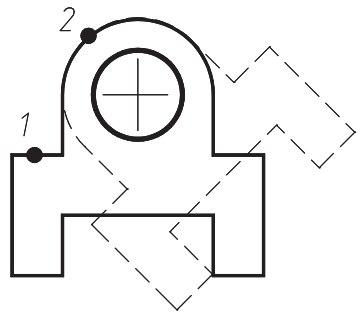


Рис. 12.18. Поворот объектов



Выполните упражнения Ro1–Ro3 из раздела 4.

Масштабирование объектов



Команда **SCALE** осуществляет *масштабирование* объектов. Она вызывается из падающего меню **Modify → Scale** или щелчком на пиктограмме **Scale** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **SCALE**:

```
Select objects: – выбрать объекты
Select objects: – нажать клавишу Enter для завершения выбора объектов
Specify base point: – указать базовую точку
Specify scale factor or [Copy/Reference] <default>: – указать коэффициент масштабирования
```

При масштабировании объектов масштабные коэффициенты по осям *X* и *Y* одинаковы. Таким образом, можно делать объект больше или меньше, но нельзя изменять соотношение его размеров по этим осям. Масштабирование выполняется путем указания базовой точки и новой длины объекта, из которой выводится масштабный коэффициент для текущих единиц, или путем явного ввода коэффициента. Кроме того, коэффициент может определяться путем указания текущей длины и новой длины объекта.

При масштабировании с указанием масштабного коэффициента производится изменение размеров выбранного объекта во всех измерениях. Если масштабный коэффициент больше единицы, то объект увеличивается, а если меньше единицы – уменьшается.

Ключи команды **SCALE**:

- `Copy` – копировать масштабируемый объект;
- `Reference` – применяется для определения коэффициента масштабирования с использованием размеров существующих объектов в качестве ссылок. При этом выдаются следующие запросы:

  `Select objects:` – выбрать объекты

  `Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

  `Specify base point:` – указать базовую точку

  `Specify scale factor or [Copy/Reference] <default>: R` – переход в режим указания масштабного коэффициента со ссылкой

  `Specify reference length <default>:` – указать длину опорного отрезка

  `Specify new length or [Points] <default>:` – указать новую длину

Один из наиболее эффективных вариантов использования ключа `Reference` – изменение масштаба всего рисунка. Если оказалось, что выбранные единицы рисунка не соответствуют заданным требованиям, то для выбора всех объектов на чертеже (например, при помощи рамки) можно воспользоваться командой **SCALE**, а затем, применяя ключ `Reference`, указать два конца объекта, требуемая длина которого известна, и ввести данную длину. При этом масштаб всех объектов на рисунке изменится соответствующим образом.

Пример. Масштабирование объектов

Увеличить изображение детали в 2,5 раза (рис. 12.19).

Запустите команду **SCALE**, вызвав ее из падающего меню **Modify → Scale**, или щелчком на пиктограмме **Scale** в группе **Modify** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_SCALE`

`Select objects: W` – переход в режим выбора объектов рамкой

`Specify first corner:` – укажите точку 1

`Specify opposite corner:` – укажите точку 2

`Select objects:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Specify base point:` – укажите точку 3

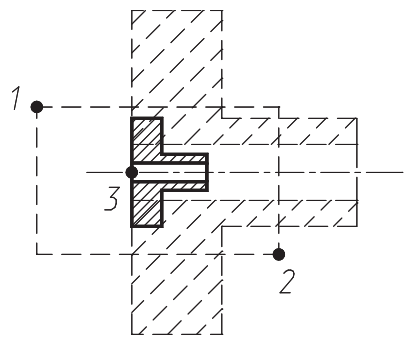


Рис. 12.19. Масштабирование объектов

`Specify scale factor or [Copy/Reference] <1.0000>: 2.5` – коэффициент масштабирования



Выполните упражнения Sc1–Sc3 из раздела 4.

Растягивание объектов



Команда **STRETCH** осуществляет *растягивание* объектов, сохраняя при этом связь с остальными частями рисунка. Она вызывается из падающего меню **Modify → Stretch** или щелчком на пиктограмме **Stretch** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **STRETCH**:

`Select objects to stretch by crossing-window or crossing-polygon...` – выбор растягиваемых объектов секущей рамкой или секущим многоугольником

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Specify base point or [Displacement] <Displacement>:` – указать базовую точку или перемещение

`Specify second point or <use first point as displacement>:` – указать вторую точку перемещения или считать перемещением первую точку

Ключ команды **STRETCH**:

- теперь для команды **STRETCH** существует параметр перемещения `Displacement`, с помощью которого определяются относительное расстояние и направление. Последнее введенное значение перемещения сохраняется.

Формирование набора объектов для этой команды должно производиться с ключом секущей рамки `Crossing` или `Cpolygon`. Любые объекты, полностью заключенные в рамку или многоугольник, перемещаются командой **STRETCH** точно так же, как командой **MOVE**. Отрезки, дуги и сегменты полилиний, пересекающие рамку, растягиваются только путем перемещения конечных точек, находящихся внутри нее: конечные точки за рамкой остаются неизменными. В дугах центральная точка и ее начальный и конечный углы регулируются таким образом, что стрелка дуги (расстояние от центральной точки хорды до дуги) поддерживается постоянной. Команда **STRETCH** не влияет на ширину полилиний, на информацию о сопряжениях и углах касания.

Вершины полос и фигур, находящиеся внутри рамки, также перемещаются, в то время как вершины за пределами рамки остаются на месте. Другие примитивы перемещаются или остаются на месте в зависимости от того, находится ли

определяющая их точка внутри рамки. Определяющими точками являются центр круга, точка вставки формы или блока (если точка вставки блока перемещается командой **STRETCH**, то перемещаются и все его атрибуты), крайняя левая точка базовой линии для текста и для определения атрибута – независимо от типа выравнивания, использованного при вычерчивании элемента.

Если команда **STRETCH** вызывается при действующем предварительном наборе, то для рассмотрения определяющих точек, подпадающих под действие команды, используются только примитивы, которые выбраны с помощью обычной или секущей рамки.

Пример. Растягивание объектов

Растянуть объект со смещением вправо (рис. 12.20).

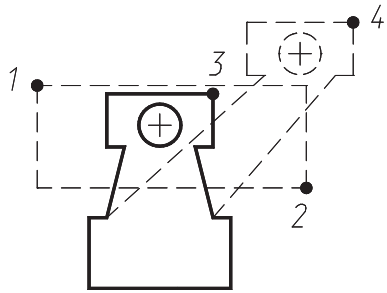


Рис. 12.20. Растягивание объектов

Запустите команду **STRETCH**, вызвав ее из падающего меню **Modify → Stretch**, или щелчком на пиктограмме **Stretch** в группе **Modify** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_STRETCH`

`Select objects to stretch by crossing-window or crossing-polygon...`

`Select objects: C` – переход в режим выбора объектов секущей рамкой

`Specify first corner:` – укажите точку 1

`Specify opposite corner:` – укажите точку 2

`Select objects:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Specify base point or [Displacement] <Displacement>:` – укажите точку 3

`Specify second point or <use first point as displacement>:` – укажите точку 4

Выполните упражнения St1–St3 из раздела 4.

Увеличение объектов

Команда **LENGTHEN**, которая осуществляет *увеличение* объектов, вызывается из падающего меню **Modify → Lengthen** или щелчком на пиктограмме **Lengthen** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation** (см. рис. 12.6).

Действие команды **LENGTHEN** не распространяется на замкнутые объекты.

Запросы команды **LENGTHEN**:

`Select an object or [DElta/Percent/Total/DYnamic]:` – выбрать объект или один из ключей

`Current length:` – текущая длина

Ключи команды **LENGTHEN**:

- `Delta` – изменение длины объекта на заданную величину со стороны, ближней к точке указания. Ключ `Delta` также изменяет угол дуги на заданную величину со стороны выбранной конечной точки дуги. При задании положительного значения дуга удлиняется, а при задании отрицательного значения – укорачивается. При использовании этого ключа выдаются следующие запросы:

  `Select an object or [DElta/Percent/Total/DYnamic]: DE` – переход в режим изменения длины объекта на заданную величину

  `Enter delta length or [Angle] <0.0000>:` – указать приращение длины или ключ `Angle`, который позволяет изменить центральный угол дуги на заданную величину

  `Select an object to change or [Undo]:` – выбрать объект для изменения

  `Select an object to change or [Undo]:` – нажать клавишу **Enter** для завершения команды

- `Percent` – задание длины объекта в процентном отношении относительно исходной. При использовании этого ключа выдаются следующие запросы:

  `Select an object or [DElta/Percent/Total/DYnamic]: P` – переход в режим задания длины объекта в процентном отношении

  `Enter percentage length <100.0000>:` – указать процент длины

  `Select an object to change or [Undo]:` – выбрать объект для изменения

  `Select an object to change or [Undo]:` – нажать клавишу **Enter** для завершения команды

- `Total` – задание длины объекта или угла дуги равными абсолютной величине, отсчитываемой от фиксированного конца объекта. Ключ `Total` также устанавливает для внутреннего угла выбранной дуги значение заданного полного угла. При использовании этого ключа выдаются следующие запросы:

  `Select an object or [DElta/Percent/Total/DYnamic]: T` – переход в режим задания длины объекта или угла дуги равными абсолютной величине

  `Specify total length or [Angle] <1.0000)>:` – указать полную длину или ключ `Angle`, который позволяет изменить угол выбранной дуги

  `Select an object to change or [Undo]:` – выбрать объект для изменения

  `Select an object to change or [Undo]:` – нажать клавишу **Enter** для завершения команды

- `Dynamic` – включение режима динамического задания длины. Длина выбранного объекта изменяется путем динамического перемещения одной из его конечных точек, а другой конец объекта остается фиксированным. При использовании этого ключа выдаются следующие запросы:

  `Select an object or [DElta/Percent/Total/DYnamic]: DY` – переход в режим динамического задания длины
  `Select an object to change or [Undo]:` – выбрать объект для изменения
  `Specify new end point:` – указать новую конечную точку
  `Select an object to change or [Undo]:` – выбрать объект для изменения
  `Specify new end point:` – указать новую конечную точку
  `Select an object to change or [Undo]:` – нажать клавишу **Enter** для завершения команды

Обрезка объектов



Команда **TRIM**, которая осуществляет *отсечение* объектов по режущей кромке, вызывается из падающего меню **Modify → Trim** или щелчком на пиктограмме **Trim** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **TRIM**:

`Current settings: Projection=UCS Edge=None` – текущие установки
`Select cutting edges ...` – выбор режущих кромок
`Select objects or <select all>:` – выбрать объекты, являющиеся режущей кромкой
`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора режущей кромки
`Select object to trim or shift-select to extend or [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:` – выбрать обрезаемый объект (при использовании клавиши **Shift** – удлиняемый) или один из ключей
`Select object to trim or shift-select to extend or [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

Секущей кромкой могут служить отрезки, дуги, окружности, двухмерные полилинии, эллипсы, сплайны, прямые, лучи. Объект, не пересекающийся с секущей кромкой, можно отсечь в месте их воображаемого пересечения. Когда секущая кромка определяется двухмерной полилинией, ее ширина не учитывается и обрезка проводится по осевой линии. В пространстве листа секущими кромками могут служить границы видовых экранов.

Ключи команды **TRIM**.

- `Fence` – объекты выбираются с помощью пересекающей их линии. Линия выбора представляет собой последовательность временных линейных сег-

ментов и задается с помощью двух или более точек. При этом линия выбора не образует замкнутого контура.

- `Crossing` – объекты выбираются с помощью секущей рамки. При этом выбираются объекты, находящиеся внутри прямоугольной рамки и пересекающие ее. Разрешается выбор вдоль прямоугольной секущей рамки по часовой стрелке от первой точки до первого обнаруженного объекта.
- `Project` – определяет режим отсечения объектов по пересечению их проекции с границей в трехмерном пространстве:
  - `None` – отсечение только тех объектов, которые пересекаются с заданной границей;
  - `Ucs` – определение проекции объекта в плоскости *XY* текущей ПСК и отсечение объекта, не пересекающегося с границей;
  - `View` – определение проекции объекта в направлении заданного вида и отсечение объекта, не пересекающегося с границей.
- `Edge` – определяет режим поиска пересечения по продолженной кромке другого объекта или только до объекта, который пересекает подлежащий обрезке объект в трехмерном пространстве. При обрезке заштрихованных объектов не следует присваивать ключу `Edge` значение `Extend`, иначе не будет происходить соединения режущих кромок, даже если значение допуска замкнутости лежит в пределах нормы:
  - `Extend` – отсечение объекта по воображаемой продолженной границе;
  - `No extend` – отсечение объектов по границе, с которой они имеют пересечение.
- `eRase` – удаление выбранных объектов. С помощью этого параметра удобно стирать ненужные объекты, не выходя из режима команды `TRIM`.

Пример. Обрезка объектов

Отсечь части окружности, нарисованные пунктирной линией (рис. 12.21).

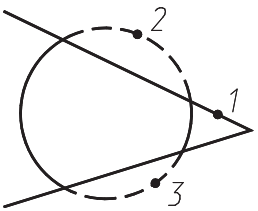


Рис. 12.21. Обрезка объектов

Запустите команду **TRIM**, вызвав ее из падающего меню **Modify → Trim**, или щелчком на пиктограмме **Trim** в группе **Modify** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_TRIM
Current settings: Projection=UCS Edge=None
Select cutting edges ...
Select objects or <select all>: – укажите точку 1
Select objects: – нажмите клавишу Enter для завершения выбора секущей кромки
Select object to trim or shift-select to extend or
[Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]: – укажите точку 2
Select object to trim or shift-select to extend or
[Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]: – укажите точку 3
```

`Select object to trim or shift-select to extend or [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения работы команды



Выполните упражнение Tr1 из раздела 4.

Удлинение объектов



Команда **EXTEND**, которая осуществляет *удлинение* объектов до граничной кромки, вызывается из падающего меню **Modify** → **Extend** или щелчком на пиктограмме **Extend** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **EXTEND**:

`Current settings: Projection=UCS Edge=None` – текущие установки

`Select boundary edges ...` – выбор граничных кромок

`Select objects or <select all>:` – выбрать объекты, являющиеся граничными кромками

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора граничной кромки

`Select object to extend or shift-select to trim or [Fence/Crossing/Project/Edge/Undo]:` – выбрать удлиняемый объект (при использовании клавиши **Shift** – обрезаемый) или один из ключей

`Select object to extend or shift-select to trim or [Fence/Crossing/Project/Edge/Undo]:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

Для удлинения полилиний можно использовать только разомкнутые. Смысл этой операции заключается в том, что первый или последний сегмент полилинии удлиняется так, как если бы он был одиночным отрезком или дугой.

При удлинении широкой полилинии граничная кромка соприкасается с ее осевой линией. Поскольку торцевой срез широкой полилинии проводится под углом 90°, то, если граничная кромка не перпендикулярна удлиняемому сегменту, конец полилинии частично заходит за кромку. При удлинении конусного сегмента конечная ширина сегмента корректируется так, чтобы текущая конусность оставалась неизменной. Если в результате получается отрицательная конечная ширина, она устанавливается равной `0`.

Допускается удлинение лучей, но удлинение прямых невозможно. Так же, как и окружность, прямая линия не имеет граничной кромки и конечной точки. Луч является полуограниченным объектом, поэтому его можно удлинить до новой начальной точки.

Имеется возможность изменять центральные углы дуг и длин некоторых объектов. В частности, допускается изменение длины разомкнутых последовательностей отрезков, дуг, разомкнутых полилиний, эллиптических дуг и разомкнутых сплайнов. В зависимости от ситуации этот процесс подобен либо удлинению, либо обрезке. Изменение длины может производиться различными способами:

- динамически – буксировкой конечной точки объекта;
- указанием новой длины в процентном отношении к текущей длине или углу;
- указанием приращения длины или угла, откладываемого от конечной точки;
- установкой полной абсолютной длины объекта или его центрального угла.

Граничными кромками могут служить отрезки, дуги, двухмерные полилинии. Когда в качестве кромки используется двухмерная полилиния, ее ширина игнорируется и объекты удлиняются до ее осевой линии.

Удлиняемые объекты выбираются путем указания той части, которая должна удлиняться. Объекты нельзя выделять рамкой, секущей рамкой или объявлять последним набором; допустимы только прямое указание, ввод координат и выбор линией.

Ключи команды **EXTEND**.

- `Fence` – объекты выбираются с помощью пересекающей их линии. Линия выбора представляет собой последовательность временных линейных сегментов и задается с помощью двух или более точек. При этом линия выбора не образует замкнутого контура.
- `Crossing` – объекты выбираются с помощью секущей рамки. При этом выбираются объекты, находящиеся внутри прямоугольной рамки и пересекающие ее. Разрешается выбор вдоль прямоугольной секущей рамки по часовой стрелке от первой точки до первого обнаруженного объекта.
- `Project` – определяет режим удлинения объектов до пересечения их проекции с границей в трехмерном пространстве:
  - `None` – удлинение только тех объектов, которые пересекаются с заданной границей;
  - `Ucs` – определение проекции объекта в плоскости *XY* текущей ПСК и удлинение объекта, не пересекающегося с границей;
  - `View` – определение проекции объекта в направлении заданного вида и удлинение объекта, не пересекающегося с границей.
- `Edge` – определяет режим продолжения кромки до воображаемого пересечения. Удлинение объекта происходит до пересечения с воображаемой гранью другого объекта или только до объекта, действительно пересекающего этот объект в трехмерном пространстве:
  - `Extend` – удлинение объекта до воображаемой продолженной границы;
  - `No extend` – удлинение объектов до границы без ее удлинения.

Если задано несколько граничных кромок, объект удлиняется до тех пор, пока не достигнет первой из них. Этот же объект можно выбрать вновь, чтобы удлинить его до следующей граничной кромки.

Пример. Удлинение объектов

Удлинить верхнюю полилинию до границ дуги (рис. 12.22).

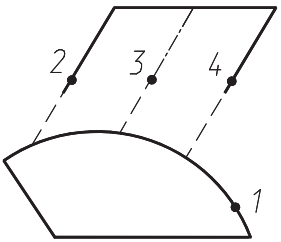


Рис. 12.22. Удлинение объектов

Запустите команду **EXTEND**, вызвав ее из падающего меню **Modify** → **Extend** или щелчком на пиктограмме **Extend** в группе **Modify** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_EXTEND
Current settings: Projection=UCS Edge=None
Select boundary edges ...
Select objects or <select all>:
```
– укажите точку 1

`Select objects:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Select object to extend or shift-select to trim or [Fence/Crossing/Project/Edge/Undo]:` – укажите точку 2

`Select object to extend or shift-select to trim or [Fence/Crossing/Project/Edge/Undo]:` – укажите точку 3

`Select object to extend or shift-select to trim or [Fence/Crossing/Project/Edge/Undo]:` – укажите точку 4

`Select object to extend or shift-select to trim or [Fence/Crossing/Project/Edge/Undo]:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения работы команды



Выполните упражнение Ex1 из раздела 4.

Разбиение объектов на части



Команда **BREAK**, которая осуществляет *разрыв* объектов, вызывается из падающего меню **Modify** → **Break** или щелчком на пиктограмме **Break** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **BREAK**:

`Select objects:` – выбрать объекты

`Specify second break point or [First point]:` – указать вторую точку разрыва

Ключ команды **BREAK**:

- `First point` – первая точка, определенная программой автоматически, заменяется на указанную пользователем в ответ на запрос:

`Specify second break point or [First point]: F` – переход в режим указания первой точки
`Specify first break point:` – указать первую точку разрыва
`Specify second break point:` – указать вторую точку разрыва

В зависимости от используемых ключей разрыв можно осуществить без стирания или со стиранием части отрезка, окружности, дуги, двухмерной полилинии, эллипса, сплайна, прямой или луча и некоторых других типов объектов. Для разбиения объекта можно либо выбрать объект в первой точке разрыва, а затем указать вторую точку разрыва, либо вначале просто выбрать объект, а затем произвести указание двух точек разрыва.

Программа преобразует окружность в дугу, удаляя ее часть от первой до второй точки против часовой стрелки. Чтобы разбить объект на две части, ничего не удаляя, нужно указать вторую точку, совпадающую с первой. Это можно сделать вводом @ в ответ на запрос второй точки.



Команда **BREAK**, которая осуществляет *разрыв* объектов в *одной* точке, вызывается щелчком на пиктограмме **Break at Point** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**. При этом выдаются запросы:

`Select objects:` – выбрать объекты
`Specify second break point or [First point]: F` – переход в режим указания первой точки
`Specify first break point:` – указать первую точку разрыва
`Specify second break point: @` – завершение работы команды

Пример. Разбиение объектов на части

Разорвать и удалить часть окружности, нарисованную пунктирной линией (рис. 12.23).

Запустите команду **BREAK**, вызвав ее из падающего меню **Modify** → **Break**, или щелчком на пиктограмме **Break** в группе **Modify** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_BREAK`
`Select object:` – укажите точку 1
`Specify second break point or [First point]:` – укажите точку 2

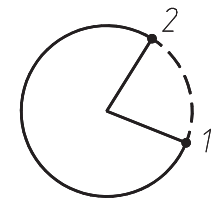


Рис. 12.23. Разбиение объектов на части



Выполните упражнение Br1 из раздела 4.

Объединение сегментов

Команда **JOIN** осуществляет *объединение* отдельных сегментов объектов для формирования одного целого объекта. Команда вызывается из падающего меню **Modify → Join** или щелчком на пиктограмме **Join** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **JOIN**:

`Select source object:` – выбрать исходный поддерживаемый объект: отрезок, разомкнутую полилинию, дугу, эллиптическую дугу, разомкнутую линию сплайна или спираль

В зависимости от того, какой выбран исходный объект, отобразится один из следующих вариантов команды **JOIN**:

- отрезок – объединяемые отрезки должны быть коллинеарны, то есть лежать на одной бесконечной линии, но между ними должны быть зазоры:

  `Select source object:` – выбрать исходный отрезок
  `Select lines to join to source:` – выбрать отрезки, которые необходимо объединить с источником
  `Select lines to join to source:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

- полилиния – объединяемыми объектами могут быть линии, полилинии или дуги. Между объектами не может быть зазоров, и они должны лежать в одной плоскости, параллельной плоскости *XY* ПСК;

- дуга – объединяемые дуговые сегменты должны лежать на одной воображаемой окружности, и между ними должны быть зазоры, то есть дуги могут быть соприкасающиеся и несоприкасающиеся, но у них должен быть общий центр и радиус. Ключ `cLose` преобразует исходную дугу в окружность. При объединении двух или более дуг их объединение начинается с исходной дуги в направлении против часовой стрелки:

  `Select source object:` – выбрать исходную дугу
  `Select arcs to join to source or [cLose]:` – выбрать дуги, которые необходимо объединить с источником
  `Select arcs to join to source:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

- эллиптическая дуга – объединяемые эллиптические дуги должны лежать на одном эллипсе, но между ними должны быть зазоры. Ключ `cLose` замыкает исходную эллиптическую дугу и преобразует ее в законченный эллипс. При объединении двух или более эллиптических дуг их объединение начинается с исходной эллиптической дуги в направлении против часовой стрелки:

  `Select source object:` – выбрать исходную эллиптическую дугу

`Select elliptical arcs to join to source or [cLose]:` – выбрать эллиптические дуги, которые необходимо объединить с источником
`Select elliptical arcs to join to source:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

- сплайн – объединяемые сплайны и спирали должны быть непрерывными от начала до конца. Результирующим объектом является один сплайн:

  `Select source object:` – выбрать исходный сплайн
  `Select splines or helixes to join to source:` – выбрать сплайны или спирали, которые необходимо объединить с источником
  `Select splines or helixes to join to source:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

- спираль – объединяемые спирали должны быть непрерывными от начала до конца. Результирующим объектом является один сплайн.

Снятие фасок



Команда **CHAMFER** осуществляет *снятие фасок* на объектах. Команда вызывается из падающего меню **Modify → Chamfer** или щелчком на пиктограмме **Chamfer** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **CHAMFER**:

`(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000` – режим с обрезкой, параметры фаски
`Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]:` – выбрать первый отрезок
`Select second line or shift-select to apply corner or [Distance/Angle/Method]:` – выбрать второй отрезок

Процесс снятия фасок заключается в соединении двух непараллельных объектов путем их удлинения или обрезки до пересечения либо друг с другом, либо с линией фаски. Снятие фасок можно выполнять для отрезков, полилиний, прямых и лучей.

При установке фаски методом длин указываются расстояния, на которые каждый объект нужно удлинить или обрезать. При установке фаски методом угла также можно указать длину линии фаски и угол, образуемый ею с первой линией. Соединяемые объекты либо оставляют в том виде, который они имели до снятия фаски, либо обрезают или удлиняют, используя линию фаски в качестве кромки.

Если оба соединяемых объекта лежат на одном слое, линия фаски проводится на нем же. В противном случае она располагается на текущем слое. То же справедливо в отношении цвета, типа и веса линии фаски.

Если точка пересечения объектов находится за лимитами рисунка, а функция контроля лимитов включена, то снятие фаски не выполняется.

Теперь команда снятия фаски **CHAMFER** более эффективна: можно применить ключ `Multiple` для соединения нескольких наборов линий сопряжениями или фасками без повторного запуска команды. При работе в многооконном режиме для этой команды можно использовать ключ отмены `Undo`.

Появилась возможность быстро создавать фаску с нулевой длиной нажатием клавиши **Shift** при выборе двух линий.

Ключи команды **CHAMFER**:

- `Undo` – отмена предыдущей операции в команде снятия фаски;
- `Polyline` – снятие фасок вдоль всей полилинии, то есть в каждом пересечении ее сегментов. При этом обрабатываются только те сегменты, длины которых превосходят длину фаски. Построенные вдоль полилинии фаски становятся ее новыми сегментами, даже если их длина равна нулю;
- `Distance` – настройка длины фаски, то есть расстояния между точкой реального или воображаемого пересечения объектов и точкой, до которой удлиняется или обрезается объект при снятии фаски. Если обе длины фаски равны нулю, то объекты обрезаются или удлиняются до точки их пересечения, а линия фаски не строится. В качестве значения первой длины фаски по умолчанию выступает последняя заданная длина. Значение второй длины по умолчанию совпадает со значением первой длины, так что стандартными считаются симметричные фаски, хотя значения по умолчанию можно изменить. Величины первой и второй длин запоминаются в файле рисунка. Исходные длины фасок нового рисунка определяет шаблон. При использовании ключа `Distance` выдаются следующие запросы:

  `(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000` – режим с обрезкой, параметры фаски
  `Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: D` – переход в режим настройки длины фаски
  `Specify first chamfer distance <default>:` – первая длина фаски
  `Specify second chamfer distance <default>:` – вторая длина фаски

- `Angle` – позволяет задать длину для первой линии и угол относительно первой линии для подрезания второй. При использовании ключа `Distance` выдаются следующие запросы:

  `(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000` – режим с обрезкой, параметры фаски
  `Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: A` – переход в режим задания величины угла
  `Specify chamfer length on the first line:` – первая длина фаски
  `Specify chamfer angle from the first line:` – угол фаски с первым отрезком
  `Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]:` – выбрать первый отрезок или один из ключей

`Select second line or shift-select to apply corner or [Distance/Angle/Method]:` – выбрать второй отрезок или нажать клавишу **Shift** при выборе, чтобы создать угол

- `Trim` – позволяет определить, следует ли обрезать линии до снятия фаски. Если следует, то первая линия отсекается на величину первого расстояния, а вторая линия – на величину второго. Если расстояние равно нулю, то происходит подгонка в одну точку. По умолчанию соединяемые фаской объекты обрезаются. При включении обрезки системной переменной `TRIMMODE` присваивается значение `1`. При отключении – значение `0`. При обрезке пересекающиеся линии отсекаются по конечным точкам линии фаски. Если выбранные линии не пересекаются, то они удлиняются или обрезаются так, чтобы пересеклись;
- `mEthod` – позволяет выбрать один из методов установки размеров фасок: либо расстояниями, либо расстоянием и углом;
- `Multiple` – создание фаски для кромок нескольких наборов объектов. При этом будет выдан основной запрос команды, а также запрос выбора второго отрезка до тех пор, пока не будет нажата клавиша **Enter** для завершения команды.

Пример. Снятие фасок

Снять с детали фаски, нарисованные пунктирной линией (рис. 12.24).

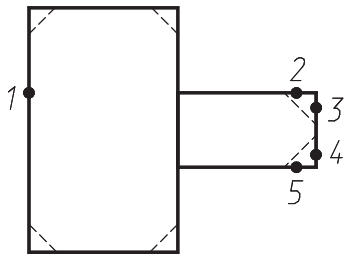


Рис. 12.24. Снятие фасок

Запустите команду **CHAMFER**, вызвав ее из падающего меню **Modify → Chamfer** или щелчком на пиктограмме **Chamfer** в группе **Modify** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_CHAMFER
(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000
Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: D
```
– переход в режим настройки длины фаски

```
Specify first chamfer distance <0.0000>: 20
```
– первая длина фаски

```
Specify second chamfer distance <20.0000>:
```
– нажмите клавишу **Enter**, согласившись со значением, предлагаемым по умолчанию

```
Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: P
```
– переход в режим снятия фасок с полилинии

```
Select 2D polyline:
```
– укажите точку 1

```
4 lines were chamfered
_CHAMFER
(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 20.0000, Dist2 = 20.0000
Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: D
```
– переход в режим настройки длины фаски

```
Specify first chamfer distance <20.0000>: 30
```
– первая длина фаски

`Specify second chamfer distance <30.0000>:` – нажмите клавишу **Enter**, согласившись со значением, предлагаемым по умолчанию

`Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]:` – укажите точку 2

`Select second line or shift-select to apply corner or [Distance/Angle/Method]:` – укажите точку 3

```
_CHAMFER
(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 30.0000, Dist2 = 30.0000
```

`Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]:` – укажите точку 4

`Select second line or shift-select to apply corner or [Distance/Angle/Method]:` – укажите точку 5



Выполните упражнения Ch1 и Ch2 из раздела 4.

Рисование скруглений



Команда **FILLET** осуществляет плавное *скругление* (сопряжение) объектов. Она вызывается из падающего меню **Modify** → **Fillet** или щелчком на пиктограмме **Fillet** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **FILLET**:

`Current settings: Mode = TRIM, Radius = 10.0000` – текущие настройки

`Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:` – выбрать первый объект

`Select second object or shift-select to apply corner or [Radius]:` – выбрать второй объект

Сопряжением называется плавное соединение двух объектов дугой заданного радиуса. AutoCAD не делает различия между внутренними и внешними сопряжениями.

Если оба сопрягаемых объекта лежат на одном слое, линия сопряжения проводится на нем же. В противном случае она располагается на текущем слое. Сказанное справедливо для цвета, типа и веса линии сопряжения.

Можно сопрягать пары отрезков, линейные (но не дуговые) сегменты полилиний, прямые, лучи, круги, дуги и реальные (то есть не многоугольные) эллипсы. Сопряжение отрезков, прямых и лучей применимо даже к параллельным объектам. Сопряжения в вершинах полилинии производятся друг за другом по одному. Сопрягать можно отрезки и полилинии в любых комбинациях, а также все твердотельные объекты.

Допускается сопряжение отрезка и окружности, отрезка и дуги или окружности и дуги. Правила скругления в этом случае такие же, как при сопряжении

отрезков. Однако в случае с дугами и окружностями возможно построение более одной дуги сопряжения. AutoCAD выберет сопряжение, конечные точки которого ближе всего к точкам выбора объектов для скругления.

Для плавного соединения с дугой сопряжения отрезки и дуги могут обрезаться или удлиняться. Отсекаемый фрагмент – это та часть на стороне дуги сопряжения, которая образует точку пересечения с исходным объектом. Такая логика гарантирует плавность скругления и обычно совпадает с интуитивным представлением, согласно которому сохраняется та часть, которая указана. Окружности никогда не обрезаются; при этом дуга сопряжения плавно соединяется с окружностью.

При выборе линий, дуг или полилиний их длины регулируются для соответствия длине сопрягающей дуги. Если удерживать нажатой клавишу **Shift** при выборе объектов, то осуществляется замена значения текущего радиуса сопряжения на `0`.

Ключи команды **FILLET**:

- `Undo` – отмена предыдущей операции в команде скругления;
- `Polyline` – означает, что операция сопряжения выполняется со всей полилинией, строятся дуги сопряжения во всех точках пересечения линейных сегментов двухмерной полилинии. Если два линейных сегмента разделены дугой, при приближении к которой они сходятся, команда **FILLET** заменяет эту дугу сопрягающей дугой. При этом выдаются запросы:

  `Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.5000` – текущие настройки
  `Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: P` – переход в режим сопряжения полилиний
  `Select 2D polyline:` – выбрать 2D-полилинию

- `Radius` – позволяет задать радиус скругления, то есть радиус дуги, соединяющей сопрягаемые объекты. По умолчанию радиус сопряжения равен `0.5000` или последнему введенному значению. Изменение данного параметра действует только на выполняемые после этого сопряжения, оставляя неизменными существующие. При установке радиуса выдаются запросы:

  `Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.5000` – текущие настройки
  `Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: R` – переход в режим указания радиуса скругления
  `Specify fillet radius <default>:` – указать радиус сопряжения

- `Trim` – позволяет определить, следует ли обрезать выбранные кромки по конечным точкам дуги сопряжения;
- `Multiple` – скругление углов у нескольких наборов объектов. При этом будет выдан основной запрос команды, а также запрос выбора второго объекта до тех пор, пока не будет нажата клавиша **Enter** для завершения команды.

Пример. Сопряжение объектов

Скруглить контуры детали, нарисованные пунктирной линией (рис. 12.25).

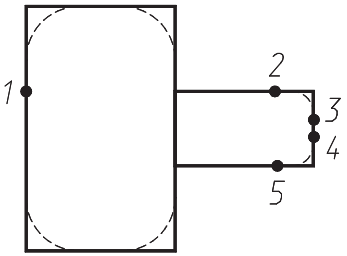


Рис. 12.25. Сопряжение объектов

Запустите команду **FILLET**, вызвав ее из падающего меню **Modify → Fillet** или щелчком на пиктограмме **Fillet** в группе **Modify** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_FILLET
Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.5000
```

`Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: R` – переход в режим указания радиуса скругления

`Specify fillet radius <0.5000>: 50` – радиус скругления

`Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: P` – переход в режим сопряжения полилиний

`Select 2D polyline:` – укажите точку 1

```
4 lines were filleted
_FILLET
Current settings: Mode = TRIM, Radius = 50.0000
```

`Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: R` – переход в режим указания радиуса скругления

`Specify fillet radius <50.0000>: 20` – радиус скругления

`Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:` – укажите точку 2

`Select second object or shift-select to apply corner or [Radius]:` – укажите точку 3

```
_FILLET
Current settings: Mode = TRIM, Radius = 20.0000
```

`Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:` – укажите точку 4

`Select second object or shift-select to apply corner or [Radius]:` – укажите точку 5



Выполните упражнения Fi1–Fi3, тесты 5–7 и Лист из раздела 4.

Расчленение объектов



Команда **EXPLODE** осуществляет *расчленение* блоков на составляющие их примитивы. Команда вызывается из падающего меню **Modify → Explode** или щелчком на пиктограмме **Explode** в группе **Modify** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **EXPLODE**:

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для окончания выбора объектов и завершения работы команды

При расчленении блока изображение на экране получается идентичным исходному, но при этом цвет, тип и вес линии объектов могут изменяться. Так, у объектов, входивших в блок, после его расчленения восстанавливаются исходные свойства.

Если расчленению подвергнута двухмерная полилиния, то любая информация о ширине или касательной игнорируется, получаемые отрезки и дуги следуют по осевой линии полилинии. По завершении работы команды **EXPLODE** применительно к полилинии, имеющей ширину, отличную от нуля, будет выдано сообщение о том, что при ее расчленении потеряны сведения о ширине:

```
Exploding this polyline has lost width information.
The UNDO command will restore it.
```

– при расчленении этой полилинии потеряны сведения о ширине, их можно восстановить командой отмены

Действие команды **EXPLODE** в каждый момент распространяется только на один уровень вложенности. Это значит, что если блок содержит полилинию, то при его расчленении появится цельная полилиния. Если потребуются отдельные дуговые или линейные сегменты, полилинию надо будет расчленить отдельно.

Расчленение блоков, вставленных с неравными масштабными коэффициентами по осям *X*, *Y* и *Z*, может привести к самым неожиданным последствиям. Внешние ссылки и связанные с ними блоки расчленить нельзя. При расчленении из блоков удаляются атрибуты, однако их исходные описания при этом сохраняются.



Выполните упражнение Ep1 из раздела 4.

Глава 13

Вычислительные функции

Измерение расстояний и углов.....397
Вычисление площади и периметра.....398
Вычисление радиуса.....399
Вычисление угла.....399
Вычисление объема.....399
Вычисление геометрии и массы.....400
Информация о выбранных объектах из базы данных чертежа.....403
Определение координат точек... 403
Сведения о дате и времени создания чертежа.....403
Статистическая информация о чертеже.....404
Список системных переменных.....406
Калькулятор..... 40

Программа AutoCAD включает набор команд для выполнения математических расчетов и получения справочной информации об объектах чертежа. Например, вычисление расстояния между двумя заданными точками или угла между точками в плоскости *XY*. Имеется возможность вычисления угла между воображаемым отрезком, проведенным через точки, и плоскостью *XY*, а также разности координат точек по осям *X*, *Y* и *Z*.

Функции, сообщающие справочную информацию об объектах чертежа, вызываются из падающего меню **Tools** → **Inquiry** (рис. 13.1). В рабочем пространстве **Drafting & Annotation** эти инструменты находятся в группе **Utilites** ленты **Home** (рис. 13.2).

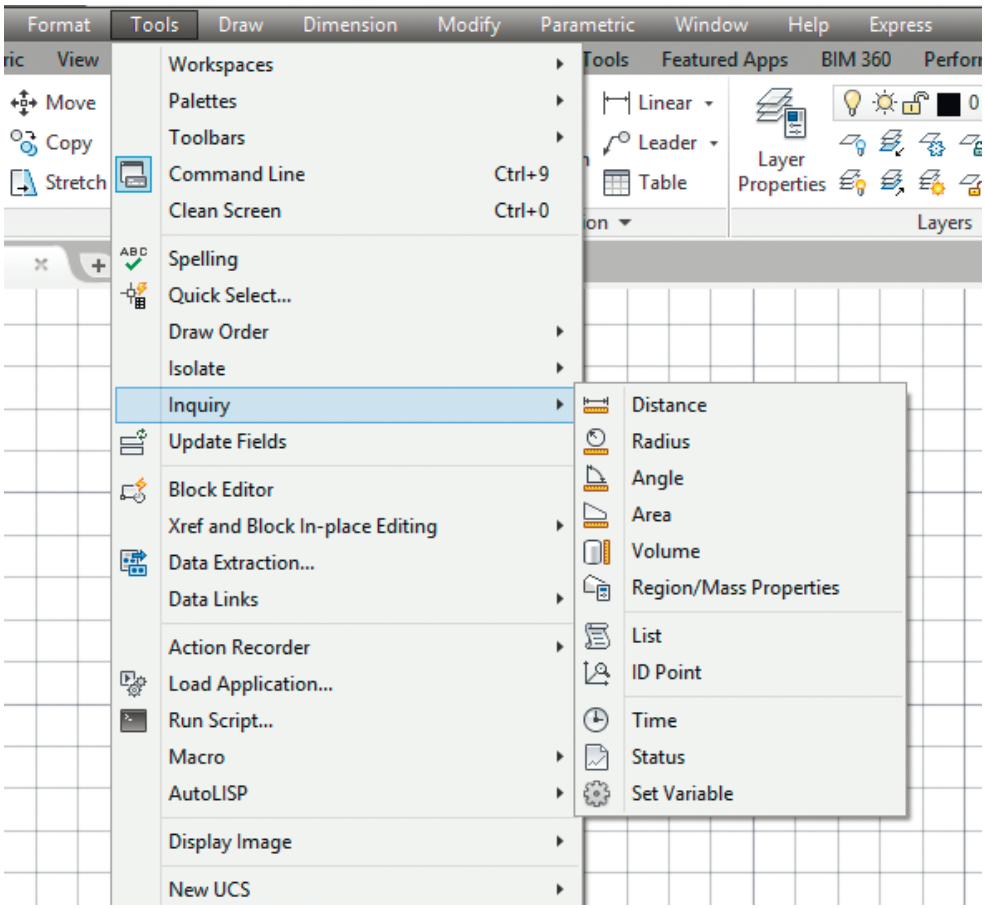


Рис. 13.1. Инструменты, содержащие сведения об объектах

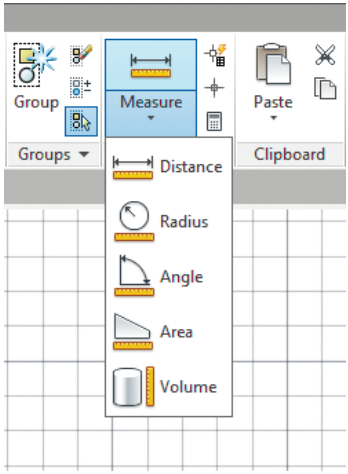


Рис. 13.2. Измерительные инструменты

Измерение расстояний и углов



Команда **MEASUREGEOM** с ключом `distance` измеряет *расстояние* и *угол* между точками, вызывается из падающего меню **Tools** → **Inquiry** → **Distance** или щелчком на пиктограмме **Distance** в группе **Utilites** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **MEASUREGEOM**:

```
Enter an option [Distance/Radius/Angle/ARea/Volume] <Distance>: _distance
Specify first point: – указать первую точку
Specify second point or [Multiple points]: – указать вторую точку
Distance = вычисленное значение расстояния
Angle in XY Plane = значение угла в плоскости XY
Angle from XY Plane = значение угла от плоскости XY
Delta X = значение разности X
Delta Y = значение разности Y
Delta Z = значение разности Z
Enter an option [Distance/Radius/Angle/ARea/Volume/eXit] <ARea>: X –
```

завершение работы команды

Команда **MEASUREGEOM** вычисляет расстояние между точками в трехмерном пространстве. Если координата *Z* первой или второй точки опущена, то параметр `Distance` подразумевает текущий уровень.

Угол в плоскости *XY* отсчитывается от текущей оси *X*, а угол с плоскостью *XY* – от текущей плоскости *XY*. При этом значения расстояний выражены в текущем формате единиц.

Вычисление площади и периметра



Команда **MEASUREGEOM** с ключом `area` вычисляет *площадь* и *периметр* объекта или заданной области. Вызывается из падающего меню **Tools → Inquiry → Area** или щелчком на пиктограмме **Area** в группе **Utilites** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Воображаемая фигура, предназначенная для вычисления площади и периметра, формируется указанием точек, лежащих в плоскости, параллельной плоскости *XY* текущей системы координат.

Запросы команды **MEASUREGEOM**:

`Enter an option [Distance/Radius/Angle/ARea/Volume] <Distance>: _area`

`Specify first corner point or [Object/Add area/Subtract area/eXit] <Object>:` – указать первую угловую точку или один из ключей

`Specify next point or [Arc/Length/Undo]:` – указать следующую угловую точку

`Specify next point or [Arc/Length/Undo]:` – указать следующую угловую точку

`Specify next point or [Arc/Length/Undo/Total] <Total>:` – указать следующую угловую точку

`Specify next point or [Arc/Length/Undo/Total] <Total>:` – нажать клавишу **Enter** для вычисления

`Area = значение площади`

`Perimeter = значение периметра`

`Enter an option [Distance/Radius/Angle/ARea/Volume/eXit] <ARea>: X` – завершение работы команды

Ключи команды **AREA**:

- `Object` – осуществляется вычисление площади и периметра выбранного объекта. Таким образом можно находить площади кругов, эллипсов, сплайнов, полилиний, многоугольников, областей и тел. В случае незамкнутой полилинии значение площади вычисляется так, как если бы последняя и первая точка были соединены прямым отрезком. При вычислении периметра длина этого отрезка не учитывается. Для полилиний с ненулевой шириной площадь и длина (периметр) вычисляются по их продольной оси;
- `Add area` – включение режима добавления последовательно вычисляемых площадей к итоговому значению. Пользователю выдаются сведения как о площади и периметре отдельных областей и объектов, так и об общей площади;
- `Subtract area` – включение режима вычитания последовательно вычисляемых площадей из накапливаемого суммарного значения.

Вычисленные значения площади и периметра сохраняются в системных переменных `AREA` и `PERIMETER`.

Вычисление радиуса



Команда **MEASUREGEOM** с ключом `radius` вычисляет *радиус* дуги или окружности. Вызывается из падающего меню **Tools → Inquiry → Radius** или щелчком на пиктограмме **Radius** в группе **Utilites** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **MEASUREGEOM**:

```
Enter an option [Distance/Radius/Angle/ARea/Volume] <Distance>: _radius
Select arc or circle: – указать дугу или окружность
Radius = значение радиуса
Diameter = значение диаметра
Enter an option [Distance/Radius/Angle/ARea/Volume/eXit] <Radius>: X –
```

завершение работы команды

Вычисление угла



Команда **MEASUREGEOM** с ключом `angle` вычисляет *радиус* дуги или окружности. Вызывается из падающего меню **Tools → Inquiry → Angle** или щелчком на пиктограмме **Angle** в группе **Utilites** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Запросы команды **MEASUREGEOM**:

```
Enter an option [Distance/Radius/Angle/ARea/Volume] <Distance>: _angle
Select arc, circle, line, or <Specify vertex>: – указать дугу, окружность или линию
Select second line: – указать вторую линию
Angle = значение угла
Enter an option [Distance/Radius/Angle/ARea/Volume/eXit] <Radius>: X –
```

завершение работы команды

Вычисление объема



Команда **MEASUREGEOM** с ключом `volume` вычисляет *объем* объекта или заданной области. Вызывается из падающего меню **Tools → Inquiry → Volume** или щелчком на пиктограмме **Volume** в группе **Utilites** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

При выборе двухмерного объекта необходимо указать высоту для вычисления объема этого объекта.

Запросы команды **MEASUREGEOM**:

```
Enter an option [Distance/Radius/Angle/ARea/Volume] <Distance>: _volume
Specify first corner point or [Object/Add volume/Subtract volume/eXit] <Object>: – указать первую угловую точку
```

`Specify next point or [Arc/Length/Undo]:` – указать следующую точку

`Specify next point or [Arc/Length/Undo]:` – указать следующую точку

`Specify next point or [Arc/Length/Undo/Total] <Total>:` – указать следующую точку

`Specify next point or [Arc/Length/Undo/Total] <Total>:` – указать следующую точку

`Specify next point or [Arc/Length/Undo/Total] <Total>:` – нажать клавишу **Enter** для введения следующего параметра

`Specify height:` – указать высоту объекта

`Volume = значение вычисленного объема`

`Enter an option [Distance/Radius/Angle/ARea/Volume/eXit] <Volume>:` – задать параметр или нажать клавишу **Enter** для продолжения работы в режиме вычисления объема

`Specify first corner point or [Object/Add volume/Subtract volume/eXit] <Object>:` – указать первую угловую точку или нажать клавишу **Enter** для выбора ранее построенного объекта

`Select objects:` – выбрать объект

`Volume = значение вычисленного объема`

`Enter an option [Distance/Radius/Angle/ARea/Volume/eXit] <Volume>: X` – завершение работы команды

Ключи команды **MEASUREGEOM**:

- `Add volume` – режим сложения и сохранение промежуточной суммы объемов при добавлении областей;
- `Subtract volume` – режим вычитания и вычитание указанного объема из общего объема.

Вычисление геометрии и массы



Команда **MASSPROP** вычисляет *массовые характеристики* областей и тел. Вызывается из падающего меню **Tools → Inquiry → Region/Mass Properties**.

Команда **MASSPROP** отображает массовые характеристики в текстовом окне. При необходимости их можно записать в текстовый файл.

Характеристики, отображаемые командой **MASSPROP**, зависят от того, являются ли выбранные объекты телами или областями, и компланарны ли выбранные области плоскости *XY* текущей ПСК. При выборе нескольких областей принимаются только области, компланарные первой из выбранных.

Запросы команды **MASSPROP**:

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

```
---------------- SOLIDS ----------------
```

`Mass:` – масса

`Volume:` – объем
`Bounding box:` – ограничивающая рамка `X:` `Y:` `Z:`
`Centroid:` – центр масс `X:` `Y:` `Z:`
`Moments of inertia:` – моменты инерции `X:` `Y:` `Z:`
`Products of inertia:` – центробежный момент инерции `XY:` `YZ:` `ZX:`
`Radii of gyration:` – радиусы инерции `X:` `Y:` `Z:`
`Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:` – главные моменты и направления *X-Y-Z* относительно центра масс `I:` `J:` `K:`
`Press ENTER to continue:` – нажать **Enter** для завершения работы команды
`Write analysis to a file? [Yes/No] <N>:` – указать, следует ли записать результаты анализа в файл

Ниже приведены массовые характеристики, выводимые для тел:

- масса – мера инерции тела. Значения массы и объема равны, так как используется единичная плотность;
- объем – область трехмерного пространства, ограничиваемая телом;
- ограничивающая рамка – координаты противоположных углов параллелепипеда, ограничивающего тело;
- центр масс – трехмерная координата центра масс для тел. Предполагается, что плотность тела распределена равномерно;
- момент инерции – момент инерции тела используется при определении сил, требуемых для вращения объекта вокруг оси (например, вращении колеса вокруг оси). Размерность момента инерции тела – единицы массы, умноженные на единицы длины в квадрате;
- центробежный момент инерции – величина, используемая для определения сил, вызывающих перемещение объекта. Вычисляется относительно двух ортогональных плоскостей. Размерность центробежных моментов инерции – единицы массы, умноженные на единицы расстояния в квадрате;
- радиус инерции – эта характеристика является еще одним способом выражения моментов инерции тела. Размерность радиусов инерции – единицы длины;

- главные моменты и направления *X, Y, Z* относительно центра масс – вычисляются на основании центробежных моментов инерции и имеют те же размерности. Относительно одной из осей, проходящих через центр масс объекта, момент инерции является наибольшим. Ось, относительно которой момент инерции является наименьшим, располагается перпендикулярно первой оси и также проходит через центр масс. Третье значение, представленное в результатах, является промежуточным.

Ниже приведены массовые характеристики, выводимые для всех областей:

- площадь – площадь поверхности тел или внутренняя площадь областей;
- периметр – общая длина внешних и внутренних петель области. Периметр тела не вычислен;
- ограничивающая рамка – определяется двумя координатами. Для областей, компланарных плоскости *XY* текущей пользовательской системы координат, координатами ограничивающей рамки являются координаты противоположных углов прямоугольника, ограничивающего область. Для областей, не являющихся компланарными плоскости *XY* текущей ПСК, координатами ограничивающей рамки являются координаты противоположных углов параллелепипеда, ограничивающего область;
- центр масс – двухмерная или трехмерная точка геометрического центра областей. Для областей, компланарных плоскости *XY* текущей ПСК, это двухмерная точка. Для областей, не являющихся компланарными плоскости *XY* текущей ПСК, это трехмерная точка.

Ниже приведены дополнительные массовые характеристики, выводимые для областей, компланарных плоскости *XY* текущей ПСК:

- момент инерции – величины используются при расчете распределенных нагрузок, например давления жидкости на плиту, или при вычислении сил при изгибе или кручении балок. Размерность моментов инерции – единицы длины в четвертой степени;
- центробежный момент инерции – величина, используемая для определения сил, вызывающих перемещение объекта. Вычисляется относительно двух ортогональных плоскостей. Размерность центробежных моментов инерции – единицы массы, умноженные на единицы расстояния в квадрате;
- радиус инерции – эта характеристика является еще одним способом выражения моментов инерции тела. Размерность радиусов инерции – единицы длины;
- главные моменты и направления *X, Y, Z* относительно центра масс – вычисляются на основании центробежных моментов инерции и имеют те же размерности. Относительно одной из осей, проходящих через центр масс объекта, момент инерции является наибольшим. Ось, относительно которой момент инерции является наименьшим, располагается перпендикулярно первой оси и также проходит через центр масс. Третье значение, представленное в результатах, является промежуточным.

Информация о выбранных объектах из базы данных чертежа



Команда **LIST** вычисляет *информацию о выбранных объектах* из базы данных чертежа. Вызывается из падающего меню **Tools** → **Inquiry** → **List** или щелчком на пиктограмме **List** в группе **Properties** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

Результатом работы команды **LIST** является сообщение в текстовом окне, где отображаются тип объекта, слой объекта, координаты *X*, *Y*, *Z* в текущей ПСК, а также пространство, в котором объект находится (модель или лист). Выводится также и трехмерная высота объекта, если она ненулевая.

В зависимости от конкретного выбранного объекта команда **LIST** может выводить и другие данные.

Определение координат точек



Команда **ID** вычисляет *координаты* точек. Вызывается из падающего меню **Tools** → **Inquiry** → **ID Point** или щелчком на пиктограмме **ID Point** в группе **Utilites** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation**.

В командной строке выводятся координаты точки в текущей пользовательской системе координат, которые запоминаются как координаты последней введенной точки и могут быть использованы с помощью символа @.

Сведения о дате и времени создания чертежа



Команда **TIME** сообщает сведения о *дате* и *времени* создания чертежа. Вызывается из падающего меню **Tools** → **Inquiry** → **Time**.

Команда **TIME** выводит на экран следующую информацию:

`Current time:` – отображение текущей даты и времени в 24-часовом формате с точностью до миллисекунды

`Times for this drawing:` – время доступа к данному чертежу

`Created:` – дата и время создания текущего чертежа

`Last updated:` – отображение даты и времени последнего обновления текущего чертежа, изменение которого производится при каждом сохранении файла чертежа

`Total editing time:` – отображение времени, затраченного на редактирование текущего чертежа. Счетчик времени постоянно обновляется программой, его нельзя сбросить или остановить. Время вывода чертежа на печать, а также за-

вершение сеанса редактирования без сохранения чертежа при подсчете времени не учитываются

`Elapsed timer (on):` – дополнительный счетчик, функционирующий в процессе работы программы. Его можно при необходимости включать, отключать и сбрасывать

`Next automatic save in: <disabled>` – отображение времени, оставшегося до очередного автоматического сохранения

`Enter option [Display/ON/OFF/Reset]:` – введите один из ключей

Ключи команды **TIME**:

- `Display` – повторный вывод сведений о дате и времени чертежа с обновлением;
- `ON` – запуск пользовательского счетчика затраченного времени, в том случае если он отключен;
- `OFF` – остановка пользовательского счетчика затраченного времени, в том случае если он включен;
- `Reset` – присвоение пользовательскому счетчику затраченного времени значения 0 дней 00:00:00.000.

Статистическая информация о чертеже



Команда **STATUS** сообщает *статистические сведения* о чертеже – дате и времени создания чертежа, а также о режимах и границах. Вызывается из падающего меню **Tools → Inquiry → Status**.

Команда **STATUS** выводит на экран число объектов в текущем чертеже: графические объекты (дуги, полилинии), неграфические объекты (слои, типы линий и описания блоков). Если ввести **STATUS** в ответ на запрос команды `DIM`, на экран будут выведены значения и описания всех системных переменных, хранящих информацию о размерах.

Кроме того, команда **STATUS** выводит на экран следующую информацию:

- `Model space limits are` – показывает лимиты сетки. В первой строке находятся координаты *X*, *Y* нижнего левого угла лимита, хранящиеся в системной переменной `LIMMIN`. Во второй строке находятся координаты *X*, *Y* верхнего правого угла лимита, хранящиеся в системной переменной `LIMMAX`. Замечание `Off` справа от координаты *Y* говорит об отключенном контроле за лимитами чертежа;
- `Model space uses` – показывает границы чертежа, которые включают все объекты базы данных и могут выходить за лимиты сетки. В первой строке находятся координаты *X*, *Y* нижнего левого угла. Во второй строке находятся координаты *X*, *Y* верхнего правого угла. Замечание `Over` справа от координаты *Y* говорит о том, что чертеж выходит за заданные лимиты сетки;

- `Display shows` – выдает часть границ чертежа, видимую на текущем видовом экране. В первой строке находятся координаты *X*, *Y* нижнего левого угла экрана. Во второй строке находятся координаты *X*, *Y* верхнего правого угла;
- `Insertion base is` – точка вставки чертежа, которая хранится в системной переменной `INSBASE` и выражается в координатах *X*, *Y*, *Z*;
- `Snap resolution is` – интервалы шаговой привязки в направлениях *X* и *Y*, сохраняемые в системной переменной `SNAPUNIT`;
- `Grid spacing is` – интервалы шага сетки в направлениях *X* и *Y*, сохраняемые в системной переменной `GRIDUNIT`;
- `Current space:` – показывает, какое из пространств (модели или листа) активно в данный момент.
- `Current layout:` – отображает `Model` или имя текущего листа;
- `Current layer:` – показывает текущий слой, задаваемый системной переменной `CLAYER`;
- `Current color:` – показывает текущий цвет, задаваемый системной переменной `CECOLOR`;
- `Current linetype:` – показывает текущий тип линий, задаваемый системной переменной `CELTYPE`;
- `Current material:` – показывает текущий материал;
- `Current lineweight:` – показывает текущий вес линий, задаваемый системной переменной `CELWEIGHT`.
- `Current elevation:` – показывает текущий уровень, задаваемый системной переменной `ELEVATION`;
- `thickness:` – показывает текущую высоту, задаваемую системной переменной `THICKNESS`;
- `Fill` – указывает состояние Вкл/Откл для режима закрашивания;
- `Grid` – указывает состояние Вкл/Откл для режима установки сетки;
- `Ortho` – указывает состояние Вкл/Откл для ортогонального режима;
- `Qtext` – указывает состояние Вкл/Откл для режима текста;
- `Snap` – указывает состояние Вкл/Откл для режима установки шага;
- `Tablet` – указывает состояние Вкл/Откл для режима планшета;
- `Object snap modes:` – перечисляет текущие режимы объектной привязки, задаваемые командой **OSNAP**;
- `Free dwg disk (C:) space:` – показывает количество свободного пространства на диске, выделенном для чертежей;
- `Free temp disk (C:) space:` – показывает количество свободного пространства на диске, выделенном для временных файлов;
- `Free physical memory:` – показывает количество свободной оперативной памяти на компьютере;
- `Free swap file space:` – показывает количество свободного пространства в файле подкачки.

Список системных переменных



Команда **SETVAR** выводит список системных переменных, а также изменяет их значения. Вызывается из падающего меню **Tools** → **Inquiry** → **Set Variable**.

Запросы команды **SETVAR**:

`Enter variable name or [?]:` – ввести имя системной переменной, которой требуется присвоить значение

`Enter new value for «NAME»:` – ввести новое значение системной переменной или нажать клавишу **Enter**

Значения системных переменных также можно изменять непосредственно в командной строке. Для этого необходимо на запрос `Command:` ввести имя переменной и ее новое значение.

Ключ команды **SETVAR**:

- `?` – вывод списка текущих значений всех системных переменных, используемых в чертеже. Необходимо:

  `Enter variable name or [?]: ?` – переход в режим запроса списка переменных

  `Enter variable(s) to list <*>:` – ввести символ-шаблон имен переменных для получения целевого списка, или нажать клавишу **Enter**

Калькулятор

Удобным инструментом для выполнения вычислений, преобразования единиц измерения и других операций является палитра калькулятор, используя который, можно выполнять следующие действия:

- математические и тригонометрические расчеты;
- просмотр и использование ранее выполненных расчетов;
- изменение свойств объектов при совместном использовании калькулятора и палитры свойств;
- преобразование единиц измерения;
- осуществление геометрических расчетов;
- копирование и вставка значений и выражений при совместном использовании калькулятора и палитры свойств или командной строки;
- выполнение расчетов со смешанными числами, имеющими целые и дробные части, величинами в футах и дюймах;
- определение, хранение и использование переменных калькулятора;
- использование геометрических функций из калькулятора.



Команда **QUICKCALC** загружает палитру *калькулятор*. Вызывается из падающего меню **Tools** → **Palettes** → **QuickCalc** или щелчком на пикто-

грамме **Quick Calculator** в группе **Utilites** ленты **Home** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation** (рис. 13.3).

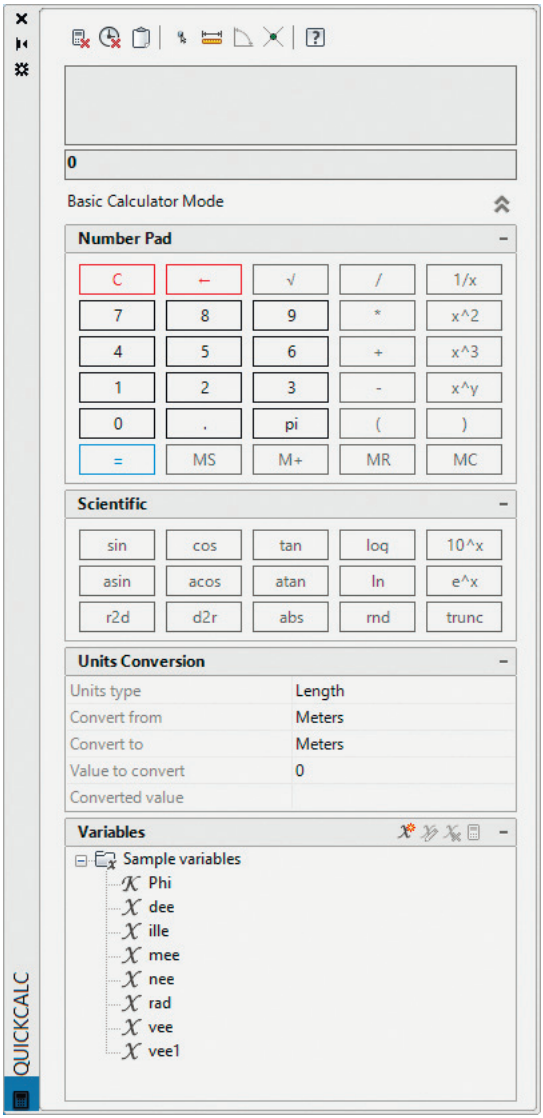


Рис. 13.3. Палитра калькулятор

Калькулятор состоит из следующих областей: панель, область журнала, поле ввода, кнопка **More/Less**, цифровая клавиатура, область научных расчетов, область преобразования единиц, область переменных.

- Панель – выполняет быстрые вычисления для стандартных функций и содержит следующие инструменты:
  - **Clear** – сбрасывает и очищает значение в поле ввода;
  - **Clear History** – удаляет данные из области журнала;
  - **Paste value to command line** – вставляет величину из поля ввода в командную строку;
  - **Get Coordinates** – вычисляет координаты точки, выбранной на чертеже с помощью мыши;
  - **Distance Between Two Points** – вычисляет расстояние между двумя точками, выбранными на объекте с помощью мыши;
  - **Angle of Line Defined by Two Points** – вычисляет угол между двумя точками, выбранными на объекте с помощью мыши;
  - **Intersection of Two Lines Defined by Four Points** – вычисляет точку пересечения двух линий, заданных четырьмя точками, выбранными на объекте с помощью мыши;
  - **Help (F1)** – вызывает страницу справочной системы о калькуляторе.
- Область журнала – отображает бегущий список ранее вычисленных выражений. В контекстном меню области журнала содержится несколько пунктов, включая пункт для копирования выбранного выражения в буфер обмена (рис. 13.4):
  - **Copy** – копирование;
  - **Append Expression to Input Area** – добавление выражения в область ввода;
  - **Append Value to Input Area** – добавление значения в область ввода;
  - **Clear History** – очистка журнала.

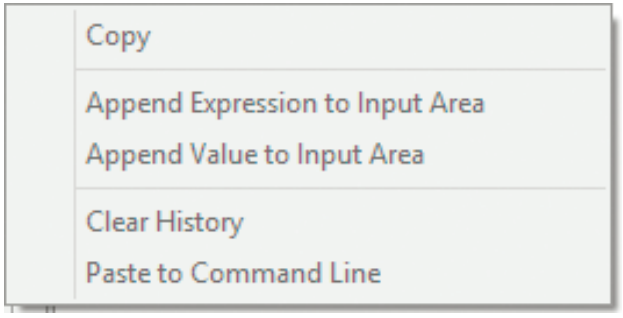


Рис. 13.4. Контекстное меню области журнала калькулятора

- Поле ввода – поле для ввода и извлечения выражений. При нажатии кнопки со знаком равенства **=** или клавиши **Enter** калькулятор производит вычисление и отображает результаты.
- Кнопка **More/Less** – скрывает или отображает все области функций калькулятора. Это же действие можно выполнить с помощью контекстного меню, нажав правую кнопку мыши (рис. 13.5):
  - **Number Pad** – цифровая клавиатура;
  - **Scientific** – научные;
  - **Units Conversion** – преобразование единиц;
  - **Variables** – переменные.

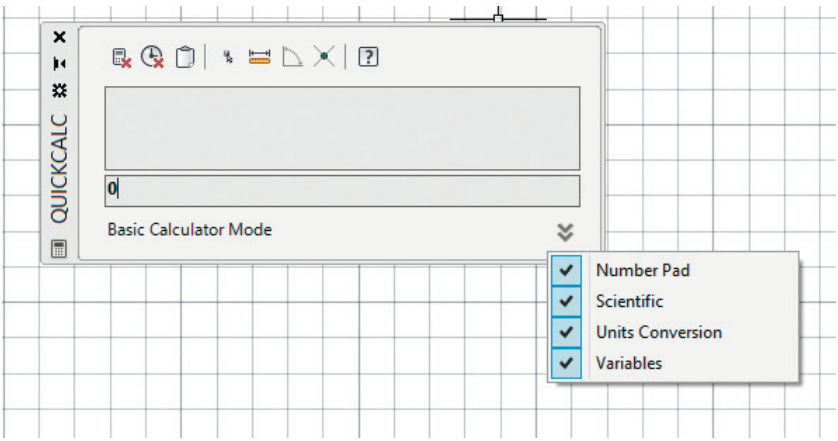


Рис. 13.5. Контекстное меню кнопки More/Less калькулятора

- **Number Pad** – стандартная цифровая клавиатура калькулятора, с помощью которой можно вводить цифры, символы для арифметических выражений. Нажатие знака равенства **=** позволяет вычислить введенное выражение. Ниже приведены дополнительные функции управления, доступные на цифровой клавиатуре:
  - **C (Clear)** – удаляет значение в поле ввода и сбрасывает его в ноль;
  - **← (Bascspace)** – перемещает курсор на один символ влево в поле ввода, при этом один десятичный знак или символ удаляется;
  - **√ (Square Root (sqrt))** – вычисляет квадратный корень значения;
  - **1/x (Inverse)** – вычисляет значение или выражение, обратное находящемуся в поле ввода;
  - **x^2 (X to the Pover of 2)** – возводит значение в квадрат;
  - **x^3 (X to the Pover of 3)** – возводит число или выражение в поле ввода в степень 3;
  - **x^y (X to the Pover of Y)** – возводит число или выражение в поле ввода в указанную степень;

- **( )** – открывающая и закрывающая скобки при объединении в пары используются для группирования части выражения. Элементы, заключенные в скобки, обрабатываются раньше, чем оставшаяся часть выражения;
- **=** – вычисляет выражение в поле ввода;
- **MS (Store To Memory)** – сохраняет текущее значение в памяти калькулятора;
- **M+ (Add to Value Stored in Memory)** – добавляет текущее значение к значению, сохраненному в памяти калькулятора;
- **MR (Restore Memory Value)** – восстанавливает в окне ввода значение, хранящееся в памяти калькулятора;
- **MC (Clear Memory)** – удаляет значение, хранящееся в памяти калькулятора.

❑ **Scientific** – область научных расчетов, с помощью которой вычисляют значения тригонометрических, логарифмических, показательных и других выражений, обычно используемых в научных и инженерных приложениях. Ниже описываются элементы управления области научных расчетов:

- **sin (Sine)** – вычисляет синус угла, указанного в поле ввода;
- **cos (Cosine)** – вычисляет косинус угла, указанного в поле ввода;
- **tan (Tangent)** – вычисляет тангенс угла, указанного в поле ввода;
- **log (Base-10 Log)** – вычисляет логарифм значения, указанного в поле ввода;
- **10^x (Base-10 Exponent)** – вычисляет степень по основанию 10 значения, указанного в поле ввода;
- **asin (Arcsine)** – вычисляет арксинус числа, указанного в поле ввода. Число должно лежать в пределах от `-1` до `1`;
- **acos (Arccosine)** – вычисляет арккосинус числа, указанного в поле ввода. Число должно лежать в пределах от `-1` до `1`;
- **atan (Arctangent)** – вычисляет арктангенс числа, указанного в поле ввода;
- **ln (Natural Log)** – вычисляет натуральный логарифм числа, указанного в поле ввода;
- **e^x (Natural Exponent)** – вычисляет натуральный показатель числа, указанного в поле ввода;
- **r2d (Convert Radians to Degrees)** – преобразует радианы в градусы;
- **d2r (Convert Degrees to Radians)** – преобразует углы из градусов в радианы;
- **abs (Absolute Value)** – возвращает абсолютное значение числа, указанного в поле ввода;
- **rnd (Round)** – округляет число, указанное в поле ввода, до ближайшего целого числа;
- **trunc (Truncate)** – отображает целую часть числа, указанного в поле ввода.

❑ **Units Conversion** – область преобразования единиц конвертирует единицы измерения одного типа в другой. В области преобразования единиц можно использовать только целые значения:

- **Units type** – выбор из списка типа единиц: **Length** – длина; **Area** – площадь; **Volume** – устройство; **Angular** – угловой;
- **Convert from** – отображает список исходных единиц измерения: сантиметры, футы, дюймы, километры, метры, мили, миллиметры, топографические футы, ярды;
- **Convert to** – отображает список конечных единиц измерения, аналогичный списку **Convert from**;
- **Value to convert** – отображает поле для ввода преобразуемого значения;
- **Converted value** – преобразует введенные единицы и отображает результат;
- **Return Conversion to Calculator Input Area** – значок калькулятора возвращает преобразованное значение в поле ввода.

❑ **Variables** – область переменных обеспечивает доступ к предопределенным константам и функциям, а также эту область можно использовать для определения и хранения дополнительных констант и функций. Дерево переменных используется для хранения функций сокращенного вида и переменных, заданных пользователем. Функции сокращенного вида – это часто используемые выражения, в которых функция связана с привязкой к объекту. Ниже описываются стандартные функции сокращенного вида:

- **Phi** – константа со значением 1.61803399;
- **dee** – dist(end,end) расстояние между двумя конечными точками;
- **ille** – ill(end,end,end,end) пересечение двух линий, проведенных через четыре конечные точки;
- **mee** – (end+end)/2 середина отрезка, соединяющего две конечные точки;
- **nee** – nor(end,end) единичный вектор в плоскости *XY*, нормальный к двум конечным точкам;
- **rad** – rad радиус выбранной окружности, дуги или дуги полилинии;
- **vee** – vec(end,end) вектор от одной конечной точки к другой;
- **vee1** – vec1(end,end) единичный вектор в направлении от одной конечной точки к другой.

Ниже описываются инструменты области переменных:

❑  кнопка **New Variable...** загружает диалоговое окно описания новой переменной **Variable Definition** (рис. 13.6):

- в области **Variable type** устанавливается тип переменной: **Contannt** – сохраняет новую переменную в качестве константы; **Function** – сохраняет новую переменную в качестве функции;
- в области **Variable properties** определяются свойства переменной: **Name:** – сохраняет имя переменной, при этом в именах констант нельзя использовать пробелы; **Group with:** – сохраняет именованную переменную в выбранной категории; **Value or expression:** – сохраняет значение выражения для переменной; **Descrition:** – сохраняет описание для переменной;

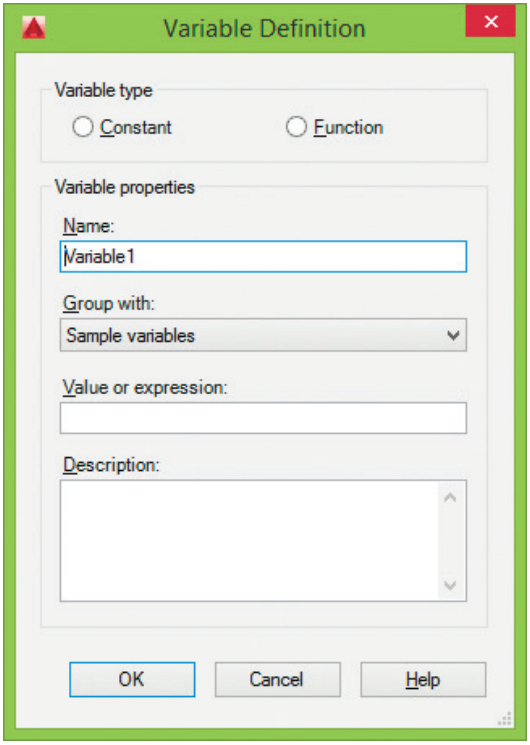


Рис. 13.6. Диалоговое окно описания переменной

- кнопка **Edit Variable...** загружает диалоговое окно описания переменной **Variable Definition** для внесения изменений в выбранную переменную;
- кнопка **Delete** удаляет выбранную переменную;
- кнопка **Return Variable to Input Area** – кнопка калькулятора, возвращающая выбранную переменную в поле ввода.

Глава 14

Разработка чертежей в среде AutoCAD



Существует много способов разработки чертежей в среде AutoCAD. Квалифицированные пользователи, обладающие большим опытом работы, имеют в своем багаже собственные подходы к разработке конструкторской документации. Вашему вниманию предлагается методика на примере разработки чертежа детали, хотя, в принципе, она может использоваться при разработке любых чертежей и служить основой для серьезной и регулярной работы в среде AutoCAD.

Создание чертежа детали, изображенного на рис. 14.1, рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

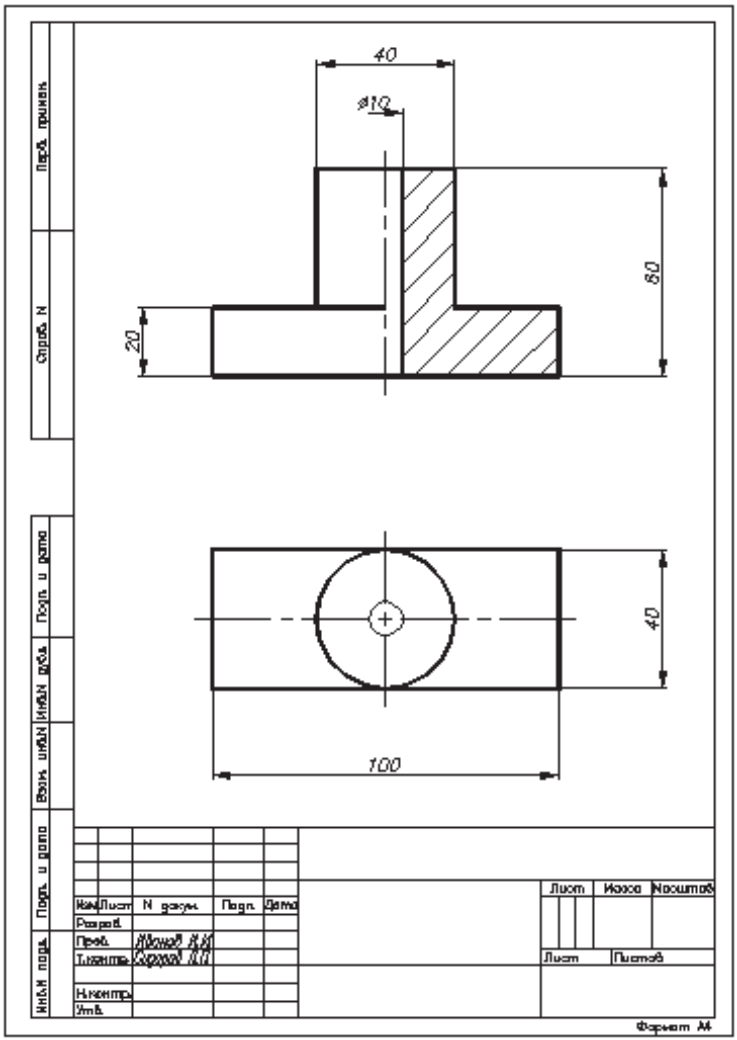


Рис. 14.1. Чертеж детали

1. Создать новый рисунок с помощью команды NEW, вызываемой из падающего меню **File → New...**.
2. Для вызова Мастера подготовки в диалоговом окне создания нового чертежа **Create New Drawing** выбрать пиктограмму **Use a Wizard**. Далее в списке **Select a Wizard:** выбрать **Quick Setup**.
3. В диалоговом окне **QuickSetup** в качестве единиц измерения длины **Units** установить **Decimal**. При определении границы области черчения **Area** установить ширину – 210 мм, длину – 297 мм. Щелкнуть на кнопке **Готово**.
4. Включить отображение сетки на экране щелчком на кнопке **GRID** в строке состояния или нажатием функциональной клавиши **F7**.
5. Отобразить всю область чертежа на экране командой **ZOOM**, вызываемой из падающего меню **View → Zoom All**. См. упражнение Z2 из раздела 2.
6. Установить шаг привязки курсора к узлам сетки 5 мм в диалоговом окне **Drafting Settings**, загружаемом из падающего меню **Tools → Drafting Settings...** или выбором пункта **Settings...** в контекстном меню, вызываемом щелчком правой кнопкой мыши на кнопке **SNAP** в строке состояния. Значение привязки устанавливается в области **Snap spacing** в текстовых полях **Snap X spacing:** и **Snap Y spacing:**.
7. Сохранить рисунок с помощью команды **QSAVE**, вызываемой из падающего меню **File → Save**.
8. Вставить в рисунок рамку формата А4 (при условии, что эта заготовка уже существует). Вставка осуществляется командой **INSERT**, вызываемой из падающего меню **Insert → Block...**. При этом загружается диалоговое окно **Insert**. См. упражнение In1 из раздела 4.
9. Создать новые слои в Диспетчере свойств слоев **Layer Properties Manager**, которое загружается из падающего меню **Format → Layer...**. См. упражнение La из раздела 3. Рекомендуется создать 4 слоя:
   - Контур – для линий основного контура;
   - Размеры – для размерных линий;
   - Осевые линии – для осевых линий;
   - Тонкие линии – для штриховки.
10. В диалоговом окне **Layer Properties Manager** установить вес линий для вновь созданных слоев: для слоя Контур – 0.8; для слоев Размеры, Осевые линии, Тонкие линии – 0.3. Для слоя Осевые линии установить тип линии Center2. Рекомендуется установить для всех слоев различные оттенки цветовой гаммы.
11. Создать наклонный текстовый стиль в диалоговом окне **Text Style**, вызываемом из падающего меню **Format → Text Style...**. В области **Font** в раскрывающемся списке **Font Name:** следует выбрать шрифт **simplex.shx**; в поле **Oblique Angle:** задать угол наклона к нормали 15; в поле **Height:** установить высоту 0 (ноль). См. упражнение Т7 из раздела 2.
12. Заполнить штамп. Рекомендуется увеличить изображение штампа с помо-

щью зуммирования. Затем использовать команду **DTEXT**, вызываемую из падающего меню **Draw → Text → Single Line Text**. При заполнении штампа удобно использовать ключ выравнивания по ширине **Fit** команды **DTEXT**. См. упражнение T4 из раздела 2.

13. Прежде чем формировать основной контур, следует сделать слой `Контур` текущим. См. упражнение Test1 из раздела 2.
14. Включить привязку курсора к узлам сетки щелчком на кнопке **SNAP** в строке состояния или нажатием функциональной клавиши **F9**.
15. С помощью команд построения прямоугольника **RECTANG** и окружности **CIRCLE** построить основной контур горизонтальной проекции детали. С помощью команды построения отрезков **LINE** сформировать основной контур ее фронтальной проекции. См. упражнения C1, Re1, L4 из раздела 2.
16. Сделать слой `Осевые линии` текущим, и с помощью команды **LINE** сформировать осевые линии обеих проекций детали.
17. Сделать слой `Тонкие линии` текущим и заштриховать область разреза детали с помощью команды **HATCH**, вызываемой из падающего меню **Draw → Hatch...**. При этом загружается диалоговое окно **Hatch and Gradient**, в котором необходимо задать: в поле **Pattern:** – **ANSI31**; в поле **Scale:** – значение `2`; в поле **Angle:** – значение `0`. См. упражнение H1 из раздела 3.
18. Проставить размеры. См. упражнения R1–R11 из раздела 3. Слой `Размеры` сделать текущим, затем создать размерный стиль с помощью команды **DIMSTYLE** в диалоговом окне **Dimension Style Manager**. Команда вызывается из падающего меню **Dimension → Dimension Style...**. См. упражнения RS1–RS6 из раздела 3. Рекомендуется установить размер стрелок в поле **Arrow size:**, равный **5**; в списке **Offset from origin:** выбрать значение **0**, определяющее отступ выносных линий от объекта; в списке **Text style:** указать имя созданного наклонного текстового стиля; в списке **Text height:** выбрать значение **3.5**, в поле **Offset from dim line:** выбрать значение **1.3**.
19. Для отображения веса (толщины) линий на экране необходимо щелкнуть на кнопке **LWT** в строке состояния, расположенной в нижней части рабочего стола.
20. Сохранить рисунок.

Глава 15

Пространство и компоновка чертежа

Пространство модели и пространство листа 419
Мастер компоновки листа 422
Работа с листами 426
Вставка листа с помощью Центра управления AutoCAD 437
Видовые экраны.....437
Именованные виды 438
Неперекрывающиеся видовые экраны 442
Создание нескольких видовых экранов 443
Плавающие видовые экраны 443
Видовые экраны произвольной формы.....447

Формирование в AutoCAD модели объекта, в том числе трехмерной, обычно не является самоцелью. Это делается для дальнейшего использования такой модели в системах прочностных расчетов и кинематического моделирования, при получении проектно-конструкторской документации, фотографически достоверного изображения готового изделия до его производства, при экспорте трехмерных моделей в другие программы компьютерной графики и т. д. Во всех случаях применения модели необходимо ее отображение либо на экране монитора, либо в виде твердой копии.

В данной главе будут рассмотрены возможности отображения и редактирования моделей в двух пространствах – пространстве модели **Model Space** и пространстве листа **Paper Space**, используемых при создании чертежа. Важно понимать, как и когда следует пользоваться пространством листа или модели. Овладев этим инструментом, можно значительно ускорить разработку изделия и повысить производительность.

Обычно в пространстве модели создаются и редактируются модели разрабатываемого объекта, а в пространстве листа формируется отображение этого объекта на плоскости, то есть чертеж с необходимыми графическими изображениями, рамкой чертежного листа, надписями и другой графической информацией, необходимой для вывода на плоттер. Когда пользователь находится в пространстве листа, допускается создание плавающих видовых экранов, на которых размещаются различные виды рисунка. В зависимости от ситуации можно вычертить содержимое одного или нескольких видовых экранов, задать элементы чертежа, выводимые на плоттер, выбрать способ компоновки изображения на листе бумаги. При этом не загромождается рисунок пространства модели, что ускоряет и облегчает редактирование разрабатываемого объекта.

На чертеже в пространстве листа, как правило, представлены ортогональные (прямоугольные) проекции объекта с различных точек зрения на трехмерную модель, а иногда и ее аксонометрическое изображение. Все изображения должны находиться в соответствующих областях просмотра. Создание окон просмотра, выбор и модификация видов, показываемых через эти окна, необходимы как при формировании трехмерных моделей, так и при их модификации. Качественное отображение трехмерных объектов позволяет существенно упростить работу с моделью.

В AutoCAD окно рисунка разделено на закладки; на одной из них расположена модель, а остальные (их может быть несколько) представляют собой аналоги листов бумаги. Для перехода в пространство модели необходимо либо выбрать закладку **Model**, либо сделать текущим плавающий видовой экран на листе. Именно в закладке **Model** работает пользователь, создавая и редактируя объект. Если она активна, это всегда означает, что работа ведется в пространстве модели. Закладка **Model** может быть разделена на неперекрывающиеся видовые экраны, которые представляют различные виды модели.

Набор закладок **Layout** предназначен для компоновки и подготовки к печати листов, представляющих собой изображения модели на бумаге. *Листы* в

AutoCAD – это элементы среды пространства листа, на каждом из которых создаются видовые экраны и отдельно устанавливаются параметры печати. Последние сохраняются в рисунке вместе с листами. Имеется возможность сохранить набор параметров листа, присвоив ему некоторое имя, и впоследствии назначать другим листам. Также предусмотрено создание листов на основе имеющихся файлов шаблонов (DWT или DWG).

Пространство модели и пространство листа

Пространство модели (Model Space) – это пространство AutoCAD, где формируются модели объектов как при двухмерном, так и при трехмерном моделировании. О том, что в окне AutoCAD на текущий момент установлено пространство модели, говорят соответствующая пиктограмма ПСК на рабочем поле чертежа, индикация кнопок **Model** в нижней части рабочего поля (рис. 15.1) и **MODEL** в строке состояния. Если пользователь AutoCAD работает только с двухмерными объектами, ему нет особой необходимости переходить в пространство листа: все изображения объекта, а также дополнительная информация (рамка формата, размеры, основная надпись и пр.) могут формироваться в пространстве модели.

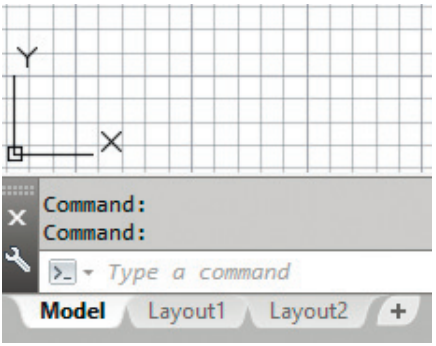


Рис. 15.1. Пиктограмма пользовательской системы координат пространства модели

Работа в пространстве модели производится на *неперекрывающихся* видовых экранах (окнах); там создается основной рисунок или модель. Если в окне программы присутствует несколько видовых экранов, то редактирование, производимое в одном из них, оказывает действие на все остальные. Несмотря на это, значения экранного увеличения, точки зрения, интервала сетки и шага для каждого видового экрана могут устанавливаться отдельно.

Пространство листа (Paper Space) – это пространство AutoCAD, необходимое для отображения объекта, сформированного в пространстве модели, на *перекрывающихся* (плавающих) видовых экранах. Пространство листа облегчает полу-

чение твердых копий рисунков и чертежей, разработанных автоматизированным путем. Если бы пространство листа не использовалось, пришлось бы загромождать пространство модели графической информацией, необходимой лишь для формирования чертежных листов. Ведь такие элементы, как рамка чертежного листа, основная надпись и другая графическая и текстовая информация, не имеют отношения к реальной модели и требуются только в распечатке.

Листом называется компонент среды AutoCAD, имитирующий лист бумаги и хранящий в себе набор установок, используемых при выводе на плоттер. На листе можно размещать видовые экраны, а также строить геометрические объекты (например, элементы основной надписи). Рисунок может содержать несколько листов с разными видами модели; для каждого листа автономно задаются значения масштаба печати и размеров сторон. Изображение листа выглядит на экране точно так же, как и вычерченный на плоттере лист.

Видовой экран (viewport) представляет собой участок графического экрана, на котором отображается некоторая часть пространства модели рисунка.

Пространство листа строго двухмерно, и видеть его можно только с точки зрения, перпендикулярной плоскости листа. О том, что в AutoCAD на текущий момент установлено пространство листа, говорят соответствующая пиктограмма ПСК и индикация кнопки **PAPER** в строке состояния внизу рабочего стола AutoCAD (рис. 15.2).

В пространстве листа пиктограмма ПСК имеет треугольную форму; располагается она всегда в левом нижнем углу области рисунка.

После создания плавающих видовых экранов вносить изменения в модель можно, переходя с закладки **Layout** на закладку **Model**. На листе в любое время допускается изменение параметров, например формата бумаги или масштаба печати.

Чтобы сделать текущей закладку **Model**, необходимо щелкнуть на ней кнопкой мыши или ввести `MSPACE` в командной строке. Чтобы перейти из этой закладки в пространство листа, достаточно щелкнуть на одной из закладок **Layout** или ввести `LAYOUT` в командной строке.

Открыв лист, можно работать либо в пространстве листа, либо в пространстве модели (в последнем случае нужно сделать текущим какой-либо из видовых экранов). Для того чтобы сделать видовой экран текущим, достаточно установить на него указатель мыши и дважды щелкнуть ее левой кнопкой. Чтобы текущим стало пространство листа, следует дважды щелкнуть кнопкой мыши на том месте, где нет ни одного видового экрана. Переключаться между пространствами модели и листа можно также с помощью кнопок **MODEL/PAPER** в строке состояния. При таком способе переключения в пространство модели текущим становится видовой экран, который был активен последним.

Пространство листа – это аналог листа бумаги, на котором производится компоновка чертежа перед его выводом на плоттер. В AutoCAD имеется несколько закладок **Layout**, благодаря чему одна и та же модель может быть представлена на чертеже в различных вариантах. Каждый лист рисунка можно считать отдельной

единицей комплекта проектной документации. После создания нового листа на нем размещаются плавающие видовые экраны, которые представляют модель в различных видах. Каждому видовому экрану могут быть присвоены отдельные значение масштаба и состояние видимости слоев.

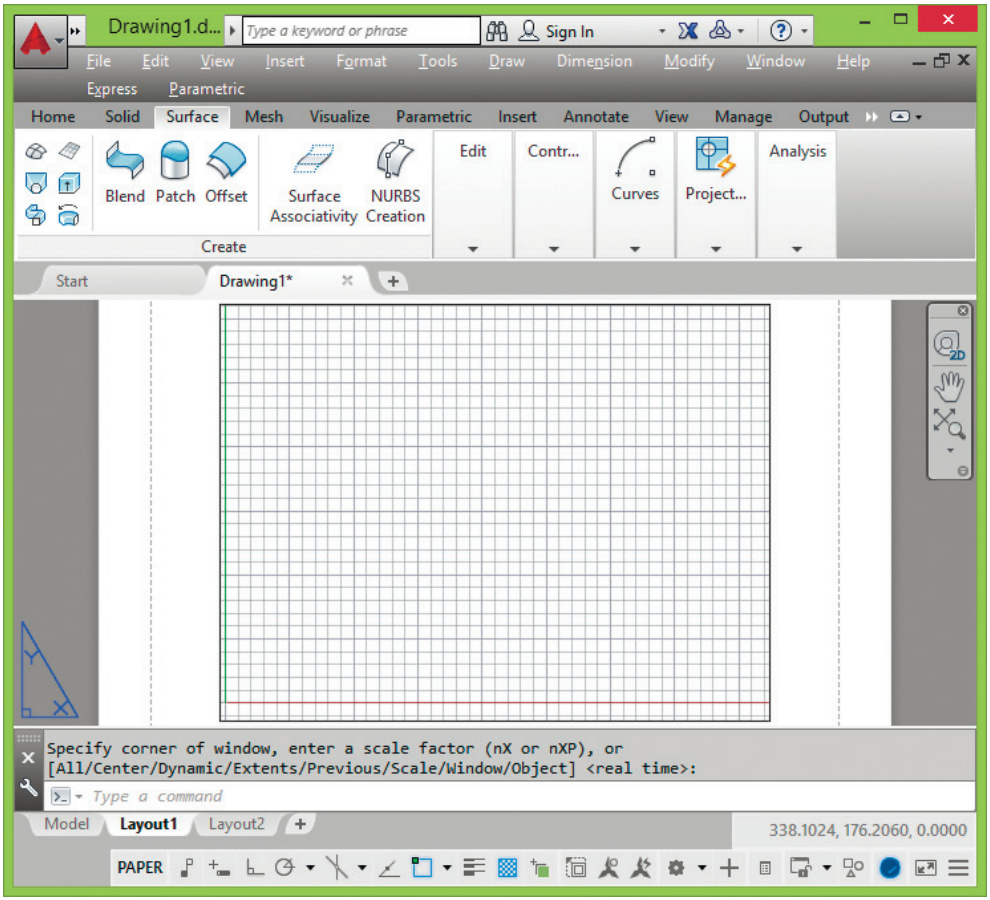


Рис. 15.2. Рабочий стол в пространстве листа

После щелчка кнопкой мыши на закладке **Layout** AutoCAD переходит в среду пространства листа (см. рис. 15.2). Прямоугольник с тенью соответствует на экране формату бумаги, на который настроено устройство печати. Границы области печати обозначены штриховыми линиями.

Управление отображением полей и разметки листа производится на вкладке **Display** диалогового окна **Options**. Там же пользователь может указать, должен ли при первом входе на лист открываться Диспетчер параметров для новых листов **Page Setup Manager**.

Часто проект не ограничивается одним листом: для одной и той же модели предусмотрено создание дополнительных листов, на которых размещаются ее различные виды и их комбинации.

Когда лист впервые делается активным и на нем создается первый видовой экран, значение точности аппроксимации кривых на нем устанавливается равным аналогичному значению для видового экрана пространства модели.

Для создания нового листа необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на ярлыке закладки **Layout** и в открывшемся контекстном меню выбрать пункт **New layout**. Для переименования закладки **Layout** следует вызвать контекстное меню и воспользоваться пунктом **Rename**.



Выполните упражнения Spa1 и Spa2 из раздела 5.

Мастер компоновки листа

Настройка параметров листа может производиться с помощью Мастера компоновки листа. Для этого необходимо загрузить диалоговое окно **Create Layout**, показанное на рис. 15.3, из падающего меню **Tools → Wizards → Create Layout...** или ввести `LAYOUTWIZARD` в командной строке.

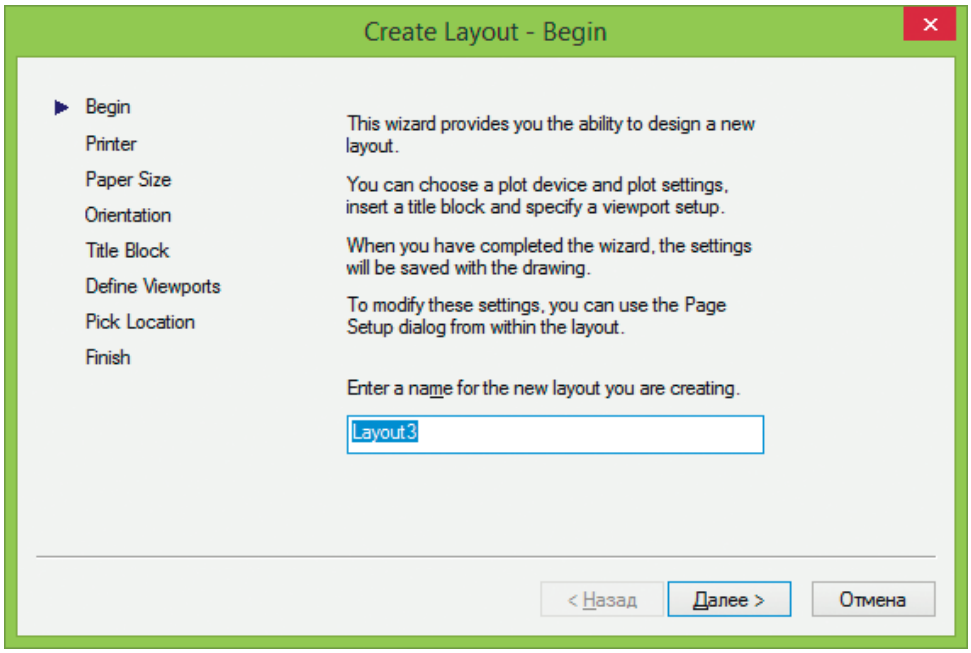


Рис. 15.3. Диалоговое окно Мастера компоновки листа, начало

Мастер компоновки листа имеет восемь страниц.

- **Begin** – начальная страница информирует пользователя о том, что данный Мастер предоставляет возможность скомпоновать новый лист (см. рис. 15.3). Здесь можно назначить устройство для вычерчивания и параметры печати, а также вставить основную надпись и разместить видовые экраны. Все параметры, установленные в Мастере, записываются в чертеж, но в любой момент их можно отредактировать. Далее предлагается ввести имя создаваемого листа.
- **Printer** – выбор плоттера для будущей печати создаваемого листа из числа сконфигурированных в системе (рис. 15.4). Если плоттера, на котором должна производиться печать, нет в списке, следует зайти в папку **Принтеры Панели управления** Windows и выбрать ярлык **Установка принтера**.

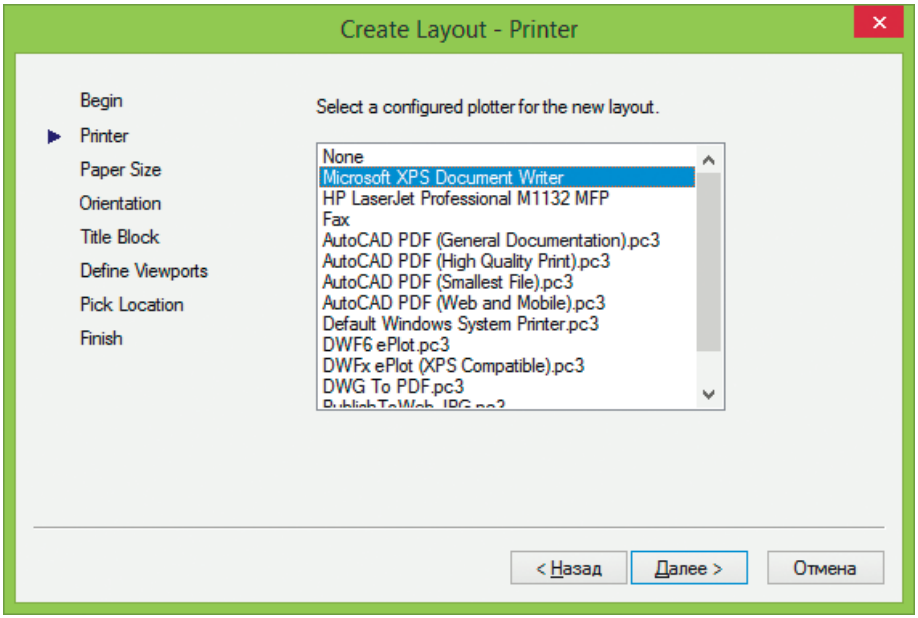


Рис. 15.4. Диалоговое окно Мастера компоновки листа, принтер

- **Paper Size** – задание формата для нового листа (рис. 15.5). Набор доступных форматов определяется выбранным устройством печати. Далее осуществляется выбор единиц для листа:
  - в области **Drawing units** – единицы чертежа: **Millimeters** – миллиметры; **Inches** – дюймы; **Pixels** – пикселы. Следует учесть: если одна единица рисунка должна равняться 1 дюйму на чертеже, необходимо установить в качестве единиц дюймы (даже для миллиметровых форматов листа по стандарту ISO). Если же единица рисунка соответствует 1 мм, то необходимо установить миллиметры;

- в области **Paper size in units** – отображается выбранный формат в текущих единицах: **Width:** – ширина; **Height:** – высота.

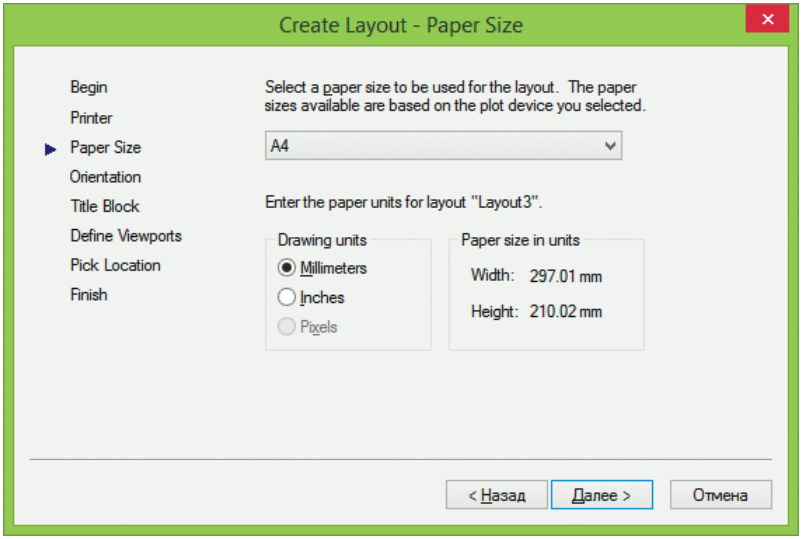


Рис. 15.5. Диалоговое окно Мастера компоновки листа, формат

- **Orientation** – выбор ориентации чертежа на листе (рис. 15.6):
  - **Portrait** – книжная ориентация;
  - **Landscape** – альбомная ориентация.

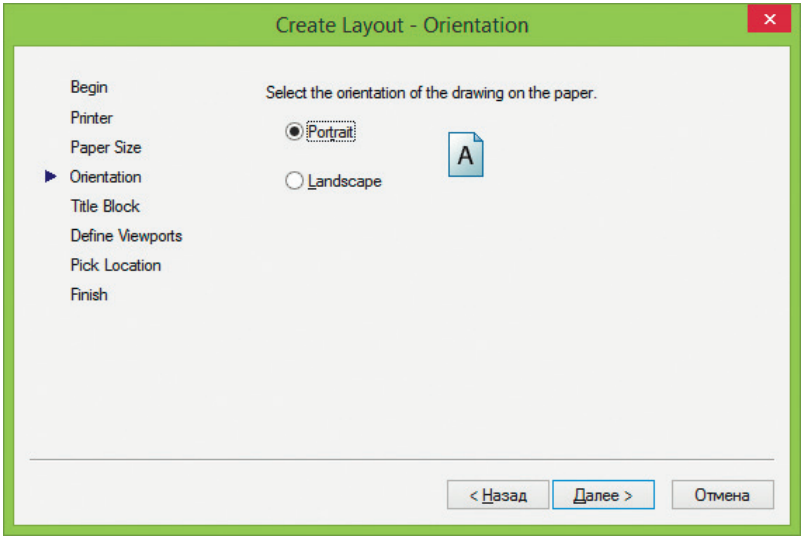


Рис. 15.6. Диалоговое окно Мастера компоновки листа, ориентация

- **Title Block** – выбор используемой основной надписи (рис. 15.7), которая размещается, начиная от левого нижнего угла листа бумаги. Рамка чертежа вместе с основной надписью выбирается из списка, где представлены все стандартные блоки рамок форматов ANSI (American National Standards Institute) и ISO (International Standards Organization). Рекомендуется, чтобы рамка согласовывалась с установленными единицами чертежа, иначе возникает опасность того, что она не поместится на листе заданного формата или, наоборот, окажется слишком маленькой. Рамки ANSI рассчитываются в дюймах, а ISO, DIN и JIS – в миллиметрах. Размеры рамки ANSI A составляют приблизительно 10×8 единиц. Если же установить в качестве единиц миллиметры и вставить эту рамку на лист A4 (297×210), выяснится, что для такого формата она слишком мала.
  - **Path:** – отображение пути файла выбранной основной надписи;
  - **Preview** – иллюстрация образца;
  - **Type** – способ вставки основной надписи: **Block** – блок; **Xref** – ссылка.

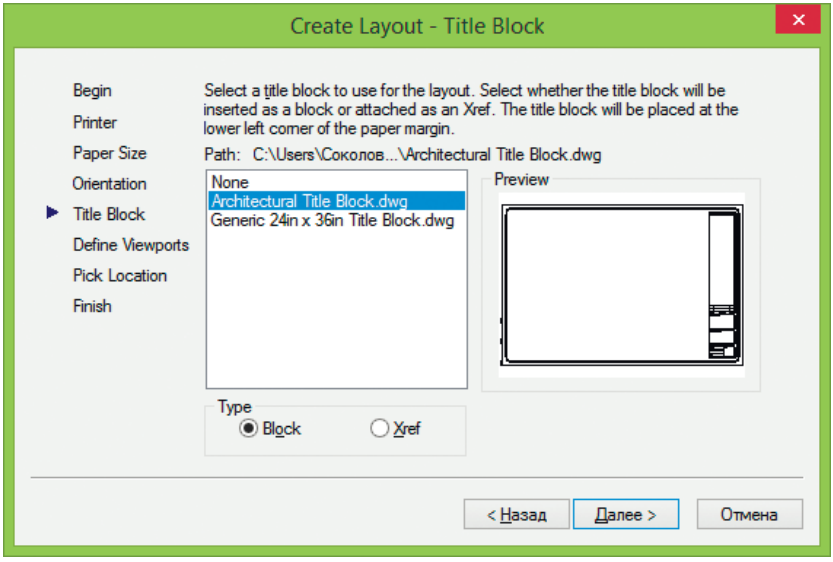


Рис. 15.7. Диалоговое окно Мастера компоновки листа, основная надпись

- **Define Viewports** – выбор расположения видовых экранов (рис. 15.8):
  - **Viewport setup** – способ расположения:
    - ◊ **None** – нет видовых экранов;
    - ◊ **Single** – один видовой экран;
    - ◊ **Std. 3D Engineering Views** – стандартный конструкторский набор видов: массив 2×2, включающий в себя виды сверху, спереди, сбоку и изометрический;
    - ◊ **Array** – массив;

- **Viewport scale:** – масштаб видовых экранов. По умолчанию принято значение **Scaled to Fit** – вписанный. Если установить другой масштаб, вид будет отцентрирован в соответствии с границами области, занимаемой объектами в пространстве модели. Масштаб печати по умолчанию равен 1:1;
- **Rows:** – число рядов;
- **Spacing between rows:** – интервал между рядами;
- **Columns:** – число столбцов;
- **Spacing between columns:** – интервал между столбцами.

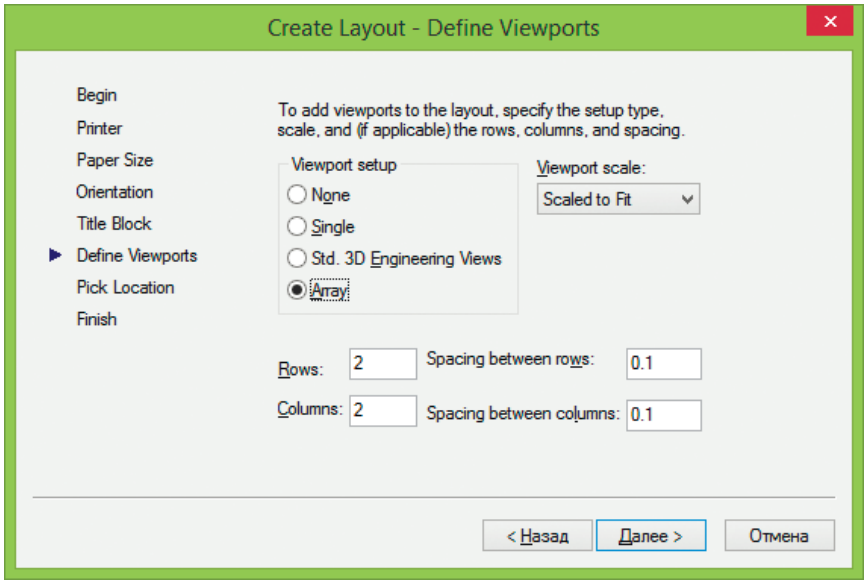


Рис. 15.8. Диалоговое окно Мастера компоновки листа, видовые экраны

- **Pick Location** – указание положения видовых экранов (рис. 15.9). При нажатии кнопки **Select location <** Мастер предложит указать на листе угловые точки области, занимаемой видовыми экранами.
- **Finish** – завершение создания листа.

Созданный лист можно редактировать: перемещать видовые экраны, строить дополнительные объекты и изменять параметры листа, используя падающее меню **File → Page Setup Manager...**.

Работа с листами

После того как пользователь завершил создание модели, он обычно переходит в закладку **Layout** и начинает компоновать лист чертежа. При первом обращении к листу на нем создается один видовой экран; изображение листа с тенью и выпол-

ненный штриховыми линиями прямоугольник символизируют текущий формат листа и границы области его печати.

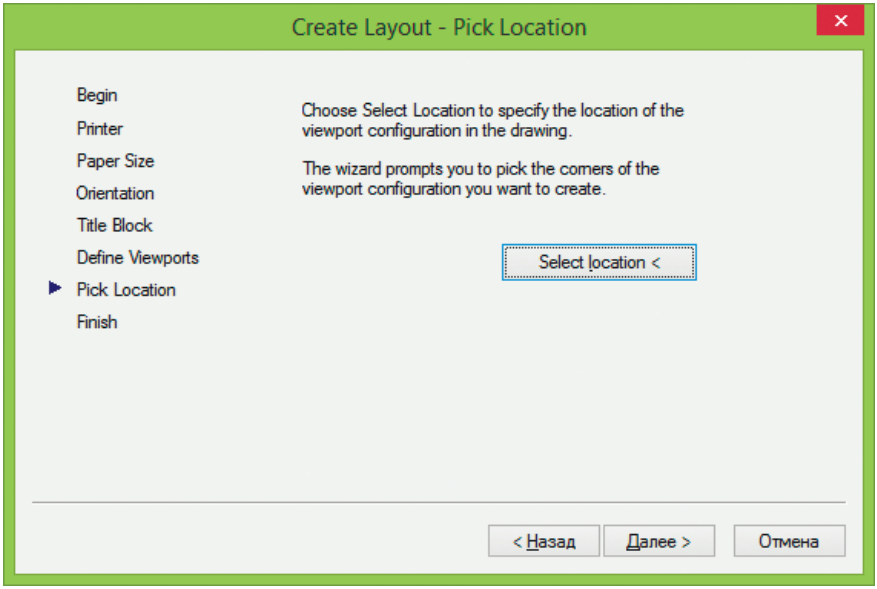


Рис. 15.9. Диалоговое окно Мастера компоновки листа, положение

Диспетчер наборов параметров листов **Page Setup Manager**, содержащий сведения о выделенном наборе параметров, открывается при первом обращении к листу, либо из контекстного меню, которое вызывается щелчком правой кнопки мыши на закладке **Layout** (рис. 15.10). Диспетчер наборов параметров листов предлагает настроить следующие параметры (рис. 15.11):

- **Device name:** – имя устройства;
- **Plotter:** – плоттер;
- **Plot size:** – формат печати;
- **Where:** – подключение;
- **Description:** – пояснение;
- **Display when creating a new layout** – установка данного параметра обеспечивает открытие Диспетчера наборов параметров листов **Page Setup** при создании нового листа.

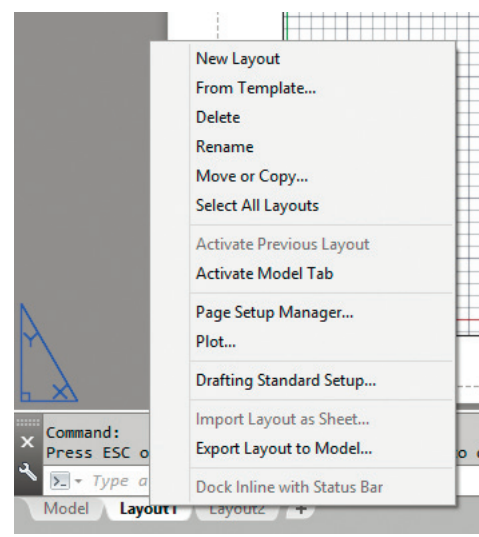


Рис. 15.10. Контекстное меню закладки Layout

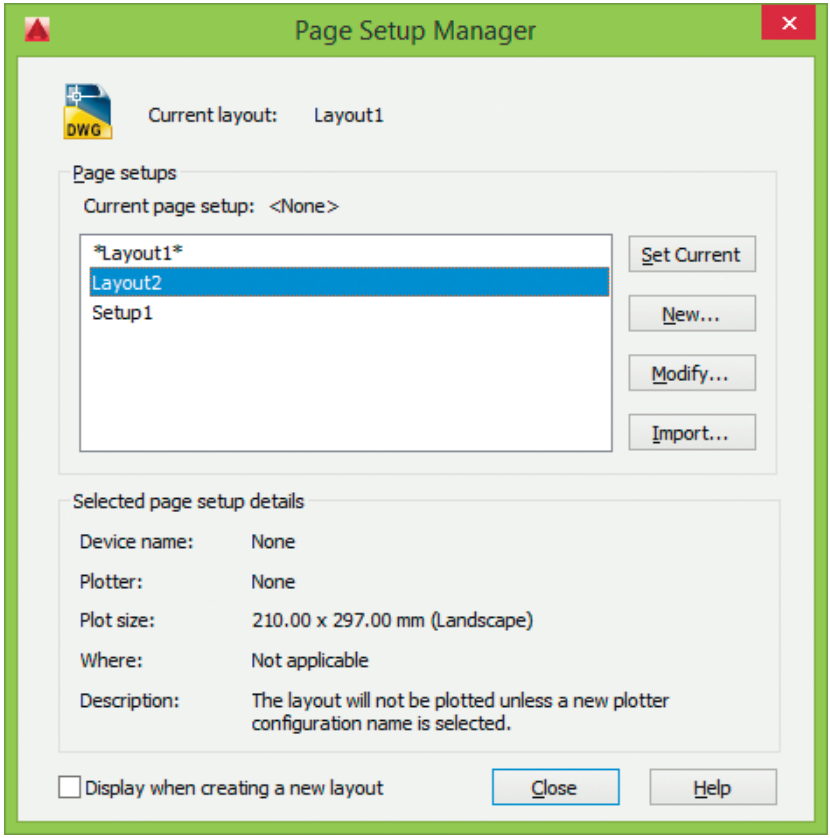


Рис. 15.11. Диспетчер параметров листа

Для того чтобы отредактировать параметры листа, следует в диалоговом окне **Page Setup Manager** щелкнуть на кнопке **Modify...**, при этом загружается диалоговое окно **Page Setup** (рис. 15.12):

- В области **Page setup** – сообщается имя набора параметров листа. Значок DWG справа означает, что диалоговое окно **Page Setup** открыто из листа. Значок выглядит иначе, если это диалоговое окно открыто из Диспетчера подшивок.
- В области **Printer/plotter** определяются параметры сконфигурированного устройства печати для использования при распечатке (публикации) листов чертежа или подшивки:
  - **Name:** – список доступных PC3-файлов или системных устройств печати, выбираемых для вывода на печать (публикаций) текущего листа чертежа или подшивки. Значок спереди имени устройства обозначает его в качестве PC3-файла или системного принтера;

- кнопка **Properties** – загружает редактор параметров плоттера **Plotter Configuration Editor**, в котором можно просмотреть или изменить текущую конфигурацию плоттера, задать параметры портов, устройства и носителя;

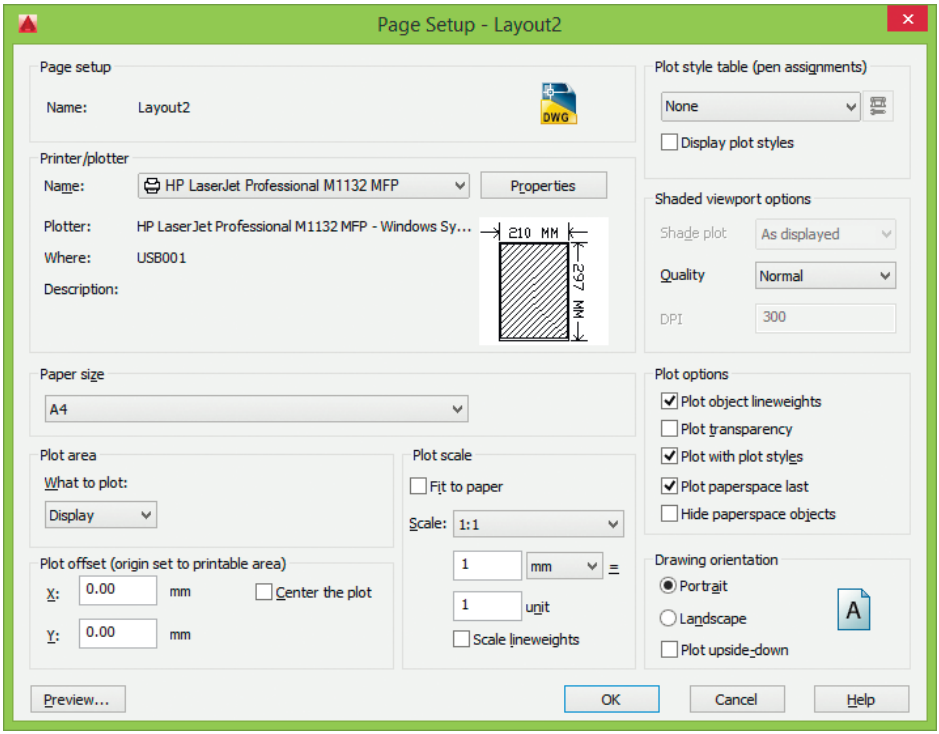


Рис. 15.12. Диалоговое окно определения параметров листа

- **Plotter:** – отображает устройство печати, указанного в выбранном на текущий момент наборе параметров листа;
- **Where:** – физическое размещение выбранного устройства печати для текущего набора параметров листа;
- **Description:** – текстовое пояснение к устройству вывода, указанному в выбранном на текущий момент наборе параметров листа. Для редактирования пояснения применяется редактор параметров плоттера **Plotter Configuration Editor**;
- на образце показано точное отображение действительной области печати, соотносимое с форматом бумаги и печатаемой областью. Там же подписаны размеры формата листа и обозначена область печати.

❑ В области **Paper size** приведен список стандартных форматов, разрешенных для применения в выбранном устройстве печати. Если плоттер еще не

выбран, в списке перечислены все поддерживаемые форматы листов. Область печати, определенная в соответствии с типом печатающего устройства и форматом листа, выделяется в листе штриховой линией. При выводе в растровый формат (например, в BMP- или TIFF-файл) размеры чертежа отображаются не в дюймах/миллиметрах, а в пикселях.

- В области **Plot area** определяется выводимая на печать часть чертежа:
  - **What to plot**: – выбор части чертежа, которая будет напечатана: **Display** – экран; **Extens** – границы; **Layout** – лист; **Window** – рамка.
- В области **Plot offset (origin set to printable area)** определяется смещение области печати относительно левого нижнего угла печатаемой страницы или края бумаги, в зависимости от установки параметра **Specify plot offset relative to** диалогового окна **Options**, вкладка **Plot and Publish**:
  - **X:** – указывается начальная точка чертежа в направлении *X* по отношению к точке, определяемой текущим значением параметра отсчета смещения чертежа **Specify plot offset relative to** диалогового окна **Options**, вкладка **Plot and Publish**;
  - **Y:** – указывается начальная точка чертежа в направлении *Y* по отношению к точке, определяемой текущим значением параметра отсчета смещения чертежа **Specify plot offset relative to** диалогового окна **Options**, вкладка **Plot and Publish**;
  - **Center the plot** – центрирование, то есть автоматическое определение смещений по *X* и *Y* так, чтобы чертеж оказался на бумаге в центре. Данный параметр не доступен, если в качестве области печати выбран **Layout**.
- В области **Plot scale** – устанавливается масштаб единиц чертежа, выводимых на печать. По умолчанию для листа **Layout** устанавливается масштаб 1:1. Для закладки **Model** – значение масштаба **Fit to paper**:
  - **Fit to paper** – масштаб соответствует чертежу, вписанному в выбранный размер бумаги. В полях **Scale:**, **inches =** и **unit** отображается пользовательский масштабный коэффициент;
  - **Scale:** – точное значение масштаба печати. **Custom** является нестандартным пользовательским масштабом. Он задается путем ввода количества дюймов (или миллиметров), приравниваемого к числу единиц чертежа;
  - **inches=/mm=/picsel=** – определяет количество дюймов, миллиметров или пикселов, приравниваемое к указанному числу единиц чертежа;
  - **unit** – определяет соответствие единиц чертежа установленному числу единиц чертежа в дюймах, миллиметрах или пикселах;
  - **Scale lineweights** – масштабирование весов линий пропорционально масштабу печати. Веса линий, как правило, обозначают ширину линий объектов чертежа, и печать для них выполняется с шириной линий, не зависимой от масштаба печати.

- В области **Plot style table (pen assignments)** устанавливается текущая таблица стилей печати (назначение перьев), редактируются имеющиеся и создаются новые таблицы стилей печати:
  - в списке без маркировки приведена таблица стилей печати, назначенная текущей закладке **Model** или закладке листа **Layout**, и список доступных на текущий момент таблиц стилей печати. Если выбрать **New...**, то вызывается Мастер стилей печати, в котором можно создать новую таблицу стилей печати. Вид Мастера определяется типом стилей печати, используемых в текущем чертеже (цветозависимые или именованные);
  - **Display plot styles** – определяет, отображаются ли на экране свойства стилей печати, назначенных объектам;
  - кнопка **Edit...** – загружает Редактор таблиц стилей печати **Plot Style Table Editor**, где производятся просмотр и редактирование стилей, входящих в назначенную таблицу стилей печати:
    - ◊ вкладка **General** (рис. 15.13) содержит общие сведения об имени и пояснениях к файлу таблицы стилей печати, а также информацию о нем: количество стилей, путь, версию, информацию о совместимости для импорта старых чертежей. С помощью параметра **Apply global scale factor to non-ISO linetypes** можно применить глобальный масштаб к типам линий, не относящимся к ISO;
    - ◊ вкладки **Table View** и **Form View** (рис. 15.14, 15.15) – содержат все существующие в таблице стили и их параметры;
    - ◊ **Name** – имя. Имена стилей в таблицах именованных стилей печати разрешено менять. Имена цветозависимых стилей печати тесно связаны с цветами объектов и не подлежат изменению. Программа поддерживает имена стилей, содержащие до 255 символов;
    - ◊ **Description** – текстовое пояснение к стилю печати;
    - ◊ **Color** – цвет, которым печатается объект;
    - ◊ **Enable dithering** – разрешение размывания, которое используется в плоттерах для имитации составных цветов путем пространственного комбинирования точек, имеющих стандартные цвета AutoCAD (то есть цвета чернил картриджей). Если плоттер не поддерживает размывания, параметр игнорируется. Его отключение может потребоваться для того, чтобы избежать появления псевдоштриховых линий из-за размывания тонких векторов. Кроме того, отключение размывания делает более четкими матовые цвета. Если размывание отключено, программа использует ближайшие по значению стандартные цвета;
    - ◊ **Convert to grayscale** – печатать оттенками серого (при условии, что плоттер поддерживает печать оттенками серого). Если этот параметр отключен, для печати цветов объекта используются значения модели RGB;

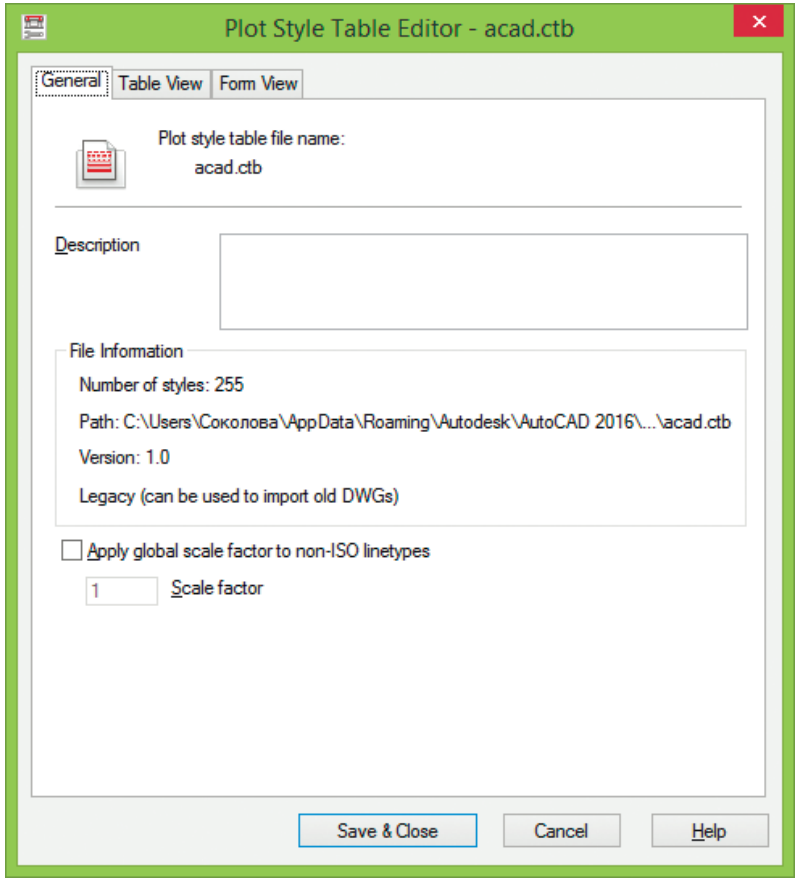


Рис. 15.13. Редактор таблиц стилей печати, вкладка общих сведений

- **Use assigned pen #** – номер назначенного пера, которым вычерчиваются объекты, использующие данный стиль печати. Применим только для перьевых плоттеров. Допустимые значения находятся в интервале от 1 до 32. Изменение номера пера невозможно в случае, если цвет в стиле печати имеет значение **Use object color**, а также для цветозависимых стилей печати. В этих случаях в поле номера всегда стоит значение **Automatic**;
- **Virtual pen #** – номер виртуального пера в диапазоне от 1 до 255. Многие неперьевые плоттеры могут эмулировать работу перьевых с помощью виртуальных перьев. В большинстве случаев программирование толщины перьев, образцов заполнения, стилей концов линий и соединений, цветов и интенсивности выполняется с передней панели устройства;

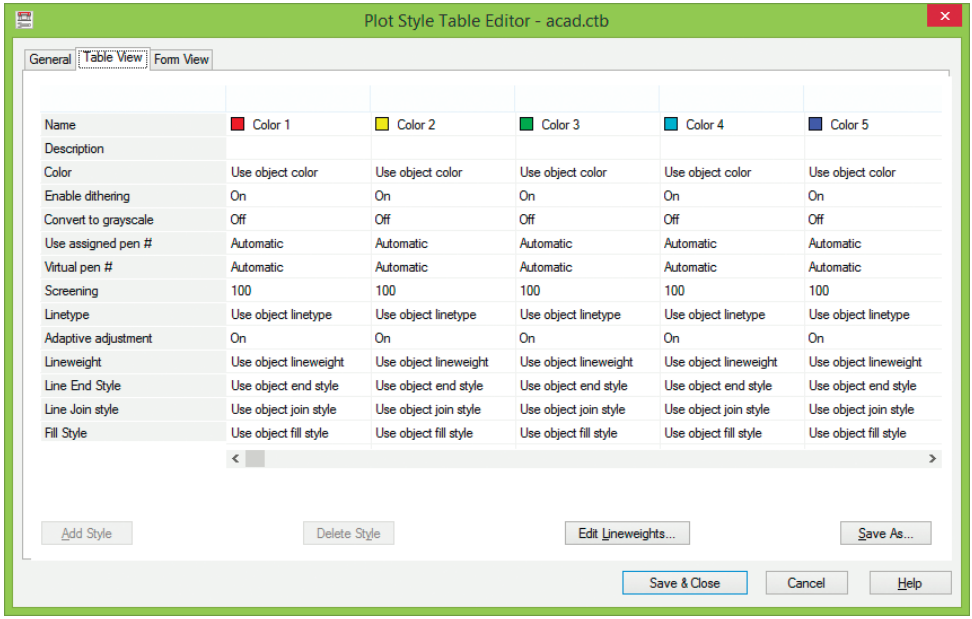


Рис. 15.14. Редактор таблиц стилей печати, вкладка таблицы

- **Screening** – интенсивность. Допустимый диапазон значений – от 0 до 100. Значение 0 соответствует выводу белым цветом, а значение 100 – полной интенсивности. Управление интенсивностью вывода возможно только при активной настройке **Enable dithering**;
- **Linetype** – список с описаниями и образцами всех доступных типов линий;
- **Adaptive adjustment** – подстройка масштаба регулирует масштаб типа линий так, чтобы в каждом объекте укладывалось целое число элементарных образцов. Если он отключен, элементарные образцы могут обрываться в линиях на середине. Параметр необходимо отключать, если приоритет имеет соблюдение точного масштаба. Включение параметра означает, что масштабы типов линий будут разными, но за счет этого будет достигнута корректность отображения объектов, выполненных штриховыми и пунктирными линиями;
- **Lineweight** – список образцов и численных значений доступных весов линий. Значения в списке выражены в миллиметрах;
- **Line End Style** – стиль окончания линий может быть одним из следующих: **Butt** – срез, **Square** – квадрат, **Round** – полукруг и **Diamond** – треугольник;
- **Line Join style** – стиль соединения линий может быть одним из следующих: **Miter** – угол, **bevel** – скос, **Round** –дуга и **Diamond** – треугольник;

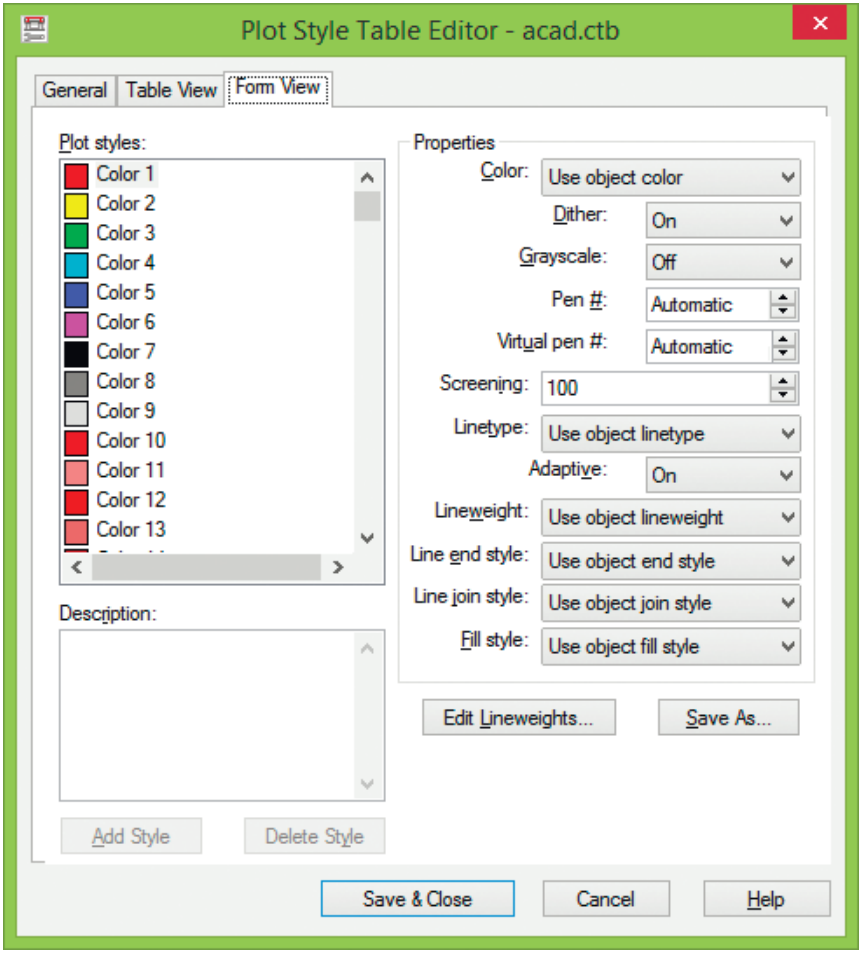


Рис. 15.15. Редактор таблиц стилей печати, вкладка карточки

- **Fill Style** – стиль заполнения может быть одним из следующих: **Solid** – сплошное, **Checkerboard** – решетка, **Crosshatch** – штриховка, **Diamonds** – шахматы, **Horizontal Bars** – горизонтальные полосы, **Slant Left** – наклонные влево, **Slant Right** – наклонные вправо, **Square Dots** – квадраты и **Vertical Bars** – вертикальные полосы;
- кнопка **Add Style** используется для добавления стиля в таблицу именованных стилей печати;
- кнопка **Delete Style** используется для удаления выбранного стиля из таблицы стилей печати;
- кнопка **Edit Lineweights...** загружает диалоговое окно редактирования весов линий **Edit Lineweights**.

- В области **Shaded viewport options** задается способ вывода на печать раскрашенных и тонированных видовых экранов и определяются их уровни разрешения и количество точек на дюйм (т/дюйм):
  - **Shade plot** – способ вывода видов на печать. Чтобы задать этот параметр для видового экрана во вкладке листа, нужно выбрать видовой экран, а затем из падающего меню **Tools → Properties**. Для видового экрана на вкладке **Model** возможны следующие варианты:
    - ◊ **As displayed** – объекты выводятся на печать так же, как они выглядят на экране;
    - ◊ **Wireframe** – на печать выводятся только контуры объектов, независимо от того, как они выглядят на экране;
    - ◊ **Hidden** – скрытые линии на печать не выводятся, независимо от того, видны ли они на экране;
    - ◊ **3D Hidden** – объекты печатаются с применением визуального стиля **3D Hidden** независимо от способа отображения объектов на экране;
    - ◊ **3D Wireframe** – объекты печатаются с применением визуального стиля **3D Wireframe** независимо от способа отображения объектов на экране;
    - ◊ **Conceptual** – объекты печатаются с применением концептуального визуального стиля независимо от способа отображения объектов на экране;
    - ◊ **Realistic** – объекты печатаются с применением реалистичного визуального стиля независимо от способа отображения объектов на экране;
    - ◊ **Rendered** – выполняется печать объектов с тонированием независимо от того, как они выглядят на экране;
    - ◊ **Draft** – выполняется печать объектов в черновом варианте;
    - ◊ **Low** – выполняется печать объектов с низким разрешением;
    - ◊ **Medium** – выполняется печать объектов со средним разрешением;
    - ◊ **High** – выполняется печать объектов высокого качества;
    - ◊ **Presentation** – выполняется презентационная печать объектов;
  - **Quality** – задание качества разрешения для печати раскрашенных и тонированных видовых экранов. Для видового экрана возможны следующие варианты:
    - ◊ **Draft** – тонированные и раскрашенные виды пространства модели печатаются в черновом каркасном режиме;
    - ◊ **Preview** – тонированные и раскрашенные виды пространства модели печатаются в режиме просмотра с разрешением 1/4 от текущего разрешения устройства печати, максимум 150 т/дюйм;
    - ◊ **Normal** – тонированные и раскрашенные виды пространства модели печатаются с нормальным разрешением 1/2 от текущего разрешения устройства печати, максимум 300 т/дюйм;
    - ◊ **Presentation** – тонированные и раскрашенные виды пространства модели печатаются с презентационным текущим разрешением устройства печати, максимум 600 т/дюйм;

- ◊ **Maximum** – тонированные и раскрашенные виды пространства модели печатаются с текущим разрешением устройства печати без установки максимального ограничения;
- ◊ **Custom** – тонированные и раскрашенные виды пространства модели печатаются с пользовательским разрешением, которое задается в поле **DPI** и не может быть больше текущего разрешения устройства печати;

- **DPI** – задание разрешения (т/дюйм) для печати раскрашенных и тонированных видов. Задаваемое пользователем разрешение не может быть больше текущего разрешения устройства печати. Данное поле доступно для редактирования, только если в списке **Quality** выбрано **Custom**.

❑ В области **Plot options** устанавливаются параметры печати:

- **Plot object lineweights** – определяет, учитываются ли при печати веса линий, назначенные объектам и слоям. Данный параметр недоступен, если выбран параметр **Plot with plot styles**;
- **Plot transparency** – устанавливает прозрачность при печати:
- **Plot with plot styles** – определяет, учитываются ли при печати стили печати, применяемые к объектам и слоям. При выборе данного варианта автоматически активизируется также настройка **Plot object lineweights**;
- **Plot paperspace last** – печать объектов пространства модели в первую очередь, а объектов листа – последними;
- **Hide paperspace objects** – определяет, применяется ли скрытие к объектам на видовых экранах листа. Доступно только для вкладок-листов. Эффект от данной настройки проявляется в образце для предварительного просмотра, но не в листе.

❑ В области **Drawing orientation** – задание ориентации чертежа на листе для плоттеров, поддерживающих ее книжный и альбомный варианты:

- **Portrait** – чертеж ориентируется таким образом, что при печати верх страницы соответствует короткой стороне листа;
- **Landscape** – чертеж ориентируется таким образом, что при печати верх страницы соответствует длинной стороне листа;
- **Plot upside-down** – осуществляется поворот чертежа на 180°.

Значок указывает ориентацию выбранной бумаги и задает ориентацию чертежа на странице в виде, совпадающем с расположением букв на бумаге. Значение параметра ориентации чертежа хранится в системной переменной PLOTROTMODE.

❑ Кнопка **Preview...** предназначена для предварительного просмотра чертежа на экране в таком виде, в каком он появится на бумаге. Для выхода из режима предварительного просмотра необходимо нажать **Esc** или **Enter**.

Если не нужно, чтобы диалоговое окно **Page Setup Manager** открывалось при начале работы с каждым новым листом, следует убрать флажок **Show Page Setup Manager for new layouts** на вкладке **Display** диалогового окна **Options**. Для того чтобы

программа AutoCAD не создавала автоматически видовой экран на каждом новом листе, потребуется отключить там же функцию **Create viewport in new layouts**.

Имеющиеся в рисунке листы можно удалять, переименовывать, переставлять местами и копировать. Для этого достаточно щелкнуть правой кнопкой мыши на ярлыке листа, а затем выбрать нужный пункт из контекстного меню.

Если присвоить имя набору параметров, установленных для листа, и сохранить этот набор, его разрешается впоследствии применять к другим листам. Используя для листа различные наборы параметров, можно выводить его на печать в разных вариантах, не затрачивая на это значительных усилий.

Вставка листа с помощью Центра управления AutoCAD

Центр управления AutoCAD DesignCenter позволяет перетаскивать в текущий рисунок листы вместе с находящимися на них геометрическими объектами. Существует несколько способов вставки листов с помощью Центра управления:

- выбрать значок листа на палитре Центра управления AutoCAD и перетащить его на новый лист;
- выбрать значок листа на палитре Центра управления AutoCAD, щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать пункт **Copy** из контекстного меню, а затем из падающего меню **Edit → Paste**;
- дважды щелкнуть на значке листа на палитре Центра управления.

Физически процесс вставки листа с помощью Центра управления AutoCAD сводится к созданию в рисунке нового листа, на который копируются все геометрические объекты, символьные таблицы и описания блоков из исходного. Для того чтобы удалить из созданного листа ненужные элементы символьных таблиц и описания блоков, следует применить команду **PURGE**.

Видовые экраны

Видовой экран (viewport) представляет собой участок графического экрана, где отображается некоторая часть пространства модели рисунка.

Существуют два типа видовых экранов – неперекрывающиеся и перекрывающиеся (рис. 15.16). *Неперекрывающиеся* видовые экраны располагаются на экране монитора подобно кафельным плиткам на стене. Они полностью заполняют графическую зону и не могут накладываться друг на друга. На плоттер неперекрывающиеся видовые экраны выводятся только поодиночке. *Перекрывающиеся* видовые экраны подобны прямоугольным окнам, которые располагаются на экране и перемещаются по нему произвольным образом. Эти видовые экраны могут накладываться друг на друга и вычерчиваться одновременно.

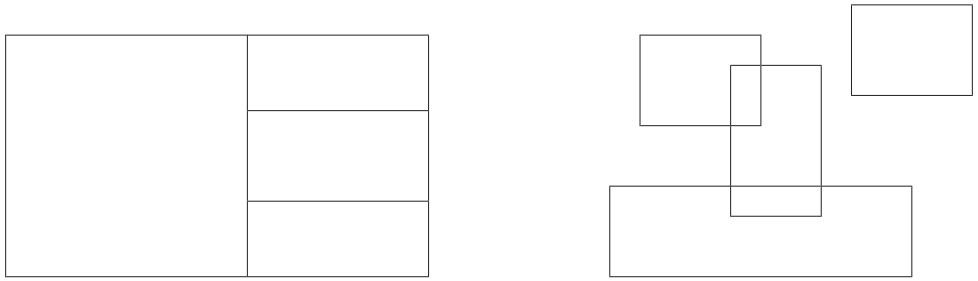


Рис. 15.16. Примеры неперекрывающихся и перекрывающихся видовых экранов

Именованные виды

С целью последующего использования виды можно сохранять под уникальными именами. Допускается сохранение видового экрана целиком или только какой-либо его части. Виды пространства модели и пространства листа сохраняются отдельно. Если использовано несколько видовых экранов, то восстанавливается вид на активном видовом экране. Восстанавливая различные виды на разных видовых экранах, можно одновременно получить несколько видов одной и той же модели. При этом восстанавливаются следующие характеристики:

- центральная точка;
- направление взгляда;
- коэффициент зуммирования;
- перспектива (фокусное расстояние).

Кроме того, может быть восстановлена текущая ПСК, если она была сохранена с видом.

AutoCAD позволяет строить по методу прямоугольного проецирования шесть основных видов, соответствующих принятым в чертежной практике направлениям взгляда. Эти виды широко используются для изображения трехмерных предметов.

В пространстве модели можно сохранять вид только на одном видовом экране. При восстановлении сохраненный вид замещает ранее находившийся на выбранном видовом экране.

В пространстве листа сохраненный вид может содержать сразу несколько видовых экранов. В этом случае восстанавливается весь вид пространства листа с учетом положений модели и масштабных коэффициентов для каждого видового экрана.



Настройка отображения любого видового экрана, а также пространства листа сохраняется под уникальным именем и затем восстанавливается с помощью команды **VIEW**, которая вызывает диалоговое окно

управления видами **View Manager** – см. рис. 15.17. Это же диалоговое окно можно открыть из падающего меню **View → Named Views...**.

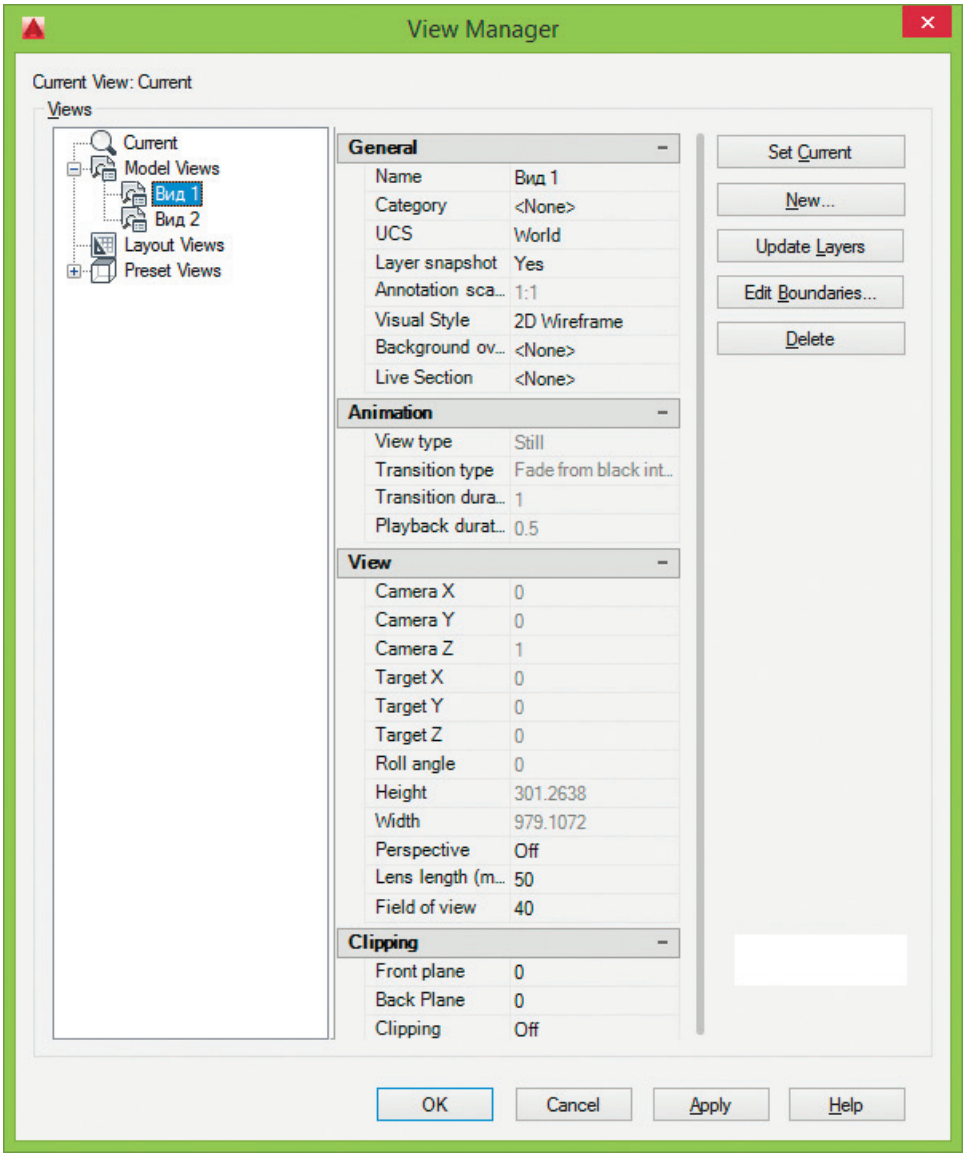


Рис. 15.17. Диалоговое окно управления видами

Для создания вида необходимо нажать кнопку **New...** и в появившемся диалоговом окне **New View**, показанном на рис. 15.18, назначить следующие параметры.

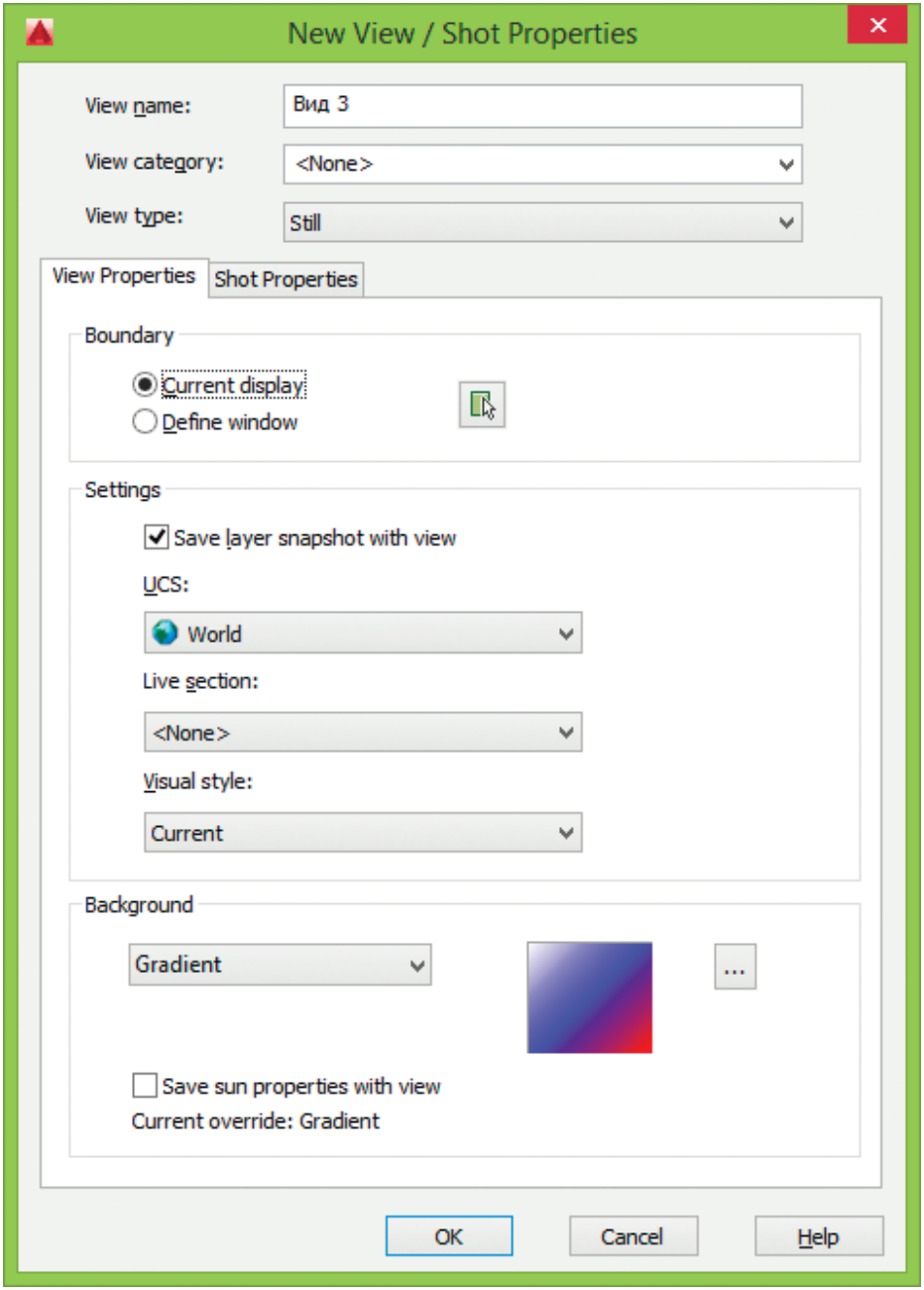


Рис. 15.18. Диалоговое окно определения нового вида

- В текстовом поле **View Name:** указать имя вида.
- В текстовом поле **View category:** указывается категория для именованного вида. Необходимо выбрать категорию из выпадающего списка, ввести имя новой категории или оставить это поле пустым.
- В области **Boundary** – определить границы:
  - **Current display** – в качестве границ для создаваемого вида использовать границы текущего экрана;
  - **Define window** – в качестве границ нового вида используется окно, определяемое в области рисования с помощью рамки по двум противоположным углам;
  - кнопка **Define view window** позволяет задать границы нового вида с помощью мыши.
- В области **Settings** определить следующие параметры:
  - **Save layer snapshot with view** – сохранить настройки видимости текущего слоя вместе с создаваемым видом;
  - **UCS:** – для сохранения с новым видом указывается ПСК для вида модели и вида на листе;
  - **Live section:** – для видов моделей указывается псевдосечение, применяемое при восстановлении вида;
  - **Visual style:** – указывается визуальный стиль для видов моделей:
    - ◊ **None** – нет;
    - ◊ **Current** – текущий;
    - ◊ **2D Wreframe** – двухмерный каркас;
    - ◊ **3D Hidden** – трехмерный скрытый;
    - ◊ **3D Wreframe** – трехмерный каркас;
    - ◊ **Conceptual** – концептуальный;
    - ◊ **Realistic** – скрытый.
- В области **Background** определяется фон для видов моделей, значение визуального стиля которых отлично от **2D Wreframe**:
  - список предназначен для переопределения стандартного фона и загрузки диалогового окна **Background** (рис. 15.19), параметры которого несколько отличаются в зависимости от выбранного типа:
    - ◊ **Type:** – тип фона: **Solid** – тело; **Gradient** – градиент; **Image** – изображение;
    - ◊ **Gradient options** – параметры градиента: **Three color** – три цвета; **Top color:** – верхний цвет; **Middle color:** – средний цвет; **Bottom color:** – нижний цвет; **Rotation:** – угол поворота;
    - ◊ **Preview** – окно просмотра;
  - **Current override:** – отображение типа переопределения текущего фона, если он задан.
- Кнопка **...** – если выбран параметр **Override default background**, то открывается диалоговое окно **Background**, в котором можно изменить выбор текущего фона.

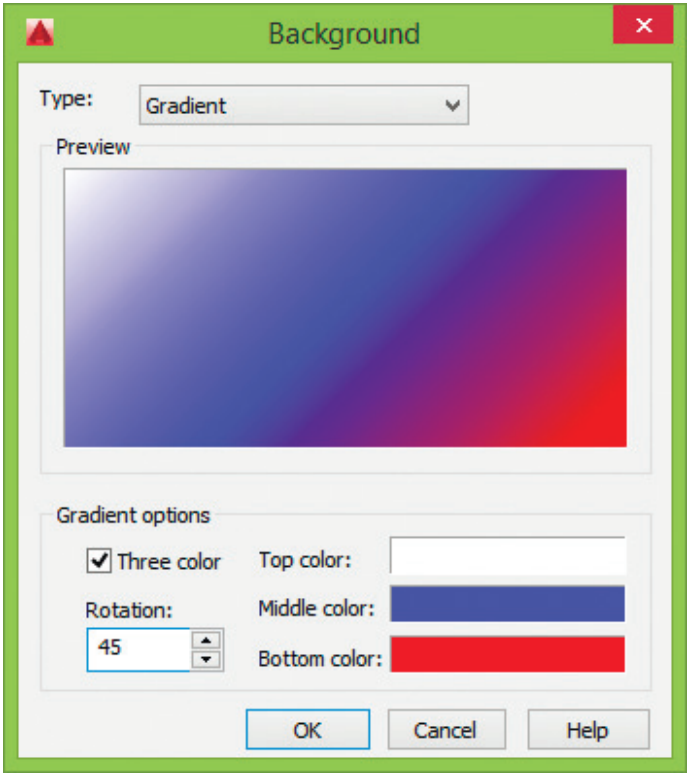


Рис. 15.19. Диалоговое окно переопределения стандартного фона

Неперекрывающиеся видовые экраны

Графическую область в пространстве модели можно разбить на несколько неперекрывающихся видовых экранов, а в пространстве листа создать перекрывающиеся (плавающие) видовые экраны.

Обычно работа с новым рисунком в пространстве модели вначале производится на одном видовом экране, занимающем всю графическую область. Этот видовой экран можно разделить на несколько, выводя на них одновременно различные виды: например, на одном – общий вид, а на другом – вид какого-либо элемента. При этом удобно наблюдать, как редактирование данного элемента отражается на рисунке в целом.

На неперекрывающихся видовых экранах допускается:

- производить панорамирование и зуммирование, настраивать режимы сетки, шаговой привязки и изображения пиктограммы ПСК;
- задавать систему координат и восстанавливать виды для каждого отдельного видового экрана;

- переключаться с одного видового экрана на другой в ходе выполнения команд рисования;
- сохранять именованную конфигурацию видовых экранов в пространстве модели или применять ее в пространстве листа.

При работе с трехмерными моделями обычно требуется назначение различных систем координат для отдельных видовых экранов. Можно также задать системную переменную `UCSVP` такой, чтобы ПСК в данном видовом экране совпадала с ПСК текущего видового экрана.

В процессе рисования все изменения, производимые на одном из видовых экранов, немедленно отражаются на остальных. Переключение с одного видового экрана на другой можно производить в любой момент, даже в ходе выполнения команды.

Создание нескольких видовых экранов

Конфигурации неперекрывающихся видовых экранов могут быть различными. Возможности размещения видовых экранов зависят от их количества и размеров.



Когда системная переменная `TILEMODE` установлена в `1`, для создания видовых экранов и манипулирования ими используется команда **VPORTS**, открывающая диалоговое окно **Viewports**. С помощью этой команды графический экран разделяется на несколько неперекрывающихся частей, каждая из которых может содержать отдельный вид рисунка. Команда **VPORTS** вызывается из падающего меню **View** → **Viewports** → **New Viewports...** либо щелчком на пиктограмме **Viewports Configuration** в группе **Model Viewports** ленты **View** в рабочем пространстве **Drafting & Annotation** (рис. 15.20, 15.21).

Плавающие видовые экраны

Когда пользователь впервые переключается в пространство листа, графический экран пуст и представляет собой «чистый лист», где будет компоноваться чертеж. В пространстве листа создаются перекрывающиеся (плавающие) видовые экраны, содержащие различные виды модели. Здесь эти видовые экраны рассматриваются как отдельные объекты, которые можно перемещать и масштабировать, чтобы подходящим образом расположить их на листе чертежа. В отличие от неперекрывающихся видовых экранов, нет ограничений, разрешающих вывод на плоттер только одного вида пространства модели. Допускается вычерчивать на бумаге любую комбинацию плавающих видовых экранов. Кроме того, различного рода объекты (например, основную надпись или примечания) можно создавать и непосредственно в пространстве листа, не затрагивая модели.

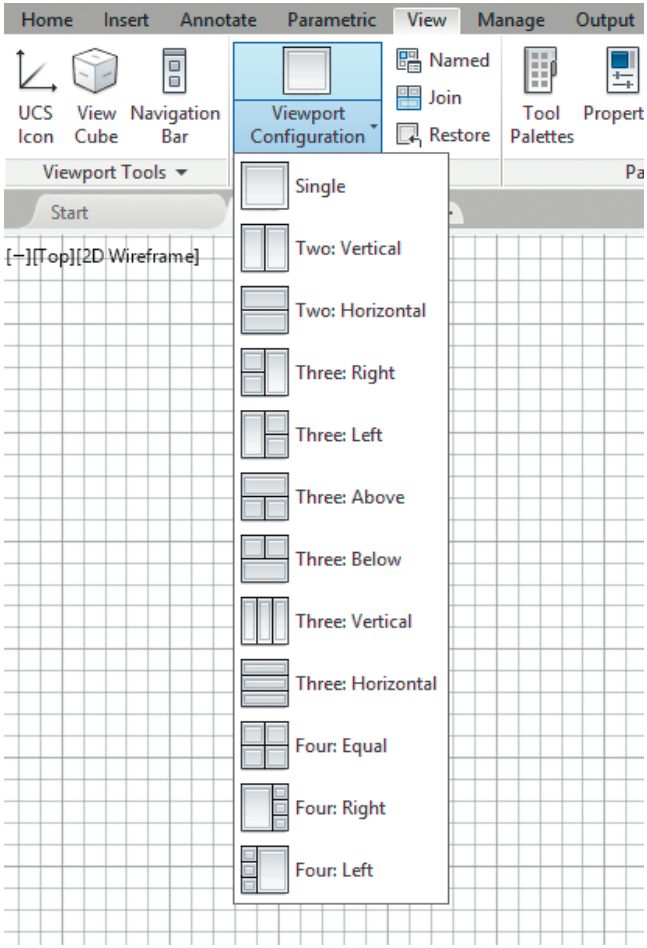


Рис. 15.20. Инструменты создания видовых экранов

Поскольку плавающие видовые экраны трактуются как самостоятельные объекты, редактировать модель в пространстве листа нельзя. Для получения доступа к ней на плавающем видовом экране необходимо переключиться из пространства листа в пространство модели. Редактирование при этом производится в пределах одного из плавающих видовых экранов. На рисунке определить, какой из видовых экранов является текущим, можно по находящемуся внутри него перекрестью. Кроме того, о работе в пространстве модели говорит соответствующая форма пиктограммы ПСК. В результате появляется возможность при работе с моделью видеть и скомпонованный лист.

Как указывалось выше, пространство модели можно увидеть из пространства листа через окна видовых экранов. Видовые экраны в пространстве листа – это

прямоугольники, где отображаются определенные части и виды модели, сформированной в пространстве модели.

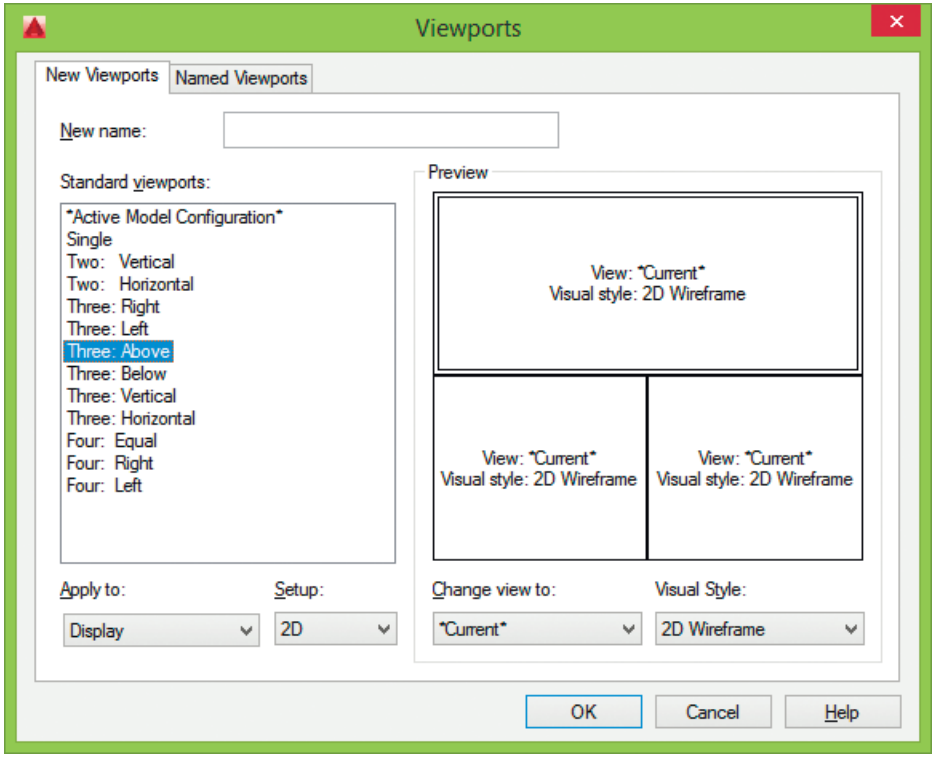


Рис. 15.21. Диалоговое окно создания видовых экранов

Возможности редактирования и смены вида плавающих видовых экранов почти те же, что и неперекрывающихся. Однако в первом случае имеется больше средств управления отдельными видами. Например, на некоторых видовых экранах можно заморозить либо отключить отдельные слои без воздействия на другие экраны. Кроме того, предусмотрены включение и отключение тех или иных видовых экранов. Есть возможность выравнивать вид на одном видовом экране относительно вида в другом, а также масштабировать виды относительно масштаба листа в целом.

Плавающие видовые экраны создаются и управляются командой `MVIEW`. Некоторые стандартные конфигурации (включая стандартную конструкторскую с различными видами на каждом видовом экране) вызываются с помощью команды `MVSETUP`.

Вновь создаваемые плавающие видовые экраны можно расположить в любом месте области рисунка. Как и в случае с неперекрывающимися видовыми экранами, для них допустим выбор одной из стандартных конфигураций.

После указания количества создаваемых видовых экранов задаются границы области, которую эти экраны покрывают. Хотя плавающие видовые экраны формируются одновременно, они представляют собой отдельные объекты, которые при необходимости можно перемещать, стирать, изменять их размеры.

После создания плавающих видовых экранов, изменяя их положение и характеристики, легко добиться требуемой конфигурации видов. Видовые экраны разрешено копировать, перемещать, растягивать, масштабировать и стирать с помощью стандартных команд, а также большинства режимов редактирования с использованием ручек. Кроме того, к ним применимы режимы объектной привязки. Редактирование видовых экранов ведется в пространстве листа; при этом отображение их границ должно быть включено.

При масштабировании вида на видовом экране иногда требуется изменение его размеров. Масштабирование и растягивание границы видового экрана не влияет на находящийся в нем вид.

Перемещая границы видового экрана, можно «подрезать» вид так, чтобы отображалась только требуемая часть рисунка.

При создании плавающих видовых экранов существуют разные подходы к их размещению на листе. В некоторых случаях создают всего один видовой экран, занимающий весь лист, в других же пользуются более сложными конфигурациями.

Созданная на листе конфигурация плавающих видовых экранов не может быть сохранена под определенным именем. Такая операция допустима только для неперекрывающихся видовых экранов пространства модели.

Поскольку видовые экраны являются объектами AutoCAD, у них имеются все свойства, присущие объектам: цвет, слой, тип и вес линии, масштаб типа линии, стиль печати. Вес и тип линии отображаются только для видовых экранов произвольной формы; для прямоугольных же эти параметры игнорируются. Для изменения свойств видового экрана необходимо его выбрать, а затем загрузить палитру **Properties** из падающего меню **Tools → Properties**.

Масштабирование и растягивание границы плавающего видового экрана не влияют на масштаб находящегося на нем вида. Для согласования масштабов всех видов можно воспользоваться масштабированием относительно единиц пространства листа – это обеспечивает корректность всех масштабов при выводе рисунка на плоттер.

Когда работа ведется в пространстве листа, масштабный коэффициент выражает отношение размера изображения на листе к действительному размеру модели на видовом экране. Листы, как правило, выводятся на печать в масштабе 1:1. Для определения величины коэффициента нужно разделить единицу длины пространства листа на единицу длины пространства модели. Например, чтобы вывести чертеж в масштабе 1:4, в качестве коэффициента следует указать отношение одной единицы пространства листа к четырем единицам пространства модели. Для изменения масштаба вычерчивания видового экрана можно воспользоваться палитрой свойств объектов **Properties** или панелью **Viewports**.

Видовые экраны произвольной формы

Удобными представляются возможность создания в пространстве листа непрямоугольных видовых экранов и связывание с видовыми экранами контуров подрезки, благодаря которым их видимая форма может быть любой.

При создании видового экрана произвольной формы обычному видовому экрану ставится в соответствие подрезающий контур – полилиния, окружность, область, сплайн или эллипс. Ассоциативная связь между этими объектами действует, пока они оба существуют в рисунке.

Допускается модификация уже имеющихся видовых экранов путем переопределения их границ. В качестве новой границы при переопределении можно задать замкнутую полилинию, окружность, сплайн, эллипс, область или дуговой сегмент.

Для создания видовых экранов предназначены два ключа команды **VPORTS** – `Object` и `Polygonal`.

Ключи команды **VPORTS**:

-  `Object` – позволяет преобразовать в видовой экран объект, построенный в пространстве листа. Вызов команды осуществляется из падающего меню **View → Viewports → Object**. При этом команда **VPORTS** выдает следующие запросы:

  `Specify corner of viewport or [ON/OFF/Fit/Shadeplot/Lock/Object/Polygonal/Restore/2/3/4] <Fit>: _o` – переход в режим преобразования видового экрана в объект

  `Select object to clip viewport:` – выбрать объект для подрезки видового экрана

Если выбирается полилиния, она должна быть замкнутой и иметь не менее трех вершин. Допускается наличие в ней сегментов любого типа (как линейных, так и дуговых), а также самопересечения. Полилиния связывается с вновь создаваемым видовым экраном; в результате получается видовой экран неправильной формы. Этот процесс происходит так: AutoCAD описывает прямоугольник вокруг выбранного объекта, создает на его основе прямоугольный видовой экран, а затем «подрезает» его этим объектом.

-  `Polygonal` – позволяет описать границу видового экрана путем указания точек-вершин. Последовательность запросов аналогична той, которая используется при построении полилиний. Вызов команды при этом осуществляется из падающего меню **View → Viewports → Polygonal Viewport**. При этом команда **VPORTS** выдает следующие запросы:

  `Specify corner of viewport or [ON/OFF/Fit/Shadeplot/Lock/Object/Polygonal/Restore/2/3/4] <Fit>: _p` – переход в режим посроения видового экрана в форме многоугольника

`Specify start point:` – указать начальную точку
`Specify next point or [Arc/Length/Undo]:` – указать следующую точку
`Specify next point or [Arc/Close/Length/Undo]:` – указать следующую точку
`Specify next point or [Arc/Close/Length/Undo]:`

Как и любые другие объекты, контуры подрезки можно редактировать с помощью ручек.



Выполните упражнения Vpr1–Vpr3 и тест 9 из раздела 5.

Глава 16

Построение каркасных моделей

Точка 450
Отрезок.....451
Трехмерные полилинии 451
Спираль 452

Создание трехмерных моделей – более трудоемкий процесс, чем построение их проекций на плоскости, но при этом трехмерное моделирование обладает рядом преимуществ, среди которых:

- возможность рассмотрения модели из любой точки;
- автоматическая генерация основных и дополнительных видов на плоскости;
- построение сечений на плоскости;
- подавление скрытых линий, добавление источников освещения, назначение материалов и создание реалистичных сцен;
- проверка взаимодействий объектов, инженерный анализ и расчеты;
- перемещение по модели и создание анимации;
- экспорт модели в анимационные приложения;
- извлечение характеристик, необходимых для производства.

AutoCAD поддерживает следующие типы трехмерных моделей: каркасные, поверхности, сети и твердотельные. Каждый из них обладает определенными достоинствами и недостатками. Для моделей каждого типа существует своя технология создания и редактирования.

Поскольку перечисленным типам моделирования присущи собственные методы создания пространственных моделей и способы редактирования, не рекомендуется смешивать несколько типов в одном рисунке.

Каркасная модель представляет собой скелетное описание трехмерного объекта. Она не имеет граней и состоит только из точек, отрезков и кривых, описывающих ребра объекта. AutoCAD дает возможность создавать каркасные модели путем размещения плоских объектов в любом месте трехмерного пространства. Имеется несколько способов такого размещения:

- ввод значений трехмерных точек (с координатами x, y и z) в ходе построения объекта;
- указание плоскости построений (то есть плоскости XY) для рисования двумерного объекта путем установки пользовательской системы координат;
- перемещение и определение пространственной ориентации созданного ранее плоского объекта.

Кроме того, AutoCAD позволяет непосредственно строить некоторые виды трехмерных объектов типа каркасных моделей, например трехмерные полилинии и сплайны.

Поскольку каждый объект, составляющий такую модель, должен рисоваться и размещаться независимо от других, моделирование часто занимает очень много времени.

Ниже описаны трехмерные примитивы, используемые в каркасных моделях.

Точка

Команда **POINT**, формирующая примитив *точка*, вызывается из падающего меню **Draw** → **Point** или щелчком на пиктограмме **Multiple Point** в группе **Draw** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**. Трехмерная точка задается тремя координатами x, y, z.

Запросы команды **POINT**:

`Current point modes: PDMODE=0 PDSIZE=0.0000` – текущие режимы точек

`Specify a point:` – указать точку

Для указания точек на рисунке AutoCAD использует фиксированную декартову систему координат (рис. 16.1). Ось *X* определяет расстояния по горизонтали, ось *Y* – по вертикали, ось *Z* проходит под прямым углом к плоскости, образованной осями *X* и *Y* (то есть плоскости *XY*). Началом трехмерной системы координат считается точка с координатами (`0,0,0`).

Чтобы получить проекции точки на плоскостях проекций *XY*, *XZ*, *YZ*, достаточно приравнять к нулю одну из координат. Например, для получения проекции точки в плоскости *XY* нужно приравнять к нулю координату *Z*.

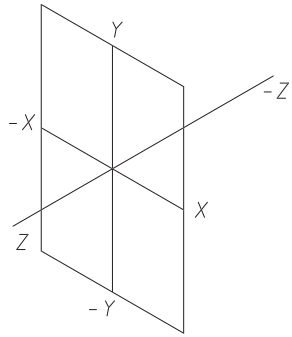


Рис. 16.1. Фиксированная декартова система координат

Отрезок



Команда **LINE**, формирующая *отрезок*, вызывается из падающего меню **Draw → Line** или щелчком на пиктограмме **Line** в группе **Draw** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **LINE**:

`Specify first point:` – указать первую точку отрезка

`Specify next point or [Undo]:` – указать следующую точку отрезка

`Specify next point or [Undo]:` – указать следующую точку отрезка

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

При выполнении этой команды необходимо указать оба конца отрезка, введя их трехмерные координаты *x*, *y*, *z*.

В момент перемещения к каждой следующей точке за перекрестьем тянется «резиновая нить», которая помогает отслеживать положение каждого следующего сегмента ломаной линии.

Трехмерные полилинии



Команда **3DPOLY**, которая формирует *трехмерные полилинии*, состоящие только из прямолинейных сегментов, вызывается из падающего меню **Draw → 3D Polyline** или щелчком на пиктограмме **3D Polyline** в группе **Draw** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **3DPOLY**:

`Specify start point of polyline:` – указать начальную точку полилинии

`Specify endpoint of line or [Undo]:` – указать конечную точку сегмента

`Specify endpoint of line or [Undo]:` – указать конечную точку сегмента

`Specify endpoint of line or [Close/Undo]:` – указать конечную точку сегмента или замкнуть линию

Ответом по умолчанию является точка. Далее можно ввести сколько угодно новых точек. Для отрисовки замыкающего сегмента, направленного к первой точке, необходимо ввести ключ `Close` или просто `C`, а для удаления последнего введенного сегмента и продолжения построения от предыдущей точки – `Undo` или `U`. Нажатие клавиши **Enter** завершает отрисовку трехмерной полилинии в последней введенной точке. Трехмерные полилинии можно редактировать с помощью команды **PEDIT**, а если требуется, выполнить трехмерное сглаживание вершин такой полилинии B-сплайном.

Спираль



Команда **HELIX**, формирующая *спираль*, вызывается из падающего меню **Draw → Helix** или щелчком на пиктограмме **Helix** на панели инструментов **Modeling**.

Спираль представляет собой открытую двухмерную или трехмерную переходную кривую, которую можно использовать в качестве траектории для команды **SWEEP**. Например, при сдвиге круга вдоль траектории спирали может быть создана твердотельная модель пружины.

Запросы команды **HELIX**:

`Number of turns = 3.0000  Twist=CCW` – количество и наклон витков

`Specify center point of base:` – указать центральную точку основания

`Specify base radius or [Diameter]:` – указать радиус основания или диаметр

`Specify top radius or [Diameter]:` – указать радиус верхнего основания или диаметр

`Specify helix height or [Axis endpoint/Turns/turn Height/tWist]:` – указать высоту спирали или один из ключей

Ключи команды **HELIX**:

- `Axis endpoint` – задание расположения конечной точки для оси спирали. Конечная точка оси определяет длину и ориентацию спирали и может быть расположена в любом месте трехмерного пространства;
- `Turns` – задание количества витков (вращений) спирали, которое не может быть больше 500;
- `turn Height` – задание высоты одного полного витка спирали;
- `tWist` – задание направления вычерчивания спирали: по часовой стрелке или против часовой стрелки.

Если для радиуса в основании и радиуса при вершине задать равные значения, будет создана цилиндрическая спираль. По умолчанию радиус при вершине и радиус в основании задаются равными. Значение `0` не может быть задано ни для радиуса при вершине, ни для радиуса в основании.

Если для радиуса в основании и радиуса при вершине задать разные значения, будет создана коническая спираль. Если задать высоту витка равной `0`, создается плоская двухмерная спираль.

Глава 17

Построение поверхностей

Плоская поверхность.....455
Сетевая поверхность.....455
Поверхность перехода 457
Замыкающая поверхность.....458
Поверхность смещения 459
Поверхность сопряжения 460
Поверхность по сечениям.....461
Поверхность выдавливания.....464
Поверхность сдвига 465
Поверхность вращения 466

Моделирование с помощью *поверхностей* – более сложный процесс, чем формирование каркасных моделей, так как в нем описываются не только ребра трехмерного объекта, но и его грани. AutoCAD строит поверхности на базе многоугольных *сетей*. Поскольку грани сети плоские, представление криволинейных поверхностей производится путем их аппроксимации. Чтобы было проще различать два упомянутых типа поверхностей, под термином «сети» будем понимать те из них, которые составлены из плоских участков.

Модель поверхности – это тонкая оболочка, не имеющая массы или объема. В AutoCAD предусмотрены два типа поверхностей: процедурные поверхности и NURBS-поверхности. Процедурные поверхности позволяют воспользоваться преимуществами ассоциативного моделирования, а NURBS-поверхности – преимуществами образования рельефа с помощью управляющих вершин.

Модели поверхностей создают с помощью сдвига, выдавливания, поворота и построения по сечениям. Можно также создавать поверхности путем создания перехода, замыкания, смещения, сопряжения и удлинения других поверхностей.

При формировании поверхностей используется падающее меню **Draw** → **Modeling** → **Surfaces** (рис. 17.1).

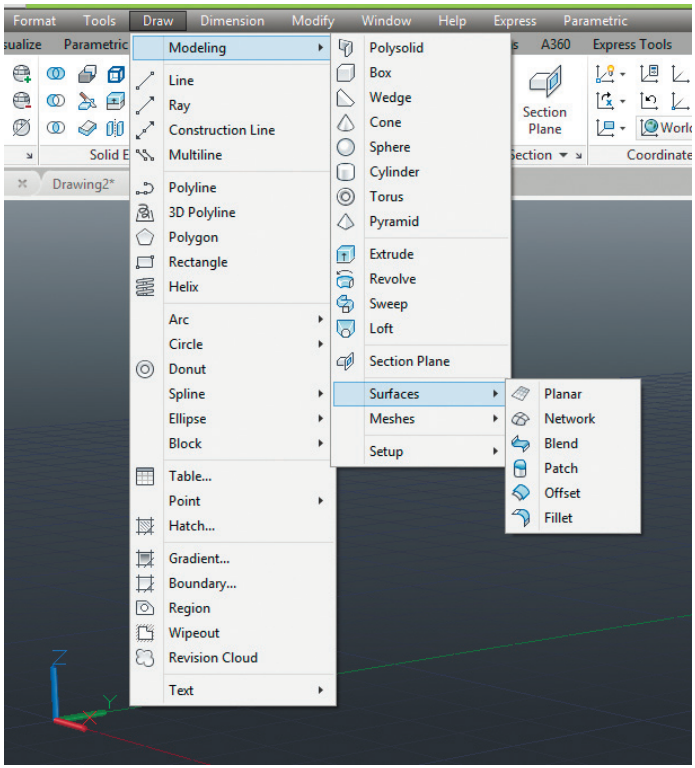


Рис. 17.1. Падающее меню для формирования поверхностей

В рабочем пространстве **3D Modeling** команды формирования поверхностей находятся на ленте **Surface** (рис. 17.2).

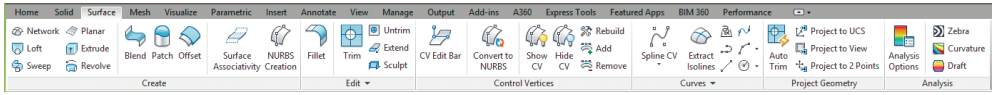


Рис. 17.2. Иструменты для формирования поверхностей в пространстве 3D Modeling

Плоская поверхность



Команда **PLANESURF** обеспечивает создание *плоских поверхностей* в пространстве между замкнутыми подобъектами-кромками (ребрами) и другими двухмерными и трехмерными кривыми (рис. 17.3). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Surfaces → Planar** или щелчком на пиктограмме **Planar Surface** в группе **Create** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **PLANESURF**:

`Specify first corner or [Object] <Object>:` – указать первый угол поверхности

`Specify other corner:` – указать другой угол поверхности

Ключи команды **PLANESURF**:

- `Object` – создание плоской или усеченной поверхности при выборе одного замкнутого объекта или множества объектов, образующих замкнутую область.

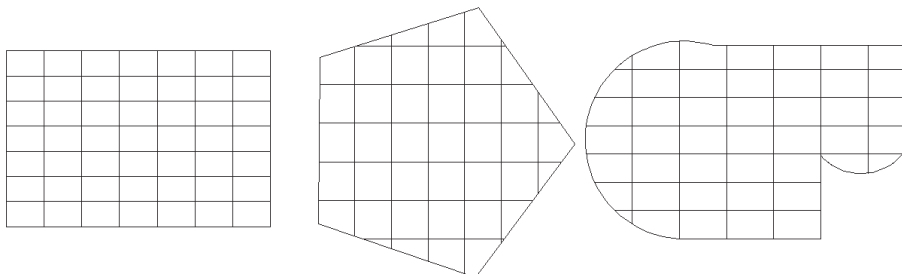


Рис. 17.3. Формирование плоских поверхностей

Сетевая поверхность



Команда **SURFNETWORK** обеспечивает создание поверхности в пространстве между несколькими кривыми в направлениях осей U и V с

использованием подобъектов-кромок поверхности и ребер тела (рис. 17.4). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Surfaces → Network** или щелчком на пиктограмме **Network Surface** в группе **Create** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

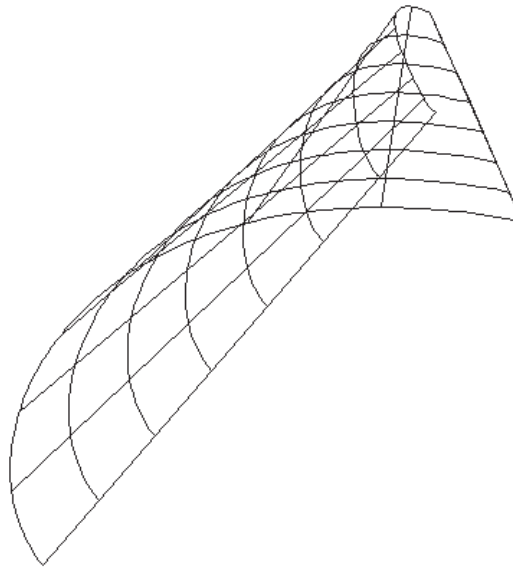


Рис. 17.4. Пример сетевой поверхности

Запросы команды **SURFNETWORK**:

`Select curves or surface edges in first direction:` – выбрать сеть незамкнутых кривых, незамкнутые кромки поверхностей или кромки областей в первом направлении оси *U* или *V*

`Select curves or surface edges in first direction:` – выбрать сеть незамкнутых кривых, незамкнутые кромки поверхностей или кромки областей в первом направлении оси *U* или *V*

`Select curves or surface edges in first direction:` – нажать **Enter** для завершения выбора

`Select curves or surface edges in second direction:` – выбрать сеть незамкнутых кривых, незамкнутые кромки поверхностей или кромки областей во втором направлении оси *U* или *V*

`Select curves or surface edges in second direction:` – выбрать сеть незамкнутых кривых, незамкнутые кромки поверхностей или кромки областей во втором направлении оси *U* или *V*

`Select curves or surface edges in second direction:` – нажать **Enter** для завершения выбора

Поверхность перехода



Команда **SURFBLEND** обеспечивает создание поверхности непрерывного перехода между двумя существующими поверхностями (рис. 17.5). Команда вызывается из падающего меню **Draw** → **Modeling** → **Surfaces** → **Blend** или щелчком на пиктограмме **Surface Blend** в группе **Create** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

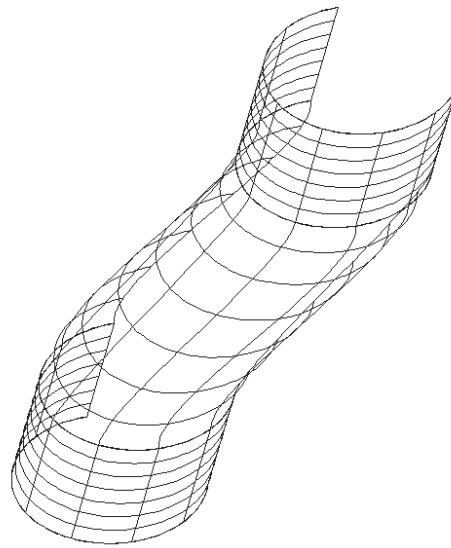


Рис. 17.5. Пример поверхности перехода

Запросы команды **SURFBLEND**:

`Continuity = G1 - tangent, bulge magnitude = 0.5` – текущие значения непрерывности и величины прогиба

`Select first surface edges to blend:` – выбрать кромки первой поверхности для сглаживания

`Select first surface edges to blend:` – выбрать кромки первой поверхности для сглаживания

`Select first surface edges to blend:` – нажать **Enter** для завершения выбора

`Select second surface edges to blend:` – выбрать кромки второй поверхности для сглаживания

`Select second surface edges to blend:` – выбрать кромки второй поверхности для сглаживания

`Select second surface edges to blend:` – нажать **Enter** для завершения выбора

`Press Enter to accept the blend surface or [CONtinuity/Bulge magnitude]:` – нажать **Enter** для завершения команды

Ключи команды **SURFBLEND**:

- `CONtinuity` – указание плавности перехода одной поверхности в другую;
- `Bulge magnitude` – указание скругления кромки переходной поверхности в месте ее соединения с исходной поверхностью (допустимые значения – от 0 до 1).

Замыкающая поверхность



Команда **SURFPATCH** обеспечивает создание поверхности, служащей ограничителем по кромке поверхности, формирующей замкнутый контур (рис. 17.6). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Surfaces → Patch** или щелчком на пиктограмме **Surface Patch** в группе **Create** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

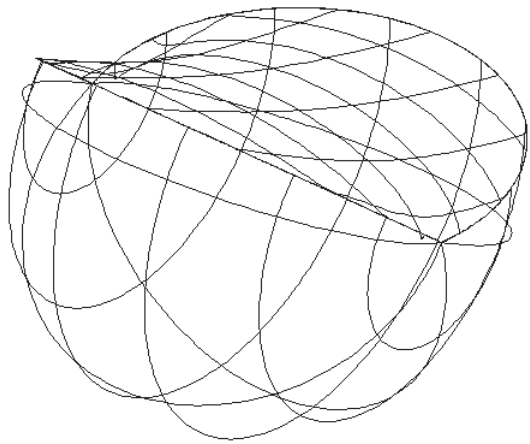


Рис. 17.6. Пример формирования замыкающей поверхности

Запросы команды **SURFPATCH**:

`Continuity = G0 - position, bulge magnitude = 0.5` – текущие значения непрерывности и величины прогиба

`Select surface edges to patch or <Select Curves>:` – выбрать одну или несколько кромок (или кривых) замыкаемой поверхности

`Select surface edges to patch or <Select Curves>:` – нажать **Enter** для завершения выбора

`Press Enter to accept the patch surface or [CONtinuity/Bulge magnitude/CONStrain geometry]:` – нажать **Enter** для завершения команды

Ключи команды **SURFPATCH**:

- `CONtinuity` – указание плавности перехода одной поверхности в другую;
- `Bulge magnitude` – указание скругления кромки переходной поверхности в месте ее соединения с исходной поверхностью (допустимые значения – от 0 до 1);
- `CONStrain geometry` – использование дополнительных направляющих кривых для придания формы замыкающей поверхности.

Поверхность смещения



Команда **SURFOFFSET** обеспечивает создание параллельной поверхности на заданном расстоянии от исходной поверхности (рис. 17.7). Команда вызывается из падающего меню **Draw** → **Modeling** → **Surfaces** → **Offset** или щелчком на пиктограмме **Surface Offset** в группе **Create** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

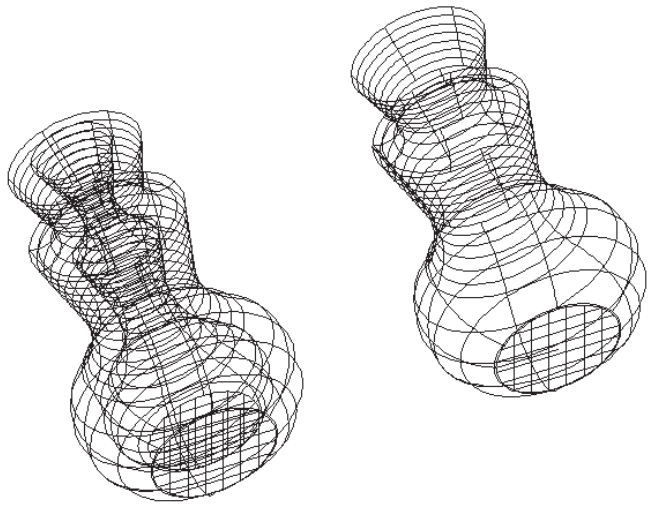


Рис. 17.7. Пример формирования поверхности смещения

Запросы команды **SURFOFFSET**:

`Connect adjacent edges = No` – соединение смежных кромок

`Select surfaces or regions to offset:` – выбрать поверхности или области для смещения

`Select surfaces or regions to offset:` – нажать **Enter** для завершения выбора

`Specify offset distance or [Flip direction/Both sides/Solid/Connect]:` – указать расстояние для смещения

… `object(s) to offset.` – количество выбранных объектов для смещения

… `offset operation(s) successful.` – количество выполненных операций смещения

Ключи команды **SURFOFFSET**:

- `Flip direction` – изменить направление смещения;
- `Both sides` – формирование двух поверхностей смещения в двух направлениях;
- `Solid` – формирование тела в результате операции смещения;
- `Connect` – соединение нескольких смещенных поверхностей в случае соединения их исходных поверхностей.

Поверхность сопряжения



Команда **SURFFILLET** обеспечивает создание поверхности сопряжения между двумя другими поверхностями (рис. 17.8). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Surfaces → Fillet** или щелчком на пиктограмме **Surface Fillet** в группе **Edit** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

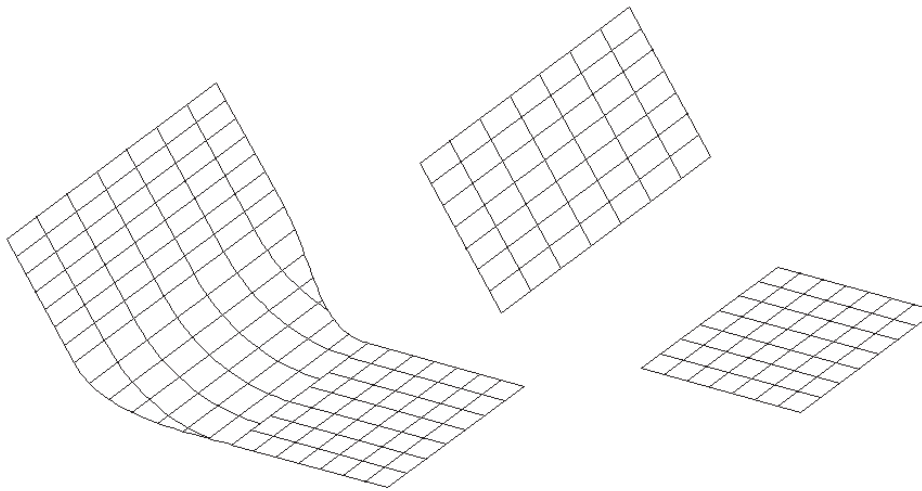


Рис. 17.8. Пример формирования поверхности сопряжения

Запросы команды **SURFFILLET**:

`Radius = 1.0000, Trim Surface = yes` – значение радиуса и установка обрезки

`Select first surface or region to fillet or [Radius/Trim surface]:` – выбрать первую сопрягаемую поверхность либо область

`Select second surface or region to fillet or [Radius/Trim surface]:` – выбрать вторую сопрягаемую поверхность либо область

`Press Enter to accept the fillet surface or [Radius/Trim surfaces]:` – нажать **Enter** для завершения команды

Ключи команды **SURFFILLET**:

- `Radius` – изменение значения радиуса (системная переменная `FILLETRAD3D`);
- `Trim surfaces` – обрезка исходных поверхностей или областей по кромкам поверхности сопряжения.

Поверхность по сечениям



Команда **LOFT** обеспечивает создание поверхности в пространстве между несколькими поперечными сечениями (рис. 17.9). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Loft** или щелчком на пиктограмме **Loft** в группе **Create** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

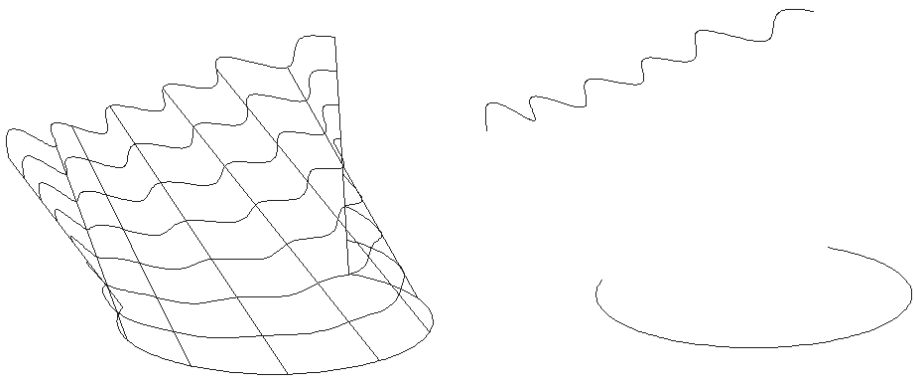


Рис. 17.9. Пример формирования поверхности по сечениям

Запросы команды **LOFT**:

`Current wire frame density: ISOLINES=4, Closed profiles creation mode = Surface` – текущая плотность каркаса и режим создания замкнутых профилей

`Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]: _mo` – выбор режима

`Closed profiles creation mode [SOlid/SUrface]: _su` – переход в режим формирования поверхностей

`Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]:` – выбрать поперечные сечения в том порядке, в котором через них будет проходить поверхность

`Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]:` – выбрать поперечные сечения в том порядке, в котором через них будет проходить поверхность

`Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]:` – нажать **Enter** для завершения выбора

`… cross sections selected` – количество выбранных поперечных сечений

`Enter an option [Guides/Path/Cross sections only/Settings] <Cross sections only>:` – задать параметр

Ключи команды **LOFT**:

- `Point` – выбор замкнутой кривой;
- `Join multiple edges` – соединение нескольких соединенных криволинейных сегментов и их использование в качестве единого поперечного сечения;
- `Mode` – выбор режима: создание поверхности или тела;
- `Guides` – задание направляющих кривых, которые управляют формой создаваемой поверхности;
- `Path` – задание одиночной траектории создаваемой поверхности;
- `Cross sections only` – создание поверхности по сечениям без использования направляющих или траекторий;
- `Settings` – загрузка диалогового окна управления параметрами создаваемой поверхности **Loft Settings** (рис. 17.10):
  - **Ruled** – указывает, что тело или поверхность является кусочно-линейчатыми между соседними поперечными сечениями и имеют острые кромки на поперечных сечениях (системная переменная `LOFTNORMALS`);
  - **Smooth Fit** – указывает, что между поперечными сечениями строится сглаженная поверхность, имеющая острые кромки на начальном и конечном поперечных сечениях (системная переменная `LOFTNORMALS`);
  - **Start continuity:** – задание касания и кривизны для первого поперечного сечения;
  - **Start bulge magnitude:** – задание размера прогиба кривой для первого поперечного сечения;
  - **End continuity:** – задание касания и кривизны для последнего поперечного сечения;
  - **End bulge magnitude:** – задание размера прогиба кривой для последнего поперечного сечения;
  - **Normal to:** – управляет нормалью к поверхности в местах, где она проходит через поперечные сечения (системная переменная `LOFTNORMALS`):
    - ◊ **Start cross section** – к начальному поперечному сечению;
    - ◊ **End cross section** – к конечному поперечному сечению;
    - ◊ **Start and end cross sections** – к начальному и конечному поперечным сечениям;
    - ◊ **All cross sections** – ко всем поперечным сечениям;

- **Draft angles:** – управление углом и величиной конусных ограничений первого и последнего поперечных сечений поверхности (системная переменная LOFTNORMALS);

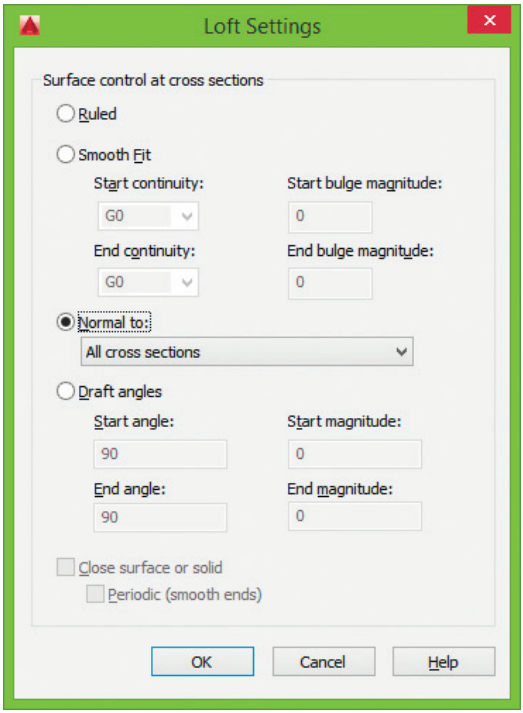


Рис. 17.10. Диалоговое окно управления параметрами поверхности, создаваемой по сечениям

- **Start angle:** – конусное ограничение для начального поперечного сечения (системная переменная LOFTANG1);
- **End angle:** – конусное ограничение для конечного поперечного сечения (системная переменная LOFTANG2);
- **Start magnitude:** – относительное расстояние поверхности от начального поперечного сечения в направлении конусного ограничения до начала изгиба поверхности к следующему поперечному сечению (системная переменная LOFTMAG1);
- **End magnitude:** – относительное расстояние от поверхности до конечного поперечного сечения в направлении конусного ограничения до начала изгиба поверхности к предыдущему поперечному сечению (системная переменная LOFTMAG2);
- **Close surface or solid** – замыкает или размыкает поверхность (системная переменная LOFTPARAM);

- **Periodic (smooth ends)** – сглаживание замкнутой поверхности, у которой при изменении формы на швах нет точек излома.

Поверхность выдавливания



Команда **EXTRUDE** обеспечивает создание поверхности в пространстве путем выдавливания разомкнутого или замкнутого объекта (рис. 17.11). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Extrude** или щелчком на пиктограмме **Extrude** в группе **Create** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

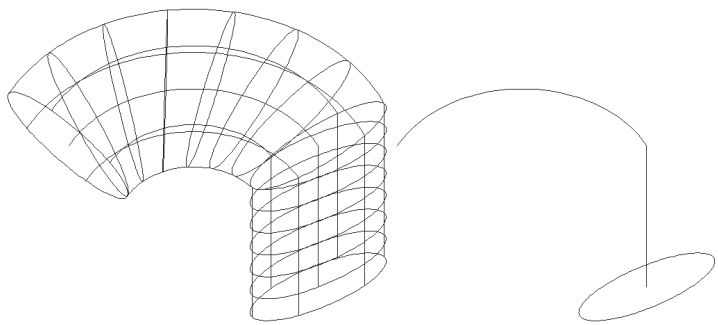


Рис. 17.11. Пример формирования поверхности выдавливания

Запросы команды **EXTRUDE**:

`Current wire frame density: ISOLINES=4, Closed profiles creation mode = Surface` – текущие параметры плотности каркаса и режима создания замкнутых профилей

`Select objects to extrude or [MOde]: _mo` – выбор режима

`Closed profiles creation mode [SOlid/SUrface] <Solid>: _su` – переход в режим формирования поверхностей

`Select objects to extrude or [MOde]:` – выбрать объекты для выдавливания

`Select objects to extrude or [MOde]:` – нажать **Enter** для завершения выбора

`Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <83.3615>:` – указать высоту выдавливания

Ключи команды **EXTRUDE**:

- `Mode` – выбор режима: создание поверхности или тела;
- `Direction` – задание длины и направления выдавливания с помощью двух указанных точек;
- `Path` – задание траектории выдавливания на основе выбранного объекта;
- `Taper angle` – задание значения угла конуса для выдавливания.

Поверхность сдвига



Команда **SWEEP** обеспечивает создание поверхности путем сдвига двухмерного или трехмерного объекта либо подобъекта вдоль некоторой траектории (рис. 17.12). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Sweep** или щелчком на пиктограмме **Sweep** в группе **Create** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

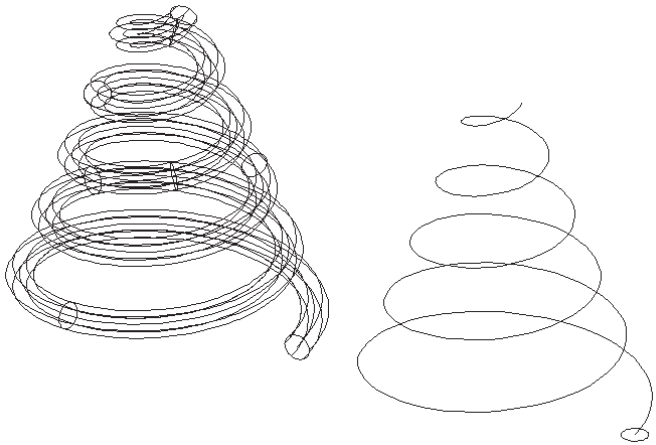


Рис. 17.12. Пример формирования поверхности сдвига

Запросы команды **SWEEP**:

`Current wire frame density: ISOLINES=4, Closed profiles creation mode = Surface` – текущие параметры плотности каркаса и режима создания замкнутых профилей

`Select objects to sweep or [MOde]: _mo` – выбор режима

`Closed profiles creation mode [SOlid/SUrface] <Solid>: _su` – переход в режим формирования поверхностей

`Select objects to sweep or [MOde]:` – выбрать объекты для сдвига

`Select objects to sweep or [MOde]:` – нажать **Enter** для завершения выбора

`Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]:` – выбрать траекторию сдвига

Ключи команды **SWEEP**:

- `Mode` – выбор режима: создание поверхности или тела;
- `Alignment` – выравнивание профиля по нормали касательной к траектории сдвига;
- `Base point` – базовая точка для объектов, подлежащих сдвигу;
- `Scale` – масштабный коэффициент для операции сдвига;
- `Twist` – задание угла закручивания для объектов, подлежащих сдвигу.

Поверхность вращения



Команда **REVOLVE** обеспечивает создание поверхности путем вращения объекта вокруг оси (рис. 17.13). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Revolve** или щелчком на пиктограмме **Revolve** в группе **Create** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

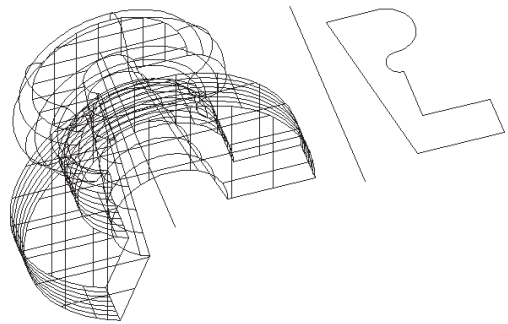


Рис. 17.13. Пример формирования поверхности вращения

Запросы команды **REVOLVE**:

`Current wire frame density: ISOLINES=4, Closed profiles creation mode = Surface` – текущие параметры плотности каркаса и режима создания замкнутых профилей

`Select objects to revolve or [MOde]: _mo` – выбор режима

`Closed profiles creation mode [SOlid/SUrface] <Solid>: _su` – переход в режим формирования поверхностей

`Select objects to revolve or [MOde]:` – выбрать объекты для вращения

`Select objects to revolve or [MOde]:` – нажать **Enter** для завершения выбора

`Specify axis start point or define axis by [Object/X/Y/Z] <Object>:` – указать начальную точку оси вращения

`Specify axis endpoint:` – указать конечную точку оси вращения

`Specify angle of revolution or [STart angle/Reverse]:` – указать угол вращения

Ключи команды **REVOLVE**:

- `Mode` – выбор режима: создание поверхности или тела;
- `Object` – использование в качестве оси существующего объекта;
- `X` – использование оси *X* в качестве положительной оси вращения;
- `Y` – использование оси *Y* в качестве положительной оси вращения;
- `Z` – использование оси *Z* в качестве положительной оси вращения;
- `STart angle` – величина смещения для поворота относительно плоскости вращаемого объекта;
- `Reverse` – изменение направления вращения.

Глава 18

Построение сетей

Сеть-параллелепипед 468
Сеть-конус 471
Сеть-цилиндр.....473
Сеть-пирамида 473
Сеть-сфера 476
Сеть-клин.....477
Сеть-тор.....478
Пространственные грани 479
Сеть вращения 480
Сеть, заданная кромками 483
Сеть соединения 484
Сеть сдвига 486
Сеть, созданная путем преобразования.....487
Настройка параметров тесселяции сети.....488

Сеть представляет собой модель поверхности объекта, состоящую из плоских граней. Плотность сети, то есть количество ее граней, задается матрицей $M \times N$ подобно сетке, состоящей из M рядов и N столбцов. Для сети значения M и N определяют, соответственно, ряд и столбец каждой вершины. Сети можно создавать как на плоскости, так и в пространстве, однако на практике последнее встречается чаще.

Поскольку, в отличие от моделей тел, сеть не имеет свойств массы, веса, центра масс и пр., то моделирование объектов с помощью сетей применяют в случаях, когда можно игнорировать их физические свойства. Но при этом имеется возможность подавления скрытых линий, тонирования и визуализации (эти средства неприменимы к каркасным моделям). Сети имеет смысл использовать также при создании нестандартных сетеобразных моделей, к примеру трехмерной топографической модели холмистой местности.

Модель сети состоит из вершин, ребер и граней, в которых для определения трехмерной формы используется многоугольное представление (включающее треугольники и четырехугольники).

Как и в случае с трехмерными телами, имеется возможность создавать примитивные формы сети (ящики, конусы, пирамиды и др.). Затем модели сети можно изменять способами, которые не предназначены для трехмерных тел и поверхностей. Например, можно применять сгибы, разделения и повышенные степени сглаживания. Чтобы изменить форму объекта, можно перетаскивать подобъекты сети (грани, ребра и вершины).

Тесселяция сетей предоставляет расширенные возможности более детального моделирования форм объектов. *Тесселяция* – это набор плоских форм, образующих объект-сеть. Тесселяционные секции, которые видны на невыбранных объектах-сетях, обозначают ребра доступных для редактирования граней сети. Для отображения секций в визуальных стилях **3D Hidden** или **Conceptual** системной переменной `VSEDGES` должно быть присвоено значение `1`.

Когда выполняются *сглаживание* и *уточнение* объектов-сетей, повышается плотность тесселяции, то есть увеличивается количество тесселяционных секций и поверхность сети приближается к округлой форме.

При формировании сетей используется падающее меню **Draw → Modeling → Meshes** (рис. 18.1).

В рабочем пространстве **3D Modeling** команды формирования сетей находятся на ленте **Mesh** (рис. 18.2).

Сеть-параллелепипед



Команда **MESH** с ключом `Box` формирует *сеть-параллелепипед* (рис. 18.3). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Primitives Box** или щелчком на пиктограмме **Mesh Box** в группе **Primitives** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

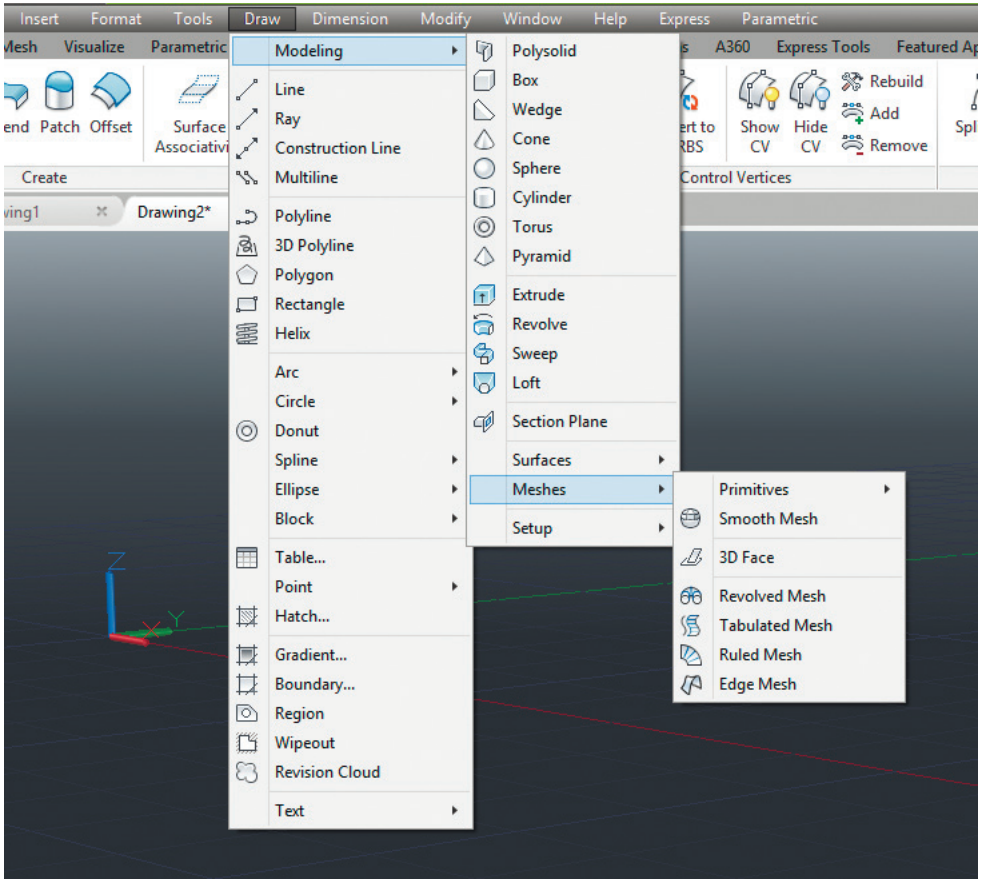


Рис. 18.1. Падающее меню для формирования сетей

Запросы команды **MESH** с ключом `Box`:

```
Current smoothness level is set to : 0
Enter an option [Box/Cone/CYlinder/Pyramid/Sphere/Wedge/Torus/
SEttings]: _Box
```
– перейти в режим формирования параллелепипеда

`Specify first corner or [Center]:` – задать точку первого угла основания параллелепипеда

`Specify other corner or [Cube/Length]:` – задать точку противоположного угла основания параллелепипеда

`Specify height or [2Point] <default>:` – указать высоту параллелепипеда

Ключи команды **MESH** с ключом `Box`:

- `Center` – позволяет сформировать параллелепипед, указав положение его центральной точки. При этом выдаются запросы:

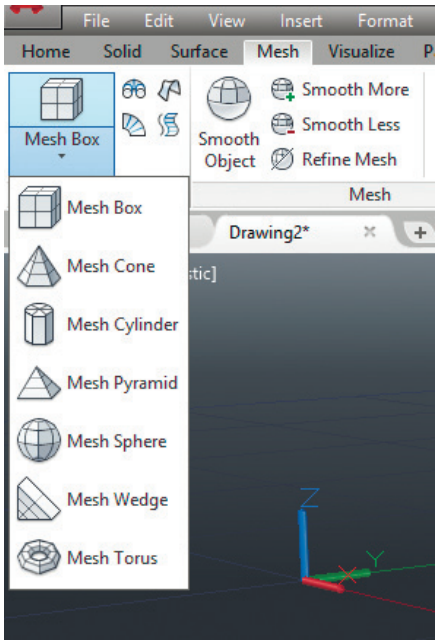


Рис. 18.2. Инструменты формирования сетей в рабочем пространстве 3D Modeling

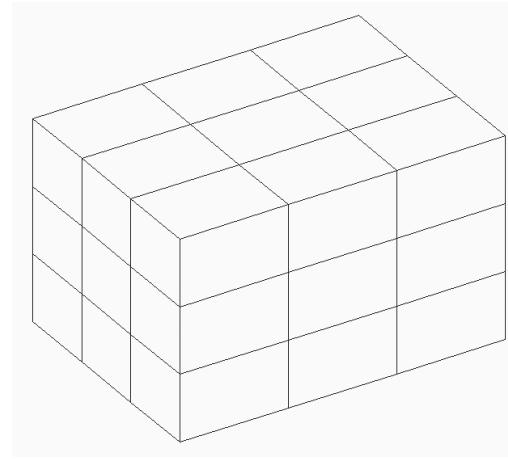


Рис. 18.3. Формирование сети-параллелепипеда

`Specify first corner or [Center]: C` – перейти в режим указания центра параллелепипеда

`Specify center:` – указать центр параллелепипеда

`Specify corner or [Cube/Length]:` – указать угол

`Specify height or [2Point]:` – указать высоту

- `Cube` – создает параллелепипед, у которого все ребра равны. При этом выдаются запросы:

  `Specify first corner or [Center]:` – указать угол параллелепипеда

  `Specify other corner or [Cube/Length]: C` – переход в режим формирования куба

  `Specify length:` – указать длину

- `Length` – создает параллелепипед заданных длины (по оси *X*), ширины (по оси *Y*) и высоты (по оси *Z*) текущей ПСК. При этом выдаются запросы:

  `Specify first corner or [Center]:` – указать угол параллелепипеда

  `Specify other corner or [Cube/Length]: L` – перейти в режим указания длины, ширины и высоты

  `Specify length:` – указать длину

  `Specify width:` – указать ширину

  `Specify height or [2Point]:` – указать высоту

Сеть-конус



Команда **MESH** с ключом `Cone` формирует сеть в форме заостренного или усеченного *конуса* с круговым или эллиптическим основанием (рис. 18.4). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Primitives → Cone** или щелчком на пиктограмме **Mesh Cone** в группе **Primitives** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **MESH** с ключом `Cone`:

`Current smoothness level is set to : 0`

`Enter an option [Box/Cone/CYlinder/Pyramid/Sphere/Wedge/Torus/SEttings]: _Cone` – перейти в режим формирования конуса

`Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:` – указать центральную точку основания конуса

`Specify base radius or [Diameter] <default>:` – указать радиус основания конуса

`Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius] <default>:` – указать высоту конуса

Ключи команды **MESH** с ключом `Cone`:

- `3P` – строит основание конуса в виде окружности по трем точкам, лежащим на ней. При этом выдаются запросы:
  `Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: 3P` – перейти в режим построения окружности по трем точкам
  `Specify first point:` – указать первую точку окружности
  `Specify second point:` – указать вторую точку окружности
  `Specify third point:` – указать третью точку окружности
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту конуса
- `2P` – строит основание конуса в виде окружности по двум точкам, лежащим на диаметре. При этом выдаются запросы:
  `Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: 2P` – перейти в режим построения окружности по двум точкам
  `Specify first end point of diameter:` – указать первую конечную точку диаметра
  `Specify second end point of diameter:` – указать вторую конечную точку диаметра
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту конуса
- `Ttr` – строит основание конуса в виде окружности по двум касательным и радиусу. При этом выдаются запросы:
  `Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: TTR` – перейти в режим построения окружности по двум касательным и радиусу

`Specify point on object for first tangent:` – указать точку на объекте, задающую первую касательную

`Specify point on object for second tangent:` – указать точку на объекте, задающую вторую касательную

`Specify radius of circle:` – указать радиус окружности

`Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту конуса

- `Elliptical` – позволяет создавать основание конуса в виде эллипса. Запросы аналогичны тем, что используются в AutoCAD при создании эллипса:

  `Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: E` – перейти в режим указания основания конуса в виде эллипса

  `Specify endpoint of first axis or [Center]:` – указать конечную точку оси эллипса для основания конуса

  `Specify other endpoint of first axis:` – указать вторую конечную точку оси эллипса для основания конуса

  `Specify endpoint of second axis:` – указать длину другой оси для основания конуса

  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту конуса

- `2Point` – указывает, что высотой конуса является расстояние между двумя заданными точками;
- `Axis endpoint` – задает положение конечной точки для оси конуса, которой является верхняя точка конуса или центральная точка верхней грани усеченного конуса. Конечная точка оси может быть расположена в любой точке трехмерного пространства. Она определяет длину и ориентацию конуса;
- `Top radius` – определяет радиус при вершине усеченного конуса.

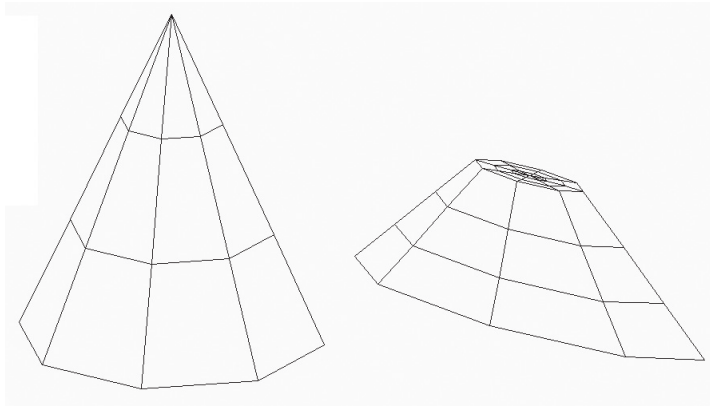


Рис. 18.4. Формирование сети-конуса

Сеть-цилиндр



Команда **MESH** с ключом `Cylinder` формирует *сеть-цилиндр* с круговым или эллиптическим основанием (рис. 18.5). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Primitives → Cylinder** или щелчком на пиктограмме **Mesh Cylinder** в группе **Primitives** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **MESH** с ключом `Cylinder`:

`Current smoothness level is set to : 0`

`Enter an option [Box/Cone/CYlinder/Pyramid/Sphere/Wedge/Torus/SEttings]: _ Cylinder` – перейти в режим формирования цилиндра

`Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:` – указать центральную точку основания цилиндра

`Specify base radius or [Diameter]:` – указать радиус основания цилиндра

`Specify height or [2Point/Axis endpoint]:` – указать высоту цилиндра

Информация, необходимая для описания поверхности цилиндра, аналогична той, что используется для описания поверхности конуса, поэтому запросы команды **MESH** с ключом `Cylinder` совпадают с запросами команды **MESH** с ключом `Cone`.

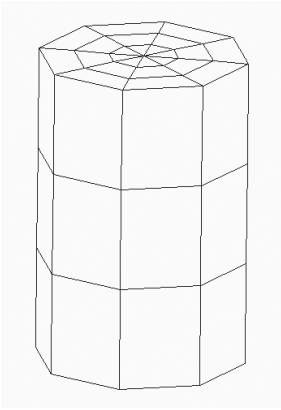


Рис. 18.5. Формирование сети-цилиндра

Сеть-пирамида



Команда **MESH** с ключом `Pyramid` формирует *сеть-пирамиду*, содержащую до 32 граней (рис. 18.6). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Primitives → Pyramid** или щелчком на пиктограмме **Mesh Pyramid** в группе **Primitives** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

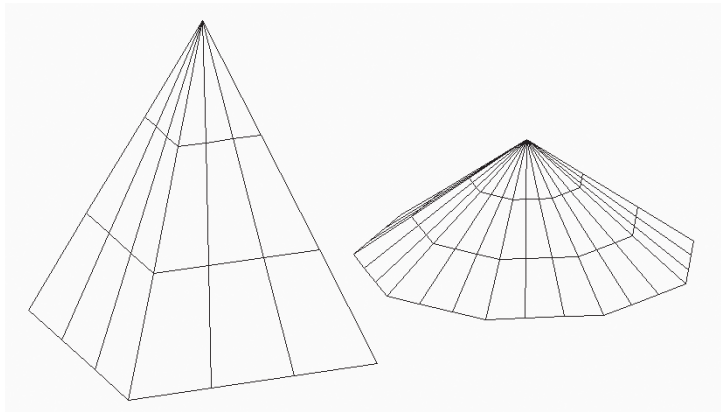


Рис. 18.6. Формирование сети-пирамиды

Запросы команды **MESH** с ключом `Pyramid`:

`Current smoothness level is set to : 0`

`Enter an option [Box/Cone/CYlinder/Pyramid/Sphere/Wedge/Torus/SEttings] <Cone>: _Pyramid` – перейти в режим формирования пирамиды

`4 sides Circumscribed` – текущие значения количества сторон и режима описанный/вписанный

`Specify center point of base or [Edge/Sides]:` – указать центральную точку основания или один из ключей

`Specify base radius or [Inscribed]:` – указать радиус основания

`Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту или один из ключей

Ключи команды **MESH** с ключом `Pyramid`:

- `Edge` – указывается длина одной кромки основания пирамиды. При этом выдаются запросы:
  `Specify center point of base or [Edge/Sides]: E` – перейти в режим указания кромки
  `Specify first endpoint of edge:` – указать первую конечную точку стороны
  `Specify second endpoint of edge:` – указать вторую конечную точку стороны
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту или один из ключей
- `Sides` – указывается количество сторон для пирамиды. Возможен ввод значения от 3 до 32. При этом выдаются запросы:
  `Specify center point of base or [Edge/Sides]: S` – перейти в режим указания количества сторон
  `Enter number of sides:` – указать количество сторон

`Specify center point of base or [Edge/Sides]:` – указать центральную точку основания или один из ключей
`Specify base radius or [Inscribed]:` – указать радиус основания
`Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту или один из ключей

- `Inscribed` – указывается, что основание пирамиды вписывается в пределах (строится внутри) радиуса основания пирамиды. При этом выдаются запросы:
  `Specify center point of base or [Edge/Sides]:` – указать центральную точку основания или один из ключей
  `Specify base radius or [Inscribed]: I` – перейти в режим построения основания, вписанного в окружность
  `Specify base radius or [Circumscribed]:` – указать радиус основания
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту или один из ключей
- `Circumscribed` – указывается, что основание пирамиды описывается вокруг (строится по периметру) радиуса основания пирамиды. При этом выдаются запросы:
  `Specify center point of base or [Edge/Sides]:` – указать центральную точку основания или один из ключей
  `Specify base radius or [Circumscribed]: C` – перейти в режим построения основания, описанного вокруг окружности
  `Specify base radius or [Inscribed]:` – указать радиус основания
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту или один из ключей
- `2Point` – указывается, что высота пирамиды равняется расстоянию между двумя указанными точками. При этом выдаются запросы:
  `Specify center point of base or [Edge/Sides]:` – указать центральную точку основания или один из ключей
  `Specify base radius or [Inscribed]:` – указать радиус основания
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: 2P` – перейти в режим указания высоты пирамиды с помощью двух точек
  `Specify first point:` – указать первую точку
  `Specify second point:` – указать вторую точку
- `Axis endpoint` – указывается местоположение конечной точки для оси пирамиды. Данная конечная является вершиной пирамиды. Возможно расположение конечной точки оси в любом месте 3D-пространства. Конечная точка оси определяет длину пирамиды и ее положение в пространстве. При этом выдаются запросы:
  `Specify center point of base or [Edge/Sides]:` – указать центральную точку основания или один из ключей
  `Specify base radius or [Inscribed]:` – указать радиус основания

`Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: A` – перейти в режим указания конечной точки оси пирамиды
`Specify axis endpoint:` – указать конечную точку оси

- `Top radius` – указывается верхний радиус пирамиды при создании усеченной пирамиды. При этом выдаются запросы:
  `Specify center point of base or [Edge/Sides]:` – указать центральную точку основания или один из ключей
  `Specify base radius or [Inscribed]:` – указать радиус основания
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: T` – перейти в режим указания верхнего радиуса пирамиды
  `Specify top radius:` – указать радиус верхнего основания
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint]:` – указать высоту

Сеть-сфера



Команда **MESH** с ключом `Sphere` формирует *сеть-сферу* (рис. 18.7). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Primitives → Sphere** или щелчком на пиктограмме **Mesh Sphere** в группе **Primitives** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

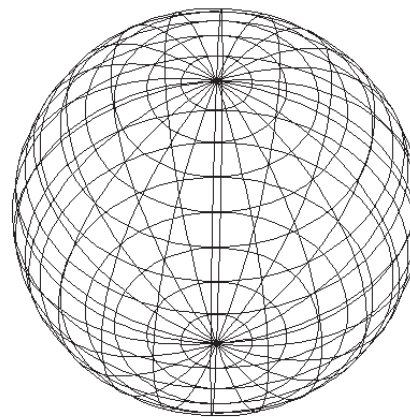


Рис. 18.7. Формирование сети-сферы

Запросы команды **MESH** с ключом `Sphere`:

```
Current smoothness level is set to : 0
Enter an option [Box/Cone/CYlinder/Pyramid/Sphere/Wedge/Torus/SEttings]:
_Sphere
```
– перейти в режим формирования сферы
`Specify center point or [3P/2P/Ttr]:` – указать центр сферы
`Specify radius or [Diameter] <default>:` – указать радиус сферы

Ключи команды `MESH` с ключом `Sphere`:

- `3P` – определяет окружность сферы путем задания трех произвольных точек в трехмерном пространстве. Три заданные точки также определяют плоскость окружности сферы. При этом выдаются запросы:
  `Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 3P` – переход в режим задания трех произвольных точек
  `Specify first point:` – указать первую точку
  `Specify second point:` – указать вторую точку
  `Specify third point:` – указать третью точку
- `2P` – определяет окружность сферы путем задания двух произвольных точек в трехмерном пространстве. Плоскость окружности сферы определяется координатой *Z* первой точки. При этом выдаются запросы:
  `Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 2P` – перейти в режим задания двух произвольных точек
  `Specify first end point of diameter:` – указать первую конечную точку диаметра
  `Specify second end point of diameter:` – указать вторую конечную точку диаметра
- `Ttr` – построение сферы по заданному радиусу, касательному к двум объектам. Указанные точки касания проецируются на текущую ПСК. При этом выдаются запросы:
  `Specify center point or [3P/2P/Ttr]: T` – перейти в режим задания касательных и радиуса
  `Specify point on object for first tangent:` – указать на объекте точку для первой касательной
  `Specify point on object for second tangent:` – указать на объекте точку для второй касательной
  `Specify radius of circle:` – указать радиус

Сеть-клин



Команда **MESH** с ключом `Wedge` формирует *сеть-клин* с прямоугольными или квадратными гранями (рис. 18.8). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Primitives → Wedge** или щелчком на пиктограмме **Mesh Wedge** в группе **Primitives** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

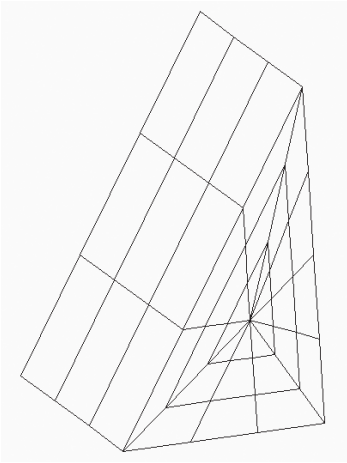


Рис. 18.8. Формирование сети-клина

Запросы команды **MESH** с ключом `Wedge`:
`Current smoothness level is set to : 0`

`Enter an option [Box/Cone/CYlinder/Pyramid/Sphere/Wedge/Torus/SEttings]: _Wedge` – перейти в режим формирования клина

`Specify first corner or [Center]:` – указать первый угол клина

`Specify other corner or [Cube/Length]:` – указать противоположный угол клина

`Specify height or [2Point]:` – указать высоту

Все запросы и ключи команды **MESH** с ключом `Wedge` аналогичны запросам и ключам команды **MESH** с ключом `Box`.

Сеть-тор



Команда **MESH** с ключом `Torus` формирует *сеть-тор* (рис. 18.9). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Primitives → Torus** или щелчком на пиктограмме **Mesh Torus** в группе **Primitives** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

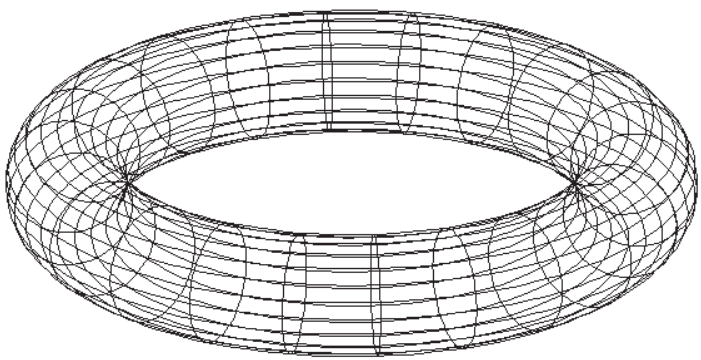


Рис. 18.9. Формирование сети-тора

Запросы команды **MESH** с ключом `Torus`:

`Current smoothness level is set to : 0`

`Enter an option [Box/Cone/CYlinder/Pyramid/Sphere/Wedge/Torus/SEttings]: _Torus` – перейти в режим формирования тора

`Specify center point or [3P/2P/Ttr]:` – указать центр тора

`Specify radius or [Diameter]:` – указать радиус тора

`Specify tube radius or [2Point/Diameter]:` – указать радиус полости

Ключи команды **MESH** с ключом `Torus`:

- `3P` – задание длины окружности тора по трем точкам. Три заданные точки также определяют плоскость окружности тора. При этом выдаются запросы:

  `Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 3P` – перейти в режим задания трех точек

Specify first point: – указать первую точку
Specify second point: – указать вторую точку
Specify third point: – указать третью точку
Specify tube radius or [2Point/Diameter]: – указать радиус полости

- 2P – задание длины окружности тора по двум точкам. Плоскость окружности тора определяется координатой *Z* первой точки. При этом выдаются запросы:

  Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 2P – перейти в режим задания двух точек
  Specify first end point of diameter: – указать первую конечную точку диаметра
  Specify second end point of diameter: – указать вторую конечную точку диаметра
  Specify tube radius or [2Point/Diameter]: – указать радиус полости

- Ttr – построение тора по заданному радиусу, касающемуся двух объектов. Указанные точки касания проецируются на текущую ПСК. При этом выдаются запросы:

  Specify center point or [3P/2P/Ttr]: T – перейти в режим задания двух касательных и радиуса
  Specify point on object for first tangent: – указать на объекте точку для первой касательной
  Specify point on object for second tangent: – указать на объекте точку для второй касательной
  Specify radius of circle: – указать радиус
  Specify tube radius or [2Point/Diameter]: – указать радиус полости

Пространственные грани



Команда **3DFACE** обеспечивает создание *пространственной грани*, аналогичной двухмерной фигуре. Однако, в отличие от фигуры, угловые точки грани могут иметь различные координаты по оси *Z* и образовывать тем самым участок плоскости в пространстве. Задавая различные координаты *z* угловых точек, можно формировать неплоские грани, хотя плоские используются чаще. Комбинирование трехмерных граней позволяет моделировать сложные пространственные объекты.

Команда **3DFACE** вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → 3D Face**.

Запросы команды **3DFACE**:

Specify first point or [Invisible]: – указать первую точку
Specify second point or [Invisible]: – указать вторую точку
Specify third point or [Invisible] <exit>: – указать третью точку

`Specify fourth point or [Invisible] <create three-sided face>:` – указать четвертую точку

`Specify third point or [Invisible] <exit>:` – указать третью точку

Для создания обычной трехмерной грани точки вводятся в естественном порядке: по часовой стрелке или против нее. Чтобы сделать какой-нибудь край грани невидимым, необходимо первую его точку ввести с предшествующим признаком `Invisible` или просто `I`, независимо от способа ввода точки.

Существует возможность создания трехмерной грани, у которой все края невидимы. Такую грань образно называют «призраком»: она не видна в каркасных моделях, но скрывает находящиеся за ней объекты в рисунках с удаленными скрытыми линиями и появляется в тонированных изображениях. Отображением невидимых краев трехмерных граней управляет системная переменная `SPLFRAME`. Если присвоить ей ненулевое значение, то все грани-«призраки» и невидимые края граней проявятся на экране, и их можно будет редактировать как полностью видимые. Трехмерные грани никогда не закрашиваются, а отображаются как проволочные каркасы; их нельзя выдавливать, и если все углы такой грани лежат в одной плоскости, грань становится непрозрачной для команды `HIDE`.

Пример. Формирование пространственной грани

Построить пространственные грани по заданным координатам (рис. 18.10).

Запустите команду **3DFACE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → 3D Face**. Ответьте на запросы:

`_3DFACE`

`Specify first point or Invisible]: 0,20,25` – укажите точку 1

`Specify second point or [Invisible]: 0,0,15` – укажите точку 2

`Specify third point or [Invisible] <exit>: 25,0,10` – укажите точку 3

`Specify fourth point or [Invisible] <create three-sided face>: 25,20,12` – укажите точку 4

`Specify third point or [Invisible] <exit>: 50,20,10` – укажите точку 5

`Specify fourth point or [Invisible] <create three-sided face>:` – нажмите клавишу **Enter**

`Specify third point or [Invisible] <exit>:` – для завершения работы команды нажмите клавишу **Enter**

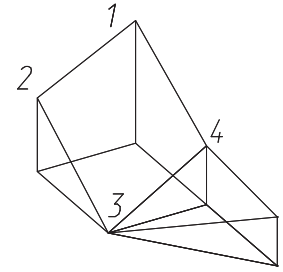


Рис. 18.10. Формирование пространственной грани

Сеть вращения



Команда **REVSURF**, формирующая сеть *вращения* путем поворота определяющей кривой вокруг выбранной оси (рис. 18.11), применяется для получения поверхно-

стей, обладающих осевой симметрией. Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Revolved Mesh** или щелчком на пиктограмме **Modeling, Meshes, Revolved Surface** в группе **Primitives** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **REVSURF**:

`Current wire frame density: SURFTAB1=6 SURFTAB2=6` – текущая плотность каркаса

`Select object to revolve:` – выбрать объект для вращения

`Select object that defines the axis of revolution:` – выбрать объект, определяющий ось вращения

`Specify start angle <0>:` – указать начальный угол

`Specify included angle (+=ccw, -=cw) <360>:` – указать центральный угол

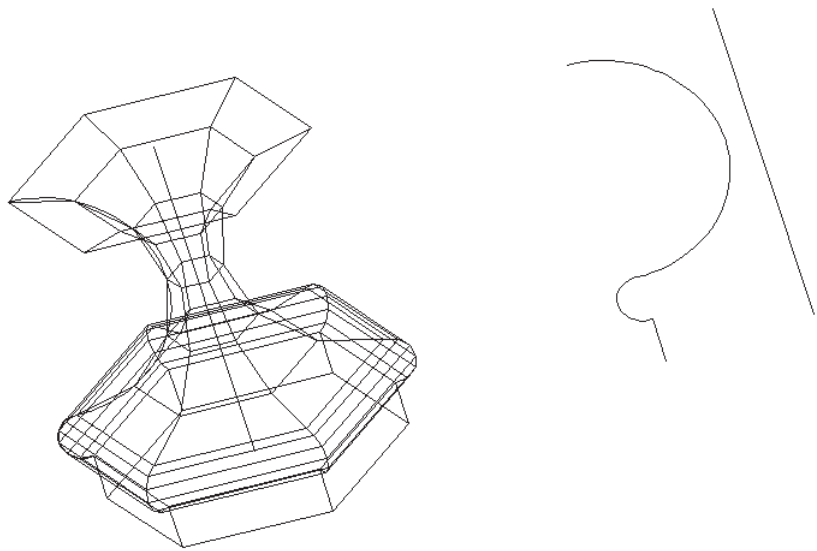


Рис. 18.11. Пример сети вращения

В качестве определяющей кривой могут быть выбраны отрезок, окружность, дуга, эллипс, эллиптическая дуга, полилиния или трехмерная полилиния, сплайн, многоугольник. Определяющая кривая задает направление *N* сети поверхности. Осью вращения может быть отрезок, а также незамкнутая двухмерная или трехмерная полилиния. Если выбрана полилиния, то ось вращения определяется вектором, соединяющим первую вершину полилинии с последней; все промежуточные вершины игнорируются. Ось вращения задает направление *M* сети.

Начальный угол определяет отступ начала поверхности вращения от определяющей кривой, а центральный задает угол поворота кривой вокруг оси вращения. Если принимаются значения этих углов по умолчанию (0° и центральный

угол 90°), для определения направления вращения применяется правило правой руки. Если вытянуть большой палец вдоль оси вращения в сторону конца оси и согнуть остальные пальцы, то они укажут направление вращения и направление отсчета начального угла.

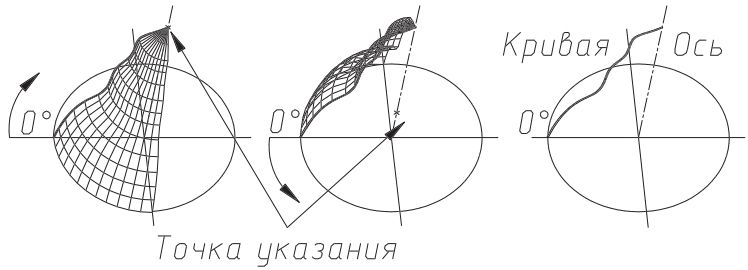


Рис. 18.12. Определение направления вращения

Плотность создаваемой сети управляется системными переменными SURFTAB1 и SURFTAB2. Поверхность вращения делится вдоль направления вращения на равные угловые интервалы, количество которых равно значению SURFTAB1. Если определяющая кривая – это отрезок, дуга, круг или сглаженная сплайном полилиния, то кривая делится на одинаковые интервалы, количество которых равно значению SURFTAB2. Если кривая представляет собой полилинию, не сглаженную сплайном, то у прямолинейных сегментов вершинами сети становятся концы, а каждый дуговой сегмент делится на интервалы, число которых равно значению SURFTAB2.

Пример. Формирование поверхности вращения

Постройте поверхность вращения (рис. 18.13).

Запустите команду **REVSURF**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Revolved Mesh** или щелчком на пиктограмме **Modeling, Meshes, Revolved Surface** в группе **Primitives** ленты **Mesh**. Ответьте на запросы:

```
_REVSURF
Current wire frame density: SURFTAB1=6
SURFTAB2=6
```
– текущая плотность каркаса

```
Select object to revolve:
```
– укажите кривую 1

```
Select object that defines the axis of
revolution:
```
– укажите ось 2

```
Specify start angle <0>: 0
```
– начальный угол

```
Specify included angle(+=ccw,-=cw)<360>:
200
```
– охватывающий угол поверхности

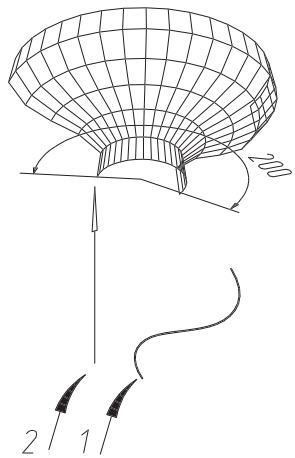


Рис. 18.13. Формирование сети вращения

Сеть, заданная кромками



Команда **EDGESURF** формирует сеть, аппроксимирующую замыкающий фрагмент поверхности *Кунса* по четырем смыкающимся кромкам. Участок поверхности Кунса – это бикубическая (то есть обладающая кубической кривизной как в направлении *M*, так и в направлении *N*) поверхность, «натянутая» на четыре пространственные кривые (рис. 18.14). Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Edge Mesh** или щелчком на пиктограмме **Modeling, Meshes, Edge Surface** в группе **Primitives** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

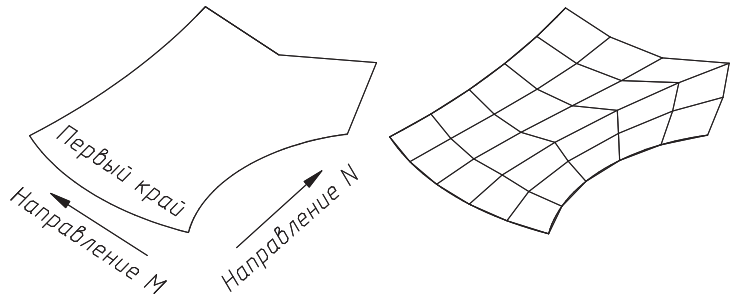


Рис. 18.14. Пример сети, заданной кромками

Запросы команды **EDGESURF**:

`Current wire frame density: SURFTAB1=20 SURFTAB2=20` – текущая плотность каркаса

`Select object 1 for surface edge:` – выбрать первую кромку поверхности

`Select object 2 for surface edge:` – выбрать вторую кромку поверхности

`Select object 3 for surface edge:` – выбрать третью кромку поверхности

`Select object 4 for surface edge:` – выбрать четвертую кромку поверхности

Края могут представлять собой отрезки, дуги, эллиптические дуги, сплайны или незамкнутые полилинии (двухмерные или трехмерные); при этом они должны попарно смыкаться в конечных точках, образуя топологически замкнутый криволинейный четырехугольник.

Порядок выбора краев не имеет значения. Первый выбранный край задает направление *M* сети поверхности: от конечной точки, ближайшей к точке указания, до другой конечной точки (см. рис. 15.25). Два других края, касающиеся первого, определяют направление *N* сети. Системная переменная `SURFTAB1` задает количество интервалов вдоль направления *M* (первый выбранный край), а системная переменная `SURFTAB2` – количество интервалов вдоль направления *N*. В результате создается сеть размером `(SURFTAB1+1)×(SURFTAB2+1)`.

Пример. Формирование поверхности Кунса

Постройте сеть – поверхность Кунса для четырех граничных B-сплайн кривых (рис. 18.15).

Запустите команду **EDGESURF**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Edge Mesh** или щелчком на пиктограмме **Modeling, Meshes, Edge Surface** в группе **Primitives** ленты **Mesh**. Ответьте на запросы:

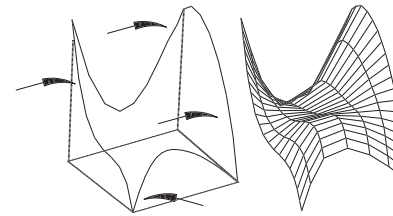


Рис. 18.15. Формирование поверхности Кунса

```
_EDGESURF
Current wire frame density: SURFTAB1=20 SURFTAB2=20
Select object 1 for surface edge: – укажите кромку 1
Select object 2 for surface edge: – укажите кромку 2
Select object 3 for surface edge: – укажите кромку 3
Select object 4 for surface edge: – укажите кромку 4
```

Сеть соединения



Команда **RULESURF** формирует многоугольную сеть, натянутую на две заданные линии (рис. 18.16). Исходные объекты (кромки) сети *соединения* могут представлять собой отрезки, точки, дуги, круги, эллипсы, эллиптические дуги, двухмерные и трехмерные полилинии, а также сплайны. Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Ruled Mesh** или щелчком на пиктограмме **Modeling, Meshes, Ruled Surface** в группе **Primitives** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

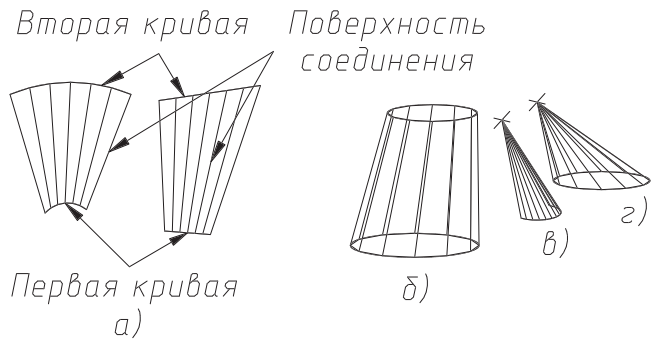


Рис. 18.16. Примеры сетей соединения: ***а)*** между двумя разомкнутыми линиями; ***б)*** между двумя замкнутыми линиями; ***в)*** между точкой и разомкнутой линией; ***г)*** между точкой и замкнутой линией

Запросы команды **RULESURF**:

`Current wire frame density: SURFTAB1=6` – текущая плотность каркаса

`Select first defining curve:` – выбрать первую определяющую кривую

`Select second defining curve:` – выбрать вторую определяющую кривую

Допустим, требуется указать два примитива, определяющих края сети соединения. Если одна граница замкнута (например, в случае с кругом или замкнутой полилинией), то и другая также должна быть замкнута (см. рис. 18.16, *б*). Одной из границ может быть точка, а другой – разомкнутая или замкнутая кривая линия (рис. 18.16, *в*, *г*). В случае с разомкнутыми кривыми выбор точек указания определяет, откуда будет начато построение сети (рис. 18.16, *а*). AutoCAD начинает с конечной точки каждой линии, ближайшей к точке, с помощью которой линия была указана. На рис. 18.17, *а* `T1` – это точка, с помощью которой была указана первая граница, в то время как `T2` – точка указания второй границы. Если на определяющих линиях указаны разнесенные точки (рис. 18.17, *б*), то сеть соединения может перехлестнуться. Для замкнутых кривых точки указания не играют роли.

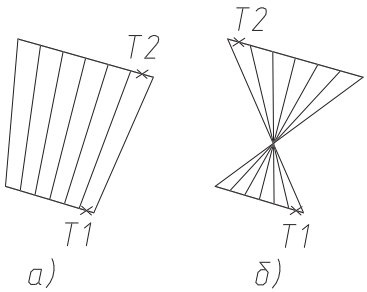


Рис. 18.17. Сети соединения между двумя разомкнутыми линиями: *а)* начальные точки заданы правильно; *б)* начальные точки заданы неправильно

Сеть соединения строится как многоугольная размером $2 \times N$. Команда **RULESURF** размещает половину вершин сети с равными интервалами вдоль одной определяющей линии, а половину – также с равными интервалами вдоль другой линии. Плотностью сети (то есть количеством граней) в направлениях M и N управляют системные переменные `SURFTAB1` и `SURFTAB2` соответственно.

Пример. Формирование линейчатой сети соединения

Постройте линейчатую сеть по двум направляющим (рис. 18.18).

Запустите команду **RULESURF**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Ruled Mesh** или щелчком на пиктограмме **Modeling, Meshes, Ruled Surface** в группе **Primitives** ленты **Mesh**. Ответьте на запросы:

`_RULESURF`

`Current wire frame density: SURFTAB1=6` – текущая плотность каркаса

`Select first defining curve:` – выберите левую кривую

`Select second defining curve:` – выберите правую кривую

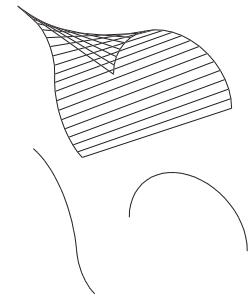


Рис. 18.18. Формирование линейчатой сети соединения

Сеть сдвига



Команда **TABSURF** формирует многоугольную сеть, которая представляет собой поверхность *сдвига*, заданную определяющей кривой и направляющим вектором (рис. 18.19). Созданная сеть – это, по сути, набор многоугольников с параллельными направляющему вектору сторонами. И определяющая кривая, и направляющий вектор должны существовать на рисунке к моменту выполнения команды. Она вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Tabulated Mesh** или щелчком на пиктограмме **Modeling, Meshes, Tabulated Surface** в группе **Primitives** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

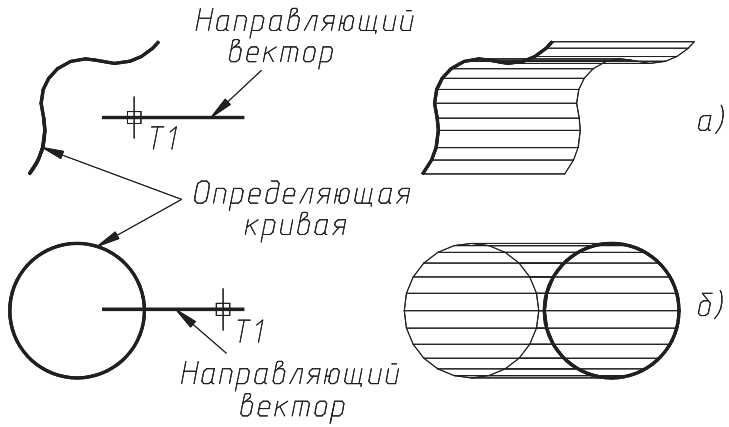


Рис. 18.19. Сеть сдвига: *а)* определяющая кривая разомкнута; *б)* определяющая кривая замкнута

Запросы команды **TABSURF**:

`Select object for path curve:` – текущая определяющая кривая

`Select object for direction vector:` – текущий направляющий вектор

Определяющая кривая может представлять собой отрезок, дугу, круг, эллипс, эллиптическую дугу, двухмерную или трехмерную полилинию, а также сплайн. Направляющий вектор может быть отрезком либо разомкнутой двухмерной или трехмерной полилинией. Если выбрана полилиния, имеют значение только ее первая и последняя вершины, а все промежуточные игнорируются. Направляющий вектор показывает сдвиг от конечной точки, ближайшей к точке указания (на рис. 18.19 это `T1`), до другой его конечной точки.

С помощью команды **TABSURF** строится многоугольная сеть $2 \times N$. Половина вершин размещается вдоль определяющей кривой, начиная с ближайшего к точке указания конца. Другая половина расположена вдоль кривой, параллельной первой и сдвинутой от нее на вектор направления. Направление N сети лежит вдоль

определяющей кривой. Расстояние между двумя кривыми равно расстоянию между двумя конечными точками примитива, выбранного как вектор направления. Вдоль вектора направления лежит направление *M* сети. Плотностью сетью сдвига в направлении *N* управляет системная переменная SURFTAB1. Если определяющая кривая – это отрезок, дуга, круг или сглаженная сплайном полилиния, то кривая делится на одинаковые интервалы, число которых равно значению системной переменной SURFTAB1. Если кривая представляет собой полилинию, не сглаженную сплайном, то у прямолинейных сегментов вершинами сети становятся концы, а каждый дуговой сегмент делится на интервалы, число которых равно значению системной переменной SURFTAB1.

Пример. Формирование линейчатой сети сдвига

Постройте линейчатую сеть, заданную определяющей кривой и направляющим вектором (рис. 18.20).

Запустите команду **TABSURF**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Tabulated Mesh** или щелчком на пиктограмме **Modeling, Meshes, Tabulated Surface** в группе **Primitives** ленты **Mesh**. Ответьте на запросы:

_TABSURF

Select object for path curve: – выберите кривую 1

Select object for direction vector: – выберите вектор 2

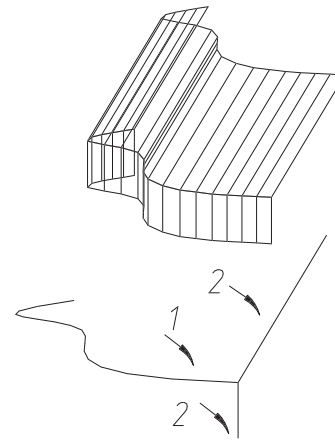


Рис. 18.20. Формирование линейчатой сети сдвига

Сеть, созданная путем преобразования



Команда **MESHSMOOTH** создает сеть путем преобразования трехмерных тел, поверхностей и объектов-сетей предыдущих версий в объект-сеть улучшенного типа, для использования операций сглаживания, уточнения, разделения и сгиба. Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Meshes → Smooth Mesh** или щелчком на пиктограмме **Smooth Object** в группе **Mesh** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **MESHSMOOTH**:

Select objects to convert: – выбрать объекты для преобразования

Select objects to convert: – выбрать объекты для преобразования

Select objects to convert: – нажать **Enter** для завершения команды

Настройка параметров тесселяции сети



Команда **MESHOPTIONS** загружает диалоговое окно настройки параметров тесселяции сети **Mesh Tessellation Options** (рис. 18.21) и вызывается в рабочем пространстве **3D Modeling** стрелочкой вправо в группе **Mesh** на лентах **Home** или **Mesh**.

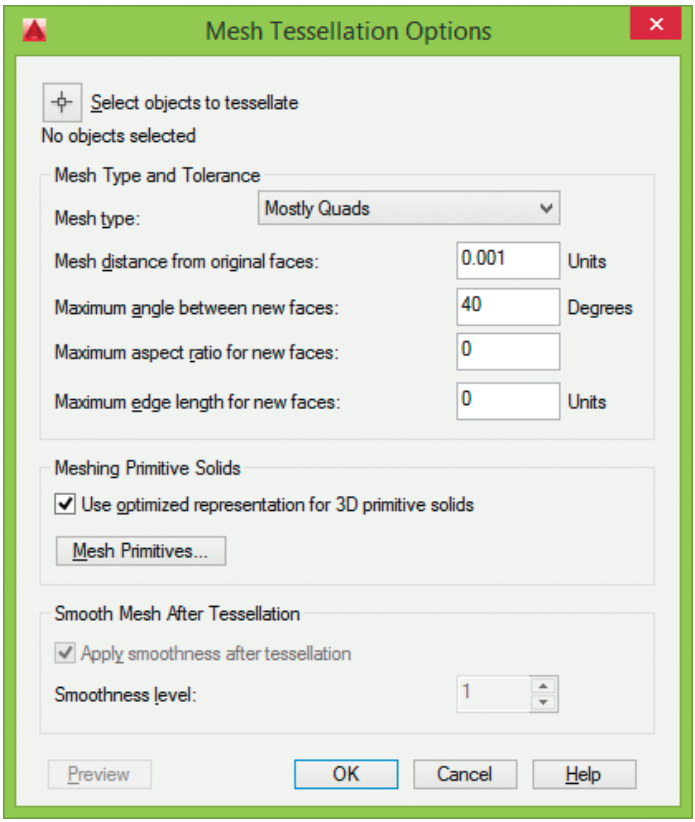


Рис. 18.21. Диалоговое окно настройки параметров тесселяции сети

В диалоговом окне **Mesh Tessellation Options** настраиваются параметры, которые определяют внешний вид объектов, преобразуемых в трехмерные объекты-сети:

- Кнопка **Select objects to tessellate** – предназначена для выбора объектов, преобразующихся в объект-сеть. Допускается выбирать трехмерные тела, поверхности, грани, полигональные или многогранные сети, области и замкнутые полилинии.

- Область **Mesh Type and Tolerance** – определение типа сети и допусков:
  - **Mesh type:** – тип сети для использования в преобразовании (системная переменная FACETERMESHTYPE):
    - ◊ **Smooth Mesh Optimized** – оптимизированная гладкая сеть, при которой форма граней сети адаптируется к форме объекта-сети;
    - ◊ **Mostly Quads** – грани сети в основном представляют собой четырехугольники;
    - ◊ **Triangle** – грани сети в основном представляют собой треугольники;
  - **Mesh distance from original faces:** – максимальное отклонение граней сети от поверхности или формы исходного объекта (системная переменная FACETERDEVSURFACE);
  - **Maximum angle between new faces:** – максимальный угол между нормалями к поверхностям двух смежных граней (системная переменная FACETERDEVNORMAL);
  - **Maximum aspect ratio for new faces:** – максимальная пропорция (отношение высоты к ширине) новых граней сети (системная переменная FACETERGRIDRATIO);
  - **Maximum edge length for new faces:** – максимальная длина любого ребра, создаваемого при преобразовании в объект-сеть (системная переменная FACETERMAXEDGELENGTH).
- Область **Meshing Primitive Solids** позволяет настроить параметры, используемые при преобразовании трехмерных твердотельных объектов-примитивов в объекты-сети:
  - **Use optimized representation for 3D primitive solids** – позволяет указать параметры, используемые при преобразовании твердотельных объектов-примитивов в объекты-сети (системная переменная FACETERPRIMITIVEMODE);
  - кнопка **Mesh Primitives...** – загрузка диалогового окна настройки параметров сетевых примитивов **Mesh Primitive Options** (рис. 18.22):
    - ◊ **Mesh Primitive** – позволяет указать, параметры какого сетевого примитива требуется изменить;
    - ◊ **Tessellation Divisions** – количество участков (делений) на каждой стороне для каждого выбранного типа сетевого примитива;
    - ◊ **Preview's smoothness level:** – изменение изображения при просмотре таким образом, что в нем отобразится указанная пользователем степень сглаживания;
    - ◊ **Auto-update** – автоматическое обновление изображения в окне просмотра при изменении значений параметров;
    - ◊ кнопка **Update** – обновление изображения в окне просмотра в соответствии с внесенными изменениями.
- Область **Smooth Mesh After Tessellation** – позволяет указать, какую степень сглаживания следует применять к объектам после преобразования в сеть:

- **Apply smoothness after tessellation** – сглаживание новых объектов-сетей после преобразования;
- **Smoothness lever:** – степень сглаживания для новых объектов-сетей (системная переменная FACETERSMOOTHLEV).

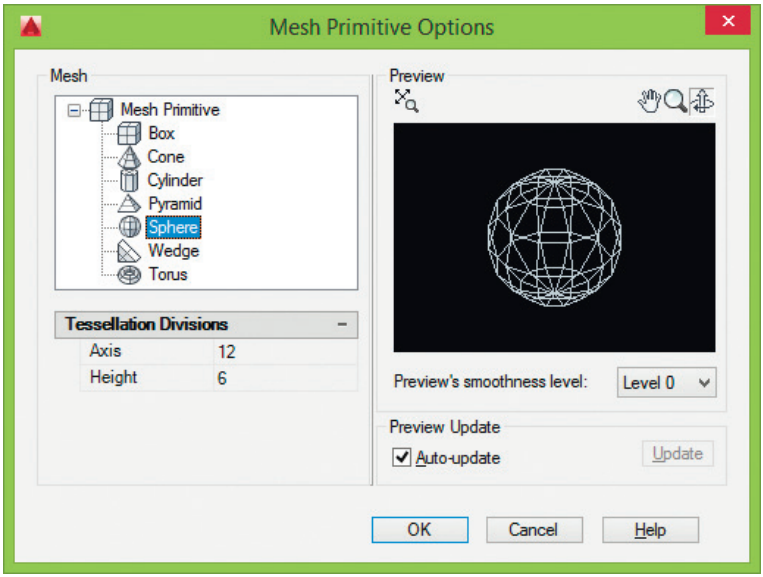


Рис. 18.22. Диалоговое окно настройки параметров сетевых примитивов

Глава 19

Построение тел

Твердотельный параллелепипед... 495
Твердотельный клин 497
Твердотельный конус 498
Твердотельный шар.....502
Твердотельный цилиндр.....504
Твердотельный тор.....506
Твердотельная пирамида 508
Полителo.....510
Выдавленное тело.....512
Тело вращения 515
Тело сдвига 517
Тело, созданное с помощью сечений.....519
Вытянутое тело 520
Объединение объектов 521
Вычитание объектов.....522
Пересечение объектов 524

Твердотельный объект, или *тело*, представляет собой изображение объекта, хранящее, помимо всего прочего, информацию о его объемных свойствах: массе, объеме, центре тяжести и моменте инерции. Следовательно, тела наиболее полно из всех типов трехмерных моделей отражают моделируемые объекты.

Средства AutoCAD позволяют создавать трехмерные объекты на основе базовых пространственных форм (твердотельных примитивов): параллелепипедов, конусов, цилиндров, сфер, клинов и торов (колец). Из этих форм путем их объединения, вычитания и пересечения строятся более сложные пространственные тела. Кроме того, тела можно строить, сдвигая плоский объект вдоль заданного вектора или вращая его вокруг оси.

Модификация тел осуществляется путем сопряжения их граней и снятия фасок. В AutoCAD имеются также команды, с помощью которых тело можно разрезать на две части или получить его двухмерное сечение.

Тела могут быть преобразованы в более простые типы моделей – сети и каркасные модели.

Плотность линий искривления, используемых для визуализации криволинейных элементов модели, определяется системной переменной `ISOLINES`. Системная переменная `FACETRES` задает степень сглаживания тонированных объектов с подавленными скрытыми линиями.

Ниже приведены некоторые понятия и определения, принятые в трехмерном твердотельном моделировании:

- *грань* – ограниченная часть поверхности. Поддерживаются пять типов граней: планарные, цилиндрические, конические, сферические и тороидальные;
- *ребро* – элемент, ограничивающий грань. Поддерживаются четыре типа ребер: прямолинейные, эллиптические (круговые), параболические и гиперболические. Например, грань куба ограничена четырьмя прямолинейными ребрами, а коническая грань ограничена в основании одним эллиптическим или круговым ребром;
- *полупространство* – часть трехмерного пространства, лежащая по одну сторону от поверхности. Другими словами, каждая поверхность является границей двух полупространств, на которые делится трехмерное пространство. Полупространство – часть трехмерного пространства, имеющая объем, а поверхность – часть трехмерного пространства, у которой есть площадь, но нет объема;
- *тело* – часть пространства, ограниченная замкнутой поверхностью и имеющая определенный объем;
- *тело* (*примитив*) – наипростейший (основной, базовый) твердотельный объект, который можно создать и строить из него более сложные твердотельные модели;
- *область* – часть плоскости, ограниченная одной или несколькими планарными гранями, которые называются *границами*. Например, квадрат с

кругом внутри имеет внешнюю границу, состоящую из четырех прямолинейных ребер, и внутреннюю – из одного кругового ребра;

- *область* (*примитив*) – замкнутая двухмерная область, которая получена путем преобразования существующих двухмерных примитивов AutoCAD, имеющих нулевую высоту (кругов, фигур, двухмерных полилиний, многоугольников, эллипсов, колец и полос), и описана как тело без высоты;
- *составная область* – единая область, получаемая в результате выполнения логических операций объединения, вычитания или пересечения нескольких областей. Она может иметь отверстия, и для нее так же, как и для твердых тел, можно вычислить площадь и другие характеристики. Интеграция двухмерного и объемного конструирования позволяет создавать из областей твердые тела, и наоборот. Например, автоматически преобразуя сечение тела в область, можно вычислить ее площадь, а выдавливая или вращая области – создать сложные тела;
- *объект* – общее наименование области или тел, причем тип объекта не имеет значения: это может быть область, тело или составная модель (группа объектов, связанных в единое целое);
- *пустой объект* – составное тело, не имеющее объема, или составная область, не имеющая площади.
- Команды формирования твердотельных моделей запускаются из падающего меню **Draw** → **Modeling** (рис. 19.1).

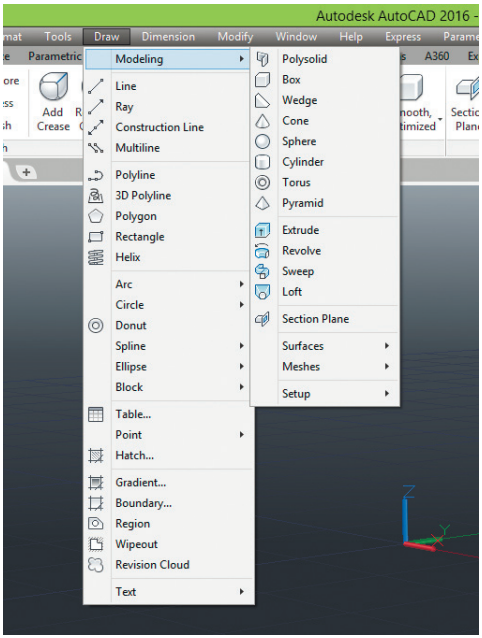


Рис. 19.1. Инструменты для формирования тел

Для трехмерного моделирования удобно использовать рабочее пространство **3D Modeling** или упрощенное **3D Basics**. Оно устанавливается командой **WSCURRENT** и включает только необходимые наборы меню, инструментальные панели и палитры, сгруппированные и упорядоченные соответственно решаемой задаче. Элементы интерфейса, не являющиеся необходимыми для решения текущей задачи, скрываются, максимально освобождая область экрана, доступную для работы.



Команда **WSCURRENT** вызывается из падающего меню **Tools** → **Workspaces** или щелчком на стрелочке инструмента **Workspaces Switching** в строке состояния (рис. 19.2, 19.3, 19.4).

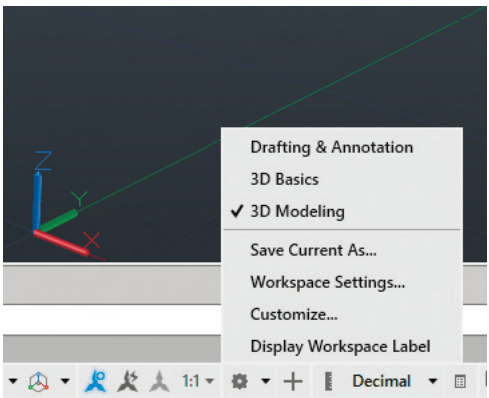


Рис. 19.2. Панель рабочих пространств

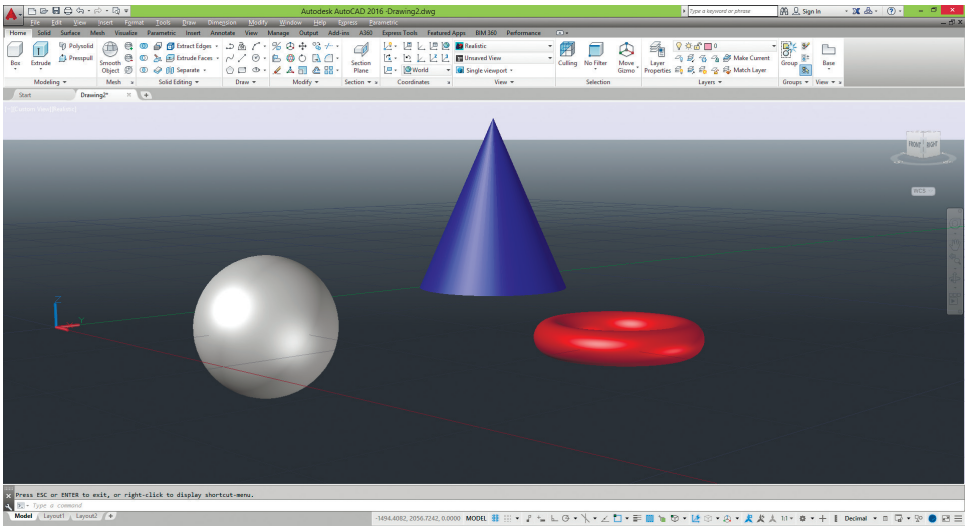


Рис. 19.3. Рабочее пространство 3D Modeling

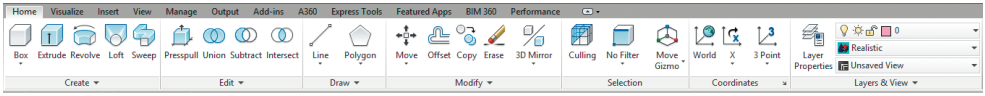


Рис. 19.4. Инструменты рабочего пространства 3D Basics

Твердотельный параллелепипед



Команда **BOX** формирует твердотельный *параллелепипед* (ящик, куб). Основание параллелепипеда всегда параллельно плоскости *XY* текущей ПСК. Команда вызывается из падающего меню **Draw** → **Modeling** → **Box**, либо щелчком на пиктограмме **Box** в группе **Modeling** ленты **Home** или в группе **Primitive** ленты **Solid** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 19.5).

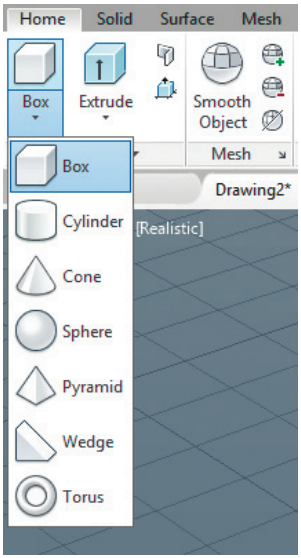


Рис. 19.5. Инструмент команды BOX

Запросы команды **BOX**:

`Specify first corner or [Center]:` – указать первый угол параллелепипеда

`Specify other corner or [Cube/Length]:` – указать противоположный угол параллелепипеда

`Specify height or [2Point]:` – указать высоту параллелепипеда

При формировании параллелепипеда следует задать параметры в одном из нижеперечисленных вариантов:

- положение диагонально противоположных углов;
- положение противоположных углов основания и высота;
- положение центра ящика с назначением угла или высоты либо длины и ширины ящика.

Ключи команды **BOX**:

- `Center` – позволяет сформировать ящик, указав положение его центральной точки. При этом выдаются запросы:
  `Specify first corner or [Center]: C` – перейти в режим указания центра параллелепипеда
  `Specify center:` – указать центр параллелепипеда
  `Specify corner or [Cube/Length]:` – указать угол
  `Specify height or [2Point]:` – указать высоту
- `Cube` – создает куб, то есть параллелепипед, у которого все ребра равны. При этом выдаются запросы:

`Specify first corner or [Center]:` – указать угол параллелепипеда
`Specify other corner or [Cube/Length]: C` – переход в режим формирования куба
`Specify length:` – указать длину

- `Length` – создает параллелепипед заданных длины (по оси *X*), ширины (по оси *Y*) и высоты (по оси *Z*) текущей ПСК. При этом выдаются запросы:
  `Specify first corner or [Center]:` – указать угол параллелепипеда
  `Specify other corner or [Cube/Length]: L` – перейти в режим указания длины, ширины и высоты
  `Specify length:` – указать длину
  `Specify width:` – указать ширину
  `Specify height or [2Point]:` – указать высоту

Пример. Формирование твердотельного параллелепипеда

Постройте твердотельный параллелепипед (рис. 19.6).

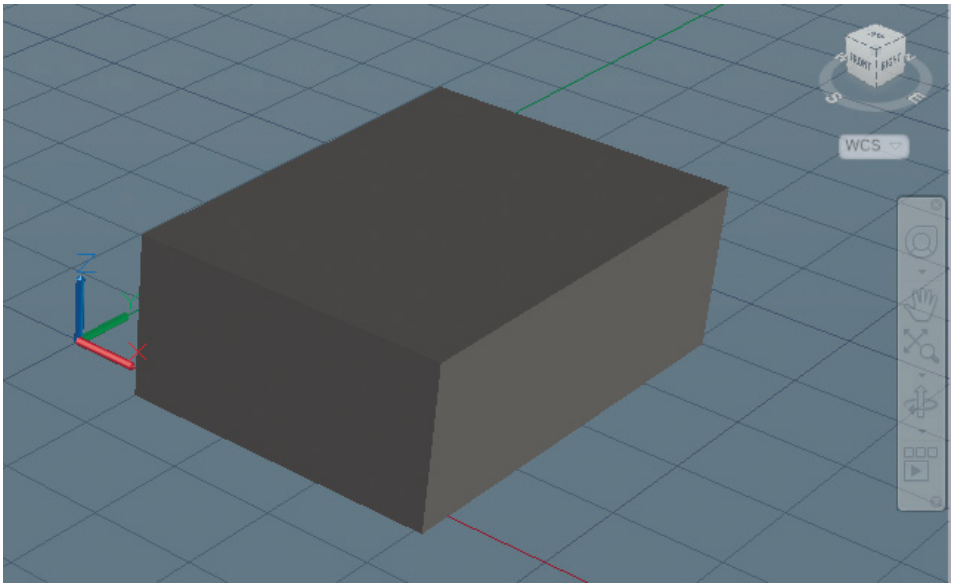


Рис. 19.6. Формирование твердотельного параллелепипеда

Запустите команду **BOX**, вызвав ее из падающего меню **Draw** → **Modeling** → **Box** или щелчком на пиктограмме **Box** в группе **Modeling** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_BOX
Specify first corner or [Center]: 50,70
```
– координаты угла параллелепипеда

`Specify other corner or [Cube/Length]: 150,200` – координаты другого угла параллелепипеда

`Specify height or [2Point]: 80` – высота параллелепипеда



Выполните упражнение Box1 из раздела 5.

Твердотельный клин



Команда **WEDGE**, формирующая твердотельный *клин*, вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Wedge**, или щелчком на пиктограмме **Wedge** в группе **Modeling** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 19.7).

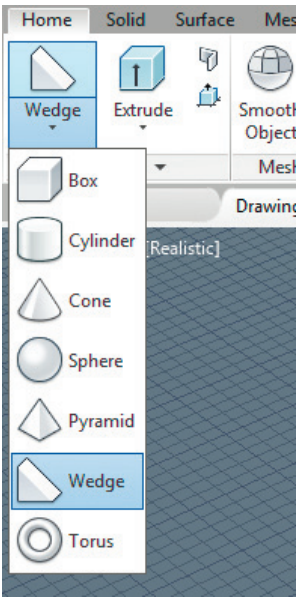


Рис. 19.7. Инструмент команды WEDGE

Запросы команды **WEDGE**:

`Specify first corner or [Center]:` – указать первый угол клина

`Specify other corner or [Cube/Length]:` – указать противоположный угол клина

`Specify height or [2Point]:` – указать высоту

Основание клина всегда параллельно плоскости построений *XY* текущей системы координат; при этом наклонная грань располагается напротив первого указанного угла основания. Высота клина может быть как положительной, так и отрицательной и обязательно параллельна оси *Z*.

Все запросы и ключи команды **WEDGE** аналогичны запросам и ключам команды **BOX**.

Пример. Формирование твердотельного клина

Постройте твердотельный клин (рис. 19.8).

Запустите команду **WEDGE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Modeling → Wedge** или щелчком на пиктограмме **Wedge** в группе **Modeling** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_WEDGE`

`Specify first corner or [Center]: 40,50` – координаты угла клина

`Specify other corner or [Cube/Length]: 150,180` – координаты противоположного угла клина

`Specify height or [2Point]: 100` – высота клина

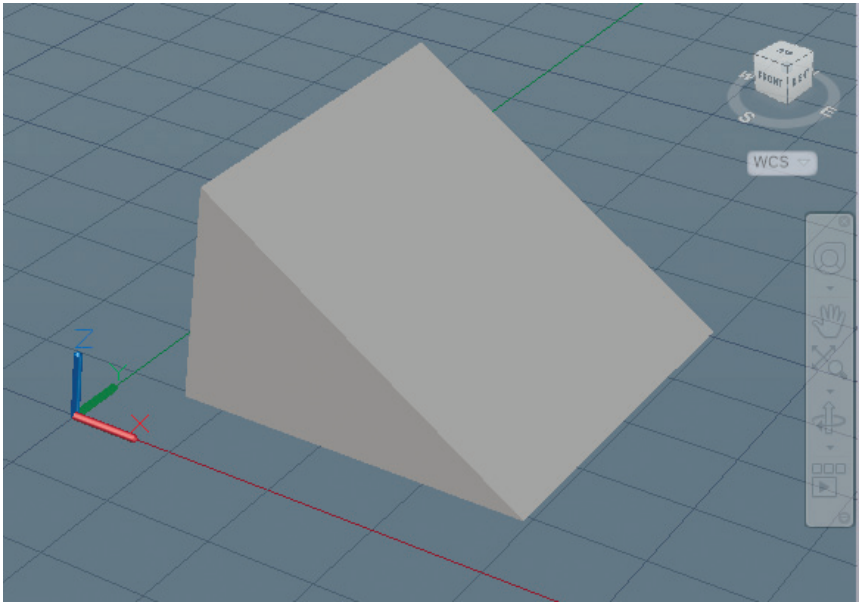


Рис. 19.8. Формирование твердотельного клина



Выполните упражнение Wed1 из раздела 5.

Твердотельный конус



Команда **CONE** формирует твердотельный *конус*, основание которого (окружность или эллипс) лежит в плоскости *XY* текущей системы координат, а вершина располагается по оси *Z*. Команда вызывается из падающего меню **Draw** → **Modeling** → **Cone**, или щелчком на пиктограмме **Cone** в группе **Modeling** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 19.9).

Запросы команды **CONE**:

`Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:` – указать центральную точку основания конуса

`Specify base radius or [Diameter]:` – указать радиус основания конуса

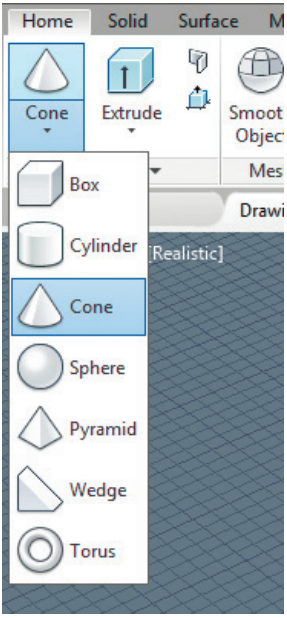


Рис. 19.9. Инструмент команды CONE

`Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту конуса

Ключи команды **CONE**:

- `3P` – строит основание конуса в виде окружности по трем точкам, лежащим на ней. При использовании этого ключа команда **CONE** выдает следующие запросы:
  `Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: 3P` – перейти в режим построения окружности по трем точкам
  `Specify first point:` – указать первую точку окружности
  `Specify second point:` – указать вторую точку окружности
  `Specify third point:` – указать третью точку окружности
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту конуса
- `2P` – строит основание конуса в виде окружности по двум точкам, лежащим на диаметре. При использовании этого ключа команда **CONE** выдает следующие запросы:
  `Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: 2P` – перейти в режим построения окружности по двум точкам
  `Specify first end point of diameter:` – указать первую конечную точку диаметра
  `Specify second end point of diameter:` – указать вторую конечную точку диаметра
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту конуса
- `Ttr` – строит основание конуса в виде окружности по двум касательным и радиусу. При использовании этого ключа команда **CONE** выдает следующие запросы:
  `Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: TTR` – перейти в режим построения окружности по двум касательным и радиусу
  `Specify point on object for first tangent:` – указать точку на объекте, задающую первую касательную
  `Specify point on object for second tangent:` – указать точку на объекте, задающую вторую касательную
  `Specify radius of circle:` – указать радиус окружности
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту конуса
- `Elliptical` – позволяет создавать основание конуса в виде эллипса. Запросы аналогичны тем, что используются в AutoCAD при создании эллипса:
  `Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: E` – перейти в режим указания основания конуса в виде эллипса
  `Specify endpoint of first axis or [Center]:` – указать конечную точку оси эллипса для основания конуса

`Specify other endpoint of first axis:` – указать вторую конечную точку оси эллипса для основания конуса

`Specify endpoint of second axis:` – указать длину другой оси для основания конуса

`Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту конуса

- `2Point` – указывает, что высотой конуса является расстояние между двумя заданными точками;
- `Axis endpoint` – задает положение конечной точки для оси конуса, которой является верхняя точка конуса или центральная точка верхней грани усеченного конуса. Конечная точка оси может быть расположена в любой точке трехмерного пространства. Она определяет длину и ориентацию конуса;
- `Top radius` – определяет радиус при вершине усеченного конуса.

Чтобы построить усеченный конус или конус, ориентированный под некоторым углом, можно вначале нарисовать двухмерную окружность, а затем с помощью команды **EXTRUDE** произвести коническое выдавливание под углом к оси *Z*. Если необходимо усечь конус, можно, используя команду **SUBTRACT**, вычесть из него параллелепипед, внутри которого находится вершина конуса.

Пример. Формирование кругового твердотельного конуса

Постройте твердотельный конус, в основании которого лежит окружность (рис. 19.10).

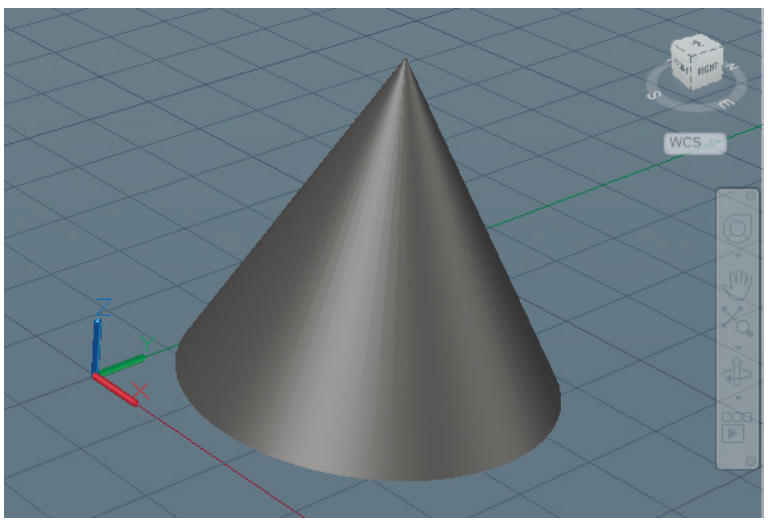


Рис. 19.10. Формирование твердотельного кругового конуса

Запустите команду **CONE**, вызвав ее из падающего меню **Draw** → **Modeling** → **Cone** или щелчком на пиктограмме **Cone** в группе **Modeling** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_CONE
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: 100,100
```
– центральная точка конуса

```
Specify base radius or [Diameter]: 80
```
– радиус основания конуса

```
Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: 100
```
– высота конуса



Выполните упражнение Con1 из раздела 5.

Пример. Формирование твердотельного эллиптического конуса

Постройте твердотельный конус с основанием в виде эллипса (рис. 19.11).

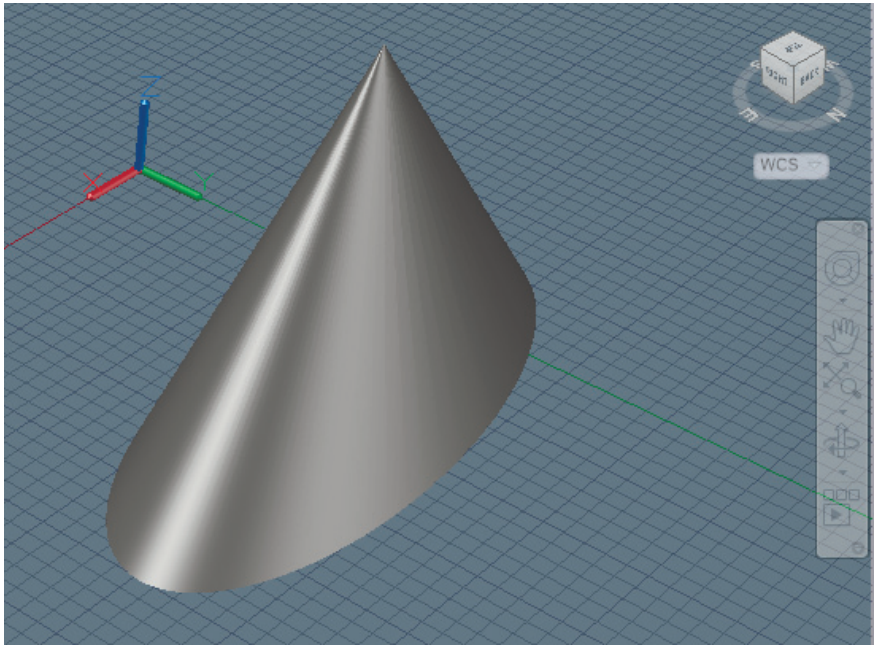


Рис. 19.11. Формирование твердотельного эллиптического конуса

Запустите команду **CONE**, вызвав ее из падающего меню **Draw** → **Modeling** → **Cone** или щелчком на пиктограмме **Cone** в группе **Modeling** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

_CONE

`Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: E` – перейдите в режим указания основания конуса в виде эллипса

`Specify endpoint of first axis or [Center]: 10,70` – координаты первой точки

`Specify other endpoint of first axis: 190,140` – координаты второй точки

`Specify endpoint of second axis: 20` – половина длины второй оси эллипса

`Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: 70` – высота конуса



Выполните упражнение Con2 из раздела 5.

Твердотельный шар



Команда **SPHERE** формирует твердотельный *шар*. Для этого достаточно задать его радиус или диаметр. Каркасное представление шара располагается таким образом, что его центральная ось совпадает с осью *Z* текущей системы координат. Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Sphere**, или щелчком на пиктограмме **Sphere** в группе **Modeling** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 19.12).

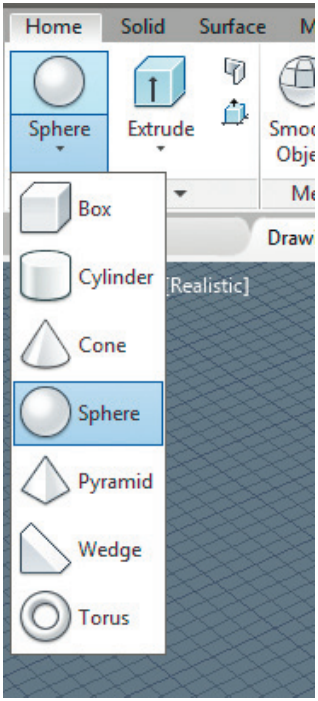


Рис. 19.12. Инструмент команды SPHERE

Запросы команды **SPHERE**:

`Specify center point or [3P/2P/Ttr]:` – указать центр шара

`Specify radius or [Diameter]:` – указать радиус шара

Ключи команды **SPHERE**:

- `3P` – определяет окружность сферы путем задания трех произвольных точек в трехмерном пространстве. Три заданные точки также определяют плоскость окружности шара. При этом команда **SPHERE** выдает следующие запросы:

  `Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 3P` – перейти в режим задания трех произвольных точек

`Specify first point:` – указать первую точку
`Specify second point:` – указать вторую точку
`Specify third point:` – указать третью точку

- `2P` – определяет окружность сферы путем задания двух произвольных точек в трехмерном пространстве. Плоскость окружности шара определяется координатой *Z* первой точки. При этом команда **SPHERE** выдает следующие запросы:
  `Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 2P` – перейти в режим задания двух произвольных точек
  `Specify first end point of diameter:` – указать первую конечную точку диаметра
  `Specify second end point of diameter:` – указать вторую конечную точку диаметра
- `Ttr` – построение шара по заданному радиусу, касательному к двум объектам. Указанные точки касания проецируются на текущую ПСК. При этом команда **SPHERE** выдает следующие запросы:
  `Specify center point or [3P/2P/Ttr]: T` – перейти в режим задания касательных и радиуса
  `Specify point on object for first tangent:` – указать на объекте точку для первой касательной
  `Specify point on object for second tangent:` – указать на объекте точку для второй касательной
  `Specify radius of circle:` – указать радиус

Чтобы построить часть шара в виде купола или чаши, нужно, используя команду **SUBTRACT**, вычесть из него параллелепипед. Если необходимо построить шарообразное тело специальной формы, следует вначале создать его двухмерное сечение, а затем, применив команду **REVOLVE**, вращать сечение под заданным углом к оси *Z*.

Пример. Формирование твердотельного шара

Постройте твердотельный шар (рис. 19.13).

Запустите команду **SPHERE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Modeling → Sphere** или щелчком на пиктограмме **Sphere** в группе **Modeling** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_SPHERE
Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 100,150
```
– координаты точки центра шара

`Specify radius or [Diameter]: 80` – радиус шара



Выполните упражнение Sph1 из раздела 5.

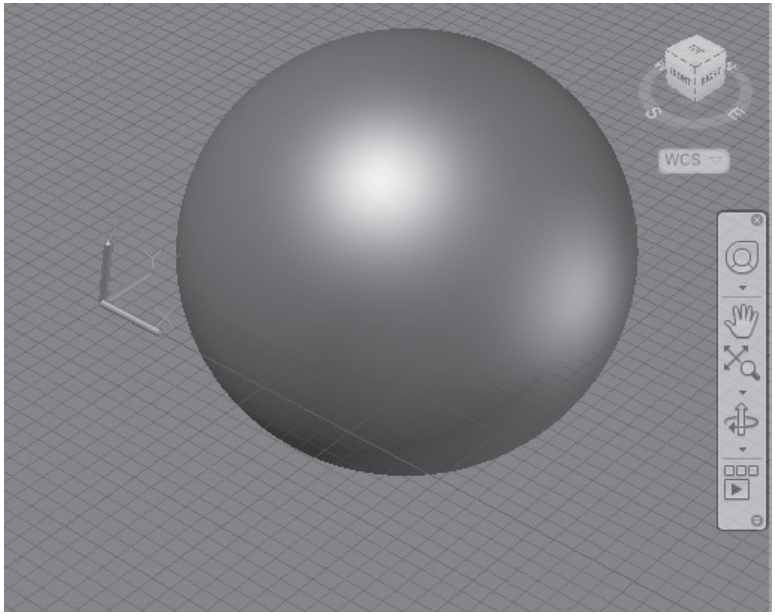


Рис. 19.13. Формирование твердотельного шара

Твердотельный цилиндр



Команда **CYLINDER**, формирующая твердотельный *цилиндр*, вызывается из падающего меню **Draw** → **Modeling** → **Cylinder**, или щелчком на пиктограмме **Cylinder** в группе **Modeling** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 19.14).

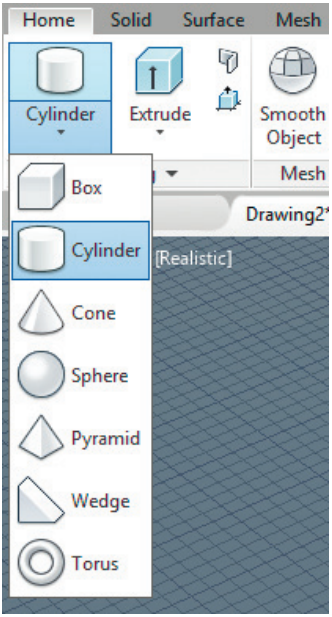


Рис. 19.14. Инструмент команды CYLINDER

Запросы команды **CYLINDER**:

`Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:` – указать центральную точку основания цилиндра

`Specify base radius or [Diameter]:` – указать радиус основания цилиндра

`Specify height or [2Point/Axis endpoint]:` – указать высоту цилиндра

Информация, необходимая для описания цилиндра, аналогична той, что используется для описания

конуса, поэтому запросы команды **CYLINDER** совпадают с запросами команды **CONE**.

Если необходимо построить цилиндр специальной формы (например, с пазами), следует вначале при помощи команды **PLINE** создать двухмерное изображение его основания в виде замкнутой полилинии, а затем, используя команду **EXTRUDE**, придать ему высоту вдоль оси *Z*.

Пример. Формирование твердотельного цилиндра

Постройте твердотельный цилиндр, в основании которого лежит окружность (рис. 19.15).

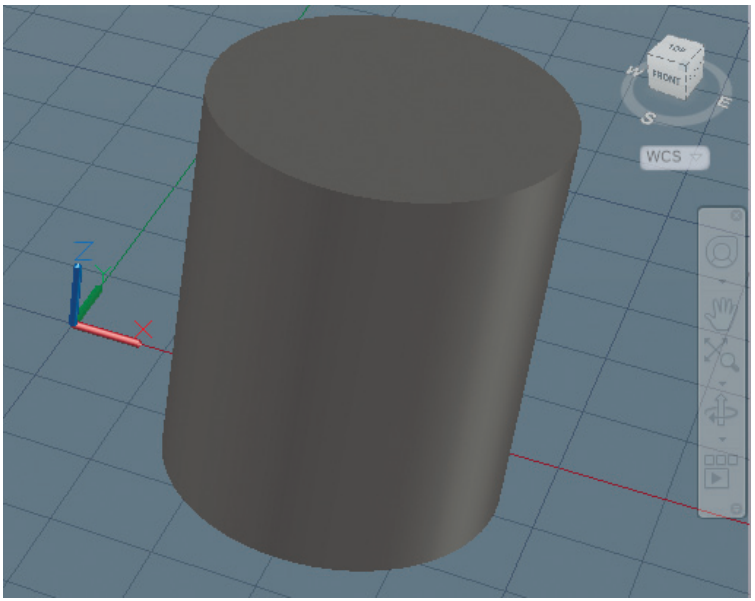


Рис. 19.15. Формирование твердотельного цилиндра

Запустите команду **CYLINDER**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Modeling → Cylinder**, или щелчком на пиктограмме **Cylinder** в группе **Modeling** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_CYLINDER
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: 200,150
```
— координаты центральной точки основания цилиндра

```
Specify base radius or [Diameter]: 140
```
— радиус основания цилиндра

```
Specify height or [2Point/Axis endpoint]: 250
```
— высота цилиндра

Выполните упражнение Cyl1 из раздела 5.

Твердотельный тор



Команда **TORUS** формирует твердотельный *тор*, напоминающий по форме камеру автомобильной шины. При этом необходимо ввести значения радиуса образующей окружности трубы и радиуса, определяющего расстояние от центра тора до центра трубы. Тор строится параллельно плоскости *XY* текущей системы координат. Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Torus**, или щелчком на пиктограмме **Torus** в группе **Modeling** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 19.16).

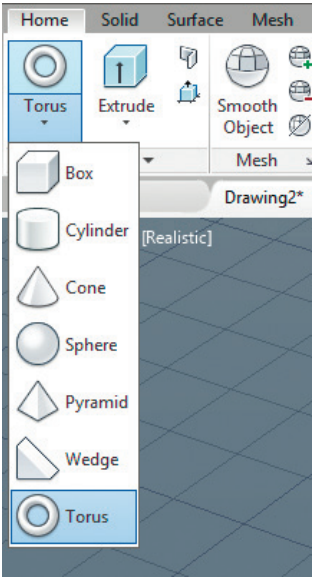


Рис. 19.16. Инструмент команды TORUS

Запросы команды **TORUS**:

`Specify center point or [3P/2P/Ttr]:` – указать центр тора

`Specify radius or [Diameter]:` – указать радиус тора

`Specify tube radius or [2Point/Diameter]:` – указать радиус полости

Ключи команды **TORUS**:

- `3P` – задание окружности тора по трем точкам. Три указанные точки также определяют плоскость окружности тора. При этом команда **TORUS** выдает следующие запросы:

  `Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 3P` – перейти в режим задания трех точек

  `Specify first point:` – указать первую точку

  `Specify second point:` – указать вторую точку

  `Specify third point:` – указать третью точку

  `Specify tube radius or [2Point/Diameter]:` – указать радиус полости

- `2P` – задание длины окружности тора по двум точкам. Плоскость окружности тора определяется координатой *Z* первой точки. При этом команда `TORUS` выдает следующие запросы:

  `Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 2P` – перейти в режим задания двух точек

  `Specify first end point of diameter:` – указать первую конечную точку диаметра

  `Specify second end point of diameter:` – указать вторую конечную точку диаметра

  `Specify tube radius or [2Point/Diameter]:` – указать радиус полости

- `Ttr` – построение тора по заданному радиусу, касающемуся двух объектов. Указанные точки касания проецируются на текущую ПСК. При этом команда `TORUS` выдает следующие запросы:
  `Specify center point or [3P/2P/Ttr]: T` – перейти в режим задания двух касательных и радиуса
  `Specify point on object for first tangent:` – указать на объекте точку для первой касательной
  `Specify point on object for second tangent:` – указать на объекте точку для второй касательной
  `Specify radius of circle:` – указать радиус
  `Specify tube radius or [2Point/Diameter]:` – указать радиус полости

  Радиус тора может иметь отрицательное значение, но радиус трубы должен быть положительным и превосходить абсолютную величину радиуса тора (например, если радиус тора равен `-2.0`, то радиус трубы должен быть больше `+2.0`). Данное условие необходимо соблюдать, чтобы не получить в итоге пустое тело (тело без объема). При этом сформированный объект имеет форму мяча для регби.
  Допускается построение самопересекающихся торов – таких, у которых нет центрального отверстия. Для этого нужно задавать радиус сечения большим, чем радиус тора.

Пример. Формирование твердотельного тора

Постройте твердотельный тор (рис. 19.17).

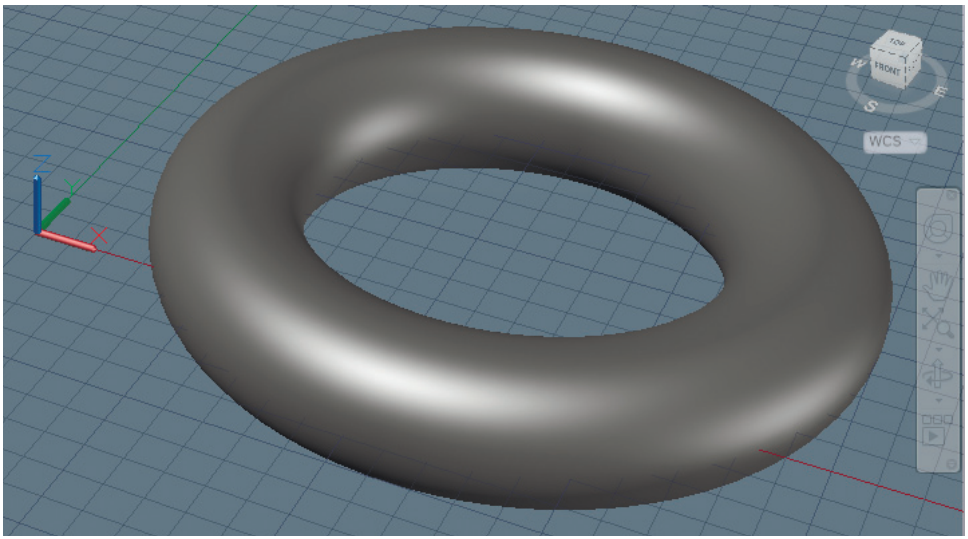


Рис. 19.17. Формирование твердотельного тора

Запустите команду **TORUS**, вызвав ее из падающего меню **Draw** → **Modeling** → **Torus** или щелчком на пиктограмме **Torus** в группе **Modeling** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

```
_TORUS
Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 100,150
```
— координаты точки центра тора

```
Specify radius or [Diameter]: 50
```
— радиус тора

```
Specify tube radius or [2Point/Diameter]: 15
```
— радиус трубы тора



Выполните упражнения Tor1–Tor3 из раздела 5.

Твердотельная пирамида



Команда **PYRAMID** формирует твердотельную *пирамиду*. Команда вызывается из падающего меню **Draw** → **Modeling** → **Pyramid**, или щелчком на пиктограмме **Pyramid** в группе **Modeling** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 19.18, 19.19).

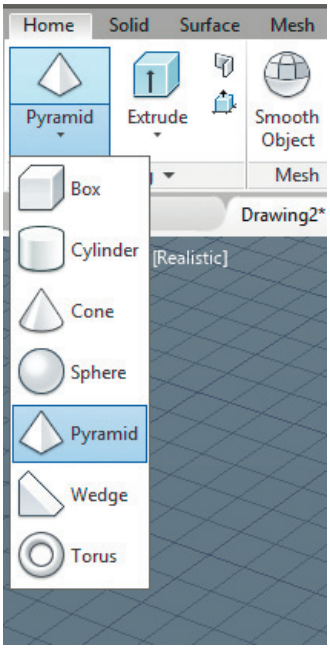


Рис. 19.18. Инструмент команды PYRAMID

Запросы команды **PYRAMID**:

- `Edge` – указывается длина одной кромки основания пирамиды. При этом команда **PYRAMID** выдает следующие запросы:
  `Specify center point of base or [Edge/Sides]: E` – перейти в режим указания кромки
  `Specify first endpoint of edge:` – указать первую конечную точку стороны
  `Specify second endpoint of edge:` – указать вторую конечную точку стороны
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту или один из ключей
- `Sides` – указывается количество сторон для пирамиды. Возможен ввод значения от 3 до 32. При этом команда **PYRAMID** выдает следующие запросы:
  `Specify center point of base or [Edge/Sides]: S` – перейти в режим указания количества сторон
  `Enter number of sides:` – указать количество сторон

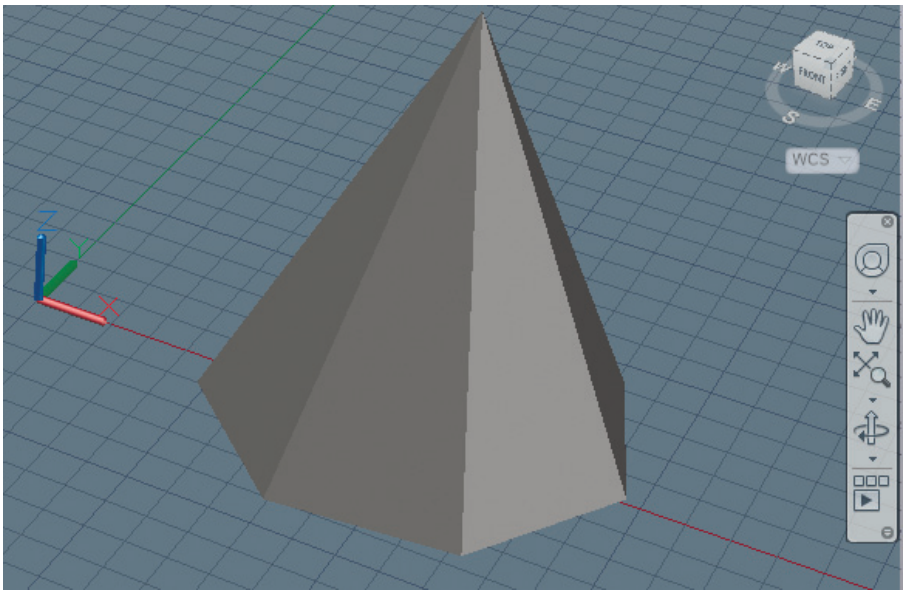


Рис. 19.19. Формирование твердотельной пирамиды

`Specify center point of base or [Edge/Sides]:` – указать центральную точку основания или один из ключей

`Specify base radius or [Inscribed]:` – указать радиус основания

`Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту или один из ключей

- `Inscribed` – указывается, что основание пирамиды вписывается в пределах (строится внутри) радиуса основания пирамиды. При этом команда `PYRAMID` выдает следующие запросы:

  `Specify center point of base or [Edge/Sides]:` – указать центральную точку основания или один из ключей

  `Specify base radius or [Inscribed]: I` – перейти в режим построения основания, вписанного в окружность

  `Specify base radius or [Circumscribed]:` – указать радиус основания

  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту или один из ключей

- `Circumscribed` – указывается, что основание пирамиды описывается вокруг (строится по периметру) радиуса основания пирамиды. При этом команда **PYRAMID** выдает следующие запросы:

  `Specify center point of base or [Edge/Sides]:` – указать центральную точку основания или один из ключей

  `Specify base radius or [Circumscribed]: C` – перейти в режим построения основания, описанного вокруг окружности

`Specify base radius or [Inscribed]:` – указать радиус основания
`Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]:` – указать высоту или один из ключей

- `2Point` – указывается, что высота пирамиды равняется расстоянию между двумя указанными точками. При этом команда **PYRAMID** выдает следующие запросы:
  `Specify center point of base or [Edge/Sides]:` – указать центральную точку основания или один из ключей
  `Specify base radius or [Inscribed]:` – указать радиус основания
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: 2P` – перейти в режим указания высоты пирамиды с помощью двух точек
  `Specify first point:` – указать первую точку
  `Specify second point:` – указать вторую точку
- `Axis endpoint` – указывается местоположение конечной точки для оси пирамиды. Данная конечная является вершиной пирамиды. Возможно расположение конечной точки оси в любом месте 3D-пространства. Конечная точка оси определяет длину пирамиды и ее положение в пространстве. При этом команда **PYRAMID** выдает следующие запросы:
  `Specify center point of base or [Edge/Sides]:` – указать центральную точку основания или один из ключей
  `Specify base radius or [Inscribed]:` – указать радиус основания
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: A` – перейти в режим указания конечной точки оси пирамиды
  `Specify axis endpoint:` – указать конечную точку оси
- `Top radius` – указывается верхний радиус пирамиды при создании усеченной пирамиды (рис. 19.20). При этом команда **PYRAMID** выдает следующие запросы:
  `Specify center point of base or [Edge/Sides]:` – указать центральную точку основания или один из ключей
  `Specify base radius or [Inscribed]:` – указать радиус основания
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: T` – перейти в режим указания верхнего радиуса пирамиды
  `Specify top radius:` – указать радиус верхнего основания
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint]:` – указать высоту

Полителo



Команда **POLYSOLID** преобразует имеющуюся линию, двухмерную полилинию, дугу или окружность в *тело* с прямоугольным профилем, которое может содержать криволинейные сегменты, но профиль при этом всегда является прямоугольным. Команда вызывается из

падающего меню **Draw** → **Modeling** → **Polysolid** или щелчком на пиктограмме **Polysolid** в группе **Modeling** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**.

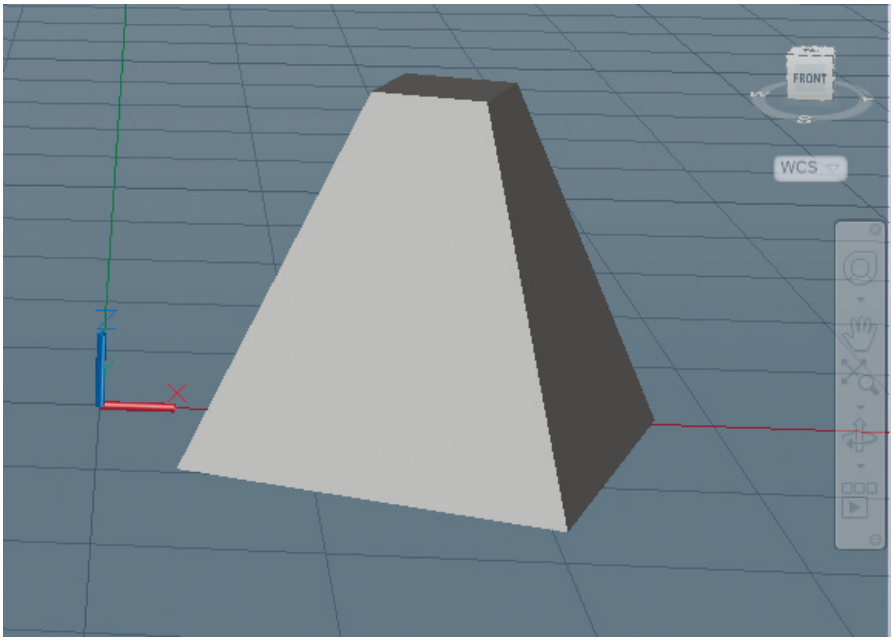


Рис. 19.20. Формирование твердотельной усеченной пирамиды

Ширину тела определяет системная переменная `PSOLWIDTH`, высоту – системная переменная `PSOLHEIGHT`.

Запросы команды **POLYSOLID**:

`Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>:` – указать начальную точку для профиля тела или выбрать один из ключей

`Specify next point or [Arc/Undo]:` – указать следующую точку

`Specify next point or [Arc/Undo]:` – указать следующую точку

`Specify next point or [Arc/Close/Undo]:` – указать следующую точку

`Specify next point or [Arc/Close/Undo]:` – указать следующую точку или нажать клавишу **Enter**

Ключи команды **POLYSOLID**:

- `Object` – указывается объект для преобразования в тело: линия, дуга, двумерная полилиния или окружность;
- `Height` – указывается высота тела, которая по умолчанию равна текущему значению системной переменной `PSOLHEIGHT`;
- `Width` – указывается высота тела, которая равна текущему значению системной переменной `PSOLWIDTH`;

- `Justify` – задаются значения ширины и высоты, обеспечивающие выравнивание тела. Выравнивание привязывается к начальному направлению первого сегмента профиля:
  - `Left` – слева;
  - `Center` – по центру;
  - `Right` – справа;
- `Arc` – к телу добавляется дуговой сегмент. Начальным направлением дуги по умолчанию является касательная к последнему построенному сегменту. При этом команда выдает следующие запросы:

  `Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>:` – указать начальную точку для профиля тела или выбрать один из ключей

  `Specify next point or [Arc/Undo]:` – указать следующую точку

  `Specify next point or [Arc/Undo]: A` – переход в режим дуг

  `Specify endpoint of arc or [Close/Direction/Line/Second point/Undo]:` – указать конечную точку дуги или выбрать один из ключей:
  - `Close` – тело замыкается путем построения линейного или дугового сегмента от заданной последней вершины до начальной точки тела. Для применения этого ключа следует указать как минимум две точки;
  - `Direction` – задание начального направления дугового сегмента;
  - `Line` – выход из режима построения дуговых сегментов и возврат к начальным запросам команды **POLYSOLID**;
  - `Second point` – указываются вторая точка и конечная точка трехточечного дугового сегмента;
  - `Undo` – удаление последнего дугового сегмента, добавленного к телу.

Выдавленное тело



Команда **EXTRUDE** позволяет создавать твердотельные объекты методом *выдавливания* двухмерных объектов в заданном направлении и на заданное расстояние. Команда вызывается из падающего меню **Draw** → **Modeling** → **Extrude** или щелчком на пиктограмме **Extrude** в группе **Modeling** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 19.21).

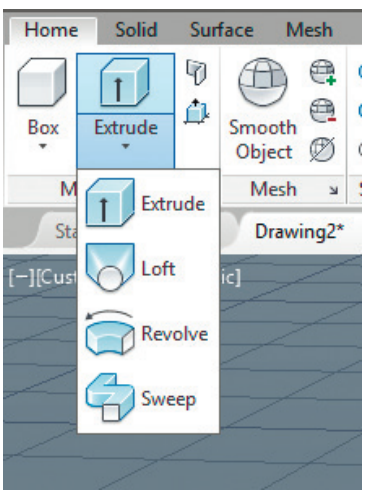


Рис. 19.21. Инструмент команды EXTRUDE

Запросы команды **EXTRUDE**:

`Current wire frame density: ISOLINES=4` – текущая плотность каркаса

`Select objects to extrude:` – выбрать объекты

`Select objects to extrude:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]:` – указать глубину выдавливания

Ключи команды **EXTRUDE**:

- `Direction` – определяет длину и направление выдавливания. При этом выдаются следующие запросы:
  `Select objects to extrude:` – выбрать объекты
  `Select objects to extrude:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов
  `Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: D` – перейти в режим указания направления выдавливания
  `Specify start point of direction:` – указать начальную точку направления
  `Specify end point of direction:` – указать конечную точку направления
- `Path` – позволяет указать высоту и направление выдавливания по заданной траектории. При этом выдаются следующие запросы:
  `Select objects to extrude:` – выбрать объекты
  `Select objects to extrude:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов
  `Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: P` – перейти в режим указания высоты и направления выдавливания по заданной траектории
  `Select extrusion path or [Taper angle]:` – выбрать траекторию выдавливания
- `Taper angle` – позволяет задать угол сужения конуса для выдавливания. При этом выдаются следующие запросы:
  `Select objects to extrude:` – выбрать объекты
  `Select objects to extrude:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов
  `Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: T` – перейти в режим указания угла сужения конуса
  `Specify angle of taper for extrusion:` – указать угол сужения для выдавливания
  `Value must be nonzero.` – значение должно быть ненулевым
  `Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]:` – указать высоту выдавливания

Допускается выдавливание следующих объектов: отрезков, дуг, эллиптических дуг, двухмерных полилиний, двухмерных сплайнов, окружностей, эллипсов, трехмерных граней, двухмерных фигур, полос, областей, плоских поверхностей, плоских граней на телах. Нельзя выдавить объекты, входящие в блоки, а также

полилинии с пересекающимися сегментами. С помощью одной команды можно выдавить сразу несколько объектов. Направление выдавливания определяется траекторией или указанием глубины и угла конусности.

Команда **EXTRUDE** часто используется для формирования моделей таких объектов, как шестерни или звездочки. Особенно удобна она при создании объектов, имеющих сопряжения, фаски и аналогичного рода элементы, которые трудно воспроизвести, не используя выдавливания сечений.

Конусное выдавливание часто применяется при рисовании объектов с наклонными сторонами, например литейных форм. Не рекомендуется задавать большие углы конусности: в противном случае образующие конуса могут сойтись в одну точку прежде, чем будет достигнута требуемая глубина выдавливания.

Глубину выдавливания можно определять ненулевым значением или указанием двух точек. При вводе положительного значения происходит выдавливание объектов вдоль положительной оси *Z* объектной системы координат, при вводе отрицательного значения – вдоль отрицательной оси *Z*.

Траекториями для выдавливания могут быть следующие объекты: отрезки, окружности, дуги, эллипсы, эллиптические дуги, двухмерные полилинии, трехмерные полилинии, двухмерные сплайны, трехмерные сплайны, грани тел, грани поверхностей, спирали.

Системная переменная `DELOBJ` определяет, будут ли объекты и путь (если он выбран) при создании тела удалены автоматически или об их удалении будет выдан запрос.

Пример. Формирование выдавленного тела

Постройте твердотельный примитив путем выдавливания; при этом контур для выдавливания должен быть заготовлен заранее (рис. 19.22).

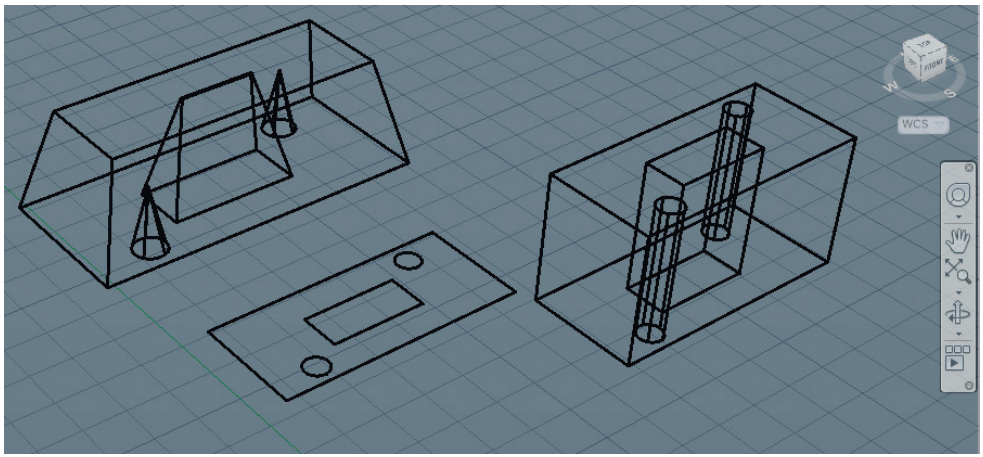


Рис. 19.22. Формирование выдавленного тела

Запустите команду **EXTRUDE**, вызвав ее из падающего меню **Draw → Modeling → Extrude** или щелчком на пиктограмме **Extrude** в группе **Modeling** ленты **Home**. Ответьте на запросы:

`_EXTRUDE`

`Current wire frame density: ISOLINES=8` – текущая плотность каркаса

`Select objects to extrude: C` – перейдите в режим выбора объектов секущей рамкой

`Specify first corner:` – укажите первый угол секущей рамки

`Specify opposite corner:` – укажите противоположный угол секущей рамки

`Select objects to extrude:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: T` – перейдите в режим определения угла сужения для выдавливания

`Specify angle of taper for extrusion: 7` – укажите угол сужения (конусности) граней

`Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: 70` – укажите глубину выдавливания



Выполните упражнения Ext1–Ext3 из раздела 5.

Тело вращения



Команда **REVOLVE** формирует твердотельные объекты путем *вращения* существующих объектов или областей на заданный угол вокруг оси *X* или *Y* текущей ПСК. Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Revolve** или щелчком на пиктограмме **Revolve** в группе **Modeling** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 19.23, 19.24).

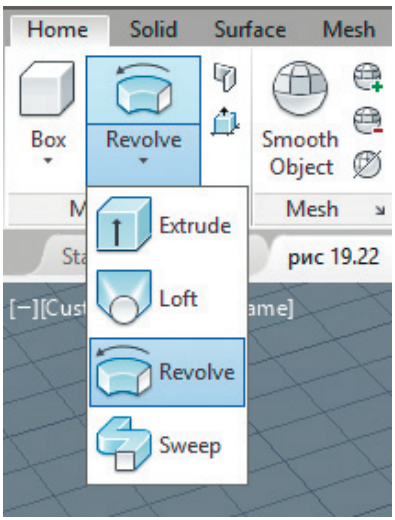


Рис. 19.23. Инструмент команды REVOLVE

Запросы команды **REVOLVE**:

`Current wire frame density: ISOLINES=20` – текущая плотность каркаса

`Select objects to revolve:` – выбрать объекты для вращения

`Select objects to revolve:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов для вращения

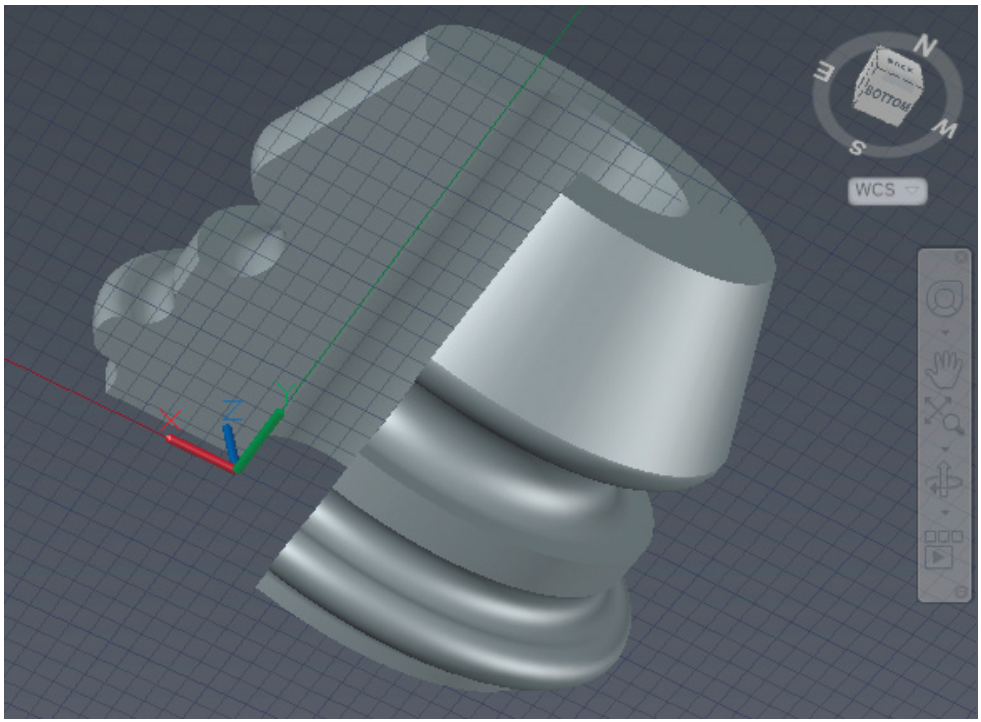


Рис. 19.24. Формирование тела вращения

`Specify axis start point or define axis by [Object/X/Y/Z] <Object>:` – указать начальную точку оси вращения

`Specify axis endpoint:` – указать конечную точку оси вращения

`Specify angle of revolution or [STart angle] <360>:` – указать угол вращения

Ключи команды **REVOLVE**:

- `Object` – требует указания объекта, используемого в качестве оси. Конец этого отрезка (сегмента), ближайший к точке указания, становится началом оси. Ее положительное направление определяется по правилу правой руки. При этом выдается запрос:

  `Select an object:` – указать объект в качестве оси вращения

- `X` – использует в качестве оси вращения положительную ось *X* текущей ПСК;
- `Y` – применяет в качестве оси вращения положительную ось *Y* текущей ПСК;
- `Z` – использует в качестве оси вращения положительную ось *Z* текущей ПСК.

Можно использовать для вращения следующие объекты: отрезки, дуги, эллиптические дуги, двухмерные полилинии, двухмерные сплайны, круги, эллипсы, плоские трехмерные грани, двухмерные фигуры, полосы, области, плоские грани на телах или поверхностях. Невозможно применить вращение к объектам, входящим в блоки, а также к самопересекающимся.

Объект можно вращать вокруг отрезка, линейных сегментов полилинии, двух заданных точек, линейных кромок тел или поверхностей.

Как и **EXTRUDE**, команду **REVOLVE** удобно применять к объектам, имеющим сопряжения и другие аналогичные элементы, которые трудно воспроизвести, не используя вращения сечений.



Выполните упражнение Rev1 из раздела 5.

Тело сдвига



Команда **SWEEP** формирует новый твердотельный объект путем *сдвига* разомкнутой или замкнутой плоской кривой (контура) вдоль разомкнутой или замкнутой двумерной или трехмерной траектории. Команда вызывается из падающего меню **Draw → Modeling → Sweep** или щелчком на пиктограмме **Sweep** в группе **Modeling** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 19.25, 19.26).

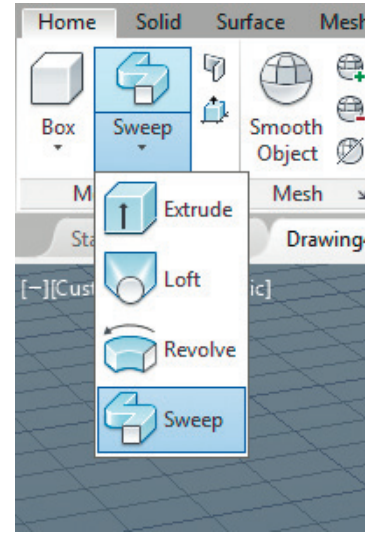


Рис. 19.25. Инструмент команды SWEEP

Запросы команды **SWEEP**:

`Current wire frame density: ISOLINES=4` – текущая плотность каркаса

`Select objects to sweep:` – выбрать объекты для сдвига

`Select objects to sweep:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов для сдвига

`Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]:` – выбрать траекторию сдвига или один из ключей

Ключи команды **SWEEP**:

- `Alignment` – выравнивание. Определяет, будет ли профиль выровнен по нормали к касательной траектории сдвига. При этом выдаются запросы:
  `Current wire frame density: ISOLINES=4` – текущая плотность каркаса

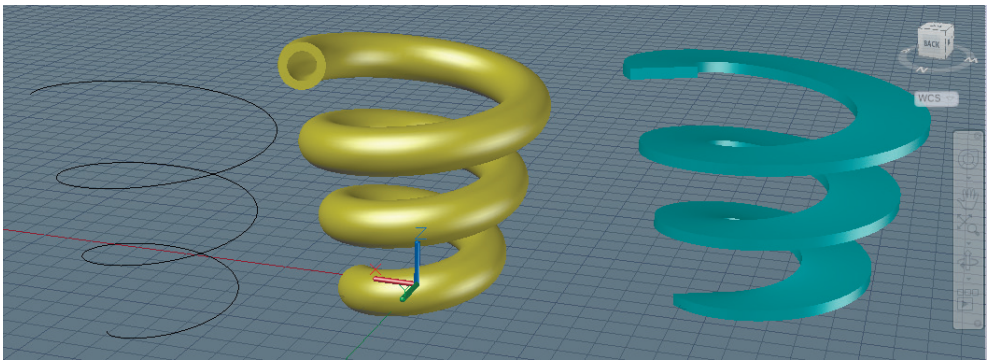


Рис. 19.26. Формирование объекта путем сдвига контура вдоль траектории

`Select objects to sweep:` – выбрать объекты для сдвига

`Select objects to sweep:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов для сдвига

`Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]: A` – перейти в режим выравнивания

`Align sweep object perpendicular to path before sweep [Yes/No]<Yes>:` – установить ли перед сдвигом объект сдвига перпендикулярно траектории

`Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]:` – выбрать траекторию сдвига

- `Base point` – указание базовой точки для объектов, подлежащих сдвигу. Если указанная точка не лежит в плоскости выбранных объектов, она проецируется на эту плоскость;
- `Scale` – указание масштабного коэффициента для операции сдвига. Объекты, сдвигаемые из начальной точки траектории в конечную, масштабируются как единый объект;
- `Twist` – указание угла закручивания для объектов, подлежащих сдвигу. Угол закручивания определяет вращение вдоль всей длины траектории сдвига. При этом выдаются запросы:

  `Current wire frame density: ISOLINES=4` – текущая плотность каркаса

  `Select objects to sweep:` – выбрать объекты для сдвига

  `Select objects to sweep:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов для сдвига

  `Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]: T` – перейти в режим закручивания

  `Enter twist angle or allow banking for a non-planar sweep path [Bank]:` – ввести угол закручивания или разрешить перекос неплоской траектории сдвига

  `Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]:` – выбрать траекторию сдвига

Операция сдвига отличается от операции выдавливания тем, что при выполнении сдвига контур перемещается и устанавливается перпендикулярным к траектории, затем он сдвигается вдоль траектории.

При сдвиге вдоль замкнутой кривой получается тело, а при разомкнутой – поверхность.

Для построения тела сдвига можно использовать следующие объекты: отрезок, дугу, эллиптическую дугу, двухмерную полилинию, двухмерный сплайн, окружность, эллипс, плоскую трехмерную грань, двухмерное тело, полосу, область, плоскую поверхность, плоские грани тела.

В качестве траектории используются следующие объекты: отрезок, дуга, эллиптическая дуга, двухмерная полилиния, двухмерный сплайн, окружность, эллипс, трехмерный сплайн, трехмерная полилиния, спираль, кромки тела или поверхности.

Системная переменная `DELOBJ` определяет способ удаления контуров и траекторий сдвига при создании тела или поверхности – автоматически или по запросу.

Тело, созданное с помощью сечений



Команда **LOFT** позволяет создавать новые тела, задавая ряд *поперечных сечений*. Команда вызывается из падающего меню **Draw** → **Modeling** → **Loft** или щелчком на пиктограмме **Loft** в группе **Modeling** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 19.27).

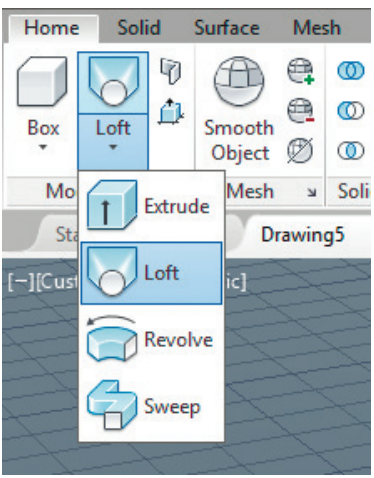


Рис. 19.27. Инструмент команды LOFT

При построении тела с помощью команды **LOFT** следует указать как минимум два поперечных сечения, которые определят форму результирующего объекта (рис. 19.28).

Запросы команды **LOFT**:

`Select cross-sections in lofting order:` – выбрать поперечные сечения в восходящем порядке

`Select cross-sections in lofting order:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Enter an option [Guides/Path/Cross-sections only] <Cross-sections only>:` – ввести один из ключей

Ключи команды **LOFT**:

- `Guides` – задает направляющие кривые, которые управляют формой создаваемого объекта путем добавления информации каркаса к объекту. Для

получения корректного результата каждая направляющая кривая должна пересекать каждое поперечное сечение, начинаться на первом поперечном сечении, завершаться на последнем поперечном сечении;

- `Path` – задает одиночную траекторию для создаваемого по сечениям объекта, при этом траектория должна пересекать все плоскости поперечных сечений;
- `Cross-sections only` – только поперечные сечения.

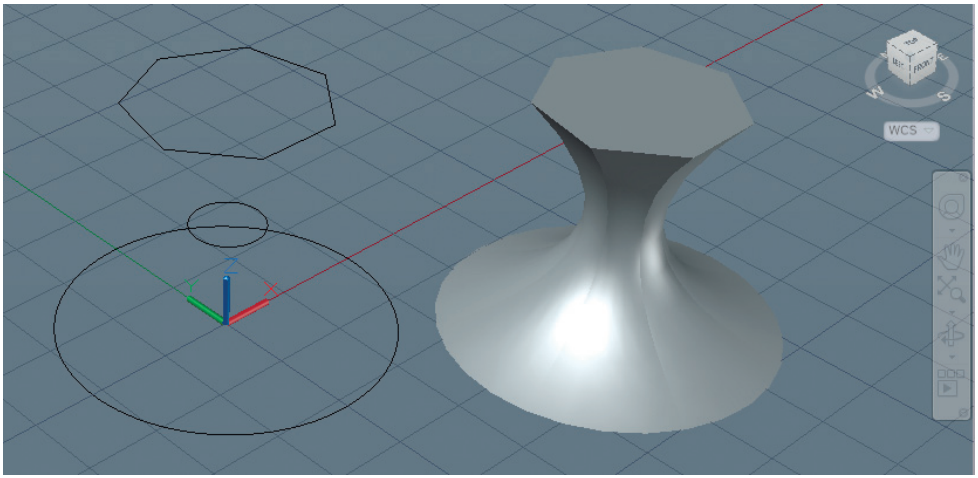


Рис. 19.28. Пример тела, созданного с помощью сечений

В качестве поперечного сечения можно использовать: отрезки, дуги, эллиптические дуги, двухмерные полилинии, двухмерные сплайны, окружности, эллипсы, точки (только для первого и последнего поперечных сечений).

В качестве траектории сечения можно использовать: линию, дугу, эллиптическую дугу, сплайн, спираль, окружность, эллипс, двухмерные полилинии и трехмерные полилинии.

Направляющим объектом могут служить: линия, дуга, эллиптическая дуга, двухмерный или трехмерный сплайн, двухмерная или трехмерная полилиния.

Системная переменная `DELOBJ` определяет, требуется ли автоматическое удаление поперечных сечений, направляющих и траектории после создания тела или поверхности, а также будет ли выдан запрос на удаление этих объектов.

Вытянутое тело



Команда **PRESSPULL** позволяет сжимать или растягивать ограниченные области. Команда вызывается щелчком на пиктограмме **Presspull** в группе **Modeling** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **PRESSPULL**:

`Click inside bounded areas to press or pull.` – щелкнуть кнопкой мыши в области контура для вытягивания

Допускается сжимать или растягивать ограниченные области следующих типов:

- области, доступные для штриховки методом выбора точек;
- области, замыкаемые пересечением компланарных линейных объектов, включая кромки и геометрические объекты в блоках;
- замкнутые полилинии, области, трехмерные грани и двухмерные тела, состоящие из компланарных вершин;
- области, создаваемые геометрией, включая ребра на гранях, вычерчиваемой компланарно любой грани трехмерного тела.

Системная переменная `IMPLIEDFACE` позволяет указывать, допускается ли обнаружение ограниченной области и ее сжатие или вытягивание.

Объединение объектов

Команды, предназначенные для формирования сложных объектов булевыми операциями, вызываются из падающего меню **Modify → Solid Editing** либо щелчком на соответствующей пиктограмме в группе **Solid Editing** ленты **Home** или в группе **Boolean** ленты **Solid** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 19.29).

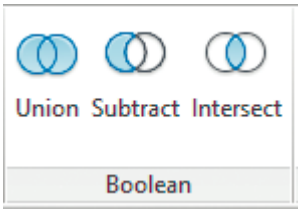


Рис. 19.29. Инструменты булевых операций



Команда **UNION** предназначена для *объединения* объектов и создает сложный объект, который занимает суммарный объем всех его составляющих. Команда позволяет создавать новые составные тела или области из нескольких существующих тел или областей, в том числе не имеющих общего объема или площади (то есть не пересекающихся). Команда вызывается из падающего меню **Modify → Solid Editing Union** или щелчком на пиктограмме **Union** в группе **Boolean** ленты **Solid** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **UNION**:

`Select objects:` – выбрать объекты
`Select objects:` – выбрать объекты
`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

Пример. Формирование тела путем объединения объектов

Постройте фигуру, объединив параллелепипед и две сферы (рис. 19.30).

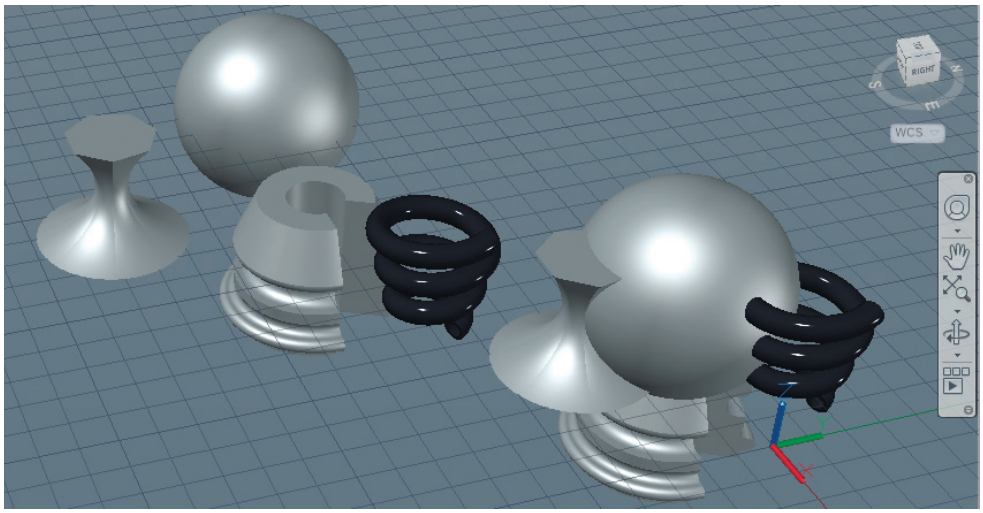


Рис. 19.30. Формирование тела путем объединения объектов

Запустите команду **UNION**, вызвав ее из падающего меню **Modify** → **Solid Editing** → **Union** или щелчком на пиктограмме **Union** в группе **Boolean** ленты **Solid**. Ответьте на запросы:

```
_UNION
Select objects: – выберите сферу большего радиуса
Select objects: – выберите сферу меньшего радиуса
Select objects: – выберите параллелепипед
Select objects: – нажмите клавишу Enter для завершения работы команды
```



Выполните упражнение Uni1 из раздела 5.

Вычитание объектов



Команда **SUBTRACT** обеспечивает *вычитание* одного объекта из другого. Таким образом команда позволяет сформировать новое составное тело или область. Области создаются путем вычитания площади одного набора областей или двухмерных примитивов из площади другого набора. Тела создаются путем вычитания одного набора объемных тел из другого подобного набора. Команду можно вызвать из падающего меню **Modify** → **Solid Editing** → **Subtract** или щелчком на пиктограмме **Subtract** в группе **Boolean** ленты **Solid** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **SUBTRACT**:

`Select solids and regions to subtract from ..` – выбрать тела и области, из которых будет выполняться вычитание

`Select objects:`

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Select solids and regions to subtract ..` – выбрать тела или области для вычитания

`Select objects:`

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

Пример. Формирование тела путем вычитания объектов

Постройте фигуру путем вычитания сферы и цилиндра из параллелепипеда (рис. 19.31).

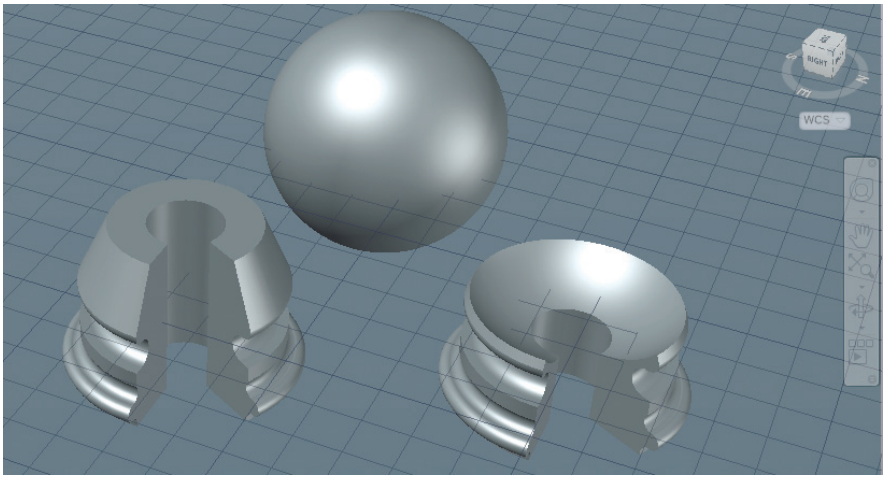


Рис. 19.31. Формирование тела путем вычитания объектов

Запустите команду **SUBTRACT**, вызвав ее из падающего меню **Modify → Solid Editing → Subtract** или щелчком на пиктограмме **Subtract** в группе **Boolean** ленты **Solid**. Ответьте на запросы:

```
_SUBTRACT
Select solids and regions to subtract from ..
```

`Select objects:` – выберите параллелепипед

`Select objects:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

```
Select solids and regions to subtract ..
```

`Select objects:` – выберите сферу

`Select objects:` – выберите цилиндр

`Select objects:` – нажмите клавишу **Enter** для завершения работы команды



Выполните упражнение Sub1 из раздела 5.

Пересечение объектов



Команда **INTERSECT** позволяет при *пересечении* нескольких существующих объектов создать новые составные тела и области (рис. 19.32). Созданное сложное тело занимает объем, общий для двух или более пересекающихся тел, при этом непересекающиеся части объемов из рисунка удаляются. Команда вызывается из падающего меню **Modify → Solid Editing Intersect** или щелчком на пиктограмме **Intersect** в группе **Boolean** ленты **Solid** рабочего пространства **3D Modeling**.

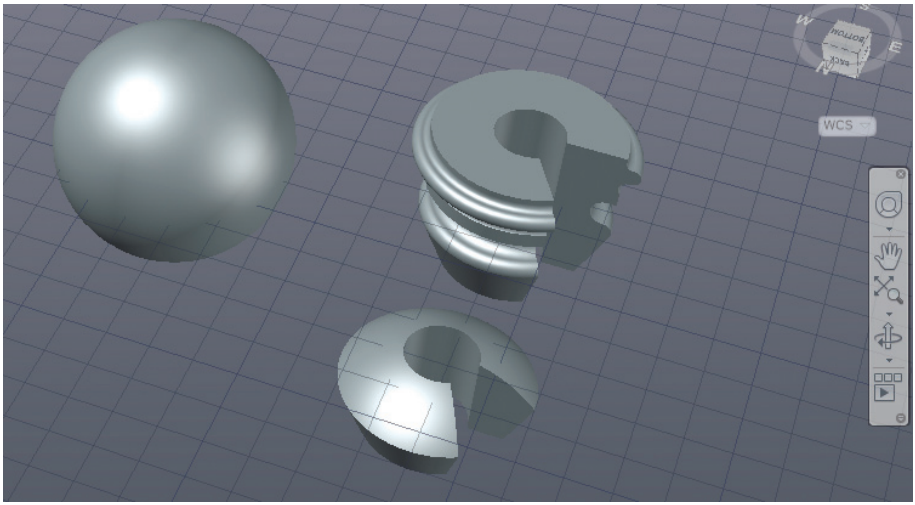


Рис. 19.32. Формирование тела путем пересечения объектов

Запросы команды **INTERSECT**:

`Select objects:` – выбрать объекты
`Select objects:` – выбрать объекты
`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды



Выполните упражнения Int1 и Int2 из раздела 5.

Глава 20

Редактирование трехмерных объектов

Трехмерный перенос.....527
Трехмерный поворот вокруг оси... 527
Выравнивание объектов.....528
Зеркальное отображение относительно плоскости.....530
Размножение трехмерным массивом.....531
Обрезка и удлинение трехмерных объектов.....532
Сопряжение трехмерных объектов.....532
Построение сечений.....533
Построение разрезов.....534
Придание толщины.....535
Преобразование в тело.....536
Преобразование в поверхность... 536
Извлечение ребер.....536

Команды редактирования двухмерного пространства, например команды переноса **MOVE**, копирования **COPY**, поворота **ROTATE**, зеркального отображения **MIRROR** и размножения массивом **ARRAY**, могут использоваться и в трехмерном пространстве. Кроме того, существуют команды редактирования, предназначенные только для трехмерных объектов: команды поворота **3DROTATE**, создания массива объектов **3DARRAY**, зеркального отображения **MIRROR3D** и др.

Команды редактирования трехмерных объектов запускаются из падающего меню **Modify → 3D Operations**. В рабочем пространстве трехмерного моделирования **3D Modeling** команды редактирования расположены в группе **Modify** ленты **Home** (рис. 20.1, 20.2).

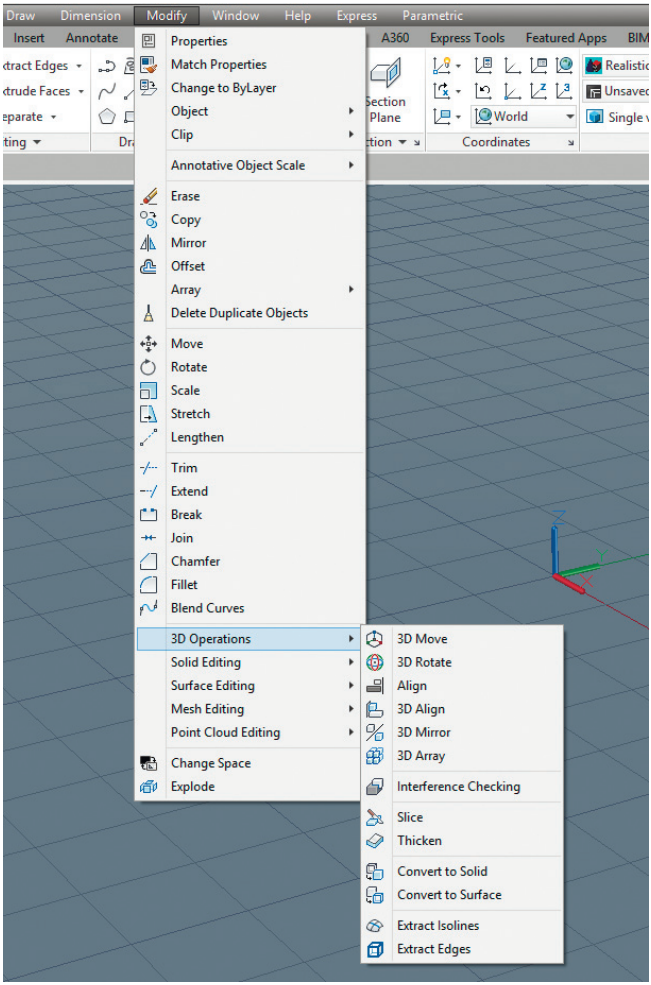


Рис. 20.1. Инструменты для редактирования трехмерных объектов

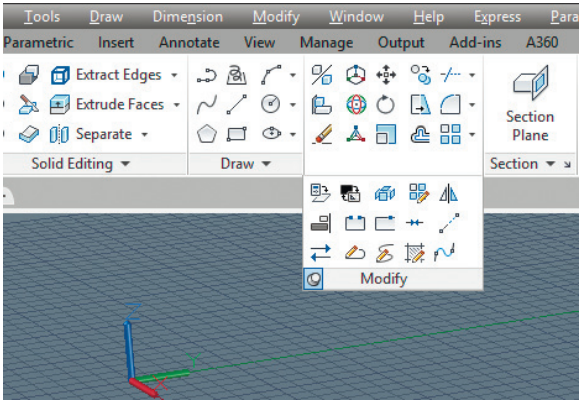


Рис. 20.2. Инструменты для редактирования трехмерных объектов в рабочем пространстве 3D Modeling

Трехмерный перенос



Команда **3DMOVE** *перемещает* объекты на указанное расстояние в заданном направлении, при этом отображает инструмент ручки перемещения в трехмерном виде. Вызывается команда из падающего меню **Modify → 3D Operations → 3D Move** или щелчком на пиктограмме **3D Move** в группе **Modify** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **3DMOVE**:

`Select objects:` – выбрать объекты для переноса

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Specify base point or [Displacement] <Displacement>:` – указать базовую точку

`Specify second point or <use first point as displacement>:` – указать вторую точку или считать перемещением первую точку

Инструмент ручки перемещения отображается в заданной базовой точке. Для ограничения движения перемещением по осям необходимо нажать ручку оси.

Трехмерный поворот вокруг оси

В двухмерном пространстве команда **ROTATE** производит поворот объекта вокруг указанной точки; при этом направление поворота определяется текущей ПСК. При работе в трехмерном пространстве объект поворачивается вокруг оси. Ось может определяться указанием двух точек, объекта, одной из осей координат (*X*, *Y* или *Z*) или текущего направления взгляда. Для поворота трехмерных объектов можно использовать как команду **ROTATE**, так и ее трехмерный аналог.



Команда **3DROTATE** *вращает* объекты вокруг базовой точки, при этом на трехмерном виде отображает ручку поворота. Вызывается команда из падающего меню **Modify → 3D Operations → 3D Rotate** или щелчком на пиктограмме **3D Rotate** в группе **Modify** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **3DROTATE**:

`Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0` – текущие установки отсчета углов в ПСК

`Select objects:` – выбрать объекты для поворота

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для окончания выбора объектов

`Specify base point:` – указать базовую точку

`Pick a rotation axis:` – указать ось вращения

`Specify angle start point:` – указать точку на первом луче угла

`Specify angle end point:` – указать точку на втором луче угла

Команда **ROTATE3D** осуществляет *поворот* объектов в трехмерном пространстве вокруг заданной оси.

Запросы команды **ROTATE3D**:

`Current positive angle: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0` – текущие установки отсчета углов

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для окончания выбора объектов

`Specify first point on axis or define axis by [Object/Last/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/2points]:` – указать первую точку оси

`Specify second point on axis:` – указать вторую точку оси

`Specify rotation angle or [Reference]:` – указать угол поворота

Ключи команды **ROTATE3D**:

- `Object` – поворот вокруг выбранного объекта. Такими объектами могут быть отрезок, окружность, дуга или сегмент двухмерной полилинии;
- `Last` – поворот вокруг оси, использовавшейся в предыдущей команде поворота;
- `View` – поворот вокруг оси, выровненной вдоль направления вида текущего видового экрана и проходящей через заданную точку;
- `Xaxis`, `Yaxis`, `Zaxis` – поворот вокруг оси, выровненной соответственно вдоль направления оси *X*, *Y* или *Z* и проходящей через заданную точку;
- `2point` – поворот вокруг оси, проходящей через две заданные точки.



Выполните упражнение Rot1 из раздела 5.

Выравнивание объектов



Команда **ALIGN** осуществляет *выравнивание* объектов относительно других объектов в двухмерном и трехмерном пространствах. Вызыва-

ется команда из падающего меню **Modify → 3D Operations → Align** или щелчком на пиктограмме **Align** в группе **Modify** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **ALIGN**:

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для окончания выбора объектов

`Specify first source point:` – указать первую исходную точку

`Specify first destination point:` – указать первую целевую точку

`Specify second source point:` – указать вторую исходную точку

`Specify second destination point:` – указать вторую целевую точку

`Specify third source point or <continue>:` – указать третью исходную точку или продолжить

`Specify third destination point or [eXit] <X>:` – указать третью целевую точку

При указании только одной пары исходных и целевых точек выбранные объекты перемещаются на плоскости или в пространстве на расстояние, заданное точками.

При указании двух пар исходных и целевых точек выбранные объекты могут быть перемещены, повернуты и масштабированы на плоскости или в пространстве. Первая пара точек задает базовую точку выравнивания, вторая пара точек описывает угол поворота. После ввода второй пары точек отображается запрос на масштабирование объекта. В качестве опорной длины для масштабирования берется расстояние между первой и второй целевыми точками. Масштабирование доступно только при выравнивании с помощью двух пар точек.

При указании трех пар исходных и целевых точек выбранные объекты могут быть перемещены и повернуты в пространстве. Вначале объекты перемещаются вдоль вектора, проведенного из исходной точки к целевой, затем исходный объект поворачивается, выравниваясь с целевым объектом. Далее исходный объект поворачивается еще раз, выравниваясь с целевым объектом.



Команда **3DALIGN** осуществляет *выравнивание* объектов относительно других объектов в трехмерном пространстве. Вызывается команда из падающего меню **Modify → 3D Operations → 3D Align** или щелчком на пиктограмме **3D Align** в группе **Modify** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **3DALIGN**:

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для окончания выбора объектов

`Specify source plane and orientation ...` – исходная плоскость и ориентация

`Specify base point or [Copy]:` – указать базовую точку или копировать

`Specify second point or [Continue] <C>:` – указать вторую точку или продолжить

`Specify third point or [Continue] <C>:` – указать третью точку или продолжить

`Specify destination plane and orientation ...` – целевая плоскость и ориентация

`Specify first destination point:` – указать первую целевую точку

`Specify second destination point or [eXit] <X>:` – указать вторую целевую точку

`Specify third destination point or [eXit] <X>:` – указать третью целевую точку

Для исходного объекта можно указать одну, две или три точки. Затем можно указать одну, две или три точки для места назначения. Выбранный объект перемещается и поворачивается так, что совпадают базовые точки и оси *X* и *Y* исходного объекта и места назначения выравниваются в трехмерном пространстве. Команда **3DALIGN** работает с динамической ПСК, так что можно динамически перетаскивать выбранные объекты и выравнивать их с гранью твердотельного объекта.

Зеркальное отображение относительно плоскости



Команда **MIRROR3D**, осуществляющая *зеркальное отображение* объектов относительно заданной плоскости, вызывается из падающего меню **Modify → 3D Operations → 3D Mirror** или щелчком на пиктограмме **3D Mirror** в группе **Modify** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **MIRROR3D**:

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для окончания выбора объектов

`Specify first point of mirror plane (3 points) or [Object/Last/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>:` – указать первую точку плоскости отражения

`Specify second point on mirror plane:` – указать вторую точку плоскости отражения

`Specify third point on mirror plane:` – указать третью точку плоскости отражения

`Delete source objects? [Yes/No] <N>:` – удалять ли исходные объекты

Ключи команды **MIRROR3D**:

- `Object` – отображение относительно выбранного плоского объекта: отрезка, окружности, дуги или сегмента двухмерной полилинии;
- `Last` – отображение относительно плоскости, использовавшейся в предыдущей команде отображения;

- `Zaxis` – отображение относительно плоскости, заданной двумя точками, первая из которых лежит на плоскости, а вторая определяет вектор нормали к плоскости;
- `View` – плоскость отражения ориентируется согласно плоскости взгляда текущего видового экрана, проходящей через указанную точку;
- `XY`, `YZ`, `ZX` – плоскость отражения ориентируется вдоль одной из стандартных плоскостей (*XY*, *YZ* или *ZX*), проходящей через указанную точку;
- `3points` – отображение относительно плоскости, проходящей через три заданные точки.

Плоскость отображения может представлять собой:

- плоскость построения двухмерного объекта;
- плоскость, параллельную одной из плоскостей координат (*XY*, *YZ* или *XZ*) текущей ПСК и проходящую через заданную точку;
- плоскость, определяемую тремя указанными точками.



Выполните упражнение Mir1 из раздела 5.

Размножение трехмерным массивом



Команда **3DARRAY** позволяет создавать прямоугольный и круговой *массивы* объектов в трехмерном пространстве. Отличие от аналогичной команды, применяемой в двухмерном моделировании, состоит в том, что при создании прямоугольного массива объектов, кроме количества столбцов и строк, запрашивается (задается вдоль направления оси *Z*) количество уровней, а при создании кругового массива вместо центра вращения используется ось вращения, начальная и конечная точки которой следует указать в ответ на запросы. Команда **3DARRAY** вызывается из падающего меню **Modify → 3D Operations → 3D Array**.

Запросы команды **3DARRAY**:

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для окончания выбора объектов

`Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>:` – указать тип массива

`Enter the number of rows (---) <1>:` – указать число рядов

`Enter the number of columns (|||) <1>:` – указать число столбцов

`Enter the number of levels (...) <1>:` – указать число уровней

`Specify the distance between rows (---):` – указать расстояние между рядами

`Specify the distance between columns (|||):` – указать расстояние между столбцами

`Specify the distance between levels (...):` – указать расстояние между уровнями

Для формирования кругового массива следует выбрать ключ `Polar`. При этом команда выдает следующие запросы:

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для окончания выбора объектов

`Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>: R` – выбрать круговой тип массива

`Enter the number of items in the array:` – указать количество элементов в массиве

`Specify the angle to fill (+=ccw, -=cw) <360>:` – указать угол заполнения

`Rotate arrayed objects? [Yes/No] <Y>:` – указать, поворачивать ли объекты массива

`Specify center point of array:` – указать центральную точку массива

`Specify second point on axis of rotation:` – указать вторую точку оси поворота

Обрезка и удлинение трехмерных объектов

Любой трехмерный объект можно обрезать либо удлинить до другого объекта независимо от того, лежат ли они оба в одной плоскости и каким кромкам параллельны: режущим или граничным. Чтобы произвести обрезку (удлинение), с помощью системных переменных `PROJMODE` и `EXTEDGE` следует выбрать одну из трех проекций: плоскость *XY* текущей ПСК, плоскость текущего вида или реальное трехмерное пространство.

Чтобы данные операции были выполнены успешно, объекты должны пересекаться с граничными кромками в пространстве, иначе в результате обрезки (удлинения) с проецированием на плоскость *XY* текущей ПСК новые границы объектов могут не соответствовать указанным кромкам в пространстве.

При вызове команд **TRIM** и **EXTEND**, первая из которых выполняет обрезку части объекта по заданной границе, а вторая осуществляет вытягивание до границы в трехмерном пространстве, используется ключ `Project`, который определяет режим отсечения/вытягивания.

Сопряжение трехмерных объектов

В AutoCAD можно сопрягать любые объекты, расположенные в одной плоскости и имеющие направления выдавливания, не параллельные оси *Z* текущей ПСК. Направление выдавливания сопрягающей трехмерной дуги определяется следующим образом:

- если объекты расположены в одной плоскости и имеют одно направление выдавливания, перпендикулярное ей, сопрягающая дуга лежит в той же плоскости и имеет то же направление выдавливания;

- если объекты расположены в одной плоскости, но имеют противоположные или вообще различные направления выдавливания, сопрягающая дуга располагается в этой же плоскости. Направление ее выдавливания перпендикулярно плоскости построения объектов; из двух перпендикуляров выбирается ближайший к оси *Z* текущей ПСК.

Предположим, например, что в одной плоскости трехмерного пространства находятся две дуги – `A` и `B`. Векторы направления выдавливания дуг противоположны: (`0, 0.5, 0.8`) и (`0, -0.5, -0.8`) относительно текущей ПСК. Тогда для сопрягающей дуги будет принято направление выдавливания (`0, 0.5, 0.8`).

Построение сечений

Команда **SECTION** осуществляет построение поперечного *сечения* тела в виде области или неименованного блока. Поперечное сечение – это пересечение плоскости и выбранного тела (рис. 20.3).

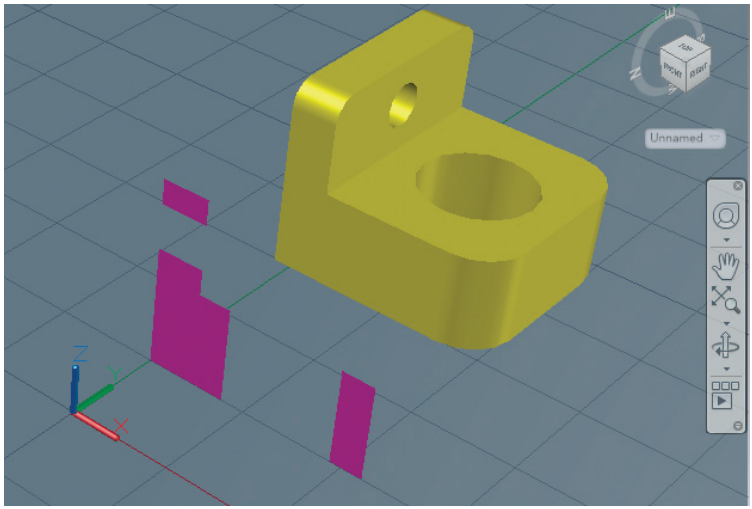


Рис. 20.3. Формирование сечения

Запросы команды **SECTION**:

`Select objects:` – выбрать объекты

`Select objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Specify first point on Section plane by [Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>:` – указать первую точку на секущей плоскости или один из ключей

`Specify second point on plane:` – указать вторую точку на плоскости

`Specify third point on plane:` – указать третью точку на плоскости

Ключи команды **SECTION**:

- `Object` – выравнивание секущей плоскости с сегментом круга, эллипса, круговой или эллиптической дуги, двухмерного сплайна или двухмерной полилинии;
- `Zaxis` – определение секущей плоскости посредством задания двух точек этой плоскости, одна из которых расположена на оси *Z*;
- `View` – размещение секущей плоскости параллельно плоскости вида на текущем видовом экране. Расположение секущей плоскости определяется указанной точкой;
- `XY` – выравнивание секущей плоскости с плоскостью *XY* текущей ПСК;
- `YZ` – выравнивание секущей плоскости параллельно плоскости *YZ* текущей ПСК;
- `ZX` – выравнивание секущей плоскости параллельно плоскости *ZX* текущей ПСК;
- `3points` – задание секущей плоскости по трем точкам.

По умолчанию секущая плоскость задается путем указания трех точек. При использовании других методов она определяется плоскостью построения другого объекта, плоскостью текущего вида, осью *Z* или одной из плоскостей координат (*XY*, *YZ* или *XZ*). AutoCAD помещает секущую плоскость в текущий слой.

Поперечное сечение представляет собой область или неименованный блок, формируемые на текущем слое, а не на слое, где находится объемное тело, поперечное сечение которого создается.

Построение разрезов



Команда **SLICE** осуществляет построение нового тела путем *разрезания* какого-либо существующего тела плоскостью (рис. 20.4). Команда вызывается из падающего меню **Modify → 3D Operations → Slice** или щелчком на пиктограмме **Slice** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **SLICE**:

`Select objects to slice:` – выбрать объекты

`Select objects to slice:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора объектов

`Specify start point of slicing plane or [planar Object/Surface/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>:` – указать первую точку на режущей плоскости

`Specify second point on plane:` – указать вторую точку на плоскости

`Specify a point on desired side or [keep Both sides] <Both>:` – указать точку с нужной стороны от плоскости

Полученные части можно оставить на рисунке или же удалить одну из них. Разрезанные тела наследуют слой и цвет исходного тела, но являются новыми составными телами. При разрезании по умолчанию тремя точками задается режу-

щая плоскость, а затем указывается, какая часть (или обе) должна быть сохранена. При использовании других способов режущая плоскость может определяться другим объектом, плоскостью текущего вида, осью *Z* или одной из координатных плоскостей (*XY*, *YZ* или *XZ*).

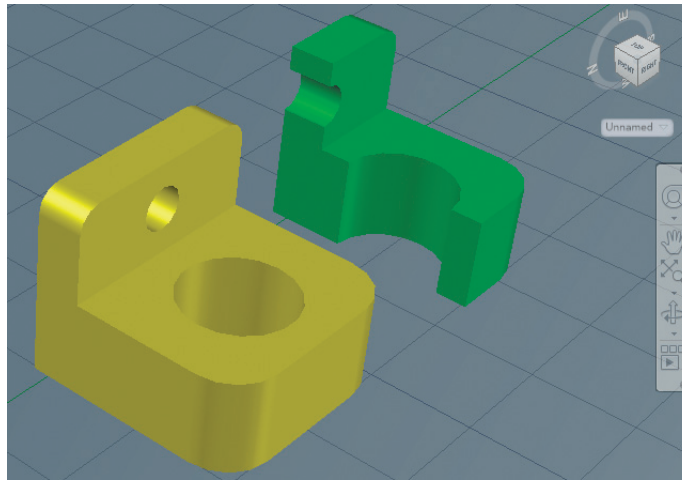


Рис. 20.4. Формирование разреза

Ключи команды **SLICE**:

- `Object` – задает плоскость с помощью выбранного плоского объекта: отрезка, окружности, дуги, эллипса, эллиптической дуги, двухмерного сплайна или сегмента двухмерной полилинии;
- `Zaxis` – задает плоскость двумя точками, первая из которых лежит на ней, а вторая определяет вектор нормали к плоскости;
- `View` – задает плоскость, выровненную с плоскостью вида текущего видового экрана и проходящую через заданную точку;
- `XY`, `YZ`, `ZX` – задают плоскость, выровненную соответственно с плоскостью *XY*, *YZ* или *ZX* и проходящую через заданную точку;
- `3points` – определяет плоскость, проходящую через три заданные точки;
- `keep Both sides` – оставляет обе части разрезанного тела.



Выполните упражнение Sli1 из раздела 5.

Придание толщины



Команда **THICKEN** осуществляет преобразование поверхности в трехмерное тело с заданной толщиной. Команда вызывается из падающего меню **Modify → 3D Operations → Thicken** или щелчком на

пиктограмме **Thicken** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **THICKEN**:

`Select surfaces to thicken:` – выбрать поверхности для придания толщины
`Select surfaces to thicken:` – нажать **Enter** для завершении выбора объектов
`Specify thickness:` – указать толщину

Преобразование в тело



Команда **CONVTOSOLID** преобразует в трехмерные тела трехмерные сети, полилинии и круги, для которых задана толщина. Команда вызывается из падающего меню **Modify → 3D Operations → Convert to Solid** или щелчком на пиктограмме **Convert to Solid** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**.

Системная переменная `DELOBJ` определяет, будут ли выбранные пользователем объекты удалены после создания тела, или будет выдана подсказка на удаление объектов.

Преобразование в поверхность



Команда **CONVTOSURFACE** преобразует объекты в трехмерные поверхности. Команда вызывается из падающего меню **Modify → 3D Operations → Convert to Sufrace** или щелчком на пиктограмме **Convert to Sufrace** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling**.

В поверхности можно преобразовать следующие объекты:

- двухмерные фигуры;
- области;
- трехмерные тела;
- разомкнутые полилинии с нулевой шириной, имеющие высоту;
- отрезки, имеющие высоту;
- дуги, имеющие высоту;
- объекты сети;
- плоские трехмерные грани.

Извлечение ребер



Команда **XEDGES** создает каркасную геометрию на основе ребер трехмерного тела, поверхности, сети, области или подобъекта. Команда вызывается из падающего меню **Modify → 3D Operations → Extract Edges** или с ленты **Solid** рабочего пространства **3D Modeling**.

Глава 21

Редактирование поверхностей

Обрезка поверхности 539
Отмена обрезки поверхности ...540
Удлинение поверхности 540
Наполнение поверхности 542
Преобразование
в NURBS-поверхности 542
Преобразование в сеть 542
Редактирование
NURBS-поверхности 543

Команды редактирования поверхностей находятся в падающем меню **Modify** → **Surface Editing**, а также на ленте **Surface** рабочего пространства трехмерного моделирования **3D Modeling** (рис. 21.1, 21.2).

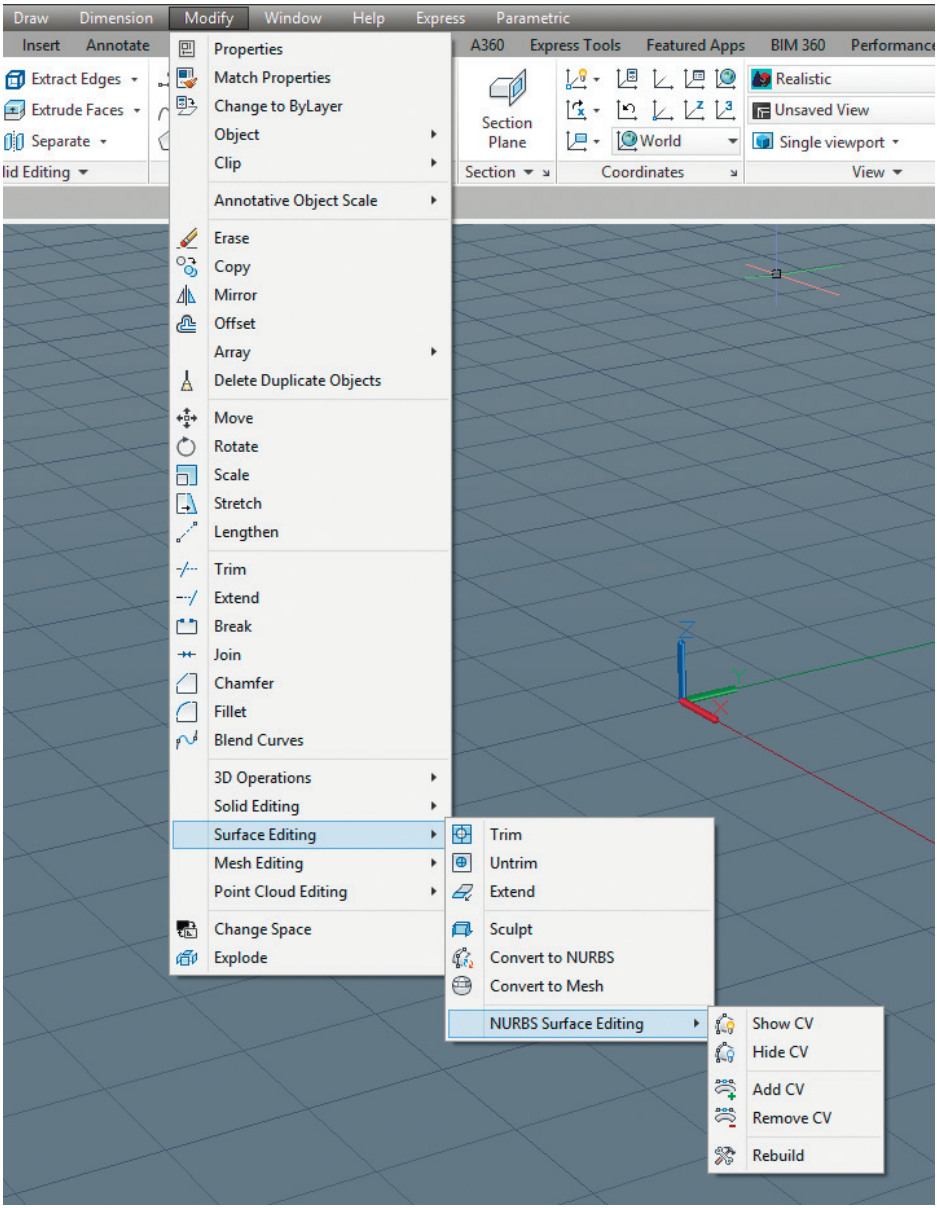


Рис. 21.1. Инструменты для редактирования поверхностей в падающем меню

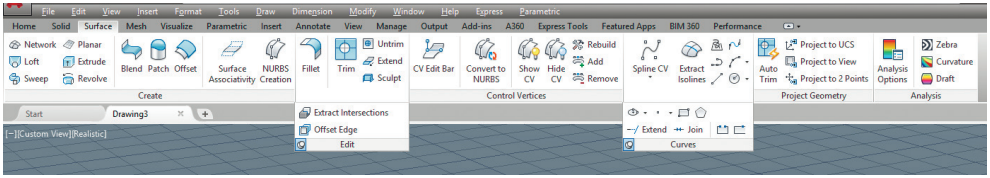


Рис. 21.2. Инструменты для редактирования поверхностей на ленте Surface

Обрезка поверхности



Команда **SURFTRIM** производит обрезку частей поверхности по линии пересечения с другой поверхностью или геометрией другого типа (рис. 21.3). Вызывается команда из падающего меню **Modify** → **Surface Editing** → **Trim** или щелчком на пиктограмме **Surface Trim** в группе **Edit** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

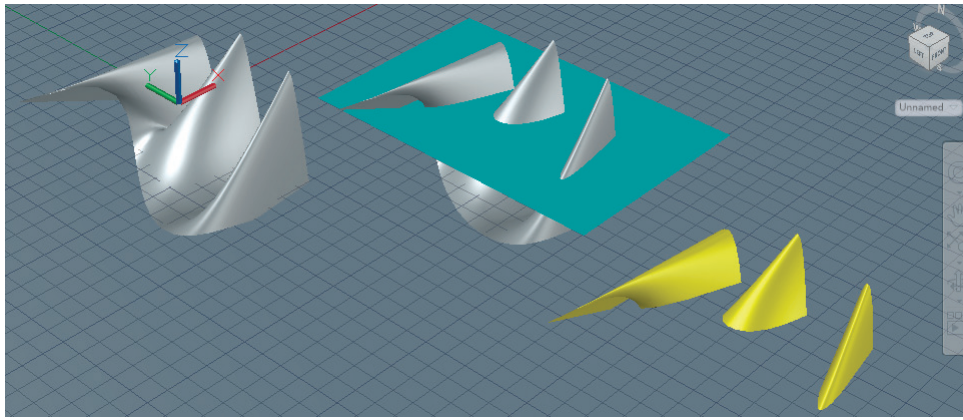


Рис. 21.3. Обрезка поверхности

В качестве режущей кромки или контура могут использоваться отрезки, дуги, окружности, эллипсы, двухмерные и трехмерные полилинии, сглаженные сплайнами и кривыми двухмерные и трехмерные полилинии, сплайны и спирали, поверхности и области.

Запросы команды **SURFTRIM**:

`Extend surfaces = Yes, Projection = Automatic` – установки удлинения поверхности и направления проецирования

`Select surfaces or regions to trim or [Extend/PROjection direction]:` – выбрать обрезаемые поверхности или области

`Select surfaces or regions to trim or [Extend/PROjection direction]:` – нажать **Enter** для завершения выбора объектов

`Select cutting curves, surfaces or regions:` – выбрать режущие кривые, поверхности или области

`Select cutting curves, surfaces or regions:` – нажать **Enter** для завершения выбора объектов

`Select area to trim [Undo]:` – выбрать обрезаемую область

`Select area to trim [Undo]:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

Ключи команды **SURFTRIM**:

- `Extend` – обрезка режущей поверхности по кромке обрезаемой поверхности;
- `PROjection direction` – режущая геометрия проецируется на поверхность.

Отмена обрезки поверхности



Команда **SURFUNTRIM** производит восстановление областей поверхности, удаленных обрезкой. Команда вызывается из падающего меню **Modify → Surface Editing → Untrim** или щелчком на пиктограмме **Surface Untrim** в группе **Edit** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **SURFUNTRIM**:

`Select edges on surface to un-trim or [SURface]:` – выбрать кромки на поверхности для отмены обрезки

`Select edges on surface to un-trim or [SURface]:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

Ключи команды **SURFUNTRIM**:

- `SURface` – выбор поверхности, для которой требуется восстановить все обрезанные области.

Удлинение поверхности



Команда **SURFEXTEND** производит удлинение поверхности на заданное расстояние (рис. 21.4). Вызывается команда из падающего меню **Modify → Surface Editing → Extend** или щелчком на пиктограмме **Surface Extend** в группе **Edit** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **SURFEXTEND**:

`Modes = Extend, Creation = Append` – установки режима и типа создания

`Select surface edges to extend:` – выбрать удлиняемые кромки поверхности

`Select surface edges to extend:` – нажать **Enter** для завершения выбора объектов

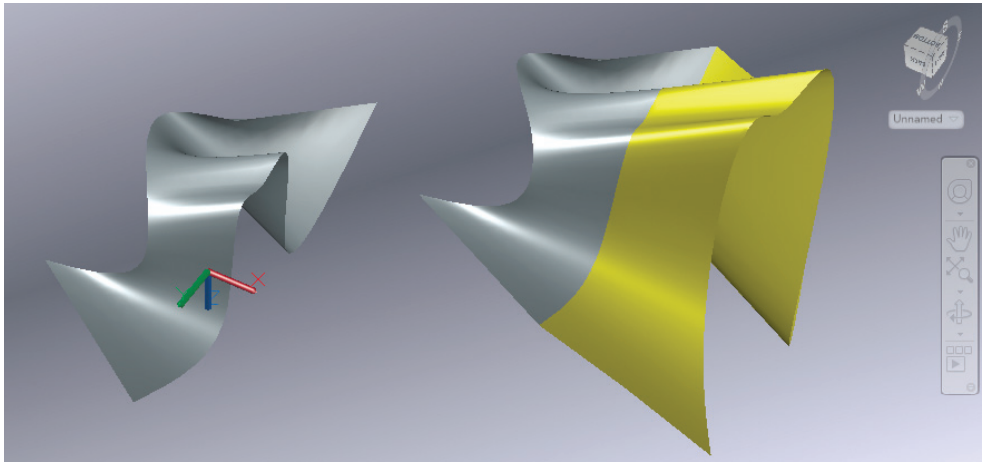


Рис. 21.4. Удлинение поверхности

`Specify extend distance [Expression/Modes]:` – указать расстояние удлинения

Ключи команды **SURFEXTEND**:

- `Expression` – величина удлинения поверхности, выраженная формулой или уравнением;
- `Modes` – режим работы команды. При этом выдаются запросы:
  `Select surface edges to extend:` – выбрать удлиняемые кромки поверхности
  `Select surface edges to extend:` – нажать **Enter** для завершения выбора объектов
  `Specify extend distance [Expression/Modes]: M` – выбор режима работы команды
  `Extension mode [Extend/Stretch] <Extend>: S` – выбор режима растяжения
  `Creation type [Merge/Append] <Append>:` – выбор типа создания объекта
  `Specify extend distance [Expression/Modes]:` – указать расстояние удлинения
- `Extend` – продолжение формы поверхности при выдавливании;
- `Stretch` – растяжение без продолжения формы поверхности;
- `Merge` – удлинение поверхности на заданное расстояние без создания новой поверхности;
- `Append` – создание новой поверхности удлинения, смежной с исходной. Если первоначальная поверхность является NURBS-поверхностью, новая поверхность удлинения также будет NURBS-поверхностью.

Наполнение поверхности



Команда **SURFSCULPT** производит обрезку и объединение поверхностей, ограничивающих непроницаемую область, с созданием тела. Команда вызывается из падающего меню **Modify → Surface Editing → Sculpt** или щелчком на пиктограмме **Surface Sculpt** в группе **Edit** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **SURFSCULPT**:

`Mesh conversion set to: Smooth and optimized.` – установки преобразования сети

`Select surfaces or solids to sculpt into a solid:` – выбрать поверхности или тела для преобразования в объем с созданием тела

`Select surfaces or solids to sculpt into a solid:` – выбрать поверхности или тела для преобразования в объем с созданием тела

`Select surfaces or solids to sculpt into a solid:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

Преобразование в NURBS-поверхности



Команда **CONVTONURBS** производит преобразование поверхностей в NURBS-поверхности. Команда вызывается из падающего меню **Modify → Surface Editing → Convert to NURBS** или щелчком на пиктограмме **Surface Sculpt** в группе **Control Vertices** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **CONVTONURBS**:

`Select objects to convert to:` – выбрать объекты для преобразования

`Select objects to convert to:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

Преобразование в сеть



Команда **MESHSMOOTH** производит преобразование объектов в сети. Команда вызывается из падающего меню **Modify → Surface Editing → Convert to Mesh**.

Запросы команды **MESHSMOOTH**:

`Select objects to convert:` – выбрать объекты для преобразования

`Select objects to convert:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

Редактирование NURBS-поверхности



Команда **CVSHOW** отображает управляющие вершин для заданных NURBS-поверхностей или кривых (рис. 21.5). Вызывается команда из падающего меню **Modify → Surface Editing → NURBS Surface Editing → Show CV** или щелчком на пиктограмме **Surface CV-Show** в группе **Control Vertices** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **CVSHOW**:

`Select NURBS surfaces or curves to display control Vertices:` – выбрать NURBS-поверхности или кривые для отображения управляющих вершин

`Select NURBS surfaces or curves to display control Vertices:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

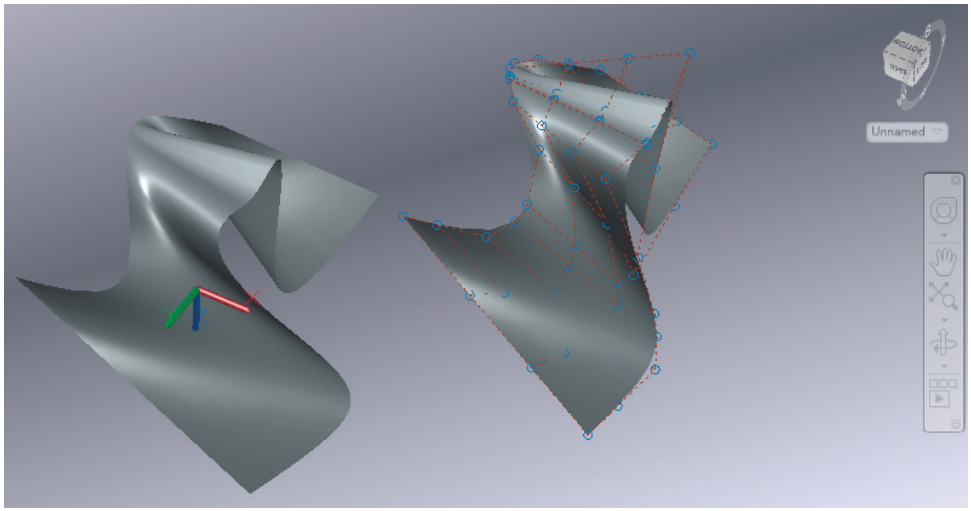


Рис. 21.5. Отображение управляющих вершин NURBS-поверхностей



Команда **CVHIDE** отключает отображение управляющих вершин для заданных NURBS-поверхностей или кривых. Вызывается команда из падающего меню **Modify → Surface Editing → NURBS Surface Editing → Hide CV** или щелчком на пиктограмме **Surface CV-Hide** в группе **Control Vertices** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.



Команда **CVADD** добавляет управляющие вершины к NURBS-поверхностям и сплайнам (рис. 21.6). Вызывается команда из падающего меню **Modify Surface Editing → NURBS Surface Editing → Add CV** или щелчком на пиктограмме **Surface CV-Add** в группе **Control Vertices** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

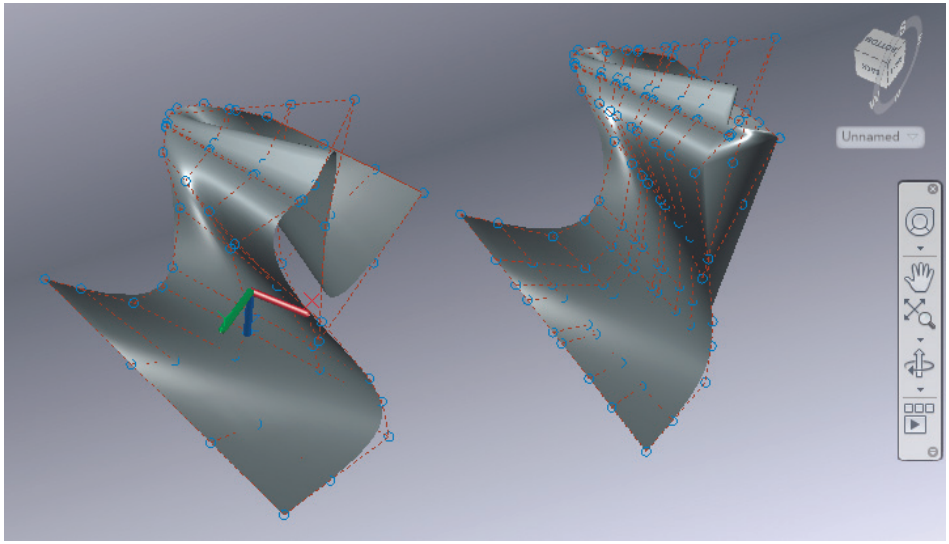


Рис. 21.6. Добавление управляющих вершин к NURBS-поверхностям

Запросы команды **CVADD**:

`Select a NURBS surface or curve to add control vertices:` – выбрать NURBS-поверхность или кривую для добавления управляющих вершин

`Adding control vertices in U direction` – добавление управляющих вершин в направлении оси *U*

`Select point on surface or [insert Knots/Direction]:` – выбрать точку на поверхности или

Ключи команды **CVADD**:

- `insert Knots` – возможность разместить точку непосредственно на поверхности;
- `Direction` – добавление управляющих вершин в направлении оси *U* или *V*.

Команда **CVREMOVE** удаляет управляющие вершины с NURBS-поверхностей и сплайнов. Вызывается команда из падающего меню **Modify → Surface Editing → NURBS Surface Editing → Remove CV** или щелчком на пиктограмме **Surface CV-Remove** в группе **Control Vertices** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **CVREMOVE** аналогичны запросам команды **CVADD**.

Команда **CVREBUILD** перестраивает управляющие вершины и воссоздает форму NURBS-поверхностей и кривых (рис. 21.7). Вызывается команда из падающего меню **Modify → Surface Editing → NURBS Surface Editing → Rebuild** или щелчком на пиктограмме **Surface – Rebuild** в группе **Control Vertices** ленты **Surface** рабочего пространства **3D Modeling**.

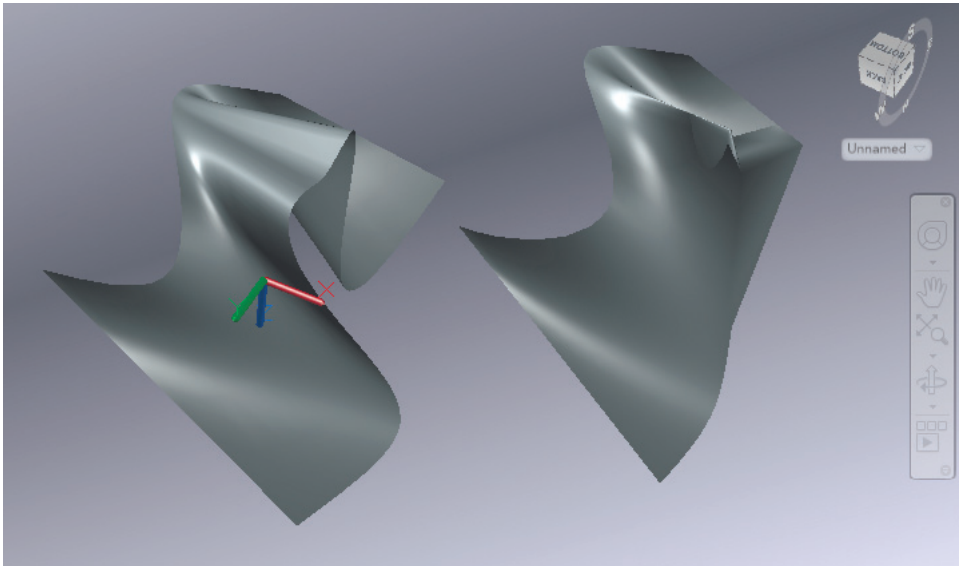


Рис. 21.7. Пример перестроенной NURBS-поверхности

Команда применяется в случае, если управляющих вершин слишком много, что осложняет редактирование объекта.

Запросы команды **CVREBUILD**:

`Select a NURBS surface or curve to rebuild:` – выбрать NURBS-поверхность или кривую для повторного построения. После указания поверхности загружается диалоговое окно **Rebuild Surface** (рис. 21.8), в котором настраиваются параметры.

- Область **Control Vertices Count** – количество управляющих вершин в направлениях осей *U* и *V*:
  - **In U direction:** – количество управляющих вершин в направлениях оси *U* (системная переменная `REBUILDU`);
  - **In V direction:** – количество управляющих вершин в направлениях оси *V* (системная переменная `REBUILDV`).
- Область **Degree** – количество управляющих вершин на участке:
  - **In U direction:** – порядок NURBS-поверхности в направлении оси *U* (системная переменная `REBUILDDEGREEU`);
  - **In V direction:** – порядок NURBS-поверхности в направлении оси *V* (системная переменная `REBUILDDEGREEV`).
- Область **Options** – параметры построения (системная переменная `REBUILDOPTIONS`):
  - **Delete original geometry** – удалить исходную геометрию;
  - **Retrim previously trimmed surfaces** – повторить обрезку ранее обрезанных поверхностей.

- **Maximum Deviation:** – максимальное отклонение новой поверхности от исходной.

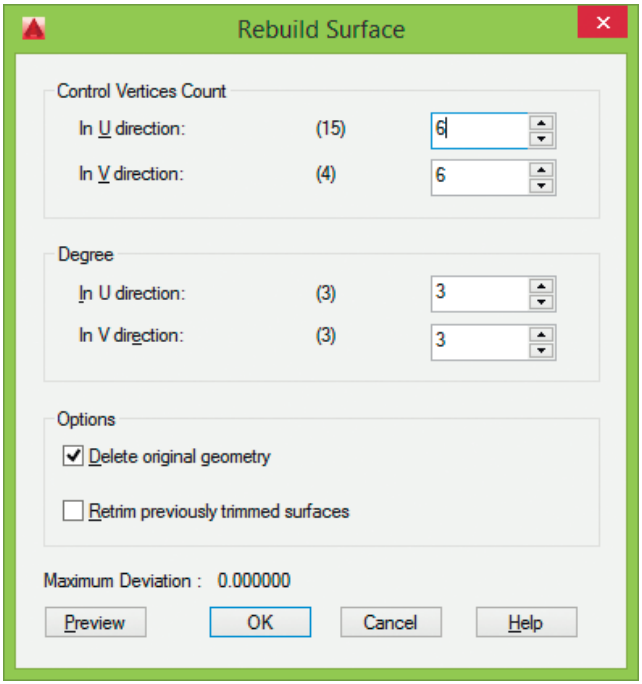


Рис. 21.8. Диалоговое окно повторного построения поверхности

Глава 22

Редактирование сетей

Увеличение степени сглаживания 549
Уменьшение степени сглаживания 549
Уточнение сети 550
Сгиб 551
Удаление сгиба 551
Разделение грани 552
Выдавливание грани 552
Объединение граней 553
Вращение треугольной грани ...554
Закрытие отверстия 554
Сжатие грани или кромки 555
Преобразование в многогранник 556
Преобразование в многогранную поверхность....556
Преобразование в гладкое тело .. 556
Преобразование в гладкую поверхность 556

Команды редактирования сетей находятся в падающем меню **Modify** → **Mesh Editing**, а также на ленте **Mesh** рабочего пространства трехмерного моделирования **3D Modeling** (рис. 22.1, 22.2).

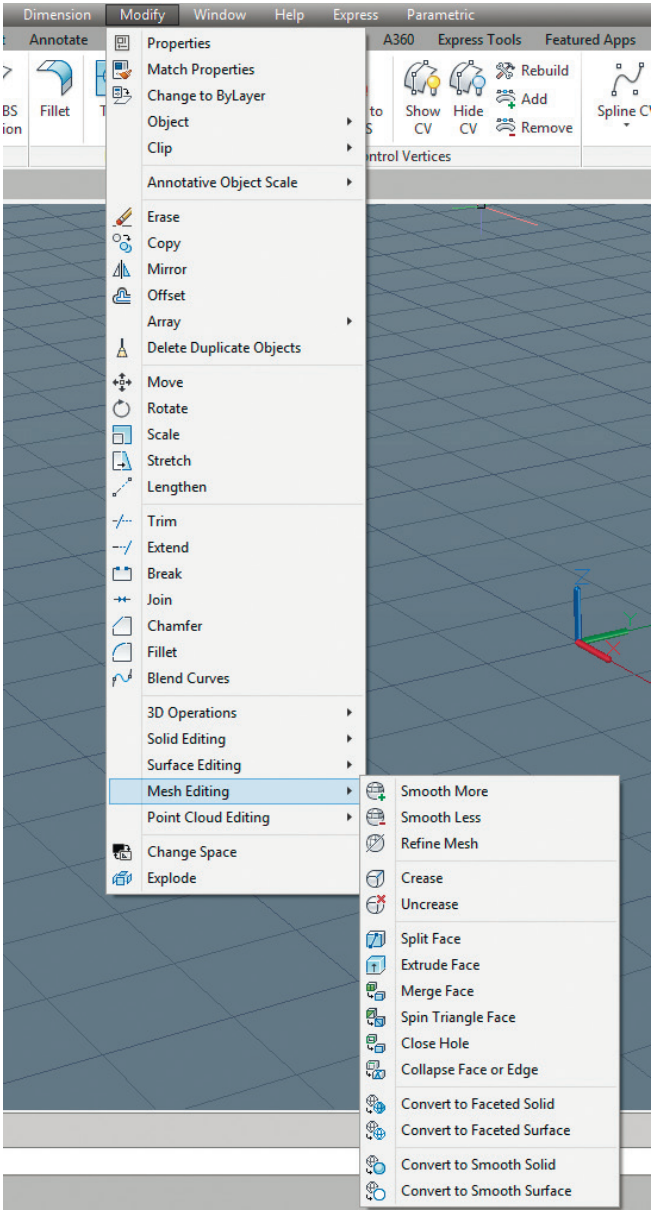


Рис. 22.1. Инструменты для редактирования сетей в падающем меню

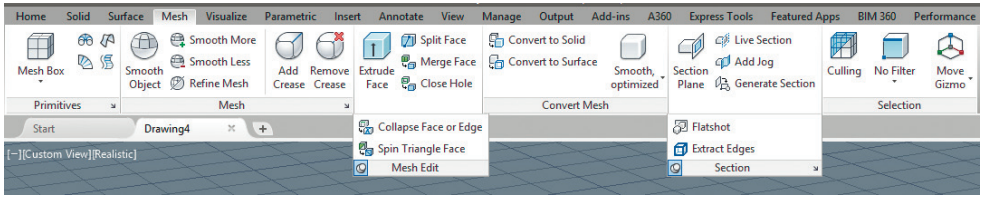


Рис. 22.2. Инструменты для редактирования сетей на ленте **Mesh**

Увеличение степени сглаживания



Команда **MESHSMOOTHMORE** увеличивает степень сглаживания для объектов-сетей на одну ступень (рис. 22.3). Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Smooth More** или щелчком на пиктограмме **Smooth More** в группе **Mesh** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **MESHSMOOTHMORE**:

`Select mesh objects to increase the smoothness level:` – выбрать объекты-сети для увеличения степени сглаживания

`Select mesh objects to increase the smoothness level:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

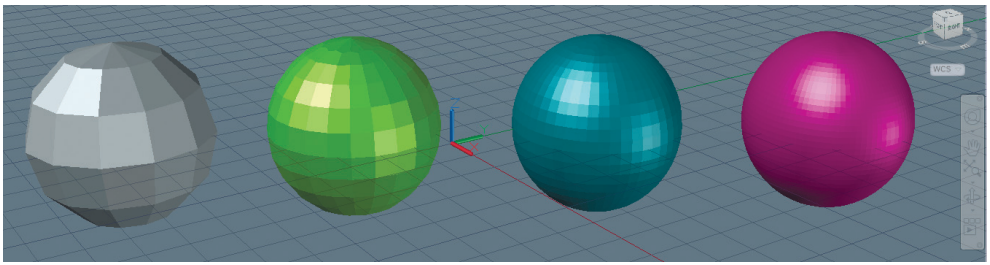


Рис. 22.3. Увеличение степени сглаживания объектов-сетей

Уменьшение степени сглаживания



Команда **MESHSMOOTHLESS** уменьшает степень сглаживания для объектов-сетей на одну ступень. Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Smooth Less** или щелчком на пиктограмме **Smooth Less** в группе **Mesh** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **MESHSMOOTHLESS** аналогичны запросам команды **MESHSMOOTHMORE**.

Уточнение сети



Команда **MESHREFINE** увеличивает количество граней в выбранных объектах (рис. 22.4, 22.5). Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Refine Mesh** или щелчком на пиктограмме **Refine Mesh** в группе **Mesh** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **MESHREFINE**:

`Select mesh object or face subobjects to refine:` – выбрать объект-сеть или подобъекты-грани для уточнения

`Select mesh object or face subobjects to refine:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

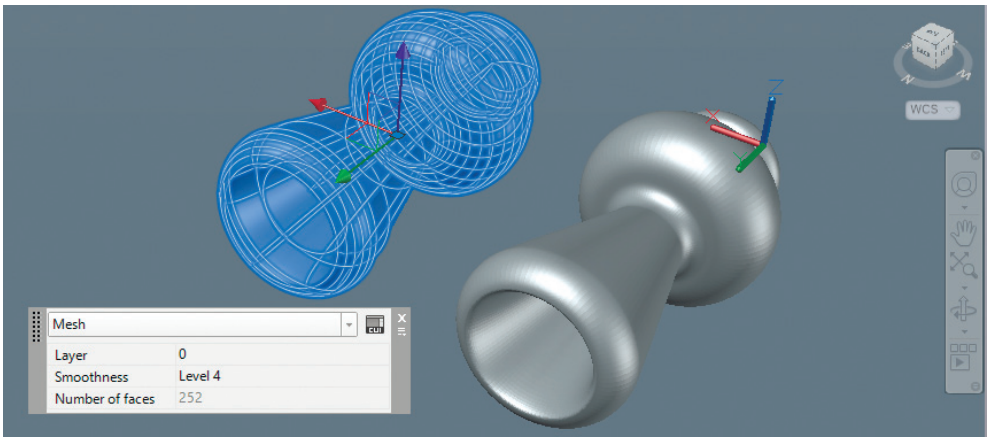


Рис. 22.4. Исходное количество граней

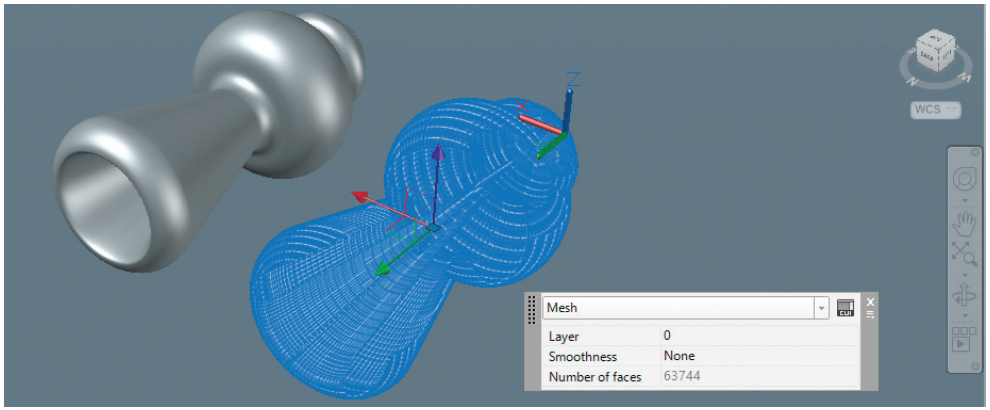


Рис. 22.5. Увеличенное количество граней

Сгиб



Команда **MESHCREASE** осуществляет заострение кромок выбранных подобъектов сети в выбранных объектах (рис. 22.6). Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Crease** или щелчком на пиктограмме **Refine Mesh** в группе **Mesh** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **MESHCREASE**:

`Select mesh subobjects to crease:` – выбрать подобъекты сети для формирования сгиба

`Select mesh subobjects to crease:` – нажать **Enter** для завершения выбора

`Specify crease value [Always] <Always>:` – задать значение для сгиба

Ключи команды `MESHREFINE`:

- `Always` – сгиб сохраняется всегда, даже при сглаживании или уточнении объекта.

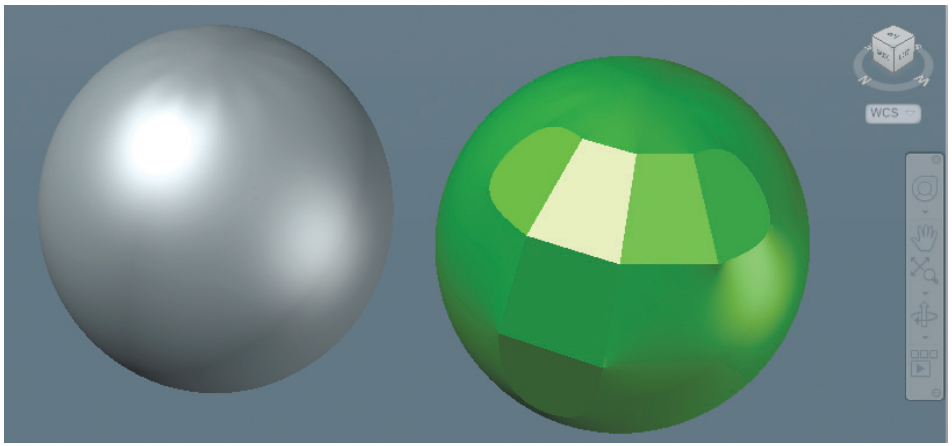


Рис. 22.6. Заострение кромок сети

Удаление сгиба



Команда **MESHUNCREASE** осуществляет удаление сгиба из выбранных граней, ребер, вершин сети и восстановление гладкости согнутого ребра. Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Uncrease** или щелчком на пиктограмме **Remove Crease** в группе **Mesh** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **MESHUNCREASE** аналогичны запросам команды **MESHCREASE**.

Разделение грани



Команда **MESHSPLIT** осуществляет разделение грани сети на две (рис. 22.7). Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Split Face** или щелчком на пиктограмме **Split Face** в группе **Mesh Edit** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **MESHSPLIT**:

`Select a mesh face to split:` – выбрать грань сети для разбиения

`Specify first split point on face edge or [Vertex]:` – задать первую точку разделения на кромке грани

`Specify second split point on face edge or [Vertex]:` – задать вторую точку разделения на кромке грани

Ключи команды **MESHSPLIT**:

- `Vertex` – первая конечная точка траектории разделения должна совпадать с одной из вершин сети.

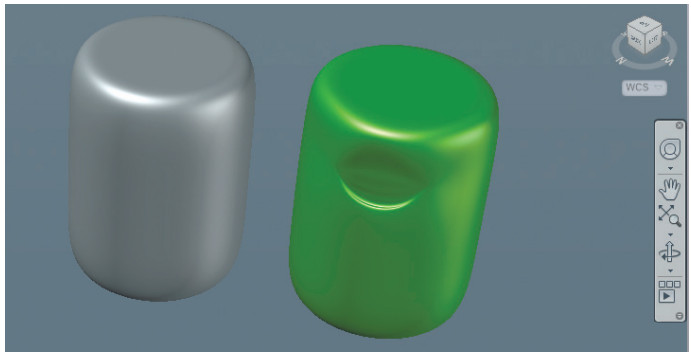


Рис. 22.7. Разделение грани сети

Выдавливание грани



Команда **MESHEXTRUDE** осуществляет выдавливание грани сети в трехмерное пространство (рис. 22.8). Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Extrude Face** или щелчком на пиктограмме **Extrude Face** в группе **Mesh Edit** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **MESHEXTRUDE**:

`Adjacent extruded faces set to: Join` – настройка для смежных выдавленных граней

`Select mesh face(s) to extrude or [Setting]:` – выбрать грани сети для выдавливания

`Select mesh face(s) to extrude or [Setting]:` – нажать **Enter** для завершения выбора

`Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]:` – указать высоту выдавливания

Ключи команды **MESHEXTRUDE**:

- `Setting` – настройка для объединения смежных выдавленных граней;
- `Direction` – задание величины и направления выдавливания;
- `Path` – задание траектории и величины выдавливания;
- `Taper angle` – установка угла конусности для выдавливания.

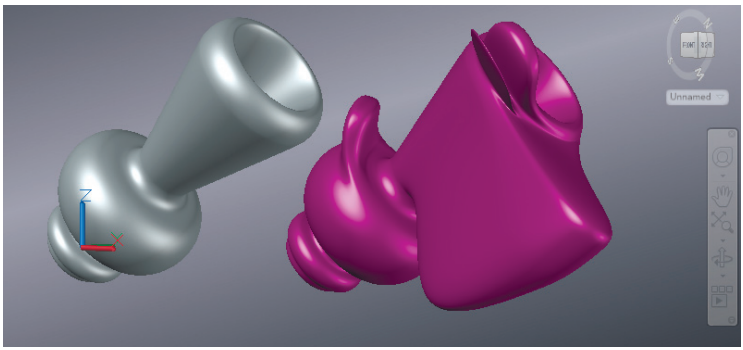


Рис. 22.8. Выдавливание грани

Объединение граней



Команда **MESHMERGE** осуществляет объединение смежных граней в одну грань (рис. 22.9). Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Merge Face** или щелчком на пиктограмме **Merge Face** в группе **Mesh Edit** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

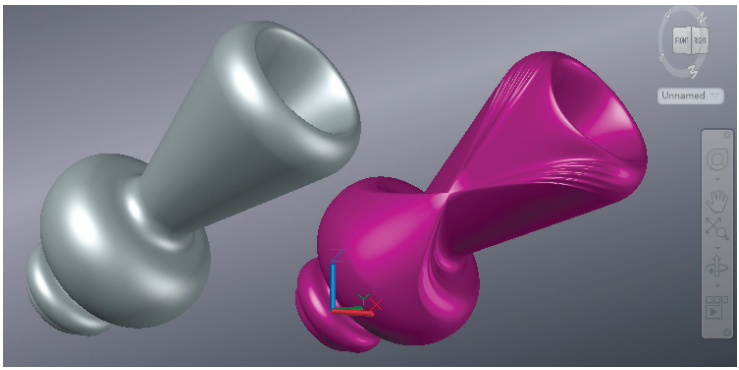


Рис. 22.9. Выдавливание грани

Запросы команды **MESHMERGE**:

`Select adjacent mesh faces to merge:` – выбрать смежные грани сети для объединения

`Select adjacent mesh faces to merge:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

Вращение треугольной грани



Команда **MESHSPIN** осуществляет вращение ребра, прилегающего к двум треугольным граням сети (рис. 22.10). Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Spin Triangle Face** или щелчком на пиктограмме **Spin Triangle Face** в группе **Mesh Edit** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **MESHSPIN**:

`Select first triangular mesh face to spin:` – выбрать первую треугольную грань сети для вращения

`Select second adjacent triangular mesh face to spin:` – выбрать вторую смежную треугольную грань сети для вращения

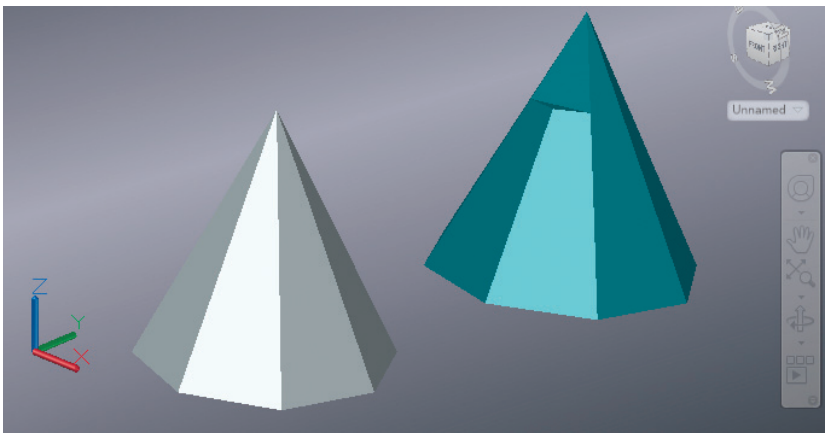


Рис. 22.10. Вращение треугольной грани

Закрытие отверстия



Команда **MESHCAP** создает грань сети, соединяющую открытые ребра (рис. 22.11). Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Close Hole** или щелчком на пиктограмме **Close Hole** в группе **Mesh Edit** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **MESHCAP**:

`Select connecting mesh edges to create a new mesh face:` – выбрать соединяющиеся кромки сети для создания новой грани сети

`Select connecting mesh edges to create a new mesh face:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

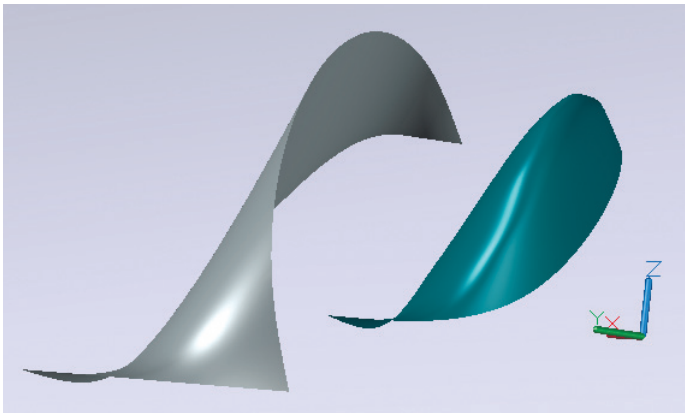


Рис. 22.11. Соединение открытых ребер

Сжатие грани или кромки



Команда **MESHCOLLAPSE** осуществляет объединение вершин выбранных граней или ребер сети (рис. 22.12). Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Collapse Face or Edge** или щелчком на пиктограмме **Collapse Face or Edge** в группе **Mesh Edit** ленты **Mesh** рабочего пространства **3D Modeling**.

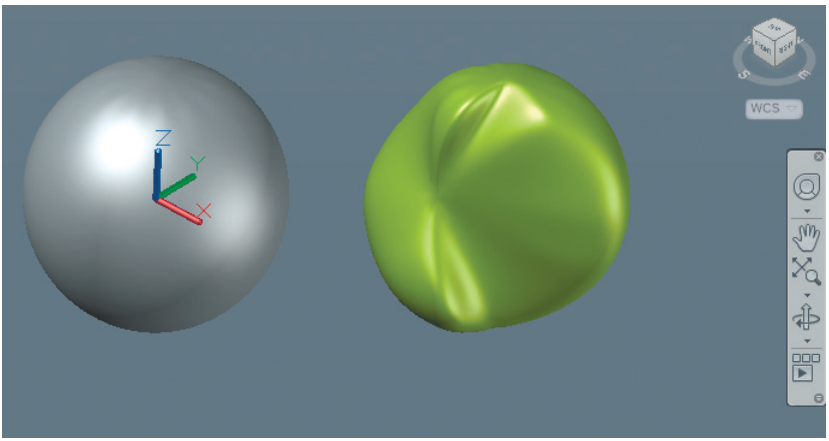


Рис. 22.12. Объединение вершин граней

Запросы команды **MESHCOLLAPSE**:

`Select mesh face or edge to collapse:` – выбрать грань или кромку сети для сжатия

Преобразование в многогранник



Команда **CONVTOSOLID** осуществляет преобразование выбранной сети в многогранник. Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Convert to Faceted Solid**.

Запросы команды **CONVTOSOLID**:

`Select objects:` – выбрать объекты для преобразования

`Select objects:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

Преобразование в многогранную поверхность



Команда **CONVTOSURFACE** осуществляет преобразование выбранной сети в многогранную поверхность. Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Convert to Faceted Surface**.

Запросы команды **CONVTOSURFACE**:

`Select objects:` – выбрать объекты для преобразования

`Select objects:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

Преобразование в гладкое тело



Команда **CONVTOSOLID** осуществляет преобразование выбранной сети в гладкое тело. Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Convert to Smooth Solid**.

Запросы команды **CONVTOSOLID**:

`Select objects:` – выбрать объекты для преобразования

`Select objects:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

Преобразование в гладкую поверхность



Команда **CONVTOSURFACE** осуществляет преобразование выбранной сети в гладкую поверхность. Вызывается команда из падающего меню **Modify → Mesh Editing → Convert to Smooth Surface**.

Запросы команды **CONVTOSURFACE**:

`Select objects:` – выбрать объекты для преобразования

`Select objects:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

Глава 23

Редактирование трехмерных тел

Снятие фасок на гранях.....559
Сопряжение граней.....560
Клеймение грани.....561
Изменение цвета ребер 562
Копирование ребер.....563
Выдавливание граней 563
Перенос граней.....565
Смещение граней 567
Удаление граней 568
Поворот граней 569
Сведение граней на конус 570
Изменение цвета граней 571
Копирование граней.....572
Упрощение.....572
Разделение тел 573
Оболочка.....574
Проверка корректности тела 575

В данном разделе описывается техника редактирования трехмерных твердотельных объектов: снятие фасок, сопряжение, построение разрезов, сечений и деление тел на части.

Существует возможность непосредственно редактировать грани и ребра модели. Есть функция, удаляющая дополнительные поверхности и ребра, появившиеся после выполнения команд **FILLET** и **CHAMFER**. Допускается изменение цвета граней и ребер, а также создание их копий, представляющих собой ACIS-тела, области, отрезки, дуги, круги, эллипсы и сплайны. Путем клеймения (то есть нанесения геометрических объектов на грани) создаются новые грани или сливаются имеющиеся избыточные. Смещение граней изменяет их пространственное положение в твердотельной модели. С помощью этой операции, например, можно увеличивать и уменьшать диаметры отверстий. Функция разделения создает из одного тела несколько новых, независимых. И наконец, имеется возможность преобразования тел в тонкостенные оболочки заданной толщины.

Команды редактирования трехмерных тел запускаются из падающего меню **Modify → Solid Editing** (рис. 23.1), а также на лентах **Home** и **Solid** рабочего пространства трехмерного моделирования **3D Modeling** (рис. 23.2, 23.3).

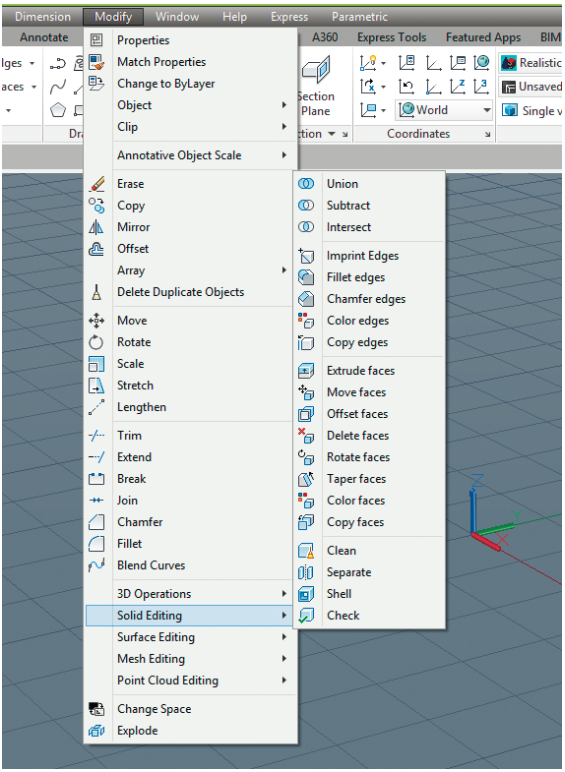


Рис. 23.1. Команды редактирования трехмерных тел в падающем меню

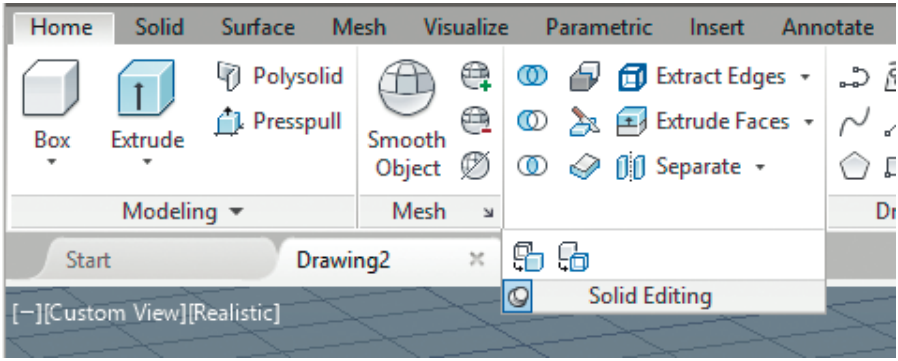


Рис. 23.2. Команды редактирования трехмерных тел на ленте **Home**

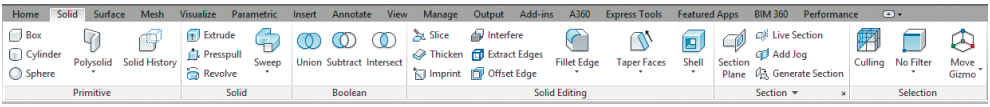


Рис. 23.3. Команды редактирования трехмерных тел на ленте **Solid**

Снятие фасок на гранях



Команда **CHAMFEREDGE** осуществляет снятие *фасок* (скашивание) для ребер трехмерных тел и поверхностей (рис. 23.4). Команда вызывается из падающего меню **Modify → Solid Editing → Chamfer edges** или щелчком на пиктограмме **Chamfer Edges** в группе **Solid Editing** ленты **Solid** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **CHAMFEREDGE**:

`Distance1 = 1.0000, Distance2 = 1.0000` – установленные значения размеров фаски

`Select an edge or [Loop/Distance]:` – выбрать кромку

`Select an edge belongs to the same face or [Loop/Distance]:` – выбрать кромку, принадлежащую той же грани

`Select an edge belongs to the same face or [Loop/Distance]:` – нажать **Enter** для завершения выбора

`Press Enter to accept the chamfer or [Distance]:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

Ключи команды **CHAMFEREDGE**:

- `Loop` – снятие фасок осуществляется на всех кромках (ребрах) одной грани;
- `Distance` – задание длин катетов фасок, измеренных от выбранной кромки.

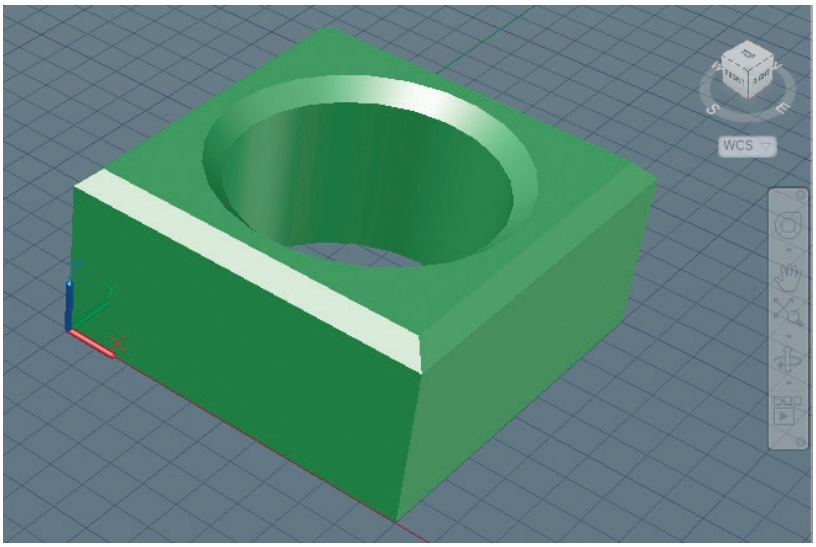


Рис. 23.4. Пример снятия фаски с тела



Выполните упражнения Cha1 и Cha2 из раздела 5.

Сопряжение граней



Команда **FILLETEDGE** осуществляет сопряжение ребер трехмерных тел и поверхностей (рис. 23.5). Команда вызывается из падающего меню **Modify → Solid Editing → Fillet edges** или щелчком на пиктограмме **Fillet Edges** в группе **Solid Editing** ленты **Solid** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **FILLETEDGE**:

`Radius = 1.0000` – установленное значение радиуса скругления

`Select an edge or [Chain/Radius]:` – выбрать ребро

`Select an edge or [Chain/Radius]:` – нажать **Enter** для завершения выбора

`… edge(s) selected for fillet.` – количество выбранных ребер для сопряжения

`Press Enter to accept the fillet or [Radius]:` – нажать **Enter** для завершения работы команды

Ключи команды **FILLETEDGE**:

- `Chain` – задание нескольких ребер или кромок;
- `Radius` – задание радиуса сопрягающей дуги.

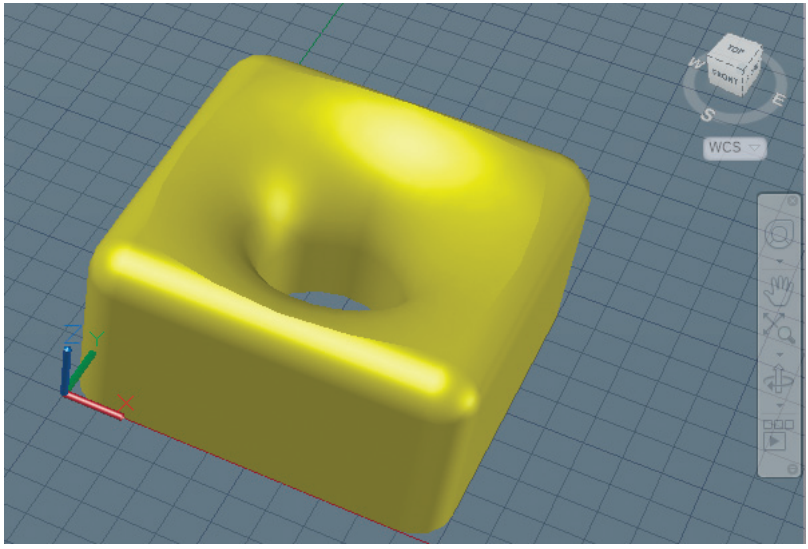


Рис. 23.5. Пример скругления тела



Выполните упражнения Fil1 и Fil2 из раздела 5.

Клеймение грани



Команда **IMPRINT**, осуществляющая *клеймение* грани трехмерного тела, вызывается из падающего меню **Modify → Solid Editing → Imprint Edges** или щелчком на пиктограмме **Imprint** в группе **Solid Editing** ленты **Solid** рабочего пространства **3D Modeling**.

С помощью команды **IMPRINT** возможно создание на трехмерных телах новых граней. Например, для пересекаемого окружностью трехмерного тела можно выполнить клеймение кривой пересечения.

Запросы команды **IMPRINT**:

`Select a 3D solid:` – выбрать трехмерное тело

`Select an object to imprint:` – выбрать клеймящий объект

`Delete the source object [Yes/No] <N>:` – удалять ли исходный объект

`Select an object to imprint:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

Для того чтобы операция клеймения выбранного тела другим объектом была успешной, необходимо наличие пересечения клеймящего объекта и грани выбранного тела.

Клеймение может быть применено к дугам, окружностям, отрезкам, двухмерным и трехмерным полилиниям, эллипсам, сплайнам, областям и трехмерным телам.

Изменение цвета ребер



Команда редактирования тел **SOLIDEDIT** дает пользователю возможность *перекрашивать ребра* трехмерного тела. Для этого команду **SOLIDEDIT** следует вызывать из падающего меню **Modify → Solid Editing → Color edges** или щелчком на пиктограмме **Color Edges** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 23.6).

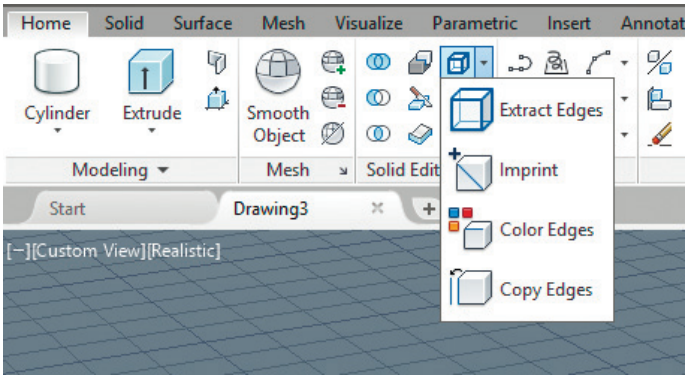


Рис. 23.6. Инструмент изменения цвета ребер

Запросы команды **SOLIDEDIT** с ключами `Edge`, `Color`:

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _edge` – переход в режим редактирования ребер

`Enter an edge editing option [Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: _color` – переход в режим изменения цвета ребер

`Select edges or [Undo/Remove]:` – выбрать ребра

`Select edges or [Undo/Remove]:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора ребер

`Enter an edge editing option [Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

Назначение нового цвета производится в диалоговом окне **Select color**. Цвет, явно назначенный ребру данной командой, имеет приоритет перед цветом слоя, на котором находится тело.

Копирование ребер



Команда редактирования тел **SOLIDEDIT** дает возможность *создавать копии ребер* трехмерного тела. Для этого команду **SOLIDEDIT** следует вызывать из падающего меню **Modify → Solid Editing → Copy edges** или щелчком на пиктограмме **Copy Edges** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (см. рис. 23.6).

Запросы команды **SOLIDEDIT** с ключами `Edge`, `Copy`:

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _edge` – переход в режим редактирования ребер

`Enter an edge editing option [Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: _copy` – переход в режим копирования ребер

`Select edges or [Undo/Remove]:` – выбрать ребра

`Select edges or [Undo/Remove]:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора ребер

`Specify a base point or displacement:` – указать базовую точку или перемещение

`Specify a second point of displacement:` – указать вторую точку перемещения

`Enter an edge editing option [Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

Результирующими объектами при копировании являются отрезки, дуги, окружности, эллипсы и сплайны. Если указаны две точки, то в качестве базовой используется первая из них, и копия размещается относительно нее. Если указана одна точка, то в качестве базовой берется точка выбора объекта.

Выдавливание граней



Для *выдавливания граней* команду редактирования тел **SOLIDEDIT** следует вызвать из падающего меню **Modify → Solid Editing → Extrude faces** или щелчком на пиктограмме **Extrude Faces** в группе **Solid Editing**

ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 23.7, 23.8). При этом в команде используются ключи `Face`, `Extrude` и выдаются следующие запросы:

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face` – переход в режим редактирования граней

`Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit]<eXit>:_extrude` – переход в режим выдавливания граней

`Select faces or [Undo/Remove]:` – выбрать грани

`Select faces or [Undo/Remove/ALL]:` – продолжить выбор граней или нажать клавишу **Enter** для перехода к настройке параметров

`Specify height of extrusion or [Path]:` – указать глубину выдавливания

`Specify angle of taper for extrusion <0>:` – указать угол сужения для выдавливания

`Solid validation started.` – выполняется проверка тела

`Solid validation completed.` – проверка тела завершена

`Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit]<eXit>:` – нажать клавишу **Enter**

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

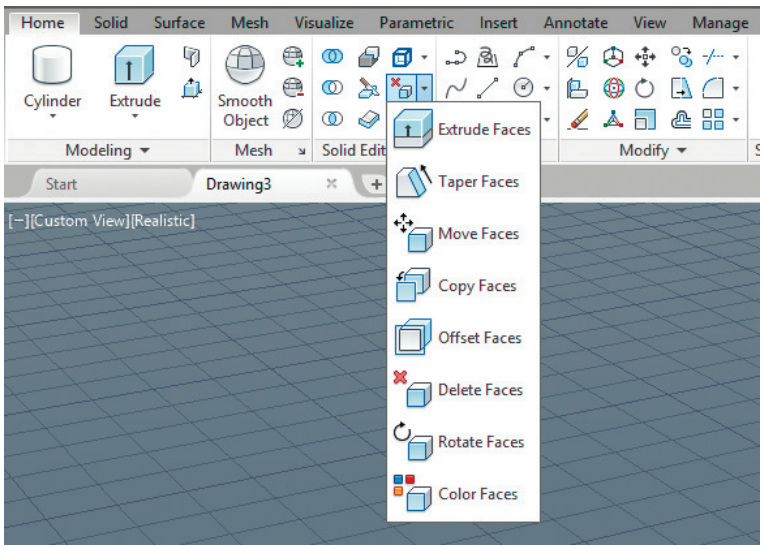


Рис. 23.7. Инструменты редактирования граней

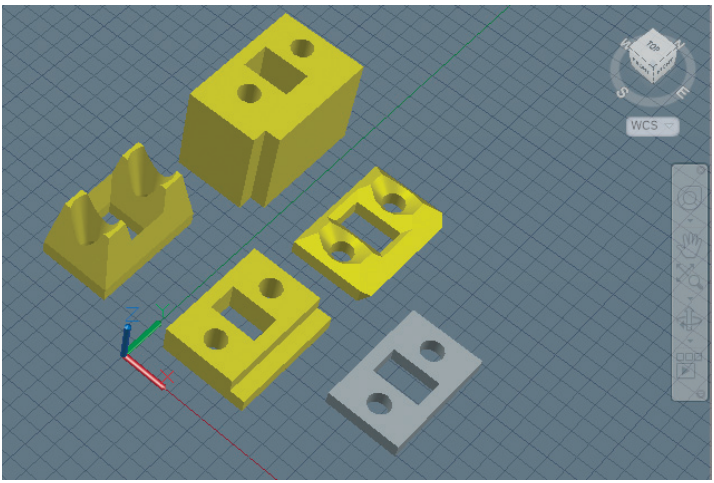


Рис. 23.8. Примеры выдавливания граней

У каждой грани имеется сторона положительного смещения, определяемая направлением нормали к ней. *Нормалью* к поверхности называется вектор, перпендикулярный ей. Ввод положительной глубины приводит к выдавливанию грани в положительном направлении (как правило, от тела), отрицательной – в отрицательном направлении (внутрь тела). Положительное значение угла сужения соответствует постепенному удалению грани от вектора, отрицательное значение – приближению к вектору. По умолчанию угол сужения равен `0`, и грань выдавливается перпендикулярно своей плоскости без изменения размеров. Установка слишком больших значений угла сужения или глубины выдавливания может привести к тому, что объект сузится до нуля, не достигнув заданной высоты. В этом случае выдавливание не выполняется.

Для выдавливания по *заданной траектории* после выбора грани следует использовать ключ `Path`. Вдоль указанной траектории сдвигаются все контуры, образующие выбранную грань. Траекториями могут служить отрезки, окружности, дуги, эллипсы, эллиптические дуги, полилинии и сплайны. Траектория не должна лежать в одной плоскости с выдавливаемой гранью и не должна иметь участков с большой кривизной.



Выполните упражнения Sed1 и Sed2 из раздела 5.

Перенос граней



Для *переноса граней* в пространстве команду редактирования тел **SOLIDEDIT** следует вызывать из падающего меню **Modify → Solid Editing → Move faces** или щелчком на пиктограмме **Move Faces** в группе

Solid Editing ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (см. рис. 23.7). В команде используются ключи `Face`, `Move`. При переносе граней их ориентация остается неизменной (рис. 23.9).

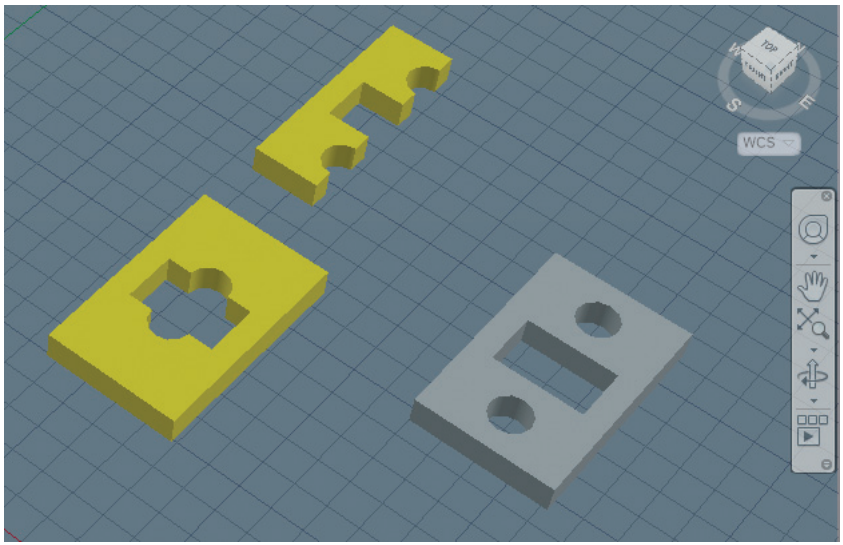


Рис. 23.9. Примеры переноса граней

Эта функция полезна, например, при подборе положения отверстия внутри тела. При этом команда выдает следующие запросы:

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:_face` – переход в режим редактирования граней

`Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit]<eXit>:_move` – переход в режим переноса граней

`Select faces or [Undo/Remove]:` – выбрать грани

`Select faces or [Undo/Remove/ALL]:` – продолжить выбор граней или нажать клавишу **Enter** для перехода к настройке параметров

`Specify a base point or displacement:` – указать базовую точку

`Specify a second point of displacement:` – указать вторую точку перемещения

`Solid validation started.` – выполняется проверка тела

`Solid validation completed.` – проверка тела завершена

`Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit]<eXit>:` – нажать клавишу **Enter**

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды



Выполните упражнение Sed3 из раздела 5.

Смещение граней



Для *равномерного смещения граней* команду редактирования тел **SOLIDEDIT** следует вызывать из падающего меню **Modify → Solid Editing → Offset faces** или щелчком на пиктограмме **Offset Faces** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (см. рис. 23.7 и рис. 23.10). При этом в команде используются ключи `Face`, `Offset`.

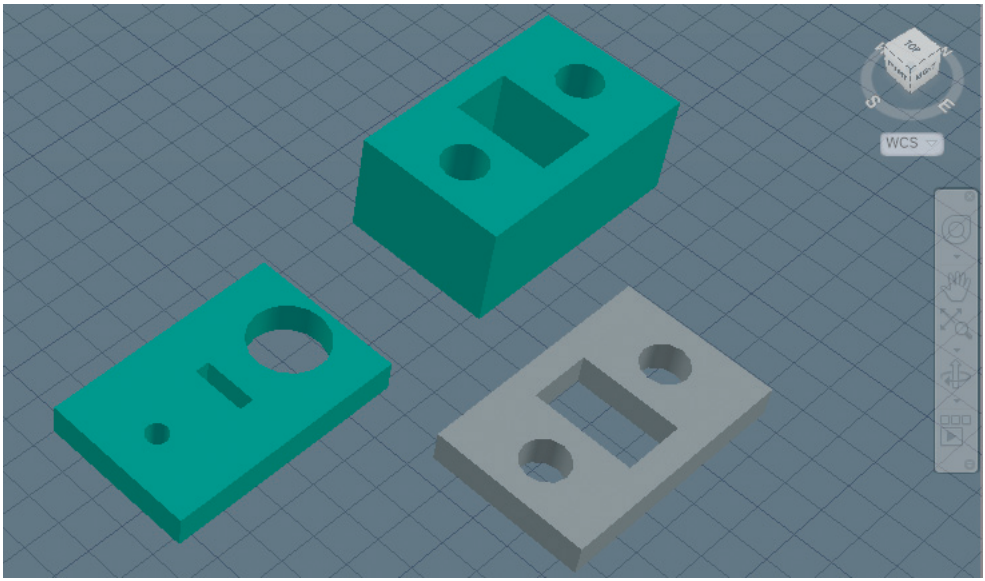


Рис. 23.10. Примеры равномерного смещения граней

Команда выдает следующие запросы:

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:_face` – переход в режим редактирования граней

`Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: _offset` – переход в режим смещения граней

`Select faces or [Undo/Remove]:` – выбрать грани

`Select faces or [Undo/Remove/ALL]:` – продолжить выбор граней или нажать клавишу **Enter** для перехода к настройке параметров

`Specify the offset distance:` – указать расстояние смещения

`Solid validation started.` – выполняется проверка тела

`Solid validation completed.` – проверка тела завершена

`Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit] <eXit>:` – нажать клавишу **Enter**

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

Смещение каждой грани выполняется в направлении нормали к ней. Данная операция может быть использована, например, для расширения или сужения имеющихся в теле отверстий. Положительное значение смещения соответствует увеличению объема тела или отверстия в нем, отрицательное – уменьшению. Величину смещения можно также задать неявно, указав на рисунке точку, через которую должна проходить новая грань. Если в смещении участвуют все грани тела, имеющего отверстия и вырезы, увеличение объема тела приводит к тому, что отверстия сужаются.



Выполните упражнение Sed5 из раздела 5.

Удаление граней



Для *удаления граней* команду редактирования тел **SOLIDEDIT** следует вызывать из падающего меню **Modify → Solid Editing → Delete faces** или щелчком на пиктограмме **Delete Faces** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (см. рис. 23.7 и рис. 23.11). При этом в команде используются ключи `Face`, `Delete`.

При использовании команды **SOLIDEDIT** с ключами `Face`, `Delete` происходит удаление граней, в том числе полученных в результате построения фасок и сопряжений.



Выполните упражнение Sed7 из раздела 5.

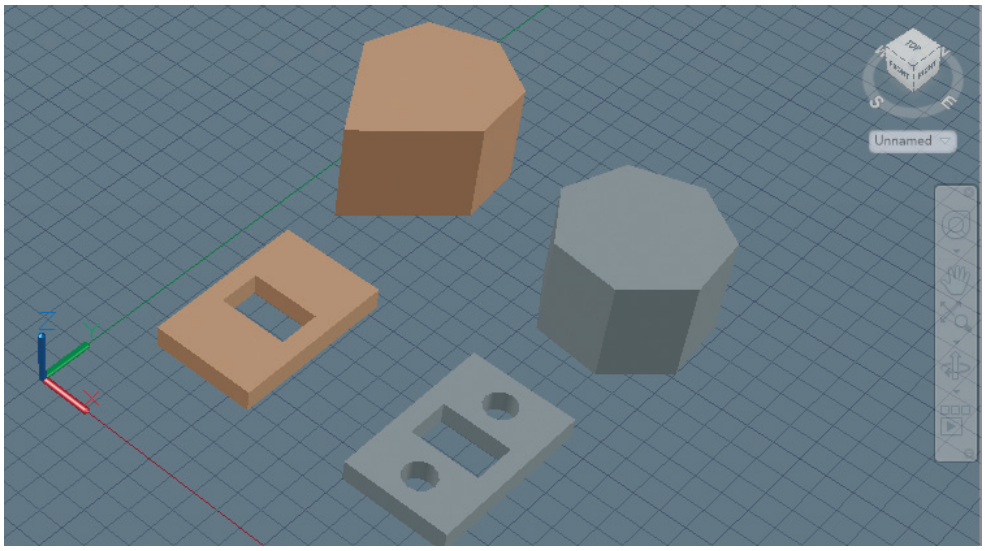


Рис. 23.11. Пример удаления грани

Поворот граней



Для *поворота граней* в пространстве команду редактирования тел **SOLIDEDIT** следует вызывать из падающего меню **Modify → Solid Editing → Rotate faces** или щелчком на пиктограмме **Rotate Faces** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (см. рис. 23.7 и рис. 23.12). При этом в команде используются ключи `Face`, `Rotate`.

Поворот граней тела осуществляется путем выбора базовой точки и установки относительного или абсолютного значения угла. Все пространственные грани поворачиваются вокруг выбранной оси. Направление поворота определяется положением текущей ПСК и значением системной переменной `ANGDIR`. Ось может определяться следующими способами: указанием двух точек, объекта, одной из осей координат или направления взгляда. Ось поворота также может быть задана указанием точки на оси *X* или *Y*, двух точек или объекта (в этом случае ось совмещается с ним). Положительным направлением оси считается направление от начальной точки к конечной. Поворот подчиняется правилу правой руки, если не задано обратное при настройке системной переменной `ANGDIR`.



Выполните упражнение Sed4 из раздела 5.

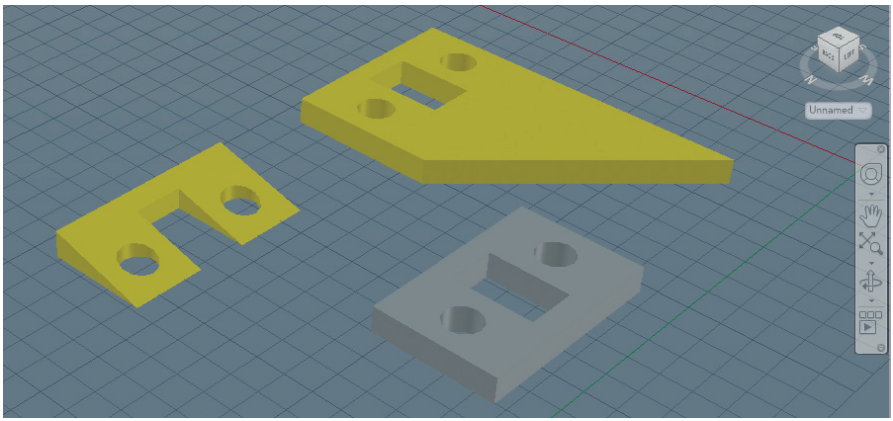


Рис. 23.12. Пример поворота грани

Сведение граней на конус



Для *сведения граней на конус* относительно заданного вектора направления команду редактирования тел **SOLIDEDIT** следует вызывать из падающего меню **Modify → Solids Editing → Taper faces** или щелчком на пиктограмме **Taper Faces** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (см. рис. 23.7 и рис. 23.13).

В команде используются ключи `Face`, `Taper` и выдаются следующие запросы:

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:_face` – переход в режим редактирования граней

`Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit]<eXit>:_taper` – переход в режим сведения граней на конус

`Select faces or [Undo/Remove]:` – выбрать грани

`Select faces or [Undo/Remove/ALL]:` – продолжить выбор граней или нажать клавишу **Enter** для перехода к настройке параметров

`Specify the base point:` – указать базовую точку

`Specify another point along the axis of tapering:` – указать другую точку на оси конуса

`Specify the taper angle:` – указать угол сужения

`Solid validation started.` – выполняется проверка тела

`Solid validation completed.` – проверка тела завершена

`Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit]<eXit>:` – нажать клавишу **Enter**

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

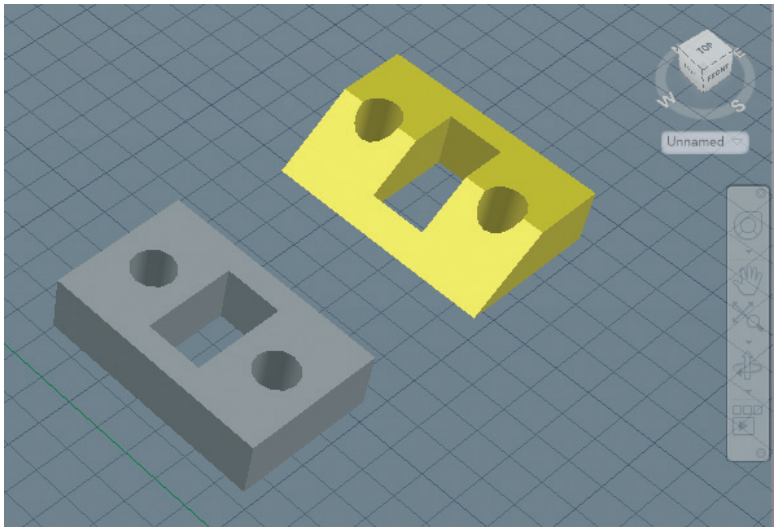


Рис. 23.13. Пример сведения граней на конус

Положительное значение угла сужения соответствует постепенному удалению грани от вектора, отрицательное значение – приближению к вектору. Не рекомендуется задавать большие углы сужения, поскольку образующие грани могут сойтись в одну точку до того, как будет достигнута требуемая глубина. В этом случае сведение на конус не выполняется.



Выполните упражнение Sed6 из раздела 5.

Изменение цвета граней



При *изменении цвета граней* команду редактирования тел **SOLIDEDIT** следует вызывать из падающего меню **Modify → Solid Editing → Color faces** или щелчком на пиктограмме **Color Faces** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (см. рис. 23.7 и рис. 23.14). В команде используются ключи `Face`, `Color`.

Назначение нового цвета производится в диалоговом окне **Select color**. Цвет, явно назначенный грани данной командой, имеет приоритет перед цветом слоя, на котором находится тело.

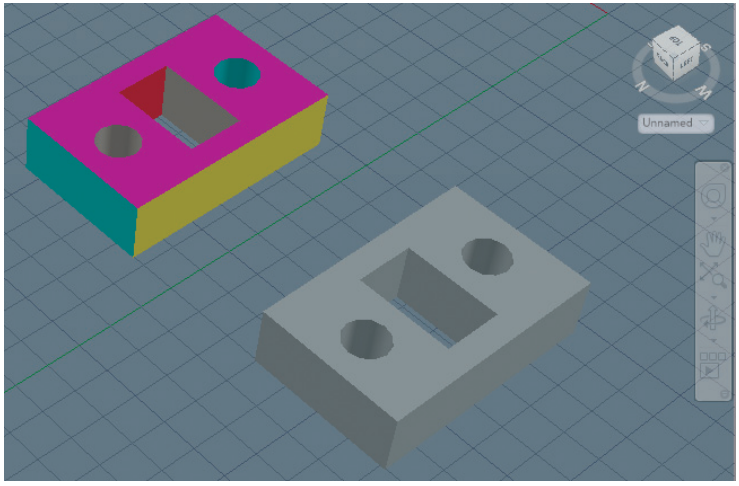


Рис. 23.14. Пример изменения цвета граней

Выполните упражнение Sed9 из раздела 5.

Копирование граней

При *копировании граней* команду редактирования тел **SOLIDEDIT** следует вызывать из падающего меню **Modify → Solid Editing → Copy faces** или щелчком на пиктограмме **Copy Faces** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (см. рис. 23.7 и рис. 23.15). В команде используются ключи `Face`, `Copy`.

В результате копирования граней могут быть образованы области или тела ACIS. Если указаны две точки, то первая точка используется в качестве базовой и копия размещается относительно нее. Если указать одну точку и нажать клавишу **Enter**, то эта точка будет использована в качестве нового расположения.

Выполните упражнения Sed8 из раздела 5.

Упрощение

При *упрощении* трехмерного тела команду редактирования **SOLIDEDIT** следует вызывать из падающего меню **Modify → Solid Editing → Clean** или щелчком на пиктограмме **Clean** в группе **Solid**

Editing ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 23.16). В команде применяются ключи `Body`, `Clean`.

При использовании команды **SOLIDEDIT** с ключами `Body`, `Clean` происходит слияние смежных ребер или вершин, лежащих на одной поверхности или кривой, а также удаление всех избыточных ребер, вершин и неиспользуемой геометрии. При это клейменные ребра не удаляются.

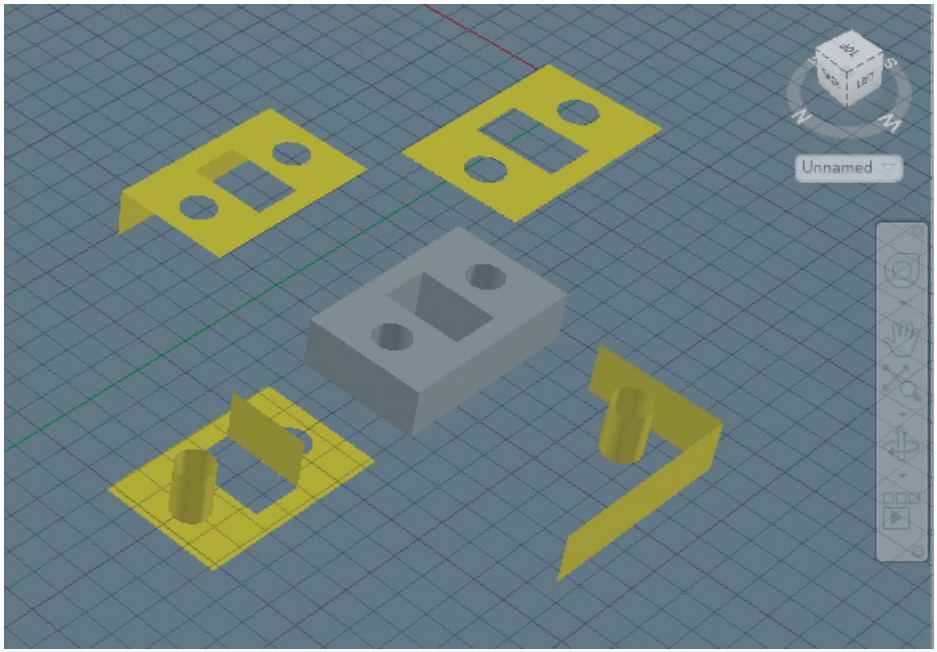


Рис. 23.15. Пример копирования граней

Разделение тел



При *разделении* трехмерного тела команду редактирования **SOLIDEDIT** следует вызывать из падающего меню **Modify → Solid Editing → Separate** или щелчком на пиктограмме **Separate** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (см. рис. 23.16). В команде применяются ключи `Body`, `Separate`.

При использовании команды **SOLIDEDIT** с ключами `Body`, `Separate` происходит разделение трехмерных тел, занимающих несколько замкнутых объемов в пространстве, на отдельные тела. Следует учесть, что разделение не действует на тела, части которых обладают общим объемом. Такие тела, как правило, получены в результате логических операций.

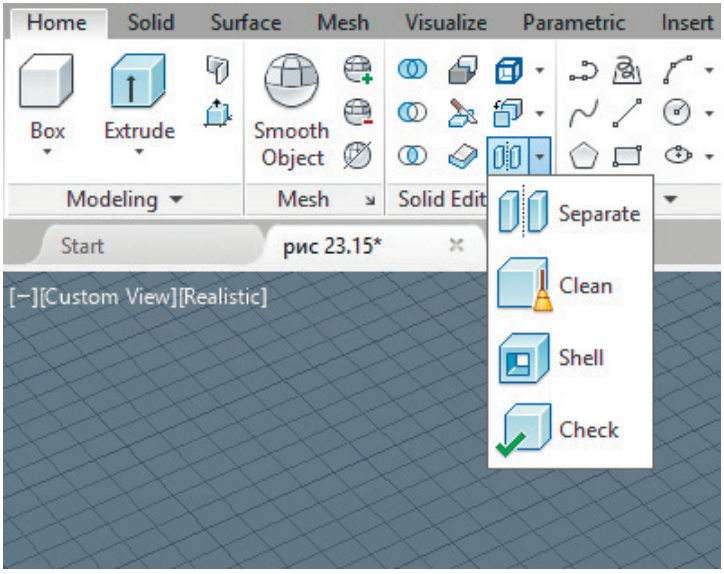


Рис. 23.16. Инструменты редактирования граней

Оболочка



При создании *оболочки* команду редактирования **SOLIDEDIT** следует вызывать из падающего меню **Modify → Solid Editing → Shell** или щелчком на пиктограмме **Shell** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (см. рис. 23.16 и рис. 23.17).

В команде используются ключи `Body`, `Shell` и выдаются следующие запросы:

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _body` – переход в режим редактирования тела

`Enter a body editing option [Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/eXit] <eXit>: _shell` – переход в режим создания оболочки

`Select a 3D solid:` – выбрать трехмерное тело

`Remove faces or [Undo/Add/ALL]:` – выбрать грани для исключения

`Remove faces or [Undo/Add/ALL]:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора граней

`Enter the shell offset distance:` – указать толщину стенок оболочки

`Solid validation started.` – выполняется проверка тела

`Solid validation completed.` – проверка тела завершена

`Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit]<eXit>:` – нажать клавишу **Enter**

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

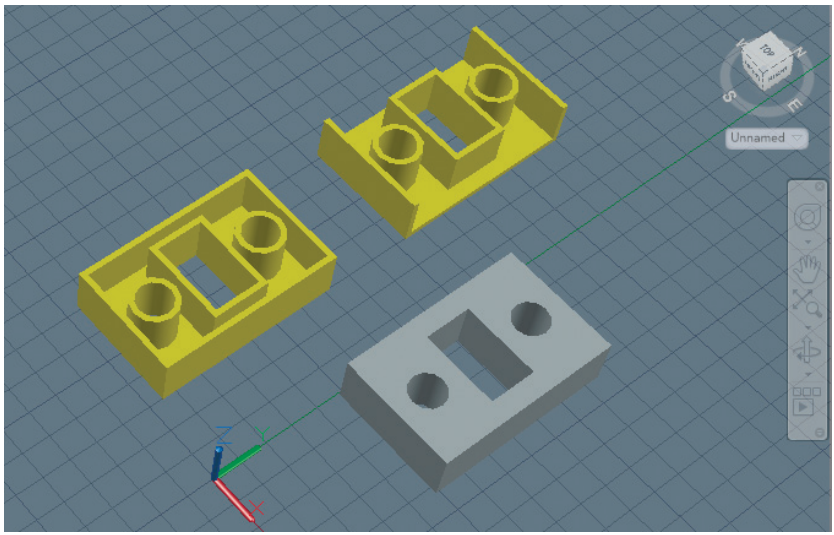


Рис. 23.17. Пример создания оболочки

Преобразовать тело в тонкостенную оболочку можно только один раз. В результате преобразования создаются новые грани с помощью смещения существующих граней наружу от их исходных позиций. Имеется возможность исключения отдельных граней исходного тела из оболочки.

При положительной толщине новые грани создаются внутри исходного тела, при отрицательной – снаружи. При этом толщина всех стенок одинакова.



Выполните упражнения Sed10 из раздела 5.

Проверка корректности тела



При *проверке* трехмерного тела команду редактирования **SOLIDEDIT** следует вызывать из падающего меню **Modify → Solid Editing → Check** или щелчком на пиктограмме **Check** в группе **Solid Editing** ленты **Home** рабочего пространства **3D Modeling** (см. рис. 23.16).

В команде используются ключи `Body`, `Check` и выдаются следующие запросы:

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _body` – переход в режим редактирования тела

`Enter a body editing option [Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/eXit] <eXit>: _ check` – переход в режим проверки

`Select a 3D solid:` – выбрать трехмерное тело

`This object is a valid ShapeManager solid.` – объект является корректным телом ShapeManager

`Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit]<eXit>:` – нажать клавишу **Enter**

`Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1` – автоматическая проверка тел при редактировании

`Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:` – нажать клавишу **Enter** для завершения работы команды

Глава 24

Определение трехмерных видов

Установка вида в плане 579
Установка ортогональных
и аксонометрических видов 580
Интерактивное управление
точкой взгляда.....582
Свободная орбита.....586
Динамическое вращение
трехмерной модели.....587
Регулировка расстояния 588
Шарнир.....588
Обход чертежа 588
Облет чертежа.....590
Параметры обхода и облета 590
Камера.....591
Анимация перемещений
при обходе и облете 592
Видовой куб 594

Использование AutoCAD для создания трехмерных моделей и их изображений имеет множество преимуществ, по сравнению с применением программы в двумерном моделировании, но вместе с тем требует несколько иного подхода. Работа в трехмерном пространстве представляет собой сочетание рисования, редактирования и установки видов и видовых экранов для изображения модели. Следовательно, от пользователя требуется умение сформировать корректную трехмерную модель, работать с различными трехмерными системами координат, правильно задавать пользовательские системы координат, а также корректно устанавливать необходимые виды трехмерных моделей.

При построении трехмерной модели приходится работать более чем с одним видом объекта. Возможно, что изображение объекта будет достаточно информативным на одном виде и нечитаемым на другом. В любом случае при работе с трехмерными объектами следует установить несколько видовых экранов, например один – с видом в плане, другой – с видом слева, дополнительный – с аксонометрическим видом.

Чтобы повысить удобство работы, для каждого видового экрана можно задать и сохранить отдельную ПСК. Независимо от того, что происходит с ПСК на текущем видовом экране, системы координат на остальных видовых экранах остаются неизменными, и при переключении между экранами не происходит потери информации о ПСК каждого из них.

Сохранением ПСК для каждого видового экрана управляет системная переменная `UCSVP`. На видовых экранах, где `UCSVP` равна `1`, ПСК, использованная непосредственно перед переходом на другой видовой экран, запоминается; при возврате происходит ее восстановление. Если системная переменная `UCSVP` установлена в `0` для некоторого видового экрана, то его ПСК всегда совпадает с ПСК текущего активного видового экрана.

Находясь в пространстве модели, можно рассматривать сформированные объекты с любой точки зрения. *Точкой зрения* (*видом*) называется направление, задаваемое из трехмерной точки пространства на начало системы координат. Установка направления взгляда производится в начале работы с моделью или при необходимости рассмотреть завершенную модель из какой-либо конкретной точки. AutoCAD позволяет взглянуть на рисунок из любой точки пространства, даже изнутри изображаемого объекта. Перемещая точку зрения в нужную позицию, удобнее формировать объекты, редактировать их, а также получать изображения со скрытыми линиями, закрашенные и тонированные. Можно получать виды в ортогональной и перспективной проекциях.

С помощью инструментов трехмерного просмотра и навигации можно перемещаться по чертежу, настраивать камеру на определенный вид и создавать анимации для обеспечения параллельного доступа к своему проекту другим пользователям. Можно перемещаться по всей трехмерной модели в режиме движения по кругу, разворота, обхода или облета, настраивать камеру, создавать анимацию предварительного просмотра и записывать анимации траектории перемещения,

которые можно передавать другим пользователям для визуального ознакомления с проектом.

Команды определения трехмерных видов вызываются из падающего меню **View** или панели инструментов **View** или из группы меню **View** рабочего пространства **3D Modeling.**

Установка вида в плане

План – это вид в заданной ПСК из точки зрения, находящейся точно над началом координат плоскости построений (точки с координатами `0,0,1`). Таким образом, в плане плоскость построений параллельна экрану.



Команда **PLAN**, обеспечивающая установку вида рисунка в плане, действует только на текущем видовом экране. Пользоваться этой командой в пространстве листа недопустимо. Можно выбрать план текущей ПСК, предварительно сохраненной ПСК или МСК.

Команда **PLAN** вызывается из падающего меню **View → 3D Views → Plan View**. Далее выбираются, соответственно, пункты **Current UCS**, **World UCS** или **Named UCS** (рис. 24.1).

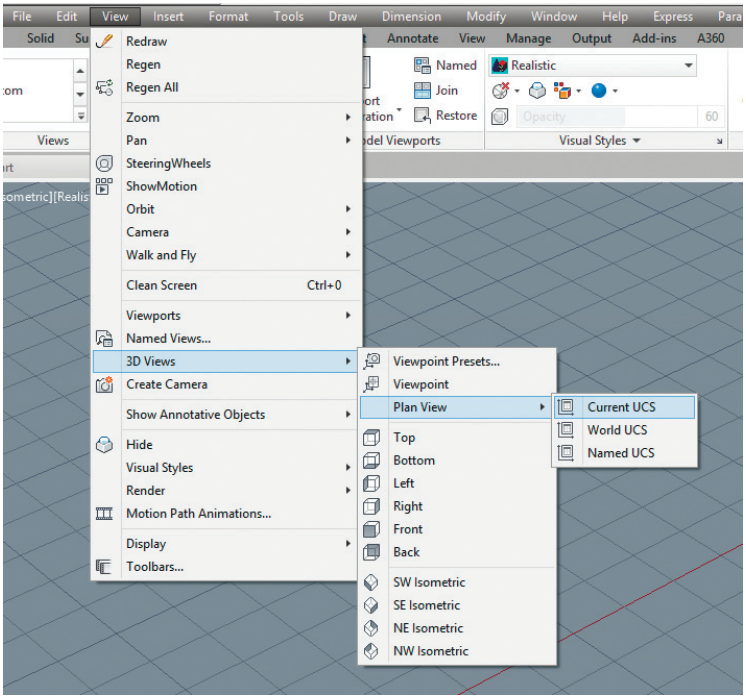


Рис. 24.1. Падающее меню View

Запросы команды **PLAN**:

`Enter an option [Current ucs/Ucs/World] <Current>:` – задать ключ

Ключи команды **PLAN**:

- `Current ucs` – создает изображение текущей ПСК в плане на текущем видовом экране. Используется по умолчанию;
- `Ucs` – обеспечивает переключение в план предварительно сохраненной ПСК и регенерирует изображение. AutoCAD запрашивает имя требуемой ПСК;
- `World` – создает изображение в плане МСК.

Команда **PLAN** изменяет направление взгляда и отключает перспективу, но не меняет текущей ПСК. Все координаты, вводимые или отображаемые после запуска этой команды, берутся относительно текущей ПСК.



Выполните упражнение Vpt2 из раздела 5.

Установка ортогональных и аксонометрических видов

Ортогональный вид, помещаемый на видовой экран, базируется на системе координат, заданной в системной переменной `UCSBASE`. По умолчанию это мировая система координат, однако пользователь вправе установить в качестве базовой любую из имеющихся в рисунке именованных ПСК. AutoCAD позволяет восстанавливать на видовом экране соответствующую ортогональную ПСК в тот момент, когда текущим становится ортогональный вид. Например, при установке вида спереди AutoCAD может автоматически сделать текущей переднюю ортогональную ПСК. Такое согласованное переключение видов и систем координат очень удобно для решения множества конструкторских задач.

При установке ортогонального вида AutoCAD зуммирует его до границ.

Для установки ортогональных и аксонометрических видов используются инструменты падающего меню **View → 3D Views** (см. рис. 24.1).

В рабочем пространстве **3D Modeling** инструменты установки ортогональных и аксонометрических видов находятся в группе **View** ленты **Visualize** (рис. 24.2).

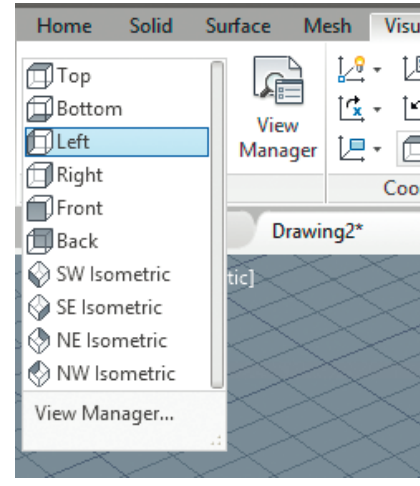


Рис. 24.2. Инструменты установки ортогональных и аксонометрических видов на ленте **Visualize**

Top – установка точки зрения сверху (план, горизонтальная проекция);

Bottom – установка точки зрения снизу;

Left – установка точки зрения слева (профильная проекция);

Right – установка точки зрения справа;

Front – установка точки зрения спереди (фронтальная проекция);

Back – установка точки зрения сзади;

SW Isometric – установка юго-западного изометрического вида;

SE Isometric – установка юго-восточного изометрического вида;

NE Isometric – установка северо-восточного изометрического вида;

NW Isometric – установка северо-западного изометрического вида;

View Manager... – сохранение и восстановление именованных видов в диалоговом окне **View Manager** (рис. 24.3), которое также можно открыть из падающего меню **View → Named Views...**.

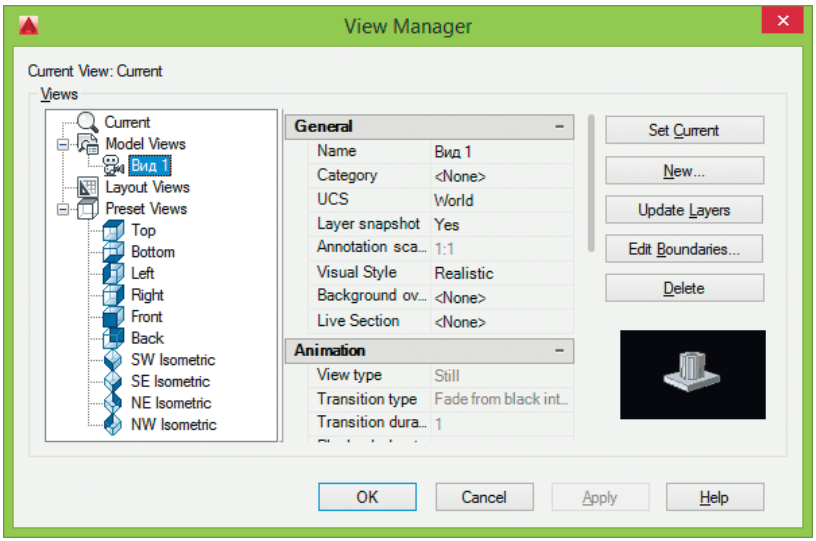


Рис. 24.3. Диалоговое окно установки видов

Выполните упражнение Vpt1 из раздела 5.

Интерактивное управление точкой взгляда



Команда **3DORBIT** активизирует на текущем видовом экране режим интерактивного управления точкой взгляда при работе в трехмерном пространстве. Видом модели в это время можно управлять с помощью мыши. С орбиты могут рассматриваться как вся модель, так и ее отдельные объекты. Команда вызывается из падающего меню **View** → **Orbit** → **Constrained Orbit** (рис. 24.4).

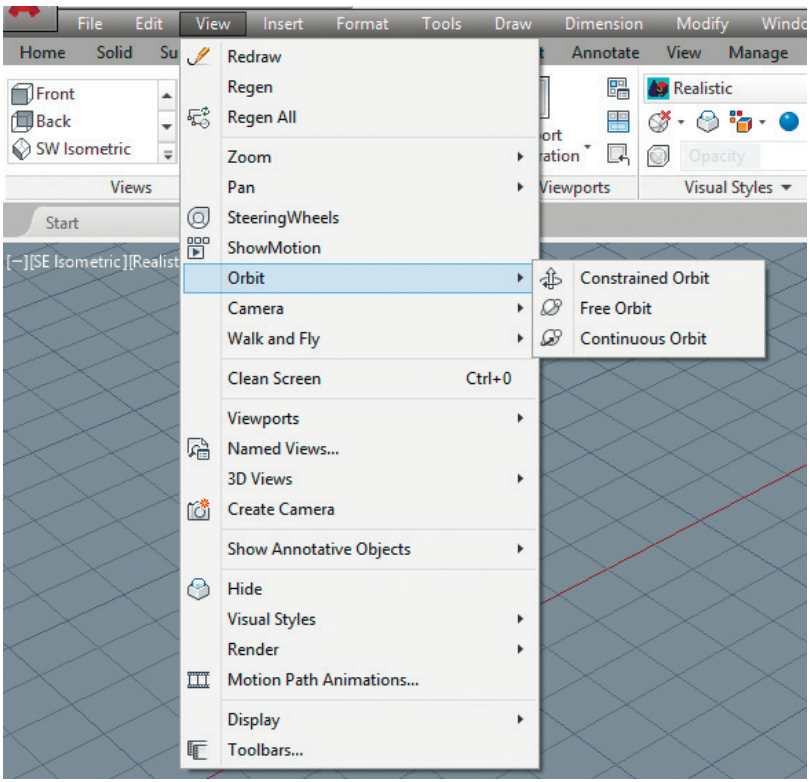


Рис. 24.4. Вызов команды 3DORBIT из падающего меню

Для того чтобы приступить к вращению вида, нужно нажать кнопку мыши и начать перемещать ее. При этом точка цели остается неподвижной, а положение камеры, то есть наблюдателя, перемещается относительно нее. Пока команда **3DORBIT** активна, редактирование объектов невозможно.

Для установки орбитального вида необходимо выбрать один или несколько объектов, которые должны быть рассмотрены с орбиты. Если же предварительно

ничего не было выбрано, в рассмотрении будет участвовать вся модель. Тем не менее рекомендуется ограничивать круг вовлекаемых в операцию объектов, так как это ускоряет работу программы.

Для улучшения восприятия трехмерных орбитальных видов на них можно разместить одно или несколько средств визуализации с помощью контекстного меню команды **3DORBIT** (рис. 24.5), для чего необходимо в процессе выполнения команды щелкнуть правой кнопкой мыши на области рисования:

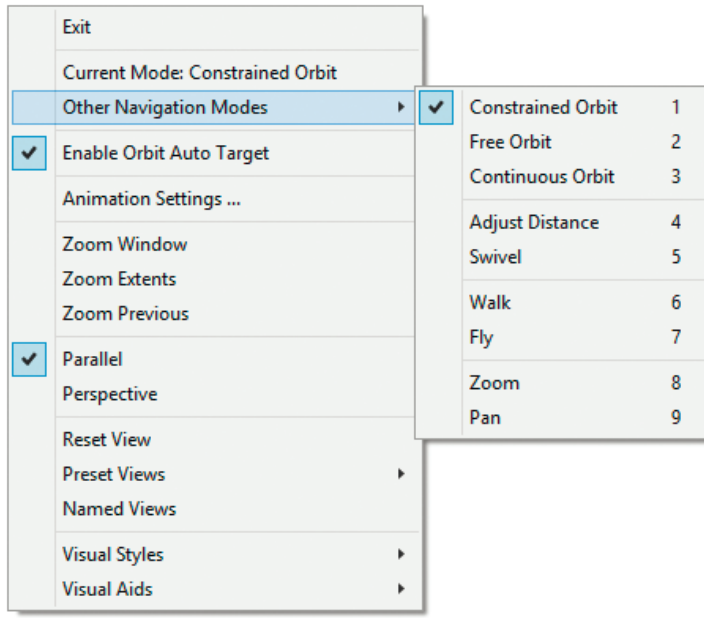


Рис. 24.5. Контекстное меню команды 3DORBIT

- **Current Mode:** – текущий режим.
- **Other Navigation Modes** – другие режимы навигации:
  - **Constrained Orbit 1** – зависимая орбита;
  - **Free Orbit 2** – свободная орбита;
  - **Continuous Orbit 3** – непрерывная орбита;
  - **Adjust Distance 4** – регулировка расстояния;
  - **Swivel 5** – шарнир;
  - **Walk 6** – обход;
  - **Fly 7** – облет;
  - **Zoom 8** – зуммирование;
  - **Pan 9** – панорамироваие.
- **Enable Orbit Auto Target** – включение автоприцела орбиты.
- **Animation Settings...** – загрузка диалогового окна параметров анимации **Animation Settings** (рис. 24.6):

- **Visual style:** – установка визуального стиля:
  - ◊ **As displayed** – обычный;
  - ◊ **Rendered** – тонирование;
  - ◊ **3D Hidden** – объекты на трехмерном виде представляются в каркасном виде. Линии, относящиеся к задним граням, не отображаются;
  - ◊ **3D Wireframe** – объекты на трехмерном виде представляются в виде каркаса – отрезков и кривых (как кромки граней и тел);
  - ◊ **Conceptual** – грани многоугольников на трехмерном виде окрашиваются в заданный цвет;
  - ◊ **Realistic** – грани подвергаются раскрашиванию, с просвечивающим сквозь них каркасом;
  - ◊ **Draft** – черновой вариант;
  - ◊ **Low** – низкое разрешение;
  - ◊ **Medium** – среднее разрешение;
  - ◊ **High** – высокое разрешение;
  - ◊ **Pressentation** – презентационный вариант;
- **Frame rate (FPS):** – установка частоты кадров в секунду;
- **Resolution:** – установка разрешения;
- **Format:** – определение формата.

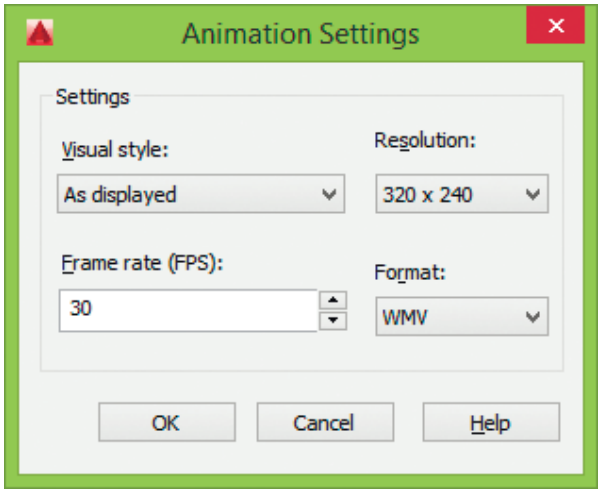


Рис. 24.6. Диалоговое окно параметров анимации

- ❑ **Zoom Window** – окно зуммирования.
- ❑ **Zoom Extents** – зуммировать в границах.
- ❑ **Zoom Previous** – предыдущее зуммирование.
- ❑ **Parallel** – параллельная проекция, то есть никакие две параллельные линии на виде не сходятся. Формы объектов остаются неизменными и не искажаются при приближении камеры.

- **Perspective** – перспективная проекция, то есть все параллельные линии на виде сходятся в одну точку. Чем ближе к наблюдателю расположен объект, тем крупнее его размер на экране. При достаточно большом приближении имеет место искажение форм. Однако этот тип проекции более естественен: именно так видит окружающий мир человеческий глаз.
- **Reset View** – восстановить вид.
- **Preset Views** – стандартные виды:
  - **Top** – сверху;
  - **Bttom** – снизу;
  - **Front** – спереди;
  - **Back** – сзади;
  - **Left** – слева;
  - **Right** – справа;
  - **SW Isometric** – юго-западный вид изометрии;
  - **SE Isometric** – юго-восточный вид изометрии;
  - **NE Isometric** – северо-восточный вид изометрии;
  - **NW Isometric** – северо-западный вид изометрии.
- **Named Views** – именованные виды;
- **Visual Styles** – визуальные стили:
  - **3D Hidden** – объекты на трехмерном виде представляются в каркасном виде. Линии, относящиеся к задним граням, не отображаются;
  - **3D Wireframe** – объекты на трехмерном виде представляются в виде каркаса – отрезков и кривых (как кромки граней и тел);
  - **Conceptual** – грани многоугольников на трехмерном виде окрашиваются в заданный цвет;
  - **Realistic** – грани подвергаются раскрашиванию, с просвечивающим сквозь них каркасом.
- **Visual Aids** – средства визуализации:
  - **Compass** – установка компаса, при котором орбитальное кольцо дополняется тремя пространственными пунктирными окружностями, символизирующими проекции осей *X*, *Y* и *Z* на сферу;
  - **Grid** – строится вспомогательная сетка из линий, параллельных осям *X* и *Y* и перпендикулярных оси *Z*. Трехмерный уровень, на котором она расположена, задается системной переменной `ELEVATION`.

    Перед входом в режим трехмерной орбиты можно, воспользовавшись командой **GRID**, задать параметры отображения сетки. Количество основных ее линий зависит от того, какой установлен шаг в системной переменной `GRIDUNIT`. Промежутки между основными линиями делятся еще на десять частей с помощью дополнительных линий (на рисунке они выделены серым цветом).

    При изменении коэффициента экранного увеличения (зуммировании) на трехмерном орбитальном виде подбирается количество линий сет-

ки так, чтобы они не сливались, но и не отстояли друг от друга слишком далеко. Если вид отдаляется от наблюдателя, линий становится меньше. Напротив, с приближением вида количество линий увеличивается до тех пор, пока не начинает вновь соответствовать значению GRIDUNIT.

- **UCS Icon** – включение и отключение пиктограммы ПСК. Если она была включена перед вызовом команды **3DORBIT**, на орбитальном виде сразу же появляется цветная пиктограмма в виде тройки осей. Ось *X* имеет красный цвет, ось *Y* – зеленый, ось *Z* – синий или голубой. Режим отображения трехмерной пиктограммы ПСК устанавливается также системной переменной UCSICON.



Выполните упражнение Orb1 из раздела 5.

Свободная орбита



Команда **3DFORBIT** активизирует управление интерактивным просмотром объектов в трехмерном режиме, используя неограниченную орбиту, обеспечивающую движение по кругу в любом направлении без привязки к плоскости. При этом точка зрения не ограничена плоскостью *XY* или осью *Z*. Команда вызывается из падающего меню **View → Orbit → Free Orbit** (см. рис. 24.4).

Вид, на котором действует режим орбиты, помечается орбитальным кольцом. Геометрически оно представляет собой большой круг, разделенный на квадранты четырьмя малыми кругами. В процессе выполнения команды неподвижной остается точка, на которую направлен взгляд, то есть точка цели. Позиция наблюдателя (точка камеры) перемещается относительно цели. Считается, что цель в данном случае совмещена с центром орбитального кольца.

Указатель мыши изменяет свое состояние в зависимости от того, на какой части орбитального кольца находится. Форма указателя помогает понять, как именно будет вращаться вид:

- если указатель находится внутри орбитального кольца, он выглядит как маленькая сфера с двумя внешними окружностями-орбитами. Нажатие кнопки и движение мыши в этом случае вызывают свободное перемещение вида. Вид ведет себя так, как будто бы пользователь захватил мышью воображаемую сферу, окружающую объекты, и начал вращать ее вокруг точки цели. Указатель можно перемещать по горизонтали, по вертикали и по диагонали;
- если указатель мыши находится вне орбитального кольца, он выглядит как маленькая сфера с внешней окружностью-стрелкой. Нажатие кноп-

ки и перемещение указателя вокруг орбитального кольца вызывают вращение вида относительно оси, проходящей через центр кольца перпендикулярно экрану. Если указатель переходит через орбитальное кольцо, он приобретает форму сферы с двумя орбитами и начинает свободно перемещать вид, как было описано выше. После выхода указателя обратно во внешнюю часть восстанавливается режим вращения вида вокруг центральной оси;

- если указатель мыши находится на левом или правом малом круге орбитального кольца, он выглядит как маленькая сфера с горизонтальным эллипсом-стрелкой. Нажатие кнопки и перемещение указателя из этих точек вызывают вращение вида относительно вертикальной оси, проходящей через центр кольца. Вертикальная линия на указателе символизирует направление этой условной оси *Y*;
- если указатель мыши находится на верхнем или нижнем малом круге орбитального кольца, он выглядит как маленькая сфера с вертикальным эллипсом-стрелкой. Нажатие кнопки и перемещение указателя из этих точек вызывают вращение вида относительно горизонтальной оси, проходящей через центр кольца. Горизонтальная линия на указателе символизирует направление этой условной оси *X*.

Динамическое вращение трехмерной модели



Команда **3DCORBIT** активизирует возможность постоянного вращения вида по орбите и вызывается из падающего меню **View → Orbit → Continuous Orbit** (см. рис. 24.4).

Работая в этом режиме, пользователь нажимает кнопку мыши и задает направление, в котором должен вращаться вид после отпускания кнопки.

В процессе постоянного вращения по орбите остаются доступными команды контекстного меню, позволяющие задать тип проекции, режим раскрашивания, активные средства визуализации, восстановить вид, установить стандартный вид. Если выбрать из контекстного меню какой-либо из пунктов: **Pan** или **Zoom**, – вращение останавливается.

Пока команда `3DCORBIT` продолжает работу, никакие другие вводить в командной строке нельзя; также исключается редактирование объектов. Для завершения работы команды необходимо либо нажать клавишу **Enter** или **Esc**, либо выбрать пункт **Enter** из контекстного меню.



Выполните упражнение Orb2 из раздела 5.

Регулировка расстояния



Команда **3DDISTANCE** устанавливает режим интерактивного трехмерного просмотра, приближение к объектам и удаление от них. Команда вызывается из падающего меню **View → Camera → Adjust Distance**.

Изменение расстояния до объектов осуществляется при вертикальном перемещении курсора, при этом можно увеличивать и уменьшать изображение объектов и настраивать расстояние до них.

Курсор в команде **3DDISTANCE** приобретает форму горизонтальной линии с двумя стрелками, одна из которых указывает вверх, а другая – вниз. При нажатии кнопки и перемещении курсора вертикально вверх камера приближается к объектам и тем самым увеличивает их видимые размеры. При нажатии кнопки и перемещении курсора вертикально вниз камера удаляется от объектов и тем самым уменьшает их видимые размеры.

Шарнир



Команда **3DSWIVEL** изменяет цель вида в направлении перетаскивания мыши и вызывается из падающего меню **View → Camera → Swivel**.

Во время работы команды **3DSWIVEL** осуществляется имитация панорамирования камерой в направлении перетаскивания, при этом изменяется направление обзора и можно выполнять шарнирное перемещение камеры в плоскости *XY* или вдоль оси *Z*.

Обход чертежа



Команда **3DWALK** интерактивно меняет вид трехмерного чертежа, при этом кажется, что наблюдатель обходит модель. Команда вызывается из падающего меню **View → Walk and Fly → Walk**.

Обход всей модели выполняется в текущем видовом экране перемещением в плоскости *XY* с помощью клавиатуры, круговой осмотр и поворот – с помощью мыши. При этом доступны следующие соответствия:

- **Tab** – показать тему;
- **Up arrow / W key** – стрелка вверх или клавиша **W** перемещает камеру вперед, при этом кажется, что пользователь проходит или пролетает вперед;
- **Down arrow / S key** – стрелка вниз или клавиша **S** перемещает камеру назад;
- **Left arrow / A key** – стрелка влево или клавиша **A** перемещает камеру влево, и при этом кажется, что пользователь перемещается влево;
- **Right arrow / D key** – стрелка вправо или клавиша **D** перемещает камеру вправо;

- **Drag mouse** – перетаскивание с помощью мыши задает цель для просмотра или поворота взгляда пользователя;
- **F key** – клавиша **F** переключает режим облета на режим обхода, и наоборот;
- **Don't show me this again** – больше не выводить это окно.

При этом открывается палитра локатора положения **POSITION LOCATOR** (рис. 24.7), в которой отображается вид сверху на положение трехмерной модели при навигации обхода или облета, заданное пользователем на чертеже.

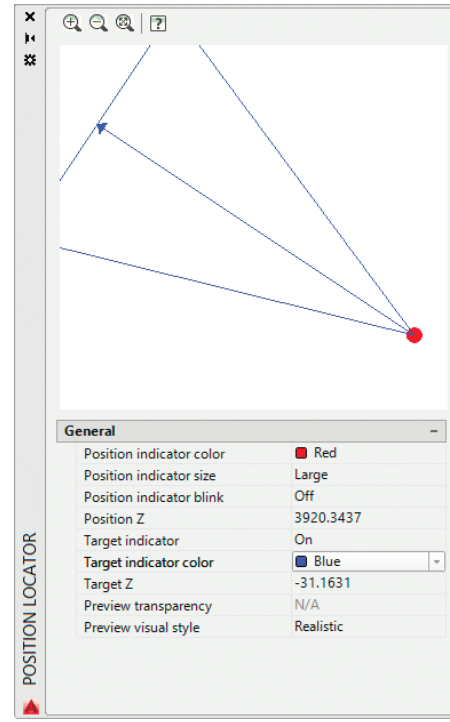


Рис. 24.7. Палитра локатора положения

- **Zoom In** – увеличение изображения в палитре локатора положения.
- **Zoom Out** – уменьшение изображения в палитре локатора положения.
- **Zoom Extents** – зуммирование изображения в границах палитры локатора положения.

На образце отображается текущее положение пользователя в модели. Здесь можно перетащить указатель положения, чтобы изменить свое местоположение. Также можно перетащить указатель цели, чтобы изменить направление вида.

- **Position indicator color** – определение цвета указателя текущего положения пользователя.
- **Position indicator size** – определение размера указателя текущего положения пользователя:
  - **Small** – малый;
  - **Medium** – средний;
  - **Large** – большой.
- **Position indicator blink** – включение и отключение эффекта мерцания указателя положения.
- **Target indicator** – вывод на экран указателя, который показывает цель вида.
- **Target indicator color** – определение цвета указателя цели.
- **Preview transparency** – определение прозрачности в окне просмотра. Принимает значения от `0` до `95`.
- **Preview visual style** – определение визуального стиля образца для просмотра.

Облет чертежа



Команда **3DFLY** интерактивно меняет вид трехмерного чертежа, при этом кажется, что наблюдатель пролетает сквозь модель. Команда вызывается из падающего меню **View → Walk and Fly → Fly**.

Облет всей модели, в отличие от обхода, не ограничивается перемещением в плоскости *XY*, поэтому создается ощущение полета над площадью модели.

Работа с командой **3DFLY** аналогична работе с командой **3DWALK**.

Параметры обхода и облета



Чтобы управлять установками параметров обхода и облета, следует использовать диалоговое окно **Walk and Fly** (рис. 24.8), которое загружается из падающего меню **View → Walk and Fly → Walk and Fly Settings...**.

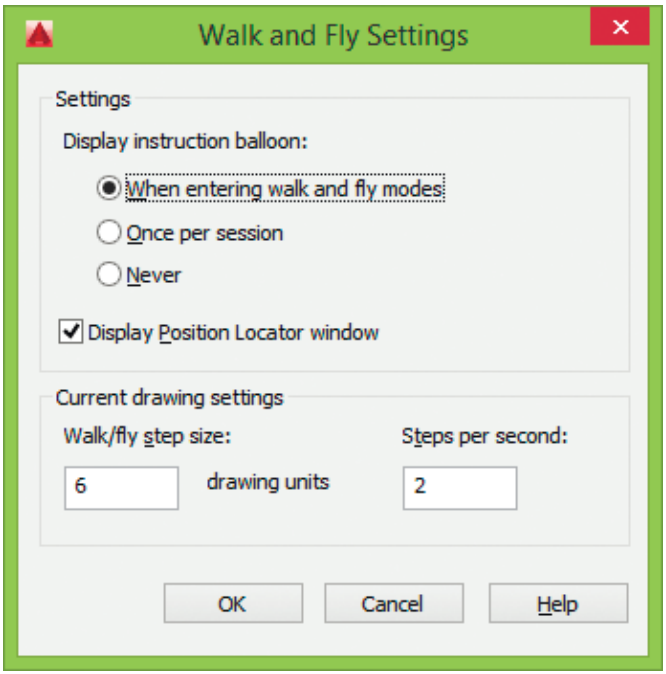


Рис. 24.8. Диалоговое окно параметров обхода и облета

Здесь настраиваются следующие параметры:

- В области **Settings** – определение параметров, относящихся к окну команд и Палитре локатора положения:
  - **Display instruction balloon:** – установка режимов показа окна команд:

- ◊ **When entering walk and fly modes** – каждый раз при включении режимов обхода и облета выводится окно управления навигацией обхода и облета **Walk and Fly Navigation Mappings**;
- ◊ **Once per session** – в каждом сеансе AutoCAD при первом входе пользователя в режим обхода или облета на экран будет выводиться окно управления навигацией обхода и облета **Walk and Fly Navigation Mappings**;
- ◊ **Never** – запрет на вывод окна управления навигацией обхода и облета **Walk and Fly Navigation Mappings**;

- **Display Position Locator window** – указывает, будет ли открываться Палитра локатора положения при включении пользователем режима обхода.

❑ В области **Current drawing settings** – определение параметров обхода и облета для текущего чертежа:

- **Walk/fly step size:** – определение величины каждого шага в единицах чертежа. Значение хранится в системной переменной `STEPSIZE`;
- **Steps per second:** – определение количества шагов в секунду. Значение хранится в системной переменной `STEPSPERSEC`.

Камера



Команда **CAMERA** устанавливает камеру и положение цели для создания и сохранения трехмерного вида объектов в перспективе и вызывается щелчком на пиктограмме **Create Camera** в группе **Camera** ленты **Visualize** рабочего пространства **3D Modeling**.

Запросы команды **CAMERA**:

`Current camera settings: Height=0 Lens Length=50 mm` – текущие настройки камеры

`Specify camera location:` – указать положение камеры

`Specify target location:` – указать положение цели

`Enter an option [?/Name/LOcation/Height/Target/LEns/Clipping/View/eXit]<eXit>:` – указать один из ключей или нажать клавишу **Enter** для завершения команды

Ключи команды **CAMERA**:

- ❑ `?` – выводит на экран список определенных в настоящее время камер;
- ❑ `Name` – присваивает камере имя;
- ❑ `LOcation` – указывает положение камеры, из которой рассматривается трехмерная модель;
- ❑ `Height` – изменяет высоту камеры;
- ❑ `Target` – указывает рассматриваемый целевой объект камеры;
- ❑ `LEns` – изменяет фокусное расстояние камеры. Чем больше фокусное расстояние объектива, тем ближе поле зрения;

- `Clipping` – определяет переднюю и заднюю секущие плоскости и устанавливает их значения. Все объекты, расположенные между камерой и передней секущей плоскостью, а также за задней секущей плоскостью, не отображаются. При этом выдаются следующие запросы:
  `Current camera settings: Height=0 Lens Length=50 mm` – текущие настройки камеры
  `Specify camera location:` – указать положение камеры
  `Specify target location:` – указать положение цели
  `Enter an option [?/Name/LOcation/Height/Target/LEns/Clipping/View/eXit]<eXit>: C` – переход в режим указания секущих плоскостей
  `Enable front clipping plane? [Yes/No] <No>: Y` – включить ли переднюю секущую плоскость
  `Specify front clipping plane offset from target plane:` – задать смещение передней секущей плоскости от целевой плоскости
  `Enable back clipping plane? [Yes/No] <No>: Y` – включить ли заднюю секущую поверхность
  `Specify back clipping plane offset from target plane:` – задать смещение задней секущей плоскости от целевой плоскости
  `Enter an option [?/Name/LOcation/Height/Target/LEns/Clipping/View/eXit]<eXit>:` – указать один из ключей или нажать клавишу **Enter** для завершения команды
- `View` – устанавливает текущий вид в соответствии с установками камеры;
- `eXit` – прерывает команду.

Камеру, установленную на чертеже, можно включать и выключать, использовать ручки для изменения ее местоположения и цели или фокусного расстояния объектива.

Анимация перемещений при обходе и облете

Анимация перемещений обеспечивает предварительный просмотр любого перемещения, включая обход и облет чертежа. Перед созданием анимации перемещения по траектории необходимо создать образец предварительного просмотра.



Команда **ANIPATH** сохраняет анимацию вдоль траектории в трехмерной модели, создавая анимационный файл. Вызывается из падающего меню **View → Motion Path Animations...**. При этом открывается диалоговое окно анимации траектории перемещения **Motion Path Animation** (рис. 24.9), которое позволяет настроить следующие параметры.

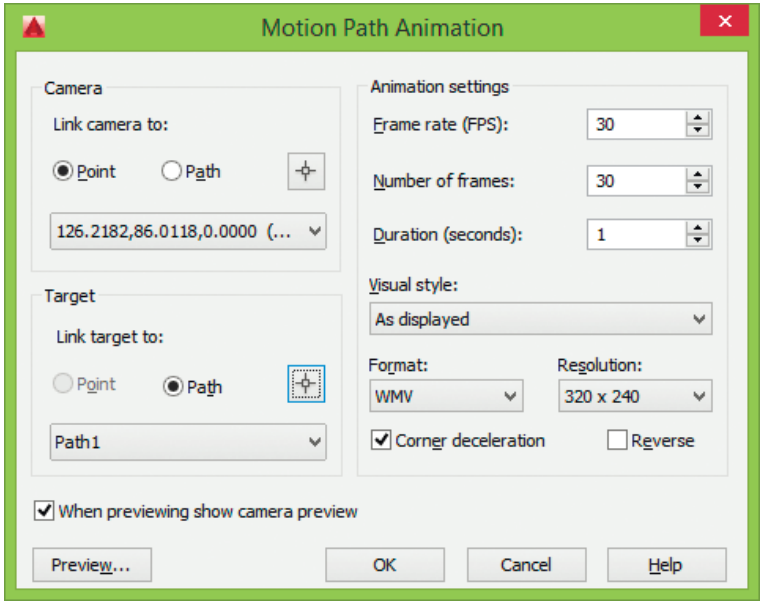


Рис. 24.9. Диалоговое окно анимации траектории перемещения

- В области **Camera** – настройка камеры:
  - **Link camera to:** – связывание камеры:
    - **Point** – со статической точкой на чертеже;
    - **Path** – с траекторией движения на чертеже;
    - **Select Point / Path** – осуществление выбора точки местонахождения камеры или траектории вдоль хода перемещения камеры в зависимости от того, выбрана точка или траектория.

      В списке отображаются наименованные точки или траектории, с которыми можно связать камеру. Чтобы создать траекторию, необходимо связать камеру с линией, дугой, эллиптической дугой, окружностью, полилинией, трехмерной полилинией или сплайном.

      При создании пользователем траектории движения камера создается автоматически. Если пользователь удаляет объект, созданный им в виде траектории движения, наименованная траектория движения также удаляется.
- В области **Taget** – настройка цели:
  - **Link taget to:** – связывание цели:
    - **Point** – если камера связана с траекторией, эта настройка связывает цель со статической точкой на чертеже;
    - **Path** – связывание цели с траекторией перемещения на чертеже;
    - **Select Point / Path** – осуществление выбора точки или траектории в качестве цели, в зависимости от выбора точки или траектории.

В списке отображаются наименованные точки или траектории, с которыми можно связать цель камеры. Чтобы создать траекторию, необходимо связать цель с линией, дугой, эллиптической дугой, окружностью, полилинией, трехмерной полилинией или сплайном.

- **Animation settings** – управление выводом анимационного файла:
  - **Frame rate (FPS):** – частота выполнения анимации, измеряемая в кадрах в секунду. Следует задать значение от `1` до `60`;
  - **Number of frames:** – общее количество кадров в анимации. Вместе с частотой кадров это значение определяет длительность анимации. Когда пользователь изменяет это число, значение продолжительности **Duration** пересчитывается автоматически;
  - **Duration (seconds):** – продолжительность анимации в секундах. Когда пользователь изменяет это число, значение количества кадров **Number of frames** пересчитывается автоматически;
  - **Visual style:** – список визуальных стилей и наборы параметров тонирования, которые можно применить к анимационному файлу;
  - **Format:** – определение формата файла для анимации: **AVI**, **MPG**, **WMV** (доступен, только если установлена программа Microsoft® Windows Media® Player версии 9 или выше), **MOV** (доступен только при установке программы Apple QuickTime Player);
  - **Resolution:** – определение ширины и высоты окончательной анимации в экранных единицах отображения;
  - **Corner deceleration** – медленное перемещение камеры при повороте угла;
  - **Reverse** – изменение направления анимации на обратное.
  - **When previewing show camera preview** – загрузка диалогового окна предварительного просмотра анимации **Animation Preview**.
- **Preview...** – предварительный просмотр анимации в диалоговом окне предварительного просмотра **Animation Preview**.

Движение камеры управляется привязкой камеры и ее цели к точке или траектории.

Для создания неподвижной камеры ее необходимо привязать к точке. Если камера привязана к траектории, то она будет перемещаться вдоль этой траектории. Неподвижность или перемещение цели определяется аналогично. Одновременная привязка к точке и камеры, и цели не допускается.

Одна и та же траектория используется в том случае, когда анимационный вид должен проходить по траектории камеры. В этом случае для параметра траектории цели устанавливается значение **None**.

Видовой куб

Видовой куб – это постоянно присутствующий на экране инструмент навигации, отображающийся в одном из углов окна AutoCAD (рис. 24.10). Интерфейс видового куба активизируется при наведении на него курсора. Щелчком кнопкой

мыши и перетаскиванием можно установить новую точку зрения на модель.

Контекстное меню видового куба содержит следующие параметры (рис. 24.11):

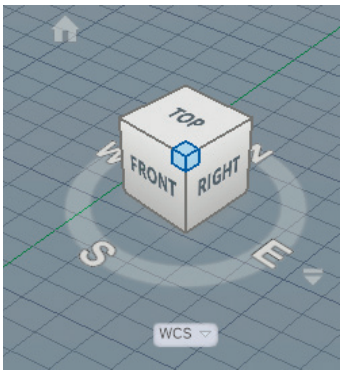


Рис. 24.10. Видовой куб

- **Home** – восстановление исходного вида, сохраненного в модели.
- **Parallel** – переключение текущего вида на параллельную проекцию.
- **Perspective** – переключение текущего вида на перспективную проекцию.
- **Perspective with Ortho Faces** – переключение текущего вида на перспективную проекцию с ортогональными гранями.
- **Set Current View as Home** – определение исходного вида модели на основе текущего вида.
- **VewCube Settings...** – вызов одноименного диалогового окна регулировки отображения и поведения видового куба (рис. 24.12).
- **Help** – вызов интерактивной справочной системы.

В диалоговом окне **VewCube Settings** настраиваются следующие параметры:

- В области **Display** определяется отображение видового куба:
  - **On-sceen position:** – место видового экрана, в котором отображается куб (системная переменная `NAVVCUBELOCATION`): **Top Right** – вверху справа; **Bottom Right** – внизу справа; **Top Left** – вверху слева; **Bottom Left** – внизу слева;
  - **ViewCube size:** – размер видового куба (системная переменная `NAVVCUBESIZE`):
    - **Automatic** – размер видового куба соответствует текущему размеру активного видового экрана, масштабному коэффициенту активного листа или окну чертежа;
    - **Tiny** – маленький куб; **Small** – небольшой куб; **Normal** – обычный куб; **Large** – большой куб;
  - **Inactive opacity: Low High** – управление прозрачностью неактивного куба (системная переменная `NAVVCUBEOPACITY`);

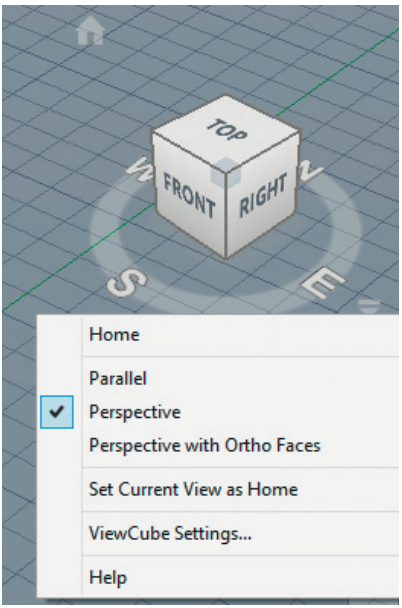


Рис. 24.11. Контекстное меню видового куба

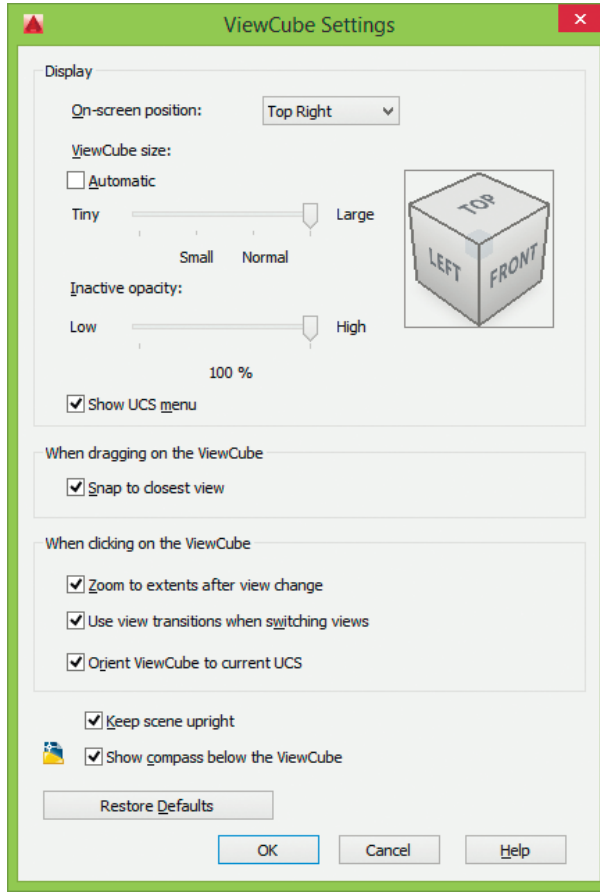


Рис. 24.12. Диалоговое окно регулировки параметров видового куба

- **Show UCS menu** – отображение раскрывающегося меню UCS под видовым кубом.

❑ В области **When dragging on the VewCube** – настройка при перетаскивании на видовой куб:

- **Snap to closest view** – привязать к стандартному ближайшему виду.

❑ В области **When clicking on the VewCube** – настройка при щелчке на видовом кубе:

- **Zoom to extents after view change** – принудительная подгонка модели до границ текущего видового экрана после изменения вида;
- **Use view transitions when switching views** – плавный переход при переключении между видами;
- **Orient VewCube to current UCS** – ориентация видового куба по текущей ПСК (системная переменная `NAVVCUBEORIENT`).

- **Keep scene upright** – сохранение вертикального положения сцены.
- **Show compass below the VewCube** – отображение компаса под видовым кубом.
- Кнопка **Restore Defaults** – установка стандартных параметров.

Видовой куб содержит 26 элементов, щелчком на которых можно изменить текущий вид модели. Эти двадцать шесть элементов разделены на три группы: грань, ребро и угол.

Шесть элементов, расположенных на гранях куба, соответствуют стандартным ортогональным видам модели: **TOP** – сверху, **BOTTOM** – снизу, **FRONT** – спереди, **BACK** – сзади, **LEFT** – слева и **RIGHT**– справа (рис. 24.13).



Рис. 24.13. Грань видового куба

Щелчок на одном из ребер приводит к изменению вида модели на вид, повернутый наполовину, основываясь на двух сторонах модели (рис. 24.14).

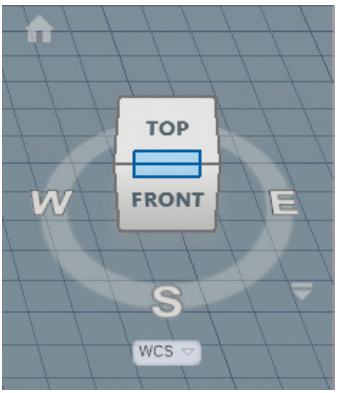


Рис. 24.14. Ребро видового куба

Щелчок на одном из углов видового куба приводит к изменению ориентации текущего вида модели на вид в три четверти, основанный на точке обзора, определяемой тремя сторонами модели (рис. 24.15).

Контур видового куба показан сплошной линией, если определен один из стандартных видов, в противном случае – контур показан штриховой линией.

Получить пользовательский вид можно, щелкнув на видовом кубе и перетащив его в необходимое положение.

Если видовой куб используется при одном ли нескольких выбранных объектах, то до окончания установки точки взгляда динамично отображаются только выбранные объекты.

Видовой куб поддерживает два режима проекций – перспективную (параллельную) и ортогональную, а также комбинацию двух этих режимов – перспективную с ортогональными гранями.

При тонировании модели использование перспективной проекции позволяет получить более реалистичный вид.

В случае установки ортогонального вида модели рядом с видовым кубом отображаются две по-

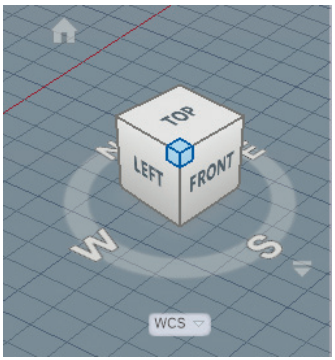


Рис. 24.15. Угол видового куба

воротные стрелки, позволяющие повернуть текущий вид на 90 градусов по или против часовой стрелки вокруг центра вида, а также четыре прямоугольных треугольника, позволяющих перейти к одному из смежных ортогональных видов (рис. 24.16).

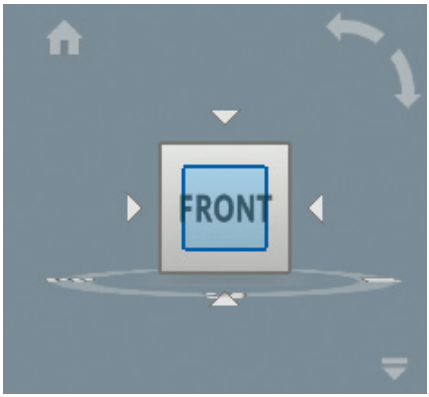


Рис. 24.16. Поворотные стрелки видового куба

Глава 25

Создание реалистичных изображений

Визуальные стили 600
Настройка стиля отображения ... 607
Подготовка моделей
для тонирования 612
Освещение.....617
Точечный источник света 617
Прожектор 621
Удаленный источник света 623
Свойства солнца 624
Сеточный свет.....626
Назначение материалов 626
Наложение текстур.....631
Фон 636
Тонирование среды 639

В процессе проектирования различных объектов большая часть графических работ приходится на формирование каркасных, поверхностных или твердотельных моделей. Как правило, по завершении работы над моделью, а иногда и в процессе проектирования, требуется максимально правдоподобное изображение сконструированного объекта, то есть должны быть использованы реальные цвета, специфическая текстура поверхности, естественная светотень, перспектива и другие эффекты. Это бывает необходимо, например, при предъявлении заказчику законченного проекта или при проверке правильности выполнения дизайн-проектирования. Кроме того, визуализация моделей объектов, сформированных в AutoCAD, может быть вполне самоценной, в том числе при создании рекламы или анимационных клипов. Данный подход в последнее время получил широкое распространение благодаря простоте формирования в AutoCAD сложных трехмерных объектов. Подготовленные для визуализации трехмерные объекты могут быть импортированы вместе с наложенными на их грани цветом и текстурой в другие графические пакеты, например 3ds Max.

Решая вопрос о способе представления объекта, следует учитывать, какого качества нужно добиться и сколько времени на это потребуется. Например, для обычного технического отчета вполне подойдет изображение с подавленными скрытыми линиями. Для презентаций, дизайнерских проектов, рекламы необходимо применять тонирование и подсветку. Чем выше требования к реалистичности изображения, тем более сложный алгоритм применяется для его формирования: с освещением из одного или нескольких источников света, со светотенью, с трассировкой всех световых лучей для достижения абсолютной достоверности.

Визуальные стили

Стиль отображения – это набор параметров, который управляет отображением кромок и теней на видовом экране. Управление визуальными стилями осуществляется из падающего меню **View → Visual Styles** или инструментами, расположенными в группе **View** ленты **Home** и в группе **Visual Styles** ленты **Visualize** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 25.1, 25.2).

В AutoCAD поддерживаются следующие визуальные стили.

 или  **2D Wireframe** – двухмерный каркас. Объекты представляются в виде отрезков и кривых как кромки граней и тел. Видны растровые и OLE-объекты, учитываются типы и веса линий (рис. 25.3).

 или  **Wireframe** – каркас. Объекты представляются в виде отрезков и кривых как кромки граней и тел (рис. 25.4).

 или  **Hidden** – трехмерный каркас со скрытыми линиями. Объекты представляются в каркасном виде. При этом линии, относящиеся к задним граням, не отображаются (рис. 25.5).

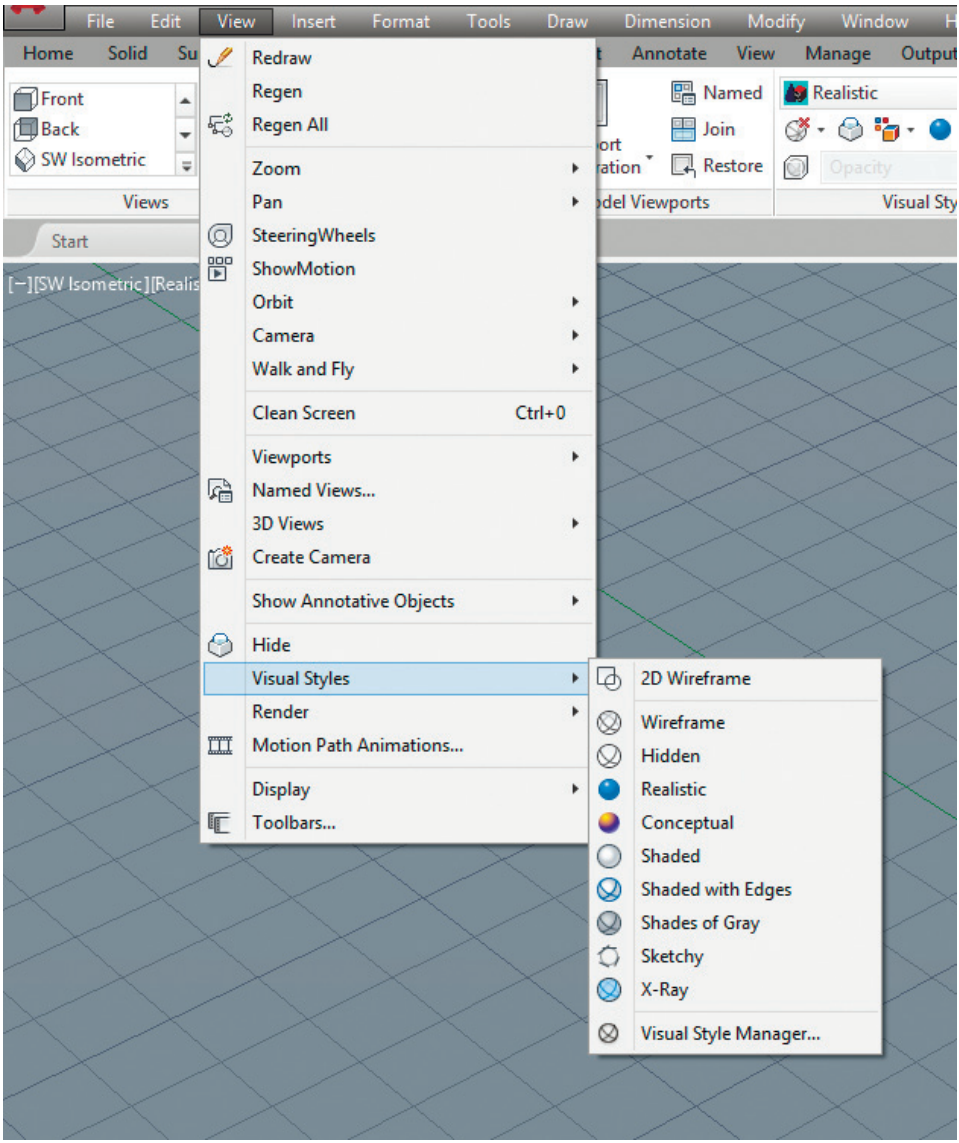


Рис. 25.1. Инструменты управления визуальными стилями в падающем меню

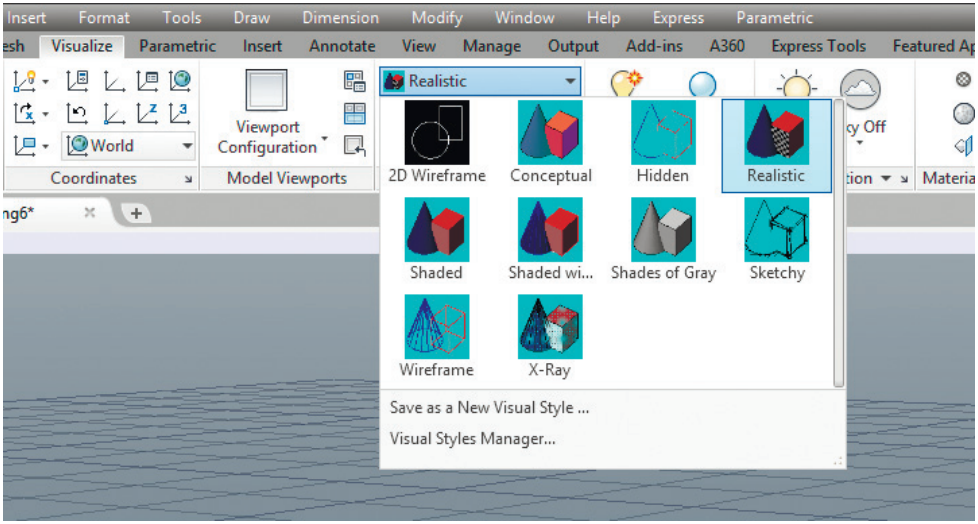


Рис. 25.2. Инструменты управления визуальными стилями в рабочем пространстве 3D Modeling

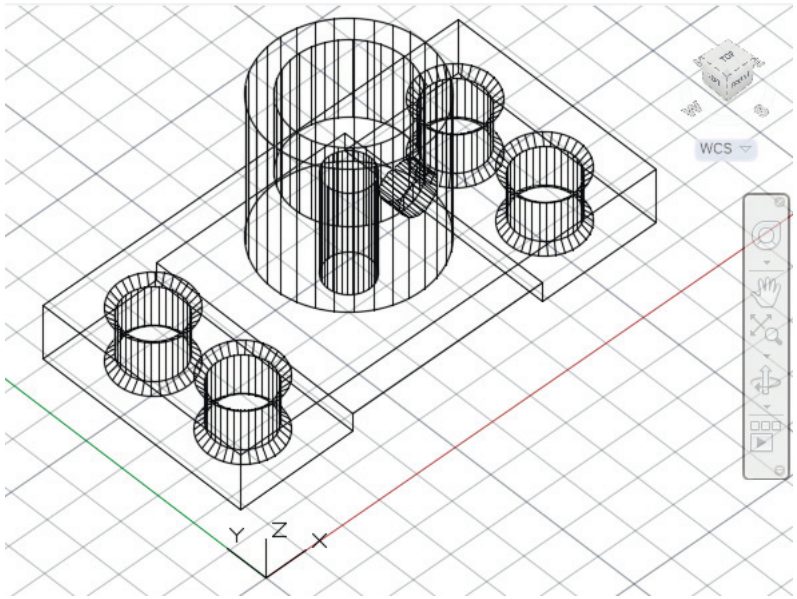


Рис. 25.3. Визуальный стиль – двухмерный каркас

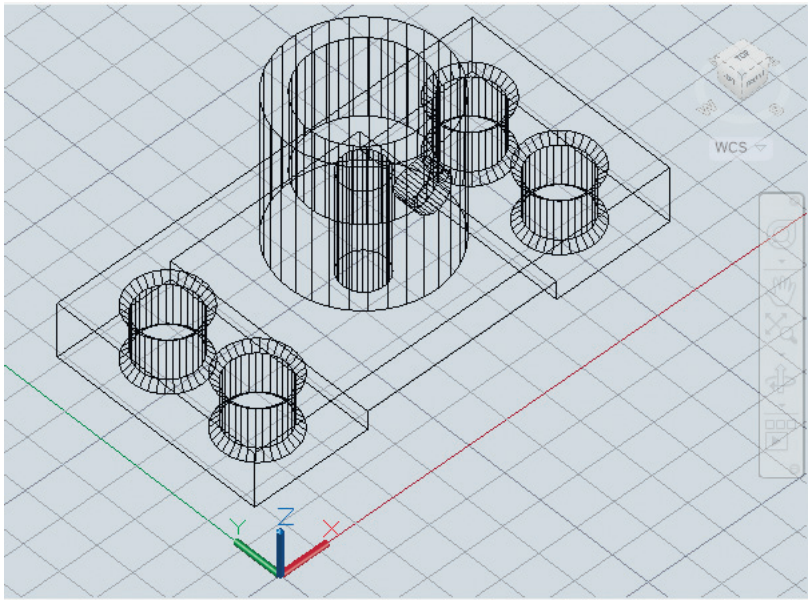


Рис. 25.4. Визуальный стиль – трехмерный каркас

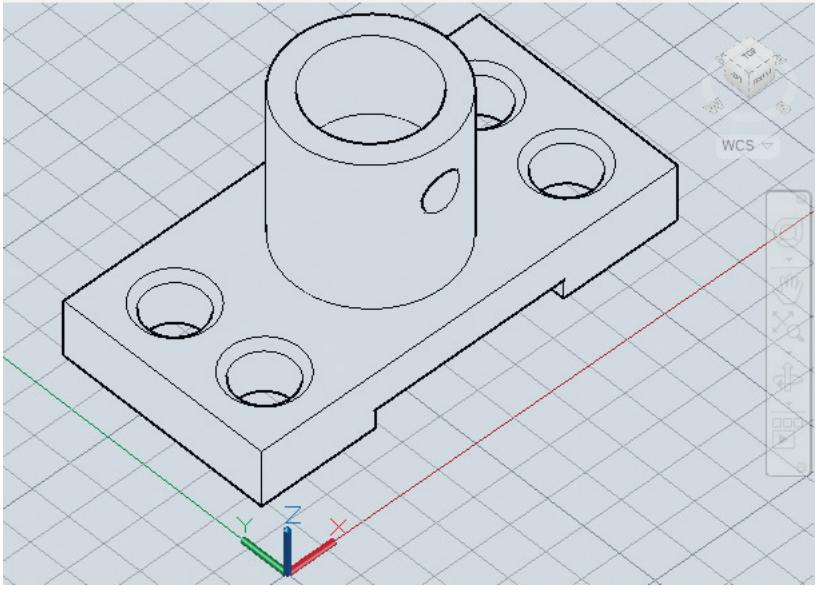


Рис. 25.5. Визуальный стиль – трехмерный каркас со скрытыми линиями

 или  **Realistic** – реалистичный. Раскрашиваются объекты и сглаживаются кромки между гранями многоугольника. Отображаются материалы объектов (рис. 25.6).

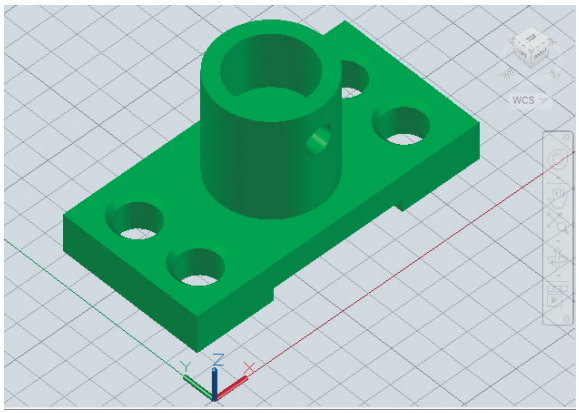


Рис. 25.6. Визуальный стиль – реалистичный

 или  **Conceptual** – концептуальный. Раскрашиваются объекты и сглаживаются кромки между гранями многоугольника. Для раскрашивания используется стиль грани по Гучу с переходом не от тени к свету, а между холодным и теплым цветовыми тонами. Этот эффект менее реалистичен, но он лучше отображает подробности модели (рис. 25.7).

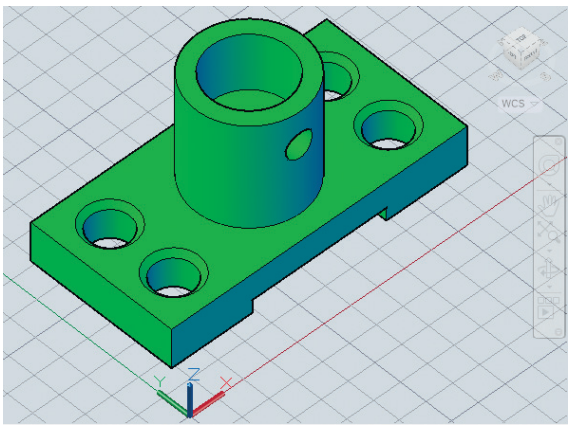


Рис. 25.7. Визуальный стиль – концептуальный

В стилях **Realistic** и **Conceptual** грань освещается двумя удаленными источниками, которые перемещаются при изменении направления взгляда на модель.

 или  **Shaded** – тонированный. Объекты отображаются с использованием тонирования с плавными переходами (рис. 25.8).

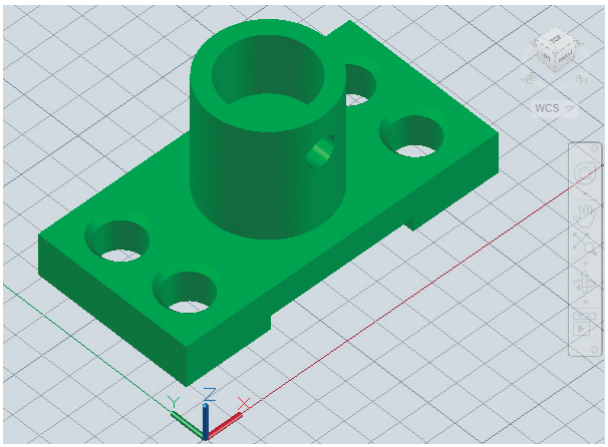


Рис. 25.8. Визуальный стиль – тонированный

 или  **Shaded with Edges** – тонированный с кромками. Объекты отображаются с использованием тонирования с плавными переходами, с видимыми кромками (рис. 25.9).

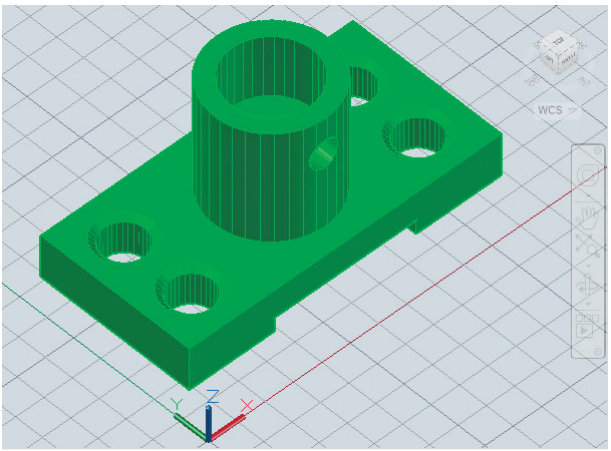


Рис. 25.9. Визуальный стиль – тонированный с кромками

 или  **Shades of Gray** – оттенки серого. Объекты отображаются с использованием тонирования оттенками одного цвета (серого) с плавными переходами (рис. 25.10).

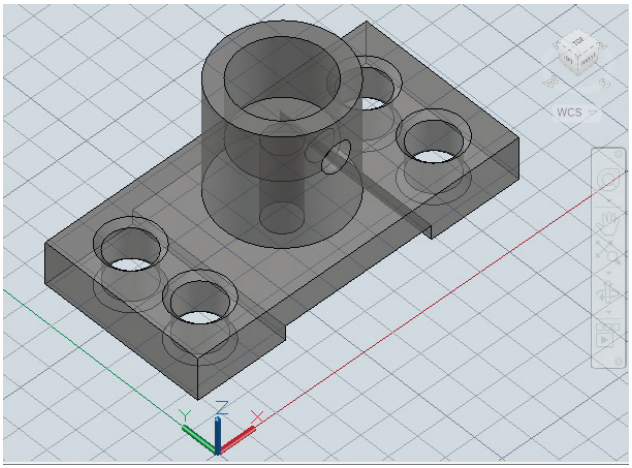


Рис. 25.10. Визуальный стиль – оттенки серого

 или  **Sketchy** – эскизный. Объекты отображаются с эффектом рисования от руки (рис. 25.11).

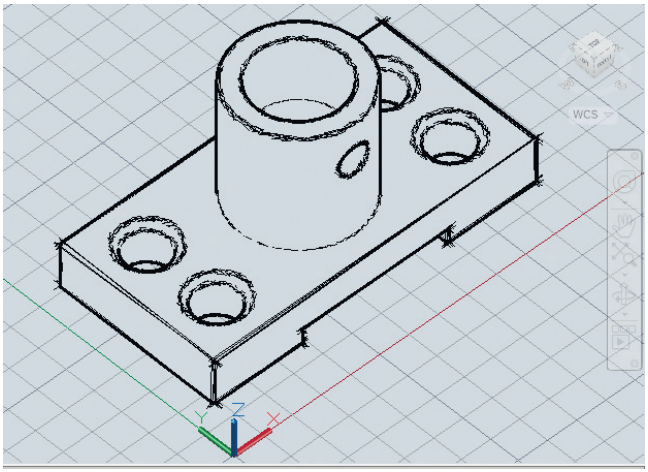


Рис. 25.11. Визуальный стиль – эскизный

 или  **X-Ray** – просвечивание. Объекты отображаются частично прозрачными (рис. 25.12).

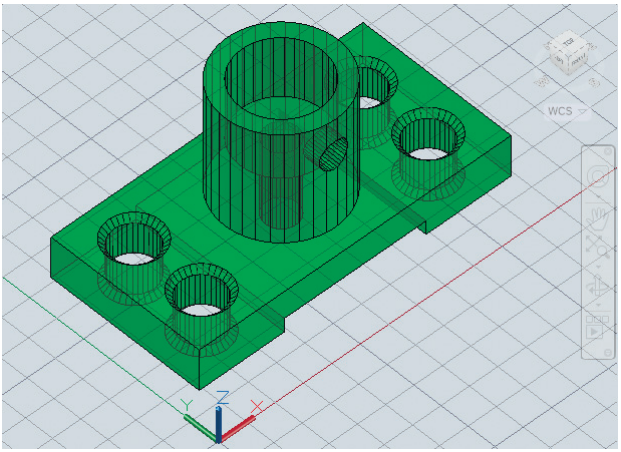


Рис. 25.12. Визуальный стиль – просвечивание

Настройка стиля отображения

Стиль отображения можно выбрать в любой момент и при необходимости изменить его параметры или создать собственный стиль, изменяя настройки граней и кромок и используя затенение и фон.



Команда **VISUALSTYLES** загружает Диспетчер визуальных стилей **Visual Styles Manager** (рис. 25.13), предназначенный для создания и изменения визуальных стилей и применения их к видовому экрану. Команда вызывается из падающего меню **View → Visual Styles → Visual Style Manager...** или щелчком на стрелочке справа **Visual Style Manager...** в группе **Visual Styles** ленты **Visualize** рабочего пространства **3D Modeling**.

Диспетчер визуальных стилей содержит поля и инструменты, адаптируемые в зависимости от установленного стиля:

- область **Available Visual Styles in Drawing** – отображение образцов изображений визуальных стилей, имеющихся в чертеже. Выбранный стиль отображается с желтым окаймлением, и нижерасположенные панели содержат его параметры;
-  **Create New Visual Style** – создание нового визуального стиля сопровождается открытием диалогового окна **Create New Visual Style**, в котором не-

обходимо ввести имя и дополнительное описание создаваемого стиля. Новый образец изображения помещается в конец панели;

- **Apply Selected Visual Style to Current Viewport** – применение выбранного визуального стиля к текущему видовому экрану;
- **Export the Selected Visual Style to the Tool Palette** – создается инструмент выбранного визуального стиля и экспортируется в инструментальную палитру;
- **Delete the Selected Visual Style** – удаление выбранного визуального стиля.

Для визуального стиля двухмерный каркас **2D Wireframe** в Диспетчере визуальных стилей устанавливаются следующие параметры (см. рис. 25.13).

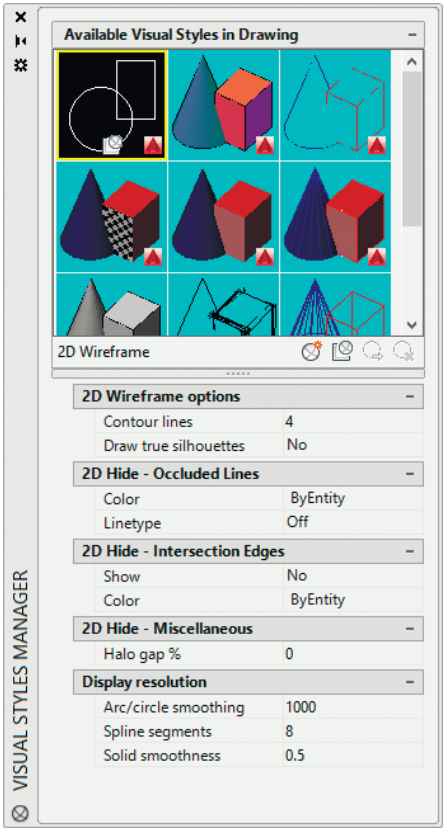


Рис. 25.13. Диспетчер визуальных стилей для двухмерного каркаса

- **2D Wireframe options** – параметры двухмерного каркаса:
  - **Contour lines** – установка количества линий контура;
  - **Draw true silhouettes** – создание истинного силуэта.
- **2D Hide – Occluded ines** – параметры скрытых линий:
  - **Color** – назначение цвета;
  - **Linetype** – назначение типа линий.
- **2D Hide – Intersection Edges** – параметры ребер пересечений:
  - **Show** – установка видимости;
  - **Color** – назначение цвета.
- **2D Hide – Miscellaneous** – другие параметры:
  - **Halo gap %** – установка коэффициента недовода.
- **Display resolution** – параметры экранного разрешения:
  - **Arc/circle smoothing** – регулировка сглаживания дуг и окружностей;
  - **Spline segments** – определение количества сегментов сплайна;
  - **Solid smoothness** – настройка плавности тел.

Для визуального стиля каркас **Wireframe** в Диспетчере визуальных стилей устанавливаются следующие параметры (рис. 25.14).

- **Face Settings** – определение параметров внешнего вида граней в видовом экране:
  -  кнопка **Opacity** – изменение значения прозрачности с положительного на отрицательное и наоборот;
  - **Face style** – установка стиля тонирования на гранях (системная переменная VSFACESTYLE):
    - ◊ **Realistic** – реалистичный стиль с максимально возможным приближением отображает то, как грань выглядит на самом деле;
    - ◊ **Gooch** – стиль Гуч определяет использование гаммы холодных и теплых оттенков вместо темных и светлых для улучшения отображения граней, которые могли бы быть затенены и плохо видимы в реалистичном представлении;
    - ◊ **None** – стиль не устанавливается;
  - **Lighting quality** – установка качества освещения в зависимости от необходимости отображения цветов на гранях модели (системная переменная VSLIGHTINGQUALITY):
    - ◊ **Faceted** – фасетное;
    - ◊ **Smooth** – сглаживание;
    - ◊ **Smoothest** – максимальное сглаживание;

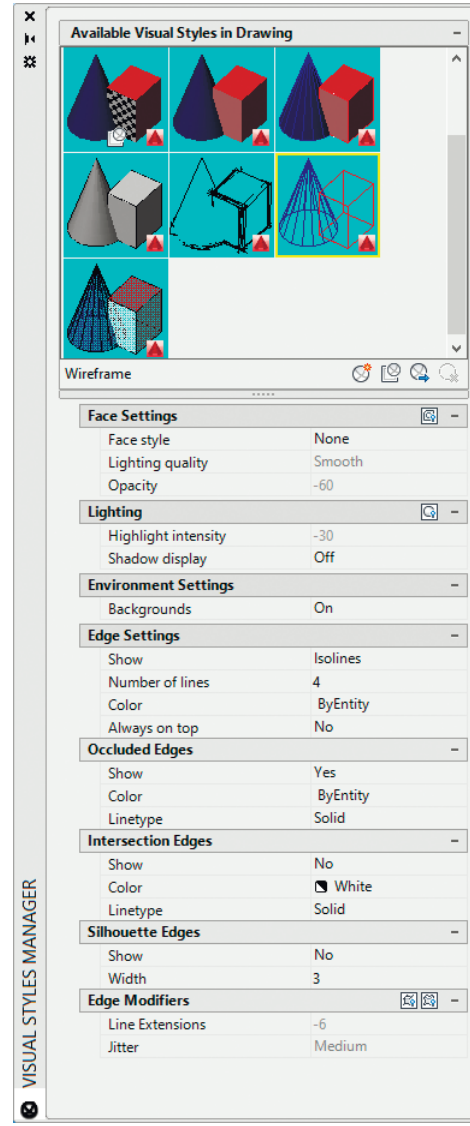


Рис. 25.14. Диспетчер визуальных стилей для каркаса

  - **Color** – определяет отображение цветов на гранях (системная переменная VSFACECOLORMODE);
    - ◊ **Normal** – не применяется к модификатору цвета грани;
    - ◊ **Monochrome** – отображение модели в оттенках заданного пользователем цвета (системная переменная VSMONOCOLOR);

- ◊ **Tint** – изменяются оттенок и насыщенность цвета грани;
- ◊ **Desaturate** – цвет смягчается путем сокращения компоненты его насыщенности на 30%;

- **Monochrome color / Tint Color** – установка монохромного цвета или оттенка цвета. Данная настройка недоступна, если для цвета грани выбран режим **Normal** или **Desaturate** (системная переменная VSMONOCOLOR);
- **Opacity** – управление непрозрачностью и прозрачностью граней в видовом экране (системная переменная VSFACEOPACITY);
- **Material display** – управление отображением материалов и текстуры на гранях (системная переменная VSMATERIALMODE):
  - ◊ **Materials and texture** – отображение материалов и текстуры;
  - ◊ **Materials** – отображение материалов;
  - ◊ **Off** – отображение материалов и текстуры отключено.

❑ **Lighting** – управление эффектами, связанными с освещением:

-  кнопка **Highlight intensity** – изменение значения интенсивности подсветки с положительного на отрицательное и наоборот;
- **Highlight intensity** – регулировка интенсивности подсветок на гранях без материалов (системная переменная VSFACEHIGHLIGHT);
- **Shadow display** – назначение отображения теней. Для повышения качества изображения следует отключить тени (системная переменная VSSHADOWS):
  - ◊ **Mapped Object shadow** – полные тени;
  - ◊ **Ground shadow** – только тени на земле;
  - ◊ **Off** – без теней.

❑ **Environment Settings** – регулировка параметров среды:

- **Backgrounds** – назначение отображения фона в видовом экране (системная переменная VSBACKGROUNDS).

❑ **Edge Settings** – регулировка параметров отображения ребер:

- **Show** – установка режима отображения (системная переменная VSEDGES):
  - ◊ **Facet Edges** – ребра граней;
  - ◊ **Isolines** – изолинии;
  - ◊ **None** – ничего;
- **Number of lines** – установка количества строк (системная переменная ISOLINES);
- **Color** – назначение цвета для ребер (системная переменная VSEDGECOLOR);
- **Always on top** – поверх остальных окон (системная переменная VSISOONNTOP).

❑ **Occluded Edges** – регулировка параметров перекрытых ребер:

- **Show** – отображение перекрытых ребер (системная переменная VSOCCLUDEDEDGES);
- **Color** – установка цвета для перекрытых ребер (системная переменная VSOCCLUDEDCOLOR);

- **Linetype** – установка типа линий для перекрытых ребер (системная переменная VSOCCLUDEDLTYPE).

❑ **Intersection Edges** – регулировка параметров ребер пересечения:
- **Show** – отображение ребер пересечения (системная переменная VSINTERSECTIONEDGES);
- **Color** – установка цвета для ребер пересечения (системная переменная VSINTERSECTIONCOLOR);
- **Linetype** – установка типа линий для ребер пересечения (системная переменная VSINTERSECTIONLTYPE).

❑ **Sihouette Edges** – регулировка параметров кромок силуэта:
- **Show** – отображение ребер силуэта (системная переменная VSSILHEDGES);
- **Width** – установка ширины, при которой отображаются ребра силуэта (системная переменная VSSILHWIDTH).

❑ **Edge Modifiers** – назначение параметров ребер-модификаторов:
-  кнопка **Line Exstensions edges** – включение и отключение эффекта выступания отрезков за их пересечения для создания эффекта рисования от руки;
-  кнопка **Jitter edges** – включение и отключение эффекта мерцания для придания линиям вида эскизов;
- **Line Exstensions** – длина отрезков, выступающих за их пересечения (системная переменная VSEDGELEX);
- **Jitter** – степень мерцания ребер (системная переменная VSEDGEJITTER): **High** – высокое; **Medium** – среднее; **Low** – низкое; **Off** – отключено;
- **Crease angle** – определение угла сгиба, при котором кромки внутри грани становятся невидимыми, для получения эффекта сглаживания (системная переменная VSEDGESMOOTH);
- **Halo gap %** – назначение коэффициента недовода, который указывает размер зазора, отображаемого в области покрытия одного объекта другим. Данная настройка доступна, если выбраны визуальные стили **Conceptual** или **3D Hidden**. Если значение коэффициента недовода больше 0, ребра силуэта не отображаются (системная переменная VSHALOGAP).

Отображением граней модели управляют эффекты *затенения* и *цвета*.

Стиль грани определяет затенение грани: реальный – означает создание реалистичного эффекта, Гуч – лучше отображает детали, смягчая контраст между освещенными и затененными областями. В освещенных областях используются теплые оттенки, а в темных областях – холодные.

Мягкое освещение сглаживает кромки между гранями многоугольника, что придает объектам реалистичный вид с гладкими переходами. При освещении граней объекты выглядят более плоскими и менее гладкими.

Размер источников подсветки объекта влияет на ощущение блеска. При использовании меньших и более ярких источников подсветки объекты выглядят блестящими.

Цвет может отображаться, как обычно, либо можно изменить режим цвета грани. В монохромном режиме все грани отображаются одним и тем же цветом с одинаковым оттенком. В режиме цветовых оттенков используется один и тот же цвет для раскрашивания всех граней с изменением значений оттенка и интенсивности цвета. Режим разбавления смягчает цвета.

Стиль отображения определяет также отображение *фонов* и *теней* на видовом экране. В качестве фона на видовом экране можно применять цвет, градиентную заливку или изображение в любом из стилей трехмерного отображения. Чтобы использовать фон, необходимо вначале создать именованный вид с фоном и установить его в качестве текущего.

Для затеняемых объектов на видовом экране возможно отображение теней, отбрасываемых объектами на землю или на другие объекты.

Кромки разных типов отображаются с использованием линий различного типа и цвета либо с мерцанием и выступом за кромки, что придает линиям такой вид, будто они нарисованы карандашом вручную.

Подготовка моделей для тонирования

Тонированные изображения выглядят более реалистично, чем рисунки с примененными визуальными стилями. Операция тонирования позволяет получить изображения, в некоторых случаях даже более качественные, чем выполненные красками, цветными карандашами или тушью.

Тонирование обычно представляет отдельную задачу при создании проекта и выполняется в несколько этапов.

1. Подготовка моделей объектов для тонирования – на этом этапе важно проконтролировать способы формирования объектов и задать настройки точности отображения.
2. Определение освещения моделей – необходимо создать источники света и настроить их соответственно текущей задаче.
3. Определение материалов для поверхности объектов – следует задать или выбрать из библиотеки отражательные характеристики материалов и присвоить их видимым поверхностям.
4. Тонирование – обычно эта операция повторяется многократно, с изменением различных настроек и возвратом к предыдущим этапам, пока не будет достигнут желаемый результат.

Такое деление на этапы достаточно условно; в реальной работе перечисленные операции часто неотделимы друг от друга и необязательно выполняются в вышеописанном порядке.

Важный этап процесса тонирования – подавление скрытых поверхностей, так как тонирование скрытых поверхностей и поверхностей заднего плана не имеет смысла. Чтобы можно было установить, передней или задней является грань, в AutoCAD используется нормаль к каждой из граней.

Направление нормали определяется тем, как нарисована грань в правоориентированной системе координат, принятой в AutoCAD. Если углы грани заданы в направлении против часовой стрелки, нормаль направлена наружу; если по часовой стрелке – внутрь. Тонирование выполняется быстрее, если все нормали к граням обращены в одну сторону. Твердотельные объекты имеют заведомо правильно ориентированные сети и нормали, что очень удобно для задач тонирования.

Все грани следует рисовать одним и тем же методом: смешение способов рисования может привести к непредсказуемым результатам. Во время тонирования AutoCAD вычисляет все нормали, направленные от точки зрения, и удаляет из сцены связанные с ними многоугольники. Этот процесс называется *подавлением задних граней*.

После того как задние грани подавлены, AutoCAD сравнивает относительные расстояния по оси *Z*. Если одна из граней перекрывает другую, AutoCAD подавляет невидимую грань.

Особое внимание при создании модели следует уделить пересекающимся граням. Рекомендуется использовать логические операции объединения, пересечения и вычитания. В этом случае кромки на тонированном изображении выглядят более точными и аккуратными.

При наличии в созданной модели копланарных, то есть лежащих в одной плоскости и перекрывающих друг друга, граней при визуализации также могут возникнуть проблемы, особенно если этим граням присвоены разные материалы. В данном случае рекомендуется сместить объекты друг относительно друга.

Кроме того, при создании моделей следует избегать скрученных на 180° и поэтому самоперекрывающихся граней, поскольку возникает неопределенность направления нормалей и результат визуализации такой модели может быть непредсказуем.

Большое значение при визуализации модели имеет плотность сети. Сглаживание объекта выполняется системой визуализации автоматически. При визуализации существуют два типа сглаживания: интерполяция нормалей к граням поверхности и учет числа граней, определяющих геометрию. Чем больше число граней, тем более гладкими получаются поверхности, но увеличивается время обработки.

Интерполяцией нормалей к граням управлять нельзя, однако можно изменять точность отображения криволинейных объектов с помощью системной переменной `FACETRES`, которая регулирует плотность сети и гладкость тонированных и визуализированных тел с криволинейными поверхностями.

Команды, предназначенные для формирования реалистичного тонирования, вызываются из падающего меню **View → Render** (рис. 25.15). В рабочем пространстве **3D Modeling** команды тонирования расположены на ленте **Visualize** (рис. 25.16).



Команда **RENDER** осуществляет тонирование. Она вызывается из падающего меню **View → Render → Render** или щелчком на пиктограмме **Render to Size** в группе **Render** ленты **Visualize** рабочего пространства **3D Modeling**.

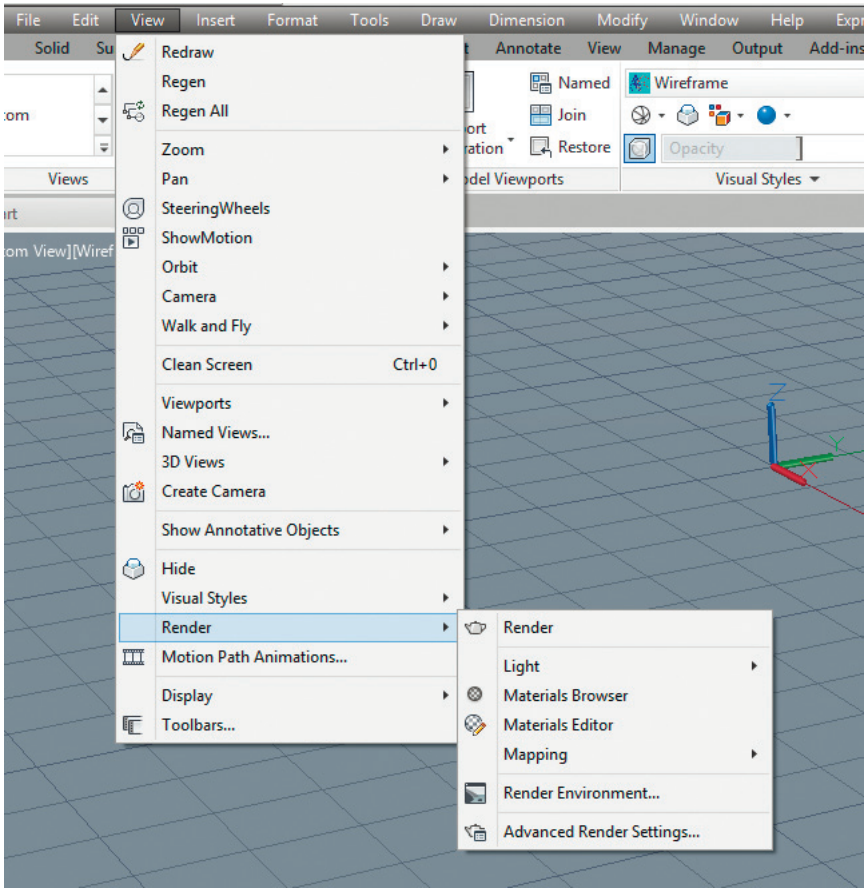


Рис. 25.15. Команды реалистичного тонирования в падающем меню

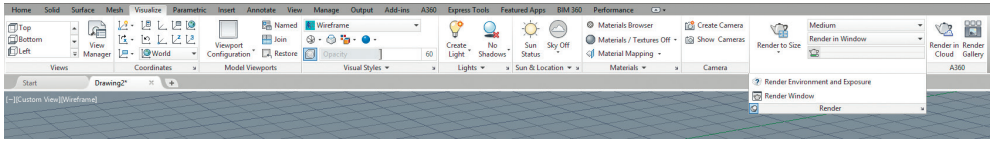


Рис. 25.16. Команды реалистичного тонирования на ленте **Visualize**



Выполните упражнение Ren1 из раздела 5.



Команда **RPREF** осуществляет подготовку параметров для тонирования. Она вызывается из падающего меню **View → Render → Advanced Render Settings...** или щелчком на стрелочке слева **Render Preset Manager** в

группе **Render** ленты **Visualize** рабочего пространства **3D Modeling**. При этом загружается палитра **RENDER PRESETS MANAGER** (рис. 25.17).

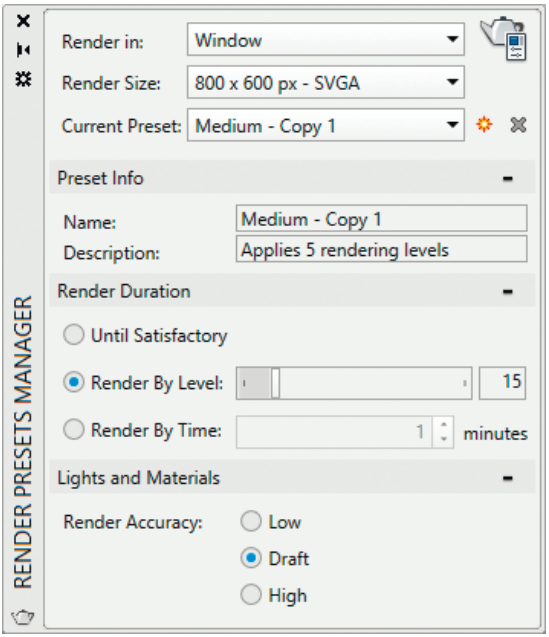


Рис. 25.17. Палитра настройки параметров тонирования

На этапе тонирования трехмерной модели важна техника построения модели объекта. Рекомендуется применять для этого однотипные методы. Не следует строить, например, модели зданий, одни стены которых представляют собой грани, другие – выдавленные отрезки, а третьи – каркасные сети.

К твердотельным моделям не рекомендуется добавлять двухмерные и трехмерные грани, а также трехмерные поверхности. Не всегда приемлемо добавление двухмерных и трехмерных граней, если модель состоит из трехмерных поверхностей. Впрочем, эти рекомендации даются только для упрощения процесса тонирования: даже если модель сформирована из произвольно ориентированных поверхностей, ее можно корректно тонировать (правда, тогда на это потребуется гораздо больше времени).

Время, необходимое для построения тонированного изображения, зависит от количества граней и вершин объектов. Любая криволинейная поверхность, используемая в процессе тонирования, предварительно разбивается на грани – треугольные и четырехугольные участки плоскости с вершинами в углах граней. При минимизации количества граней процесс значительно упрощается: чем проще структура поверхности, тем меньше времени тратится на определение цвета каждого пикселя грани.

Управление *точностью* и *разрешением отображения* тонированных моделей осуществляется с помощью команды **VIEWRES**. Величина точности аппроксимации, которая устанавливается этой командой, влияет на плавность линий, формирующих окружности, дуги и эллипсы. AutoCAD отображает такие фигуры на экране в виде множества коротких прямолинейных сегментов. Чем выше точность аппроксимации, тем плавнее дуги и окружности, но одновременно продолжительнее процесс их регенерации. Если окружности на рисунке похожи на многоугольники, они и после тонирования останутся такими же. Для повышения производительности рекомендуется в ходе рисования устанавливать как можно меньшую точность аппроксимации, а перед тонированием увеличить ее для достижения требуемого качества.

Как уже говорилось ранее, плавность линий, образующих тонированные тела с криволинейными поверхностями, регулирует системная переменная `FACETRES`. Она связана с точностью аппроксимации, заданной в команде **VIEWRES**. Если значение системной переменной `FACETRES` равно `1`, степень аппроксимации криволинейных поверхностей тел равна степени аппроксимации окружностей, дуг и эллипсов. Если этой переменной присвоить значение `2`, точность аппроксимации для тел будет вдвое выше, чем для окружностей, дуг и эллипсов, и т. д. По умолчанию `FACETRES` установлена в `0.5`. Диапазон допустимых значений – от `0.01` до `10`.

Настройка тонирования для различных режимов определяется качеством изображения, которое может предоставить используемый компьютер. Основные параметры, влияющие на качество отображения, – разрешение экрана дисплея и глубина цветности – зависят как от типа выбранного для компьютера монитора, так и от типа установленной видеокарты.

В палитре **RENDER PRESETS MANAGER** можно настроить следующие параметры.



Кнопка **Render** – запуск процесса тонирования.

Render in: – назначение выходного адреса для вывода тонированного изображения: **Window** – в отдельное окно **Render**; **Viewport** – на один из видовых экранов; **Region** – части объекта на один из видовых экранов.

Render Size: – текущее значение разрешения формата вывода для тонированного изображения.

Current Preset: – текущий набор параметров.

Preset Info – сведения о наборе параметров: **Name:** –название и **Description:** –описание.

- **Render Duation** – длительность визуализации:
  - **Until Satisfactory** – до получения удовлетворительных результатов, пока пользователь не отменит операцию;
  - **Render By Level:** – визуализация по уровню;

- **Render By Time:** – визуализация по времени;

❑ **Lights and Materials** – источники света и материалы:

- **Render Accuracy:** – качество визуализации: **Low** – низкое; **Draft** – черновое; **High** – высокое.

Освещение

Для получения реалистичного тонированного изображения в AutoCAD предоставляется возможность создавать, перемещать и настраивать источники света. Задавая источники света, а также материалы поверхности объектов, можно добиваться всех необходимых эффектов, связанных с цветом, отражением и светотенью.

Установка в рисунке источников света – простейший способ улучшить внешний вид тонированных моделей. Источник может освещать либо всю модель, либо выбранные объекты рисунка и их части.

Во время работы в окне просмотра в трехмерном раскрашенном виде освещение по умолчанию подается из двух точек, которые перемещаются вслед за движением модели. Все поверхности модели освещаются таким образом, чтобы визуально отличаться друг от друга. Можно по желанию установить интенсивность света или совсем отключить его, если необходимо показать солнечное освещение или освещение, созданное пользователем. Обычно задается низкая интенсивность, так как при высокой изображение может оказаться размытым. Сам по себе рассеянный свет не дает реалистичного изображения. Стыки между смежными гранями не видны, так как все грани освещаются одинаково. Данный тип освещения чаще всего используют как вспомогательное средство для подсветки поверхностей, на которые не попадает направленный свет.

Для моделирования более реалистичной сцены используется фотометрическое освещение, при создании которого характеристики распространения источников света и их цвета импортируются из файлов, предоставляемых производителями осветительных приборов.

В AutoCAD имеются следующие виды источников света: точечные, прожекторы, удаленные.

Инструменты создания и настройки источников света находятся в падающем меню **View → Render → Light** (рис. 25.18). Также команды создания источников света расположены в группе **Lights** ленты **Visualize** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 25.19).

Точечный источник света

Точечный источник света – испускает лучи во всех направлениях; интенсивность света от него уменьшается с расстоянием. Такие источники удобны для имитации света электрических ламп (рис. 25.20). Их широко используют для создания об-

щих эффектов освещения, зачастую в комбинации с прожекторами. Кроме того, точечные источники подходят в качестве вспомогательных для подсветки отдельных поверхностей как альтернатива рассеянному свету.

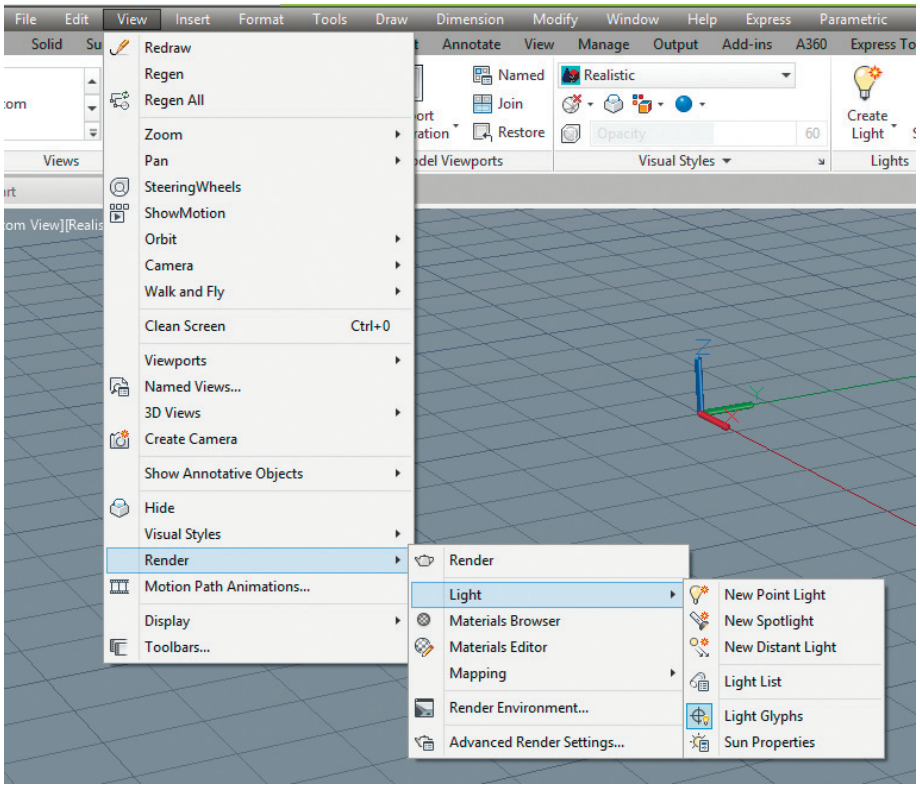


Рис. 25.18. Инструменты создания и настройки источников света в падающем меню

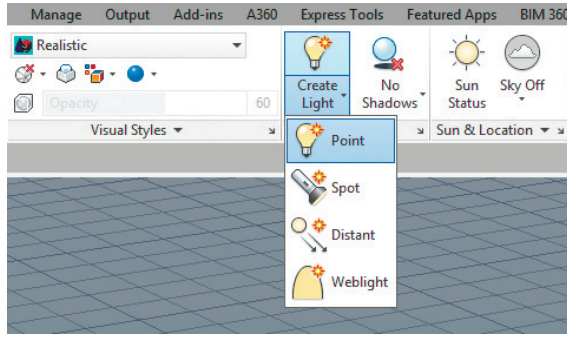


Рис. 25.19. Инструменты создания источников света в рабочем пространстве 3D Modeling

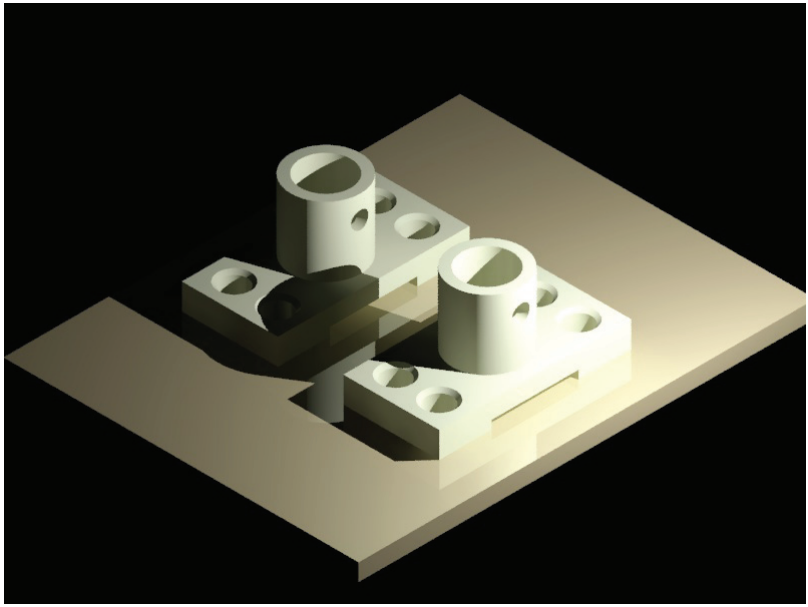


Рис. 25.20. Пример использования точечного источника света



Формирование нового точечного источника света осуществляется командой **POINTLIGHT**, вызываемой из падающего меню **View → Render → Light → New Point Light** или щелчком на пиктограмме **New Point Light** панели инструментов **Lights** или **Render**.

Для точечного источника света предусмотрены дополнительные свойства, при этом необходимо, чтобы системная переменная `LIGHTINGUNITS` имела значение 1 – американская система единиц или 2 – международная система единиц СИ.

Запросы команды **POINTLIGHT**:

`Specify source location:` – задать положение источника света

`Enter an option to change [Name/Intensity factor/Status/Photometry/shadoW/Attenuation/filterColor/eXit]<eXit>:` – ввести название изменяемого режима

Ключи команды **POINTLIGHT**:

- `Name` – имя источника света, в котором можно использовать буквы верхнего и нижнего регистра числа, пробелы, дефисы и символы подчеркивания. Длина имени не должна превышать 256 символов;
- `Intensity factor` – установка интенсивности источника света, которая может изменяться от `0` до максимального значения, поддерживаемого в пользовательской системе;
- `Status` – включение и выключение источника света;

- Photometry – измерение силы света видимых источников. При этом команда выдает следующие запросы:
  Specify source location: – задать положение источника света
  Enter an option to change [Name/Intensity factor/Status/Photometry/shadoW/Attenuation/filterColor/eXit] <eXit>: P – включение режима фотометрии
  Enter a photometric option to change [Intensity/Color/eXit] <I>: – ввести изменяемый параметр фотометрии
  - Intensity – интенсивность в канделах. Кандела – единица силы света, то есть воспринимаемая мощность, излучаемая источником света в определенном направлении (кд/ср – кандела на стерадиан). Команда выдает следующие запросы:
    Enter intensity (Cd) or enter an option [Flux/Illuminance]: – ввести значение интенсивности в канделах
    - ◊ Flux – значение воспринимаемой энергии через значение светового потока в люксах. Люкс – единица освещенности в системе СИ (лм/м^2 – люмен на квадратный метр);
    - ◊ Illuminance – интенсивность источника света на основе значения освещенности в фут-канделах. Фк – единица освещенности, принятая в США (лм/фут^2 – люмен на квадратный фут)
  - Color – задайте цветовую характеристику света, выражаемую через имя цвета или через температуру по шкале Кельвина;
  - eXit – выйти из режима фотометрии
- shadoW – включение отбрасывания теней от источника света. При этом команда выдает следующие запросы:
  Specify source location: – задать положение источника света
  Enter an option to change [Name/Intensity factor/Status/Photometry/shadoW/Attenuation/filterColor/eXit] <eXit>: W – включение режима отбрасывания теней
  Enter shadow settings [Off/Sharp/soFt] <Sharp>: – ввести параметры теней
  - Off – отключение отображения и вычисления теней для источника света;
  - Sharp – отображение теней с резким изображением кромок;
  - soFt – отображение теней с мягким изображением кромок с текстурой.
- Attenuation – настройка затухания. При этом команда выдает следующие запросы:
  Specify source location: – задать положение источника света
  Enter an option to change [Name/Intensity factor/Status/Photometry/shadoW/Attenuation/filterColor/eXit] <eXit>: A – переход в режим настройки затухания
  Enter an option to change [attenuation Type/Use limits/attenuation start Limit/attenuation End limit/eXit] <eXit>: – указать один из ключей

- `attenuation Type` – назначение типа затухания, то есть спада освещения. Чем дальше от источника располагается объект, тем темнее он выглядит. **None** – затухание отсутствует, далекие и близкие к источнику света объекты освещаются одинаково; **Inverse linear** – линейная инверсия, при которой затухание обратно пропорционально расстоянию от источника света до объекта; **inverse Squared** – квадратичная инверсия, при которой затухание обратно пропорционально квадрату расстояния от источника света до объекта;
- `Use limits` – использование пределов затухания;
- `attenuation start Limit` – начальный предел затухания. При этом указывается точка начала освещения в виде смещения от центра источника света;
- `attenuation End limit` – конечный предел затухания. При этом указывается точка конца освещения в виде смещения от центра источника света. Далее этой точки свет не распространяется.

- `filterColor` – назначение цвета источнику света. При этом команда выдает следующие запросы:
  `Specify source location:` – задать положение источника света
  `Enter an option to change [Name/Intensity factor/Status/Photometry/shadoW/Attenuation/filterColor/eXit] <eXit>: C` – переход в режим настройки цвета освещения
  `Enter true color (R,G,B) or enter an option [Index color/Hsl/colorBook]:` – указать цвет из палитры в формате R, G, B – красный, зеленый, синий, или выбрать один из ключей:
  - `Index color` – указать цвет ACI, то есть цветовой индекс AutoCAD;
  - `Hsl` – указать оттенок, насыщенность и яркость цвета;
  - `colorBook` – указать цвет из альбома;
- `eXit` – завершение команды.

Прожектор

Прожектор – испускает направленный конус света, интенсивность которого с расстоянием уменьшается (рис. 25.21). Имеется возможность задавать направление света и размер конуса. В пучке света прожектора различают полный конус и яркое пятно. Попадая на освещаемую поверхность, свет от прожектора дает в центре пятно максимальной освещенности, окруженное переходной областью, где интенсивность меньше. Прожекторы применяют для выборочной подсветки отдельных элементов и областей модели.



Создание нового *прожектора* осуществляется командой **SPOTLIGHT**, вызываемой из падающего меню **View → Render → Light → New Spotlight** или щелчком на пиктограмме **New Spotlight** на панели инструментов **Lights** или **Render**.

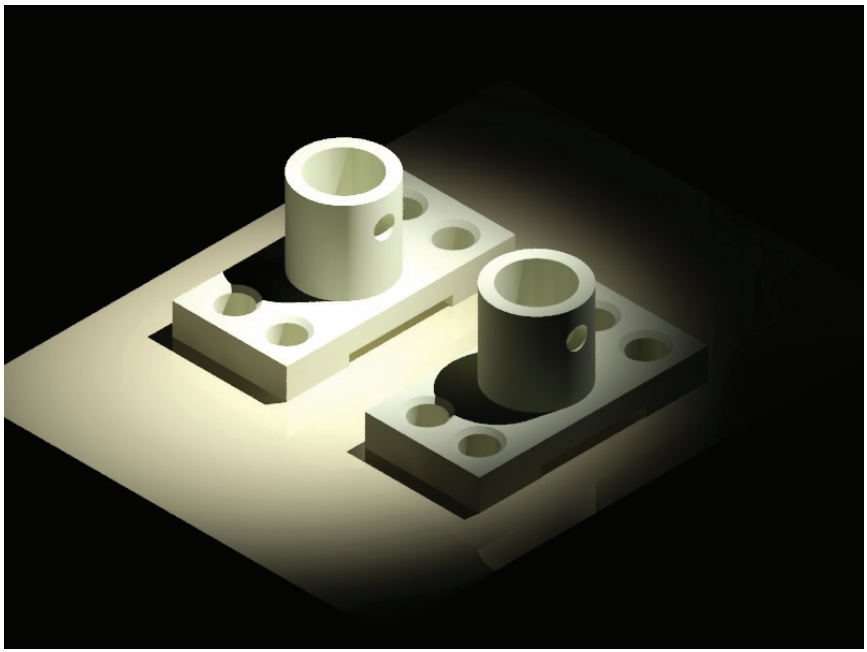


Рис. 25.21. Пример использования прожектора

Запросы команды **SPOTLIGHT**:

`Specify source location:` – задать положение источника света

`Specify target location:` – задать положение цели

`Enter an option to change [Name/Intensity factor/Status/Photometry/Hotspot/Falloff/shadoW/Attenuation/filterColor/eXit] <eXit>:` – ввести имя режима

Ключи команды **SPOTLIGHT** аналогичны ключам команды формирования точечного источника света **POINTLIGHT**. Добавлены следующие ключи:

- `Hotspot` – задание угла, определяющего конус наиболее яркого света. Допустимый диапазон – от 0 до 60°;
- `Falloff` – назначение спада освещенности, то есть угла, определяющего полный конус света, называемый также угловым полем. Может принимать значения от 0 до 160°, но при этом быть больше или равным углу яркого пятна.

Пространство между ярким пятном и полным световым конусом иногда называют *областью спада освещенности*. Чем больше разница между ярким пятном и полным световым конусом, тем мягче граничная кромка освещаемого пятна. Если эти величины равны, освещаемое пятно очерчивается резкой кромкой. Угловая величина яркого пятна не может превышать угол полного светового конуса; оба значения могут варьироваться в пределах от 0 до 160°.

Удаленный источник света

Удаленный источник света – испускает параллельные лучи только в одном направлении (рис. 25.22). Лучи не имеют ни начала, ни конца и распространяются бесконечно с обеих сторон от источника. Интенсивность света не уменьшается с расстоянием: каждая поверхность освещена так же ярко, как и вблизи источника.

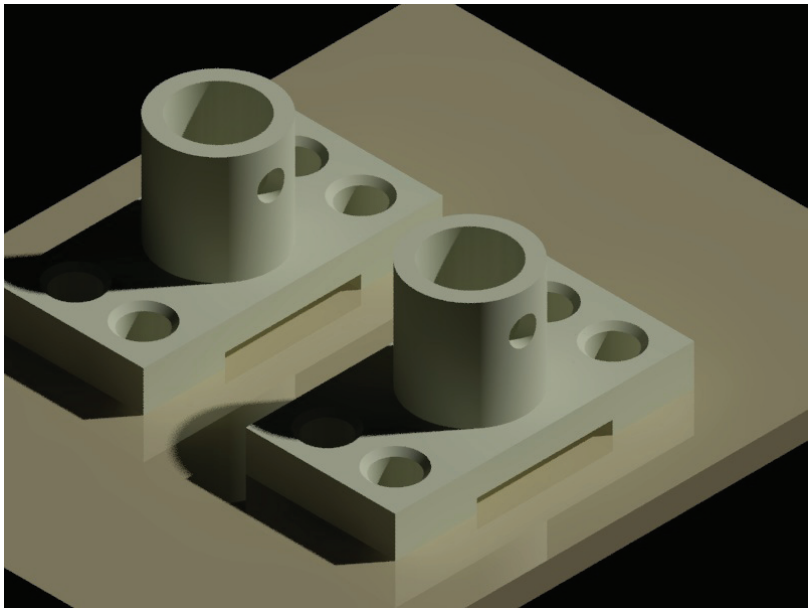


Рис. 25.22. Пример использования удаленного источника света

Положение удаленного источника света на рисунке несущественно – имеет значение только направление лучей. Все объекты на рисунке освещены, в том числе и находящиеся за источником. Удаленный свет распространяется так, как если бы он шел из точки, находящейся за пределами рисунка. Во избежание путаницы лучше всегда помещать источник удаленного света за пределами модели.

Удаленный источник света особенно удобен для равномерного освещения объектов или заднего плана сцены, а также для имитации солнечного света. Поскольку удаленные источники для имитации Солнца применяются очень широко, особенно в архитектурных проектах, в фотореалистичных режимах тонирования предусмотрено специальное средство для расчета положения Солнца на основе времени суток и географических координат.



Создание нового *удаленного источника света* осуществляется командой **DISTANTLIGHT**, вызываемой из падающего меню **View → Render → Light → New Distant Light** или щелчком на пиктограмме **New Distant Light** на панели инструментов **Lights** или **Render**.

Запросы команды **DISTANTLIGHT**:

`Specify light direction FROM <0,0,0> or [Vector]:` – указать направление светового луча от точки `0,0,0` или задать вектор

`Specify light direction TO <1,1,1>:` – указать направление светового луча к точке `1,1,1`

`Enter an option to change [Name/Intensity factor/Status/Photometry/shadoW/filterColor/eXit] <eXit>:` – ввести имя режима

Ключи команды **DISTANTLIGHT** аналогичны ключам команды формирования точечного источника света **POINTLIGHT**.

Свойства солнца

Солнечный свет – это особый вариант удаленного освещения, который создает эффект естественного света. Угол солнечного освещения определяется географическим местоположением, а также датой и временем, которые задаются для конкретной модели. Лучи солнечного света параллельны и имеют одинаковую интенсивность на всем протяжении.

В фотометрическом режиме поддерживается также имитация неба, что позволяет создать эффект мягкого рассеянного света, формируемого в результате взаимодействия солнечных лучей с атмосферой.



Настройка солнечного освещения осуществляется командой **SUNPROPERTIES**, вызываемой из падающего меню **View** → **Render** → **Light** → **Sun Properties** или щелчком на стрелочке справа **Sun Properties** в группе **Light Sun & Location** ленты **Visualize** рабочего пространства **3D Modeling**. При этом загружается палитра свойств солнца **SUN PROPERTIES** (рис. 25.23).

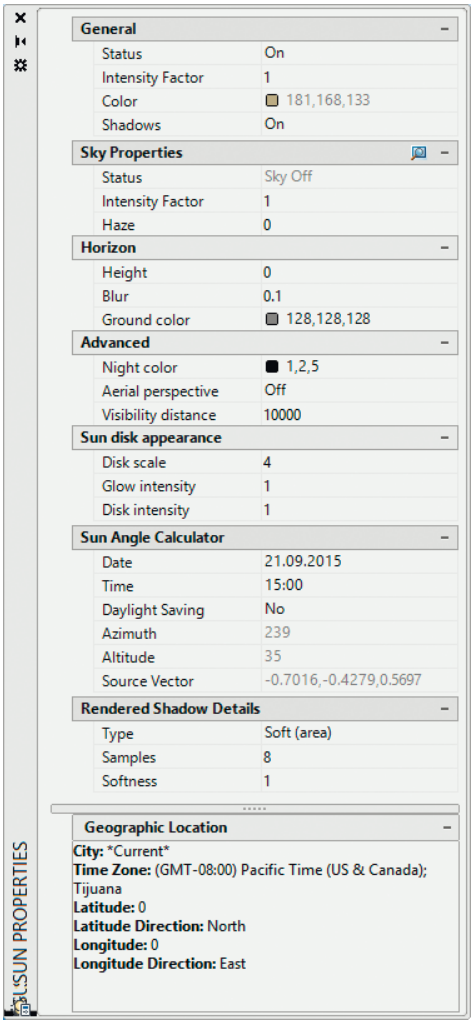


Рис. 25.23. Палитра свойств солнца

В этой палитре настраиваются следующие параметры.

- **General** – определение основных свойств солнца:

- **Status** – включение и отключение солнца;
- **Intensity Factor** – установка интенсивности или яркости солнца;
- **Color** – управление цветом солнечного освещения;
- **Shadows** – включение и отключение отображения и расчета теней от солнца.

❑ **Sky Properties** – определение свойств неба:
- **Status** – включение и отключение вычисления освещенности неба;
- **Intensity Factor** – усиление эффекта верхнего света;
- **Haze** – усиление эффекта дымки в атмосфере. Диапазон значений от 0 до 15.

❑ **Horizon** – определение внешнего вида и расположения горизонта:
- **Height** – определение высоты горизонта. Диапазон значений от –10 до +10;
- **Blur** – степень размывания между нулевой плоскостью и небом. Диапазон значений от 0 до 10;
- **Ground color** – определение цвета земли.

❑ **Advanced** – определение дополнительных художественных эффектов:
- **Night color** – определение цвета ночного неба;
- **Aerial perspective** – использование воздушной перспективы;
- **Visibility distance** – определение расстояния, на котором происходит 10% ухудшение видимости из-за дымки.

❑ **Sun disk appearance** – определение вида солнечного диска:
- **Disk scale** – масштаб солнечного диска;
- **Glow intensity** – интенсивность свечения солнца;
- **Disk intensity** – интенсивность солнечного диска.

❑ **Sun Angle Calculator** – определение параметров положения солнца:
- **Date** – настройка текущего значения даты. Щелчком на кнопке с многоточием, расположенной в правой части строки, загружается диалоговое окно **Calendar**, содержащее календарь;
- **Time** – настройка текущего значения времени;
- **Daylight Savings** – настройка летнего времени;
- **Azimuth** – отображение азимута, угла солнца над горизонтом по часовой стрелке от направления на север;
- **Altitude** – широта, угол солнца по вертикали над горизонтом;
- **Source Vector** – отображение координат исходного вектора направления солнца.

❑ **Rendered Shadow Details** – настройка свойств теней:
- **Type** – настройка типа тени: **Sharp** – резкие, **Soft** – мягкие;
- **Samples** – установка размера текстуры тени;
- **Softness** – настройка смягчения отображения кромок теней.

❑ **Geographic Location** – отображение текущих параметров географического положения:
- **City:** – город;

- **Time Zone:** – часовой пояс;
- **Latitude:** – широта;
- **Latitude Direction:** – направление широты;
- **Longitude:** – долгота;
- **Longitude Direction:** – направление долготы.

Сеточный свет

Для создания реалистичной сцены при визуализации рекомендуется использовать сеточный свет (световую сетку), который можно смоделировать с помощью фотометрических источников с параметрами, характерными для реальных источников света. При этом источник света располагается в центре фотометрической сетки.

Именно источники сеточного света позволяют получить анизотропное, то есть неравномерное, распределение освещенности, вычисленное на основе данных, которые предоставляют изготовители реальных источников света.



Создание нового источника сеточного света осуществляется командой **WEBLIGHT**, вызываемой щелчком на пиктограмме **Weblight** в группе **Lights** ленты **Visualize** рабочего пространства **3D Modeling** (см. рис. 25.19).

Запросы команды **WEBLIGHT**:

`Specify source location <0,0,0>:` – задать положение источника света

`Specify target location <0,0,-10>:` – задать положение цели

`Enter an option to change [Name/Intensity factor/Status/Photometry/weB/shadoW/filterColor/eXit] <eXit>:` – ввести имя режима

Ключи команды **WEBLIGHT** аналогичны ключам команды формирования точечного источника света **POINTLIGHT**. Добавлен следующий ключ:

- `weB` – задание интенсивности света в точках сферической сетки. При этом выдается запрос:
  `Enter a Web option to change [File/X/Y/Z/Exit] <Exit>:` – ввести имя режима
- `File` – имя сеточного файла с расширением IES, который следует использовать для определения свойств сетки;
- `X,Y,Z` – задание поворота сетки вокруг осей *X*, *Y*, *Z*.

Назначение материалов

Чтобы сделать тонированные изображения более правдоподобными, необходимо придать поверхностям объектов оптические свойства различных материалов. Материалы могут быть как реальными, так и не существующими в природе. В первом случае подбирают характеристики таким образом, чтобы они соответствовали какому-либо металлу или пластмассе, стеклу и т. д.

Библиотека стандартных материалов AutoCAD содержит большой набор материалов и текстур, для использования которых служит обозреватель материалов. Если имеющийся набор не удовлетворяет разработчика, он может, используя редактор материалов, сам создать материал, соответствующий его требованиям.

Материалы, определенные в AutoCAD, можно связывать с конкретными объектами, индексами цветов AutoCAD, блоками и слоями.

Важным элементом определения материала является *цвет*. Работа с цветом на компьютере отличается от привычной всем техники работы с красками или карандашами.

Цвета большинства предметов реального мира связаны с так называемыми пигментами. Например, когда солнечный свет попадает на лепесток розы, последний поглощает все цвета спектра, кроме красного, который отражается и тем самым становится виден наблюдателю. Если предмет отражает все цвета спектра, поверхность его кажется белой, если не отражает ни одного – черной. Базовыми пигментами считаются красный, желтый и синий. Смешение двух базовых пигментов дает производные цвета: оранжевый (красный и желтый), зеленый (желтый и синий), фиолетовый (красный и синий). Художник, смешивая краски на палитре, работает с пигментами.

Если объект представляет собой источник света, он испускает лучи, а не отражает их. Цвета, которые мы видим на мониторе компьютера, являются цветами излучения, а не пигментами. Из них базовыми считаются красный, зеленый и синий. По первым буквам английских слов, означающим эти цвета, компьютерная цветовая модель получила название RGB: red – красный, green – зеленый, blue – синий. Производные цвета излучения – желтый (красный и зеленый), голубой (зеленый и синий), пурпурный (красный и синий). Совокупность всех цветов излучения дает белый цвет, полное отсутствие излучения – черный.

Кроме системы RGB, в компьютерах применяется система HLS, получившая свое название по первым буквам слов hue – оттенок, lightness – яркость, saturation – насыщенность. В ней цвет выбирается из диапазона допустимых оттенков, а затем производится регулировка его яркости и насыщенности – уровня содержания черного.

Важная характеристика при определении материала – зависимость цвета поверхности от освещения. В реальной жизни те части объектов, которые расположены под малыми углами к падающему на них световому лучу, кажутся более темными. Те же части, которые перпендикулярны световым лучам, представляются более яркими, иногда даже белыми (бликующими), независимо от цвета объектов и от источника света.

В AutoCAD предусмотрен гибкий подход к определению поверхности объектов, базирующийся на определенном наборе ее оптических характеристик. Задать материал поверхности тела в AutoCAD – значит определить следующие параметры:

- основной цвет/текстуру поверхности;
- цвет рассеянного освещения;

- отраженный цвет/текстуру бликов;
- шероховатость поверхности материала;
- прозрачность материала, которую можно задать текстурой прозрачности;
- преломление прозрачного материала;
- текстуру выдавливания поверхности, определяющую эффект рельефа.

Когда в AutoCAD говорится о текстуре, это означает, что может существовать растровый файл, цветовая карта которого используется полностью или частично с целью неравномерного распределения по поверхности цвета, прозрачности или рельефа.

Команда **MATBROWSEROPEN**, загружающая обозреватель материалов **Materials Browser** (рис. 25.24), вызывается из падающего меню **View → Render → Materials Browser** или щелчком на пиктограмме **Materials Browser** в группе **Materials** ленты **Visualize** рабочего пространства **3D Modeling**.

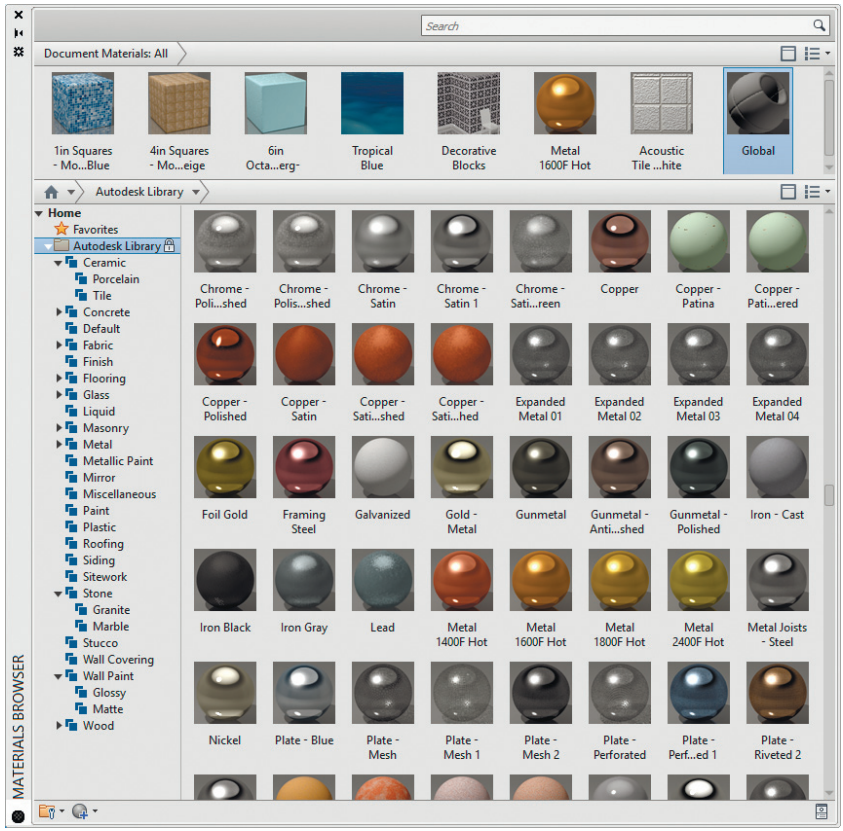


Рис. 25.24. Обозреватель материалов

Обозреватель материалов **Materials Browser** применяется для операций с библиотеками материалов, а также для поиска и сортировки материалов в библиотеках и на чертеже.

- **Document Materials:** – описание материалов, применяющихся в открытом чертеже: **Show All** – показать все; **Show Applied** – показать используемые; **Show Selected** – показать выбранные; **Show Unused** – показать неиспользуемые; **Purge All Unused** – удалить все неиспользуемые.
- **Autodesk Library** – стандартная системная библиотека, содержащая материалы, разработанные компанией Autodesk.
- **My Materials** – библиотека материалов, созданная пользователем.
-  – доступ к операциям создания и редактирования библиотек материалов: **Open Existing Library** – открыть существующую библиотеку; **Create New Library** – создать библиотеку; **Remove Library** – удалить библиотеку; **Create Category** – создать категорию; **Delete Category** – удалить категорию; **Rename** – переименовать.
-  **Opens/Closes materials editor** – загрузка диалогового окна редактора материалов **Materials Editor** (рис. 25.25).

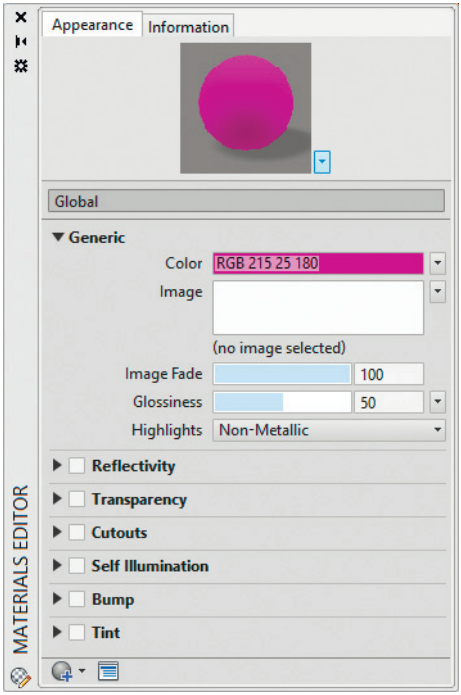


Рис. 25.25. Диалоговое окно определения материалов



Команда **MATEDITOROPEN**, позволяющая определять *материалы*, вызывается из падающего меню **View → Render → Materials Editor**. Эта команда загружает редактор материалов **Materials Editor** (см. рис. 25.25).

Вкладка **Appearance** содержит элементы управления, позволяющие редактировать свойства материала.

-  **Scene** – выбор формы образца для просмотра и качества тонирования: **Sphere** – шар; **Cube** – куб; **Cylinder** – цилиндр; **Canvas** – полотно; **Plane** – плоскость; **Object** – объект; **Vase** – ваза; **Draped Fabric** – драпировка, ткань; **Glass Curtain Wall** – навесная стена, стекло; **Walls** – стены; **Pool of liquid** – резервуар с жидкостью; **Utility** – кладовая; **Torus** – тор (рис. 25.26).

Содержимое редактора материалов зависит от типа выбранного материала и шаблона. Для типового материала **Global** доступны следующие параметры (см. рис. 25.25).

- **Generic** – настройка типовых параметров:
  - **Color** – установка цвета;
  - **Image** – установка изображения (рис. 25.27):
  - **Image** – изображение;
    - ◊ **Checker** – клетка;
    - ◊ **Gradient** – градиент;
    - ◊ **Marble** – мрамор;
    - ◊ **Noise** – шум;
    - ◊ **Speckle** – рябь;
    - ◊ **Tiles** – мозаика;
    - ◊ **Waves** – волны;
    - ◊ **Wood** – дерево;
    - ◊ **Edit Image...** – загрузка адаптируемой палитры редактирования изображения **Texture Editor – Color**;
    - ◊ **Remove Image** – удалить изображение;
  - **Image Fade** – управление композицией базового цвета и диффузного изображения. Диффузный цвет – это цвет, отражаемый объектом при освещении;
  - **Glossiness** – отражающая способность поверхности материала, определяющая степень ее глянца или матовости. Загрузка адаптируемой палитры редактирования изображения **Texture Editor – Glossiness**;
  - **Highlights** – управление цветом бликов на материале.
- **Reflectivity** – управление уровнем отражательной способности и интенсивности цвета блика на поверхностях:

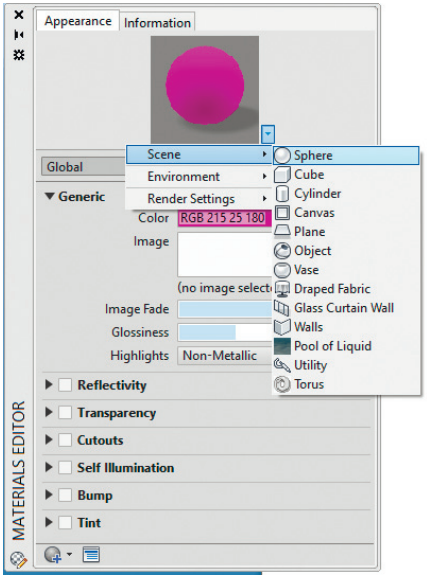


Рис. 25.26. Выбор формы образца материалов

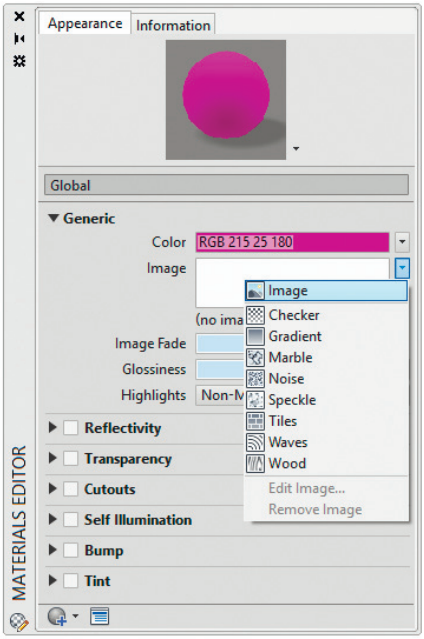


Рис. 25.27. Выбор изображения материалов

- **Direct** – регулятор прямой. Загрузка адаптируемой палитры редактирования изображения **Texture Editor – Direct**;
- **Oblique** – регулятор под углом. Загрузка адаптируемой палитры редактирования изображения **Texture Editor – Oblique**.

❑ **Transparency** – настройка параметров прозрачности материала:
- **Amount** – регулятор количества света, проходящего через поверхность;
- **Image** – установка изображения;
- **Image Fade** – управление композицией изображения и величины прозрачности;
- **Translucency** – регулятор полупрозрачности, то есть доли света в процентах, поглощаемого и вновь излучаемого при прохождении через поверхность;
- **Refraction** – регулятор степени преломления светового луча при прохождении через поверхность: **Air** – воздух; **Water** – вода; **Alcohol** – спирт; **Quartz** – кварц; **Glass** – стекло; **Diamond** – алмаз; **Custom** – пользовательский.

❑ **Cutouts** – настройка вырезаемых участков управляет эффектами перфорации материала.

❑ **Self Illumination** – настройка параметров самосвечения:
- **Filter Color** – регулятор создания эффекта светофильтра вокруг светящейся поверхности;
- **Luminance** – регулятор имитации освещения материала фотометрическим источником света: **Dim Glow** – тусклое свечение; **LED Panel** – светодиодная панель; **LED Screen** – светодиодный экран; **Cell Phone Screen** – экран сотового телефона; **CRT Television** – телевизор с ЭЛТ; **Lamp Shade Exterior** – наружная сторона абажура; **Lamp Shade Interior** – внутренняя сторона абажура; **Desk Lamp Lens** – рассеиватель настольной лампы; **Halogen Lamp Lens** – рассеиватель галогенной лампы; **Frosted Bulb** – матированная лампа; **Custom** – пользовательский;
- **Color Temperature** – регулятор цветовой температуры, определяющей цвет самосвечения: **Candle** – канделы; **Incandescent Bulb** – лампа накаливания; **Floodlight** – прожектор заливающего света; **Moonlight** – лунный свет; **Daylight Warm** – естественный теплый свет; **Daylight Cool** – естественный холодный свет; **Xenon Arc Lamp** – ксеноновая дуговая лампа; **TV Screen** – экран телевизора; **Custom** – пользовательская.

❑ **Bump** – настройка параметров выдавливания, позволяющих использование рельефного рисунка на поверхности материала.

Наложение текстур

Применительно к тонированию наложение текстур означает проецирование двумерной растровой картинки на поверхность трехмерного объекта для достижения

специальных эффектов. Форматы растровых изображений могут быть самыми разными – TGA (.tga), BMP (.bmp, .rle, .dib), PNG (.png), JPG (.jpg, .jpeg), TIFF (.tif), GIF (.gif), PCX (.pcx).

Наложение текстур производится по координатам *UV*. Эти буквы специально выбраны так, чтобы подчеркнуть независимость от координат *XY* объектов AutoCAD. Накладываемые текстуры масштабируются в соответствии с текущей системой единиц AutoCAD.

При тонировании растровые картинки можно использовать как:

- *цветовые текстуры*, определяющие раскраску поверхности объекта, как если бы на нее была нанесена растровая картинка. Например, для имитации покрытого плиткой пола на горизонтальную поверхность накладывают текстуру, напоминающую по виду шахматную доску. Или растровая картинка с узором накладывается на изображение сиденья стула для имитации обивки;
- *текстуры отражения*, имитирующие предметы, как бы отражающиеся от гладкой поверхности объекта. Для моделирования сцены, отражающейся на поверхности блестящего объекта, используется текстура среды;
- *текстуры прозрачности*, задающие прозрачные и непрозрачные участки на объекте, создавая эффект наличия отверстий и проемов. Степень прозрачности определяется яркостью элементов текстуры: чисто-белые ее области соответствуют непрозрачным участкам, чисто-черные – прозрачным. Если текстура цветная, то для вычисления степени прозрачности программа берет в расчет эквивалент в оттенках серого. Например, если взять растровое изображение черного круга в середине белого прямоугольника и наложить его на объект в качестве текстуры прозрачности, то поверхность будет выглядеть так, как будто на объекте имеется круглое прозрачное отверстие;
- *текстуры выдавливания* – имитирующие эффект небольшого выдавливания участков изображения над остальной поверхностью, то есть эффект выпуклости или барельефа. Любое изображение можно использовать как текстуру выдавливания. Более светлые участки картинки, наложенной как текстура выдавливания, выглядят как бы возвышающимися над поверхностью объекта. Простейший пример – картинка с белыми буквами на черном фоне. Наложение ее на плоскость в качестве текстуры выдавливания дает эффект выпуклых букв на плоском фоне, хотя в действительности объект остается плоским. Если текстура цветная, для вычисления «высоты» элементов, кажущихся выпуклыми при выдавливании, программа оперирует эквивалентом в оттенках серого. Применение текстур выдавливания не ограничено картинками с текстами – любая регулярная растровая структура может быть использована для придания поверхности рельефного облика;
- *текстуры самосвечения* – имитирующие свечение объекта. При этом белые области визуализируются с максимальным самосвечением, черные –

без самосвечения. На светящуюся область не влияют источники света, а также на нее не падают тени.

Наложение текстур осуществляется командой **MATERIALMAP**. Соответствующие инструменты расположены в падающем меню **View → Render → Mapping** и в группе **Materials** ленты **Visualize** рабочего пространства **3D Modeling** (рис. 25.28, 25.29).

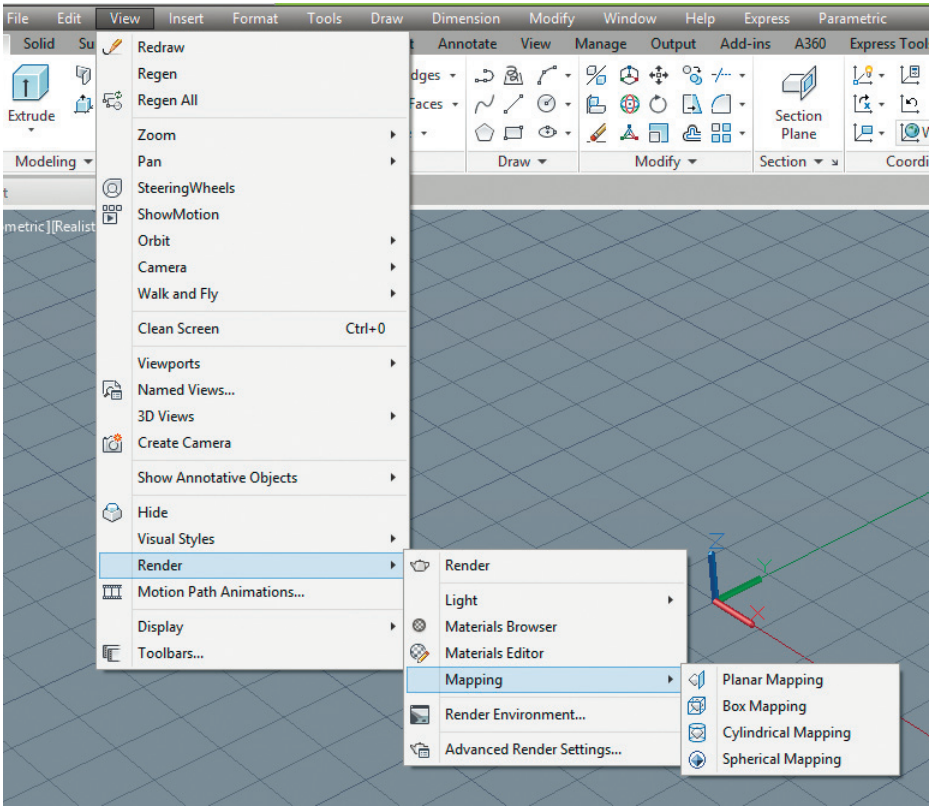


Рис. 25.28. Инструменты наложения текстур в падающем меню

После применения материала с текстурой можно выполнить настройку ориентации текстуры на объектах или гранях. При наложении материала выполняется его вписывание в форму объекта.

Запросы команды **MATERIALMAP**:

`Select an option [Box/Planar/Spherical/Cylindrical/copY mapping to/Reset mapping]<Box>:` – указать один из ключей

`Select faces or objects:` – выбрать грани или объекты

`Select faces or objects:` – нажать клавишу **Enter** для завершения выбора

`Accept the mapping or [Move/Rotate/reseT/sWitch mapping mode]:` – принять наложение или указать один из ключей

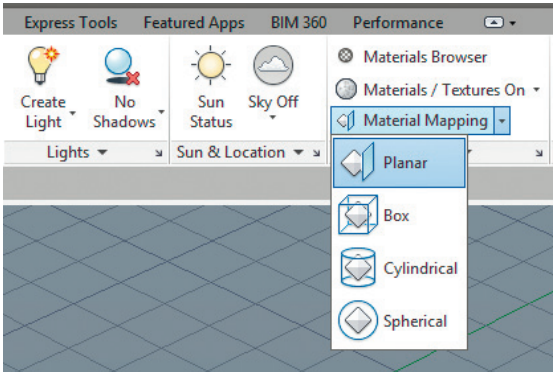


Рис. 25.29. Инструменты наложения текстур в падающем меню

Ключи команды **MATERIALMAP**:

-  `Planar` – *плоское* наложение, при котором изображение накладывается на объект, как бы проецируясь на двухмерную поверхность, при этом оно масштабируется для вписывания в объект, но не искажается. Команда вызывается из падающего меню **View** → **Render** → **Mapping** → **Planar Mapping** или щелчком на пиктограмме **Planar** в группе **Materials** ленты **Visualize**;
-  `Box` – соответствие *прямоугольников*, при котором изображение накладывается на коробчатые тела и повторяется на всех сторонах объекта. Команда вызывается из падающего меню **View** → **Render** → **Mapping** → **Box Mapping** или щелчком на пиктограмме **Box** в группе **Materials** ленты **Visualize**;
-  `Cylindrical` – *цилиндрическое* наложение, при котором изображение накладывается на цилиндрический объект; горизонтальные края загибаются и соединяются, верх и низ не затрагиваются. Высота изображения масштабируется вдоль оси цилиндра. Команда вызывается из падающего меню **View** → **Render** → **Mapping** → **Cylindrical Mapping** или щелчком на пиктограмме **Cylindrical** в группе **Materials** ленты **Visualize**;
-  `Spherical` – *сферическое* наложение, при котором изображение деформируется как по горизонтали, так и по вертикали. Верх наложения стягивается в точку, располагающуюся в «северном полюсе» сферы, в то время как низ стягивается в «южный полюс». Команда вызывается из падающего меню **View** → **Render** → **Mapping** → **Spherical Mapping** или щелчком на пиктограмме **Spherical** в группе **Materials** ленты **Visualize**;

- `copY mapping to` – копирование наложения для применения к исходному объекту;
- `Reset mapping` – восстановление для текстуры значений координат *UV* по умолчанию;
- `Move` – перемещение текстуры с помощью ручек;
- `Rotate` – поворот текстуры с помощью ручек;
- `reseT` – сброс и восстановление для текстуры значений координат *UV* по умолчанию;
- `sWitch mapping mode` – переключение режима наложения и отображение основной подсказки.

Адаптируемая палитра редактирования изображения **Texture Editor** предоставляет возможность создания сложных узоров с заданными свойствами текстуры (рис. 25.30). Палитра загружается при щелчке на образце текстуры в редакторе материалов **Materials Editor** (см. рис. 25.25).

- В области предварительного просмотра отображается образец текстуры со всеми внесенными изменениями.
- Параметры внешнего вида **Apperance** предусмотрены только для текстур на процедурной основе.
- В области преобразований **Transforms** настраиваются следующие параметры:
  - **Link texture transforms** – связывание параметров преобразования текстур;
  - **Position** – положение материала: **Offset** – смещение на образце; **Rotation** – угол поворота образца вокруг оси *W* в системе координат *UVW*;
  - **Scale** – масштабирование образца с возможностью указания реальных физических единиц измерения;
  - **Repeat** – повтор узора образца.

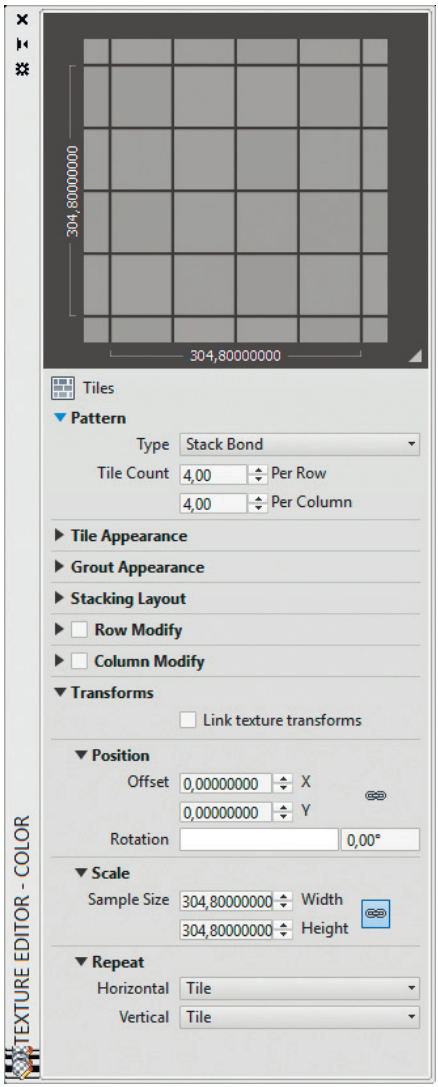


Рис. 25.30. Пример палитры редактирования изображения

Фон



Для создания *фона* в текущем виде используют команду **VIEW**, вызываемую из падающего меню **View → Vamed Views...**. При этом загружается диалоговое окно **View Manager** (рис. 25.31), в котором необходимо щелкнуть мышью на кнопке **New...**. В появившемся диалоговом окне создания вида **New View** в области **Background** настраиваются параметры переопределения стандартного фона (рис. 25.32).

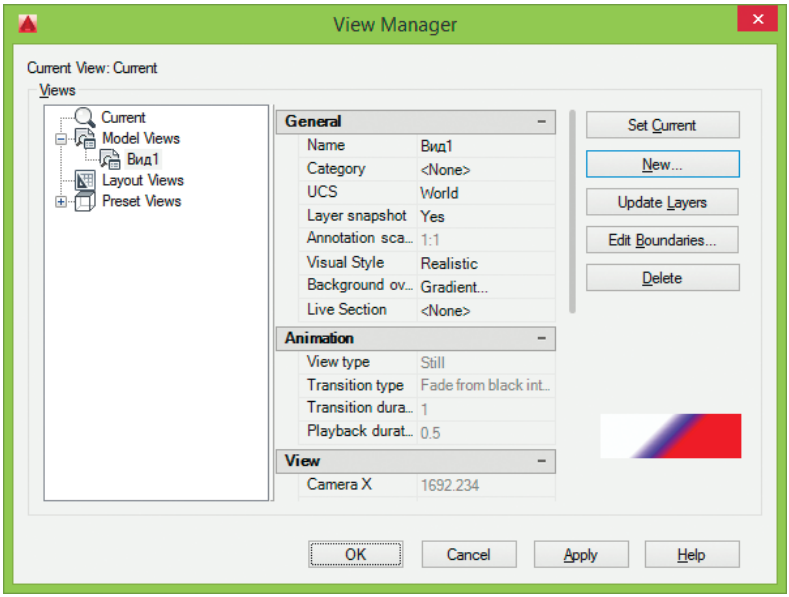


Рис. 25.31. Диалоговое окно управления видами

Диалоговое окно переопределения стандартного фона **Background** (рис. 25.33) имеет различный список настраиваемых параметров в зависимости от выбранного типа фона.

- **Type:** – список типов фонов:
  - **Solid** – заливка, при которой выбирается одноцветный сплошной фон;
  - **Gradient** – градиентная заливка, при которой задается двух- или трехцветный переходный фон;
  - **Image** – использование для определения фона файла с изображением.
- **Preview** – отображение выбранного цвета.
- **Solid options** – настройка параметров заливки:
  - **Color:** – загрузка диалогового окна установки цвета.

При использовании градиентной заливки диалоговое окно **Background** позволяет настроить следующие параметры фона (рис. 25.34).

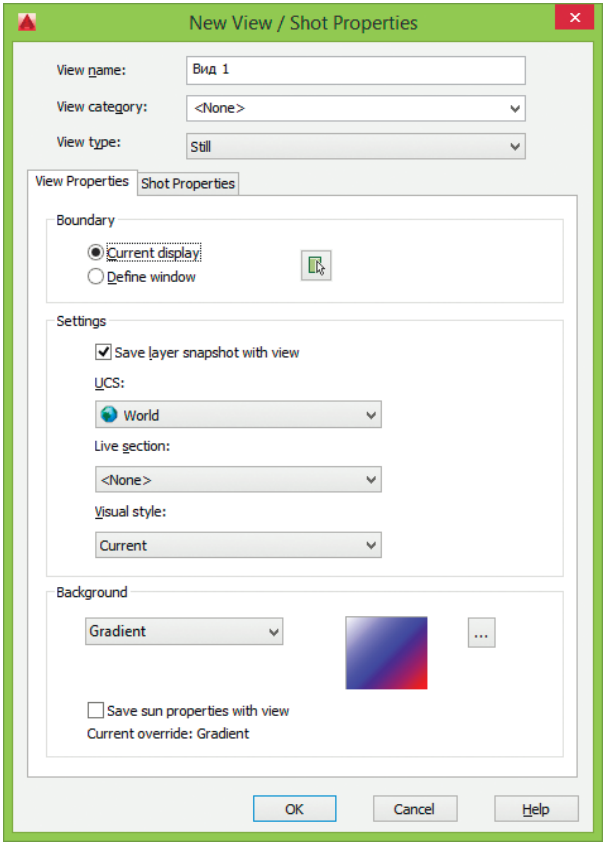


Рис. 25.32. Диалоговое окно создания вида

- **Gradient options**:
  - **Three color** – назначение трехцветного градиента. Если этот параметр не установлен, то можно задать двухцветный градиент;
  - **Top color:** – загрузка диалогового окна установки верхнего цвета градиента;
  - **Middle color:** – загрузка диалогового окна установки среднего цвета градиента;
  - **Bottom color:** – загрузка диалогового окна установки нижнего цвета градиента;
  - **Rotation:** – назначение угла поворота переходного фона.

При использовании параметра **Image** диалоговое окно **Background** позволяет использовать в качестве фона изображение (рис. 25.35).

При использовании параметра **Sun & Sky** диалоговое окно **Background** позволяет регулировать параметры фона с изображением солнца и неба (рис. 25.36).

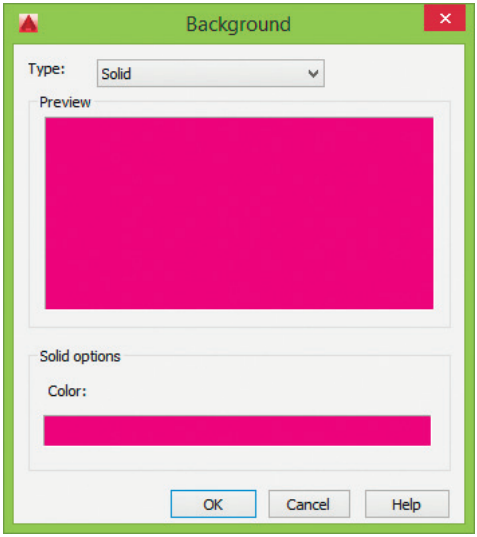


Рис. 25.33. Диалоговое окно определения фона с помощью заливки

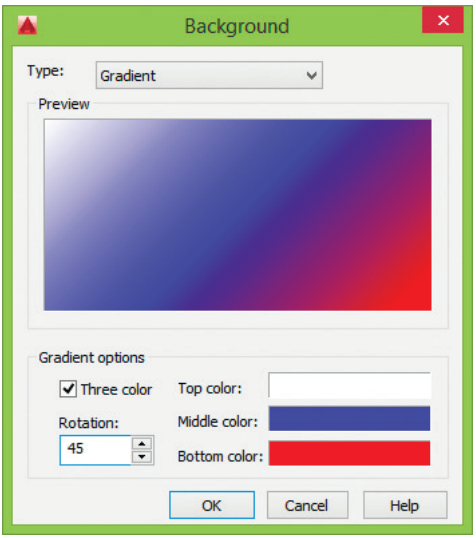


Рис. 25.34. Диалоговое окно определения фона с помощью градиентной заливки

- **General** – назначение общих параметров: **Status** – положение; **Intensity Factor** – коэффициент интенсивности; **Color** – цвет; **Shadows** – с тенями.
- **Sky Properties** – определение свойств неба: **Status** – состояние небесного фона и освещения; **Intensity Factor** – коэффициент интенсивности; **Haze** – дымка;
  - **Horizont** – горизонт: **Height** – высота; **Blur** – размывание; **Ground color** – цвет земли;
  - **Advanced** – дополнительные параметры: **Night color** – цвет ночи; **Aerial perspective** – воздушная перспектива; **Visibility distance** – расстояние видимости;
  - **Sun disk apperance** – вид солнечного диска: **Disk scale** – масштаб диска; **Glow intensity** – интенсивность света; **Disk intensity** – интенсивность диска.
- **Sun Angle Calculator** – указание положения солнца: **Date** – дата; **Time** – время; **Daylight Saving** – летнее время; **Azimuth** – азимут; **Altitude** – широта; **Source Vector** – исходный вектор.
- **Rendered Shadow Details** – сведения о визуализированном изображении с тенями: **Type** – тип; **Samples** – примеры; **Softness** – смягчение.

Для отображения созданного фона необходимо установить именованный вид в качестве текущего на видовом экране и активизировать фон в текущем стиле отображения.

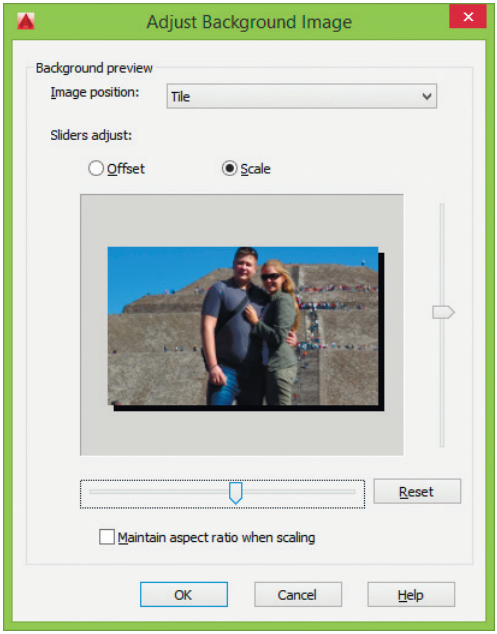


Рис. 25.35. Диалоговое окно определения фона с помощью изображения

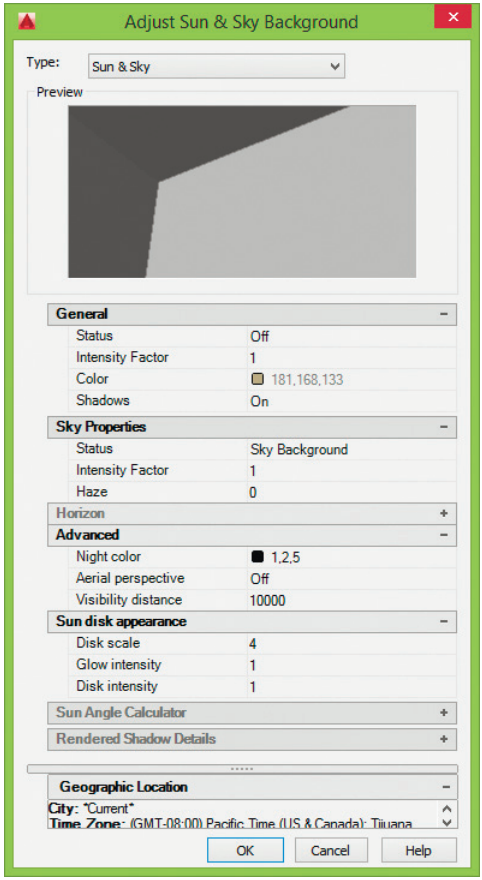


Рис. 25.36. Диалоговое окно определения фона с изображением солнца и неба

Тонирование среды



Тонирование *среды* производится в палитре **RENDER ENVIRONMENT & EXPOSURE**, вызываемой командой **RENDERENVIRONMENT** (рис. 25.37). Команда загружается из падающего меню **View → Render → Render Environment...**.

Тонирование среды позволяет определить визуальное представление расстояния между объектами и точкой наблюдения, настроить туман и затемнения удаленных объектов с использованием белого, черного и других оттенков.

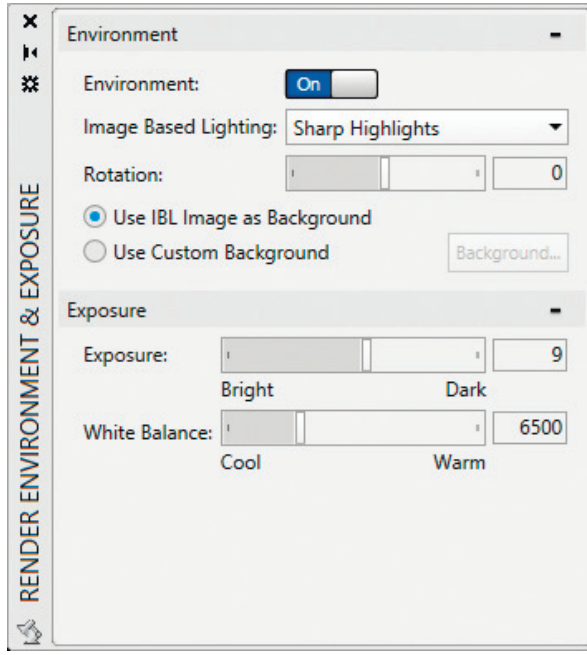


Рис. 25.37. Диалоговое окно тонирования среды

Глава 26

Формирование чертежей с использованием трехмерного компьютерного моделирования



При формировании чертежа на основе трехмерной твердотельной модели (например, приведенной на рис. 26.1) следует придерживаться следующего порядка.

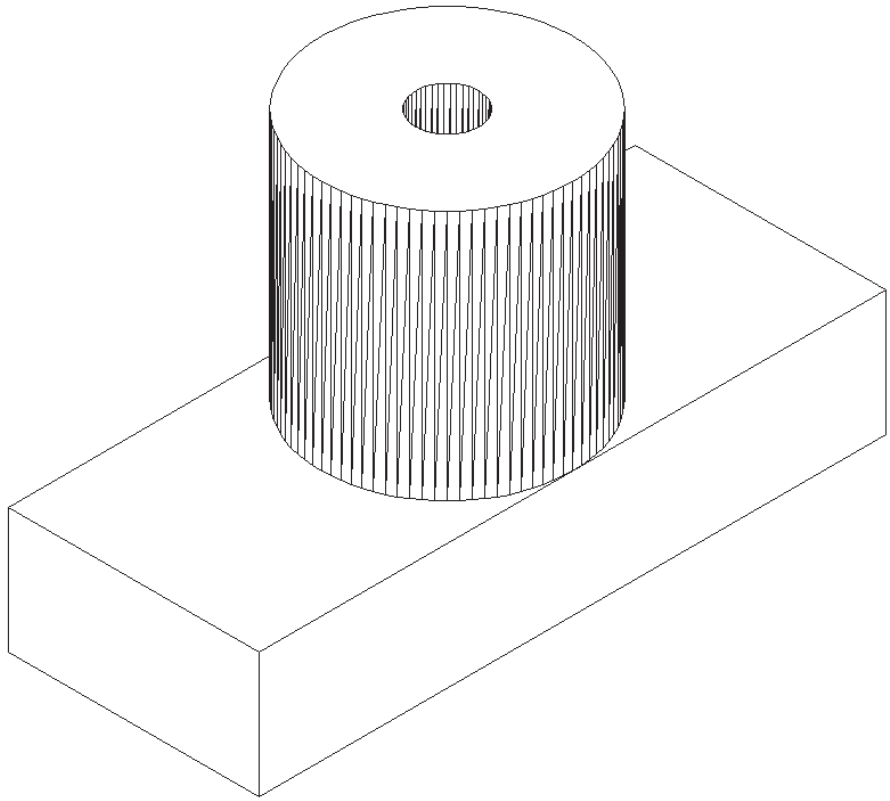


Рис. 26.1. Чертеж трехмерной твердотельной детали

1. Установить ПСК параллельно главному виду детали. Для этого необходимо воспользоваться командой **UCS**, вызвав ее из падающего меню **Tools → New UCS → 3 Point**.
2. Перейти из пространства модели в пространство листа щелчком на закладке **Layout.** См. упражнения Spa1 и Spa2 из раздела 5.
3. Удалить лишние видовые окна.
4. Настроить параметры листа с помощью диалогового окна **Page Setup Manager**. Выбрать формат листа А3.
5. Вставить в рисунок рамку формата А3 (при условии, что эта заготовка уже существует). Вставка осуществляется командой **INSERT**. См. упражнение In1 из раздела 4.

6. Создать наклонный текстовый стиль в диалоговом окне **Text Style**, вызываемом из падающего меню **Format → Text Style...**. В области **Font** в раскрывающемся списке **Font Name:** следует выбрать шрифт **simplex.shx**; в поле **Oblique Angle:** установить угол наклона к нормали `15`; в поле **Height:** установить высоту `0` (нуль). См. упражнение Т7 из раздела 2.
7. Заполнить штамп. Рекомендуется увеличить изображение штампа с помощью зуммирования. Затем использовать команду **DTEXT**. При заполнении штампа удобно пименить ключ выравнивания по ширине **Fit** команды **DTEXT**. См. упражнение Т4 из раздела 2.
8. Создать на чертеже видовые экраны с необходимыми проекциями (рис. 26.2), используя команду **SOLVIEW**, вызываемую из падающего меню **Draw → Modeling → Setup → View**:

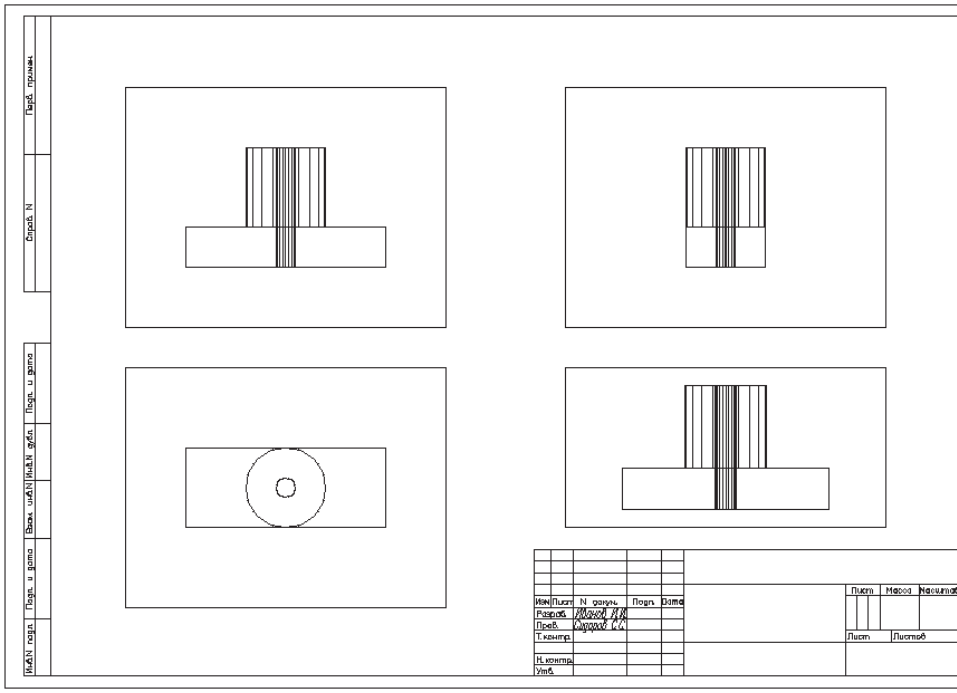


Рис. 26.2. Видовые экраны с проекциями детали

- получить главный вид – фронтальную проекцию детали:

```
_SOLVIEW
Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: U – ПСК
Enter an option [Named/World/?/Current] <Current>: – нажать клавишу Enter
Enter view scale <1>: 0.5 – указать масштаб вида
```

`Specify view center:` – указать центр вида
`Specify view center <specify viewport>:` – нажать клавишу **Enter**
`Specify first corner of viewport:` – указать первый угол видового экрана
`Specify opposite corner of viewport:` – указать противоположный угол видового экрана
`Enter view name: Front` – ввести имя формируемого фронтального вида

- получить вид сверху – горизонтальную проекцию детали:
  `Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: O` – орторежим
  `Specify side of viewport to project:` – указать верхнюю границу видового экрана главного вида
  `Specify view center:` – указать центр вида
  `Specify view center <specify viewport>:` – нажать клавишу **Enter**
  `Specify first corner of viewport:` – указать первый угол видового экрана
  `Specify opposite corner of viewport:` – указать второй угол видового экрана
  `Enter view name: Gorizont` – ввести имя формируемого горизонтального вида
- получить вид слева – профильную проекцию детали:
  `Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: O` – орторежим
  `Specify side of viewport to project:` – указать левую границу видового экрана главного вида
  `Specify view center:` – указать центр вида
  `Specify view center <specify viewport>:` – нажать клавишу **Enter**
  `Specify first corner of viewport:` – указать первый угол видового экрана
  `Specify opposite corner of viewport:` – указать второй угол видового экрана
  `Enter view name: Profil` – ввести имя формируемого вида
- получить разрез детали:
  `Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: S` – сечение
  `Specify first point of cutting plane: CEN` – указать на профильной проекции первую точку режущей плоскости с объектной привязкой к центру верхнего основания цилиндра
  `Specify second point of cutting plane: CEN` – указать на профильной проекции вторую точку режущей плоскости с объектной привязкой к центру нижнего основания цилиндра
  `Specify side to view from:` – указать слева на профильной проекции точку направления взгляда
  `Enter view scale <0.5>:` – нажать клавишу **Enter**
  `Specify view center:` – указать центр вида

`Specify view center <specify viewport>:` – нажать клавишу **Enter**
`Specify first corner of viewport:` – указать первый угол видового экрана
`Specify opposite corner of viewport:` – указать второй угол видового экрана
`Enter view name: Section` – ввести имя формируемого вида
`Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]:` – для завершения работы команды нажать клавишу **Enter**

9. Всем слоям с невидимыми линиями (*<имя вида>-HID*) установить тип линии `HIDDEN`. Выполнить команду **SOLDRAW**, вызываемую из падающего меню **Draw → Modeling → Setup → Drawing**. В ответ на последовательность запросов `Select objects:` следует указать рамки всех видовых экранов.
10. Отключить слой `VPORTS`, в котором находятся рамки видовых экранов.
11. Находясь в пространстве листа, провести на проекциях детали осевые линии.
12. Проставить на проекциях детали размеры в слоях с именами *<имя вида>-DIM* (рис. 26.3).
13. Оформить недостающие обозначения на чертеже и сохранить файл с рисунком.

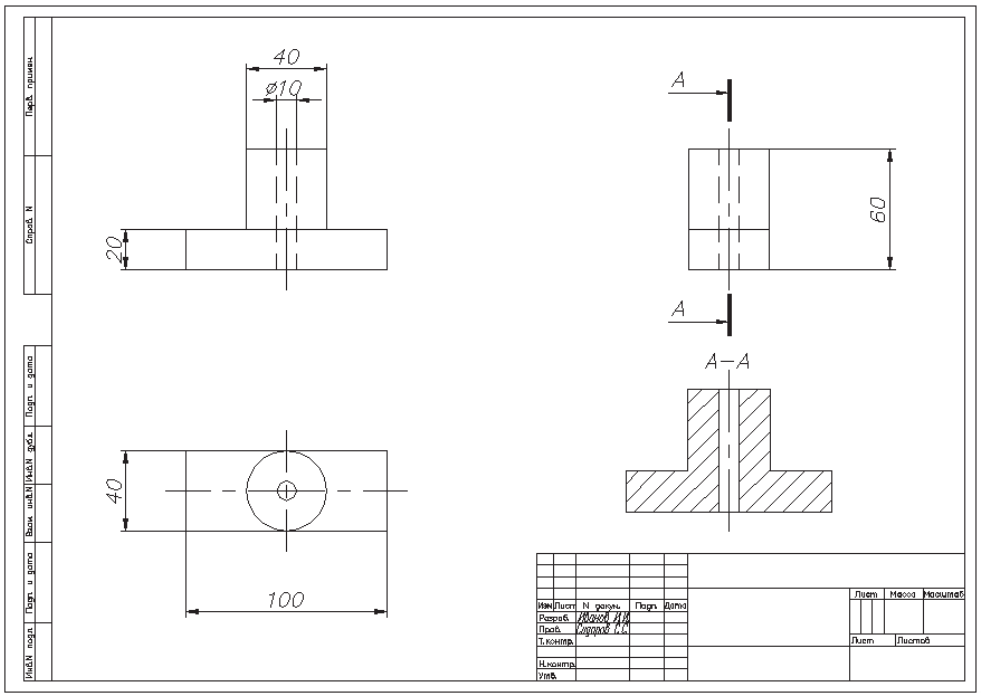


Рис. 26.3. Чертеж детали

Приложение 1. Перечень команд

3D – построение трехмерных объектов в виде полигональных сетей распространенных геометрических форм – параллелепипедов, конусов, сфер, торов, клиньев и пирамид.
3DALIGN – выравнивание объектов относительно других объектов в двухмерном и трехмерном пространствах.
3DARRAY – построение трехмерных массивов.
3DCLIP – вызов диалогового окна **Adjust Clipping Planes** для просмотра сечений трехмерной модели с помощью двух динамических плоскостей, которые ограничивают пространство чертежа по глубине отображаемой области.
3DCONFIG – настройка системы трехмерной графики в командной строке.
3DCORBIT – установка режима интерактивного трехмерного просмотра с динамическим вращением вида.
3DDISTANCE – управление расстоянием от камеры до объекта при просмотре в трехмерном пространстве.
3DDWF – создание трехмерного DWF-файла пользовательской трехмерной модели и отображение ее в программе просмотра DWF.
3DEDITBAR – изменение формы, масштабирование и изменение касания для NURBS-поверхностей.
3DFACE – построение трехмерных граней, каждая из которых ограничена тремя или четырьмя кромками.
3DFLY – интерактивное изменение пользовательского вида трехмерных чертежей таким образом, что наблюдатель как бы пролетает сквозь модель.
3DFORBIT – управление интерактивным просмотром объектов в трехмерном режиме, используя неограниченную орбиту.
3DMESH – построение полигональных сетей произвольной формы.
3DMOVE – отображение инструмента ручки перемещения в трехмерном виде и перемещение объектов на указанное расстояние в заданном направлении.
3DORBIT – интерактивный просмотр объектов в трехмерном пространстве с помощью устройства указания.
3DORBITCTR – активация на текущем видовом экране трехмерного вида, вывод на экран орбитального кольца и предоставление возможности указать центральную точку орбиты с помощью мыши.
3DOSNAP – задание режимов объектной привязки для трехмерных объектов.
3DPAN – динамическое панорамирование объекта при его просмотре в трехмерном пространстве.

3DPOLY – создание трехмерных полилиний из линейных сегментов.
3DPRINT – отсылка трехмерной модели в службу трехмерной печати.
3DROTATE – отображение на трехмерном виде ручки поворота и вращение объектов вокруг базовой точки.
3DSCALE – в трехмерном виде отображение гизмо 3D-масштабирования, способствующее изменению размеров трехмерных объектов.
3DSIN – импорт файлов из программы 3D Studio MAX.
3DSWIVEL – имитация эффекта поворота камеры при просмотре модели в трехмерном пространстве.
3DWALK – интерактивное изменение вида трехмерного чертежа, при этом кажется, что наблюдатель обходит модель.
3DZOOM – динамическое зуммирование при просмотре модели в трехмерном пространстве.

A

ABOUT – вывод на экран информации об AutoCAD.
ACISIN – импорт ACIS-файлов, в которых содержится описание твердых тел.
ACISOUT – экспорт твердотельных объектов AutoCAD в файлы формата ACIS.
ACTBASEPOINT – вставка базовой точки в макрос операции.
ACTMANAGER – управление файлами макросов операций.
ACTRECORD – запуск рекордера операций.
ACTSTOP – остановка рекордера операций и предоставление возможности сохранения записанных операций в файле макроса операции.
ACTUSERINPUT – пауза для обеспечения ввода пользователя в макрос операции.
ACTUSERMESSAGE – вставка пользовательского сообщения в макрос операции.
ADCCLOSE – закрытие Центра управления AutoCAD DesignCenter.
ADCENTER – загрузка Центра управления AutoCAD DesignCenter, обеспечивающего управление содержимым – блоками, внешними ссылками и образцами штриховки.
ADCNAVIGATE – перемещение в зоне структуры Центра управления AutoCAD DesignCenter на конкретный файл, папку или сетевой ресурс.
ADDSELECTED – создание нового объекта на основе типа объекта и общих свойств выбранного объекта.
ADJUST – регулировка затенения, контраста и настроек монохромности выбранного изображения или подложки (DWF, DWFx, PDF или DGN).
ALIGN – выравнивание объектов относительно других объектов в двухмерном и трехмерном пространствах.
AMECONVERT – конвертирование твердотельных моделей AME в объекты AutoCAD.
ANALYSISCURVATURE – отображение цветового градиента на поверхности для оценки различных аспектов ее кривизны.

ANALYSISDRAFT – отображение цветового градиента на трехмерной модели для оценки наличия достаточного пространства между деталью и ее литейной формой.
ANALYSISOPTIONS – настройка параметров отображения для результатов анализа целостности, кривизны и уклона.
ANALYSISZEBRA – проецирование полос на трехмерную модель для анализа непрерывности поверхности.
ANIPATH – сохранение анимации вдоль траектории в трехмерной модели.
ANNORESET – восстановление исходного расположения всех измененных масштабируемых представлений выбранных аннотативных объектов.
ANNOUPDATE – обновление существующих аннотативных объектов в соответствии с текущими свойствами их стилей.
APERTURE – изменение размера прицела и величины области влияния объектной привязки.
APPLOAD – загрузка и выгрузка приложений; составление набора приложений для автозагрузки.
ARC – построение дуг.
ARCHIVE – упаковка файлов из текущей подшивки в архив.
AREA – вычисление площадей и периметров объектов или заданных областей.
ARRAY – создание прямоугольных и круговых массивов объектов.
ARX – загрузка, выгрузка и предоставление информации о приложениях ObjectARX.
ATTACH – вставка внешней ссылки, изображения или подложки (файлы DWF, DWFx, PDF или DGN) в текущий чертеж.
ATTACHURL – добавление гиперссылок к объектам и зонам рисунка.
ATTDEF – создание описаний атрибутов, то есть связанных с блоком информационных текстов. Описание атрибута задает его характеристики и определяет подсказки, выводимые при вставке блока, с которым связан атрибут.
ATTDISP – глобальное управление видимостью атрибутов на рисунке.
ATTEDIT – изменение данных в атрибутах выбранного блока.
ATTEXT – извлечение данных из атрибутов блоков текущего рисунка и экспорт во внешний файл формата TXT или DXX.
ATTIPEDIT – изменение текстового содержимого атрибута в блоке.
ATTREDEF – переопределение блока и обновление связанных с ним атрибутов.
ATTSYNC – обновление всех вхождений блока после редактирования описаний его атрибутов.
AUDIT – проверка рисунка и его целостности.
AUTOCONSTRAIN – наложение геометрических зависимостей на набор выбранных объектов на основе ориентации объектов относительно друг друга.
AUTOPUBLISH – автоматическая публикация чертежей в файлы DWF, DWFx или PDF с сохранением в указанном местоположении.

B

BACTION – добавление операции в описание динамических блоков.
BACTIONBAR – отображение и скрытие панелей операций для набора объектов параметров.
BACTIONSET – указание набора объектов, связанных с операцией в описании динамического блока.
BACTIONTOOL – добавление операции в описание динамических блоков.
BASE – указание базовой точки вставки для текущего рисунка.
BASSOCIATE – связывание операции с параметром в описании динамического блока.
BATTMAN – редактирование свойств атрибутов в описаниях блоков.
BATTORDER – задание порядка атрибутов для блока.
BAUTHORPALETTE – открытие окна Палитры вариации блоков в редакторе блоков.
BAUTHORPALETTECLOSE – закрытие окна Палитры вариации блоков в редакторе блоков.
BCLOSE – закрытие редактора блоков.
BCONSTRUCTION – преобразование геометрии во вспомогательную геометрию.
BCPARAMETER – применение параметров зависимостей к выбранным объектам или преобразование размерных зависимостей в параметрические.
BCYCLEORDER – изменение порядка циклического перебора ручек для вхождения динамического блока.
BEDIT – открытие диалогового окна редактирования описания блока, а затем редактора блоков.
BESETTINGS – отображение диалогового окна настроек редактора блоков.
BGRIPSET – создание, удаление или выполнение сброса ручек, связанных с параметром.
BHATCH – нанесение ассоциативной штриховки или градиентной заливки внутри замкнутого контура.
BLIPMODE – управление видимостью маркера на экране при рисовании.
BLOCK – создание описания блока из выбранных объектов.
BLOCKICON – формирование изображений-образцов для блоков, представленных в Центре управления.
BLOOKUPTABLE – сохранение выбранных объектов в файле аппаратно-независимого растрового формата BMP.
BMPOUT – сохранение выбранных объектов в файле аппаратно-независимого растрового формата BMP.
BOUNDARY – создание области или полилинии из замкнутого контура.
BOX – построение трехмерных твердотельных параллелепипедов (ящиков).
BPARAMETER – добавление в описание динамического блока параметра с ручками.
BREAK – разрыв выбранного объекта между двумя точками.

BREP – удаление журнала из трехмерных элементарных и составных тел.
BROWSER – вызов веб-браузера, зарегистрированного в системном реестре.
BSAVE – сохранение текущего описания блока.
BSAVEAS – сохранение копии текущего описания блока под новым именем.
BTABLE – отображение диалогового окна для определения вариантов блока.
BTESTBLOCK – вызов окна тестирования в редакторе блоков для тестирования динамического блока.
BVHIDE – назначение невидимости объектов в текущем или во всех состояниях видимости в описании динамического блока.
BVSHOW – назначение видимости объектов в текущем или во всех состояниях видимости в описании динамического блока.
BVSTATE – создание, установка или удаление состояния видимости в динамическом блоке.

C

CAL – вычисление математических и геометрических выражений.
CAMERA – установка положения камеры и цели при настройке трехмерного вида.
CHAMFER – снятие фасок в местах пересечения объектов.
CHAMFEREDGE – построение скоса для ребер трехмерных тел и поверхностей.
CHANGE – управление свойствами объектов.
CHECKSTANDARDS – проверка текущего рисунка на соответствие установленным стандартам оформления.
CHPROP – изменение цвета, слоя, типа линии, масштаба типа линии, веса (толщины) линии, трехмерной высоты и стиля печати объекта.
CHSPACE – перенос объектов из пространства модели в пространство листа и наоборот.
CIRCLE – построение окружностей.
CLASSICIMAGE – загрузка диспетчера растровых изображений.
CLASSICLAYER – загрузка диспетчера свойств слоев.
CLASSICXREF – загрузка диспетчера внешних ссылок.
CLEANSCREENOFF – включение скрытых ранее панелей инструментов, окна инструментальных палитр, палитры свойств и Центра управления.
CLEANSCREENON – скрытие всех элементов пользовательского интерфейса, кроме строки меню и строки состояния.
CLIP – обрезка выделенных объектов, таких как блоки, внешние ссылки, изображения и видовые экраны.
CLOSE – закрытие текущего рисунка.
CLOSEALL – закрытие всех открытых в данный момент рисунков.
COLOR – установка цвета для вновь создаваемых объектов.
COMMANDLINE – отображение командной строки.
COMMANDLINEHIDE – запрет на отображение командной строки.
COMPILE – компиляция файлов форм и файлов шрифтов PostScript.

CONE – построение трехмерного твердотельного конуса.
CONSTRAINTBAR – отображение или скрытие геометрических зависимостей объекта.
CONSTRAINTSETTINGS – управление отображением геометрических зависимостей на панелях зависимостей.
CONVERT – преобразование двухмерных полилиний и ассоциативных штриховок, созданных в AutoCAD более ранних версий.
CONVERTCTB – преобразование таблиц цветозависимых стилей печати (CTB) в таблицы именованных стилей печати (STB).
CONVERTOLDLIGHTS – преобразование формата отображения источников света, созданных в предыдущих версиях, в формат новой версии программы AutoCAD.
CONVERTOLDMATERIALS – преобразование формата отображения материалов, созданных в предыдущих версиях, в формат новой версии программы AutoCAD.
CONVERTPSTYLES – настройка рисунка на использование именованных или цветозависимых стилей печати.
CONVTOMESH – преобразование 3D-объектов, таких как полигональные сети, поверхности и твердые тела в меш-сети.
CONVTONURBS – преобразование трехмерных тел и поверхностей в NURBS-поверхности.
CONVTOSOLID – преобразование полилинии и окружности, для которых задана высота, в трехмерные тела.
CONVTOSURFACE – преобразование объектов в поверхности.
COPY – создание копии объекта.
COPYBASE – копирование объектов в буфер обмена с указанием базовой точки без их удаления из рисунка.
COPYCLIP – копирование объектов в буфер обмена без их удаления из рисунка.
COPYHIST – копирование текста из окна командной строки в буфер обмена.
COPYLINK – копирование текущего вида в буфер обмена для связывания с другими OLE-приложениями.
COPYTOLAYER – копирование одного или более объектов в другой слой.
CUI – управление настраиваемыми элементами интерфейса пользователя, такими как рабочее пространство, панель инструментов, меню, контекстное меню и сочетание клавиш.
CUIEXPORT – экспорт пользовательских настроек из файла `acad.cui` в файл частичной адаптации или в файл CUI предприятия.
CUIIMPORT – импорт пользовательских настроек из файла CUI предприятия или частичного файла CUI в файл `acad.cui`.
CUILOAD – загрузка файла CUI.
CUIUNLOAD – выгрузка файла CUI.
CUSTOMIZE – адаптация панелей инструментов, кнопок, клавиш быстрого вызова и инструментальных палитр.
CUTCLIP – занесение объектов в буфер обмена с их удалением из рисунка.

CVADD – добавление управляющих вершин к NURBS-поверхностям и сплайнам.
CVHIDE – отключение отображения управляющих вершин для всех NURBS-поверхностей и кривых.
CVREBUILD – воссоздание формы NURBS-поверхностей и кривых.
CVREMOVE – удаление управляющих вершин с NURBS-поверхностей и сплайнов.
CVSHOW – отображение управляющих вершин для заданных NURBS-поверхностей или кривых.
CYLINDER – построение трехмерных твердотельных цилиндров.

D

DATAEXTRACTION – извлечение данных чертежа из внешнего источника с таблицей извлечения данных и объединение данных с внешним файлом.
DATALINK – загрузка диалогового окна связи с данными **Data Link Manager**.
DATALINKUPDATE – обновление данных по организованной связи с внешними данными.
DBCONNECT – интерфейс AutoCAD для работы с таблицами внешних баз данных.
DBLIST – вывод на экран информации базы данных для всех объектов рисунка.
DCALIGNED – ограничение расстояние между двумя точками на разных объектах.
DCANGULAR – наложение зависимости на угол между сегментами линии или полилинии, на угол, образованный сдвигом дуги или дугового сегмента полилинии, или на угол между тремя точками на объектах.
DCCONVERT – преобразование ассоциативных размеров в размерные зависимости.
DCDIAMETER – наложение зависимости на диаметр окружности или дуги.
DCDISPLAY – отображение или скрытие динамических зависимостей, связанных с набором выбранных объектов.
DCFORM – указывает, является ли создаваемая размерная зависимость динамической или аннотативной.
DCHORIZONTAL – ограничение расстояния *X* между точками объекта или между двумя точками разных объектов.
DCLINEAR – создание зависимости горизонтальности, вертикальности или поворота на основе местоположений исходных точек выносных линий и размерной линии.
DCRADIUS – наложение зависимости на радиус окружности или дуги.
DCVERTICAL – ограничение расстояния *Y* между точками объекта или между двумя точками разных объектов.
DDEDIT – редактирование текстов (в том числе размерных), описаний атрибутов и допусков формы и расположения.
DDPTYPE – установка стиля отображения и величины точечных объектов.
DDVPOINT – установка направления взгляда в трехмерном пространстве.

DELAY – установка паузы при выполнении пакета команд.
DELCONSTRAINT – удаление всех геометрических и размерных зависимостей из набора объектов.
DETACHURL – удаление гиперссылок из рисунка.
DGNADJUST – настройка слияния с фоном, контрастности и монохромного режима для подложки DGN.
DGNATTACH – вставка файла DGN в текущий чертеж в качестве подложки.
DGNCLIP – обрезка отображаемой области выбранной подложки DGN по заданному контуру.
DGNEXPORT – создание одного или нескольких DGN-файлов из текущего чертежа.
DGNIMPORT – импорт данных из файла DGN в новый DWG-файл.
DGNLAYERS – управление отображением слоев в DGN-подложке.
DGNMAPPING – позволяет создавать и редактировать пользовательские параметры соответствия DGN.
DIM и **DIM1** – переход в режим нанесения размеров.
DIMALIGNED – нанесение параллельных линейных размеров.
DIMANGULAR – нанесение угловых размеров.
DIMARC – нанесение размера длины дуги.
DIMBASELINE – нанесение новых линейных, угловых или ординатных размеров от базовой линии предыдущего или выбранного размера.
DIMBREAK – разрыв или восстановление размерных или выносных линий, пересекающих другие объекты.
DIMCENTER – нанесение маркеров центра или центровых линий на кругах и дугах.
DIMCONSTRAINT – применение размерных зависимостей к выбранным объектам или точкам на объектах либо преобразование ассоциативных размеров в размерные зависимости.
DIMCONTINUE – нанесение цепи линейных, угловых или ординатных размеров от второй выносной линии предыдущего или выбранного размера.
DIMDIAMETER – нанесение диаметров окружностей, дуг и эллипсов.
DIMDISASSOCIATE – отмена ассоциативности выбранных размеров.
DIMEDIT – редактирование размеров.
DIMINSPECT – добавление или удаление рамки с контрольными данными для выбранного размера.
DIMJOGGED – нанесение размеров с изломом для окружностей и дуг.
DIMJOGLINE – добавление или удаление линий с изломом к линейному или выровненному размеру.
DIMLINEAR – нанесение линейных размеров.
DIMORDINATE – нанесение ординатных размеров.
DIMOVERRIDE – переопределение установок размерных переменных без переопределения стиля.
DIMRADIUS – нанесение радиусов окружностей, дуг и эллипсов.

DIMREASSOCIATE – связывание выбранных размеров с геометрическими объектами.
DIMREGEN – обновление расположения всех ассоциативных размеров.
DIMSPACE – корректировка расстояния между линейными или угловыми размерами.
DIMSTYLE – создание и модификация размерных стилей.
DIMTEDIT – перемещение и поворот размерных текстов.
DIST – измерение расстояний и углов между точками.
DISTANTLIGHT – создание удаленного источника света.
DIVIDE – равномерное размещение объектов-точек или блоков вдоль или по периметру объектов.
DONUT – построение закрашенных кругов и колец.
DRAGMODE – управление отображением объектов при перетаскивании.
DRAWINGRECOVERY – отображение списка имен файлов чертежей, подлежащих восстановлению после сбоя системы.
DRAWINGRECOVERYYHID – вызов справочной системы.
DRAWORDER – изменение порядка вывода растровых изображений и других объектов на экран.
DSETTINGS – настройка параметров шаговой привязки, сетки, полярного и объектного отслеживания.
DSVIEWER – вызов диалогового окна **Aerial View**, обеспечивающего интерактивное управление экранным увеличением текущего видового экрана.
DTEXT – формирование текста.
DVIEW – установка параллельных проекций и видов в перспективе.
DWFADJUST – настройка подложки DWF из командной строки.
DWFATTACH – вставка подложки DWF в текущий чертеж.
DWFCLIP – определение подобласти подложки DWF с помощью секущих контуров.
DWFFORMAT – установка DFW или DWFx в качестве принимаемого по умолчанию формата для публикации чертежей в файлы DWF, DWFx и PDF или на плоттеры, для создания 3D DWF- или 3D DWFx-файла для 3D-модели и его открытия в окне DWF Viewer, для сохранения объектов в чертеже в другом формате файла, для создания файла DWF и DWFx с возможностью устанавливать отдельные переопределения параметров листа для каждого листа в подшивке.
DWFLAYERS – управление отображением слоев в DWF- или DWFx-подложке.
DWGPROPS – настройка и просмотр свойств текущего рисунка.
DXBIN – импорт двоичных файлов в специальной кодировке.

E

EATTEDIT – редактирование атрибутов во вхождениях блоков.
EATTEXT – экспорт информации из атрибутов блоков во внешний файл.
EDGE – изменение видимости кромок трехмерных граней.

EDGESURF – построение трехмерных полигональных сетей (поверхностей Кунса).
EDITSHOT – редактирование сохраненного именованного вида с перемещением или без перемещения.
ELEV – установка уровня и трехмерной высоты выдавливания вновь создаваемых объектов.
ELLIPSE – построение эллипсов и эллиптических дуг.
ERASE – удаление выбранных объектов из рисунка.
ETRANSMIT – формирование комплектов, состоящих из файла рисунка и всех используемых в нем внешних файлов для передачи по Интернету.
EXPLODE – разбиение составного объекта (без изменения геометрии) на составляющие его объекты.
EXPORT – сохранение объектов в файлах различных форматов.
EXPORTDWF – создание файла DWF с возможностью устанавливать отдельные переопределения параметров листа для каждого листа в подшивке.
EXPORTDWFX – создание файла DWFx, в котором можно установить переопределения параметров листа отдельно для каждого листа в подшивке.
EXPORTLAYOUT – создание визуального представления текущего листа в пространстве модели нового чертежа.
EXPORTPDF – создание файла PDF, в котором можно установить переопределения параметров листа отдельно для каждого листа в подшивке.
EXPORTSETTINGS – настройка параметров страницы и элементов чертежа при экспорте в DWF, DWFx или PDF файл.
EXPORTTOAUTOCAD – создание версии AEC файла, который можно открыть в AutoCAD.
EXTEND – удлинение объектов до пересечения с другими объектами.
EXTERNALREFERENCES – открытие палитры внешних ссылок.
EXTERNALREFERENCESCLOSE – закрытие палитры внешних ссылок.
EXTRUDE – создание тел путем выдавливания двухмерных объектов.

F

FBXEXPORT – создание файла Autodesk® FBX, содержащего объекты, выбранные на текущем чертеже.
FBXIMPORT – импорт файла Autodesk® FBX, содержащего объекты, источники света, камеры и материалы.
FIELD – создание многострочного текстового объекта, представляющего собой поле, которое автоматически обновляется при изменении некоторой величины.
FILL – управление закрашиванием таких объектов, как штриховки, фигуры и широкие полилинии.
FILLET – скругление углов и сопряжение объектов.
FILLETEDGE – скругление и сопряжение ребер объектов-тел.
FILTER – создание фильтров многократного использования для выбора объектов на основе их свойств.

FIND – поиск, замена, выбор и показ текста на рисунке.
FLATSHOT – создание двухмерного представления всех трехмерных объектов в текущем виде.
FOG – создание эффекта тумана или воздушной перспективы для визуального представления объектов.
FREESPOT – создание свободного прожектора, подобного прожектору без заданной цели.
FREEWEB – создание свободной световой сетки, подобной световой сетке без заданной цели.

G

GCCOINCIDENT – наложение зависимости на две точки относительно друг друга или на точку относительно кривой или ее продолжения.
GCCOLLINEAR – размещение двух или нескольких сегментов линий вдоль одной линии.
GCCONCENTRIC – наложение зависимости на две дуги, две окружности или два эллипса по одинаковой центральной точке.
GCEQUAL – задание одинакового радиуса для выбранных дуг и окружностей или одинаковой длины для выбранных линий.
GCFIX – блокировка местоположения точек и кривых.
GCHORIZONTAL – линии или пары точек размещаются параллельно оси *X* текущей системы координат.
GCPARALLEL – задание отношения параллельности между выбранными линиями.
GCPERPENDICULAR – размещение выбранных линий под углом 90 градусов друг к другу.
GCSMOOTH – наложение зависимости на сплайн для сохранения его смежности и G2-непрерывности по отношению к другому сплайну, отрезку, дуге или полилинии.
GCSYMMETRIC – симметричное расположение выбранных объектов относительно выбранной линии.
GCTANGENT – определяет сохранение точки касания двух кривых или их продолжений.
GCVERTICAL – линии или пары точек размещаются параллельно оси *Y* текущей системы координат.
GEOGRAPHICLOCATION – задание широты и долготы расположения.
GEOMCONSTRAINT – применение или сохранение существующих геометрических отношений между объектами или точками на объектах.
GOTOURL – открытие файла или веб-страницы, на которые указывает гиперссылка в выбранном объекте.
GRADIENT – заполнение замкнутой области или выбранных объектов градиентной заливкой.

GRAPHICSCONFIG – задание параметров, определяющих рабочие характеристики трехмерного отображения.
GRAPHSCR – переключение из текстового окна в графическую область.
GRID – включение и отключение точечной сетки на текущем видовом экране.
GROUP – создание именованных наборов (групп) объектов и управление ими.

H

HATCH – заполнение указанного контура неассоциативной штриховкой по выбранному образцу.
HATCHEDIT – редактирование нанесенных штриховок или градиентной заливки.
HATCHGENERATEBOUNDARY – создание неассоциированных полилиний вокруг выбранного люка.
HATCHSETBOUNDARY – переопределение выбранной штриховки или заливки, соответствующей границы.
HATCHSETORIGIN – контроль исходного положения выбранной штриховки.
HATCHTOBACK – установка порядка отображения в чертеже.
HELIX – создание двухмерной или трехмерной спирали.
HELP – вызов справочной системы.
HIDE – регенерация трехмерной модели с подавлением скрытых линий.
HIDEOBJECTS – скрытие выбранных объектов.
HIDEPALETTES – скрытие всех отображаемых палитр, включая окно команд.
HLSETTINGS – настройка параметров отображения невидимых линий.
HYPERLINK – создание гиперссылки для объекта или изменение существующей гиперссылки.
HYPERLINKOPTIONS – управление отображением курсора и подсказок к гиперссылкам.

I

ID – определение координат указанных точек.
IMAGE – управление растровыми изображениями.
IMAGEADJUST – регулировка яркости, контрастности и степени слияния с фоном вставленных в рисунок растровых изображений.
IMAGEATTACH – вставка нового растрового изображения в текущий рисунок.
IMAGECLIP – создание контуров подрезки изображений.
IMAGEFRAME – управление видимостью границ контуров подрезки растрового изображения.
IMAGEQUALITY – управление качеством вывода вставленных в рисунок растровых изображений на экран.
IMPORT – импорт в AutoCAD файлов различных форматов.
IMPRINT – клеймение грани трехмерного тела.
INSERT – вставка в текущий рисунок именованного блока или другого рисунка.

INSERTOBJ – вставка связанного или внедренного объекта.
INTERFERE – создание сложного трехмерного тела, занимающего общий объем двух или более тел.
INTERSECT – создание составных тел или областей из пересечения двух или более тел или областей с удалением непересекающихся участков объектов.
ISOLATEOBJECTS – временное сокрытие отображения всех объектов, кроме выбранных.
ISOPLANE – выбор текущей изометрической плоскости.

J

JOGSECTION – добавление сегмента с изломом к объекту-сечению.
JOIN – соединение объектов для формирования одного целого объекта.
JPGOUT – сохранение выбранных объектов в файле формата JPG.
JUSTIFYTEXT – изменение размеров текстовых объектов без изменения их местоположения.

L

LAYCUR – назначение слоя выбранных объектов текущим.
LAYDEL – удаление слоя выбранных объектов и всех объектов на слое.
LAYER – управление слоями и их свойствами.
LAYERCLOSE – закрытие Диспетчера свойств слоев.
LAYERP – отмена последних изменений состояния и свойств слоев.
LAYERPALETTE – загрузка Диспетчера свойств слоев.
LAYERPMODE – включение и отключение режима записи последовательности изменений свойств слоев.
LAYERSTATE – сохранение, восстановление именованных состояний слоев и управление ими.
LAYFRZ – заморозка слоя выбранных объектов.
LAYISO – изоляция слоя выбранных объектов так, что все другие слои выключаются.
LAYLCK – блокировка слоев выбранных объектов.
LAYMCH – объявление слоя выбранных объектов соответствующим слою назначения.
LAYMCUR – назначение слоя выбранного объекта текущим.
LAYMRG – объединение выбранных слоев в слое назначения.
LAYOFF – выключение слоя выбранного объекта.
LAYON – включение всех слоев.
LAYOUT – создание и модификация листов в рисунке.
LAYOUTWIZARD – вызов Мастера компоновки листа для настройки параметров компоновки и печати нового листа.
LAYTHW – размораживание всех слоев.

LAYTRANS – изменение системы слоев рисунка в соответствии с установленными пользователем стандартами.
LAYULK – разблокирование слоя выбранного объекта.
LAYUNISO – включение слоев, которые были выключены последней командой **LAYISO**.
LAYVPI – изоляция слоя объекта в текущий видовой экран.
LAYWALK – загрузка диалогового окна обхода слоя **LayerWalk**.
LEADER – построение линии-выноски, соединяющей пояснительные надписи с поясняемыми элементами.
LENGTHEN – увеличение длин объектов и центральных углов дуг.
LIGHT – управление источниками света и световыми эффектами для фотореалистичной визуализации.
LIGHTLIST – открытие списка источников света в модели для его добавления и изменения.
LIGHTLISTCLOSE – закрытие списка источников света в модели.
LIMITS – указание пределов границ рисунка и лимитов сетки, отображаемой в пространстве модели или на текущем листе рисунка.
LINE – построение отрезков.
LINETYPE – создание, загрузка и установка типов линий.
LIST – получение информации о выбранных объектах из базы данных рисунка.
LIVESECTION – включение режима псевдоразреза для выбранного объекта-сечения.
LOAD – загрузка файла с описанием форм, определенных пользователем, для вставки в рисунок командой **SHAPE**.
LOFT – создание трехмерного тела или поверхности путем сечений двумя или более кривыми.
LOGFILEOFF – закрытие файла журнала, открытого командой **LOGFILEON**.
LOGFILEON – включение записи содержимого текстового окна в файл.
LTSCALE – определение глобального масштаба типов линий.
LWEIGHT – установка текущего веса линий, параметров отображения линий в зависимости от их веса и единиц веса линий.

M

MARKUP – отображение сведениий о пометках с возможностью изменения их статуса.
MARKUPCLOSE – закрытие Диспетчера наборов пометок.
MASSPROP – вычисление масс-инерционных характеристик областей и тел.
MATBROWSERCLOSE – закрытие окна обозревателя материалов **Materials Rowser**.
MATBROWSEROPEN – открытие окна обозревателя материалов **Materials Rowser**.
MATCHCELL – копирование свойств выбранной ячейки таблицы в другие ячейки.
MATCHPROP – копирование свойств объекта в другие объекты.
MATEDITORCLOSE – закрытие окна редактора материалов **Materials Editor**.

MATEDITOROPEN – открытие окна редактора материалов **Materials Editor**.
MATERIALASSIGN – использование текущего материала, который определен в системной переменной `CMATERIAL`.
MATERIALATTACH – назначение материалов объектам по слоям.
MATERIALMAP – отображение ручки блока наложения материалов для корректировки наложений на грань или на объект.
MATERIALS – администрирование, применение и редактирование материалов.
MATERIALSCLOSE – закрытие диалогового окна материалов.
MEASURE – размещение объектов-точек или блоков на объекте с заданными интервалами.
MEASUREGEOM – измерение расстояния, радиуса, угла, площади и объема выбранных объектов или последовательности точек.
MENU – загрузка файла меню.
MENULOAD – загрузка фрагментов меню.
MENUUNLOAD – выгрузка фрагментов меню.
MESH – создание трехмерного сетевого объекта примитива в форме ящика, конуса, цилиндра, пирамиды, шара, клина или тора.
MESHCAP – создание грани сети, соединяющей открытые ребра.
MESHCOLLAPSE – объединение вершин выбранных граней или ребер сети.
MESHCREASE – заострение кромок выбранных подобъектов сети.
MESHEXTRUDE – расширение грани сети в трехмерное пространство.
MESHMERGE – объединение смежных граней в одну грань.
MESHOPTIONS – отображение диалогового окна параметров тесселяции сети, которое предназначено для управления принятых по умолчанию настроек преобразования существующих объектов в объекты-сети.
MESHPRIMITIVEOPTIONS – отображение диалогового окна параметров сетевых примитивов, в котором устанавливается тесселяция по умолчанию для объектов сетевых примитивов.
MESHREFINE – увеличение количества граней в выбранных объектах или гранях.
MESHSMOOTH – преобразование таких трехмерных объектов, как многоугольная сеть, поверхность и тело, – в объекты-сети.
MESHSMOOTHLESS – уменьшение степени сглаживания для объектов-сетей на одну ступень.
MESHSMOOTHMORE – увеличение степени сглаживания для объектов-сетей на одну ступень.
MESHSPIN – обращение ребра, прилегающего к двум треугольным граням сети.
MESHSPLIT – разделение грани сети на две грани.
MESHUNCREASE – удаление сгиба из граней, ребер или вершин выбранной сети.
MIGRATEMATERIALS – поиск материалов из предыдущих версий на инструментальных палитрах и их преобразование к общему типу.
MINSERT – множественная вставка блоков с расположением их в узлах прямоугольного массива.

MIRROR – зеркальное отображение объекта.
MIRROR3D – зеркальное отображение трехмерных объектов относительно заданной плоскости.
MLEADER – создание объекта-мультивыноски.
MLEADERALIGN – выравнивание и разнесение в пространстве объектов-выносок.
MLEADERCOLLECT – выстраивание выбранных мультивыносок, содержащих блоки, в строки или столбцы с отображением результата с помощью одной выноски.
MLEADEREDIT – добавление линий выноски к объекту мультивыноски или их удаление.
MLEADERSTYLE – создание и модификация стилей мультивыносок.
MLEDIT – редактирование мультилиний.
MLINE – построение мультилиний.
MLSTYLE – описание стилей мультилиний.
MODEL – переключение из пространства листа в видовой экран пространства модели.
MOVE – перемещение объектов на заданное расстояние в указанном направлении.
MREDO – отмена действия команды **UNDO**. Допускается многократное повторение этой операции.
MSLIDE – создание файла слайда из текущего видового экрана пространства модели или текущего листа.
MSPACE – установка текущим пространства модели в видовом экране.
MTEDIT – редактирование многострочного текста.
MTEXT – создание многострочных текстовых надписей.
MULTIPLE – многократное повторение следующей команды.
MVIEW – создание видовых экранов на листах и управление ими.
MVSETUP – настройка параметров рисунка.

N

NAVBAR – единый интерфейс для доступа к инструментам навигации и ориентации.
NAVSMOTION – отображение на экране области, в которой можно с помощью кинематографической камеры создавать и воспроизводить анимации для обзора проекта и презентаций. В этой области возможна навигация с применением закладок.
NAVSMOTIONCLOSE – закрытие диалогового окна аниматора движения.
NAVSWHEEL – усовершенствованный набор инструментов навигации, к которым предусмотрен быстрый доступ с помощью курсора.
NAVVCUBE – указывает текущее направление обзора. При перетаскивании инструмента Видовой куб или щелчке на нем сцена поворачивается.
NETLOAD – загрузка приложения `.NET`.
NEW – создание файла рисунка.

NEWSHEETSET – создание новой подшивки.
NEWSHOT – создание именованного вида с движением, воспроизводимым при проигрывании в Аниматоре движения.
NEWVIEW – создание именованного вида без перемещений.

O

OBJECTSCALE – добавление или удаление поддерживаемых масштабов для аннотативных объектов.
OFFSET – построение эквидистанты, то есть концентрических окружностей, параллельных отрезков или кривых, подобных существующим.
OLELINKS – обновление, изменение и разрыв имеющихся OLE-связей.
OLESCALE – настройка размера, масштаба и других свойств выбранного OLE-объекта.
OOPS – восстановление объектов, стертых командой **ERASE**.
OPEN – открытие существующего файла рисунка.
OPENDWFMARKUP – открытие DWF-файла с электронными пометками.
OPENSHEETSET – открытие выбранной подшивки.
OPTIONS – настройка параметров рабочей среды AutoCAD.
ORTHO – включение режима рисования только параллельно осям координат.
OSNAP – установка текущих режимов объектной привязки.

P

PAGESETUP – указание устройства печати, формата бумаги и других параметров для листов.
PAN – перемещение изображения на текущем видовом экране.
PARAMETERS – управление ассоциативными параметрами в чертеже.
PARAMETERSCLOSE – закрытие палитры Диспетчера параметров.
PARTIALOAD – дополнительная загрузка геометрии в частично открытый рисунок.
PARTIALOPEN – частичное открытие рисунка путем его загрузки в текущий рисунок геометрии с выбранного вида или слоя.
PASTEASHYPERLINK – вставка данных из буфера обмена в формате гиперссылки.
PASTEBLOCK – вставка скопированных ранее объектов в виде блока.
PASTECLIP – вставка в активный рисунок содержимого буфера обмена Windows.
PASTEORIG – вставка скопированного блока в новый рисунок с координатами, которые этот блок имел в исходном рисунке.
PASTESPEC – вставка данных из буфера обмена Windows, при которой обеспечивается управление их форматом.
PCINWIZARD – вызов Мастера импорта параметров печати из PCP- и PC2-файлов для закладки **Model** или текущего листа.

PDFADJUST – настройка слияния с фоном, контрастности и монохромного режима для подложки PDF.
PDFATTACH – вставка файла PDF в текущий чертеж в качестве подложки.
PDFCLIP – обрезка отображаемой области выбранной подложки PDF по заданному контуру.
PDFLAYERS – управление отображением слоев в подложке PDF.
PEDIT – редактирование полилиний и трехмерных полигональных сетей.
PFACE – создание многогранной сети произвольной сложности.
PLAN – установка вида в плане (сверху) относительно заданной ПСК.
PLANESURF – создание плоской поверхности.
PLINE – построение двухмерных полилиний.
PLOT – вывод рисунка на плоттер, принтер или в файл.
PLOTSTAMP – нанесение штемпеля в определенном углу каждого чертежа и запись соответствующей информации в файл журнала.
PLOTSTYLE – установка стиля печати для новых или выбранных объектов.
PLOTTERMANAGER – вызов диалогового окна **Plotter Manager**, с помощью которого можно настроить новый плоттер или изменить его конфигурацию.
PNGOUT – сохранение выбранных объектов в файле формата PNG (Portable Network Graphics).
POINT – создание объекта-точки.
POINTCLOUD – создание и прикрепление файла индексированного облака точек с возможностью выбора различных вариантов.
POINTCLOUDATTACH – вставка файла индексированного облака точек (PCG или ISD) в текущий чертеж.
POINTCLOUDINDEX – создание индексированного облака точек (PCG или ISD) из файла сканирования.
POINTLIGHT – создание точечного источника света.
POLYGON – построение равносторонних многоугольников в виде замкнутых полилиний.
POLYSOLID – создание трехмерного полителa.
PRESSPULL – сжатие или растягивание ограниченных областей.
PREVIEW – предварительный просмотр рисунка на экране перед выводом на печать.
PROJECTGEOMETRY – проецирование точек, отрезков или кривых на трехмерное тело или поверхность с разных направлений.
PROPERTIES – управление свойствами объектов.
PROPERTIESCLOSE – закрытие палитры свойств объектов.
PSETUPIN – импорт набора параметров листа из другого файла рисунка во вновь создаваемый лист.
PSPACE – переключение видовых экранов из пространства модели в пространство листа.
PUBLISH – создание многолистовых наборов рисунков для вывода в многолистовой файл формата DWF (Design Web Format), на устройство печати или в файл чертежа.

PUBLISHTOWEB – создание HTML-страниц с изображениями выбранных рисунков.
PURGE – очистка рисунка от неиспользуемых именованных объектов (например, блоков, слоев и пр.).
PYRAMID – создание трехмерного тела пирамиды.

Q

QCCLOSE – закрытие калькулятора **QuickCalc**.
QDIM – быстрое нанесение размера.
QLEADER – быстрое построение выноски и пояснения для нее.
QNEW – создание нового рисунка с использованием шаблона по умолчанию.
QSAVE – быстрое сохранение текущего рисунка.
QSELECT – быстрое создание наборов объектов на основе определенного критерия выбора.
QTEXT – управление показом на экране и выводом на плоттер текста и атрибутов.
QUICKCALC – загрузка калькулятора **QuickCalc**.
QUICKCUI – отображение редактора адаптации интерфейса пользователя в свернутом состоянии.
QUIT – завершение работы с AutoCAD.
QVDRAWING – отображение открытых чертежей и листов в чертеже как образцов для просмотра.
QVDRAWINGCLOSE – закрытие образцов для просмотра открытых чертежей и листов в чертеже.
QVLAYOUT – отображение образцов для просмотра пространства модели и листов в чертеже.
QVLAYOUTCLOSE – закрытие образцов для просмотра пространства модели и листов в чертеже.

R

RAY – построение лучей, то есть линий, бесконечных в одном направлении.
RECOVER – восстановление поврежденного рисунка.
RECOVERALL – восстановление поврежденного файла чертежа вместе со всеми прикрепленными внешними ссылками.
RECTANG – построение полилинии в виде прямоугольника.
REDEFINE – восстановление внутренних команд AutoCAD, подавленных командой **UNDEFINE**.
REDO – отмена действия последней команды **UNDO** или **U**.
REDRAW – перерисовка содержимого текущего видового экрана.
REDRAWALL – перерисовка содержимого всех видовых экранов.
REFCLOSE – сохранение или отказ от изменений, произведенных в ходе редактирования блоков или внешних ссылок.

REFEDIT – выбор вхождения блока или ссылки для редактирования.
REFSET – добавление и исключение объектов из рабочего набора при редактировании блоков и внешних ссылок.
REGEN – регенерация рисунка и перерисовка содержимого текущего видового экрана.
REGENALL – регенерация рисунка и перерисовка всех видовых экранов.
REGENAUTO – управление автоматической регенерацией рисунка.
REGION – преобразование объектов, ограничивающих некоторую площадь, в области.
REINIT – повторная инициализация портов ввода-вывода, дигитайзера, монитора и файла параметров программ.
RENAME – изменение имен объектов.
RENDER – создание реалистичного тонированного изображения трехмерной каркасной или твердотельной модели.
RENDERCROP – задание конкретного участка в изображении для тонирования, то есть окна кадрирования.
RENDERENVIRONMENT – управление туманом и затемнением объектов для визуального представления удаленных расстояний.
RENDEREXPOSURE – предоставление настроек для регулировки глобального освещения в последнем выводе визуализации.
RENDERPRESETS – задание предварительных настроек и повторно используемых параметров тонирования изображения.
RENDERWIN – отображение окна тонирования без вызова задачи тонирования.
RESETBLOCK – сброс одного или нескольких вхождений динамических блоков на значения описаний блоков по умолчанию.
RESUME – возобновление прерванного процесса выполнения пакета (макроса).
REVCLOUD – создание полилиний с дуговыми сегментами, используемых в качестве «облаков» для пометок.
REVERSE – обращение порядка вершин выбранных линий, полилиний, сплайнов и спиралей; эта функция удобна при работе с типами линий, предусматривающими включенный текст, а также с полилиниями, начало и конец которых различаются по ширине.
REVOLVE – создание тела путем вращения двухмерных объектов вокруг оси.
REVSURF – создание поверхности вращения вокруг выбранной оси.
RIBBON – открытие окна ленты.
RIBBONCLOSE – закрытие окна ленты.
ROTATE – поворот объектов вокруг заданной точки.
ROTATE3D – поворот объектов вокруг оси в трехмерном пространстве.
RPREF – настройка режимов тонирования трехмерной модели.
RPREFCLOSE – закрытие палитры параметров тонирования.
RSCRIPT – повторное выполнение пакетного файла.
RULESURF – создание трехмерной поверхности, натянутой на две кривые.

S

SAVE – сохранение рисунка под текущим или заданным именем.
SAVEAS – сохранение рисунков, которым еще не было присвоено имя, или переименование текущего рисунка.
SAVEIMG – сохранение тонированных изображений в файлах.
SCALE – масштабирование объектов – пропорциональное изменение размеров объектов в направлениях *X*, *Y* и *Z*.
SCALELISTEDIT – управление списком доступных значений масштаба для видовых экранов, листа и печати.
SCALETEXT – изменение точки выравнивания для выбранных текстовых объектов без изменения их положения.
SCRIPT – выполнение последовательности команд из пакетного (командного) файла (макроса).
SECTION – создание областей (сечений) в результате пересечения плоскостей и тел.
SECTIONPLANE – создание объекта-сечения, который представляет собой секущую плоскость, проходящую через трехмерный объект.
SECTIONPLANEJOG – добавление сегмента с изломом к объекту-сечению.
SECTIONPLANESETTINGS – установка параметров отображения для выбранной секущей плоскости.
SECTIONPLANETOBLOCK – сохранение выбранных секущих плоскостей в качестве двухмерных или трехмерных блоков.
SECURITYOPTIONS – управление настройками режимов безопасности.
SEEK – открытие веб-браузера и отображение домашней страницы Autodesk.
SELECT – занесение выбранных объектов в текущий набор.
SELECTSIMILAR – поиск всех объектов в текущем чертеже, которые соответствуют свойствам выбранных объектов и добавление их в набор.
SETBYLAYER – изменение переопределения свойств выбранных объектов на значение **ByLayer**.
SETIDROPHANDLER – выбор типа содержимого, вставляемого в текущее приложение Autodesk из точек загрузки.
SETUV – наложение текстур на поверхности трехмерных объектов.
SETVAR – получение списка системных переменных, изменение их значений.
SHADEMODE – управление способом раскрашивания твердотельных объектов на текущем видовом экране.
SHAPE – вставка формы.
SHAREWITHSEEK – отображение содержимого текущего чертежа на панелях **DesignCenter** при выборе вкладок **Folders** или **Open Drawings**.
SHEETSET – открытие Диспетчера подшивок.
SHEETSETHIDE – закрытие Диспетчера подшивок.
SHELL – доступ к командам операционной системы.
SHOWPALETTES – восстановление отображения скрытых палитр.

SIGVALIDATE – вывод информации о цифровой подписи для файла.
SKETCH – выполнение контурных эскизов «от руки».
SLICE – формирование разреза трехмерного объекта.
SNAP – ограничение перемещения указателя мыши определенными интервалами в режиме шаговой привязки.
SOLDRAW – построение профилей и сечений на видовых экранах, созданных командой **SOLVIEW**.
SOLID – создание закрашенных или контурных многоугольников.
SOLIDEDIT – редактирование граней и ребер трехмерных тел.
SOLPROF – создание профилей трехмерных тел.
SOLVIEW – создание плавающих видовых экранов, использующих ортогональную проекцию для размещения многовидовых рисунков и сечений твердотельных объектов и ACIS-тел.
SPACETRANS – преобразование расстояний между единицами пространства модели и пространства листа.
SPELL – орфографическая проверка надписей в рисунке.
SPHERE – построение трехмерного твердотельного шара.
SPLINE – создание неоднородных рациональных B-сплайнов (NURBS).
SPLINEDIT – редактирование сплайнов или сглаженных сплайнами полилиний.
SPOTLIGHT – создание прожектора.
STANDARDS – управление подключением файлов стандартов к рисункам AutoCAD.
STATUS – вывод на экран статистической информации о рисунке, режимах и границах.
STLOUT – сохранение тел в двоичном или ASCII-файле.
STRETCH – растягивание объектов путем перемещения одной из его частей без разрыва объектов.
STYLE – создание и изменение текстовых стилей, а также установка текущего текстового стиля.
STYLESMANAGER – вызов Диспетчера стилей печати **Plot Style Manager**.
SUBTRACT – создание составной области или тела путем булевой операции вычитания.
SUNPROPERTIES – вызов диалогового окна определения свойств солнца.
SUNPROPERTIESCLOSE – закрытие диалогового окна определения свойств солнца.
SURFBLEND – создание поверхности непрерывного перехода между двумя существующими поверхностями.
SURFEXTEND – удлинение поверхности на заданное расстояние.
SURFFILLET – создание поверхности сопряжения между двумя другими поверхностями.
SURFNETWORK – создание поверхности в пространстве между несколькими кривыми в направлениях осей *U* и *V* с использованием подобъектов-кромок поверхности и ребер тела.

SURFOFFSET – создание параллельной поверхности на заданном расстоянии от исходной поверхности.
SURFPATCH – создание поверхности, служащей ограничителем, по кромке поверхности, формирующей замкнутый контур.
SURFSCULPT – обрезка и объединение поверхностей, ограничивающих непроницаемую область, с созданием тела.
SURFTRIM – обрезка частей поверхности по линии пересечения с другой поверхностью или геометрией другого типа.
SURFUNTRIM – восстановление областей поверхности, удаленных командой SURFTRIM.
SWEEP – создание трехмерного тела или поверхности посредством сдвига двумерной кривой вдоль траектории.
SYSWINDOWS – упорядочение значков окон открытых рисунков.

T

TABLE – создание в рисунке незаполненного объекта-таблицы.
TABLEDIT – редактирование текста в ячейке таблицы.
TABLEEXPORT – экспорт данных из таблицы в файл формата CSV.
TABLESTYLE – описание нового стиля таблиц.
TABLET – настройка и калибровка планшета.
TABSURF – создание поверхности сдвига по определяющей кривой и вектору направления.
TARGETPOINT – создание целевого точечного источника света.
TASKBAR – управление отображением чертежей на панели задач Windows.
TEXT – создание однострочных текстовых надписей.
TEXTEDIT – редактирование размерной зависимости, размера или текстового объекта.
TEXTSCR – открытие текстового окна AutoCAD.
TEXTTOFRONT – перемещение текста и размеров на передний план относительно всех остальных объектов рисунка.
THICKEN – создание трехмерного тела посредством утолщения поверхности.
TIFOUT – сохранение выбранных объектов в файле формата TIF.
TIME – получение сведений о дате, времени и общей продолжительности работы над созданием и изменением рисунка.
TINSERT – вставка блока в ячейку таблицы.
TOLERANCE – нанесение условных обозначений допусков формы и расположения поверхностей на чертеже.
TOOLBAR – включение, отключение и адаптация панелей инструментов.
TOOLPALETTES – открытие окна инструментальных палитр.
TOOLPALETTESCLOSE – закрытие окна инструментальных палитр.
TORUS – построение трехмерного твердотельного тора.
TPNAVIGATE – отображение заданной палитры инструментов или группы палитр.

TRACE – построение линейных закрашенных сегментов заданной ширины.
TRANSPARENCY – управление прозрачностью фоновых пикселей растровых изображений.
TRAYSETTINGS – управление показом значков и уведомлений в строке состояния.
TREESTAT – получение информации о пространственных индексах рисунка.
TRIM – обрезка объекта по кромке, заданной другими объектами.

U

U – отмена действия последней выполненной команды.
UCS – управление пользовательскими системами координат.
UCSICON – управление видимостью и расположением пиктограммы ПСК.
UCSMAN – управление пользовательскими системами координат, открытие диалогового окна **UCS**.
ULAYERS – управление отображением слоев в подложке DWF, DWFx, PDF или DGN.
UNDEFINE – подавление внутренней команды AutoCAD одноименной командой, определенной в приложении.
UNDO – последовательная отмена команд текущего сеанса.
UNION – создание составной области или тела путем булевой операции объединения.
UNISOLATEOBJECTS – отображение объектов, ранее скрытых с помощью команд **ISOLATEOBJECTS** или **HIDEOBJECTS**.
UNITS – управление форматом и точностью представления линейных и угловых единиц измерения.
UPDATEFIELD – обновление полей в выбранных объектах рисунка вручную.
UPDATETHUMBSNOW – обрезка объекта по кромке, формируемой другими объектами.

V

VBAIDE – вызов редактора **Visual Basic**.
VBALOAD – глобальная загрузка проекта VBA в текущий сеанс AutoCAD.
VBAMAN – загрузка, выгрузка, сохранение, создание, внедрение и извлечение проектов VBA.
VBARUN – запуск VBA-макроса.
VBASTMT – выполнение команды VBA-приложения в командной строке AutoCAD.
VBAUNLOAD – глобальная выгрузка проекта VBA.
VIEW – сохранение и восстановление именованных видов.
VIEWGO – восстановление именованного вида.
VIEWPLAY – воспроизведение анимации, связанной с именованным видом.

VIEWPLOTDETAILS – отображение информации о выполненных задачах печати/публикации.
VIEWRES – указание точности аппроксимации объектов на текущем видовом экране.
VISUALSTYLES – создание и изменение визуальных стилей и применение визуального стиля к видовому экрану.
VISUALSTYLESCLOSE – закрытие Диспетчера визуальных стилей.
VLISP – вызов интегрированной среды разработки приложений **Visual LISP**.
VPCLIP – подрезка объектов на видовых экранах.
VPLAYER – управление видимостью слоев для отдельных видовых экранов.
VPMAX – развертывание текущего видового экрана листа для редактирования.
VPMIN – сворачивание текущего видового экрана листа до прежнего состояния.
VPOINT – установка в пространстве направления взгляда на трехмерный объект.
VPORTS – деление области рисования на несколько неперекрывающихся или плавающих видовых экранов.
VSCURRENT – задание визуального стиля в текущем видовом экране.
VSLIDE – просмотр файла-слайда на текущем видовом экране.
VSSAVE – сохранение визуального стиля.
VTOPTIONS – отображение изменения в виде плавного перехода.

W

WALKFLYSETTINGS – настройка параметров обхода и облета.
WBLOCK – запись набора объектов или блока в отдельный файл.
WEBLIGHT – создание источника сеточного света.
WEDGE – построение трехмерного клиновидного тела с наклонной гранью, приближающейся к оси *X*.
WHOHAS – выдача информации о том, кем открыт указанный файл рисунка.
WIPEOUT – скрытие существующих объектов рисунка за маскирующим объектом цвета фона.
WMFIN – импорт графической информации в формате метафайла Windows.
WMFOPTS – настройка параметров команды **WMFIN**.
WMFOUT – экспорт объектов в файл формата WMF (Windows metafile).
WORKSPACE – создание, измение и сохрание рабочего пространства, а также назначение его текущим.
WSSAVE – сохранение рабочего пространства.
WSSETTINGS – задание параметров рабочих пространств.

X

XATTACH – вставка внешних ссылок в текущий рисунок.
XBIND – внедрение именованных объектов, определенных во внешней ссылке, в текущий рисунок.

XCLIP – присвоение контура подрезки внешней ссылке или блоку и установка передней и задней плоскостей обрезки.
XEDGES – создание геометрии каркаса посредством извлечения ребер из трехмерного тела или поверхности.
XLINE – построение бесконечных прямых линий.
XOPEN – открытие выбранной внешней ссылки в новом окне.
XPLODE – разбиение составного объекта на составляющие объекты.
XREF – управление внешними ссылками.

Z

ZOOM – увеличение или уменьшение видимого размера объектов на текущем видовом экране.

Приложение 2. Перечень системных переменных

Системные переменные управляют работой функций AutoCAD и различными аспектами поведения рабочей среды программы. От установки системных переменных зависит характер работы большинства команд. Системные переменные: задают различные режимы рисования, размеры объектов, лимиты рисунка; хранят информацию о текущем рисунке и конфигурации AutoCAD, числовых или текстовых данных; служат для включения или отключения параметров. Обычно значения системных переменных изменяют в полях диалоговых окон соответствующих команд, но можно менять и непосредственно в командной строке, что в ряде случаев выполняется быстрее.

Просматривать и изменять значения системных переменных можно в прозрачном режиме, но при этом новые значения могут не вступить в действие до завершения приостановленной команды.

Ниже приведен перечень системных переменных AutoCAD.

3D

3DDWFPREC – управление точностью публикации 3D DWF. Диапазон значений переменной от `1` до `6`.
3DCONVERSIONMODE – служит для преобразования определений материалов и источников света в текущую версию программы.
3DOSMODE – задание параметров 3D-объектной привязки.
3DSELECTIONMODE – управление приоритетом выбора визуально перекрывающихся объектов при использовании 3D-визуальных стилей.

A

ACADLSPASDOC – запись в реестр целого числа, управляющего режимом загрузки файла `acad.lsp` во все документы. Значения переменной:

`0` – только при открытии первого рисунка в сеансе AutoCAD (начальное значение);
`1` – с каждым открываемым рисунком

ACADPREFIX – предназначенная только для чтения строковая переменная, обозначающая имя каталога, задаваемое переменной среды AutoCAD, с добавлением разделителей (если путей несколько).

ACADVER – предназначенная только для чтения строковая переменная, обозначающая номер версии AutoCAD. Не совпадает с переменной `$ACADVER` заголовка DXF-файла, в которой содержится номер уровня базы данных рисунка.
ACISOUTVER – управление версией ACIS SAT-файлов, создаваемых командой **ACISOUT**, поддерживающей значения от `15` до `18`, `20`, `21`, `30`, `40`, `50`, `60` и `70`. Начальное значение `70`.
ACTPATH – задание дополнительных путей поиска макросов операций для воспроизведения.
ACTRECORDERSTATE – задание текущего состояния рекордера операций.
ACTRECPATH – задание пути для сохранения новых макросов операций.
ACTUI – управление поведением панели рекордера операций при записи и воспроизведении макросов.
ADCSTATE – предназначенная только для чтения целая переменная, обозначающая состояние активности Центра управления. Позволяет разработчикам приложений определять статус доступа к файлу рисунка с помощью функций AutoLISP. Значения переменной:

`0` – Центр управления отключен;
`1` – Центр управления включен.

AFLAGS – битовый код флагов атрибута для команды **ATTDEF**. Значения переменной:

`0` – ни один из флагов не задан (начальное значение);
`1` – скрытый;
`2` – постоянный;
`4` – контролируемый;
`8` – установленный;
`16` – зафиксировать положение в блоке.

При установке нескольких режимов одновременно значения переменных суммируются.
ANGBASE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, обозначающая направление угла `0` градусов в текущей ПСК. Начальное значение `0.0000`.
ANGDIR – целая переменная, записываемая в рисунок, задающая положительное направление отсчета углов относительно нулевого направления текущей ПСК. Значения переменной:

`0` – против часовой стрелки (начальное значение);
`1` – по часовой стрелке.

ANNOALLVISIBLE – скрытие или отображение аннотативных объектов, не поддерживающих масштаба текущей аннотации.
ANNOAUTOSCALE – обновление аннотативных объектов в соответствии с масштабом аннотации при изменении масштаба аннотаций.
ANNOTATIVEDWG – включение/выключение возможности вставки чертежа в другой чертеж в качестве аннотативного блока.
APBOX – целая переменная, записываемая в реестр, включающая и отключающая отображение прицела автопривязки. Значения переменной:

0 – прицел автопривязки отключен (начальное значение);
1 – прицел автопривязки включен.

APERTURE – целая переменная, записываемая в реестр, задающая размер прицела объектной привязки в пикселах. Значения переменной от 1 до 50. Начальное значение 10.

APPLYGLOBALOPACITIES – применение параметров прозрачности ко всем палитрам.

APSTATE – целая переменная, сохраняющая значение, которое указывает, что открыта Палитра вариаций блоков в редакторе блоков. Значения переменной:
0 – закрыть (начальное значение);
1 – открыть.

AREA – вещественная переменная, предназначенная только для чтения, хранящая последнее значение площади, вычисленное командой **AREA**.

ATTDIA – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая интерфейсом команды **INSERT** при задании значений атрибутов. Значения переменной:
0 – выводятся запросы в командной строке (начальное значение);
1 – используется диалоговое окно.

ATTIPE – управляет отображением контекстного редактора, предназначенного для создания многострочных атрибутов.

ATTMODE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая состоянием видимости атрибутов в рисунке. Значения переменной:
0 – все атрибуты невидимы;
1 – сохраняется текущее состояние видимости каждого из атрибутов. Видимые атрибуты отображаются, скрытые – нет (начальное значение);
2 – все атрибуты видны.

ATTMULTI – управляет возможностью создания многострочных атрибутов.

ATTREQ – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая режимом использования значений атрибутов по умолчанию в команде **INSERT**. Значения переменной:
0 – для всех атрибутов принимаются значения по умолчанию;
1 – для каждого атрибута выдается запрос значения или диалоговое окно, в зависимости от режима, установленного в переменной ATTDIA (начальное значение).

AUDITCTL – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая созданием файла протокола проверки (ADT) при выполнении команды **AUDIT**. Значения переменной:
0 – файл не создается (начальное значение);
1 – файл создается.

AUNITS – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая единицы измерения углов. Значения переменной:
0 – десятичные градусы (начальное значение);
1 – градусы/минуты/секунды;

2 – грады;
3 – радианы;
4 – топографические единицы.

AUPREC – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая количество десятичных знаков в значениях углов. Начальное значение 0.

AUTODWFPUBLISH – управление автоматическим созданием файлов DWF (Design Web Format) при сохранении и закрытии файлов чертежей (DWG).

AUTOMATICPUB – управление автоматическим созданием электронных файлов (DWF/PDF) при сохранении или закрытии файлов чертежа (DWG).

AUTOSNAP – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая маркером, всплывающей подсказкой и магнитом автопривязки, а также включением и отключением полярного и объектного отслеживаний, всплывающими при их использовании подсказками. Значения переменной:

0 – все подавляется;
1 – включение маркера автопривязки;
2 – включение подсказок автопривязки;
4 – включение магнита автопривязки;
8 – включение полярного отслеживания;
16 – включение объектного отслеживания;
32 – включение подсказок полярного и объектного отслеживаний.

При установке нескольких режимов одновременно значения переменных суммируются. Начальное значение 63.

B

BACKGROUNDPLOT – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая режимом фонового вывода в операциях печати и публикации. Значения переменной:

0 – передний план;
1 – фон;
2 – передний план (начальное значение);
3 – фон.

BACKZ – вещественная переменная, записываемая в рисунок, обозначающая смещение задней секущей плоскости от плоскости цели для текущего видового экрана в условных единицах.

BACTIONBARMODE – указывает, отображаются ли в редакторе блоков панели операций и объекты операций из предыдущих версий.

BACTIONCOLOR – строковая переменная, записываемая в реестр, устанавливающая цвет текста для операций, выполняемых в редакторе блоков. Значения выбираются из стандартного списка: BYLAYER, BYBLOCK и целые числа от 1 до 255. Начальное значение переменной 7.

BCONSTATUSMODE – включение и выключение статуса отображения зависимостей и управление тонированием объектов на основе назначенного им уровня зависимостей.

BDEPENDENCYHIGHLIGHT – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая наличием выделенных взаимосвязей в зависимых объектах, когда параметр, действие или сетка выбраны в редакторе блоков. Значения переменной:

`0` – указывает, что зависимые объекты не выделены;

`1` – указывает, что зависимые объекты выделены (начальное значение).

BGRIPOBJCOLOR – строковая переменная, записываемая в реестр, устанавливающая цвет ручек в редакторе блоков. Значения выбираются из стандартного списка: `BYLAYER`, `BYBLOCK` и целые числа от `1` до `255`. Начальное значение переменной `141`.

BGRIPOBJSIZE – целая переменная, записываемая в реестр, устанавливающая отображаемый размер настраиваемых ручек в редакторе блоков относительно экранной системы. Допустимые значения содержат целые числа от `1` до `255`. Начальное значение переменной `8`.

BINDTYPE – незаписываемая целая переменная, управляющая обработкой имен зависимых символов при внедрении внешних ссылок и при редактировании вхождений. Значения переменной:

`0` – традиционный способ (`xref1|one` преобразуется в `xref$0$one`) (начальное значение);

`1` – способ, аналогичный вставке блоков (`xref1|one` преобразуется в `one`).

BLIPMODE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая видимостью маркеров рисования. Значения переменной:

`0` – маркеры отключены (начальное значение);

`1` – маркеры включены.

BLOCKEDITLOCK – целая переменная, записываемая в реестр, запрещающая открытие редактора блоков и редактирование определений динамических блоков. Значения переменной:

`0` – указывает на то, что редактор блока можно открыть (начальное значение);

`1` – указывает на то, что редактор блока нельзя открыть.

BLOCKEDITOR – незаписываемая целая переменная, отражающая состояние редактора блока: открыт или не открыт. Значения переменной:

`0` – означает, что редактор блока не открыт (начальное значение);

`1` – означает, что редактор блока открыт.

BLOCKTESTWINDOW – указывает на то, является ли окно тестирования блока текущим.

BPARAMETERCOLOR – строковая переменная, записываемая в реестр, задающая цвет параметров в редакторе блоков. Значения выбираются из стандартного списка: `BYLAYER`, `BYBLOCK` и целые числа от `1` до `255`. Начальное значение переменной `7`.

BPARAMETERFONT – строковая переменная, записываемая в реестр, задающая шрифт, используемый для параметров и операций в редакторе блоков. Начальное значение переменной `Simplex.shx`.

BPARAMETERSIZE – целая переменная, записываемая в реестр, устанавливающая размер текста и функций параметра в редакторе блоков относительно экран-

ной системы . Допустимые значения содержат целые числа от 1 до 255. Начальное значение переменной 12.

BPTEXTHORIZONTAL – принудительное горизонтальное расположение текста, отображаемого для параметров операций и параметров зависимостей в редакторе блоков.

BTMARKDISPLAY – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая отображением меток наборов значений для вхождений динамического блока. Значения переменной:

- 0 – указывает, что метки наборов значений не отображаются;
- 1 – указывает, что метки наборов значений отображаются (начальное значение).

BVMODE – незаписываемая целая переменная, управляющая способом отображения объектов, которые становятся невидимыми для текущего состояния видимости, в редакторе блока. Значения переменной:

- 0 – указывает, что скрытые объекты невидимы (начальное значение);
- 1 – указывает, что скрытые объекты видимы, но отображаются серым цветом.

C

CALCINPUT – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая вычислением математических выражений и глобальных констант в полях для ввода текстовых или числовых данных. Значения переменной:

- 0 – выражения не вычисляются;
- 1 – выражения вычисляются после нажатия клавиш **Alt+Enter** (начальное значение).

CAMERADISPLAY – целая переменная, записываемая в рисунок, включающая или выключающая отображение объектов камеры. Значения переменной:

- 0 – символьные обозначения камеры не выводятся на экран (начальное значение);
- 1 – символьные обозначения камеры выводятся на экран.

CAMERAHEIGHT – целая переменная, записываемая в рисунок, задающая значение высоты по умолчанию для новых объектов камеры. Высота выражается в текущих единицах чертежа. Начальное значение переменной 0.

CANNOSCALE – задание имени текущего масштаба аннотации для текущего пространства.

CANNOSCALEVALUE – отображение значения текущего масштаба аннотации.

CAPTURETHUMBNAILS – указывает, следует ли создавать эскизы для инструмента перемотки и когда их создавать.

CBARTRANSPARENCY – управление прозрачностью панелей зависимостей.

CCONSTRAINTFORM – управление применением аннотационных или динамических зависимостей к объектам.

CDATE – незаписываемая вещественная переменная, обозначающая текущую дату и время суток.

CECOLOR – строковая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая цвета вновь создаваемых объектов. Значения выбираются из стандартного списка: BYLAYER, BYBLOCK и целые числа от 1 до 255. Значения цветов полноцветного режима вводятся как уровни RGB-составляющих (целые числа от 1 до 255), разделенные запятыми. Значение цвета имеет следующий формат RGB:000,000,000. Начальное значение переменной BYLAYER.

CELTSCALE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, задающая текущий масштаб типа линии объекта. Начальное значение переменной 1.0000.

CELTYPE – строковая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая текущий тип линии для новых объектов. Начальное значение BYLAYER.

CELWEIGHT – целая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая значения текущего веса (толщины) линий для новых объектов. Значения переменной:

- -1 – установка веса линий BYLAYER (начальное значение);
- -2 – установка веса линий BYBLOCK;
- -3 – установка веса линий NORMAL, контролируется системной переменной LWDEFAULT.

Другие допустимые значения: 0, 5, 9, 13, 15, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 53, 60, 70, 80, 90, 100, 106, 120, 140, 158, 200 и 211. Значения соответствуют сотым долям миллиметра.

CENTERMT – целая переменная, записываемая в пользовательские настройки, управляющая растягиванием центрированного по горизонтали многострочного текста с помощью ручек. Значение переменной не применяется для растягивания многострочного текста с помощью линейки в текстовом редакторе, используемом в месте редактирования. Значения переменной:

- 0 – при перемещении угловой ручки центрированного многострочного текста центральная ручка перемещается в том же направлении, а ручка на противоположной стороне остается на месте (начальное значение);
- 1 – при перемещении угловой ручки центрированного многострочного текста центральная ручка остается на месте, и оба набора боковых ручек перемещаются в направлении растягивания.

CETRANSPARENCY – задание уровня прозрачности для новых объектов.

CHAMFERA – вещественная переменная, записываемая в рисунок, задающая первую длину фаски команды **CHAMFER** при создании по двум длинам. Начальное значение 0.0000.

CHAMFERB – вещественная переменная, записываемая в рисунок, задающая вторую длину фаски команды **CHAMFER** при создании по двум длинам. Начальное значение 0.0000.

CHAMFERC – вещественная переменная, записываемая в рисунок, задающая длину фаски команды **CHAMFER** при создании по двум длинам. Начальное значение 0.0000.

CHAMFERD – вещественная переменная, записываемая в рисунок, задающая угол фаски команды **CHAMFER** при создании по длине и углу. Начальное значение

0.0000.

CHAMMODE – незаписываемая целая переменная, определяющая метод создания фасок в AutoCAD. Значения переменной:

0 – по двум длинам (начальное значение);

1 – по одной длине и углу.

CIRCLERAD – незаписываемая вещественная переменная, определяющая радиус, предлагаемый по умолчанию при выполнении команды **CIRCLE**. При переменной, равной 0, значение по умолчанию отсутствует. Начальное значение 0.0000.

CLASSICKEYS – задание способа функционирования сочетаний клавиш быстрого вызова: по правилам AutoCAD, независимым от Windows, или по правилам Windows.

CLAYER – строковая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая имя текущего слоя. Начальное значение 0.

CLEANSCREENSTATE – незаписываемая целая переменная, сохраняющая значение, которое указывает на включение состояния очистки экрана. Значения переменной:

0 – отключено (начальное значение);

1 – включено.

CLISTATE – незаписываемая целая переменная, сохраняющая значение, которое указывает состояние окна команды: скрыто или отображается. Значения переменной:

0 – скрытие;

1 – отображение (начальное значение).

CMATERIAL – строковая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая материал для новых объектов. Начальное значение BYLAYER.

CMDACTIVE – целая переменная, предназначенная только для чтения, определяющая битовый код, указывающий, активны ли в данный момент обычная команда, прозрачная команда, пакет команд и (или) диалоговое окно. Значения переменной:

1 – активна обычная команда;

2 – активны обычная команда и прозрачная команда;

4 – активен пакет команд;

8 – активно диалоговое окно;

16 – активно DDE;

32 – активен AutoLISP (работает только для команд ObjectARX);

64 – активна команда ObjectARX.

При установке нескольких режимов одновременно значения переменных суммируются.

CMDDIA – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая отображением текстового редактора, используемого в месте редактирования при простановке линий-выносок. Значения переменной:

0 – отключен;

1 – включен (начальное значение).

CMDECHO – незаписываемая целая переменная, управляющая отображением подсказок и ввода при выполнении функции AutoLISP command. Значения переменной:

`0` – подсказки и вводимые значения не отображаются;

`1` – подсказки и вводимые значения отображаются (начальное значение).

CMDINPUTHISTORYMAX – целая переменная, записываемая в реестр, устанавливающая максимальное число предыдущих значений ввода, которые хранятся в команде для запроса. Управление отображением последних введенных пользователем команд осуществляется системной переменной `INPUTHISTORYMODE`. Начальное значение `20`.

CMDNAMES – строковая переменная, предназначенная только для чтения, выводит английское имя действующей или прозрачной команды.

CMLEADERSTYLE – задание имени текущего стиля мультивыноски.

CMLJUST – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая тип расположения мультилинии. Значения переменной:

`0` – по верху (начальное значение);

`1` – по середине;

`2` – по низу.

CMLSCALE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая шириной мультилинии. Начальное значение `1.0000` (британские единицы) или `20.0000` (метрические единицы).

CMLSTYLE – строковая переменная, записываемая в рисунок, задающая текущее имя стиля мультилинии. Начальное значение `STANDARD`.

COMPASS – незаписываемая целая переменная, управляющая показом трехмерного компаса на текущем видовом экране. Значения переменной:

`0` – компас отключен (начальное значение);

`1` – компас включен.

CONSTRAINTBARDISPLAY – управление отображением панелей зависимостей после применения зависимостей и при выборе чертежей с геометрическими зависимостями.

CONSTRAINTBARMODE – управление отображением геометрических зависимостей на панелях зависимостей.

CONSTRAINTINFER – определяет, налагаются ли подразумеваемые геометрические зависимости при рисовании и редактировании геометрических объектов.

CONSTRAINTNAMEFORMAT – управление форматом текста в размерных зависимостях.

CONSTRAINTRELAX – указывает на то, активизированы или сняты зависимости во время редактирования объекта.

CONSTRAINTSOLVEMODE – управление поведением зависимостей при их применении или редактировании.

COORDS – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая режимом отображения координат в строке состояния. Значения переменной:

0 – координаты обновляются при указании точек;
1 – отслеживаются текущие абсолютные координаты курсора (начальное значение);
2 – отображаются динамически обновляемые абсолютные координаты; при запросах ввода расстояний и углов отображаются расстояние и угол, взятые относительно последней указанной точки.

COPYMODE – управляет автоматическим повтором команды **COPY**.

CPLOTSTYLE – строковая переменная, записываемая в рисунок, определяющая текущий стиль печати для вновь создаваемых объектов. Значения переменной:

BYLAYER;
BYBLOCK;
NORMAL;
USERDEFINED.

CPROFILE – строковая переменная, записываемая в реестр, предназначенная только для чтения, определяющая имя текущего профиля. Начальное значение Unnamed Profile.

CROSSINGAREACOLOR – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая цветом области выбора в процессе выбора секущей рамки. Допустимый диапазон значений от 1 до 255. При этом должна быть активизирована системная переменная SELECTIONAREA. Начальное значение переменной 3 (зеленый).

CSHADOW – целая переменная, записываемая в рисунок, задающая свойство отображения теней для трехмерного объекта. Для обеспечения видимости следует включить отображение теней в стиле отображения, применяемом к видовому экрану. Значения переменной:

0 – отображает отбрасываемую и принимаемую тень (начальное значение);
1 – отображает отбрасываемую тень;
2 – отображает принимаемую тень;
3 – игнорирует тени.

CTAB – строковая переменная, записываемая в рисунок, определяющая имя текущей вкладки в рисунке (модель или один из листов).

CTABLESTYLE – строковая переменная, записываемая в рисунок, определяющая имя текущего стиля таблиц. Начальное значение STANDARD.

CULLINGOBJ – управление возможностью выделения или выбора 3D-подобъектов, скрытых на виде.

CULLINGOBJSELECTION – управление возможностью выделения или выбора 3D-объектов, скрытых на виде.

CURSORSIZE – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая размер перекрестья в процентном отношении к размеру экрана. Допустимые значения находятся в интервале от 1 до 100. При значении 100 экран полностью перекрывается курсором. Начальное значение 5.

CVPORT – целая переменная, записываемая в рисунок, задающая номер-идентификатор текущего видового экрана. Начальное значение 2.

D

DATALINKNOTIFY – управление уведомлением об обновленных или отсутствующих связях с данными.

DATE – незаписываемая вещественная переменная, предназначенная только для чтения текущей даты и времени суток.

DBCSTATE – целая переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения индикатора активности Диспетчера связи с базами данных. Значения переменной:

`0` – диспетчер подключения к БД не отображается (начальное значение);

`1` – диспетчер подключения к БД отображается.

DBLCLKEDIT – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая действие по редактированию, выполняемое при двойном нажатии левой кнопки мыши в области чертежа. Значения переменной:

`0` – сигнал неактивен;

`1` – сигнал активен (начальное значение).

DBMOD – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, хранящая битовый код, определяющий состояние изменений в рисунке. Код является суммой следующих значений:

`1` – изменена база данных объектов;

`4` – изменена переменная базы данных;

`8` – изменено окно;

`16` – изменен вид;

`32` – изменено поле.

При сохранении чертежа AutoCAD сбрасывает значение переменной в `0`.

DCTCUST – строковая переменная, записываемая в реестр, определяющая путь и имя файла текущего вспомогательного орфографического словаря для проверки правописания.

DCTMAIN – строковая переменная, записываемая в реестр, определяющая имя файла текущего основного орфографического словаря. Значения переменных:

`enu` – английский (американский вариант);

`ena` – английский (австралийский вариант);

`ens` – английский (британский вариант, ise);

`enz` – английский (британский вариант, ize);

`ca` – каталонский;

`cs`– чешский;

`da` – датский;

`nl` – нидерландский (основной);

`nls` – нидерландский (вторичный);

`fi` – финский;

`fr` – французский (с недиакритическими прописными);

`fra` – французский (с диакритическими прописными);

`de` – немецкий (с эсцетом);

ded – немецкий (без эсцета);
it – итальянский;
no – норвежский (Bokmal);
non – норвежский (Nynorsk);
pt – португальский (Португалия);
ptb – португальский (Бразилия);
ru – русский (без символа e);
rui – русский (с символом e);
es – испанский (с недиакритическими прописными);
esa – испанский (с диакритическими прописными);
sv – шведский.

DEFAULTGIZMO – установка гизмо 3D-переноса, 3D-поворота или 3D-масштабирования в качестве принимаемого по умолчанию, когда выполняется выбор подобъектов.

DEFAULTLIGHTING – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая освещением по умолчанию в текущем видовом экране. Освещение по умолчанию обеспечивается набором удаленных источников света, которые светят в направлении вида. Значения переменной:

0 – освещение по умолчанию автоматически отключается, если включаются точечные источники света, прожекторы, удаленное освещение или солнечный свет;
1 – включено (начальное значение).

DEFAULTLIGHTINGTYPE – целая переменная, записываемая в рисунок, указывающая тип освещения по умолчанию. В программе AutoCAD 2006 и более ранних версиях использовался один удаленный источник света в качестве освещения по умолчанию. В новом освещении по умолчанию используются два удаленных источника света, что позволяет обеспечить лучшее освещение модели, а также регулировать рассеянный свет. Установка этой системной переменной зависит от видового экрана. Значения переменной:

0 – старый тип освещения по умолчанию;
1 – новый тип освещения по умолчанию (начальное значение).

DEFLPLSTYLE – строковая переменная, записываемая в реестр, определяющая текущий стиль печати для слоя 0.

DEFPLSTYLE – строковая переменная, записываемая в реестр, определяющая текущий стиль печати для новых объектов. Начальное значение ByLayer.

DELOBJ – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая сохранением или удалением геометрических объектов, использованных для создания трехмерных объектов Значения переменной:

0 – исходные объекты остаются в рисунке;
1 – исходные объекты удаляются(начальное значение);
2 – исходные объекты остаются в рисунке;
-1 – исходные объекты остаются в рисунке;
-2 – исходные объекты остаются в рисунке.

DEMANDLOAD – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая поведением AutoCAD при обнаружении в рисунке объектов, созданных во внешних приложениях. Значения переменной:

`0` – отключение подгрузки;

`1` – режим подгрузки стороннего приложения при открытии рисунка, который содержит объекты, созданные в этом приложении. Это значение не вызывает подгрузку приложения при вызове одной из определенных в нем команд;

`2` – режим подгрузки стороннего приложения при вызове одной из определенных в нем команд. Это значение не вызывает подгрузку приложения при открытии рисунка, в котором содержатся принадлежащие приложению объекты;

`3` – режим подгрузки стороннего приложения при открытии рисунка, который содержит объекты, созданные в этом приложении, или при вызове одной из определенных в нем команд (начальное значение).

DGNFRAME – определение отображения или печати контуров подложки DGN в текущем чертеже.

DGNIMPORTMAX – устанавливает максимальное число элементов, преобразуемых при импорте файла DGN.

DGNMAPPINGPATH – задание папки для файла dgnsetups.ini, в котором хранятся параметры соответствия DGN.

DGNOSNAP – определяет активность привязки объекта к геометрии в подложках DGN, прикрепленных к чертежу.

DIASTAT – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, определяющая способ выхода из последнего диалогового окна. Значения переменной:

`0` – кнопкой **Cancel**;

`1` – кнопкой **OK**.

DIGITIZER – определение дигитайзеров, подключенных к системе.

DIMADEC – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая точностью угловых размеров. Значение по умолчанию `0`. Значения переменной:

`-1` – число десятичных знаков в угловых размерах равно значению системной переменной `DIMDEC`;

`0-8` – число десятичных знаков в угловых размерах равно значению системной переменной `DIMADEC`.

DIMALT – переключаюшаяся переменная, записываемая в рисунок, управляющая альтернативными единицами в размерах. Значения переменной:

`OFF` – альтернативные единицы отключены (начальное значение);

`ON` – включены.

DIMALTD – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая точностью представления (задание числа знаков после запятой) альтернативных единиц в размерах. Начальное значение `2`.

DIMALTF – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая коэффициентом пересчета для альтернативных единиц в размерах. Начальное значение `25.4000`.

DIMALTRND – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая округление альтернативных единиц измерения. Начальное значение `0.00`.

DIMALTTD – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая количество десятичных знаков в значениях допусков для альтернативных размерных единиц. Начальное значение `2`.

DIMALTTZ – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая подавлением нулей в допусках создаваемых размеров. Значения переменной:

- `0` – нулевые значения удаляются и для футов, и для дюймов (начальное значение);
- `1` – нулевые значения не удаляются ни для футов, ни для дюймов;
- `2` – нулевые значения удаляются только для дюймов;
- `3` – нулевые значения удаляются только для футов;
- `4` – в десятичных размерах удаляются ведущие нули (например, `0.2000` становится `.2000`);
- `8` – в десятичных размерах удаляются замыкающие нули (например, `4.2000` становится `4.2`).

При установке нескольких режимов одновременно значения переменных суммируются.

DIMALTU – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая формат единиц для всех видов альтернативных размеров, за исключением угловых. При значениях переменной:

- `1` – научные;
- `2` – десятичные (начальное значение);
- `3` – технические;
- `4` – архитектурные (с горизонтальной чертой);
- `5` – дробные (с горизонтальной чертой);
- `6` – архитектурные;
- `7` – дробные;
- `8` – установленные в Windows.

DIMALTZ – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая подавлением нулей в альтернативных размерных единицах создаваемых размеров. Значения переменной:

- `0` – нулевые значения удаляются и для футов, и для дюймов (начальное значение);
- `1` – нулевые значения не удаляются ни для футов, ни для дюймов;
- `2` – нулевые значения удаляются только для дюймов;
- `3` – нулевые значения удаляются только для футов;
- `4` – в десятичных размерах удаляются ведущие нули (например, `0.2000` становится `.2000`);

8 – в десятичных размерах удаляются замыкающие нули (например, 4.2000 становится 4.2);

12 – в десятичных размерах удаляются и ведущие, и замыкающие нули (например, 0.2000 становится .2).

При установке нескольких режимов одновременно значения переменных суммируются.

DIMANNO – указывает, является ли текущий размерный стиль аннотативным.

DIMAPOST – строковая переменная, записываемая в рисунок, определяющая строку, которая присоединяется в конец любых размеров в альтернативных единицах измерения, за исключением угловых.

DIMARCSYM – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением символа дуги в размере длины дуги. Значения переменной:

0 – помещает символы длины дуги перед текстом размера (начальное значение);

1 – помещает символы длины дуги над текстом размера;

2 – запрещает отображение символов длины дуги.

DIMASSOC – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая ассоциативностью размерных объектов. Значения переменной:

0 – наносятся расчлененные размеры. Связь между элементами размера отсутствует. Составляющие размер отрезки, дуги, стрелки и текст строятся как отдельные объекты;

1 – наносятся неассоциативные размеры. Все составляющие размер элементы представляют собой единый объект. При перемещении определяющей точки размера его значение автоматически пересчитывается.

2 – наносятся ассоциативные размеры. Все составляющие размер элементы представляют собой единый объект. Кроме того, одна или несколько определяющих точек размера связаны с точками прикрепления на геометрических объектах. При перемещении точки прикрепления местоположение размера, его ориентация и значение автоматически обновляются (начальное значение).

DIMASZ – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая величинами стрелок на концах размерной линии и выноски. Начальное значение: 0.1800.

DIMATFIT – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая размещением размерного текста и стрелок, если для того и другого одновременно недостаточно места между выносными линиями. Значения переменной:

0 – и текст, и стрелки размещаются за пределами выносных линий;

1 – вначале премещаются стрелки, затем текст;

2 – вначале перемещается текст, затем стрелки;

3 – размещение выполняется автоматически и оптимально (начальное значение).

DIMAUNIT – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая формат единиц измерения для угловых размеров. Значения переменной:

0 – десятичные градусы (начальное значение);
1 – градусы/минуты/секунды;
2 – грады;
3 – радианы.

DIMAZIN – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая режим подавления нулей в размерном числе угловых размеров. Значения переменной:

0 – отображаются все ведущие и замыкающие нули (начальное значение);
1 – в десятичных размерах удаляются ведущие нули (например, 0.2000 становится .2000);
2 – в десятичных размерах удаляются замыкающие нули (например, 4.2000 становится 4.2);
3 – в десятичных размерах удаляются и ведущие, и замыкающие нули (например, 0.2000 становится .2).

DIMBLK – строковая переменная, записываемая в рисунок, определяющая блок, используемый для стрелок на концах размерных линий и выносок. Значения переменной:

DOT – точка;
DOTSMALL – малая точка;
DOTBLANK – контурная точка;
ORIGIN – указатель начала;
ORIGIN2 – указатель начала 2;
OPEN – разомкнутая;
OPEN90 – прямой угол;
OPEN30 – разомкнутая 30;
CLOSED – замкнутая;
SMALL – контурная малая точка;
NONE – нет;
OBLIQUE – засечка;
BOXFILLED – заполненный прямоугольник;
BOXBLANK – прямоугольник;
CLOSEDBLANK – пустая замкнутая;
DATUMFILLED – заполненный треугольник;
DATUMBLANK – треугольник;
INTEGRAL – интеграл;
ARCHTICK – двойная засечка.

DIMBLK1 – строковая переменная, записываемая в рисунок, определяющая стрелкау на первом конце размерной линии (при включенной переменной DIMSAH).

DIMBLK2 – строковая переменная, записываемая в рисунок, определяющая стрелкау на втором конце размерной линии (при включенной переменной DIMSAH).

DIMCEN – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая нанесением маркеров центра и центровых линий кругов и дуг в командах **DIMCENTER**, **DIMDIAMETER** и **DIMRADIUS**. Начальное значение 0.0900. Значения переменной:

0 – не строятся ни маркеры центра, ни осевые линии;
<0 – строятся осевые линии;
>0 – строятся маркеры центра.

DIMCLRD – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая цвет размерных линий, стрелок и выносных линий. Начальное значение 0.

DIMCLRE – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая цвет выносных линий размеров. Начальное значение 0.

DIMCLRT – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая цвет размерного текста. Начальное значение 0.

DIMCONSTRAINTICON – отображение значка блокировки размерных зависимостей рядом с текстом.

DIMDEC – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая количество десятичных знаков для основных размерных единиц. Начальное значение 4.

DIMDLE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая величину, на которую размерная линия будет выступать за выносную линию при использовании засечек в качестве стрелок. Начальное значение 0.0000.

DIMDLI – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая расстоянием между соседними размерными линиями в базовых размерах. Начальное значение 0.3800.

DIMDSEP – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая верхнее предельное отклонение или наибольший предельный размер (при включенных переменных DIMTOL или DIMLIM). Начальное значение 0.0000.

DIMEXE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая расстояние, на которое выносная линия должна выступать за размерную линию. Начальное значение 0.1800.

DIMEXO – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая величину смещения выносных линий относительно заданных начальных точек. Начальное значение 0.0625.

DIMFRAC – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая формат дробей в случаях, когда DIMLUNIT имеет значение 4 (архитектурные) или 5 (дробные). Значения переменной:

0 – горизонтальная черта (начальное значение);
1 – диагональная черта;
2 – на одном уровне.

DIMFXL – вещественная переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая общую длину выносных линий от размерной линии до исходной точки размера. Длина устанавливается в единицах чертежа. Начальное значение 1.0000.

DIMFXLON – переключающаяся переменная, записываемая в рисунок, управляющая установкой фиксированной длины выносных линий. Если значением этой переменной является ON, то длина выносных линий устанавливается равной длине, заданной в переменной DIMFXL.

DIMGAP – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая расстояние, оставляемое пустым при нанесении размерного текста в разрыве размерной линии. Начальное значение `0.0900`.

DIMJOGANG – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая угол поперечного сегмента размерной линии в ломаной линии размера радиуса. Ломаные линии размеров радиуса строятся в случаях, когда центр расположен за пределами страницы. Начальное значение `45` (`90` в метрических размерах).

DIMJUST – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая положением размерного текста по горизонтали. Значения переменной:

- `0` – вдоль размерной линии, центрированной между выносными (начальное значение);
- `1` – у первой выносной линии;
- `2` – у второй выносной линии;
- `3` – вдоль первой выносной линии;
- `4` – вдоль второй выносной линии.

DIMLDRBLK – строковая переменная, записываемая в рисунок, определяющая тип стрелки на конце линии-выноски. Полный список стрелок приведен в описании переменной `DIMBLK`.

DIMLFAC – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая коэффициент масштабирования для линейных размеров. Начальное значение `1.0000`.

DIMLIM – переключающаяся переменная, записываемая в рисунок, управляющая генерацией размерного текста в формате `Limits`. Значения переменной:

- `OFF` – размерный текст не генерируется в формате `Limits` (начальное значение);
- `ON` – размерный текст генерируется в формате `Limits`.

DIMLTEX1 – строковая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая тип первой выносной линии. Значением переменной могут быть `BYLAYER`, `BYBLOCK` или имя типа линии.

DIMLTEX2 – строковая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая тип второй выносной линии. Значением переменной могут быть `BYLAYER`, `BYBLOCK` или имя типа линии.

DIMLTYPE – строковая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая тип размерной линии. Значением переменной могут быть `BYLAYER`, `BYBLOCK` или имя типа линии.

DIMLUNIT – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая форматом единиц для всех видов размеров, кроме угловых. Значения переменной:

- `1` – научные;
- `2` – десятичные (начальное значение);
- `3` – инженерные;
- `4` – архитектурные (с горизонтальной чертой);
- `5` – дробные (с горизонтальной чертой);
- `6` – установленные в Windows.

DIMLWD – значение из стандартного списка, записываемое в рисунок, определяющее вес (толщину) размерных линий. Значения переменной:

-3 – обычный (значение LWDEFAULT)

-2 – BYLAYER (начальное значение);

-1 – BYBLOCK;

либо целые числа, представляющие количество сотых долей миллиметра.

DIMLWE – значение из стандартного списка, записываемое в рисунок, определяющее вес (толщину) выносных линий. Значения переменной:

-3 – обычный (значение LWDEFAULT)

-2 – BYLAYER (начальное значение);

-1 – BYBLOCK;

либо целые числа, представляющие количество сотых долей миллиметра.

DIMPOST – строковая переменная, записываемая в рисунок, определяющая строку, которая присоединяется в начало или конец (или в начало и конец) размеров.

DIMRND – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая точность округления всех линейных размеров. Начальное значение 0.0000.

DIMSAH – переключаемая переменная, записываемая в рисунок, управляющая использованием блоков нестандартных окончаний размерных линий. Значения переменной:

OFF – используются блоки стрелок, заданные в переменной DIMBLK (начальное значение);

ON – используются блоки стрелок, заданные в переменных DIMBLK1 и DIMBLK2.

DIMSCALE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая глобальный коэффициент масштабирования, применяемый ко всем размерным блокам, которые выражают протяженность объектов, расстояния и смещения, а также выноскам. Начальное значение 1.0000. Значения переменной:

0.0 – приемлемое значение по умолчанию вычисляется путем масштабирования между текущими видовыми экранами пространства модели и пространством листа. Если пространство листа не используется, коэффициент равен 1.0;

>0 – вычисляется коэффициент масштабирования, который направляет размеры текста, размеры стрелок и другие масштабируемые величины на печать с их номинальными значениями.

DIMSD1 – переключаемая переменная, записываемая в рисунок, во включенном состоянии подавляющая первую размерную линию. Начальное значение OFF.

DIMSD2 – переключаемая переменная, записываемая в рисунок, во включенном состоянии подавляющая вторую размерную линию. Начальное значение OFF.

DIMSE1 – переключаемая переменная, записываемая в рисунок, во включенном состоянии подавляющая первую выносную линию. Начальное значение OFF.

DIMSE2 – переключаемая переменная, записываемая в рисунок, во включенном состоянии подавляющая вторую выносную линию. Начальное значение OFF.

DIMSOXD – переключаемая переменная, записываемая в рисунок, во включенном состоянии подавляющая отображение стрелок при отсутствии достаточного пространства между выносными линиями. Значения переменной:

OFF – стрелки не подавляются (начальное значение);

ON – стрелки подавляются;

DIMSTYLE – строковая переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, хранящая имя текущего размерного стиля. Начальное значение STANDARD.

DIMTAD – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая вертикальным расположением текста относительно размерной линии. Значения переменной:

0 – текст располагается по центру между двумя выносными линиями;

1 – текст располагается над размерной линией;

2 – текст размещается рядом с размерной линией со стороны, наиболее удаленной от определяющих точек;

3 – текст размещается согласно требованиям промышленных стандартов Японии (Japanese Industrial Standarts, JIS).

DIMTDEC – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая количество десятичных знаков для значений допусков в основных единицах. Начальное значение 4.

DIMTFAC – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая коэффициент масштабирования для расчета высоты текста дробных частей размеров и допусков относительно высоты размерного текста, заданной в переменной DIMTXT. Начальное значение 1.0000.

DIMTFILL – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая фоном размерного текста. Значения переменной:

0 – фон отсутствует (начальное значение);

1 – цвет фона чертежа;

2 – фон, заданный переменной DIMTFILLCLR.

DIMTFILLCLR – целая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая цветом фона текста в размерах. Номера цветов отображаются в диалоговом окне выбора цвета. Начальное значение 0.

DIMTIH – переключаемая переменная, записываемая в рисунок, управляющая ориентацией размерного текста для всех типов размеров, кроме ординатных, если текст вписывается между выносными линиями. Значения переменной:

OFF – текст размещается вдоль размерной линии;

ON – текст размещается горизонтально (начальное значение).

DIMTIX – переключаемая переменная, записываемая в рисунок, управляющая размещением размерного текста между выносными линиями. Значения переменной:

OFF – в линейных и угловых размерах текст создается между выносными линиями при наличии места (начальное значение);

ON – размерный текст всегда наносится между выносными линиями, даже если обычно он размещается вне их.

DIMTM – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая нижнее предельное отклонение или наименьший предельный размер, если DIMTOL или DIMLIM включены. Если значения переменных DIMTM и DIMTP различны, верхнее отклонение размещается над нижним. Начальное значение 0.0000.

DIMTMOVE – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая правила перемещения размерного текста. Значения переменной:

- 0 – размерный текст перемещается вместе с размерной линией (начальное значение);
- 1 – к перемещенному размерному тексту строится выноска;
- 2 – размерный текст перемещается свободно.

DIMTOFL – переключаемая переменная, записываемая в рисунок, управляющая построением размерной линии между выносными линиями, даже если текст размещается вне линий. Значения переменной:

- OFF – размерная линия не рисуется между образмеренными точками, если размерные стрелки размещаются вне этих точек (начальное значение);
- ON – размерная линия рисуется между образмеренными точками, даже если размерные стрелки размещаются вне этих точек.

DIMTOH – переключаемая переменная, записываемая в рисунок, управляющая положением размерного текста за выносными линиями. Значения переменной:

- OFF – текст размещается вдоль размерной линии (начальное значение);
- ON – текст размещается горизонтально.

DIMTOL – переключаемая переменная, записываемая в рисунок, управляющая добавлением предельного отклонения в конец размерного текста. Начальное значение OFF.

DIMTOLJ – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая выравниванием вертикального отклонения относительно размерного текста номинала. Значения переменной:

- 0 – по низу;
- 1 – по середине (начальное значение);
- 2 – по верху.

DIMTP – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая верхнее предельное отклонение или наибольший предельный размер, если DIMTOL или DIMLIM включены. Начальное значение 0.0000.

DIMTSZ – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая размер засечки, которая наносится вместо стрелки в линейных размерах, радиусах и диаметрах. Начальное значение 0.0000. Значения переменной:

- 0 – рисуются стрелки;
- >0 – вместо стрелок рисуются засечки. Величина засечки определяется произведением значений DIMTSZ и DIMSCALE.

DIMTVP – вещественная переменная, записываемая в рисунок, регулирующая вертикальное положение размерного текста над или под размерной линией. При значении, меньшем 0.7, размерная линия разрывается. Начальное значение 0.0000.

DIMTXSTY – строковая переменная, записываемая в рисунок, определяющая текстовый стиль для размера. Начальное значение `STANDARD`.

DIMTXT – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая высоту размерного текста, если он не имеет фиксированную высоту. Начальное значение `0.1800`.

DIMTXTDIRECTION – указывает направление чтения размерного текста.

DIMTZIN – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая удалением нулей в допусках линейных размеров. Значения переменной:

- `0` – нулевые значения подавляются и для футов, и для дюймов (начальное значение);
- `1` – нулевые значения не подавляются ни для футов, ни для дюймов;
- `2` – нулевые значения подавляются только для дюймов;
- `3` – нулевые значения подавляются только для футов;
- `4` – в десятичных размерах подавляются ведущие нули (например, `0.2000` становится `.2000`);
- `8` – в десятичных размерах подавляются замыкающие нули (например, `4.2000` становится `4.2`);
- `12` – в десятичных размерах подавляются и ведущие, и замыкающие нули (например, `0.2000` становится `.2`).

При установке нескольких режимов одновременно значения переменных суммируются.

DIMUPT – переключающаяся переменная, записываемая в рисунок, управляющая действием курсора при пользовательском расположении текста. Значения переменной:

- `OFF` – курсор задает только положение размерной линии (начальное значение);
- `ON` – курсор задает и положение текста, и положение размерной линии.

DIMZIN – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая удалением нулей в размерном тексте основных единиц измерения. Значения переменной:

- `0` – нулевые значения удаляются и для футов, и для дюймов (начальное значение);
- `1` – нулевые значения не удаляются ни для футов, ни для дюймов;
- `2` – нулевые значения удаляются только для дюймов;
- `3` – нулевые значения удаляются только для футов;
- `4` – в десятичных размерах удаляются ведущие нули (например, `0.2000` становится `.2000`);
- `8` – в десятичных размерах удаляются замыкающие нули (например, `4.2000` становится `4.2`);
- `12` – в десятичных размерах удаляются и ведущие, и замыкающие нули (например, `0.2000` становится `.2`).

При установке нескольких режимов одновременно значения переменных суммируются.

DISPSILH – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая показом кромок силуэта твердотельных объектов в каркасном представлении. Значения переменных:

`0` – линия силуэта не отображается (начальное значение);

`1` – линия силуэта отображается.

DISTANCE – незаписываемая вещественная переменная, предназначенная только для чтения, хранящая последнее значение расстояния, вычисленное командой `DIST`.

DIVMESHBOXHEIGHT – устанавливает количество делений для высоты сети-ящика по оси Z.

DIVMESHBOXLENGTH – устанавливает количество делений для длины сети-ящика по оси X.

DIVMESHBOXWIDTH – устанавливает количество делений для ширины сети-ящика по оси Y.

DIVMESHCONEAXIS – устанавливает количество делений по периметру основания сети-конуса.

DIVMESHCONEBASE – устанавливает количество делений между периметром и центральной точкой основания сети-конуса.

DIVMESHCONEHEIGHT – устанавливает количество делений между основанием и точкой или вершиной сети-конуса.

DIVMESHCYLAXIS – устанавливает количество делений по периметру основания сети-цилиндра.

DIVMESHCYLBASE – устанавливает количество радиальных делений от центра основания сети-цилиндра до его периметра.

DIVMESHCYLHEIGHT – устанавливает количество делений между основанием и вершиной сети-цилиндра.

DIVMESHPYRBASE – устанавливает количество радиальных делений между центром основания сети-пирамиды и его периметром.

DIVMESHPYRHEIGHT – устанавливает количество делений между основанием и вершиной сети-пирамиды.

DIVMESHPYRLENGTH – устанавливает количество делений для каждого из размеров основания сети-пирамиды.

DIVMESHSPHEREAXIS – устанавливает количество радиальных делений вокруг конечной точки оси сети-шара.

DIVMESHSPHEREHEIGHT – устанавливает количество делений между двумя конечными точками оси сети-шара.

DIVMESHTORUSPATH – устанавливает количество делений на траектории, образованной сдвигом профиля сети-тора.

DIVMESHTORUSSECTION – устанавливает количество делений в профиле, в результате сдвига которого образуется траектория сети-тора.

DIVMESHWEDGEBASE – устанавливает количество делений между средней точкой периметра треугольного размера сети-клина.

DIVMESHWEDGEHEIGHT – устанавливает количество делений для высоты сети-клина по оси Z.

DIVMESHWEDGELENGTH – устанавливает количество делений для длины сетиклина по оси X.
DIVMESHWEDGESLOPE – устанавливает количество делений уклона, образуемого соединением вершины клина с кромкой его основания.
DIVMESHWEDGEWIDTH – устанавливает количество делений для ширины сетиклина по оси Y.
DONUTID – незаписываемая вещественная переменная, хранящая текущее значение внутреннего диаметра кольца по умолчанию. Начальное значение `0.5000`.
DONUTOD – незаписываемая вещественная переменная, хранящая текущее значение внешнего диаметра кольца по умолчанию. Значение должно быть ненулевым. Начальное значение `1.0000`.
DRAGMODE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая отображением объектов при перетаскивании. Значения переменной:

- `0` – объекты не отображаются;
- `1` – объекты отображаются при вводе ключа `Drag` (следить) в командной строке (после выбора объекта);
- `2` – контуры перетаскиваемых объектов отображаются всегда (начальное значение).

DRAGP1 – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая частотой регенерации объекта при отслеживании. Начальное значение `10`.
DRAGP2 – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая частотой регенерации объекта при быстром отслеживании. Начальное значение `25`.
DRAGVS – строковая переменная, записываемая в чертеж, устанавливающая визуальный стиль при создании трехмерный твердотельных примитивов и выдавленных тел и поверхностей.
DRAWORDERCTL – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая работой функции, устанавливающей порядок следования объектов. Значения переменной:

- `0` – отключение стандартного отображения объектов с порядком следования: после редактирования объектов они видимы всегда, независимо от их порядка следования, до завершения регенерации рисунка или до повторного открытия рисунка. Также отключает наследование порядка следования: новым объектам, созданным из объектов с порядком следования, не назначается порядок следования первоначально выбранного первым объекта;
- `1` – включение стандартного отображения объектов с порядком следования: после редактирования объектов они отображаются автоматически в соответствии с правильным порядком следования;
- `2` – включение наследования порядка следования: новым объектам, созданным из объектов с порядком следования, назначается порядок следования первоначально выбранного первым объекта;
- `3` – все возможности функции порядка следования. Включение правильного отображения объектов с порядком следования, а также наследования порядка следования (начальное значение).

DRSTATE – незаписываемая целая переменная, определяющая, активно ли диалоговое окно восстановления чертежа. Значения переменной:

0 – диалоговое окно восстановления чертежа не активно;

1 – диалоговое окно восстановления чертежа активно.

DTEXTED – целая переменная, записываемая в реестр, задающая интерфейс пользователя, выводимый на экран для редактирования однострочного текста. Значения переменной:

0 – выводит на экран текстовый редактор, используемый в месте редактирования;

1 – выводит на экран текстовую подсказку создания текста и позволяет указать любое место на чертеже для создания нового текстового блока. А также выводит на экран диалоговое окно правки текста для его изменения;

2 – диалоговое окно восстановления чертежа активно (начальное значение).

DWFFRAME – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая видимость контура подложки DWF. Значения переменной:

0 – контур подложки DWF не видим и не печатается;

1 – контур подложки DWF отображается и может быть напечатан;

2 – контур подложки DWF отображается, но не печатается (начальное значение).

DWFOSNAP – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая активность привязки объекта для геометрии в подложках DWF, прикрепленных к чертежу. Значения переменной:

0 – привязка объекта запрещена для геометрии во всех вложениях подложки DWF чертежа;

1 – привязка объекта разрешена для геометрии во всех вложениях подложки DWF чертежа (начальное значение).

DWGCHECK – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая проверкой рисунков на корректность при их открытии. Значения переменной:

0 – если в рисунке, который предстоит открыть, содержатся ошибки, перед открытием выводится предупреждение об этом (начальное значение);

1 – если в рисунке, который предстоит открыть, содержатся ошибки, или он был сохранен в другом приложении (не в AutoCAD или AutoCAD LT), перед открытием выводится предупреждение об этом;

2 – если в рисунке, который предстоит открыть, содержатся ошибки, выводится предупреждение об этом в командной строке;

3 – если в рисунке, который предстоит открыть, содержатся ошибки, выводится предупреждение об этом в командной строке. Если в открываемом рисунке содержатся ошибки или он был сохранен в приложении, отличном от AutoCAD или AutoCAD LT, выводится предупреждение.

DWGCODEPAGE – строковая переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, хранящая то же значение, что и SYSCODEPAGE (для целей совместимости).

DWGNAME – незаписываемая строковая переменная, предназначенная только для чтения, хранящая имя рисунка, введенного пользователем. Начальное значение `Drawing.dwg`.

DWGPREFIX – незаписываемая строковая переменная, предназначенная только для чтения, хранящая путь к рисунку (диск и папка).

DWGTITLED – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, указывающая, присвоено ли текущему рисунку имя. Значения переменной:

`0` – имя не присвоено;
`1` – имя присвоено.

DXEVAL – задает условия сравнения таблиц извлечения данных с источником данных и, если данные устарели, отображает уведомление о необходимости обновления.

DYNCONSTRAINTMODE – отображение скрытых размерных зависимостей при выборе объектов с наложенными зависимостями.

DYNDIGRIP – битовый код, записываемый в реестр, управляющий отображением динамических размеров во время растягивания ручками. Системной переменной `DYNDIVIS` необходимо присвоить значение `2`, которое отображает все динамические размеры. Значения переменной:

`0` – нет;
`1` – результирующий размер;
`2` – размер изменения длины;
`4` – размер абсолютного угла;
`8` – размер изменения угла;
`16` – размер радиуса дуги.

Начальное значение переменной `31`.

DYNDIVIS – целая переменная, записываемая в пользовательские настройки, управляющая отображением количества динамических размеров во время растягивания ручками. Значения переменной:

`0` – только первый динамический размер в циклической последовательности;
`1` – только первые два размера в циклической последовательности (начальное значение);
`2` – все динамические размеры, определяемые системной переменной `DYNDIGRIP`.

DYNMODE – целая переменная, записываемая в пользовательские настройки, включающая и отключающая функции динамического ввода. Когда все функции включены, контекст управляет отображением. Значения переменной:

`0` – все функции динамического ввода, в том числе динамические подсказки, отключены;
`1` – ввод указателя включен;
`2` – размерный ввод включен;
`3` – ввод указателя и размерный ввод включены (начальное значение).

DYNPICOORDS – переключаемая переменная, записываемая в пользовательские настройки, контролирующая, используются ли для ввода с помощью мыши абсолютные или относительные координаты. Значения переменной:

0 – относительные (начальное значение);

1 – абсолютные.

DYNPIFORMAT – переключаемая переменная, записываемая в пользовательские настройки, контролирующая, используется ли для ввода с помощью мыши формат полярных или декартовых координат. Этот параметр применяется только для второй или следующей точки. Значения переменной:

0 – полярные (начальное значение);

1 – декартовы.

DYNPIVIS – целая переменная, записываемая в пользовательские настройки, управляющая отображением ввода с помощью мыши. Значения переменной:

0 – только при вводе в запросе точки;

1 – автоматически в запросе точки (начальное значение);

2 – всегда.

DYNPROMPT – целая переменная, записываемая в пользовательские настройки, управляющая отображением подсказок динамического ввода. Значения переменной:

0 – отключено;

1 – включено (начальное значение).

DYNTOOLTIPS – переключаемая переменная, записываемая в пользовательские настройки, управляющая выбором подсказок, на которые влияют параметры внешнего вида подсказок. Значения переменной:

0 – только поля значений динамического ввода;

1 – все подсказки на чертеже (начальное значение).

E

EDGEMODE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая режимом определения режущих и граничных кромок для команд **TRIM** и **EXTEND**. Значения переменной:

0 – выбранная кромка используется в своих текущих границах (начальное значение);

1 – объект удлиняется или обрезается до точки пересечения с воображаемым продолжением режущего или граничного объекта.

ELEVATION – вещественная переменная, записываемая в рисунок отдельно по видовым экранам, определяющая действующее значение уровня (относительно текущей ПСК) текущего видового экрана в текущем пространстве. Начальное значение 0.0000.

ENTERPRISEMENU – строковая переменная, записываемая в реестр, сохраняющая, включая путь, имя файла MNU, если оно определено.

ERRNO – отображает номер соответствующего кода ошибки, когда вызов функции AutoLISP приводит к ошибке, выявленной AutoCAD.

ERRNO – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, содержащая номер ошибки, сформированный AutoCAD при обнаружении некорректного завершения AutoLISP-функции. Начальное значение 0.

ERSTATE – незаписываемая целая переменная, определяющая активность палитры внешних ссылок. Значения переменной:

- 0 – не активна;
- 1 – активна.

EXPERT – незаписываемая целая переменная, управляющая отображением запросов командной строки. Значения переменной:

- 0 – все запросы отображаются обычным образом (начальное значение);
- 1 – подавляются запросы о регенерации и выключении текущего слоя;
- 2 – подавляются в дополнение к вышеперечисленным запросы о переопределении блока и записи рисунка поверх другого с тем же именем;
- 3 – подавляются в дополнение к вышеперечисленным запросы о повторной загрузке или записи в файл определения типа линии поверх другого с тем же именем;
- 4 – подавляются в дополнение к вышеперечисленным запросы о переопределении с используемыми именами ПСК и видовых экранов;
- 5 – подавляются в дополнение к вышеперечисленным запросы о переопределении с используемыми именами размерных стилей.

EXPORTEPLOTFORMAT – установка принимаемого по умолчанию типа файла, выводимого в электронном виде: PDF, DWF или DWFx.

EXPORTMODELSPACE – определение части чертежа, подлежащей экспорту из пространства модели в файл DWF, DWFx или PDF.

EXPORTPAPERSPACE – определение части чертежа, подлежащей экспорту из пространства листа в файл DWF, DWFx или PDF.

EXPORTPAGESETUP – определение того, должен ли экспорт в файл DWF, DWFx или PDF производиться с текущими настройками листа.

EXPLMODE – незаписываемая целая переменная, управляющая обработкой блоков с разными масштабами вставки в команде **EXPLODE**. Значения переменной:

- 0 – блоки не расчленяются;
- 1 – блоки расчленяются (начальное значение);

EXTMAX – трехмерная точка, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, определяющая координаты верхней правой границы рабочей области рисунка.

EXTMIN – трехмерная точка, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, определяющая координаты левой нижней границы рабочей области рисунка.

EXTNAMES – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая формат имен элементов символьных таблиц (типов линий, слоев и др.). Значения переменной:

0 – использует параметры AutoCAD Release 14, которые ограничивают длину имен до 31 символа. В них могут входить буквы от A до Z, цифры от 0 до 9 и некоторые специальные символы – знак доллара $, подчеркивание _ и дефис –;
1 – по соглашениям AutoCAD 2000 и более поздних версий. Имена могут содержать до 255 символов. В них могут входить буквы от A до Z, цифры от 0 до 9, пробелы и специальные символы, не используемые Microsoft® Windows® и AutoCAD в других целях (начальное значение).

F

FACETERDEVNORMAL – установка максимального угла между нормалью к поверхности и смежными гранями сети.
FACETERDEVSURFACE – установка степени сохранения первоначальной формы тела или поверхности в преобразованном объекте-сети.
FACETERGRIDRATIO – установка максимального соотношения размеров для делений сети, создаваемых для преобразуемых в сеть тел и поверхностей.
FACETERMAXEDGELENGTH – установка максимальной длины кромок для объектов-сетей, создаваемых в результате преобразования из тел и поверхностей.
FACETERMAXGRID – установка максимального количества линий сетки *U* и *V* для преобразуемых в сеть тел и поверхностей.
FACETERMESHTYPE – установка типа создаваемой сетки.
FACETERMINUGRID – установка минимального количества линий сетки *U* для преобразуемых в сеть тел и поверхностей.
FACETERMINVGRID – установка минимального количества линий сетки *V* для преобразуемых в сеть тел и поверхностей.
FACETERPRIMITIVEMODE – указание источника вывода настроек сглаживания для преобразуемых в сеть объектов: выводятся они из диалогового окна параметров тесселяции сети или из диалогового окна параметров сетевых примитивов.
FACETERSMOOTHLEV – установка степени сглаживания, принимаемого по умолчанию для объектов, преобразуемых в сеть.
FACETRATIO – незаписываемая целая переменная, управляющая плотностью сетевого представления цилиндрических и конических тел. Значение 1 увеличивает плотность сетки и улучшает качество тонирования. Значения переменной:

0 – создание для цилиндрических и конических тел сетки размером N на 1 (начальное значение);
1 – создание для цилиндрических и конических тел сетки размером N на M.

FACETRES – вещественная переменная, записываемая в рисунок, регулирующая гладкости раскрашенных и тонированных твердотельных трехмерных объектов, а также объектов с подавленными скрытыми линиями: диапазон допустимых значений переменной от 0.01 до 10.0. Начальное значение 0.5.
FIELDDISPLAY – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением полей на сером фоне. На печать фон не выводится. Значения переменной:

0 – поля отображаются без фона;
1 – поля отображаются на сером фоне (начальное значение).

FIELDEVAL – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая режимом обновления полей. Начальное значение 31. Значение задается битовым кодом, который является суммой следующих значений:

0 – не обновляются;
1 – обновляются при открытии;
2 – обновляются при сохранении;
4 – обновляются при печати;
8 – обновляются при вызове команды **ETRANSMIT**;
16 – обновляются при регенерации.

FILEDIA – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая использованием диалоговых окон навигации к файлу. Значения переменной:

0 – диалоговые окна не отображаются. Тем не менее возможность принудительного вызова окна сохраняется; для этого нужно ввести тильду ~ в ответ на запрос в командной строке. То же справедливо для функций AutoLISP и ADS;
1 – диалоговые окна отображаются. Однако, если активен пакетный файл или программа AutoLISP/ObjectARXTM, AutoCAD выводит запрос в командной строке (начальное значение).

FILLETRAD – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая значением текущего радиуса сопряжения. Начальное значение 0.0000.

FILLETRAD3D – хранение текущего значения радиуса сопряжения для трехмерных объектов.

FILLMODE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая закраской штриховок (заливок), фигур и полилиний ненулевой ширины. Значения переменной:

0 – объекты не закрашиваются;
1 – объекты закрашиваются (начальное значение).

FONTALT – строковая переменная, записываемая в реестр, установливающая альтернативный шрифт, используемый в случае, если не найден указанный шрифт. Начальное значение simplex.shx.

FONTMAP – строковая переменная, записываемая в реестр, представляющая файл, описывающий подстановку шрифтов. Хранит имя текущей таблицы соответствия шрифтов.

FRAME – включение и выключение отображения рамок для всех внешних ссылок, изображений и подложек DWF, DWFx, PDF и DGN.

FRONTZ – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая смещение передней секущей плоскости для текущего видового экрана в единицах рисунка.

FULLOPEN – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, содержащая индикатор частичного открытия текущего рисунка. Значения переменной:

0 – рисунок открыт частично;
1 – рисунок открыт полностью.

FULLPLOTPATH – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая, отправлен ли весь файл чертежа в буфер печати. Значения переменной:
0 – отправляет только имя файла чертежа;
1 – отправляет весь файл чертежа (начальное значение).

G

GEOLATLONGFORMAT – управление форматом значений широты и долготы в диалоговом окне географического положения **Geographic Location** и в строке состояния координат в географическом режиме.
GEOMARKERVISIBILITY – управление отображением географических маркеров.
GFANG – задание угла градиентной заливки.
GFCLR1 – задание цвета для одноцветной градиентной заливки или первого цвета для двухцветной градиентной заливки.
GFCLR2 – задание второго цвета для двухцветной градиентной заливки.
GFCLRLUM – управление уровнем тона или оттенка в одноцветной градиентной заливке.
GFCLRSTATE – задание количества цветов градиентной заливки: один или два.
GFNAME – задание узора градиентной заливки.
GFSHIFT – указывает, выровнен ли узор градиентной заливки по центру или смещен влево и вверх.
GLOBALOPACITY – управление уровнем прозрачности всех палитр.
GRIDDISPLAY – битовый код, записываемый в рисунок, управляющий режимом работы дисплея и лимитами отображения сетки. Начальное значение 3. Параметр хранится в виде битового кода, использующего сумму следующих значений:
0 – ограничивает отображение сетки зоной, заданной командой **LIMITS**;
1 – не ограничивает отображение сетки зоной, заданной командой **LIMITS**;
2 – включает отображение адаптивной сетки, которая ограничивает плотность сетки при уменьшении масштаба изображения;
4 – если задано отображение адаптивной сетки, то при увеличении масштаба изображения генерируются дополнительные более плотно расположенные линии сетки пропорционально интервалам основных линий сетки;
8 – изменяет плоскость сетки в соответствии с плоскостью *XY* динамической ПСК.

GRIDMAJOR – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая частотой основных линий сетки по сравнению с второстепенными линиями. Допустимый диапазон значений от 1 до 100. Начальное значение 5.
GRIDMODE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая включением и отключением видимости экранной сетки. Значения переменной:
0 – отображение сетки отключено (начальное значение);
1 – отображение сетки включено.

GRIDSTYLE – определяет стиль отображаемых ручек для пространства двухмерной модели, редактора блоков, двухмерного параллельного проецирования, трехмерного перспективного проецирования и вкладок листов.

GRIDUNIT – двухмерная точка, записываемая в рисунок, определяющая размер ячейки сетки на текущем видовом экране по *X* и *Y*. Начальное значение: `0.5000`, `0.5000` (британские единицы) или `10,10` (метрические единицы).

GRIPBLOCK – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая ручками внутри блоков. Значения переменной:

`0` – устанавливается только одна ручка (в точке вставки блока) (начальное значение);

`1` – ручки устанавливаются на всех объектах в блоке.

GRIPCOLOR – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая цвет невыбранных ручек. Допустимый диапазон значений от `1` до `255`. Начальное значение `160`.

GRIPCONTOUR – определяет цвет контура ручки.

GRIPDYNCOLOR – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая цветом специальных ручек для динамических блоков. Допустимый диапазон значений от `1` до `255`. Начальное значение `140`.

GRIPHOT – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая цвет выбранных ручек. Допустимый диапазон значений от `1` до `255`. Начальное значение `1`.

GRIPHOVER – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая цвет заполнения невыбранных ручек при прохождении курсора над ними. Допустимый диапазон значений от `1` до `255`. Начальное значение `3`.

GRIPMULTIFUNCTIONAL – указывает способы доступа к многофункциональным ручкам.

GRIPOBJLIMIT – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая режим подавления ручек в случае, если исходный набор содержит больше объектов, чем задано. Допустимый диапазон значений от `1` до `32767`. Начальное значение `100`.

GRIPS – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая показом ручек при растягивании, перемещении, повороте, масштабировании и зеркальном отображении объектов. Значения переменной:

`0` – ручки отключены;

`1` – ручки включены (начальное значение).

GRIPSIZE – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая размер квадрата, изображающего ручку (в пикселах). Допустимый диапазон значений переменной от `1` до `255`. Начальное значение `5`.

GRIPSUBOBJMODE – определяет, активизируются ли автоматически ручки при выборе подчиненных объектов.

GRIPTIPS – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая Режим отображения подсказок к ручкам, когда курсор останавливается на снабженных подсказками ручках из сторонних объектов. Значения переменной:

`0` – отображение подсказок для ручек отключено;

`1` – отображение подсказок для ручек включено (начальное значение).

GTAUTO – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая автоматическим отображением инструментов ручки при выборе объектов перед запуском команды в видовом экране, которому задан трехмерный стиль отображения. Значения переменной:

- `0` – инструменты ручки не отображаются автоматически при выборе объектов перед выполнением команды;
- `1` – инструменты ручки отображаются автоматически после создания набора объектов перед выполнением команды (начальное значение).

GTDEFAULT – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая автоматическим выполнением команд трехмерного поворота и переноса. Значения переменной:

- `0` – команды **3DMOVE** и **3DROTATE** не выполняются автоматически при выполнении команд **MOVE** и **ROTATE** в трехмерном виде (начальное значение);
- `1` – команды **3DMOVE** и **3DROTATE** выполняются автоматически при выполнении команд **MOVE** и **ROTATE** в трехмерном виде.

GTLOCATION – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая первоначальным расположением инструментов ручки, если выбор объектов производится до выполнения команд **3DMOVE** или **3DROTATE**.

H

HALOGAP – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением зазора в области покрытия одного объекта другим. Значение задается в процентах от одной единицы и не зависит от экранного увеличения. Начальное значение `0`.

HANDLES – целая переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, управляющая процессом присвоения меток объектам. Как функция отключения не доступна в данной версии программы, переменная служит только для совместимости с пакетными файлами, написанными для прежних версий программы. Начальное значение `Off`.

HELPPREFIX – задание пути к файлу справочной системы.

HIDEPRECISION – незаписываемая целая переменная, управляющая точностью скрытия невидимых линий и раскрашивания. Значения переменной:

- `0` – одинарная точность; требуется меньший объем памяти (начальное значение);
- `1` – двойная точность; требуется больший объем памяти.

HIDETEXT – переключающаяся переменная, записываемая в рисунок, управляющая режимом обработки в команде **HIDE** текстовых объектов. Значения переменной:

- `OFF` – текстовые объекты не скрываются и не скрывают другие объекты;
- `ON` – текстовые объекты скрываются, но не скрывают другие объекты (начальное значение).

HIGHLIGHT – незаписываемая целая переменная, управляющая подсветкой объектов при выборе. Не влияет на объекты, имеющие ручки. Значения переменной:

0 – отключение подсветки выбранных объектов;

1 – включение подсветки выбранных объектов (начальное значение).

HPANG – незаписываемая вещественная переменная, определяющая угол наклона образца штриховки. Начальное значение 0.

HPANNOTATIVE – признак наличия аннотативных связей у нового образца штриховки.

HPASSOC – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая ассоциативностью образцов штриховки и градиентных заливок. Значения переменной:

0 – штриховки и градиентные заливки не связаны с контурами;

1 – штриховки и градиентные заливки связаны с контурами и обновляются при изменении контуров (начальное значение).

HPBACKGROUNDCOLOR – управление цветом фона для образцов штриховки.

HPBOUND – незаписываемая целая переменная, управляющая типом объекта, создаваемого командами **BHATCH** и **BOUNDARY**. Значения переменной:

0 – создаются области;

1 – создаются полилинии (начальное значение).

HPBOUNDRETAIN – определяет, создаются ли объекты-контуры для новой штриховки и заливки.

HPCOLOR – задание цвета по умолчанию для новой штриховки.

HPDLGMODE – управление отображением диалоговых окон штриховки и градиента **Hatch and Gradient** и редактирования штриховки.

HPDOUBLE – незаписываемая целая переменная, определяющая режим для созданных пользователем штриховок крест-накрест. Штрихование крест-накрест подразумевает нанесение второй штриховки, повернутой относительно первой на 90 градусов. Значения переменной:

0 – обычное штрихование (начальное значение);

1 – штрихование крест-накрест.

HPDRAWORDER – незаписываемая целая переменная, управляющая порядком вывода штриховок и заливок на экран. Значения переменной:

0 – для порядка следования не назначается штриховка или заливка;

1 – штриховка или заливка помещается на задний план всех остальных объектов;

3 – штриховка или заливка помещается за контуром (начальное значение);

4 – штриховка или заливка помещается перед контуром.

HPGAPTOL – вещественная переменная, записываемая в реестр, управляющая режимом игнорирования мелких зазоров в контурах, окружающих почти замкнутые области. Начальное значение 0.

HPINHERIT – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая исходную точку полученной штриховки с помощью копирования свойств команд создания штриховки. Значения переменной:

0 – исходная точка штриховки заимствована из переменной HPORIGIN (начальное значение);

1 – исходная точка штриховки заимствована из объекта исходной штриховки.

HPISLANDDETECTION – определяет способ работы с островками внутри контура штриховки.

HPISLANDDETECTIONMODE – признак выявления внутренних замкнутых контуров, называемых островками.

HPLAYER – задание слоя по умолчанию для новой штриховки и заливки.

HPMAXLINES – установка максимального количества линий штриховки, отображаемых при выполнении операции штриховки.

HPNAME – незаписываемая строковая переменная, содержащая имя образца штриховки по умолчанию длиной до 34 символов (без пробелов). Начальное значение ANSI31.

HPOBJWARNING – целая переменная, записываемая в реестр, устанавливающая количество объектов контура штриховки, которые можно выбрать до отображения предупреждения. Максимальное значение может изменяться, но оно значительно больше 100000000 (ста миллионов). Начальное значение 10000.

HPORIGIN – двухмерная точка, записываемая в рисунок, отображающая исходную точку штриховки для новых объектов штриховки относительно текущей системы координат пользователя. Начальное значение 0,0.

HPORIGINMODE – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая исходную точку штриховки. Значения переменной:

0 – исходные точки штриховки установлены с помощью переменной HPORIGIN (начальное значение);

1 – исходные точки установлены с помощью левого нижнего угла прямоугольных границ контура штриховки;

2 – исходные точки установлены с помощью правого нижнего угла прямоугольных границ контура штриховки;

3 – исходные точки установлены с помощью правого верхнего угла прямоугольных границ контура штриховки;

4 – исходные точки установлены с помощью левого верхнего угла прямоугольных границ контура штриховки;

5 – исходные точки установлены с помощью центра прямоугольных границ контура штриховки.

HPQUICKPREVIEW – признак отображения образца для просмотра при задании внутренних точек области штриховки.

HPSCALE – незаписываемая вещественная переменная, содержащая коэффициент масштабирования образца штриховки по умолчанию. Начальное значение 1.0000.

HPSEPARATE – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая количество создаваемых заштрихованных объектов с помощью команды штриховки, если выделено несколько замкнутых контуров. Значения переменной:

0 – создан один заштрихованный объект (начальное значение);

1 – создано несколько заштрихованных объектов.

HPSPACE – незаписываемая вещественная переменная, содержащая расстояние между штриховыми линиями по умолчанию для созданных пользователем штриховок. Начальное значение `1.0000`.
HPTRANSPARENCY – задание значения прозрачности для новой штриховки и заливки.
HYPERLINKBASE – строковая переменная, записываемая в рисунок путь, используемый для всех относительных гиперссылок в рисунке. Значение не задано, используется тот же путь, что и у рисунка.

I

IMAGEFRAME – управляет видимостью рамок изображения и выводом их на печать.
IMAGEHLT – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая режимом подсветки растровых изображений при выборе. Значения переменной:

- `0` – подсвечиваются только границы растрового изображения (начальное значение);
- `1` – подсвечивается все растровое изображение.

IMPLIEDFACE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая обнаружением предполагаемых граней. Значение этой переменной должно быть установлено равным `1`, если необходимо выбирать и изменять предполагаемые грани. Значения переменной:

- `0` – предполагаемые грани не обнаруживаются;
- `1` – предполагаемые грани обнаруживаются (начальное значение).

INDEXCTL – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая созданием слоевых и пространственных индексов и сохранением их в файле рисунка. Значения переменной:

- `0` – индексы не создаются (начальное значение);
- `1` – создаются индексы слоев;
- `2` – создаются индексы пространства;
- `3` – создаются индексы слоев и пространства.

INETLOCATION – строковая переменная, записываемая в реестр, содержащая начальный адрес Интернета, используемый в команде **BROWSER** и в диалоговом окне **Browse the Web**. Начальное значение `http://www.autodesk.com`.
INPUTHISTORYMODE – битовый код, записываемый в реестр, управляющий содержанием и положением отображения последних введенных пользователем команд. Начальное значение `15`. Параметр хранится в виде битового кода, использующего сумму следующих значений:

- `0` – последние введенные команды не отображаются;
- `1` – последние введенные команды отображаются в командной строке или в динамической подсказке, доступ к которой можно получить с помощью клавиш ↑ и ↓;

2 – последняя введенная текущая команда отображается в контекстном меню;
4 – все последние введенные команды в текущем сеансе отображаются в контекстном меню;
8 – маркеры для последнего ввода местоположений точки отображаются в чертеже.

INSBASE – трехмерная точка, записываемая в рисунок, соответствующая базовой точке вставки, устанавливаемой командой **BASE**. Начальное значение 0.0000, 0.0000, 0.0000.

INSNAME – незаписываемая строковая переменная, содержащая имя блока по умолчанию для команды **INSERT**.

INSUNITS – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая значением (в единицах рисунка) для автоматического масштабирования объектов, вставляемых в рисунок путем перетаскивания из Центра управления. Значения переменной:

0 – не заданы;
1 – дюймы (начальное значение);
2 – футы;
3 – мили;
4 – миллиметры;
5 – сантиметры;
6 – метры;
7 – километры;
8 – микродюймы;
9 – милы;
10 – ярды;
11 – ангстремы;
12 – нанометры;
13 – микроны;
14 – дециметры;
15 – декаметры;
16 – гектометры;
17 – гигаметры;
18 – астрономические единицы;
19 – световые годы;
20 – парсеки.

INSUNITSDEFSOURCE – целая переменная, записываемая в реестр, соответствующая единицам измерения исходного рисунка. Значения переменной:

0 – не заданы;
1 – дюймы (начальное значение);
2 – футы;
3 – мили;
4 – миллиметры;
5 – сантиметры;

6 – метры;
7 – километры;
8 – микродюймы;
9 – милы;
10 – ярды;
11 – ангстремы;
12 – нанометры;
13 – микроны;
14 – дециметры;
15 – декаметры;
16 – гектометры;
17 – гигаметры;
18 – астрономические единицы;
19 – световые годы;
20 – парсеки.

INSUNITSDEFTARGET – целая переменная, записываемая в реестр, соответствующая единицам измерения в целевом рисунке при вставке блоков с помощью Центра управления **AutoCAD DesignCenter**. Значения переменной:

0 – не заданы;
1 – дюймы (начальное значение);
2 – футы;
3 – мили;
4 – миллиметры;
5 – сантиметры;
6 – метры;
7 – километры;
8 – микродюймы;
9 – милы;
10 – ярды;
11 – ангстремы;
12 – нанометры;
13 – микроны;
14 – дециметры;
15 – декаметры;
16 – гектометры;
17 – гигаметры;
18 – астрономические единицы;
19 – световые годы;
20 – парсеки.

INTELLIGENTUPDATE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая скоростью обновления графики. Начальное значение 20 кадров в секунду. Переменная работает с помощью подавления обновления графики, пока не исчезнет счетчик времени. Последующие обновления его сбрасывают.

INTERFERECOLOR – целая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая цвет объектов взаимодействия. Действительными значениями являются BYLAYER и целые числа от 0 до 255. Начальное значение 1.
INTERFEREOBJVS – строковая переменная, записываемая в рисунок, управляющая стилем отображения объектов взаимодействия.
INTERFEREVPVS – строковая переменная, записываемая в рисунок, задающая стиль отображения видового экрана во время проверки пространственных взаимодействий.
INTERSECTIONCOLOR – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая цветом полилиний пересечения. Начальное значение 257.
INTERSECTIONDISPLAY – переключающаяся переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением полилиний пересечения. Значения переменной:

OFF – отображение полилиний пересечения отключено (начальное значение);
ON – отображение полилиний пересечения включено.

ISAVEBAK – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая повышением скорости последовательных сохранений, особенно для больших рисунков. Управляет созданием резервной копии BAK. Значения переменной:

0 – файл BAK не создается (даже при полном сохранении);
1 – файл BAK создается (начальное значение).

ISAVEPERCENT – целая переменная, записываемая в реестр, соответствующая количеству неиспользуемого дискового пространства, допустимого в файле рисунка. Диапазон значений переменной от 0 до 100. Начальное значение 50.
ISOLINES – целая переменная, записываемая в рисунок, задающая число изолиний на поверхности трехмерного объекта в каркасном представлении. Диапазон значений переменной от 0 до 2047. Начальное значение 4.

L

LARGEOBJECTSUPPORT – управление поддержкой больших предельных размеров объектов при открытии и сохранении чертежей.
LASTANGLE – незаписываемая вещественная переменная, предназначенная только для чтения, соответствующая конечному углу последней введенной дуги в плоскости *XY* текущей ПСК в текущем пространстве. Начальное значение 0.
LASTPOINT – незаписываемая трехмерная последняя введенная точка, выраженная в координатах ПСК в текущем пространстве. Начальное значение 0.0000, 0.0000, 0.0000.
LASTPROMPT – незаписываемая строковая переменная, предназначенная только для чтения, содержащая последний текст, выведенный в командной строке. Эта строка абсолютно идентична последней командной строке и включает любой введенный пользователем текст.
LATITUDE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, задающая широту модели чертежа в формате десятичных чисел. Значением по умолчанию яв-

ляется широта Сан-Франциско, Калифорния. Диапазон допустимых значений от -90 до +90. Положительные значения представляют северные широты. На значение не влияют установки системных переменных AUNITS и AUPREC.

LAYERDLGMODE – установка режима для Диспетчера свойств слоев при использовании команды **LAYER**.

LAYEREVAL – определяет необходимость построения списка слоев при добавлении новых слоев к чертежу или к вставленным внешним ссылкам.

LAYEREVALCTL – управление фильтрацией общего списка новых несогласованных слоев в Диспетчере свойств слоев. Этот список используется при создании нового слоя.

LAYERFILTERALERT – целая переменная, записываемая в реестр, удаляющая избыточные фильтры слоев для повышения производительности. Значения переменной:

- 0 – оключено;
- 1 – когда диспетчер свойств открыт, можно удалить все фильтры слоев, сообщение не отобразится;
- 2 – если открыт диспетчер слоев, выводится сообщение, в котором будет указана ошибка, рекомендовано и предложено удалить все фильтры (начальное значение);
- 3 – когда открыт чертеж, отобразится сообщение об ошибке, и будет предложено открыть диалоговое окно, в котором можно выбрать фильтры для удаления.

LAYERMANAGERSTATE – указание состояния окна Диспетчера свойств слоев (открыто или закрыто).

LAYERNOTIFY – определение условий вывода предупреждения при обнаружении несогласованных новых слоев.

LAYOUTREGENCTL – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая режимом обновления списка отображения на вкладке модели и вкладках листов. Значения переменной:

- 0 – рисунок регенерируется при каждом переходе с одной вкладки на другую;
- 1 – для вкладки модели и последнего активного листа список отображения сохраняется в памяти. При переключении между этими двумя вкладками регенерации не происходит. При переходе на какой-либо другой лист его содержимое регенерируется;
- 2 – рисунок регенерируется только при первом заходе на каждую из вкладок. Далее AutoCAD сохраняет для них списки отображения, поэтому последующих регенераций уже не требуется (начальное значение).

LEGACYCtrlPICK – целая переменная, записываемая в реестр, задающая клавиши циклического повторения выбора и определяющая действия при нажатии клавиши **Ctrl** и левой кнопки мыши. Значения переменной:

- 0 – нажатие клавиши **Ctrl** и левой кнопки мыши используется для выбора подобъектов (граней, контуров и вершин) на трехмерных твердотельных объектах (начальное значение);

1 – нажатие клавиши **Ctrl** и левой кнопки мыши используется для циклического просмотра перекрывающихся объектов. Запрещает использование нажатия клавиши **Ctrl** и левой кнопки мыши для выбора подобъектов на трехмерных твердотельных объектах.

LENSLENGTH – вещественная переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, соответствующая фокусному расстоянию (в мм) при построении перспективного вида на текущем видовом экране. Начальное значение 50.0000.

LIGHTGLYPHDISPLAY – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением обозначений источников света. Если эта системная переменная отключена, обозначения источников света на чертеже не отображаются. Значения переменной:

0 – отключено;

1 – включено (начальное значение).

LIGHTINGUNITS – управление использованием обычных или фотометрических источников света и задание единиц освещения для чертежа.

LIGHTLISTSTATE – незаписываемая целая переменная, указывающая, открыто ли окно источников света в модели. Значения переменной:

0 – закрыто (начальное значение);

1 – открыть.

LIGHTSINBLOCKS – управление использованием источников света, содержащихся в блоках, при визуализации.

LIMCHECK – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая допустимостью создания объектов за пределами лимитов рисунка. Значения переменной:

0 – разрешено (начальное значение);

1 – запрещено.

LIMMAX – двухмерная точка, записываемая в рисунок, хранящая значение правого верхнего угла лимитов рисунка, выраженного в мировых координатах. Начальное значение 12.0000, 9.0000.

LIMMIN – двухмерная точка, записываемая в рисунок, хранящая значение левого нижнего угла лимитов рисунка, выраженного в мировых координатах. Начальное значение 0.0000, 0.0000.

LINEARBRIGHTNESS – управление уровнем яркости видового экрана при использовании стандартного освещения.

LINEARCONTRAST – управление уровнем контрастности видового экрана при использовании стандартного освещения.

LISPINIT – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая сохранением в памяти функций и переменных, описанных в загруженных программах на AutoLISP, при открытии нового рисунка (в однодокументном интерфейсе). Значения переменной:

0 – функции и переменные AutoLISP сохраняются в памяти при переходе к следующему рисунку;

1 – функции и переменные AutoLISP действуют только для текущего рисунка (начальное значение).

LOCALE – незаписываемая строковая переменная, предназначенная только для чтения, содержащая языковой код ISO рабочего языка текущей версии программы. Этот код отображается в виде трехбуквенной аббревиатуры, возвращаемой функцией Windows GetLocaleInfo с помощью константы LOCALE_SABBREVLANGNAME.

LOCALROOTPREFIX – строковая переменная, записываемая в реестр, указывающая полный путь к корневой папке структуры локальных файлов, доступных для адаптации.

LOCKUI – битовый код, записываемый в реестр, блокирующий положение и размер панелей инструментов и плавающих окон, таких как **DesignCenter** и палитра свойств. Закрепленные панели инструментов и окна могут открываться и закрываться, а элементы могут быть добавлены или удалены. Чтобы временно их разблокировать, следует удерживать нажатой клавишу **Ctrl**. Значок блокировки в строке состояния указывает, заблокированы ли панели инструментов и окна. Для отображения заблокированных параметров следует нажать правую кнопку мыши на значке блокировки. Параметр хранится в виде битового кода, использующего сумму следующих значений:

0 – панели инструментов и окна не заблокированы (начальное значение);
1 – закрепленные панели инструментов заблокированы;
2 – заблокированы закрепленные или имеющие якорь окна;
4 – плавающие панели инструментов заблокированы;
8 – плавающие окна заблокированы.

LOFTANG1 – вещественная переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая черновой угол сквозь первое поперечное сечение в операции сечения. Нулевое направление измеряется наружу от кривой на плоскости кривой. Положительное направление измеряется в сторону следующего поперечного сечения. Действительными являются значения, большие или равные 0, но меньшие 360. Начальное значение 90.

LOFTANG2 – вещественная переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая черновой угол сквозь последнее поперечное сечение в операции сечения. Нулевое направление измеряется наружу от кривой на плоскости кривой. Положительное направление измеряется в сторону предыдущего поперечного сечения. Действительными являются значения, большие или равные 0, но меньшие 360. Начальное значение 90.

LOFTMAG1 – целая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая величину чернового угла сквозь первое поперечное сечение в операции сечения. Контролирует, насколько быстро поверхность начинает изгибаться в направлении следующего поперечного сечения. Действительными являются целые значения от 1 до 10. Начальное значение 1.

LOFTMAG2 – целая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая величину чернового угла сквозь последнее поперечное сечение в операции сечения. Контролирует, насколько быстро поверхность начинает изгибаться в направлении

следующего поперечного сечения. Действительными являются целые значения от 1 до 10. Начальное значение 1.

LOFTNORMALS – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая нормалями развернутого объекта в точках их прохода сквозь поперечные сечения. Этот параметр игнорируется при задании траектории или направляющих. Данные параметры также можно задать в диалоговом окне настройки сечений. Значения переменной:

- 0 – линейчатый;
- 1 – сглаженный (начальное значение);
- 2 – первая нормаль;
- 3 – последняя нормаль;
- 4 – конечная нормаль;
- 5 – все нормали;
- 6 – использовать черновой угол и величину.

LOFTPARAM – битовый код, записываемый в рисунок, управляющий очертанием развернутых тел и поверхностей. Начальное значение 7. Значения переменной:

- 1 – без поворота (минимизирует поворот между поперечными сечениями);
- 2 – спрямить направление (спрямляет направление от начала до конца каждой кривой поперечного сечения);
- 4 – упростить (генерирует простые сплошные тела и поверхности, такие как цилиндр или плоскость, вместо сплайновых тел и поверхностей);
- 8 – закрыть (закрывает поверхность или тело между первым и последним поперечными сечениями).

LOGEXPBRIGHTNESS – управление уровнем яркости видового экрана при использовании фотометрического освещения.

LOGEXPCONTRAST – управление уровнем контрастности видового экрана при использовании фотометрического освещения.

LOGEXPDAYLIGHT – управление внешним дневным светом при использовании фотометрического освещения.

LOGEXPMIDTONES – управление уровнем полутонов видового экрана при использовании фотометрического освещения.

LOGEXPPHYSICALSCALE – управляет относительной яркостью самосветящихся материалов в фотометрической среде.

LOGFILEMODE – целая переменная, записываемая в реестр, указывающая, требуется ли запись содержимого текстового окна в файл журнала. Значения переменной:

- 0 – журнал не ведется (начальное значение);
- 1 – журнал ведется.

LOGFILENAME – строковая переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, содержащая адрес и имя файла журнала для текущего рисунка.

LOGFILEPATH – строковая переменная, записываемая в реестр, содержащая адреса файлов журналов всех рисунков сеанса.

LOGINNAME – незаписываемая строковая переменная, предназначенная только

для чтения, содержащая имя пользователя, указанное при настройке или введенное при запуске AutoCAD. Максимальная длина имени – 30 символов.

LONGITUDE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, задающая долготу модели чертежа в формате десятичных чисел. Значением по умолчанию является долгота Сан-Франциско, Калифорния. Диапазон допустимых значений от `-180` до `+180`. Положительные значения представляют западную долготу. На значение не влияют установки системных переменных `AUNITS` и `AUPREC`.

LTSCALE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, задающая глобальный коэффициент масштабирования типов линий. Начальное значение `1.0000`.

LUNITS – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая формат линейных единиц. Значения переменной:

`1` – научные;
`2` – десятичные (начальное значение);
`3` – инженерные;
`4` – архитектурные;
`5` – дробные.

LUPREC – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая количество десятичных знаков в отображаемых значениях расстояний, а также в предлагаемых для редактирования значениях, исходная точность которых меньше заданной в `LUPREC`. Начальное значение `4`.

LWDEFAULT – значение из стандартного списка, записываемое в реестр, устанавливающее численное значение, соответствующее весу линий `Default`. Допустимые значения: `0`, `5`, `9`, `13`, `15`, `18`, `20`, `25`, `30`, `35`, `40`, `50`, `53`, `60`, `70`, `80`, `90`, `100`, `106`, `120`, `140`, `158`, `200` и `211`. Начальное значение `25`.

LWDISPLAY – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая учетом весов линий при отображении объектов на экране. Для каждой вкладки рисунка сохраняется отдельное значение переменной. Значения переменной:

`0` – объекты отображаются без учета весов линий (начальное значение);
`1` – объекты отображаются с учетом весов линий.

LWUNITS – целая переменная, записываемая в реестр, устанавливающая единицы измерения веса (толщины) линий. Значения переменной:

`0` – дюймы;
`1` – миллиметры (начальное значение).

M

MATBROWSERSTATE – управление состоянием окна **Обозреватель материалов**.

MATEDITORSTATE – указывает, открыто или закрыто окно Редактора материалов.

MATERIALSPATH – задание пути к библиотекам материалов.

MATSTATE – незаписываемая целая переменная, указывающая состояние окна определения материалов. Значения переменной:

0 – закрыто (начальное значение);
1 – открыто.

MAXACTVP – целая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая максимальное число видовых экранов, которые могут быть активны одновременно. Начальное значение 64.

MAXSORT – целая переменная, записываемая в реестр, устанавливающая максимальное число имен символов или имен файлов, которое можно отсортировать с помощью команд вывода списков. Начальное значение 1000.

MBUTTONPAN – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая действиями третьей кнопки или колесика на устройстве указания. Значения переменной:

0 – действия, предписанные в файле меню MNU;
1 – панорамирование путем нажатия третьей кнопки (колесика) и последующего перемещения мыши (начальное значение).

MEASUREINIT – целая переменная, записываемая в реестр, задающая начальные единицы (британские или метрические) при создании нового рисунка. Значения переменной:

0 – британские единицы; AutoCAD использует файлы образцов штриховки и типов линий, заданные в элементах реестра ANSIHatch и ANSILinetype;
1 – метрические единицы; AutoCAD использует файлы образцов штриховки и типов линий, заданные в элементах реестра ISOHatch и ISOLinetype.

MEASUREMENT – целая переменная, записываемая в рисунок, задающая единицы (британские или метрические) для текущего рисунка. Значения переменной:

0 – британские единицы; AutoCAD использует файлы образцов штриховки и типов линий, заданные в элементах реестра ANSIHatch и ANSILinetype (начальное значение);
1 – метрические единицы; AutoCAD использует файлы образцов штриховки и типов линий, заданные в элементах реестра ISOHatch и ISOLinetype.

MENUBAR – управляет отображением строки меню.

MENUCTL – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая переключением страниц экранного меню при вводе команды с клавиатуры. Значения переменной:

0 – страницы не переключаются;
1 – страницы переключаются (начальное значение).

MENUECHO – незаписываемая целая переменная, содержащая битовый код управления эхо-выводом и запросами меню. Начальное значение 0. Код является суммой следующих значений:

1 – подавление эхо-вывода пунктов меню (переключатель в меню – ^P);
2 – подавление системных запросов во время выполнения команд из меню;
4 – подавление переключателя ^P эхо-вывода пунктов меню;
8 – отображение всех выводимых и вводимых строк (режим отладки для DIESEL-макросов).

MENUNAME – строковая переменная, записываемая в реестр, предназначенная только для чтения, содержащая адрес и имя файла меню.

MESHTYPE – управление типом сети, создаваемой с помощью команд **REVSURF**, **TABSURF**, **RULESURF** и **EDGESURF**.

MIRRHATCH – управление способом отображения образцов штриховки с помощью команды **MIRROR**.

MIRRTEXT – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая обработкой текстов в команде **MIRROR**. Значения переменной:

`0` – текст сохраняет свое направление (начальное значение);

`1` – текст отображается зеркально.

MLEADERSCALE – задание общего масштабного коэффициента для объектов-мультивыносок.

MODEMACRO – незаписываемая строковая переменная, позволяет выводить в статусной строке текстовые строки, например имя текущего рисунка, время и дату или специальные режимы.

MSLTSCALE – масштабирование типов линий, отображаемых на вкладке модели, представление с учетом масштаба (масштабируемое представление).

MSMSTATE – незаписываемая целая переменная, сохраняющая значение, указывающее состояние Диспетчера наборов пометок. Значения переменной:

`0` – закрыт (начальное значение);

`1` – открыт.

MSOLESCALE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая размерами текстовых OLE-объектов, вставляемых в пространство модели.

MTEXTCOLUMN – задание параметров столбцов по умолчанию для объекта многострочного текста.

MTEXTED – строковая переменная, записываемая в реестр, определяющая имя текстового редактора, используемого для работы с многострочными текстовыми объектами.

MTEXTFIXED – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая внешним видом Редактора многострочного текста. Значения переменной:

`0` – редактор многострочного текста и текст, расположенный внутри него, отображаются в соответствии с размером и расположением многострочного текстового объекта внутри рисунка. Слишком большой или маленький текст отображается, соответственно, с максимальным или минимальным размером окна (начальное значение);

`1` – редактор многострочного текста и текст, расположенный внутри него, отображаются в соответствии со стандартами расположения, размера и высоты текста.

MTEXTTOOLBAR – управление отображением панели инструментов форматирования текста.

MTJIGSTRING – строковая переменная, записываемая в реестр, определяет содержимое образца текста, который выводится около курсора при вызове команды **MTEXT**.

MYDOCUMENTSPREFIX – строковая переменная, записываемая в реестр, предназначенная только для чтения, содержащая полный путь к папке документов текущего пользователя.

N

NAVBARDISPLAY – управление отображением панели навигации на всех видовых экранах.
NAVSWHEELMODE – задание текущего режима штурвала.
NAVSWHEELOPACITYBIG – управление прозрачностью больших штурвалов.
NAVSWHEELOPACITYMINI – управление прозрачностью мини-штурвалов.
NAVSWHEELSIZEBIG – задание размера больших штурвалов.
NAVSWHEELSIZEMINI – задание размера мини-штурвалов.
NAVVCUBEDISPLAY – управление отображением инструмента Видовой куб на текущем видовом экране при применении текущего визуального стиля.
NAVVCUBELOCATION – определяет угол видового экрана, в котором отображается инструмент Видовой куб.
NAVVCUBEOPACITY – управление прозрачностью неактивного инструмента Видовой куб.
NAVVCUBEORIENT – определяет, как ориентирован Видовой куб: в соответствии с текущей ПСК или в соответствии с МСК.
NAVVCUBESIZE – задание размера инструмента Видовой куб.
NOMUTT – незаписываемая короткая целая переменная, управляющая полным подавлением запросов сообщений в командной строке. Значения переменной:

`0` – нормальный режим подсказок (начальное значение);
`1` – полное подавление подсказок.

NORTHDIRECTION – вещественная переменная, записываемая в рисунок, задающая угол смещения от севера. Установки системных переменных `AUNITS` и `AUPREC` влияют на это значение.

O

OBJECTISOLATIONMODE – определяет, остаются ли скрытые объекты скрытыми в следующем сеансе рисования.
OBSCUREDCOLOR – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая цвет невидимых линий. Начальное значение `257`.
OBSCUREDLTYPE – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая тип линий заднего плана. Значения переменной:

`0` – Откл (начальное значение);
`1` – сплошная;
`2` – штриховая;
`3` – пунктирная;
`4` – штриховая (короткие штрихи);
`5` – штриховая (средние штрихи);

6 – штриховая (длинные штрихи);
7 – штриховая увеличенного масштаба (короткие штрихи);
8 – штриховая увеличенного масштаба (средние штрихи);
9 – штриховая увеличенного масштаба (длинные штрихи);
10 – штриховая большого масштаба;
11 – разреженная пунктирная.

OFFSETDIST – незаписываемая вещественная переменная, определяющая текущее расстояние смещения, используемое командой **OFFSET**. Начальное значение 1.0000. Значения переменной:

<0 – подобный объект проходит через заданную точку;
>0 – используется текущее расстояние смещения.

OFFSETGAPTYPE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая зазорами между сегментами, возникающими при построении подобных полилиний. Значения переменной:

0 – зазоры заполняются путем растягивания сегментов полилиний (начальное значение);
1 – зазоры заполняются сопрягающими дуговыми сегментами (радиусом, равным расстоянию смещения);
2 – зазоры заполняются соединяющими линейными сегментами.

OLEFRAME – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая режимом отображения и печати рамок на всех OLE-объектах рисунка. Значения переменной:

0 – рамка не отображается и не печатается;
1 – рамка отображается и печатается;
2 – рамка отображается, но не печатается (начальное значение).

OLEHIDE – управление показом OLE-объектов в AutoCAD на экране и при печати. Значения переменной:

0 – объекты показываются на экране (начальное значение);
1 – отображаются только в пространстве листа;
2 – отображаются в пространстве модели;
3 – вообще не отображаются.

OLEQUALITY – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая качеством печати OLE-объектов от штрихового рисунка до реалистического изображения высокого качества. Значения переменной:

0 – монохромное;
1 – пониженное;
2 – высокое;
3 – автоматический выбор (начальное значение).

OLESTARTUP – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая загрузкой приложения, в котором был создан внедренный OLE-объект, для его печати. Значения переменной:

0 – исходное приложение не загружается (начальное значение);
1 – исходное приложение загружается при выполнении функции печати.

Если задано открытие исходного приложения, качество вычерчивания может быть улучшено.

OPENPARTIAL – управление возможностью работать с файлом чертежа до его полного открытия.

OPMSTATE – незаписываемая целая переменная, сохраняющая значение, которое указывает состояние Палитры свойств. Значения переменной:

- 0 – закрыта (начальное значение);
- 1 – открыта;
- 2 – автоскрытие: открыта, однако если курсор выходит за пределы палитры, отображается только строка заголовка.

ORTHOMODE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая режимом ввода во время операций, требующих точности (**F8**). Значения переменной:

- 0 – ортогональный режим отключен (начальное значение);
- 1 – ортогональный режим включен.

OSMODE – целая переменная, записываемая в реестр, содержащая битовый код текущих режимов объектной привязки. Начальное значение 4133. Значения переменной:

- 0 – NONE;
- 1 – ENDpoint;
- 2 – MIDpoint;
- 4 – CENter;
- 8 – NODe;
- 16 – QUAdrant;
- 32 – INTersection;
- 64 – INSertion;
- 128 – PERpendicular;
- 256 – TANgent;
- 512 – NEArest;
- 1024 – QUIck;
- 2048 – APParent Intersection;
- 4096 – EXTension;
- 8192 – PARallel.

При установке нескольких режимов одновременно значения переменных суммируются.

OSNAPCOORD – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая приоритетом ввода координат с клавиатуры над текущими режимами привязки:

- 0 – текущие режимы объектной привязки подавляют ввод координат с клавиатуры;
- 1 – вводимые с клавиатуры координаты подавляют текущие режимы объектной привязки;
- 2 – вводимые с клавиатуры координаты подавляют режимы привязки (за исключением случаев выполнения командных файлов) (начальное значение).

OSNAPNODELEGACY – управляет возможностью использования узловой объектной привязки к многострочным текстовым объектам.

OSNAPHATCH – устаревшая целая переменная, записываемая в реестр, используется для управления объектной привязкой. Значения переменной:

- `0` – объекты штриховки игнорируются при объектной привязке (начальное значение);
- `1` – при объектной привязке объекты штриховки воспринимаются как другие объекты.

OSNAPZ – незаписываемая целая переменная, управляющая автоматической проекцией объектной привязки на плоскость, параллельную плоскости *XY* текущей ПСК, на текущем уровне. Значения переменной:

- `0` – при привязке используется значение координаты *Z* указанной точки (начальное значение);
- `1` – при привязке значение координаты *Z* указанной точки заменяется значением уровня `ELEV`, установленным для текущей ПСК.

OSOPTIONS – битовый код, записываемый в реестр, автоматически подавляющий объектную привязку на объектах штриховки и геометрию с отрицательными значениями *Z* при использовании динамической ПСК. Начальное значение `3`. Параметр хранится в виде битового кода, использующего сумму следующих значений:

- `0` – объектная привязка работает на объектах штриховки и в геометрии с отрицательными значениями *Z* при использовании динамической ПСК;
- `1` – объекты штриховки игнорируются при объектной привязке;
- `2` – объектная привязка игнорирует геометрию с отрицательными значениями Z при использовании динамической ПСК.

P

PALETTEOPAQUE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая свойством прозрачности окон. Значения переменной:

- `0` – режим прозрачности включен пользователем (начальное значение);
- `1` – режим прозрачности отключен пользователем;
- `2` – режим прозрачности недоступен, хотя и включен пользователем;
- `3` – режим прозрачности недоступен и отключен пользователем.

PAPERUPDATE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая выводом диалогового окна-предупреждения при попытке вывести на печать лист, формат которого не совпадает с форматом, заданным по умолчанию в файле параметров плоттера. Значения переменной:

- `0` – если плоттер не поддерживает данного формата листа, выводится предупреждение (начальное значение);
- `1` – листу принудительно назначается формат, заданный в файле параметров плоттера.

PARAMETERCOPYMODE – управление способом обработки зависимостей и пользовательских ссылочных параметров при копировании объектов с зависимо-

стями с одного чертежа на другой, из пространства модели на листы и в обратном направлении, а также в определения блоков.

PARAMETERSSTATUS – признак отображения или скрытия Диспетчера параметров.

PDFFRAME – определяет видимость контура подложки PDF.

PDFOSNAP – определяет активность привязки объекта для геометрии в подложках PDF, прикрепленных к чертежу.

PDMODE – целая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая режим отображения точек. Начальное значение `0`.

PDSIZE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая размер символа отображения объекта-точки. Начальное значение `0.0000`. Значения переменной:

`0` – символ размером 5% от высоты области рисования;

`>0` – абсолютное значение размера;

`<0` – значение в процентах от размера видового экрана.

PEDITACCEPT – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая подавлением сообщения команды **PEDIT** о том, что выбранный объект не является полилинией. Значения переменной:

`0` – запрос выводится (начальное значение);

`1` – запрос не выводится.

PELLIPSE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая режимом формирования эллипса. Значения переменной:

`0` – создание реальных эллипсов (начальное значение);

`1` – аппроксимация эллипсов полилиниями.

PERIMETER – незаписываемая вещественная переменная, предназначенная только для чтения, хранящая последнее значение периметра, вычисленное командами **AREA**, **LIST** и **DBLIST**.

PERSPECTIVE – целая переменная, записываемая в рисунок, указывающая, отображает текущий видовой экран рабочий вид в перспективе или нет. Значение переменной сбрасывается в `0`, если файл чертежа или DXF-файл сохраняется в формате, предшествующем формату новой версии AutoCAD. Эта системная переменная действительна только в пространстве модели. Значения переменной:

`0` – вид в перспективе отключен;

`1` – вид в перспективе включен.

PERSPECTIVECLIP – определение местоположения секущей плоскости базовой точки визуализации.

PFACEVMAX – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, устанавливающая максимальное число вершин одной грани. Начальное значение `4`.

PICKADD – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая добавочным выбором объектов. Значения переменной:

`0` – отключение `PICKADD`. Последние выбранные индивидуально или с помощью рамки объекты становятся новым набором. Объекты, которые на-

ходились в наборе до этого, исключаются из него. Добавить объекты в набор можно, выбирая их при нажатой клавише **Shift**;

`1` – включение `PICKADD`. Последние выбранные индивидуально или с помощью рамки объекты добавляются в текущий набор. Исключить объекты из набора можно, выбирая их при нажатой клавише **Shift** (начальное значение).

PICKAUTO – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая автоматическим созданием рамки выбора в ответ на запрос `Select objects`. Значения переменной:

`0` – не используется;

`1` – автоматическое создание рамки выбора (начальное значение).

PICKBOX – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая размер прицела выбора объектов в пикселах. Начальное значение `3`.

PICKDRAG – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая способ создания рамки выбора. Значения переменной:

`0` – рамка создается указанием двух диагональных точек. При этом нет необходимости удерживать в нажатом состоянии кнопку выбора устройства указания (начальное значение);

`1` – рамка создается путем перемещения мыши от одного угла к другому при нажатой кнопке. Точка, где была нажата кнопка, становится одним углом рамки; точка, где она была отпущена, – вторым.

PICKFIRST – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая способом выбора объектов, при котором можно сначала создать набор выбора, а затем ввести команду редактирования или получения сведений. Значения переменной:

`0` – предварительный выбор не допускается;

`1` – предварительный выбор допускается (начальное значение).

PICKSTYLE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая выбором групп и ассоциативной штриховки. Значения переменной:

`0` – нет выбора групп или ассоциативной штриховки;

`1` – допускается групповой выбор (начальное значение);

`2` – выбор ассоциативной штриховки;

`3` – выбор групп и ассоциативной штриховки.

PLATFORM – незаписываемая строковая переменная, предназначенная только для чтения, определяющая имя платформы, на которой работает AutoCAD.

PLINECONVERTMODE – задание способа вписывания, используемого при преобразовании сплайнов в полилинии.

PLINEGEN – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая генерацией типа линии в вершинах двухмерных полилиний. Значения переменной:

`0` – генерация линии заданного типа начинается заново (со штриха) в каждой вершине полилинии (начальное значение);

`1` – генерация линии заданного типа не прерывается в вершинах полилинии.

PLINETYPE – целая переменная, записываемая в реестр, устанавливающая режим использования оптимизированных двухмерных полилиний в AutoCAD. Значения переменной:

0 – не оптимизируются, при создании используются неоптимизированные полилинии;
1 – не оптимизируются, при создании используются оптимизированные полилинии (начальное значение);
2 – полилинии в рисунках R14 или более старых рисунках преобразуются при открытии, при создании используются оптимизированные полилинии.

PLINEWID – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая ширину полилинии по умолчанию. Начальное значение 0.0000.

PLOTOFFSET – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая способом отсчета смещения чертежа – относительно печатаемой области или кромок листа бумаги. Значения переменной:

0 – задание отсчета смещения чертежа относительно печатаемой области (начальное значение);
1 – задание отсчета смещения чертежа относительно кромок листа бумаги.

PLOTROTMODE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая ориентацией чертежа. Значения переменной:

0 – поворот печатаемой области осуществляется так, что метка, обозначающая левый нижний угол чертежа (при просмотре контура), совпадает с нижним левым (0), верхним левым (90), верхним правым (180) или нижним правым (270) углом листа. Смещения начала чертежа по *X* и *Y* отсчитываются от левого нижнего угла бумаги;
1 – нижний левый угол печатаемой области совмещается с нижним левым углом листа;
2 – аналогично значению 0, но смещения начала чертежа по *X* и *Y* отсчитываются от повернутой точки начала (начальное значение).

PLOTTRANSPARENCYOVERRIDE – определяет, учитывается ли прозрачность объектов при печати.

PLQUIET – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая выводом необязательных диалоговых окон и сообщений о некритических ошибках при пакетной печати и выполнении командных файлов. Значения переменной:

0 – выводятся сообщения (начальное значение);
1 – ошибки регистрируются в журнале.

POINTCLOUDAUTOUPDATE – определяет, восстанавливается ли облако точек автоматически после операций с ним, а также после панорамирования, изменения масштаба изображения или движения по орбите.

POINTCLOUDDENSITY – определяет количество точек, одновременно отображаемых во всех облаках точек на виде чертежа.

POINTCLOUDLOCK – определяет, можно ли выполнять операции с вставленным облаком точек, перемещать и поворачивать его.

POINTCLOUDRTDENSITY – улучшает рабочие характеристики за счет снижения количества точек, отображаемых на виде чертежа при изменении масштаба изображения, панорамировании или движении по орбите в реальном времени.

POLARADDANG – строковая переменная, записываемая в реестр, сохраняющая полярные углы, определенные пользователем.

POLARANG – вещественная переменная, записываемая в реестр, сохраненяющая шаг полярных углов, определенных пользователем. Допустимые значения: `5`; `10`; `15`; `18`; `22.5`; `30`; `45`; `90`. Начальное значение `90`.

POLARDIST – вещественная переменная, записываемая в реестр, сохраненяющая шаг привязки, определенный пользователем в случае, когда системная переменная `SNAPSTYL` установлена в `1` (полярная привязка). Начальное значение `0.0000`.

POLARMODE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая полярным и объектным отслеживаниями: использование абсолютных или относительных полярных углов; использование дополнительных углов; нажатие клавиши **Shift** при работе с опорными точками. Начальное значение `0`. Значения переменной:

Полярная трассировка:

`0` – от текущей системы координат (абсолютная);

`1` – от выбранных объектов (относительная).

Объектная трассировка:

`0` – ортогональная;

`2` – полярная;

Использование дополнительных углов полярной трассировки:

`0` – не используется;

`4` – используется.

Получение точек объектного отслеживания:

`0` – автоматически;

`8` – используется **Shift**.

POLYSIDES – незаписываемая целая переменная, определяющая число сторон многоугольника, предлагаемое по умолчанию командой **POLYGON** (**МН-УГОЛ**). Начальное значение `4`.

POPUPS – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, определяющая статус текущего драйвера монитора. Значения переменной:

`0` – не позволяет работать с графическим интерфейсом;

`1` – позволяет работать с графическим интерфейсом.

PREVIEWEFFECT – целая переменная, записываемая в реестр, указывающая визуальный эффект, используемый для предварительного просмотра набора объектов. Значения переменной:

`0` – пунктирные линии (отображение по умолчанию для выбранных объектов);

`1` – утолщенные линии;

`2` – пунктирные и утолщенные линии (начальное значение).

PREVIEWFACEEFFECT – указывает визуальный эффект, применяемый при предварительном просмотре выбранных подчиненных объектов-граней.

PREVIEWFILTER – битовый код, записываемый в реестр, исключающий указанные типы объектов из области предварительного выбора. Начальное значение `7`.

Параметр хранится в виде битового кода, использующего сумму следующих значений:

0 – не исключает никаких объектов;
1 – исключает объекты на заблокированных слоях;
2 – исключает объекты внешних ссылок;
4 – исключает таблицы;
8 – исключает объекты многострочного текста;
16 – исключает заштрихованные объекты;
32 – исключает объекты в группах.

PREVIEWTYPE – управление видом, используемым для миниатюры чертежа.

PRODUCT – незаписываемая текстовая переменная, предназначенная только для чтения, содержащая название программного продукта.

PROGRAM – незаписываемая строковая переменная, предназначенная только для чтения, сохраняющая имя файла программы.

PROJECTNAME – строковая переменная, записываемая в рисунок, присваивающая имя проекта текущему рисунку. Позволяет сохранять информацию о путях доступа к источникам ссылок.

PROJMODE – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая режим проецирования для операций обрезки и удлинения. Значения переменной:

0 – реальный трехмерный режим (без проецирования);
1 – используются проекции на план текущей системы координат (начальное значение);
2 – используются проекции на плоскость текущего вида.

PROXYGRAPHICS – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая сохранением объектов-заместителей в рисунке. Значения переменной:

0 – не сохраняется;
1 – сохраняется (начальное значение).

PROXYNOTICE – целая переменная, записываемая в реестр, выводящая сообщения при открытии рисунка, который содержит объекты, созданные другим приложением, если это приложение не загружено. Значения переменной:

0 – не выводится;
1 – выводится (начальное значение).

PROXYSHOW – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая показом объектов-заместителей в рисунке. Значения переменной:

0 – не видны;
1 – видны (начальное значение);
2 – видны габаритные прямоугольники и параллелепипеды.

PROXYWEBSEARCH – целая переменная, записываемая в реестр, задающая режим поиска адаптеров объектов. Значения переменной:

0 – наличие новых адаптеров объектов не проверяется;
1 – наличие новых адаптеров объектов проверяется лишь при установленной связи с Интернетом (начальное значение).

PSLTSCALE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая масштабированием типов линий в пространстве листа. Значения переменной:

`0` – без специального масштабирования;

`1` – зависит от масштаба видового экрана (начальное значение).

PSOLHEIGHT – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая значением высоты по умолчанию для развернутого твердотельного объекта. Начальное значение `4` (британские единицы), `80` (метрические).

PSOLWIDTH – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая значением ширины по умолчанию для развернутого твердотельного объекта. Начальное значение `0.25` (британские единицы), `5` (метрические).

PSTYLEMODE – целая переменная, предназначенная только для чтения, определяющая тип стилей печати (цветозависимые или именованные) в текущем рисунке. Переменная только читается. Значения переменной:

`0` – именованные;

`1` – цветозависимые (начальное значение).

PSTYLEPOLICY – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая ассоциированностью цвета объекта с его стилем печати. Значения переменной:

`0` – ассоциативность между цветом и стилем печати не создается;

`1` – стиль печати объекта ассоциируется с его цветом (начальное значение).

PSVPSCALE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая масштабом для вновь создаваемых видовых экранов. Начальное значение `0`.

PUBLISHALLSHEETS – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая заполнением списка диалогового окна публикации. Значения переменной:

`0` – в список публикации автоматически загружается только содержимое текущих документов (пространства листа и/или модели);

`1` – содержимое всех открытых документов AutoCAD автоматически загружается в список публикации (начальное значение).

PUBLISHCOLLATE – публикация листов в рамках одного задания требует наличия драйвера печати, поддерживающего многолистовую печать, или соответствующей опции печати.

PUBLISHHATCH – управление обработкой образцов штриховки, опубликованных в формате DWF или DWFx, как отдельным объектом при открытии в Autodesk Impression.

PUCSBASE – строковая переменная, записываемая в рисунок, сохраняющая имя ПСК, на которой базируются начало и ориентация ортогональных систем координат (только для пространства листа).

Q

QCSTATE – незаписываемая целая переменная, определяющая активность калькулятора QuickCalc. Значения переменной:

`0` – не активен;

1 – активен.

QPLOCATION – управление местоположением палитры быстрых свойств.

QPMODE – управление состоянием палитры быстрых свойств (включена или отключена).

QTEXTMODE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая режимом быстрого отображения текста. Значения переменной:

0 – текст отображается полностью (начальное значение);

1 – изображается габаритная рамка.

QVDRAWINGPIN – управление состоянием отображения по умолчанию изображений-образцов чертежей.

QVLAYOUTPIN – управляет состоянием отображения по умолчанию изображений-образцов пространства модели и листов в чертеже.

R

RASTERDPI – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая форматом листа и масштабом чертежа при переключении устройств вывода с размерных на безразмерные и наоборот. Начальное значение 300.

RASTERPERCENT – задает максимальный процент виртуальной памяти, достаточной для печати растрового изображения.

RASTERPREVIEW – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая сохранением вместе с рисунком BMP для предварительного просмотра. Значения переменной:

0 – образец для просмотра не создается;

1 – образец для просмотра создается (начальное значение).

RASTERTHRESHOLD – задает предельный размер растрового изображения в мегабайтах.

REBUILD2DCV – количество управляющих вершин при повторном построении сплайна.

REBUILD2DDEGREE – глобальное значение порядка при повторном построении сплайна.

REBUILD2DOPTION – управление удалением исходной кривой при повторном построении сплайна.

REBUILDDEGREEU – порядок в направлении оси *U* при повторном построении NURBS-поверхности.

REBUILDDEGREEV – порядок в направлении оси *V* при повторном построении NURBS-поверхности.

REBUILDOPTIONS – управление параметрами удаления и обрезки при повторном построении NURBS-поверхности.

REBUILDU – количество линий сетки в направлении оси *U* при повторном построении NURBS-поверхности.

REBUILDV – количество линий сетки в направлении оси *V* при повторном построении NURBS-поверхности.

RECOVERAUTO – управление отображением уведомлений о восстановлении перед открытием поврежденного файла чертежа или после его открытия.

RECOVERYMODE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая записью информации о восстановлении чертежа после системного сбоя. Значения переменной:

- `0` – информация о восстановлении не записывается, диалоговое окно восстановления чертежа после системного сбоя автоматически не открывается, из системного реестра информация о восстановлении удаляется;
- `1` – информация о восстановлении записывается, но после системного сбоя диалоговое окно восстановления чертежа автоматически не открывается;
- `2` – информация о восстановлении записывается, в начале следующего сеанса работы после системного сбоя диалоговое окно восстановления чертежа открывается автоматически (начальное значение).

REFEDITNAME – незаписываемая строковая переменная, предназначенная только для чтения, хранящая имя файла редактируемой ссылки.

REGENMODE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая автоматической регенерацией рисунка. Значения переменной:

- `0` – не применяется;
- `1` – применяется (начальное значение).

RE-INIT – незаписываемая целая переменная, осуществляющая повторную инициализацию портов ввода-вывода, монитора, дигитайзера, плоттера и файла `acad.pgp`. Начальное значение `0`. Значения переменной:

- `1` – повторная инициализация порта ввода/вывода дигитайзера;
- `4` – повторная инициализация дигитайзера;
- `16` – повторная инициализация файла PGP.

REMEMBERFOLDERS – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая путем по умолчанию в полях **Папка** стандартных диалоговых окон выбора файлов. Значения переменной:

- `0` – поддержание совместимости с AutoCAD 2000 и более ранними версиями. При вызове AutoCAD двойным щелчком на значке AutoCAD путь, указанный в поле **Рабочий каталог** этого ярлыка, предлагается по умолчанию и в диалоговых окнах выбора файлов;
- `1` – в диалоговых окнах выбора файлов предлагается последний использованный путь. Значение из поля **Рабочий каталог** ярлыка AutoCAD (начальное значение).

RENDERPREFSSTATE – незаписываемая целая переменная, сохраняющая значение, указывающее, открыта палитра параметров тонирования или нет. Значения переменной:

- `0` – закрыта (начальное значение);
- `1` – открыта.

RENDERUSERLIGHTS – управление переопределением параметров освещения видового экрана при визуализации.

REPORTERROR – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая режимом отправки сообщения об ошибке в Autodesk при аварийном завершении AutoCAD. Значения переменной:

- 0 – окно отчета об ошибках не выводится, сведения не пересылаются в Autodesk;
- 1 – окно отчета об ошибках выводится, сведения могут быть отправлены в Autodesk (начальное значение).

RIBBONCONTEXTSELECT – управление отображением контекстных вкладок ленты при однократном или двойном щелчке мышью на объекте.

RIBBONCONTEXTSELLIM – ограничение количества объектов, которые можно изменить одновременно с помощью элементов управления на ленте или с помощью контекстной вкладки.

RIBBONDOCKEDHEIGHT – управление высотой горизонтально закрепленной ленты. Можно указать, что эта высота соответствует высоте текущей вкладки или что лента имеет заранее заданную высоту.

RIBBONSELECTMODE – управление состоянием предварительно выбранных объектов. Определяет, останутся ли эти объекты выбранными после активизации контекстной вкладки ленты и выполнения команды.

RIBBONSTATE – указание на открытое или закрытое состояние палитры ленты.

ROAMABLEROOTPREFIX – строковая переменная, записываемая в реестр, предназначенная только для чтения, сообщающая полный путь к корневой папке структуры перемещаемых файлов, доступных для адаптации.

ROLLOVEROPACITY – определяет прозрачность палитры при наведении на нее курсора.

ROLLOVERTIPS – управление отображением подсказок ролловеров в приложении.

RTDISPLAY – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая показом растровых изображений при панорамировании и зуммировании в реальном времени (команды **ZOOM** и **PAN**). Значения переменной:

- 0 – видны изображения;
- 1 – видны только границы (начальное значение).

S

SAVEFIDELITY – управление сохранением чертежа с визуальной точностью.

SAVEFILE – строковая переменная, записываемая в реестр, предназначенная только для чтения, сообщающая имя файла автоматического сохранения.

SAVEFILEPATH – строковая переменная, записываемая в реестр, сообщающая адрес папки, в которой осуществляется автоматическое сохранение файлов сеанса AutoCAD.

SAVENAME – незаписываемая строковая переменная, предназначенная только для чтения, сообщающая имя файла, под которым сохранен текущий рисунок (вместе с адресом).

SAVETIME – целая переменная, записываемая в реестр, задающая интервал времени автоматического сохранения рисунка в минутах. Начальное значение `10`. Значения переменной:

`0` – автоматическое сохранение отключено;

`>0` – чертеж автоматически сохраняется с заданным интервалом.

SCREENBOXES – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, сообщающая количество боксов в зоне экранного меню графического экрана. Переменная равна `0`, если экранное меню отключено при настройке.

SCREENMENU – отображение или скрытие экранных меню.

SCREENMODE – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, сообщающая битовый код, указывающий состояние графического/текстового экрана AutoCAD. Начальное значение `3`. Значения переменной:

`0` – отображается текстовый экран;

`1` – отображается графический экран;

`2` – отображабтся и текстовый, и графический экран.

SCREENSIZE – незаписываемая двухмерная точка, предназначенная только для чтения, сообщающая размер текущего видового экрана в пикселах (*X* и *Y*).

SDI – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая типом интерфейса AutoCAD (одно- или многодокументный). Значения переменной:

`0` – включение многодокументного интерфейса (начальное значение);

`1` – отключение многодокументного интерфейса;

`2` – только чтение. Многодокументный интерфейс недоступен, так как загружено приложение, не поддерживающее такого интерфейса. Значение `2` не сохраняется;

`3` – только чтение. Многодокументный интерфейс недоступен, так как пользователь присвоил `SDI` значение `1`, а в AutoCAD было загружено приложение, не поддерживающее наличия нескольких рисунков; причем присвоение значения переменной было выполнено раньше, чем загрузка. Значение `3` не сохраняется.

SELECTIONANNODISPLAY – управление временным отключением доступности масштабируемых представлений при выборе объекта аннотативный.

SELECTIONAREA – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая отображением эффектов для областей выбора. Значения переменной:

`0` – отключено;

`1` – включено (начальное значение).

SELECTIONAREAOPACITY – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая прозрачностью области выбора в процессе выбора рамки и секущей рамки. Допустимый диапазон значений от `0` до `100`. Чем меньше значение настройки, тем прозрачнее область. При значении, равном `100` единицам, область становится непрозрачной. Системная переменная `SELECTIONAREA` должна быть активизирована.

SELECTIONCYCLING – включение и отключение циклического перебора при выборе.

SELECTIONPREVIEW – битовый код, записываемый в реестр, управляющий отображением предварительного просмотра выбора. Объекты выделяются при наведении на них прицела. В этом случае предварительный выбор означает, что объект был бы выбран при щелчке на нем. Начальное значение 3. Параметр хранится в виде битового кода, использующего сумму следующих значений:

0 – отключено;
1 – включено, если ни одна команда не активна;
2 – включено в ответ на запрос выбора объекта.

SELECTSIMILARMODE – управление набором сопоставляемых свойств однотипных объектов, позволяющим выбрать объект с помощью команды **SELECTSIMILAR**.

SETBYLAYERMODE – управление свойствами, выбираемыми командой **BYLAYER**.

SHADEDGE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая показом ребер и граней при тонировании. Значения переменной:

0 – грани тонируются без выделения ребер;
1 – грани тонируются с выделением ребер цветом фона;
2 – грани не заполняются, а ребра рисуются цветом объекта;
3 – грани тонируются цветом объекта, а ребра – цветом фона (начальное значение).

SHADEDIF – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отношением рассеянной освещенности к освещенности диффузного отражения. Начальное значение 70.

SHADOWPLANELOCATION – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая расположением скрытой опущенной нулевой плоскости, используемой для отображения теней. Значение представляет собой положение на текущей оси *Z*. Опущенная нулевая плоскость является скрытой, однако она отбрасывает и принимает тени. На объекты, расположенные ниже опущенной нулевой плоскости, падает тень от этой плоскости. Опущенная нулевая плоскость используется, если системной переменной VSSHADOWS установлено значение отображения полных теней или теней на земле.

SHORTCUTMENU – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая доступностью контекстных меню (стандартного, режимов редактирования и команд) в рабочей области рисования. Начальное значение 11. Значения переменной:

0 – все контекстные меню отключены (режим совместимости с R14);
1 – доступно стандартное контекстное меню;
2 – доступно контекстное меню режима редактирования;
4 – доступно контекстное меню режима команд;
8 – контекстное меню режима команд доступно при наличии ключей в командной строке;
16 – контекстное меню доступно, если правая кнопка устройства указания удерживается нажатой в течение некоторого времени.

При установке нескольких режимов одновременно значения переменных суммируются.

SHOWHIST – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая свойством показа журнала для тел на чертеже. Значения переменной:

- `0` – отменяет показ журнала для всех тел, при этом невозможно просмотреть исходные объекты, которые были использованы для создания твердотельного объекта;
- `1` – не переопределяет отдельные установки свойства показа журнала для тел (начальное значение);
- `2` – отображает журнал для всех тел, переопределяя отдельные установки свойства показа журнала для тел. Можно просмотреть исходные объекты, которые были использованы для создания твердотельного объекта.

SHOWLAYERUSAGE – целая переменная, записываемая в реестр, отображающая значки в Диспетчере свойств слоев, чтобы показать, используются ли слои. Значения переменной:

- `0` – отключено (начальное значение);
- `1` – включено.

SHOWMOTIONPIN – управление состоянием по умолчанию миниатюр снимков.

SHOWPALETTESTATE – признак отображения или скрытия палитр, в том числе ленты и окна команд.

SHPNAME – незаписываемая строковая переменная, хранящая имя формы по умолчанию.

SIGWARN – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая выводом предупреждения при открытии файла с присоединенной цифровой подписью. Значения переменной:

- `0` – если подпись в файле действительна, предупреждение не выдается;
- `1` – если подпись в файле действительна, предупреждение выдается (начальное значение).

SKETCHINC – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая шаг приращения в команде **SKETCH**. Начальное значение `0.1000`.

SKPOLY – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая режим генерации отрезков или полилиний в команде **SKETCH**. Значения переменной:

- `0` – генерируются отрезки;
- `1` – генерируются полилинии.

SKTOLERANCE – определение точности сглаживания сплайном эскиза, построенного вручную.

SKYSTATUS – определяет, вычисляется ли освещенность неба во время визуализации.

SMOOTHMESHCONVERT – устанавливает, будут ли объекты-сети, преобразуемые в 3D-тела или поверхности, сглаженными или многогранными, а также будет ли выполняться объединение граней.

SMOOTHMESHGRID – устанавливает максимальную степень сглаживания, при которой на 3D-объектах-сетях будет отображаться многогранная сеть-подложка.
SMOOTHMESHMAXFACE – установка максимального количества граней, разрешенного для объектов-сетей.
SMOOTHMESHMAXLEV – установка максимальной степени сглаживания для объектов-сетей.
SNAPANG – вещественная переменная, записываемая в рисунок, хранящая значение угла поворота сетки шаговой привязки в текущей ПСК для текущего видового экрана. Начальное значение `0`.
SNAPBASE – двухмерная точка, записываемая в рисунок, хранящая координаты начальной точки сетки шаговой привязки для текущего видового экрана в текущей ПСК. Начальное значение `0.0000,0.0000`.
SNAPISOPAIR – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая активную плоскость изометрии для текущего видового экрана. Значения переменной:

`0` – левая (начальное значение);
`1` – верхняя;
`2` – правая.

SNAPMODE – целая переменная, записываемая в рисунок, включающая и отключающая режим шаговой привязки. Значения переменной:

`0` – режим шаговой привязки отключен (начальное значение);
`1` – режим шаговой привязки включен на текущем видовом экране.

SNAPSTYL – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая стиль привязки для текущего видового экрана. Значения переменной:

`0` – стандартный ортогональный (начальное значение);
`1` – изометрический.

SNAPTYPE – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая стиль шаговой привязки на текущем видовом экране. Значения переменной:

`0` – привязка к узлам прямоугольной сетки (начальное значение);
`1` – полярная привязка. Курсор перемещается по дискретным значениям углов. Используется в сочетании с объектным и полярным отслеживанием.

SNAPUNIT – двухмерная точка, записываемая в рисунок, хранящая шаг привязки на текущем видовом экране. Начальное значение `0.5000,0.5000`.
SOLIDCHECK – незаписываемая целая переменная, определяющая режим проверки корректности структуры тел в текущем сеансе AutoCAD. При значении `1` (по умолчанию) переменная установлена. Значения переменной:

`0` – проверка тел отключена;
`1` – проверка тел включена (начальное значение).

SOLIDHIST – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая установкой значения по умолчанию для свойства журнала для новых и существующих объектов. Если установлено значение `1`, для составных тел сохраняется журнал исходных объектов, входящих в составное тело. Значения переменной:

0 – журнал не сохраняется;

1 – тела сохраняют журнал своих исходных объектов (начальное значение).

SORTENTS – управляет сортировкой объектов в соответствии с порядком прорисовки для некоторых операций.

SPLDEGREE – сохранение последнего значения порядка сплайнов и определение используемого по умолчанию значения порядка для команды **SPLINE** при задании управляющих вершин.

SPLFRAME – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением сплайнов и сглаженных сплайнами полилиний. Значения переменной:

0 – управляющая ломаная сплайнов и сглаженных полилиний не выводится (начальное значение);

1 – выводится управляющая ломаная сплайнов и сглаженных полилиний.

SPLINESEGS – целая переменная, записываемая в рисунок, число прямых сегментов, которыми аппроксимируются участки сплайна. Чем больше число сегментов в кривой, тем более точно будут отображены контуры объекта. Допустимые значения находятся в интервале от -32768 до 32767. Начальное значение 8.

SPLINETYPE – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая тип сглаживающей кривой в ключе Spline команды **PEDIT**. Значения переменной:

5 – квадратичный B-сплайн;

6 – кубический B-сплайн (начальное значение).

SPLKNOTS – сохранение последней настройки узловой параметризации для сплайнов и определение используемой по умолчанию настройки узлов для команды SPLINE при задании определяющих точек.

SPLMETHOD – сохранение последнего режима построения сплайна и определение используемого по умолчанию режима команды **SPLINE**.

SSFOUND – незаписываемая строковая переменная, предназначенная только для чтения, сообщающая имя файла и путь, полученные при успешном поиске подшивки.

SSLOCATE – целая переменная, записываемая в пользовательские настройки, управляющая режимом автоматического поиска и открытия подшивки, связанной с открываемым рисунком. Значения переменной:

0 – подшивка не открывается вместе с рисунком;

1 – подшивка открывается вместе с рисунком (начальное значение).

SSMAUTOOPEN – целая переменная, записываемая в пользовательские настройки, управляющая автоматическим выводом Диспетчера подшивок при открытии рисунка, связанного с подшивкой, в AutoCAD. Значения переменной:

0 – Диспетчер подшивок автоматически не открывается;

1 – Диспетчер подшивок автоматически открывается (начальное значение).

SSMPOLLTIME – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая временным интервалом автоматического обновления данных о состоянии в подшивке. Допустимый диапазон значений от 20 до 600. Начальное значение 60.

SSMSHEETSTATUS – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая способом обновления данных о состоянии в подшивке. Значения переменной:

0 – не обновлять данные о состоянии в подшивке автоматически;
1 – обновлять данные о состоянии при загрузке или выгрузке подшивки;
2 – обновлять данные о состоянии при загрузке или обновлении подшивки, или регулярно через интервал времени, установленный переменной SSMPOLLTIME (начальное значение).

SSMSTATE – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, содержащая индикатор активности окна Диспетчера подшивок. Значения переменной:
0 – Диспетчер подшивок не активен;
1 – Диспетчер подшивок активен.

STANDARDSVIOLATION – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая режим оповещения пользователя о нарушениях стандартов в текущем рисунке при создании или изменении нестандартного объекта. Значения переменной:
0 – режим оповещения отключен;
1 – при нарушении стандартов в рисунке выводится предупреждение;
2 – при открытии связанного с файлом стандартов файла, а также при создании и редактировании нестандартных объектов в строке состояния отображается значок стандарта (начальное значение).

STARTUP – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая выводом диалогового окна при создании нового рисунка. Значения переменной:
0 – вывод диалогового окна выбора шаблона, или использование файла шаблона рисунка по умолчанию (начальное значение);
1 – вывод диалоговых окон начала работы и создания нового рисунка.

STATUSBAR – управление отображением строки состояния приложения и чертежа.

STEPSIZE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, задающая размер каждого шага в единицах чертежа при работе в режиме обхода или облета. Можно ввести любое вещественное число от 1E-6 до 1E+6. Начальное значение 6.0000.

STEPSPERSEC – вещественная переменная, записываемая в рисунок, задающая число шагов, выполняемых в секунду, при работе в режиме обхода или облета. Можно ввести любое вещественное число от 1 до 30. Начальное значение 2.

SUBOBJSELECTIONMODE – фильтрация выделения граней, кромок, вершин или подобъектов тела с историей при наведении на них курсора.

SUNPROPERTIESSTATE – незаписываемая целая переменная, указывающая, открыто окно Свойств солнца или нет. Значения переменной:
0 – закрыто (начальное значение);
1 – открыто.

SUNSTATUS – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая излучением солнечного света на текущем видовом экране. Значения переменной:
0 – отключено;
1 – включено (начальное значение).

SURFACEASSOCIATIVITY – признак сохранения взаимосвязи поверхностей с объектами, на основе которых они созданы.
SURFACEASSOCIATIVITYDRAG – установка режима предварительного просмотра при перетаскивании ассоциативных поверхностей с целью повышения производительности работы.
SURFACEAUTOTRIM – управление автоматической обрезкой поверхностей при проецировании на них геометрии.
SURFACEMODELINGMODE – управление типом создаваемых поверхностей (процедурные поверхности или NURBS-поверхности).
SURFTAB1 – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая плотностью сети, аппроксимирующей поверхность, в направлении *M* для команд **RULESURF**, **TABSURF**, **REVSURF** и **EDGESURF**. Начальное значение `6`.
SURFTAB2 – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая плотностью сети, аппроксимирующей поверхность, в направлении *N* для команд **RULESURF**, **TABSURF**, **REVSURF** и **EDGESURF**. Начальное значение `6`.
SURFU – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая плотностью поверхности в направлении *M* для ключа `Fit` команды **PEDIT**. Начальное значение `6`.
SURFTYPE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая типом поверхности сглаживания, которая используется командой **PEDIT** (ключ `Spline`). Значения переменной:

`5` – квадратичный B-сплайн;
`6` – кубический B-сплайн (начальное значение);
`8` – поверхность Безье.

SURFV – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая плотностью поверхности в направлении *N* для ключа `Fit` команды **PEDIT**. Начальное значение `6`.
SYSCODEPAGE – незаписываемая строковая переменная, предназначенная только для чтения, содержащая системную кодовую страницу, которая определяется операционной системой. Способы изменения кодовой страницы описаны в документации по операционной системе.

T

TABLEINDICATOR – целая переменная, записываемая в пользовательские настройки, управляющая отображением номеров рядов и букв столбцов при открытии текстового редактора, используемого в месте редактирования, для изменения ячейки таблицы. Значения переменной:

`0` – отключено;
`1` – включено (начальное значение).

TABLETOOLBAR – управление отображением панели таблицы **Table toolbar**.
TABMODE – незаписываемая целая переменная, управляющая использованием режима `Tablet`. Значения переменной:

0 – планшет отключен (начальное значение);

1 – планшет включен.

TARGET – трехмерная точка, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, хранящая положение цели в координатах ПСК на текущем видовом экране при настройке перспективного изображения.

TBCUSTOMIZE – переключаемая переменная, записываемая в реестр, определяющая индикатор доступности панелей инструментов для адаптации. Значения переменной:

0 – отключение команд **CUSTOMIZE** и **TOOLBAR**, а также возможности адаптации из контекстного меню панели;

1 – включение возможности адаптации панелей (начальное значение).

TDCREATE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, содержащая дату и время (местное) создания текущего рисунка.

TDINDWG – вещественная переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, содержащая общее время редактирования.

TDUCREATE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, содержащая дату и время (всемирное) создания текущего рисунка.

TDUPDATE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, содержащая дату и время (местное) последнего сохранения рисунка.

TDUSRTIMER – вещественная переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, содержащая таймер пользователя.

TDUUPDATE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, содержащая дату и время (всемирное) последнего сохранения рисунка.

TEMPOVERRIDES – целая переменная, записываемая в реестр, включающая и отключающая клавиши временной отмены. Значения переменной:

0 – отключено;

1 – включено (начальное значение).

TEMPPREFIX – незаписываемая строковая переменная, предназначенная только для чтения, содержащая имя папки для хранения временных файлов.

TEXTED – задает интерфейс пользователя, выводимый на экран для редактирования однострочного текста.

TEXTEVAL – незаписываемая целая переменная, управляющая методом обработки текстовых строк. Значения переменной:

0 – ответы на запросы ввода текстовых строк и значений атрибутов воспринимаются буквально (начальное значение);

1 – текстовые строки с символами (или ! считаются выражениями языка AutoLISP.

TEXTFILL – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая заполнением текста, выполненного шрифтами TrueType, при печати и тонировании. Значения переменной:

`0` – текст выводится в контурном виде;

`1` – текст выводится в заполненном виде (начальное значение).

TEXTOUTPUTFILEFORMAT – служит для хранения параметров Unicode для печати и текстовых файлов журналов.

TEXTQLTY – незаписываемая целая переменная, управляющая качеством начертания шрифтов TrueType при выводе текстов на печать и тонировании. Значение `0` полностью отключает улучшение качества шрифтов, а значение `100` соответствует максимальному улучшению качества за счет потери производительности. Начальное значение `50`.

TEXTSIZE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая высотой по умолчанию для нового текста в текущем начертании.

TEXTSTYLE – строковая переменная, записываемая в рисунок, хранящая имя текущего текстового стиля. Начальное значение `STANDARD`.

THICKNESS – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая значением текущей трехмерной высоты. Начальное значение `0.0000`.

THUMBSIZE – задание максимального размера в пикселах при создании миниатюр.

TILEMODE – целая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая текущую вкладку в рисунке (модель или последний из листов). Значения переменной:

`0` – последний использовавшийся лист;

`1` – модель (начальное значение).

TIMEZONE – значение из стандартного списка, записываемое в рисунок, устанавливающее часовой пояс в чертеже. Значения в таблице выражены в часах и минутах от всемирного времени. Заданное географическое положение также устанавливает часовой пояс. Если часовой пояс задан неправильно, можно исправить его в диалоговом окне географического положенияили задать системную переменную `TIMEZONE`. Начальное значение `-8000`. Значения переменной:

`-12000` – международная западная линия даты;

`-11000` – остров Мидуэй, Самоа;

`-10000` – Гаваи;

`-9000` – Аляска;

`-8000` – тихоокеанское поясное время (США и Канада), Тихуана;

`-7000` – Аризона;

`-7000` – Чихуахуа, Ла-Пас, Мацатлан;

`-7000` – горный часовой пояс (США и Канада);

`-6000` – центральная Америка;

`-6000` – центральноамериканское время (США и Канада);

`-6000` – Гвадалахара, Мехико, Монтеррей;

`-6000` – Саскачеван;

`-5000` – Богота, Лима, Киото;

-5000 – восточное поясное время (США и Канада);
-5000 – Индиана (восток);
-4000 – атлантическое время (Канада);
-4000 – Каракас, Ла-Пас;
-4000 – Сантьяго;
-3000 – Ньюфаундленд;
-3000 – Бразилия;
-3000 – Буэнос-Айрес, Джорджтаун;
-3000 – Гренландия;
-2000 – центрально-атлантическое время;
-1000 – Азорские острова;
-1000 – острова Зеленого Мыса;
0000 – Касабланка, Монровия;
0000 – Дублин, Эдинбург, Лиссабон;
+1000 – Амстердам, Берлин, Берн, Рим, Стокгольм;
+1000 – Белград, Братислава, Будапешт, Любляна;
+1000 – Брюссель, Мадрид, Копенгаген, Париж;
+1000 – Сараево, Скопье, Варшава, Загреб;
+1000 – Западная Центральная Африка;
+2000 – Афины, Бейрут, Стамбул, Минск;
+2000 – Бухарест;
+2000 – Каир;
+2000 – Хараре, Претория;
+2000 – Хельсинки, Киев, София, Таллинн, Вильнюс;
+2000 – Иерусалим;
+3000 – Багдад;
+3000 – Кувейт, Эр-Рияд;
+3000 – Москва, Санкт-Петербург, Волгоград;
+3000 – Найроби;
+3300 – Тегеран;
+4000 – Абу Даби, Мускат;
+4000 – Баку, Тбилиси, Ереван;
+4300 – Кабул;
+5000 – Екатеринбург;
+5000 – Исламабад, Карачи, Ташкент;
+5300 – Сенай, Калькутта, Мумбаи, Нью-Дели;
+5450 – Катманду;
+6000 – Алматы, Новосибирск;
+6000 – Астана, Дака;
+6000 – Шри Джаяварденепура;
+6300 – Рангун;
+7000 – Бангкок, Ханой, Джакарта;
+7000 – Красноярск;

+8000 – Пекин, Чонвинг, Гонконг, Урумчи;
+8000 – Иркутск, Улан-Батор;
+8000 – Куала-Лампур, Сингапур;
+8000 – Перт;
+8000 – Тайпей;
+9000 – Осака, Саппоро, Токио;
+9000 – Сеул;
+9000 – Якутск;
+9300 – Аделаида;
+9300 – Дарвин;
+10000 – Брисбен;
+10000 – Канберра, Мельбурн, Сидней;
+10000 – остров Гуам, Порт-Морсби;
+10000 – Хобарт;
+10000 – Владивосток;
+11000 – Магадан, Соломоновы Острова, Новая Каледония;
+12000 – Окленд, Веллингтон;
+12000 – Фиджи, Камчатка, Маршалловы острова;
+13000 – Нукуалофа.

TOOLTIPMERGE – переключаемая переменная, записываемая в пользовательские настройки, объединяющая подсказки на чертеже в одну подсказку. Значения переменной:

0 – отключены (начальное значение);
1 – включены.

TOOLTIPS – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая выводом всплывающих подсказок. Значения переменной:

0 – подсказки отключены;
1 – подсказки используются (начальное значение).

TPSTATE – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, определяющая состояние активности окна инструментальных палитр. Значения переменной:

0 – окно инструментальных палитр не активно;
1 – окно инструментальных палитр активно.

TRACEWID – вещественная переменная, записываемая в рисунок, определяющая ширину полосы по умолчанию. Начальное значение 0.0500.

TRACKPATH – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая отображением трассирующих линий полярного и объектного отслеживаний. Значения переменной:

0 – трассы прекрывают экран (начальное значение);
1 – трассы соединяют опорные точки с курсором;
2 – линии полярной трассировки не отображаются;
3 – трассы не отображаются.

TRANSPARENCYDISPLAY – определяет, учитывается ли прозрачность объектов при отображении.

TRAYICONS – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая отображением лотка в строке состояния. Значения переменной:

`0` – лоток не отображается;

`1` – лоток отображается (начальное значение).

TRAYNOTIFY – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая отображением служебных уведомлений на лотке в строке состояния. Значения переменной:

`0` – уведомления не отображаются;

`1` – уведомления отображаются (начальное значение).

TRAYTIMEOUT – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая длительностью показа служебных уведомлений (в секундах). Допустимые значения – от `0` до `10`. Начальное значение `5`.

TREEDEPTH – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая максимальное количество ветвлений древовидного пространственного индекса. Начальное значение `3020`. Значения переменной:

`0` – запрещается использование пространственного индекса;

`>0` – разрешается использование пространственного индекса;

`<0` – разрешается использование пространственного индекса в двухмерном режиме.

TREEMAX – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая снижением требований к памяти при регенерации рисунка путем ограничения максимального количества узлов в пространственном индексе рисунка (дереве октантов).

TRIMMODE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая обрезкой выбранных кромок фасок и сопряжений. Значения переменной:

`0` – кромки сохраняются;

`1` – кромки обрезаются до конечных точек фасок/сопряжений (начальное значение).

TSPACEFAC – незаписываемая вещественная переменная, управляющая стилем межстрочного интервала в многострочном тексте. Допустимые значения – от `0.25` до `4.0`. Начальное значение `1.0`.

TSPACETYPE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая стилем межстрочного интервала в многострочном тексте. Значения переменной:

`1` – стиль `At Least`;

`2` – стиль `Exactly` (начальное значение).

TSTACKALIGN – целая переменная, записываемая в рисунок, выравнивающая «двухэтажный» текст (типа обыкновенной дроби) по вертикали. Значения переменной:

`1` – по низу (bottom) (начальное значение);

`2` – по середине (center);

`3` – по верху (top).

TSTACKSIZE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отношением высоты дробной части «двухэтажного» текста к высоте выделенного тек-

ста (в процентах). Допустимые значения от 1 до 127. Начальное значение 70.

U

UCSAXISANG – целая переменная, записываемая в реестр, устанавливающая значения угла (в градусах) по умолчанию при повороте ПСК вокруг одной из ее осей с помощью параметров X, Y или Z команды **UCS**. Допустимые значения: 5; 10; 15; 18; 22.5; 30; 45; 90; 180. Начальное значение 90.

UCSBASE – строковая переменная, записываемая в рисунок, содержащая имя ПСК, на которой базируются ортогональные системы координат.

UCSDETECT – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая активностью сбора данных динамической ПСК. Значения переменной:

0 – не активна;

1 – активна (начальное значение).

UCSFOLLOW – целая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая вид в плане при переходе от одной ПСК к другой. Значения переменной:

0 – ПСК не влияет на установленный вид (начальное значение);

1 – смена ПСК вызывает установку вида в плане на текущем видовом экране.

UCSICON – целая переменная, записываемая в рисунок отдельно по видовым экранам, включающая видимость пиктограммы ПСК на текущем видовом экране. Значения переменной:

0 – пиктограмма не отображается;

1 – пиктограмма отображается;

2 – если отображается, пиктограмма помещается в начало координат текущей системы;

3 – пиктогрграмма отображается и помещается в начало координат текущей ПСК (начальное значение).

UCSNAME – строковая переменная, записываемая в рисунок отдельно по видовым экранам, предназначенная только для чтения, хранящая имя текущей системы координат для текущего видового экрана в текущем пространстве.

UCSORG – трехмерная точка, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, хранящая координаты начала текущей системы координат для текущего видового экрана в текущем пространстве.

UCSORTHO – целая переменная, записываемая в реестр, определяющая режим восстановления ортогональной ПСК в момент установки соответствующего ортогонального вида. Значения переменной:

0 – не изменяет текущую систему координат;

1 – ориентирует систему координат по ортогональному виду (начальное значение).

UCSVIEW – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая режимом сохранения текущей ПСК вместе с именованным видом. Значения переменной:

0 – не сохраняется;

1 – сохраняется (начальное значение).

UCSVP – целая переменная, записываемая в рисунок отдельно по видовым экра-

нам, управляющая режимом следования ПСК на видовых экранах за системой координат, установленной на текущем видовом экране. Значения переменной:

- 0 – на всех видовых экранах устанавливается ПСК, совпадающая с системой координат текущего видового экрана;
- 1 – на каждом видовом экране устанавливается отдельная, хранящаяся вместе с ним ПСК (начальное значение).

UCSXDIR – трехмерная точка, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, хранящая направления оси *X* текущей ПСК на текущем видовом экране в текущем пространстве (модели или листа).

UCSYDIR – трехмерная точка, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, хранящая направления оси *Y* текущей ПСК на текущем видовом экране в текущем пространстве (модели или листа).

UNDOCTL – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, хранящая битовый код, указывающий состояние ключей `AUTO` и `Control` команды **UNDO**. Начальное значение `21`. Параметр хранится в виде битового кода, использующего сумму следующих значений:

- 0 – возможность отмены команд отключена;
- 1 – возможность отмены команд включена;
- 2 – может быть отменена только одна команда;
- 4 – режим `Auto` включен;
- 8 – активна группа команд.

UNDOMARKS – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, хранящая количество меток, заданных в команде **UNDO** с ключом `Mark` для управления отменой. Начальное значение `0`.

UNITMODE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением чисел с дробной частью, в футах и дюймах и в топографических единицах. Значения переменной:

- 0 – дробные единицы, футы, дюймы и топографические единицы отображаются в соответствии с установками (начальное значение);
- 1 – формат дробных единиц, футов, дюймов и топографических единиц определяется в процессе ввода.

UOSNAP – определяет, активна ли объектная привязка к геометрии во вставленных в чертеж подложках DWF, DWFx, PDF и DGN.

UPDATETHUMBNAIL – битовый код, записываемый в рисунок, управляющий обновлением образцов в Диспетчере подшивок. Начальное значение `15`. Параметр хранится в виде битового кода, который является суммой следующих значений:

- 0 – не обновляет образцы для листов, видов на листах и видов пространства модели;
- 1 – обновляет образцы для видов на листах;
- 2 – обновляет образцы для видов модели;
- 4 – обновляет образцы для листов;
- 8 – обновляет образцы при создании, изменении и восстановлении листов или

видов;

16 – обновляет образцы при сохранении рисунка.

USERI1–5 – целые переменные USERI1, USERI2, USERI3, USERI4 и USERI5, записываемые в рисунок, используемые для хранения целых чисел. Начальное значение 0.

USERR1–5 – вещественные переменные USERR1, USERR2, USERR3, USERR4 и USERR5, записываемые в рисунок, используемые для хранения вещественных чисел. Начальное значение 0.0000.

USERS1–5 – незаписываемые строковые переменные USERS1, USERS2, USERS3, USERS4 и USERS5, используемые для хранения текстовых данных.

V

VIEWCTR – трехмерная точка, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, содержащая центр текущего видового экрана в координатах ПСК.

VIEWDIR – трехмерный вектор, записываемый в рисунок, предназначенный только для чтения, содержащий направление взгляда на текущем видовом экране в координатах ПСК.

VIEWMODE – целая переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, определяющая битовый код режима вида на текущем видовом экране. Параметр хранится в виде битового кода, использующего сумму следующих значений:

0 – все отключено (начальное значение);

1 – включен вид в перспективе;

2 – включена передняя секущая плоскость;

4 – включена задняя секущая плоскость;

8 – включен режим установки вида в плане при смене системы координат;

16 – передняя секущая плоскость не совмещена с точкой наблюдения.

При установке нескольких режимов одновременно значения переменных суммируются.

VIEWSIZE – вещественная переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, хранящая значения высоты изображения на текущем видовом экране в условных единицах.

VIEWTWIST – вещественная переменная, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, хранящая угол поворота вида на текущем видовом экране. Начальное значение 0.

VISRETAIN – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая видимостью, цветом, типом линии, толщиной линии и стилями печати (если PSTYLEPOLICY равна 0) зависимых от внешних ссылок слоев, а также сохранением адресов доступа для вложенных ссылок. Значения переменной:

0 – внешние ссылки принимают значения параметров слоя текущего рисунка;

1 – установки слоя будут подавлены установками рисунка внешней ссылки (начальное значение).

VPLAYEROVERRIDES – указывает на наличие слоев с переопределениями свойств видовых экранов для текущего видового экрана листа.
VPLAYEROVERRIDESMODE – управление отображением и печатью переопределений свойств слоев для видовых экранов листа.
VPMAXIMIZEDSTATE – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, содержащая индикатор развернутого состояния видового экрана. Значения переменной:

`0` – не развернут (начальное значение);
`1` – развернут.

VPROTATEASSOC – определяет, будет ли вид поворачиваться в видовом экране при повороте видового экрана.
VSACURVATUREHIGH – значение, при котором поверхность отображается зеленым цветом в результате анализа кривизны.
VSACURVATURELOW – значение, при котором поверхность отображается синим цветом в результате анализа кривизны.
VSACURVATURETYPE – управление типом анализа кривизны, используемого в определенной ситуации.
VSADRAFTANGLEHIGH – значение, при котором модель отображается зеленым цветом в результате анализа уклона.
VSADRAFTANGLELOW – значение, при котором модель отображается синим цветом в результате анализа уклона.
VSAZEBRACOLOR1 – первый цвет полос, отображаемых в результате анализа Зебра.
VSAZEBRACOLOR2 – второй (контрастирующий) цвет полос, отображаемых в результате анализа Зебра.
VSAZEBRADIRECTION – управление направлением, под которым отображаются полосы анализа Зебра (по горизонтали, по вертикали или под углом).
VSAZEBRASIZE – управление шириной полос, отображаемых в результате анализа Зебра.
VSAZEBRATYPE – тип отображения результатов анализа целостности.
VSBACKGROUNDS – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением фонов в стиле отображения, применяемом к текущему видовому экрану. Значения переменной:

`0` – отключено;
`1` – включено (начальное значение).

VSEDGECOLOR – строковая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая цвет граней в стиле отображения текущего видового экрана. Начальное значение равно `7` (ACI черный).
VSEDGEJITTER – строковая переменная, записываемая в рисунок, управляющая степенью проявления линий сквозь карандашную зарисовку. Если установке предшествует знак минус, эффект мерцания отключается. Значения переменной:

`1` – низкий;
`2` – средний (начальное значение);

3 – высокий.

VSEDGEOVERHANG – целая переменная, записываемая в рисунок. Отрезки продлеваются за их пересечения для создания эффекта рисования от руки. Диапазон значений от 1 до 100 пикселов. Если значению предшествует знак минус, эффект продления отрезков отключается.

VSEDGES – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая типом граней, отображаемых в видовом экране. Значения переменной:

0 – грани не отображаются;

1 – изолинии отображаются (начальное значение);

2 – ребра граней отображаются.

VSEDGESMOOTH – целая переменная, записываемая в рисунок, задающая угол, под которым отображаются загнутые грани. Диапазон значений от 0 до 180. Начальное значение 1.

VSFACECOLORMODE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая вычислением цвета граней. Значения переменной:

0 – нормальный: атрибут цвета грани не применяется (начальное значение);

1 – монохромный: отображает все грани цветом, заданным системной переменной VSMONOCOLOR;

2 – тонированный: использует для оттенения всех граней цвет, заданный системной переменной VSMONOCOLOR, изменяя значения оттенка и насыщенности цвета;

3 – разбавить: смягчает цвет, уменьшая компонент насыщенности на 30%.

VSFACEHIGHLIGHT – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением бликующей подсветки на гранях, не заполненных материалом, в текущем видовом экране. Диапазон значений от -100 до 100. Чем больше число, тем больше подсветка. Объекты с прикрепленными материалами игнорируют установку этой переменной, если включена переменная VSMATERIALMODE. Начальное значение -30.

VSFACEOPACITY – вещественная переменная, записываемая в рисунок, управляющая прозрачностью граней в текущем видовом экране. Диапазон значений от -100 до 100. Если значение равно 100, грань полностью непрозрачная. Если значение равно 0, грань полностью прозрачная. При отрицательных значениях уровень прозрачности устанавливается, но отключается влияние этого значения на изображение на чертеже. Начальное значение -60.

VSFACESTYLE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением граней в текущем видовом экране. Значения переменной:

0 – стиль не применяется;

1 – реалистичное: максимально возможное приближение отображения к тому, как грань выглядит на самом деле (начальное значение);

2 – Гуч: используется гамма холодных и теплых цветов вместо темных и светлых для улучшения отображения граней, которые могли бы быть затенены и плохо видны в реалистичном представлении.

VSHALOGAP – целая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая коэффициент недовода в стиле отображения, применяемом к текущему видовому экрану. Диапазон значений от 0 до 100. Начальное значение 0.

VSHIDEPRECISION – незаписываемая целая переменная, управляющая точностью отображения скрытых и раскрашенных объектов в стиле отображения, применяемом к текущему видовому экрану. Начальное значение 0.

VSINTERSECTIONCOLOR – целая переменная, записываемая в рисунок, указывающая цвет полилиний пересечения в стиле отображения, применяемом к текущему видовому экрану. Начальным значением является 7, специальное значение, при котором цвет (белый или черный) меняется на обратный на основе цвета фона.

VSINTERSECTIONEDGES – переключаемая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением ребер пересечения в стиле отображения, применяемом к текущему видовому экрану. Значения переменной:

0 – отключено (начальное значение);
1 – включено.

VSINTERSECTIONLTYPE – целая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая тип линии для линий пересечения в визуальном стиле, применяемом в текущем видовом экране. Значения переменной:

0 – отключено;
1 – заливка (начальное значение);
2 – штриховая;
3 – пунктирная;
4 – штриховая (короткий штрих);
5 – штриховая (средний штрих);
6 – штриховая (длинный штрих);
7 – двойная (короткий штрих);
8 – двойная (средний штрих);
9 – двойная (длинный штрих);
10 – штриховая (увел. штрих);
11 – редкопунктирная.

VSISOONTOP – целая переменная, записываемая в рисунок, отображающая изолинии сверху раскрашенных объектов в стиле отображения, применяемом к текущему видовому экрану. Значения переменной:

0 – отключено (начальное значение);
1 – включено.

VSLIGHTINGQUALITY – целая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая качество освещения в текущем видовом экране. Значения переменной:

0 – отображаются грани;
1 – отображается сглаженным (начальное значение).

VSMATERIALMODE – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением материалов в текущем видовом экране. Значения переменной:

0 – материалы не отображаются (начальное значение);
1 – материалы отображаются, текстуры не отображаются;

2 – отображаются материалы и текстуры.

VSMAX – трехмерная точка, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, хранящая правый верхний угол текущего видового экрана, выраженный в координатах ПСК.

VSMIN – трехмерная точка, записываемая в рисунок, предназначенная только для чтения, хранящая левый нижний угол текущего видового экрана, выраженный в координатах ПСК.

VSMONOCOLOR – строковая переменная, записываемая в рисунок, устанавливающая цвет монохромного и тонированного отображения граней в стиле отображения, применяемом в текущем видовом экране. Начальное значение 255,255,255.

VSOBSCUREDCOLOR – строковая переменная, записываемая в рисунок, задающая цвет линий заднего плана в стиле отображения, применяемом в текущем видовом экране. Начальное значение ByBlock.

VSOBSCUREDEDGES – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением скрытых граней заднего плана. Значения переменной:

0 – отключено;

1 – включено (начальное значение).

VSOBSCUREDLTYPE – целая переменная, записываемая в рисунок, задающая тип линии для линий заднего плана в стиле отображения, применяемом в текущем видовом экране. Значения переменной:

0 – отключено;

1 – заливка (начальное значение);

2 – штриховая;

3 – пунктирная;

4 – штриховая (короткий штрих);

5 – штриховая (средний штрих);

6 – штриховая (длинный штрих);

7 – двойная (короткий штрих);

8 – двойная (средний штрих);

9 – двойная (длинный штрих);

10 – штриховая (увел. штрих);

11 – редкопунктирная.

VSOCCLUDEDCOLOR – задание цвета скрытых линий в визуальном стиле, применяемом к текущему видовому экрану.

VSOCCLUDEDEDGES – признак отображения кромок заднего плана.

VSOCCLUDEDLTYPE – задание типа линий для скрытых линий в визуальном стиле, применяемом к текущему видовому экрану.

VSSHADOWS – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением теней в стиле отображения. Значения переменной:

0 – тени не отображаются (начальное значение);

1 – отображаются только тени на земле;

2 – отображаются все тени.

VSSILHEDGES – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая отображением контуров силуэта твердотельных объектов в визуальном стиле, применяемом в текущем видовом экране. Значения переменной:

0 – отключено (начальное значение);

1 – включено.

VSSILHWIDTH – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая шириной контуров силуэта в текущем видовом экране. Диапазон значений от 1 до 25. Начальное значение 5.

VSSTATE – незаписываемая целая переменная, сохраняющая значение, которое указывает, открыто окно визуальных стилей или нет. Начальное значение 0.

VTDURATION – целая переменная, записываемая в реестр, задающая длительность плавного перехода видов в миллисекундах. Допустимый диапазон значений от 0 до 5000. Начальное значение 750.

VTENABLE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая использованием плавной смены вида. Плавную смену вида можно включить или отключить для панорамирования, масштабирования, изменений угла вида или для сценариев. Значения переменной:

0 – отключено для панорамирования/масштабирования, поворота и сценариев;

1 – включено для панорамирования/масштабирования, отключено для поворота и сценариев;

2 – отключено для панорамирования/масштабирования и сценариев, включено для поворота;

3 – включено для панорамирования/масштабирования и поворота, отключено для сценариев (начальное значение);

4 – отключено для панорамирования/масштабирования и поворота, включено для сценариев;

5 – включено для панорамирования/масштабирования и сценариев, отключено для поворота

6 – отключено для панорамирования/масштабирования, включено для поворота и сценариев;

7 – включено для панорамирования/масштабирования, поворота и сценариев.

VTFPS – целая переменная, записываемая в реестр, задающая минимальную скорость плавного перехода видов в кадрах в секунду. Если отображение плавных переходов не поддерживает эту скорость, используется мгновенный переход. Диапазон допустимых значений от 1 до 30. Начальное значение 7.

W

WHIPARC – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая гладкостью окружностей и дуг на экране. Значения переменной:

0 – окружности и дуги аппроксимируются линейными векторами (начальное значение);

1 – окружности и дуги отображаются гладкими кривыми линиями.

WHIPTHREAD – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая использованием дополнительного процессора (то есть многопоточной обработкой данных) для ускорения операций зуммирования и панорамирования, которые вызывают перерисовку или регенерацию рисунка. Значения переменной:

- `0` – многопоточной обработки нет. Регенерация и перерисовка рассчитываются одним процессором. Параметр обеспечивает совместимость с однопроцессорной обработкой из предыдущих версий;
- `1` – многопоточная обработка только при регенерации. На многопроцессорных компьютерах расчет регенерации распараллеливается между двумя процессорами (начальное значение);
- `2` – многопоточная обработка только при перерисовке. На многопроцессорных компьютерах расчет перерисовки распараллеливается между двумя процессорами;
- `3` – многопоточная обработка и при регенерации, и при перерисовке. На многопроцессорных компьютерах расчет регенерации и перерисовки распараллеливается между двумя процессорами.

WINDOWAREACOLOR – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая цветом прозрачной области выбора в процессе выбора рамки. Начальное значение `5` (синий). Допустимый диапазон значений от `1` до `255`. Переменная `SELECTIONAREA` должна быть активизирована.

WMFBKGND – незаписываемая целая переменная, управляющая прозрачностью фона метафайлов, выводимых командой **WMFOUT**, а также форматом объектов метафайлов, помещаемых в буфер обмена или перетаскиваемых в другие приложения. Значения переменной:

- `0` – фон прозрачен (начальное значение);
- `1` – цвет фона объектов совпадает с текущим цветом фона экрана.

WMFFOREGND – незаписываемая целая переменная, управляющая цветом линий объектов AutoCAD в других приложениях. Значения переменной:

- `0` – обмен цветов фона и линий, если требуется гарантия, что цвет линий будет темнее цвета фона (начальное значение);
- `1` – обмен цветов фона и линий, если требуется гарантия, что цвет линий будет светлее цвета фона.

WORLDUCS – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, содержащая индикатор совпадения текущей ПСК с Мировой системой координат. Значения переменной:

- `0` – не совпадает;
- `1` – совпадает (начальное значение).

WORLDVIEW – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая интерпретацией координат, вводимых в командах **3DORBIT**, **DVIEW** и **VPOINT** – относительно Мировой системой координат (по умолчанию), относительно текущей ПСК или ПСК, заданной в системной переменной `UCSBASE`. Значения переменной:

- `0` – система координат не изменяется;

1 – на время действия команд выполняется совмещение с Мировой системой координат (начальное значение).

WRITESTAT – незаписываемая целая переменная, предназначенная только для чтения, указывающая, может ли быть перезаписан текущий файл рисунка или он открыт только для чтения. Позволяет разработчикам приложений определять статус доступа к файлу рисунка с помощью функций AutoLISP. Значения переменной:

0 – запись запрещена, чертеж открыт в режиме для чтения;

1 – запись разрешена (начальное значение).

WSAUTOSAVE – сохранение изменений рабочего пространства при переходе в другое рабочее пространство.

WSCURRENT – незаписываемая строковая переменная, возвращающая имя текущего рабочего пространства в интерфейс командной строки и устанавливающая это пространство текущим.

X

XCLIPFRAME – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая видимостью контуров подрезки внешних ссылок и блоков. Значения переменной:

0 – контуры подрезки невидимы (начальное значение);

1 – контуры подрезки видимы.

XDWGFADECTL – управление затенением всех объектов внешних ссылок DWG.

XEDIT – целая переменная, записываемая в рисунок, определяющая, может ли текущий рисунок участвовать в операции редактирования вхождений, будучи вставленным в другой рисунок как внешняя ссылка. Значения переменной:

0 – редактирование не разрешено;

1 – редактирование разрешено (начальное значение).

XFADECTL – целая переменная, записываемая в рисунок, управляющая снижением интенсивности отображения объектов, не входящих в рабочий набор, при редактировании блоков и внешних ссылок командой. Переменной присваиваются значения от 0 до 90%. Начальное значение 50. Чем больше значение переменной, тем менее ярко выглядят объекты, не входящие в рабочий набор.

XLOADCTL – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая переключением режима подгрузки внешних ссылок; управление загрузкой оригинального рисунка или его копии. Значения переменной:

0 – подгрузка отключена, открывается весь рисунок;

1 – подгрузка включена, открывается файл ссылки;

2 – подгрузка включена, открывается копия файла ссылки (начальное значение).

XLOADPATH – строковая переменная, записываемая в реестр, определяющая адрес для хранения временных копий файлов подгруженных внешних ссылок.

XREFCTL – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая созданием файлов журналов внешних ссылок. Значения переменной:

0 – не создаются (начальное значение);
1 – создаются.

XREFNOTIFY – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая уведомлениями об обновлениях и потерянных внешних ссылках. Значения переменной:

0 – уведомления о внешних ссылках отключены;
1 – уведомления о внешних ссылках включены. О том, что в текущем рисунке имеются внешние ссылки, свидетельствует значок в правом нижнем углу окна приложения (на лотке в строке состояния). Предупреждение о потерянных внешних ссылках выводится в виде значка ! желтого цвета при открытии рисунка;
2 – уведомления о внешних ссылках включены. Отображение значка внешних ссылок, как и для значения 1. При изменении файла внешней ссылки из лотка всплывает уведомление. Периодичность проверки наличия обновлений во внешних ссылках управляется системной переменной XNOTIFYTIME (начальное значение).

XREFTYPE – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая стандартным способом вставки внешних ссылок (вставка или наложение). Значения переменной:

0 – вставка по умолчанию (начальное значение);
1 – наложение по умолчанию.

Z

ZOOMFACTOR – целая переменная, записываемая в реестр, управляющая быстротой перемещения курсора на экране при одном и том же расстоянии, пройденном мышью. Принимает значения от 3 до 100. Большему значению соответствует большая чувствительность. Начальное значение 60.

ZOOMWHEEL – целая переменная, записываемая в реестр, переключающая направление операций прозрачного масштабирования при прокрутке колесика мыши. Значения переменной:

0 – при движении колесика вперед масштаб увеличивается, при движении назад – уменьшается (начальное значение);
1 – при движении колесика вперед масштаб уменьшается, при движении назад – увеличивается.



Адрес: г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1
Телефоны: +7 (499) 734-02-42, +7 (499) 720-89-58. E-mail: abit@miee.ru.

МИЭТ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Лицензия серия 90Л01 №0008407 регистрационный №1412 от 28.04.2015, Свидетельство о государственной аккредитации серия 90А01 № 0000782 регистрационный №0724 от 14.06.2013 выданы Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки

МИЭТ – ведущий вуз России по подготовке специалистов в области электроники, нанотехнологий, IT, телекоммуникаций, а также менеджмента, лингвистики и дизайна.

В официальном рейтинге Министерства образовании и науки МИЭТ стабильно занимает место в первой пятерке среди 160 технических вузов страны. В апреле 2010 года вуз стал победителем в конкурсе программ развития университетов, и распоряжением Правительства России МИЭТу присвоена категория «Национальный исследовательский университет».

Ведущее международное рейтинговое агентство Quacquarelli Symonds (QS) высоко оценило уровень МИЭТа. В 2014 году МИЭТ оказался в числе вузов, получивших наивысшую в настоящий момент оценку для российских университетов – три звезды.

Национальный исследовательский университет «МИЭТ» является ведущим техническим вузом России (по уровню подготовки студентов, по развитию IT-инфраструктуры и другим показателям).

Студенты имеют широкие возможности для проведения свободного времени: в структуру университета входит Спортивный комплекс с плавательным бассейном и Дом культуры.

Образование в МИЭТе позволяет выпускникам получить интересную, востребованную профессию, обеспечить достойное положение в обществе.

Университет расположен в самом экологически чистом округе Москвы, в Силиконовой долине России – Зеленограде.





- Обучение на бесплатной и контрактной основе, очное, дистанционное
- 15 международных учебно-научных центров с участием иностранных компаний (Cadence, Synopsys, Mentor Graphics, FreeScale, Cisco, Microsoft, Oracle и другие)
- Программы «двойных дипломов» (по техническим и экономическим направлениям)
- Военная кафедра
- Общежитие
- Магистратура, аспирантура и докторантура

ВЕДЁТСЯ ПРИЁМ ПО СЛЕДУЮЩИМ НАПРАВЛЕНИЯМ:

- Биотехнические системы и технологии
- Инфокоммуникационные технологии и системы связи
- Информатика и вычислительная техника
- Информационная безопасность
- Конструирование и технология электронных средств
- Материаловедение и технологии материалов
- Прикладная информатика
- Прикладная математика
- Программная инженерия
- Радиотехника
- Техносферная безопасность
- Управление в технических системах
- Электроника и наноэлектроника
- Дизайн
- Лингвистика
- Менеджмент

www.miet.ru
www.abiturient.ru

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
М И Э Т

СОЮЗ ДИЗАЙНЕРОВ РОССИИ

(499) 720-85-59
www.miet.ru

ФАКУЛЬТЕТ

ДИЗАЙН

Член Союза Дизайнеров Российской Федерации

ГРАФИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН

ДИЗАЙН СРЕДЫ





Особенность подготовки дизайнеров в техническом университете – эффективное использование технического оснащения и научного потенциала вуза.

В учебную программу внедрены дизайн-проекты оборудования электронной техники, включающие моделирование на базе компьютерных технологий. Большое внимание в учебном процессе уделено новейшим информационным Web-технологиям, что даёт возможность говорить о новом аспекте развития этого направления дизайна.

Трёхмерное компьютерное моделирование, компьютерная анимация и визуализация проектных решений, внедрённые в учебный процесс, делают выпускников–дизайнеров МИЭТа уникальными специалистами.



Книги издательства «ДМК Пресс» можно заказать в торгово-издательском холдинге «Планета Альянс» наложенным платежом, выслав открытку или письмо по почтовому адресу: **115487, г. Москва, 2-й Нагатинский пр-д, д. 6А**.

При оформлении заказа следует указать адрес (полностью), по которому должны быть высланы книги; фамилию, имя и отчество получателя. Желательно также указать свой телефон и электронный адрес.

Эти книги вы можете заказать и в интернет-магазине: **www.alians-kniga.ru**.

Электронный адрес: **books@alians-kniga.ru**.

Оптовые закупки: тел. +7(499) 782-38-89.

Соколова Татьяна Юрьевна

AutoCAD 2016.
Двухмерное и трехмерное моделирование

Учебный курс

Главный редактор *Мовчан Д. А.*
dmkpress@gmail.com
Корректор *Синяева Г. И.*
Верстка *Паранская Н. В.*
Дизайн обложки *Мовчан А. Г.*

Формат 70×100 $^{1}/_{16}$. Гарнитура «Петербург».
Печать офсетная. Усл. печ. л. 61,26.
Тираж 200 экз.

Веб-сайт издательства: www.дмк.рф