

Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

И. Е. Степанова

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Курс лекций

Волгоград. ВолгГАСУ. 2015



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный
архитектурно-строительный университет», 2015

УДК 004.92(075.8)
ББК 32.973.233я73
С794

Р е ц е н з е н т ы:

кандидат технических наук *С. Н. Торгашина*,
доцент кафедры инженерной графики, стандартизации и метрологии
Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета;
И. Ш. Никулина, ведущий специалист Дзержинского территориального управления
Департамента по образованию администрации г. Волгограда

*Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Степанова, И. Е.

С794 Компьютерная графика [Электронный ресурс] : курс лекций /
И. Е. Степанова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. ар-
хит.-строит. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные
(7,1 Мбайт). — Волгоград : ВолГАСУ, 2015. — Учебное электронное изда-
ние. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet
Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского госу-
дарственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа:
<http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-98276-773-8

Курс лекций предназначен для углубленного изучения возможностей использования
AutoCAD в учебном процессе.

Для студентов направления подготовки «Техносферная безопасность» очной и дис-
танционной форм обучения.

Для удобства работы с изданием рекомендуется пользоваться функцией Bookmarks
(Закладки) в боковом меню программы Adobe Reader и системой ссылок.

УДК 004.92(075.8)
ББК 32.973.233я73

ISBN 978-5-98276-773-8



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный
архитектурно-строительный университет», 2015



ОГЛАВЛЕНИЕ

Лекции 1, 2. РАБОТА С БЛОКАМИ И ИХ АТТРИБУТАМИ	5
1. Работа с блоками	5
1.1. Создание и вставка блоков	5
1.2. Сохранение блоков как файлов	7
1.3. Вставка блока	8
1.3.1. Использование диалогового окна Insert	8
1.3.2. Использование дизайн-центра	9
2. Работа с атрибутами блоков	11
2.1. Создание атрибутов блоков	11
2.2. Редактирование атрибутов	13
2.3. Подключение внешних ссылок	14
2.3.1. Вставка внешних ссылок	14
2.3.2. Вставка рисунка	16
Ключевые термины	17
Краткие итоги	17
Вопросы для самопроверки	17
Лекции 3, 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ЧЕРТЕЖА	18
3. Работа в пространстве листа	18
3.1. Пространство листа	18
3.2. Диспетчер параметров листа	20
3.3. Создание видовых экранов	22
3.4. Скрытие слоев на видовом экране	25
3.5. Нанесение размеров	25
3.6. Сохранение шаблона компоновки	26
4. Вставка штампа и печать чертежа	27
4.1. Вставка штампа	27
4.2. Текстовые надписи	28
4.3. Стили печати	29
4.4. Печать чертежа	30
Ключевые термины	31
Краткие итоги	31
Вопросы для самопроверки	31
Лекции 5—7. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ AUTOCAD С ДРУГИМИ ПРИЛОЖЕНИЯМИ	32
5. Вставка, внедрение и связывание объектов	32
5.1. Вставка объектов через буфер обмена	32
5.2. Внедрение объектов	33
5.3. Связывание объектов	35
6. Экспорт и импорт файлов в другие форматы	36
6.1. Экспорт чертежей	36
6.2. Импорт файлов	39
7. Управление отображением файлов WMF	39

8. Вставка чертежей в другое приложение	39
9. Работа в Интернете	39
10. Функция eTransmit	40
11. Задание параметров пакета передачи	40
12. Открытие чертежей из Интернета	43
13. Создание гиперссылок на объекты чертежа	44
14. Публикация чертежей в формате DWF	46
15. Создание двумерных файлов DWF	47
16. Мастер публикации в Web	49
17. Просмотр чертежей DWF	51
18. Подключение подложки DWF	52
Упражнение «Создание и просмотр файла DWF»	53
Ключевые термины	53
Краткие итоги	54
Вопросы для самопроверки	54
Лекции 8, 9. ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	55
19. Особенности трехмерного пространства	55
19.1. Знакомство с 3D-интерфейсом программы	55
19.2. Координаты и системы координат	59
20. Построение трехмерных тел	61
20.1. Создание стандартных объектов	61
20.2. Команды создания тел операциями с плоскими фигурами	62
20.2.1. Создание объектов командой Extrude	62
20.2.2. Создание объектов командой Sweep	64
20.2.3. Создание объектов командой Revolve	65
20.2.4. Создание объектов командой Loft	65
20.2.5. Создание объектов командой Presspull	68
21. Редактирование твердых тел	68
21.1. Создание составных объектов	68
21.2. Разрезание твердых тел	72
21.3. Команды редактирования тел	73
22. Построение поверхностей	75
22.1. Команда 3DFace	75
22.2. Построение стандартных трехмерных поверхностей	75
22.3. Другие способы создания поверхностей	76
Упражнение «Построение трехмерного изображения и подготовка чертежа к печати»	77
Ключевые термины	80
Краткие итоги	80
Вопросы для самопроверки	80
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	80

Лекции 1, 2. РАБОТА С БЛОКАМИ И ИХ АТТРИБУТАМИ

1. РАБОТА С БЛОКАМИ

1.1. Создание и вставка блоков

При выполнении поэтажных планов здания требуется многократное вычерчивание таких групп объектов, как окна и двери. При простановке размеров на плане также необходимо было бы много раз использовать группу, состоящую из размерной линии, стрелок, выносных линий и размерного числа. Обычно такие группы элементов объединяют в блок.

Блок — это именованный объект, содержащий набор элементов. Он редактируется как один объект. К характерным точкам элементов блока можно осуществлять привязки, но изменять отдельные элементы блока нельзя. Блок можно расчленить на отдельные элементы по команде **Explode**. Кнопка запуска этой команды расположена на панели **Modify**.

Динамические блоки содержат параметры редактирования и вставки. Динамическому блоку можно присваивать разные размеры, поворачивать его и др. *Вложенным* называется блок, входящий в состав другого блока. К блоку можно присоединять текстовые ярлыки с текстовыми полями — *атрибуты блока*.

Блок можно сохранить в данном чертеже или в отдельном файле. В дальнейшем блок можно вставлять в любой чертеж. Экземпляры блока присутствуют в базе данных чертежа как ссылка на сохраняемый файл.

Базовая точка — характерная точка, заданная при создании блока. При выделении блока базовая точка отмечается *маркером (ручкой)*. При вставке блока она совмещается с *точкой вставки*. Тогда все элементы блока занимают места относительно точки вставки. Базовая точка не обязательно должна быть в пределах блока. Часто ее располагают, например, в начале координат (0, 0).

Для создания блока штампа откройте созданный заранее файл A3.dwt ([рис. 1](#)).

Щелкните по кнопке **Make Block** панели инструментов **Draw**. В строке команд будет запущена команда **Block**. На экране появится диалоговое окно **Block Definition** (Определение блока), представленное на [рис. 2](#).

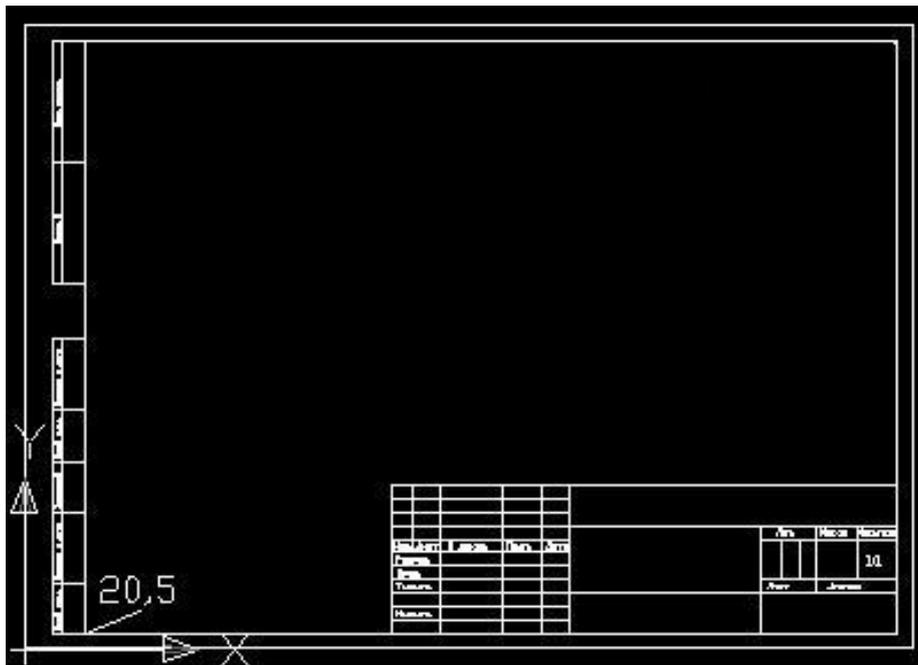


Рис. 1. Штмп А3

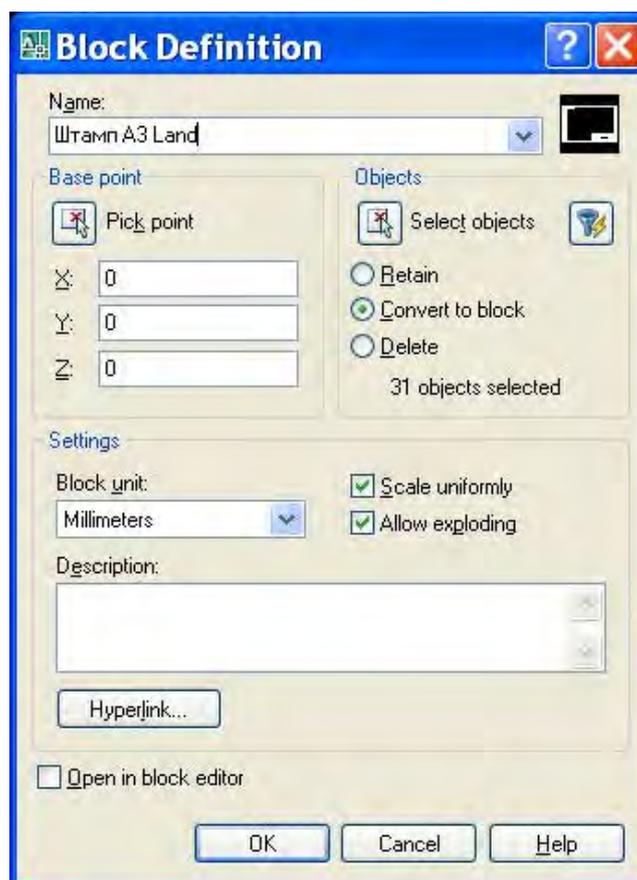


Рис. 2. Окно настройки параметров блока

В диалоговом окне необходимо выполнить следующие действия:

1. В поле **Name** ввести имя (можно с пробелами).
2. В области **Base Point** можно сменить базовую точку, заданную по умолчанию (0, 0, 0). Лучше всего использовать объектную привязку.

3. В области **Objects** щелкнуть по кнопке **Select Objects** и вернуться в графическую зону, чтобы выделить все элементы блока. После выделения рамкой всех элементов нажать [Enter].

4. Далее нужно решить, что делать с исходными элементами блока:

Retain (Сохранить) — исходные элементы остаются на чертеже и в базе данных чертежа;

Convert to block (Преобразовать в блок) — исходные элементы преобразуются в блок и остаются на чертеже и в базе данных чертежа;

Delete (Удалить) — исходные элементы удаляются.

5. В раскрывающемся списке **Block unit** выбрать единицы измерения, которые планируете использовать при вставке блока. Если на чертеже-приемнике для остальных элементов выбраны другие единицы, то размер блока будет соответствующим образом скорректирован.

6. Если для блока требуется масштабирование с одинаковыми коэффициентами по осям, то нужно установить флажок **Scale uniformly** (Универсальный масштаб).

7. Если установить флажок **Allow exploding** (Разрешить расчленение), то после вставки блок можно расчленять на отдельные элементы.

8. Блок можно определить как динамический. Для этого нужно установить флажок **Open in Block Editor**.

9. При нажатии **OK** определение блока штампа А3 сохранится в базе данных чертежа, и его можно использовать.

1.2. Сохранение блоков как файлов

В п. 1.1 рассматривалось, как сохранить описание блока и его элементы в базе данных чертежа-источника. Если же требуется штамп А3 вставить в другой чертеж, то это можно сделать с помощью дизайн-центра. Однако рациональнее сохранять блоки в файлах. Из них можно создать библиотеку блоков-деталей, блоков-символов, блоков-надписей и т. д.

Чтобы сохранить блок как файл, необходимо выполнить следующие операции:

1. Запустить команду **Wblock**.

2. В диалоговом окне **Write Block** указать адрес файла ([рис. 3](#)).

3. В группе **Source** (Источник) выбрать способ создания нового файла:

Block — если на чертеже создан блок и его нужно только сохранить в виде отдельного файла, указать этот переключатель и выбрать блок из раскрывающегося списка;

Entire drawing (Весь чертеж) — будет сохранен весь чертеж; если в нем есть блоки, то их извлекают после вставки чертежа;

Objects (Объекты) — повторяется процедура, описанная в [п. 1.1](#), с выделением базовой точки и объектов.

Часто бывает, что созданы ненужные блоки. Их можно удалить, запустив из командной строки команду **Purge** (Очистка) ([рис. 4](#)).

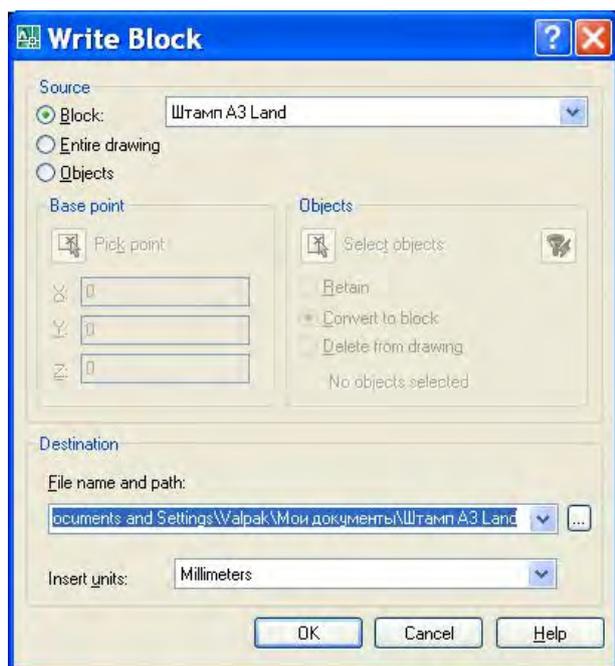


Рис. 3. Сохранение блока в виде отдельного файла



Рис. 4. Диалоговое окно команды **Purge**

Редактирование блоков производится в следующем порядке:

1. Вставить и расчлнить блок.
2. Внести необходимые изменения и повторить процесс определения блока. Имя блока вводить с клавиатуры.
3. Подтвердить переопределение блока.

При переопределении блока обновляются все его копии во всех чертежах. Это позволяет одновременно вносить необходимые исправления сразу во все чертежи, где был вставлен данный блок.

1.3. Вставка блока

Блоки, как определенные в чертеже, так и записанные в файле, вставляются одинаковым образом. При вставке можно изменять размеры по осям и угол поворота относительно точки вставки.

1.3.1. Использование диалогового окна *Insert*

Блок можно вставить в чертеж следующими способами:

- ввести в командную строку команду **Insert**;
- выбрать команду меню **Insert — Block**;
- щелкнуть по кнопке **Insert Block** панели инструментов **Draw**;
- щелкнуть по кнопке **DesignCenter**.

В первых трех случаях активизируется окно **Insert** (рис. 5).

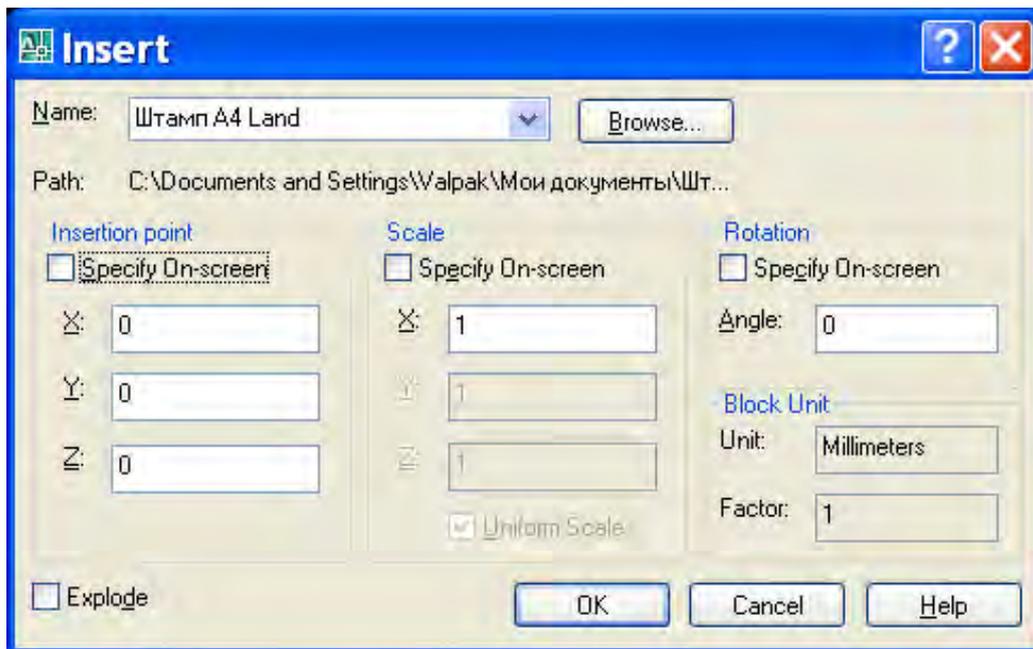


Рис. 5. Диалоговое окно команды **Insert**

Если нужный блок сохранен в данном чертеже, то его имя имеется в выпадающем списке поля **Name**. Если нужный блок сохранен в файле, то следует нажать кнопку **Browse**. В группе **Insertion point** по умолчанию предлагается точка вставки (0, 0, 0). Можно изменить ее, задав непосредственно в окне числовые значения в полях X, Y, Z. В группе **Scale** необходимо указать масштабный коэффициент.

На рис. 5 открыто поле только координаты X. Вспомним, что при описании этого блока мы поставили **Scale uniformly** (см. рис. 2).

В группе **Rotation** можно задать угол поворота вставляемого блока относительно точки вставки. Если в левом нижнем углу поставить флажок **Explode**, вставленный блок будет расчленен на отдельные элементы.

Можно поставить флажок **Specify On-screen** (Указать на экране) в каждой из групп. Если флажок **Specify On-screen** установлен хотя бы в одной группе, то при вставке в командной строке выводится предложение указать эти параметры. Данная методика удобна, когда нужно согласовать вставляемый блок с существующими на чертеже объектами.

Если задать отрицательный коэффициент масштабирования для одной из осей, то получим зеркальное отражение относительно другой оси.

1.3.2. Использование дизайн-центра

Для вставки блока из другого чертежа удобно использовать палитру **DesignCenter**. Ее можно вызвать несколькими способами:

- набрать команду **adcenter**;
- указать пункт меню **Tools — Palettes — DesignCenter**;
- щелкнуть по кнопке **DesignCenter** на панели **Standard**;
- нажать клавиши [Ctrl] + [2].

В левой панели палитры найдите файл чертежа, из которого нужно импортировать блок (рис. 6). После двойного щелчка на пиктограмме **Block** в правой панели откроется список блоков данного чертежа. Его вид и описание можно просмотреть, щелкая по кнопкам **Preview** и **Description**.

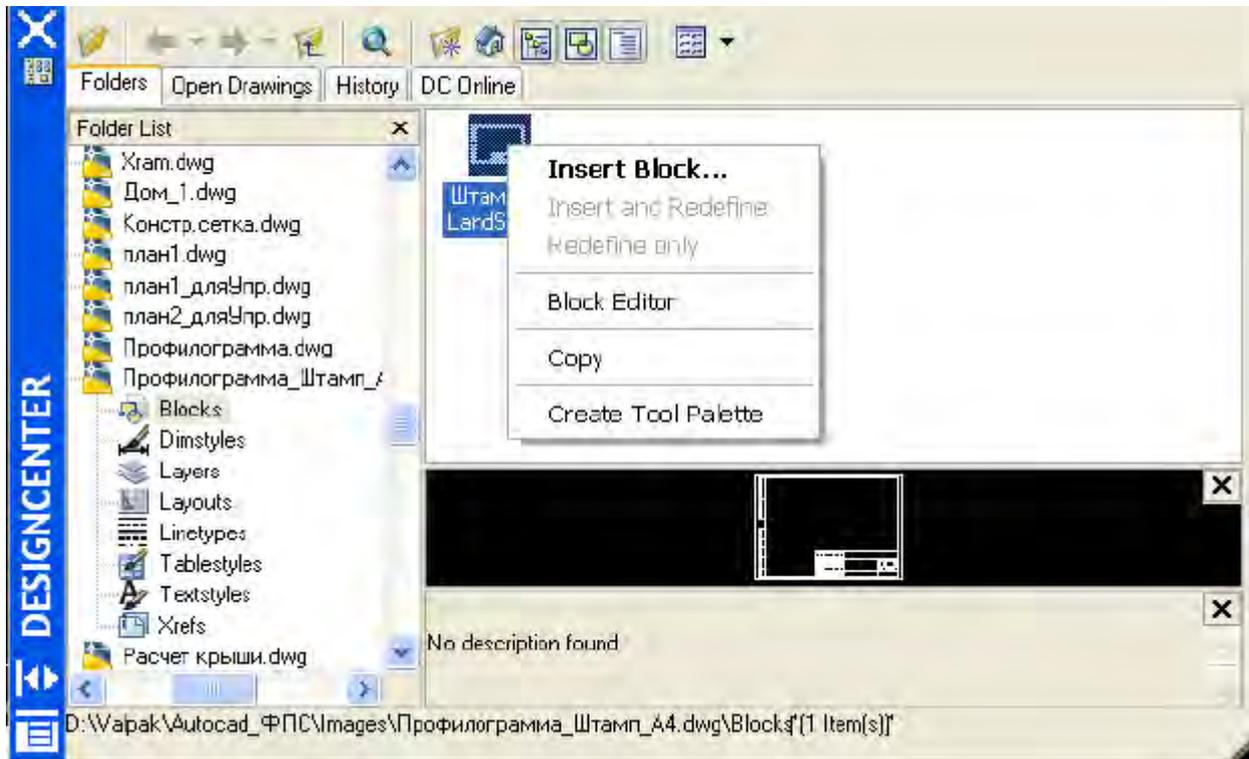


Рис. 6. Палитра **DesignCenter**

Вставить блок на чертеж можно тремя способами:

- двойным щелчком по пиктограмме блока — открывается окно **Insert**;
- из контекстного меню пиктограммы блока — открывается окно **Insert**;
- перетаскиванием пиктограммы блока на чертеж; точкой вставки будет точка, в которой была отпущена клавиша мыши.

Задание. Вставить блоки двери в план первого этажа.

1. Откройте новый файл. Нарисуйте двери и создайте из них блок с именем «Двери». Сохраните файл как «Двери.dwg» в своей папке. Закройте файл.

2. Откройте новый файл. Нарисуйте план помещений первого этажа (рис. 7). Вызовите палитру **DesignCenter**. Найдите файл «Двери.dwg» и блок «Двери».

3. Вставьте блок двери в стену каждой комнаты. Определяйте точки вставки, коэффициенты масштабирования и углы поворота в окне **Insert** или непосредственно на экране. Вырежьте дверной проем командой **Trim**.

Блок «Двери» изображен в правом нижнем углу рис. 7. Две двери вставлены.

Изображение плана помещения первого этажа с уже вставленными двумя дверями представлено на рис. 7.

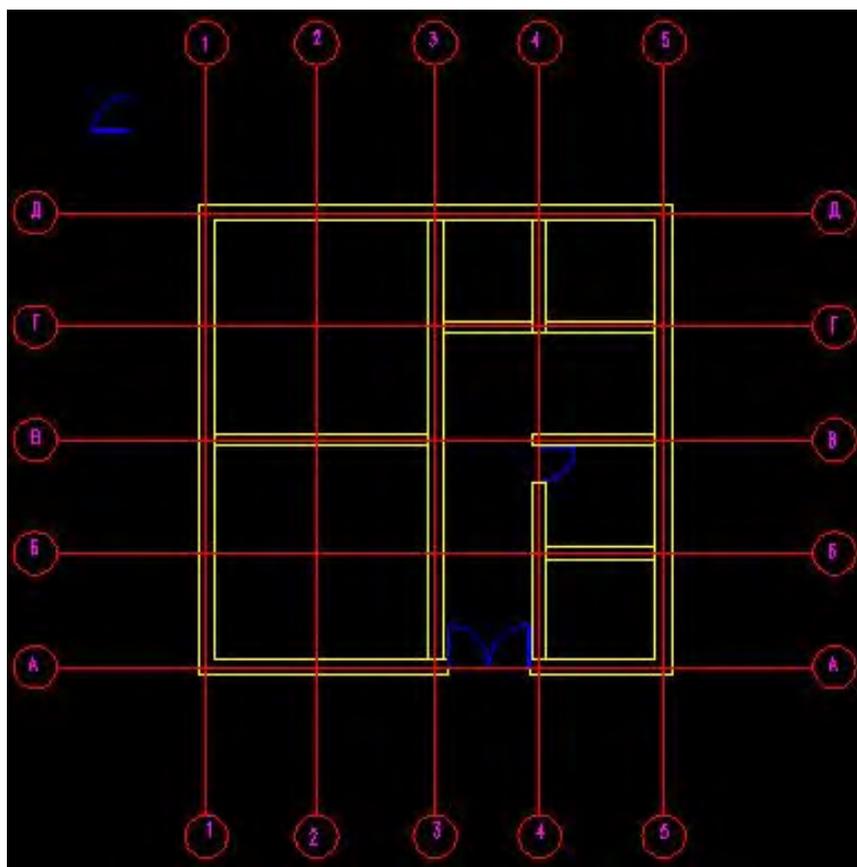


Рис. 7. План первого этажа

2. РАБОТА С АТТРИБУТАМИ БЛОКОВ

2.1. Создание атрибутов блоков

Атрибуты — это надписи, подключенные к блокам. В них можно записать данные, которые нельзя отобразить на чертеже. Например, для блока дверей были бы интересны сведения о фирме-изготовителе, дате изготовления, цене и пр. В атрибуты можно занести данные о блоке (номер чертежа, десятичный номер, учетный номер, масштаб и т. д.), которые можно извлечь и экспортировать в базу данных.

Атрибуты можно подключать только к блокам. Чтобы обойти это ограничение, создают формальный блок, состоящий только из атрибутов. Такие блоки подходят для хранения небольшой базы данных.

При определении атрибута создается шаблон, в который вносятся значения при вставке блока. Задается *тэг* (tag), соответствующий полю или категории в базе данных. При вставке блока программа запрашивает *значение тэга*. Например, для тэга «цена» значением может быть число 7500.

Атрибуты добавляют к элементам блока. Если блок существует, его надо расчленить и добавить атрибуты. После этого нужно определить блок вновь.

Для создания атрибутов через меню **Draw — Block — Define Attributes** запускаем команду **Attdef**. На экране появится окно **Attributes Definition** (рис. 8).

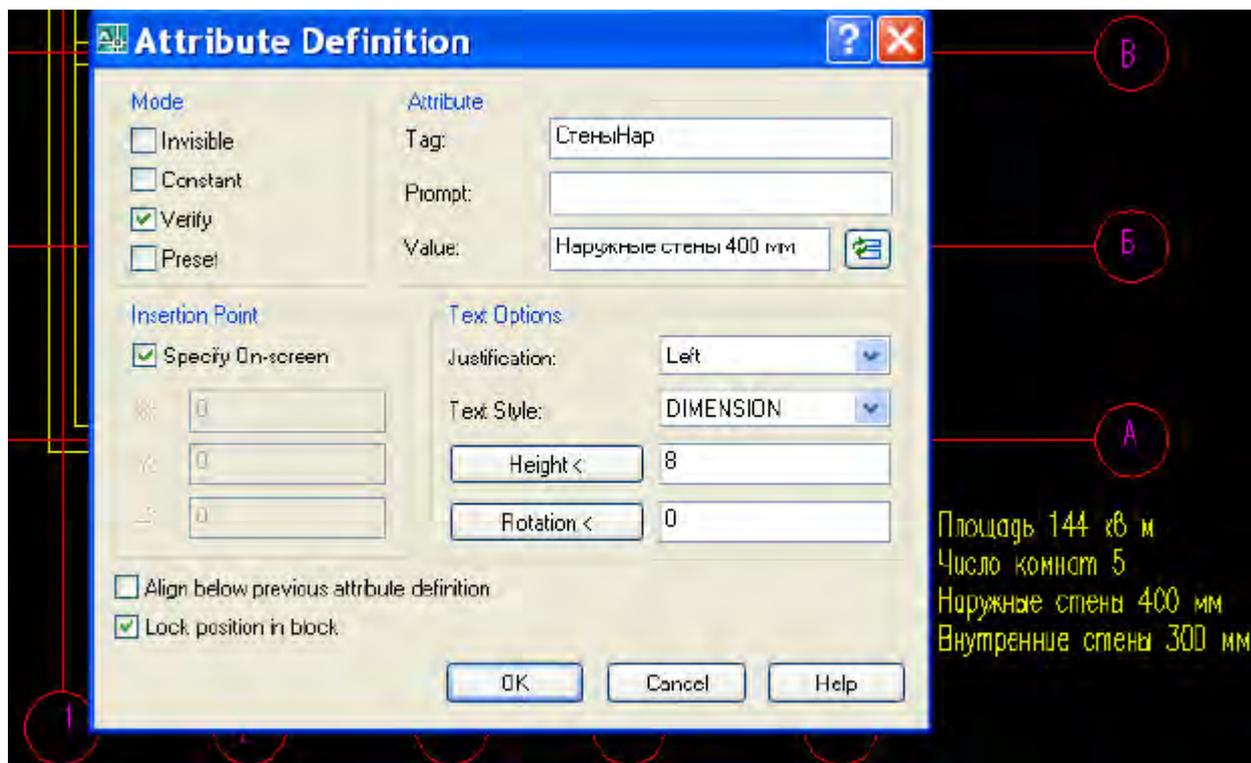


Рис. 8. Определение атрибутов и их отображение после вставки

В поле **Tag** задается имя атрибута (пишется без пробелов). В поле **Prompt** задается расшифровка имени. В поле **Value** записывается то, что будет отображено на экране.

В группе **Mode** можно установить четыре флажка:

Invisible (Невидимый) — значение атрибута на чертеже не отображается;

Constant (Постоянный) — значение атрибута фиксировано и при вставке не проверяется;

Verify (Контролируемый) — при вставке блока выполняется проверка правильности значения;

Preset (Предустановленный) — устанавливается значение по умолчанию. Для установки этого значения нужно открыть диалоговое окно **Field** кнопкой **Insert Field**.

В группе **Insertion Point** лучше оставить флажок **Specify On-screen**. Тогда место размещения первой записи можно указать мышью. Для последующих параметров нужно поставить флажок **Align below previous attribute definition**.

Создаваемые атрибуты следует располагать на отдельном слое. На этом же слое они будут вставлены в новый чертеж. После задания атрибутов нужно создать блок, щелкнув по кнопке **Make Block** панели инструментов **Draw**. Процедура создания блока описана выше.

После определения блока с атрибутами он вставляется на новый чертеж, как любой другой блок. Программа автоматически обнаружит атрибуты и запросит их значения.

2.2. Редактирование атрибутов

После вставки блока в новый чертеж часто возникает необходимость в изменении его атрибутов. Для редактирования нужно запустить команду **Battman** выделением пункта меню **Modify — Object — Attribute — Block Attribute Manager**. На экране появляется диалоговое окно **Block Attribute Manager** (рис. 9).

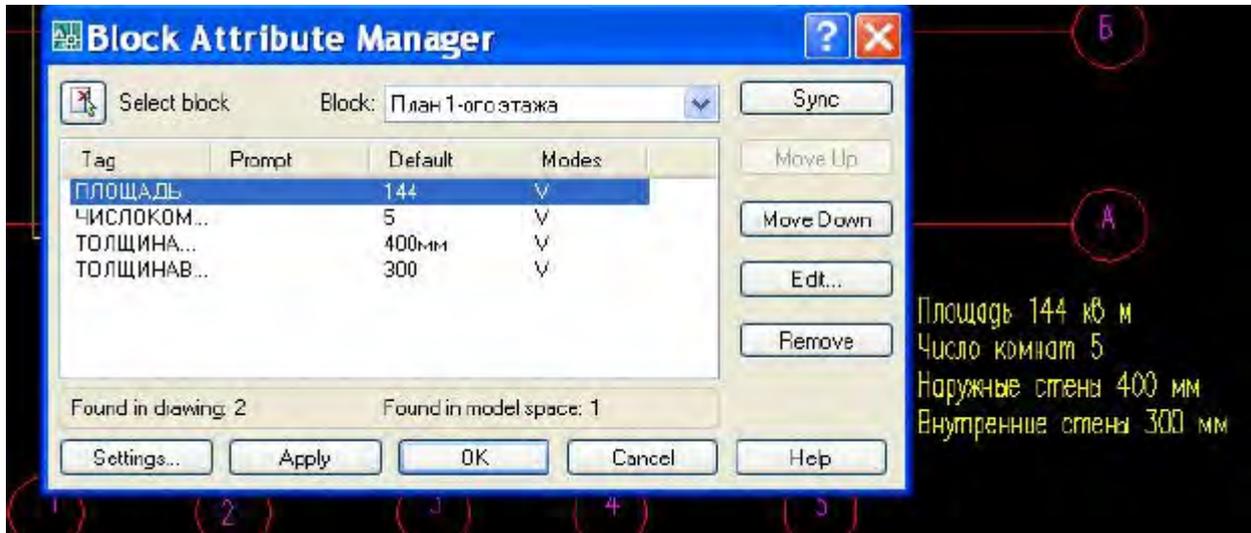


Рис. 9. Окно редактирования атрибутов блока

В этом окне можно изменить порядок следования атрибутов, удалить их или перейти к редактированию. В новых окнах можно изменить видимость, значения и свойства атрибутов, а также параметры текста.

Второй редактор атрибутов очень похож на **Block Attribute Manager**. Проще всего его окно вызвать двойным щелчком по тексту атрибутов на чертеже (рис. 10).

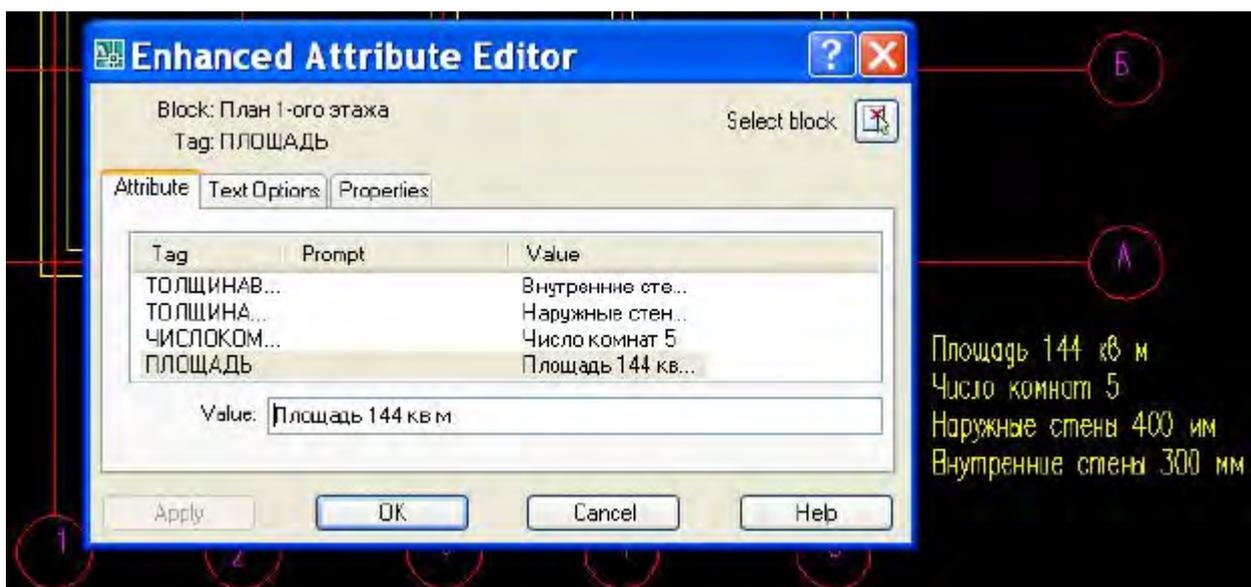


Рис. 10. Расширенный редактор атрибутов

Изменить значение атрибута можно в поле **Value**. Закладки **Text Options** и **Properties** не отличаются от аналогичных закладок в **Block Attribute Manager**. После редактирования атрибутов программа регенерирует чертеж.

2.3. Подключение внешних ссылок

2.3.1. Вставка внешних ссылок

Внешняя ссылка (external reference или xref) — это указатель на какой-либо чертеж, позволяющий вывести его на экран, не покидая текущий чертеж. Файл внешней ссылки (в отличие от блока) не является частью текущего чертежа. В текущем чертеже хранится информация только об имени и адресе чертежа ссылки. Тем не менее изображение внешней ссылки реальное: можно привязываться к объектным привязкам, управлять видимостью слоев и напечатать чертеж.

Внешние ссылки по сравнению с блоками обладают рядом преимуществ:

- позволяют сократить размер чертежа, так как текущий чертеж содержит только ссылку (имя и адрес) на другой чертеж;
- на чертеже всегда будут обновленные версии внешних ссылок, так как при каждом открытии чертежа внешние ссылки загружаются вновь;
- их легко отключить.

С внешними ссылками можно работать, используя несколько элементов интерфейса:

- панель инструментов **Reference**;
- меню **Insert**;
- палитру инструментов **File References**.

На рис. 11 представлены инструменты для работы с внешними ссылками — открытое подменю **Insert — DWG Reference**, палитра **File References** со списком внешних ссылок и панель инструментов внешних ссылок.

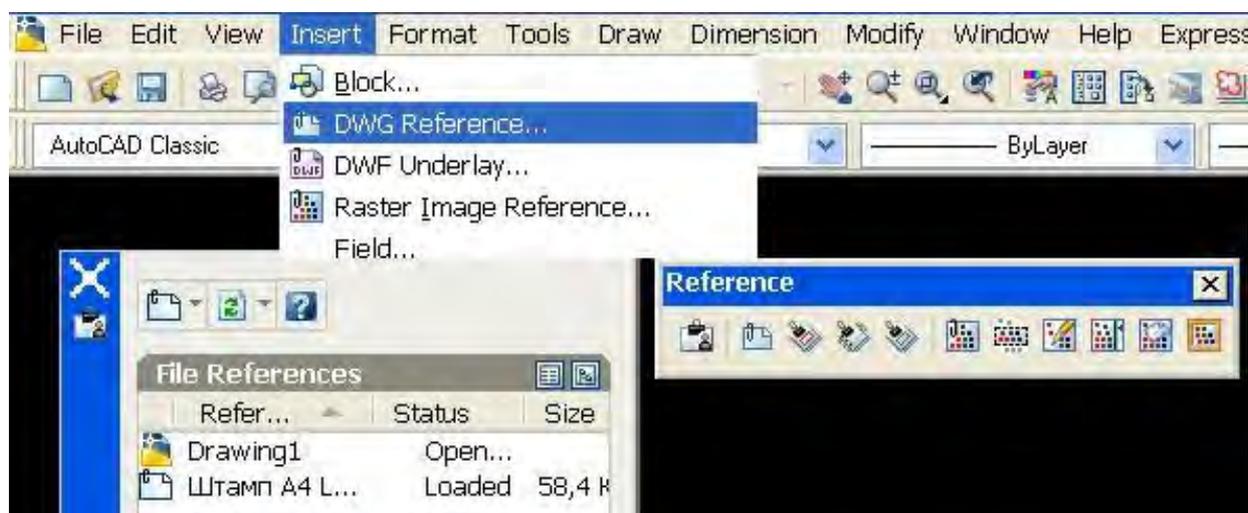


Рис. 11. Инструменты для работы с внешними ссылками

Чаще всего предпочитают работать с панелью инструментов **Reference**.

Рассмотрим типичный пример. Выполнен чертеж поэтажного плана дома в масштабе 1:1. Требуется распечатать его на листе А4, чтобы передать коллегам для обсуждения. Габариты дома составляют 12 000 × 12 000 мм, поэтому сразу чертить дом с лимитами листа А4 было бы невозможно.

Для получения чертежа плана этажа на листе А4 с горизонтальным штампом выполним несколько операций — масштабирование, перемещение, вставку штампа. Эти операции выполняются запуском следующих команд:

Scale — уменьшаем изображение в 100 раз; с учетом размеров получим квадрат со сторонами ≈150 мм;

Move — назначаем левой нижней точке изображения (base point) координаты (30, 40) мм;

Xattach (Подключить ссылку) — щелчком по кнопке **Attach Xref** панели инструментов вызываем диалоговое окно **External Reference** (рис. 12).

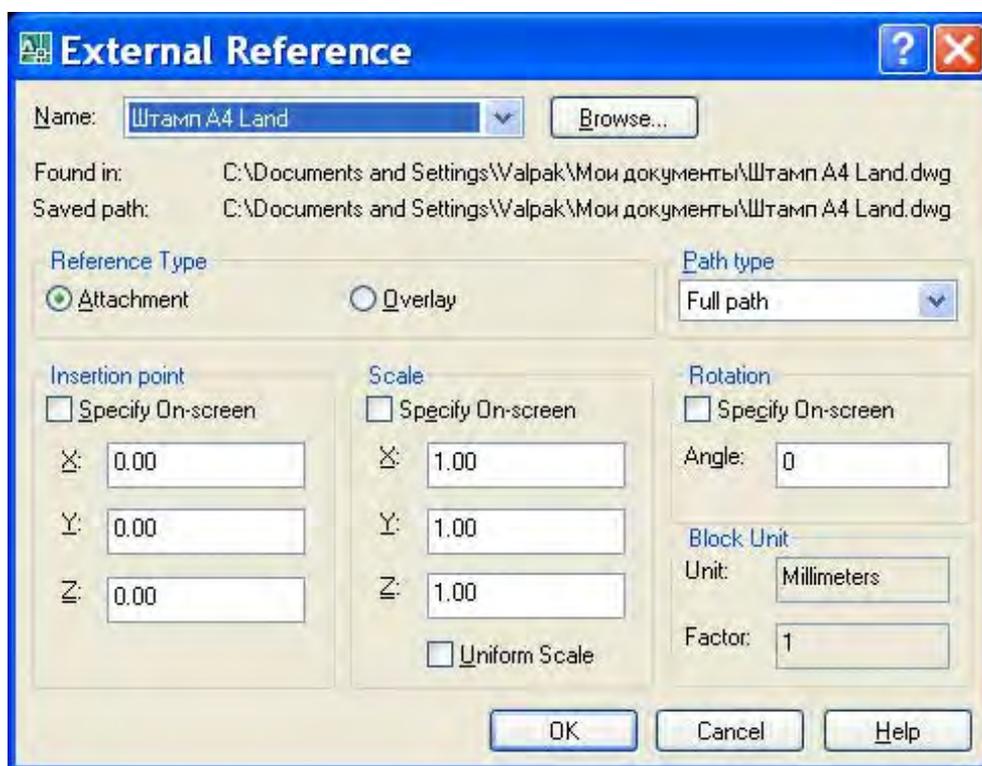


Рис. 12. Настройка вставки внешней ссылки

Настройку ссылки в окне производим следующим образом:

1. Находим адрес файла, который подключаем в качестве внешней ссылки.
2. Далее выбираем тип ссылки:

Attachment (Подключение) — на чертеже будут видны все вложенные уровни внешней ссылки;

Overlay (Наложение) — при наложении видна лишь ссылка первого уровня, а вложенные ссылки не видны.

3. В раскрывающемся списке **Path Type** (Тип адреса) выбираем необходимый тип:

Full path (Полный адрес) — задание абсолютного адреса с именем диска;
Relative path (Относительный адрес) — задание адреса относительно текущей папки;

No path (Без адреса) — файл-источник находится в текущей папке.

4. В нижней части окна зададим точку вставки, масштаб и угол поворота. Эти параметры можно задать и на экране по запросам программы.

После нажатия **ОК** штамп установится на экран. Нижний левый угол рамки будет находиться в начале координат.

Внешняя ссылка похожа на блок, но ее нельзя расчленивать. К любым объектам внешней ссылки можно применять объектные привязки.

2.3.2. Вставка рисунка

В правой части панели инструментов **Reference** ([см. рис. 11](#)) находятся кнопки для работы с рисунками:

Attach image;

Clip image;

Adjust image;

Image quality;

Image Transparency;

Image Frame.

Рисунки вставляются в чертеж как ссылка по команде **Insert — Raster Image Reference**. После запуска команды активируется диалоговое окно вставки. В нем можно задать параметры вставки — точку вставки, масштаб и угол поворота. Если щелкнуть по кнопке **Details**, то можно увидеть сведения о величине разрешения и размере изображения в пикселях и единицах чертежа.

К чертежу можно подключать тонированные изображения, сохраненные с расширениями PCX, JPG, PNG, TIF, TGA, BMP. Обычно на одном листе с чертежом создают плавающий экран, в котором размещают тонированный рисунок для наглядного представления об объекте в целом.

Рисунки не могут редактироваться по содержанию. В работе с ними доступны следующие операции:

- Изменение размеров путем масштабирования.
- Обрезка по команде **Modify — Clip — Image**.
- Изменение яркости, контрастности и затенение по команде **Modify — Object — Image — Adjust** (Настройка).

• Изменение качества по команде **Modify — Object — Image — Quality**. Программа выведет запрос **Enter image quality setting [High/Draft]<High>** (Введите параметр качества [Высокое/Черновик]<Высокое>). Данная команда определяет качество всех изображений чертежа. Если рисунков много и все они показываются с высоким качеством, то скорость работы с файлом сильно снижается. В этом случае выбирают низкое качество показа рисунков на экране. Качество рисунков, выводимых на бумагу, всегда высокое.

- Регулировка прозрачности фона рисунка по команде **Modify — Object — Image — Transparency** (Прозрачность); возможна только для форматов, которые поддерживают эту опцию (например, GIF).

- Отключение рамки (границы) во всех растровых изображениях на чертеже по команде **Modify — Object — Image — Frame** (Рамка). Здесь можно выбрать один из трех параметров:

- 0 — отключение рамки на экране и при печати;
- 1 — вывод рамки на экране и при печати;
- 2 — вывод рамки на экране и отключение при печати.

Ключевые термины

Блок — именованный объект, содержащий набор элементов.

Динамический блок — блок, содержащий параметры редактирования и вставки.

Базовая точка — характерная точка, заданная при создании блока.

Атрибуты блока — текстовые надписи, подключенные к блокам.

Внешняя ссылка — указатель на какой-либо чертеж, позволяющий вывести его на экран, не покидая текущий чертеж.

Краткие итоги

Для вставки блока в чертеж нужно задать масштаб и угол поворота. Блоки можно сохранять как файлы. В атрибутах блоков можно размещать текст или присваивать им значения. Извлечение данных атрибутов облегчает автоматизацию обработки чертежей. Подключение внешних ссылок позволяет многократно использовать одни и те же элементы чертежа практически без увеличения его объема. Блоки и внешние ссылки возможно редактировать и отсекают непосредственно на чертеже, к которому они подключены.

Вопросы для самопроверки

1. Как создать блок?
2. Как разбить блок на элементы?
3. По какой команде можно подключить внешнюю ссылку?
4. Как создать тэги атрибутов блока?
5. Какова технология редактирования блоков и внешних ссылок?
6. Что значит отсечение внешней ссылки?

Лекции 3, 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ЧЕРТЕЖА

3. РАБОТА В ПРОСТРАНСТВЕ ЛИСТА

3.1. Пространство листа

До сих пор мы работали в пространстве модели. Объекты в модели строятся в масштабе 1:1. Можно назвать это пространство безразмерным. Однако работа над чертежом заканчивается его выводом на бумагу. Печать чертежа производится из пространства листа. Размеры листа определяются параметрами принтера или плоттера.

Размещение чертежа на листе называется *компоновкой*.

При компоновке требуется выполнить следующие операции:

- создать необходимые видовые экраны;
- установить масштаб и взаимное расположение видов и надписей;
- вставить блок штампа и занести в него данные;
- заморозить или объявить непечатаемыми те слои, которые не нужно выводить на бумагу;
- заморозить слои в текущем видовом экране;
- проставить необходимые размеры.

Компоновку осуществляют с помощью видовых экранов (**Viewport**). *Видовой экран* — это ограниченная область листа с независимым форматированием. По умолчанию в пространстве листа размещается один видовой экран. В нем располагается изображение, перенесенное из пространства модели ([рис. 13](#)).

Видовой экран может находиться в трех состояниях:

- При двойном щелчке внутри экрана видовой экран становится активным. Граница экрана выделяется жирной линией. На чертеже можно выполнять все операции рисования и редактирования, доступные в пространстве модели. Все произведенные на листе изменения отражаются в пространстве модели.

- При щелчке по границе видового экрана на углах возникают ручки-маркеры, а сама граница становится пунктирной ([см. рис. 13](#)). Если сделать ручку горячей (красной), то с ее помощью можно изменять границы видового экрана.

- При двойном щелчке вне экрана видовой экран становится неактивным. Граница экрана выполняется тонкой линией. Точки привязки к объектам чертежа сохраняются. На листе поверх экрана можно проставлять размеры и делать надписи. Эти записи не отражаются в пространстве модели.

Операции с листами удобно производить через контекстное меню ярлычка листа (рис. 14). В нем доступны следующие команды:

- New layout** — создать новый лист;
- From template** — выбрать компоновки из нового файла с переносом всех слоев, типов линий и пр. из нового чертежа;
- Delete** — удалить лист;
- Rename** — переименовать лист;
- Move or copy** — изменить порядок следования листов;
- Select all Layouts** — выделить все листы (например, для удаления);
- Activate Previous Layout/Activate Model Tab** — активизировать предыдущий лист/вкладку;
- Page Setup Manager** — открыть диспетчер параметров страницы;
- Plot** — распечатать содержимое листа;
- Publish Selected Layouts** — запустить команду **Publish**;
- Hide Layout and Model Tabs** — скрыть ярлычки листов и модели.



Рис. 13. Вид пространства листа

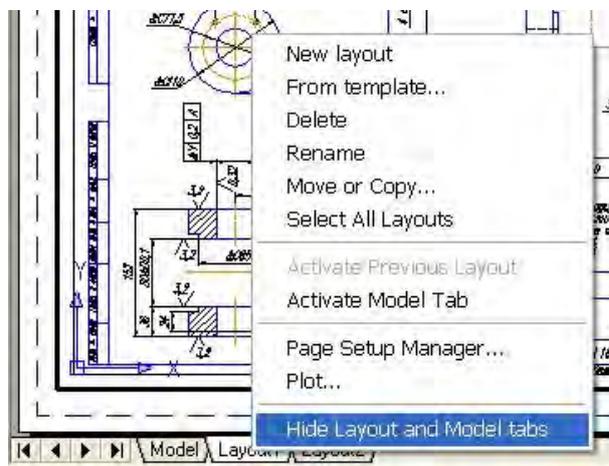


Рис. 14. Контекстное меню ярлычка листа

Если в контекстном меню выбрать последний пункт **Hide Layout and Model tabs** (скрыть ярлычки листов и модели), то вместо ярлычков модели и листов появятся пиктограммы модели и листа в статусной строке (рис. 15).



Рис. 15. Статусная строка

3.2. Диспетчер параметров листа

Диспетчер параметров листа (рис. 16) можно вызвать командой **File — Page Setup Manager** или из контекстного меню ярлычка листа. В нем отражены все ранее установленные страницы.

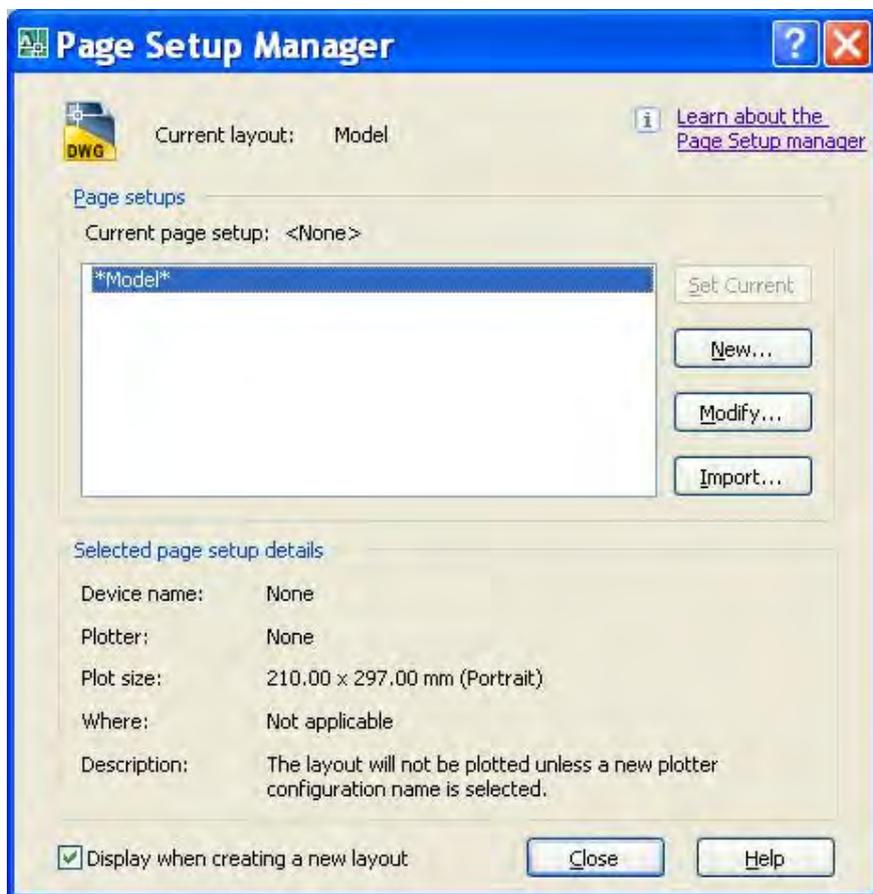


Рис. 16. Окно диспетчера параметров листа

При щелчке по кнопке **New** создается новая компоновка. При щелчке по кнопке **Modify** открывается диалоговое окно установки параметров страницы листа ([рис. 17](#)).

В диалоговом окне нужно установить следующие элементы управления:

Printer/Plotter — выбор принтера в раскрывающемся списке.

Paper size (Размеры листа).

Plot area (Область печати). По умолчанию задана печать компоновки. Можно установить печать текущего экрана, печать по границам чертежа, печать именованного вида или печать по заданной рамке.

Plot offset (Смещение печати). Можно задать печать с левого нижнего угла или задать смещение по осям X и Y. Если печатается не вся компоновка, а небольшой фрагмент чертежа, то можно задать центрирование печатаемого фрагмента на листе, установив флажок **Center the plot**.

Plot scale (Масштаб печати). Для задания масштаба нужно выбрать его значение в раскрывающемся списке. Масштаб настраивается индивидуально для каждого видового экрана в компоновке при формировании изображения

на листе. Поэтому нет смысла задавать еще и масштаб печати всего листа, и обычно по отношению к пространству листа используют масштаб 1:1. Если на чертеже задан вывод толщины линий, то можно установить флажок **Scale lineweights** (Масштабировать толщину линий).

Plot style table (Таблица стилей печати) — выбор стилей печати.

Shaded viewport options (Параметры раскрашивания видового экрана). В этом поле настраивается вывод вкладки модели. Нужно выбрать один из четырех режимов вывода. В следующем поле можно установить качество (разрешение) печати. Если выбрать пользовательское качество **Custom**, то можно задать разрешение в **dpi** — точках на дюйм.

Plot option (Параметры печати). Нужно снять флажок **Plot object lineweight**, если на чертеже настроены значения толщины линий, но в данной компоновке не планируется их использовать. Флажок **Plot with plot styles** (Печатать с учетом стиля печати) нужно снять, если стили печати не учитываются. Лучше снять флажок **Plot paper space last** (Печатать пространство листа в последнюю очередь), так как в пространстве листа нанесены обычно вспомогательные надписи, некоторые размеры, содержимое основной надписи и пр.

Drawing orientation (Ориентация чертежа на листе). Нужно выбрать вертикальный (**Portrait**) либо горизонтальный (**Landscape**) форматы.

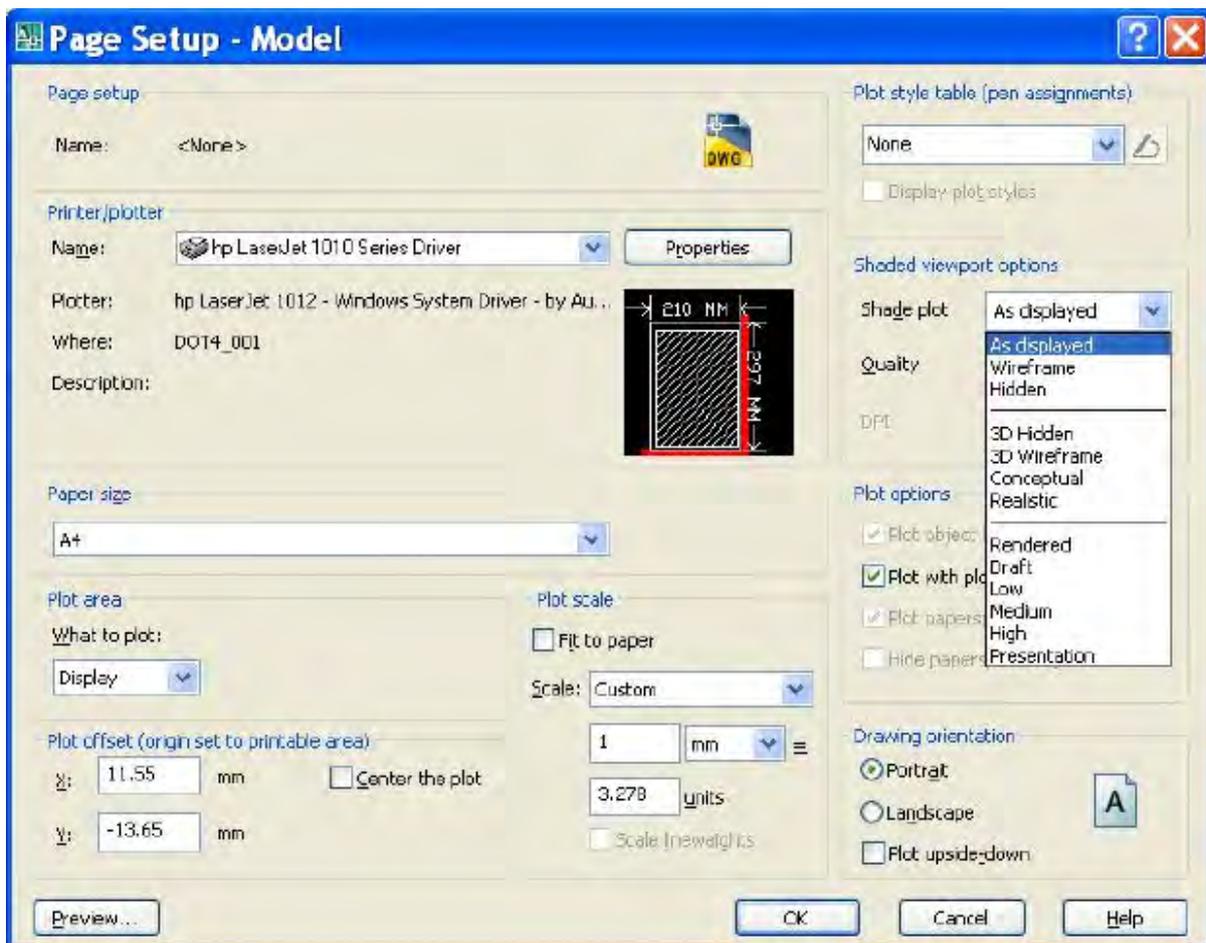


Рис. 17. Диалоговое окно **Page Setup**

На листе создают специальные слои в следующих случаях:

- для размещения блока вставляемого штампа;
- для размещения видовых экранов, чтобы можно было заморозить слой и скрыть рамки видовых экранов;
- для простановки размеров.

Графические объекты, вычерченные в пространстве листа, никак не влияют на пространство модели. При переходе в пространство модели они в нем не отражаются.

3.3. Создание видовых экранов

Просмотр изображения из пространства модели на листе возможен только в видовых экранах. По умолчанию на листе имеется один видовой экран. Если удалить видовой экран, лист будет чистым.

Перечислим несколько свойств экранов:

- видовые экраны являются реальными объектами: их можно растянуть, переместить, удалить, разместить на разных слоях;
- отображение пиктограммы пользовательской системы координат (ПСК) можно задавать отдельно для каждого видового экрана; активным может быть только один экран; зуммирование и ориентация объектов в одном экране не влияют на изображения в других экранах;
- находясь в пространстве листа, можно продолжить работу с чертежом в активном видовом экране.

Новые видовые экраны можно создавать независимо от наличия уже существующих экранов.

Для создания на листе новых видовых экранов необходимо запустить команду **Vports**, например через меню **View — Viewports** (рис. 18).

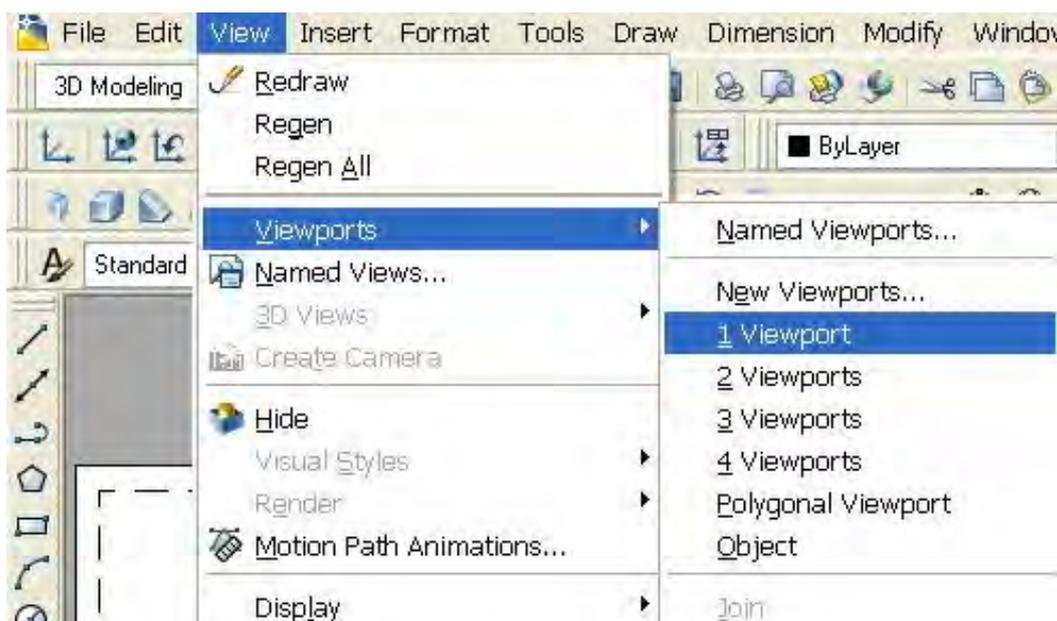


Рис. 18. Команды меню **Viewports**

При выборе пункта меню **1 Viewport** в командной строке выводится приглашение:

```
Command: _-vports  
Specify corner of viewport or  
[ON/OFF/Fit/Shadeplot/Lock/Object/Polygonal/Restore/2/3/4] <Fit>:  
(Задайте угол видового экрана или [Включить/Выключить/Вписывать/Скрыть/  
Блокировать/Объект/Многоугольный/Восстановить/2/3/4]<Вписывать>).
```

При нажатии [Enter] будет создан один видовой экран, развернутый на всю графическую зону.

При выборе пункта меню **2 Viewport** к приведенному приглашению добавляется новый запрос о горизонтальной или вертикальной конфигурации экранов:

```
Enter viewport arrangement [Horizontal/Vertical] <Vertical>:
```

После выбора расположения экранов программа просит задать угол указателем мыши либо вписать оба экрана сразу в пространство графической зоны листа:

```
Specify first corner or [Fit] <Fit>:
```

Пункт меню **Polygonal Viewport** (Многоугольный видовой экран) позволяет формировать границу экрана *полилинией* — комбинацией прямолинейных и дуговых сегментов.

Пункт меню **Object** позволяет использовать в качестве видового экрана существующий замкнутый объект, например эллипс.

Если в контекстном меню, показанном на [рис. 18](#), выбрать пункт **New Viewports**, то откроется диалоговое окно **Viewports** ([рис. 19](#)).

Выбор конфигурации осуществляется в левой части окна, в правой части показывается результат выбора. После нажатия кнопки **OK** в командной строке появляется приглашение:

```
Specify first corner or [Fit] <Fit>:
```

Если указать область мышью, то в этой области расположатся все экраны. Если нажимать [Enter], то выбранная конфигурация экранов заполняет весь лист.

После создания новых видовых экранов все они будут показывать одну и ту же картинку. Поэтому следующим шагом необходимо установить в каждом экране соответствующий вид. Для этого, не выходя из вкладки листа, нужно переключиться в пространство модели, т. е. активизировать видовой экран.

Переключиться в пространстве модели можно сделать двумя способами:

- дважды щелкнуть клавишей мыши внутри видового экрана;
- щелкнуть по кнопке **Paper** в строке состояния и щелкнуть в нужном экране; надпись **Paper** в строке состояния заменится надписью **Model**.

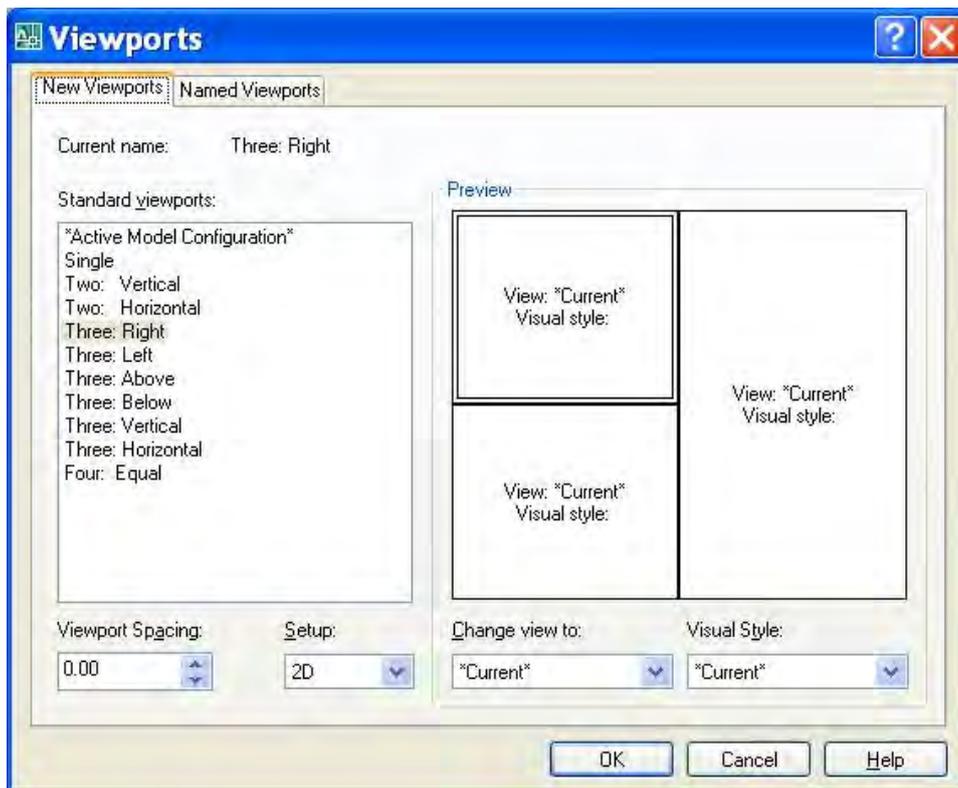


Рис. 19. Диалоговое окно **Viewports** создания новых видовых экранов

Работать с активным экраном удобно в режиме максимизации, когда его изображение растягивается на всю графическую зону. Максимизировать экран можно несколькими способами:

набрать команду **Vpmax**;

выбрать пункт контекстного меню **Maximize Viewport** границы активного экрана;

дважды щелкнуть на выделенной границе экрана;

щелкнуть по кнопке **Maximize Viewport** в строке состояния.

Выйти из состояния максимизации видового экрана также можно несколькими способами:

- набрать команду **Vpmin**;
- щелкнуть по кнопке **Minimize Viewport** в строке состояния;
- щелкнуть по кнопке **Model** в строке состояния;
- выбрать пункт **Minimize Viewport** в контекстном меню зоны.

При установке видов в экранах можно проводить только операции зумирования. Любые изменения в изображении отразятся во всех экранах. Зумирование в экранах нужно производить точно по масштабу. Команду можно запустить либо вручную, либо кнопкой **Zoom Scale** панели инструментов **Zoom**, либо через меню **View — Zoom — Scale**:

Command: `'_zoom`

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):

После задания масштаба нужно еще раз откорректировать размеры и расположение видовых экранов.

Задание. Работа с видовыми экранами.

1. Выполнить чертеж кронштейна по рис. 20 форматом А3.
2. На листе создать три видовых экрана и в каждом из них расположить один проекционный вид. Текстовые надписи и штамп на чертеж не вставлять.

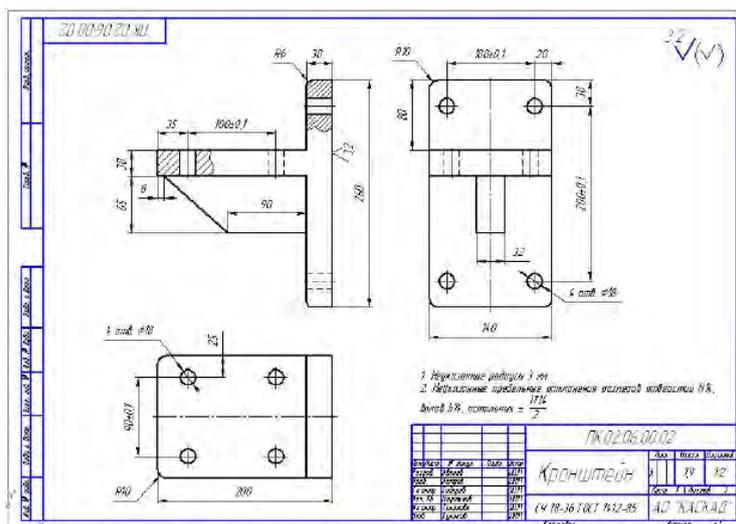


Рис. 20. Чертеж кронштейна

3.4. Скрытие слоев на видовом экране

В активном видовом экране можно скрыть некоторые слои изображения. Однако они не будут отключаться в других видовых экранах. Для отключения данного слоя нужно выполнить следующие действия:

1. Активизировать и максимизировать видовой экран.
2. С панели инструментов **Layers** вызвать окно **Layer Properties Manager**.
3. Щелкнуть в столбце **Current VP Freeze** нужного слоя.

Замораживать определенные слои можно еще до создания новых видовых экранов. Для этого в окне **Layer Properties Manager** нужно щелкнуть в столбце **New VP Freeze** выбранных слоев. Изображения на этих слоях не будут видны на всех новых видовых экранах.

3.5. Нанесение размеров

При нанесении размеров в пространстве модели размеры будут видны на всех видовых экранах листа, если только размерные слои не заморожены в некоторых экранах. Но если нанести размеры в пространстве листа, то они не будут отражаться в пространстве модели. Величины размерных элементов, включая линии, стрелки и текст, необходимо настроить в соответствии с масштабом видового экрана. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

1. Активизировать окно менеджера размерных стилей **Dimension Style Manager**.

2. Выделить нужный размерный стиль и щелкнуть на кнопке **Modify**.

3. Активизировать вкладку **Fit** (Размещение) и установить переключатель **Scale dimensions to layout (paper space)** (Масштабировать размеры в соответствии с компоновкой (в пространстве листа)).

В этом случае величины всех размеров, использующих данный размерный стиль, в печатном варианте чертежа будут одними и теми же.

3.6. Сохранение шаблона компоновки

Удобно сохранить настройки листа в шаблоне компоновки. Для этого необходимо:

1. Набрать в командной строке команду **Layout**.

2. В ответ на приглашение выбрать параметр **Save as**.

3. В ответ на приглашение **Enter layout to save to template <Layout2>** ввести имя листа или нажать [Enter].

4. В диалоговом окне **Create Drawing File** с активным каталогом **Template** ввести имя шаблона с расширением dwt.

Если потребуется использовать такой шаблон компоновки, то следует:

1. Щелкнуть правой клавишей мыши на ярлычке любого листа.

2. В контекстном меню выбрать команду **From Template** (Из шаблона).

Задание. Простановка размеров в пространстве листа.

1. Начертить планку по рис. 21 со штампом формата А4. Размеры проставить на отдельном слое **Size**.

2. В пространстве листа скрыть слой **Size** и вновь проставить все размеры.

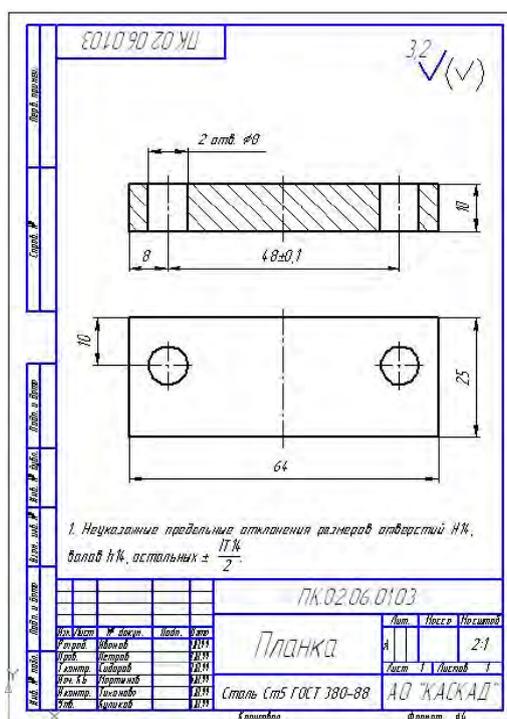


Рис. 21. Чертеж планки

4. ВСТАВКА ШТАМПА И ПЕЧАТЬ ЧЕРТЕЖА

4.1. Вставка штампа

В пространстве модели чаще всего чертят без штампа. Штамп вставляют при подготовке чертежа к печати. Помещать блок штампа в компоновку принято потому, что он позволяет определить края бумаги и при этом не является объектом конструкции. В связи с этим блок штампа относится к пространству листа, а не к вычерчиваемой модели.

Для вставки блока штампа можно использовать файл с уже готовым блоком. При этом можно или использовать сам блок, или создать внешнюю ссылку на него. Предварительно надо создать специальный слой штампа и сделать его текущим. Далее следует выбрать команду **Insert — Block — Browse** и найти файл с нужным блоком штампа. В диалоговом окне нужно убрать все флажки **Specify On-Screen** (Задать на экране).

Иногда штамп явно не согласуется с рамкой листа. Причина обычно кроется в небрежной настройке параметров листа в диалоговом окне **Page Setup**. Например, не указано имя принтера или неправильно указан размер в поле **Paper size**. Разумеется, сам блок штампа должен быть построен безупречно. Особое внимание нужно обратить на координаты точки вставки (0, 0, 0).

Задание. Вставка блока штампа в пространстве листа.

1. Начертить ролик по рис. 22 без штампа. Указать материал: Сталь 45 ГОСТ 1050—88.

2. При компоновке создать новый слой **Title** в пространстве листа. Вставить на слой **Title** блок штампа из чертежа «Планка» ([см. рис. 21](#)).

3. Отредактировать основную надпись штампа.

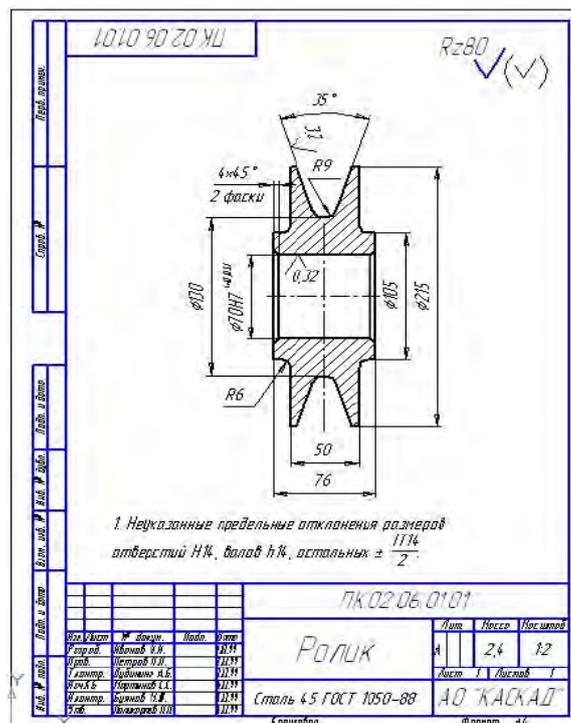


Рис. 22. Чертеж ролика

4.2. Текстовые надписи

Текстовые надписи и примечания можно выполнять в пространстве листа. Это удобно делать тогда, когда заранее неизвестно, в каком месте чертежа при компоновке останется свободное место. Сделанная в пространстве листа надпись не будет видна в пространстве модели. Но иногда требуется переместить надпись в пространство модели или наоборот. Для этого применяется команда **Chspace** (при активной компоновке). При использовании команды не нужно принимать во внимание отличия в масштабе модели и листа.

Задание. Создание текстовых надписей в пространстве листа.

1. В чертеже ролика (см. рис. 22) удалить надпись о предельных отклонениях.

2. В компоновке создать новый слой **Text** в пространстве листа. По команде **Mtext** написать ту же текстовую надпись.

3. Набрать команду **Chspace** и выделить надпись. Она переместится из пространства листа в пространство модели.

4. Создать чертеж «Втулка» по рис. 23. Указать материал: Пруток ГKR 70 НД БрАЖ9-4 ГОСТ 1628—78.

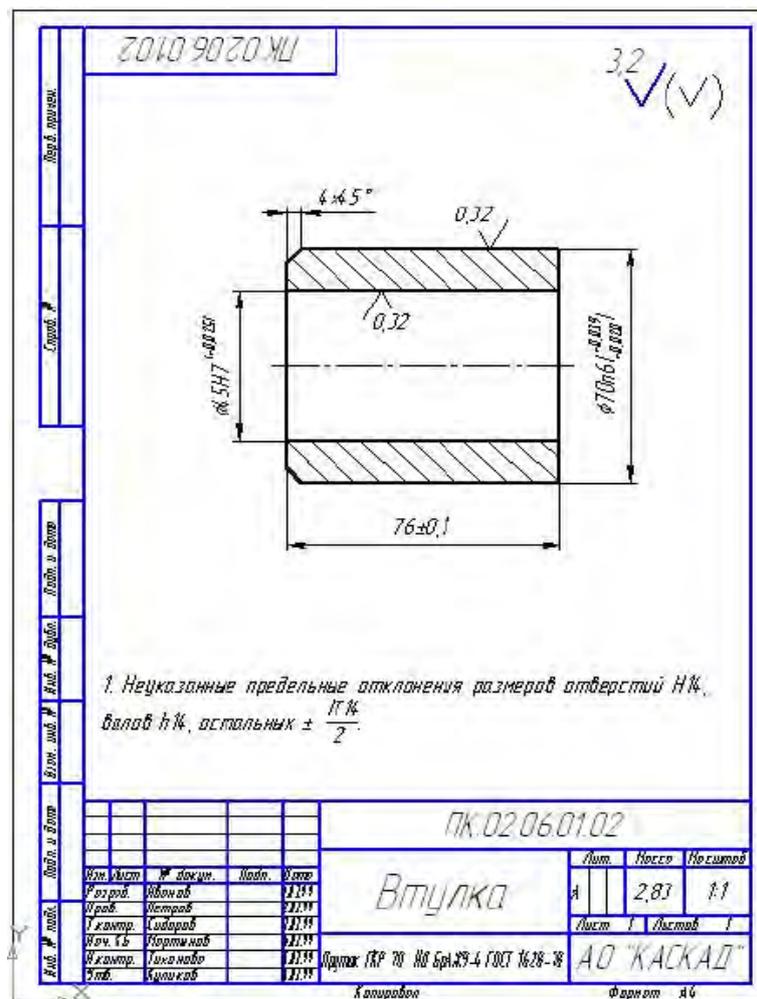


Рис. 23. Чертеж втулки

4.3. Стили печати

Стиль печати (plot style) — это набор параметров, определяющих вид объекта на бумаге (цвет, тип линий, толщина линий, тонирование и др.). Использовать стили печати не обязательно. По умолчанию программа отпечатает объект в соответствии со значениями остальных свойств.

Стили печати бывают двух видов:

цветозависимыми (color dependent plot styles) — файлы таблиц имеют расширение .ctb; при использовании этого стиля все объекты одного цвета вычерчиваются на бумаге одинаково;

именованными (named plot styles) — сохраняются в файлах с расширением .stb; при использовании этого стиля объектам можно назначать параметры печати независимо от цвета.

Тип стиля печати устанавливается в диалоговом окне, открываемом по команде **Tools — Options — Plot and Publish**. Параметры таблицы стилей печати устанавливаются в диалоговом окне **Plot Style Tables Settings** (рис. 24).

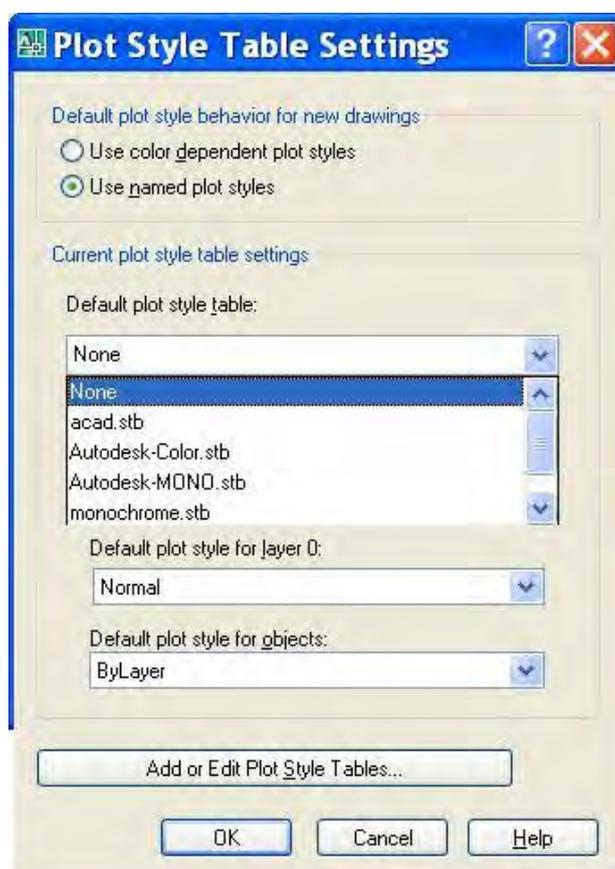


Рис. 24. Установка стилей печати

На рис. 24 виден раскрывающийся список таблиц стилей печати по умолчанию. Для именованных стилей это **acad.stb**, для цветозависимых — **acad.ctb**. Для слоя «0» по умолчанию используется стиль **Normal**. Для печати объектов по умолчанию используется стиль **ByLayer**. Стиль печати по умолчанию является текущим для новых объектов. Он присваивается им в момент создания, так же как цвет или тип линии.

В большинстве случаев желательно получить чертеж на бумаге таким же, каким он был задуман на экране. Этому вполне отвечает стиль печати по умолчанию **ByLayer**.

4.4. Печать чертежа

Предназначенный для печати чертеж должен быть отображен на экране. Чтобы приступить к печати чертежа, необходимо выполнить одну из команд:

- **File — Plot.**
- Щелкнуть по кнопке **Plot** панели инструментов **Standard**.
- Нажать [Ctrl] + [P].

На экране открывается диалоговое окно **Plot** (рис. 25), очень похожее на окно **Page Setup**.

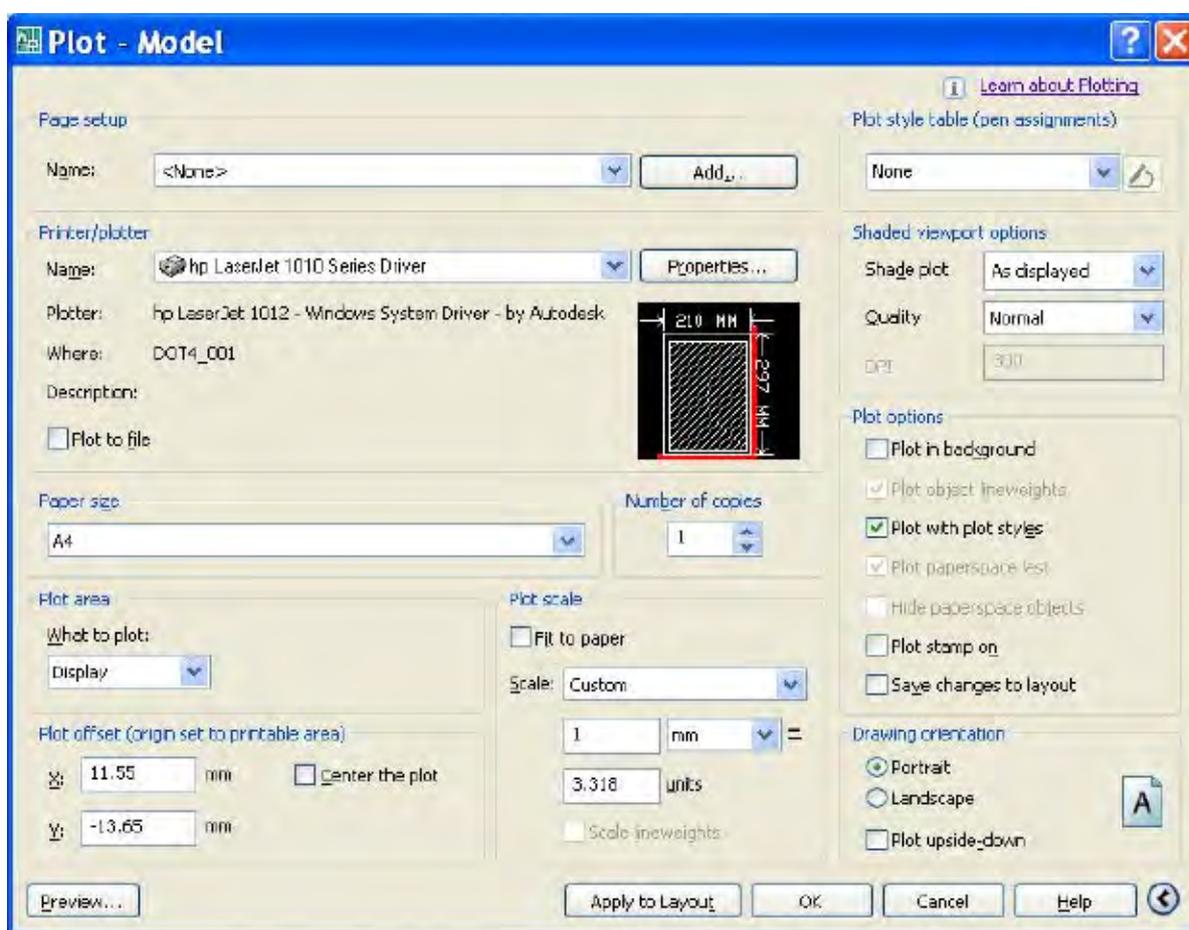


Рис. 25. Диалоговое окно **Plot**

Если ранее были установлены параметры страницы в диалоговом окне **Page Setup**, то все они будут подключены к данной компоновке и продублированы в окне **Plot**. Но можно в данном окне все параметры установить вновь.

Перед запуском печати рекомендуется выполнить предварительный просмотр внешнего вида чертежа (**Preview**). Отсюда можно послать чертеж на печать. Печать можно выполнять в фоновом режиме, продолжая работу над

чертежом. По умолчанию фоновый режим отключен. Включают его установкой флажка **Plotting** в группе **Background Processing Options** вкладки **Plot and Publishing**. Можно также поставить флажок **Plot in background** в правой части окна **Plot** ([см. рис. 25](#)).

Ключевые термины

Вид — изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Разрез — видимое изображение предмета, мысленно рассеченного плоскостью (или несколькими плоскостями).

Сечение — видимое изображение только того, что оказалось непосредственно в плоскости, которая мысленно рассекает предмет.

Компоновка — способы размещения чертежа на листе.

Пространство модели — основной режим вычерчивания и редактирования чертежа.

Пространство листа — режим программы, используемый, как правило, для создания видов трехмерного чертежа, размещения нескольких проекций двумерной модели на одном листе и вывода чертежа на печать.

Видовой экран — область листа с независимым форматированием.

Краткие итоги

В зависимости от содержания изображения на чертеже разделяются на виды, разрезы и сечения. Различные виды показываются одновременно на видовых экранах в пространстве листа. В этом пространстве можно также проставить размеры, вставить штамп и заполнить необходимые надписи. После компоновки из пространства листа осуществляют печать чертежа.

Вопросы для самопроверки

1. Какие основные требования предъявляются к чертежу детали?
2. Что такое вид, разрез и сечение?
3. Как настроить параметры страницы в окне Page Setup?
4. Можно ли войти непосредственно в пространство модели из листа?
5. Как создать новые видовые экраны в пространстве листа?

Лекции 5—7. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ AUTOCAD С ДРУГИМИ ПРИЛОЖЕНИЯМИ

5. ВСТАВКА, ВНЕДРЕНИЕ И СВЯЗЫВАНИЕ ОБЪЕКТОВ

В программе AutoCAD предусмотрена возможность вставки документов из других приложений. Например, можно вставить описание чертежа, составленного в MS Word, или таблицу MS Excel с перечнем покупных деталей.

Существует три способа вставки на чертеж-приемник данных из других приложений Windows по методу OLE (Object Linking and Embedding):

- Вставка объекта. Связь с источником данных утрачена. Редактирование объекта производится средствами программы-приемника AutoCAD.
- Внедрение объекта. Редактирование объекта по двойному щелчку мыши производится в программе-приемнике средствами программы-источника.
- Связывание объекта. Имеется постоянная связь между источником и приемником. При внесении изменений в файл-источник соответствующим образом изменится и файл-приемник.

5.1. Вставка объектов через буфер обмена

Вставка на чертеж объектов через буфер обмена производится обычным способом. В файле-источнике копируют объект в буфер обмена по команде **Edit — Copy**. Объектом может служить текстовый фрагмент MS Word или таблица MS Excel. По команде **Edit — Paste** фантом рамки объекта повисает на указателе мыши, а в командной строке появляется приглашение указать точку вставки:

Command: _pasteclip
Specify insertion point:

На экране возникает диалоговое окно настройки размера шрифта ([рис. 26](#)). Если в окне указать другой размер шрифта, то габариты объекта будут масштабированы соответствующим образом.

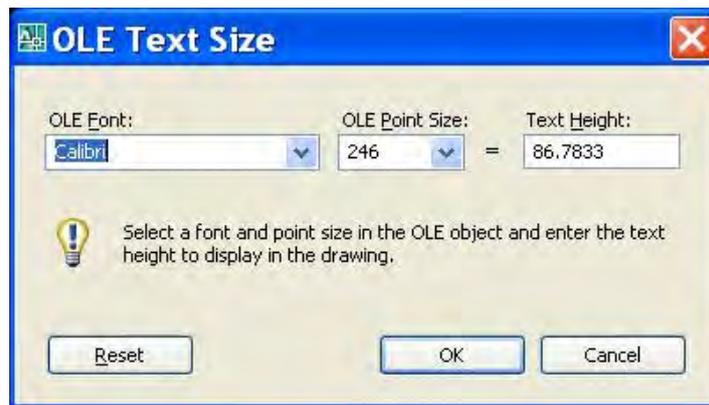


Рис. 26. Диалоговое окно настройки размера шрифта OLE-объекта

Если объектом вставки служит чертеж AutoCAD, то программа предоставляет две возможности вставки:

- Paste [Ctrl] + [V]
- Paste as Block [Ctrl] + [Shift] + [V]

Кроме вставки через буфер обмена, изображения можно просто перетаскивать мышью из одного чертежа в другой.

5.2. Внедрение объектов

После вставки к объектам можно применить лишь операции растяжения и перемещения. Если же требуется редактировать содержание объекта, то сделать это можно лишь средствами программы-источника. Для этого необходимо внедрить объект.

Внедрение объектов на чертеж можно выполнить тремя способами. Обратите внимание, что в русифицированной версии Windows диалоговые окна вставки и внедрения выводятся на русском языке в любом приложении.

Первый способ.

1. Запустите команду **InsertObj** через меню **Insert — OLE Object**. В появившемся диалоговом окне **Insert Object** (рис. 27) имеется возможность выбора.

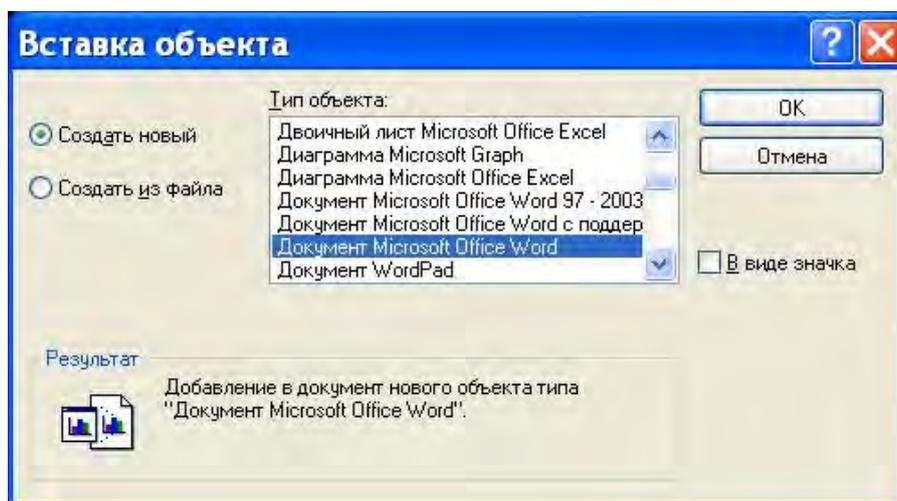


Рис. 27. Диалоговое окно создания нового OLE-объекта

2. Если вы хотите создать новый файл, то установите переключатель в положение **Create New** (Создать новый). Далее нужно выбрать приложение и создать новый файл. В меню **File** приложения есть команда возврата в AutoCAD.

Если вы хотите внедрить существующий файл, то установите переключатель в положение **Create from File** (Создать из файла). Диалоговое окно изменится (рис. 28).



Рис. 28. Диалоговое окно создания OLE-объекта из файла

3. Двойным щелчком на внедренных объектах вызовете программу-источник с открытым в ней внедренным файлом. После редактирования вернитесь в AutoCAD через меню **File**.

Второй способ.

1. Откройте приложение-источник. Скопируйте из него объект в буфер обмена.

2. В файле AutoCAD выберите команду **Edit — Paste Special**. Диалоговое окно специальной вставки показано на рис. 29.

3. Установите переключатель в положение **Вставить**. Закройте приложение.

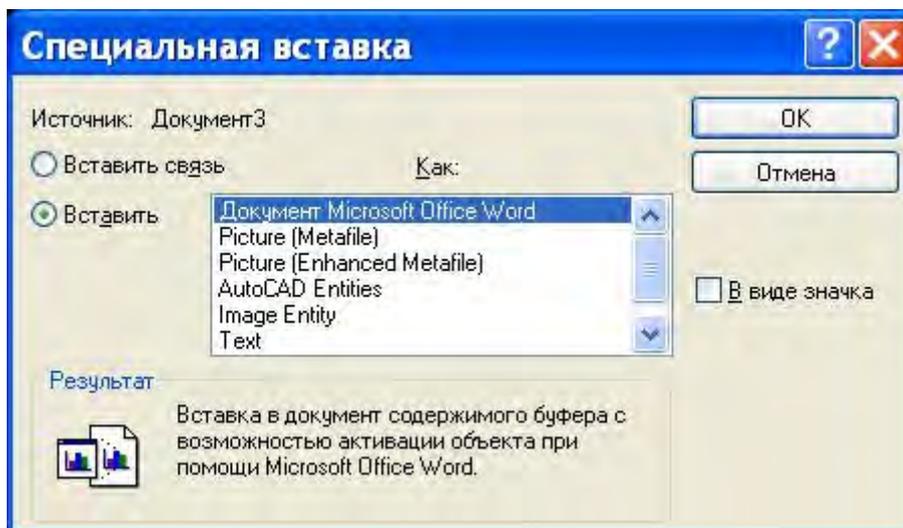


Рис. 29. Диалоговое окно внедрения OLE-объекта

Третий способ.

1. Откройте чертеж-приемник AutoCAD.
2. Откройте приложение-источник и выделите объект при нажатой клавише [Ctrl].
3. Перетащите объект в окно AutoCAD при нажатой клавише [Ctrl]. Если окно не видно на экране, то перетащите объект на пиктограмму AutoCAD на панели задач. Не следует отпускать клавишу мыши до тех пор, пока не распадется окно приемника. Тогда перетащите объект на нужное место на экране.

Охарактеризуем типы данных, которые можно вставить как объекты (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики типов данных для вставки

Тип данных	Описание
Объект приложения-источника	Объект помещается в левом верхнем углу чертежа. Расчленив его нельзя, но можно выделить и с помощью маркеров растянуть или переместить. Это внедренный объект. При двойном щелчке по нему запускается приложение источника для редактирования
Рисунок (метафайл), растровый рисунок (Bitmap)	Объект помещается в левом верхнем углу чертежа. Расчленив его нельзя, но можно выделить и с помощью маркеров растянуть или переместить. Объект нельзя редактировать с помощью источника или в AutoCAD
Объекты AutoCAD (AutoCAD Entities)	Выводится приглашение задать точку вставки, коэффициент масштабирования и угол поворота. Объект можно расчленив на отдельные объекты. Текстовые объекты сохраняют свой первоначальный шрифт и параметры форматирования
Объект изображения (Image Entity)	Выводится приглашение задать точку вставки, коэффициент масштабирования и угол поворота. Объект вставляется как квадрат размером 1 × 1. Объект является разновидностью растрового изображения. Его можно расчленив, но изображение при этом теряется
Текст (Text)	Объект помещается в левом верхнем углу чертежа. Его можно расчленив, но в результате текст потеряет первоначальный шрифт и параметры форматирования

5.3. Связывание объектов

При создании нового файла по команде **InsertObj** нельзя установить связь между объектами в приложении и в AutoCAD. Связь можно установить лишь между существующими объектами в двух уже известных диалоговых окнах.

В первом случае через меню **Insert — OLE Object** открывается диалоговое окно **Вставка объекта** (см. рис. 27).

Если выбрать **Создать из файла**, то откроется диалоговое окно (см. рис. 28). Если поставить флажок **Связь**, то просто изменится надпись в группе **Результат** (рис. 30).



Рис. 30. Вставка связанного объекта по команде **Insert — OLE Object**

Во втором случае выполняется команда **Edit — Paste Special** (см. рис. 29). В диалоговом окне нужно активизировать переключатель в положение **Вставить связь**. Окно тогда приобретает вид, показанный на рис. 31.

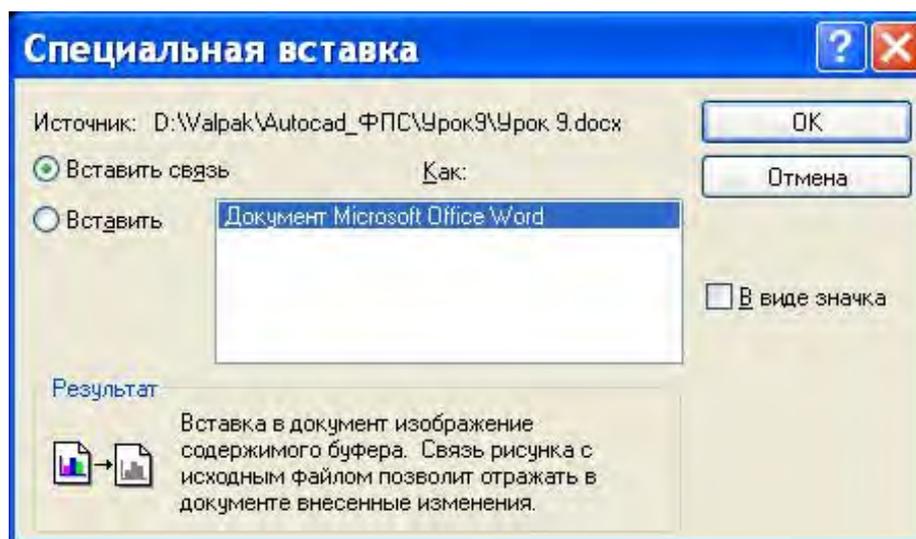


Рис. 31. Вставка связанного объекта по команде **Edit — Paste Special**

При открытии чертежа, содержащего связи, на экране появляется запрос на их обновление. Связи можно также обновить в любой момент в диалоговом окне **Links** по команде **Edit — OLE Links**.

6. ЭКСПОРТ И ИМПОРТ ФАЙЛОВ В ДРУГИЕ ФОРМАТЫ

6.1. Экспорт чертежей

Чертеж AutoCAD можно экспортировать в другие форматы по команде **File — Export**. В диалоговом окне указываются все возможные для экспорта типы файлов (рис. 32).

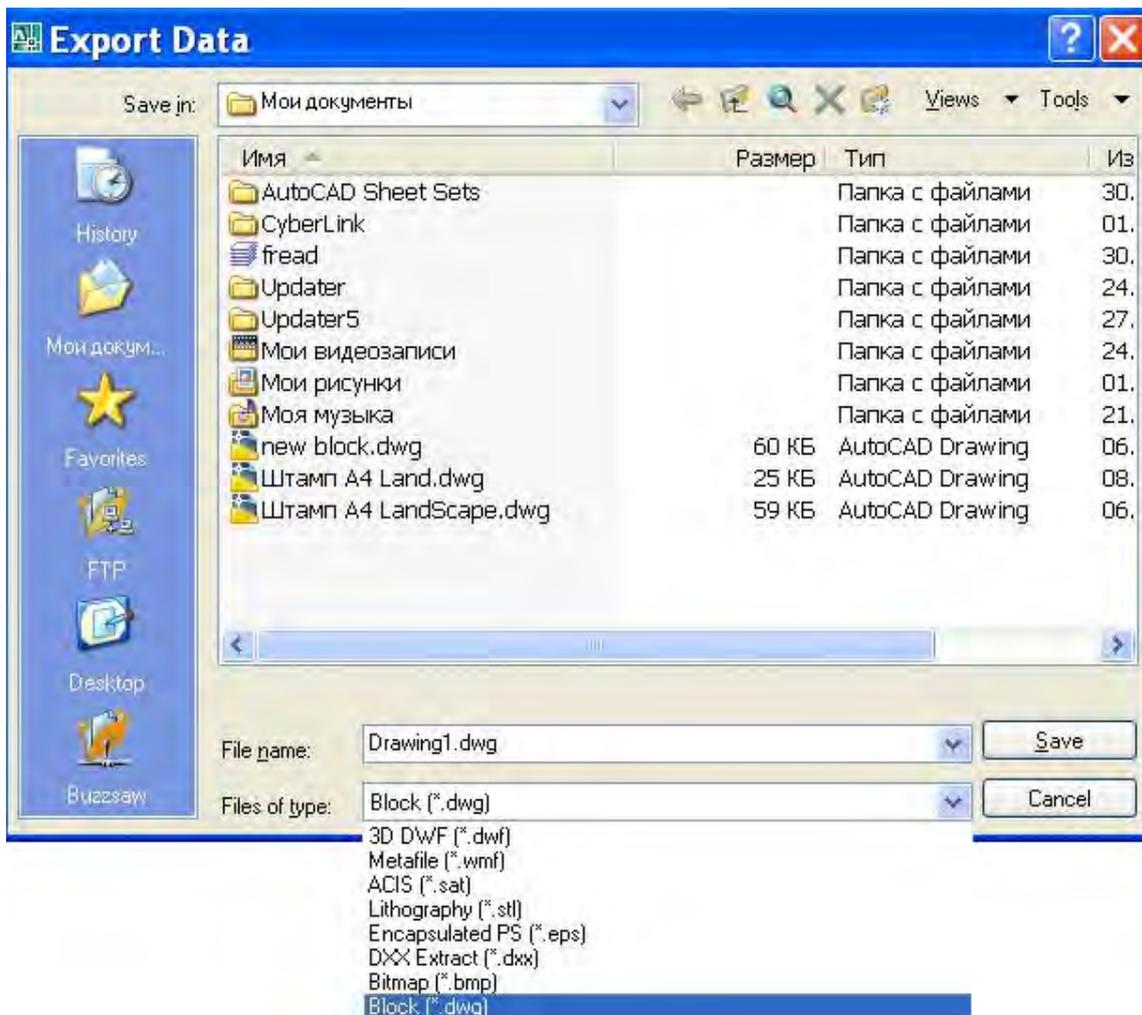


Рис. 32. Диалоговое окно команды экспорта файлов

Опишем подробнее типы файлов, которые можно создать в AutoCAD для использования в других приложениях ([табл. 2](#)).

Текстовый формат DXF содержит всю информацию о двумерном чертеже. Этот формат поддерживается большинством программ САПР. В нем сохраняется информация не только об объектах, но и о слоях, цвете и типе линий.

Для создания чертежа в формате DXF нужно выбрать команду **File — Save As**. Можно выбрать формат для версии 2007 или для более ранних версий.

Формат PDF используется очень широко. Считается удобным пересылать файлы этого формата по e-mail. Общепринята практика перевода в этот формат файлов, предназначенных для цифровой печати в типографиях. Для экспорта чертежей AutoCAD в формат PDF используется команда **Plot** и печать в файл с помощью конфигурационного файла печати PC3. Для этого нужно выполнить следующие операции:

1. Открыть чертеж и запустить команду **File — Plot**.
2. В диалоговом окне **Plot** ([рис. 33](#)) в группе **Printer/plotter** выбрать в поле **Name** значение **DWG to PDF.pc3**.

Форматы файлов для использования в других приложениях

Формат	Описание
WMF	Векторный формат изображений, поддерживаемый Windows
ACIS	Формат файла чертежа в программах объемного моделирования. Эти файлы сохраняются в текстовом формате ASCII и имеют в AutoCAD расширение .sat
STL	Формат, который служит для экспорта только одного объемного объекта, используемого в аппаратуре для стереолитографии (только в AutoCAD)
BMP	Растровый формат изображений, поддерживаемый Windows
EPS	Формат, пригодный для экспортирования любых объектов. Используется на некоторых принтерах для высококачественной печати текста и изображений
DXF	Текстовый формат, пригодный для экспортирования всего чертежа
DXB	Двоичный формат, пригодный для экспортирования всего чертежа
DWF	Формат, предназначенный для помещения чертежа на Web-страницу
JPG	Растровый многоцветный формат, используемый в Web
TIF	Растровый формат для сканирования высококачественных изображений
PNG	Растровый многоцветный формат, обеспечивающий полупрозрачность
PDF	Формат документов фирмы Adobe

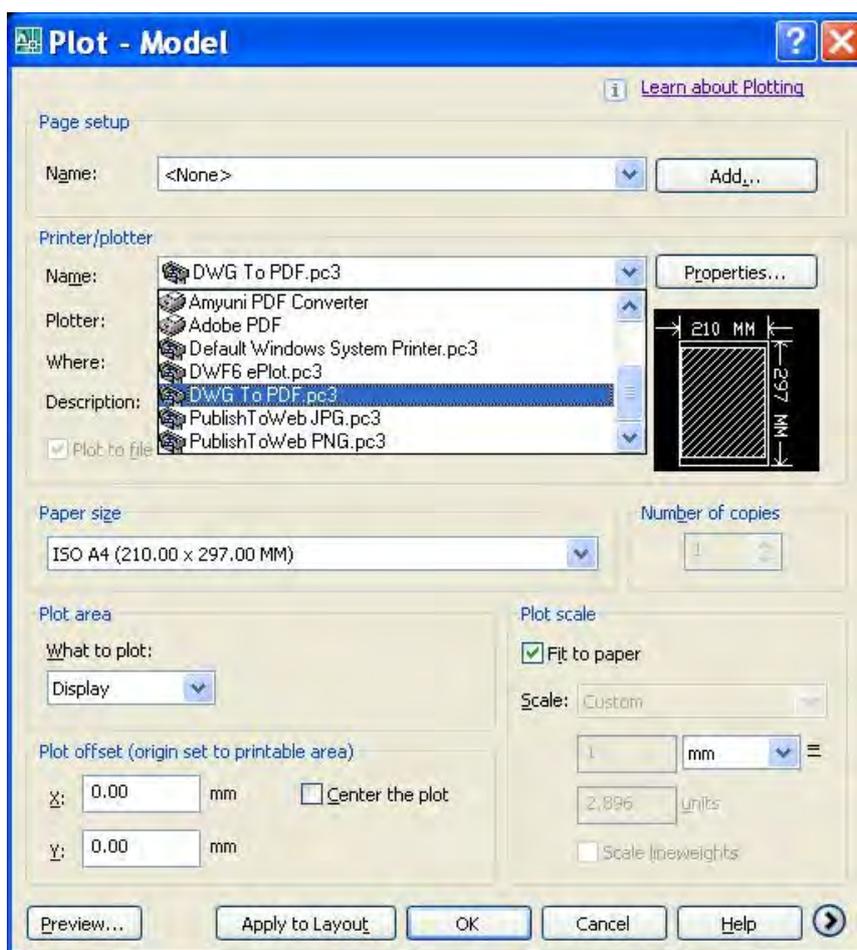


Рис. 33. Диалоговое окно Plot

6.2. Импорт файлов

Импорт файлов осуществляется через меню **Insert**. После выбора нужного файла (например, типа WMF) в командной строке будет выведен запрос о точке вставки, масштабе по осям X и Y , угле поворота — так же, как при вставке блока:

```
Command: _wmfin
Units: Unitless Conversion: 1.0000
Specify insertion point or [Basepoint/Scale/X/Y/Z/Rotate]:
Enter X scale factor, specify opposite corner, or [Corner/XYZ] <1>:
Enter Y scale factor <use X scale factor>:
Specify rotation angle <0>:
```

Файл типа WMF будет вставлен в виде блока. После его расчленения он становится обычным редактируемым чертежом DWG-типа.

7. УПРАВЛЕНИЕ ОТОБРАЖЕНИЕМ ФАЙЛОВ WMF

При экспорте чертежей в метафайлы можно управлять фоном рисунка. Если системная переменная WMFBKGND имеет значение OFF (по умолчанию), то фон файла прозрачный. При просмотре файла фон будет белым. Если системная переменная WMFBKGND имеет значение ON, то файл сохранит фон чертежа AutoCAD. Системная переменная WMFFOREGND управляет цветом линий объектов на переднем плане.

8. ВСТАВКА ЧЕРТЕЖЕЙ В ДРУГОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

Объекты чертежа можно скопировать в буфер обмена, а затем вставить, например, в офисное приложение — текстовый редактор, электронные таблицы или презентацию. Любые фрагменты, которые вы не хотите включать в импорт, нужно переместить на отдельные слои и заморозить.

Чертежи, вставляемые в другие приложения, являются статическими изображениями. Однако часто желательно сделать их динамическими, с возможностью зуммирования и панорамирования. Тогда удобно рассматривать все детали чертежа. Для осуществления этого необходимо преобразовать чертеж в формат DWF и вставить его как объект в любую версию Word, Excel или Power Point. Для просмотра чертежа пользователю понадобится программа Autodesk DWF Viewer, которая вызывается из контекстного меню объекта.

9. РАБОТА В ИНТЕРНЕТЕ

На этапе поиска технического решения Интернет сегодня является основным источником информации. При разработке проекта возможно интегрировать чертеж в сети Интернет. На нужных Web-серверах можно находить документы, фрагменты, блоки и перетаскивать их на свой чертеж. После выполнения чертежей их передают для корректировки, согласования или

утверждения заказчиком по факсу или по электронной почте. Часто их просто помещают на сайт, Web-сервер или FTP-сервер. Любой пользователь, имеющий доступ к этим серверам, может загрузить эти чертежи на свой компьютер. Можно также создать PDF-файл и передать его по электронной почте.

10. ФУНКЦИЯ ETRANSMIT

Перед отправкой по электронной почте удобно собрать все файлы, относящиеся к данному чертежу, в один пакет. Этот набор можно отправить затем своим коллегам, заказчикам и пр. Для этого при открытом чертеже следует выполнить команду **File — eTransmit**. В диалоговом окне **Create Transmittal** (Создание набора для передачи) можно сформировать файл, а затем передать его как вложение электронного сообщения. В файле передачи будет находиться основной чертеж и все связанные с ним файлы (рис. 34).

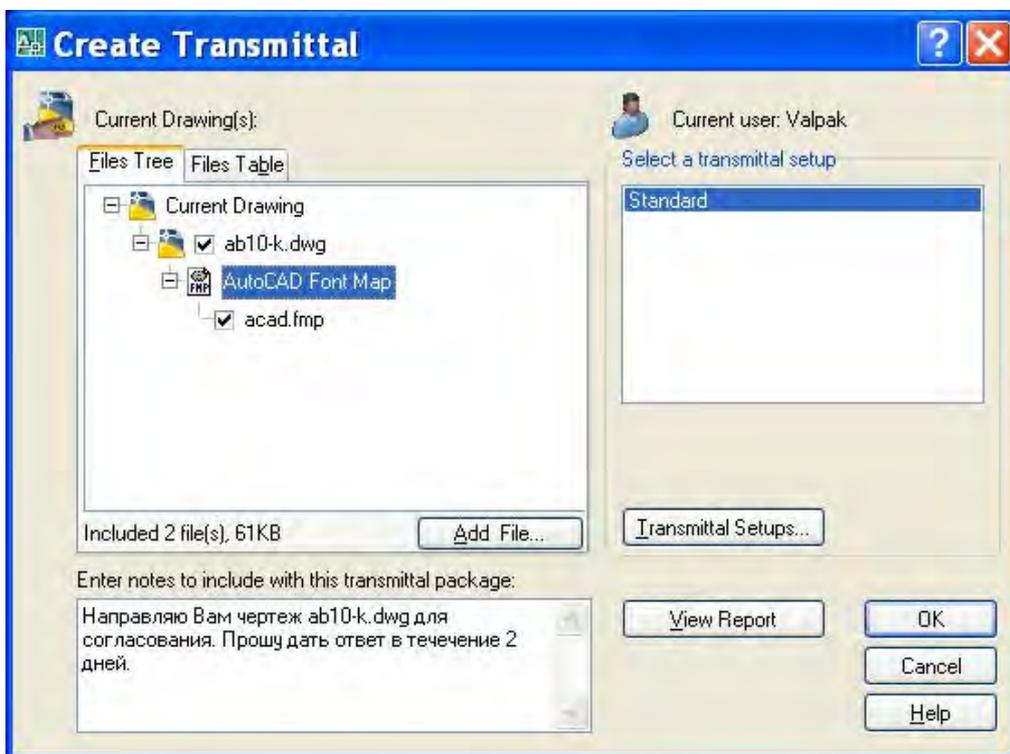


Рис. 34. Создание функции передачи

В примечаниях **Notes** можно ввести сообщение для получателя. Оно станет телом сообщения, передаваемого по электронной почте, и будет частью отчета о передаче.

11. ЗАДАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПАКЕТА ПЕРЕДАЧИ

Для задания параметров пакета передачи необходимо щелкнуть по кнопке **Transmittal Setups**. В диалоговом окне **Modify Transmittal Setups** (рис. 35) нажать кнопку **New** или **Modify** и далее активизировать диалоговое окно **Modify Transmittal Setup**.

В первом поле **Transmittal package type** можно выбрать один из типов передачи:

Folder (set of files) (Папка (набор файлов)) — программа создает каталог, в который помещает все подлежащие передаче файлы; сжатие файлов не производится;

Self-extracting executable (*.exe) — программа создает самораспаковывающийся архивный exe-файл.

Zip (*.zip) — создается архивный zip-файл.

Во втором поле **File Format** можно указать форматы предыдущих версий AutoCAD. В поле задается место хранения файлов. Если это поле оставить пустым, то файлы передачи будут сохраняться в каталоге открытого чертежа. При передаче набора листов пакет передачи и файл данных набора листов DST помещаются в один и тот же файл. После отправки файл передачи больше не нужен. Поэтому можно поместить его в каталог временных файлов.

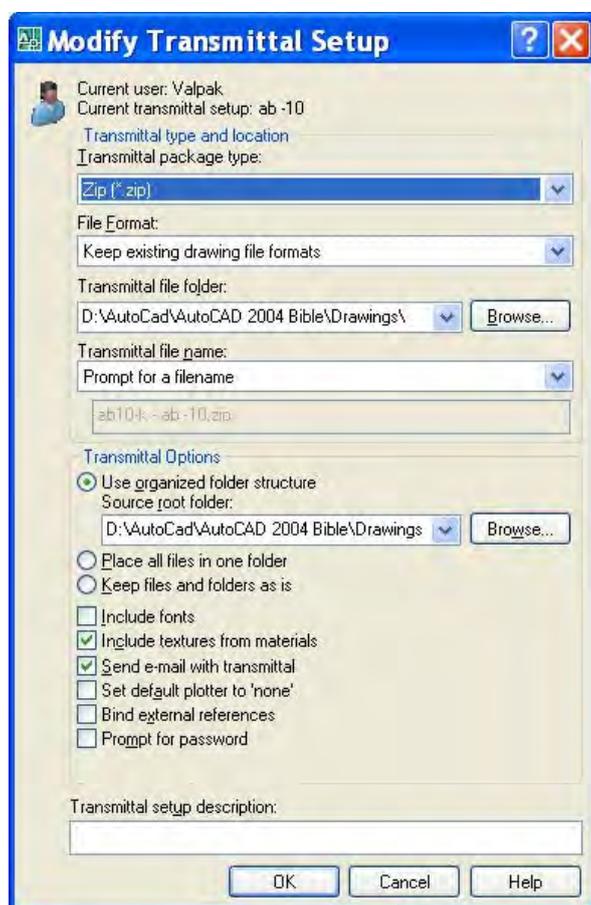


Рис. 35. Задание параметров пакета передачи

При создании файла exe или zip можно задать имя файла или установить в поле одно из следующих значений:

Prompt for a file name (Выводить приглашение на имя файла);

Overwrite if necessary (Перезаписать при необходимости);

Increment file name if necessary (Выполнить приращение имени файла при необходимости).

В группе задания режимов пакета передачи **Transmittal Options** устанавливаются следующие параметры:

Выбрать один из переключателей, задающих структуру каталогов:

Use organized folder structure — использовать организованную структуру каталога;

Place all files in one folder — поместить все файлы в один каталог;

Keep files and folders as is — сохранить структуру файлов и каталогов.

Include fonts — задать добавление шрифтов AutoCAD в паке передачи.

Include textures from materials — включить в пакет файлы текстур.

Send e-mail with transmittal — передать e-mail с пакетом передачи.

Set default plotter to none — отключить плоттер по умолчанию.

Bind external references — связать внешние ссылки.

Prompt for password — выводить приглашение пароля.

В нижней части окна можно поместить описание пакета передач.

После заполнения всех необходимых полей щелкните по кнопке **OK**. Вновь активизируется диалоговое окно **Transmittal Setup**, в котором можно выбрать именованный набор параметров пакета. После щелчка по кнопке **Close** активно окно **Create Transmittal**. На закладке **File Tables** перечислены файлы, включенные в пакет передачи. В нашем случае присутствует файл acad.fmp (карты отображения, задающие правила замены шрифтов). Здесь же могут быть файлы SHS (скомпилированные шрифты), файлы внешних ссылок и растровых изображений и др.

Пакет передачи не содержит файлы, на которые указывают гиперссылки. Поэтому их следует добавить вручную, нажав кнопку **Add File**. В заключение следует просмотреть отчет пакета передач, нажав кнопку **View Report**. В отчет обычно включают инструкции получателю по размещению ассоциированных файлов.

После щелчка по кнопке **OK** активизируется почтовая программа, если был установлен флажок **Send e-mail**. Иначе утилита **eTransmittal** создает все заданные файлы передачи. На рис. 36 показано окно почтовой программы ВАТ!, которое открывается автоматически после сохранения пакета передачи. Показано содержимое папки, которая помещена в приложение.

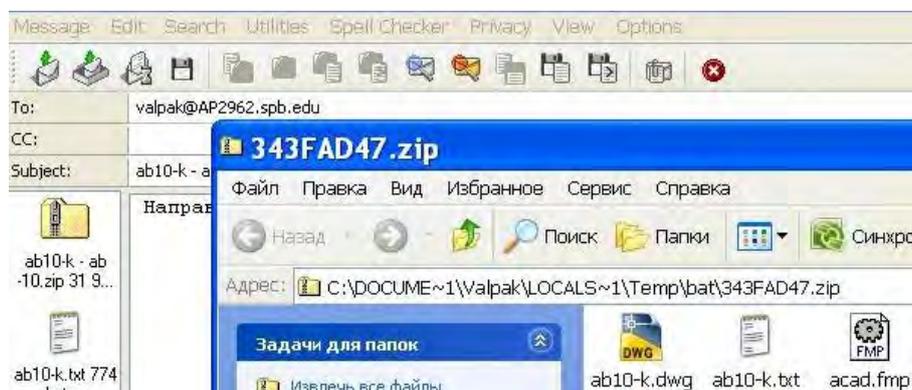


Рис. 36. Отправка файла из почтовой программы ВАТ!

12. ОТКРЫТИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ИЗ ИНТЕРНЕТА

Тысячи конструкторов во всем мире постоянно повторяют работы друг друга, а благодаря Интернету появляется возможность работать совместно. Открыть файл, размещенный в Интернете, можно, запустив команду меню **File — Open — Search the Web**. После запуска команды открывается Web-браузер программы AutoCAD (рис. 37). В верхнем поле указывают адрес сайта, в нижнем — имя файла.

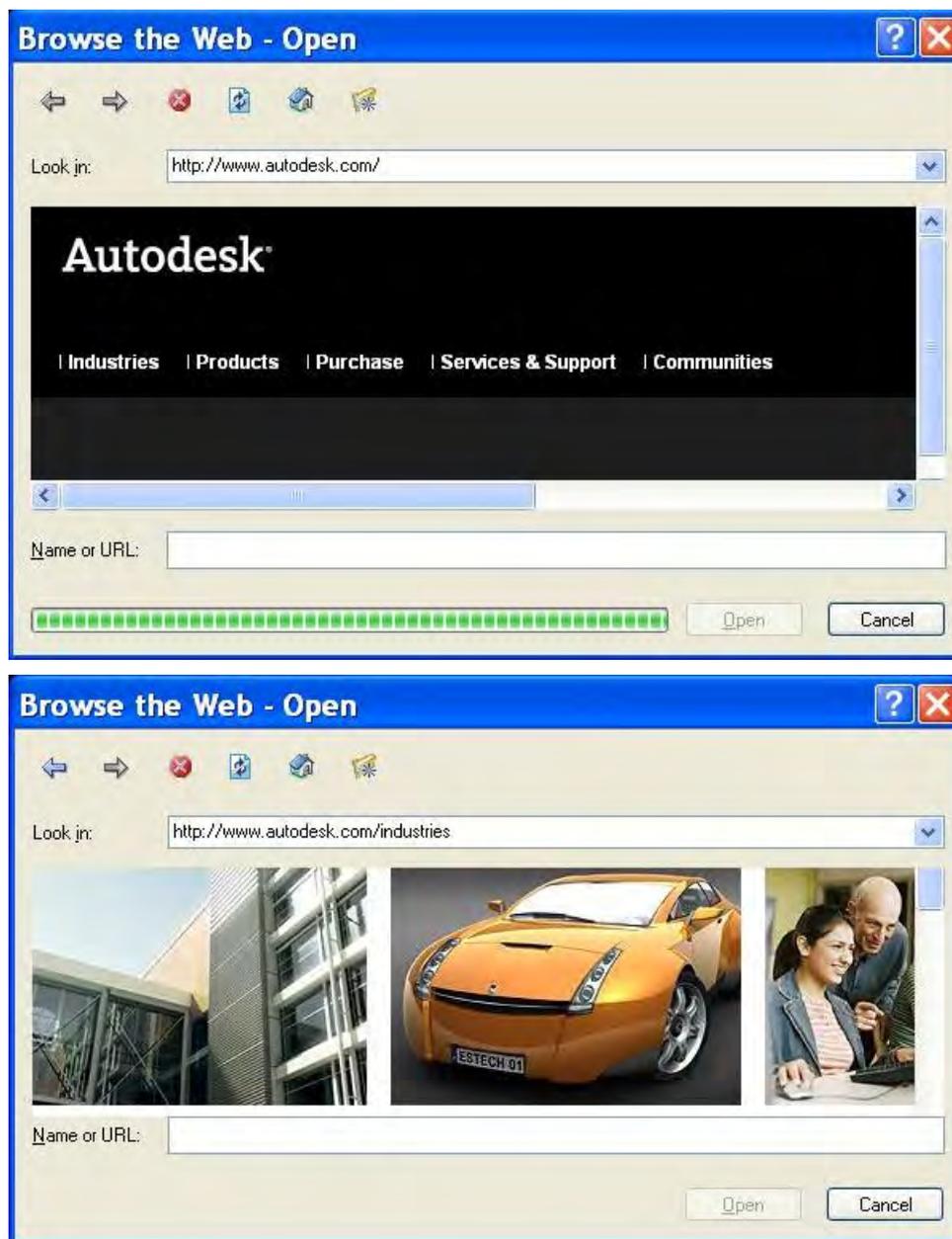


Рис. 37. Web-браузер программы AutoCAD

Работа в браузере осуществляется так же, как обычно. Последовательным выбором ссылок можно произвести поиск необходимой информации. На [рис. 38](#) показана страница сайта autodesk.com. Справа приведен список продуктов фирмы Autodesk.

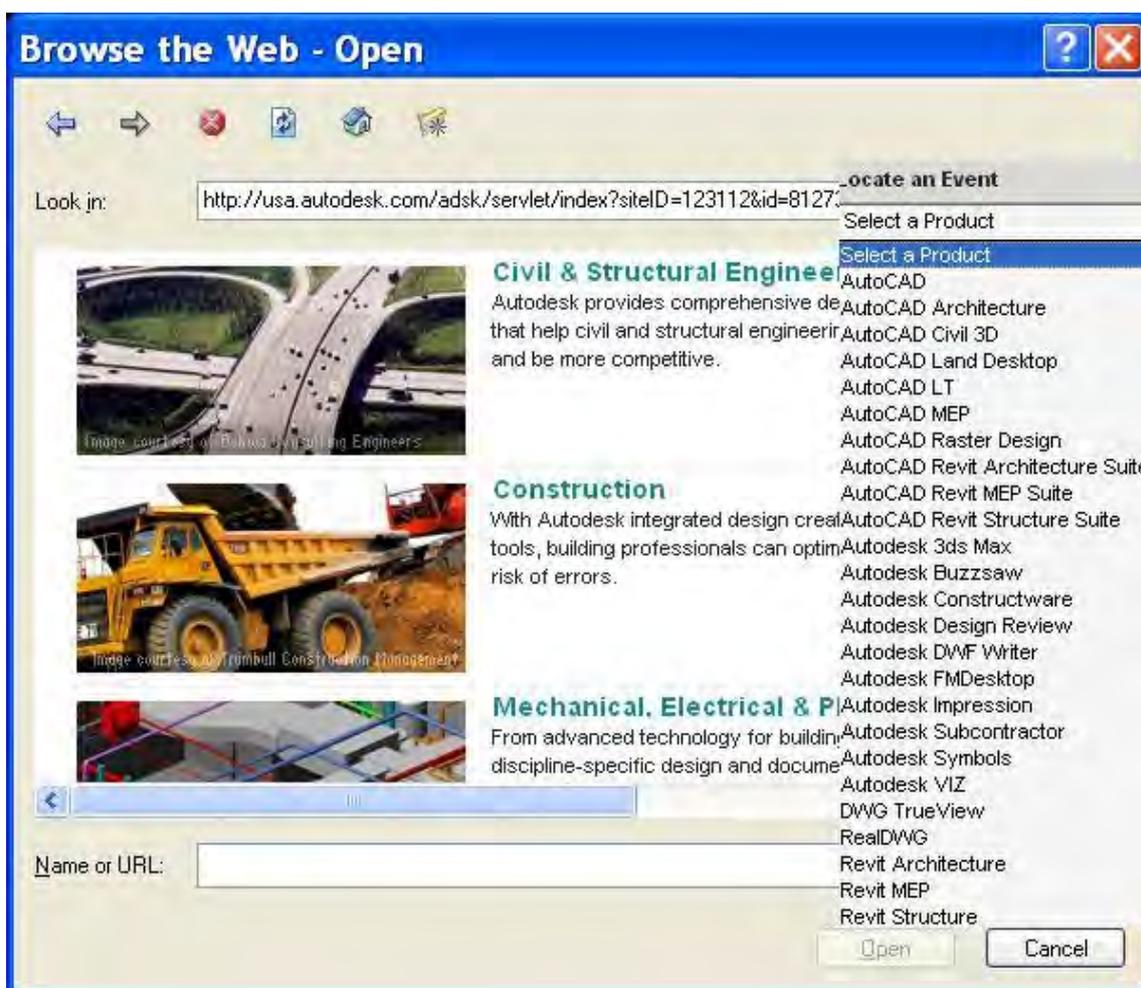


Рис. 38. Web-страница сайта autodesk.com

13. СОЗДАНИЕ ГИПЕРССЫЛОК НА ОБЪЕКТЫ ЧЕРТЕЖА

Навигация в Интернете основана на гиперссылках. Поэтому на любой объект чертежа можно создать гиперссылку, отослав пользователя к жесткому диску данного компьютера, в локальную сеть или в Интернет. При активизации гиперссылки на компьютере запускается приложение, соответствующее типу файла ссылки. Например, это может быть инструкция по сборке изделия в MS Word.

Чтобы создать гиперссылку, нужно выполнить следующие операции:

1. Выделить объекты для ссылки.

2. Запустить команду **Insert — Hyperlink**, [Ctrl] + [K].

3. В открывшемся диалоговом окне (**рис. 39**) указать файл на компьютере или Web-страницу в Интернете. Для облегчения поиска адреса ссылки нужно щелкнуть по кнопке **File...** или **Web Page...** в правой части окна. Щелкнув по кнопке **Target**, можно задать именованный вид чертежа.

4. В поле **Text to display** вверху окна ввести короткое текстовое описание ссылки. Иначе по умолчанию при помещении указателя на гиперссылку в контекстном меню указателя появится адрес файла или URL. Понятный текст более информативен.

5. Если используется полный адрес файла или нужно связать объект с URL, то снять флажок **Use relative path for hyperlink** (Использовать для гиперссылки относительный маршрут). Относительный маршрут определяет только ту часть адреса, которая стоит после базового адреса. По умолчанию базой является каталог (папка) с текущим файлом чертежа. Поэтому относительные адреса используются тогда, когда файлы гиперссылки расположены в том же каталоге, что и чертеж.

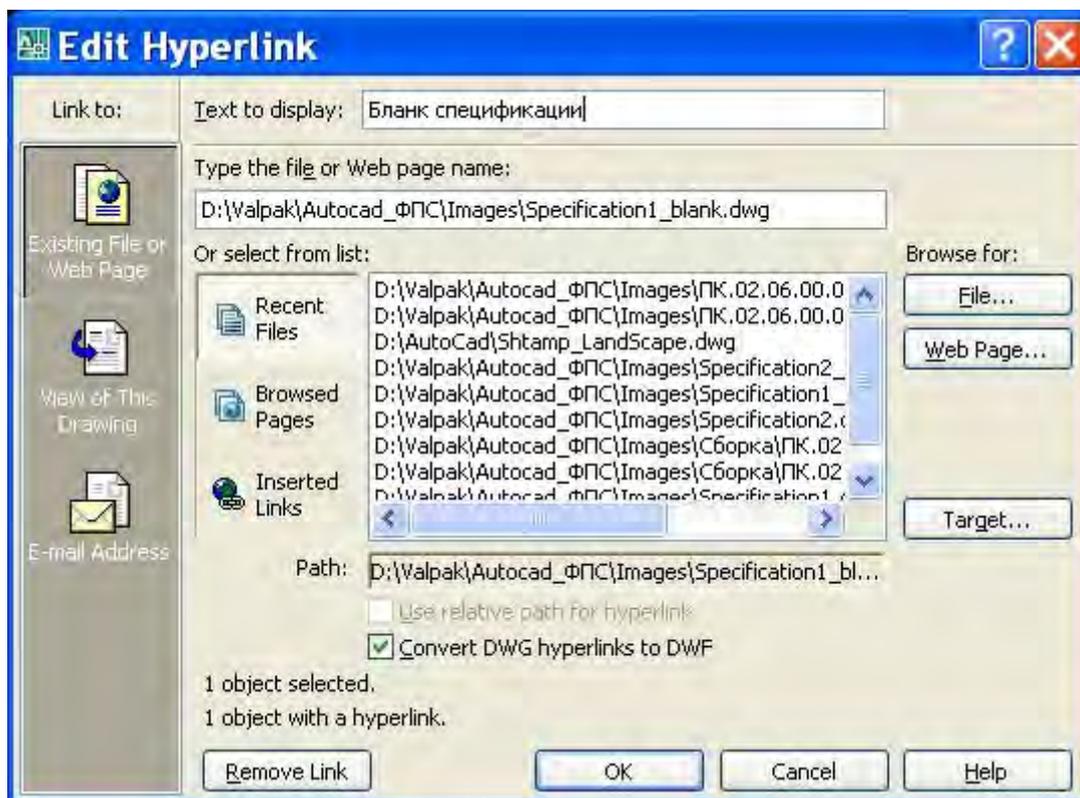


Рис. 39. Диалоговое окно установки гиперссылки

В левой части диалогового окна можно выбрать тип создаваемой гиперссылки, при этом изменяется центральная часть окна:

Existing File or Web Page (Существующий файл или Web-страница). Создается ссылка на другой файл или на Web-страницу. Файл может находиться на данном компьютере, в локальной сети или в Интернете. Затем можно выбрать один из трех списков: **Recent files** (Недавно использованные файлы), **Browsed Pages** (Просмотренные Web-страницы), **Inserted Links** (Вставленные гиперссылки).

View of This drawing (Вид этого чертежа). Создается ссылка на именованный вид, камеру или компоновку открытого чертежа. Такая гиперссылка помогает пользователю переходить к детальным видам или к перечням чертежа.

E-mail Address (Адрес электронной почты). При щелчке по этой гиперссылке запускается программа электронной почты, в которой открывается окно создания нового сообщения с заданным адресом.

Чтобы файл ссылки открылся на экране, нужно при видимой пиктограмме гиперссылки щелкнуть по объекту при нажатой клавише [Ctrl] (простой щелчок — это выделение объекта).

Редактирование ссылки производится по той же схеме, что и установка: выделить объект, вызвать диалоговое окно **Edit Hyperlink** командой **Insert — Hyperlink**, произвести в окне изменения, нажать **OK**.

По такой же схеме производится отмена гиперссылки: выделить объект, вызвать диалоговое окно **Edit Hyperlink** командой **Insert — Hyperlink**, нажать кнопку **Remove Link**.

14. ПУБЛИКАЦИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ В ФОРМАТЕ DWF

Формат DWF (Drawing Web Format) является форматом векторного изображения. Один файл формата DWF может содержать много страниц. В него можно включить произвольное количество чертежей и компоновок. Формат DWF используется для передачи чертежей коллегам, клиентам, заказчикам. Кроме того, этот формат дает возможность публиковать чертежи на Web-сервере в Интернете.

Пользователи могут производить с чертежами формата DWF следующие операции:

- зуммирование;
- панорамирование;
- добавление гиперссылок;
- печать.

Формат DWF обладает рядом преимуществ:

- Это формат векторной графики. Можно зуммировать чертеж без потери качества изображения, чтобы рассмотреть мелкие детали.
- Файл 2D DWF является обычным набором команд, печатающих двумерный чертеж. Фактические объекты пользователю недоступны: он не может редактировать чертеж или получать информацию о слоях, координатах точек и пр., что обеспечивает безопасность и неизменность опубликованного продукта.
- При передаче файлы DWF сжимаются, что сокращает время их загрузки.
- С помощью утилиты **Autodesk DWF Viewer** получатель может просматривать чертежи формата DWF без AutoCAD.
- Чертежи формата DWF можно размещать на Web-сайтах.
- В формате 2D DWF реализована поддержка гиперссылок на другие чертежи, данные и файлы.
- Получатели могут выводить именованные виды файлов 2D DWF, включать и отключать слои, просматривать свойства блоков и атрибутов, выводить информацию набора листов и пр.

15. СОЗДАНИЕ ДВУМЕРНЫХ ФАЙЛОВ DWF

Двумерные файлы DWF создаются с помощью команды **Publish**. По этой команде могут быть выполнены следующие операции:

- создание набора чертежей и компоновок, включаемых в файл DWF;
- настройка параметров страницы для каждого чертежа;
- сохранение списка чертежей или его загрузка.

Другая команда — **PublishToWeb** — создает файлы DWF, рисунки JPEG и PNG для Web-страниц с помощью мастера и шаблонов. Перед использованием команд **Publish** чертеж должен быть сохранен.

Запустить команду **Publish** можно несколькими способами:

- через меню **File — Publish**;
- щелкнуть по кнопке **Publish** на панели инструментов **Standard**;
- набрать команду `publish` в командной строке.

После запуска команды на экране активизируется диалоговое окно **Publish** (рис. 40), в котором выведены все компоновки и модели открытых чертежей.

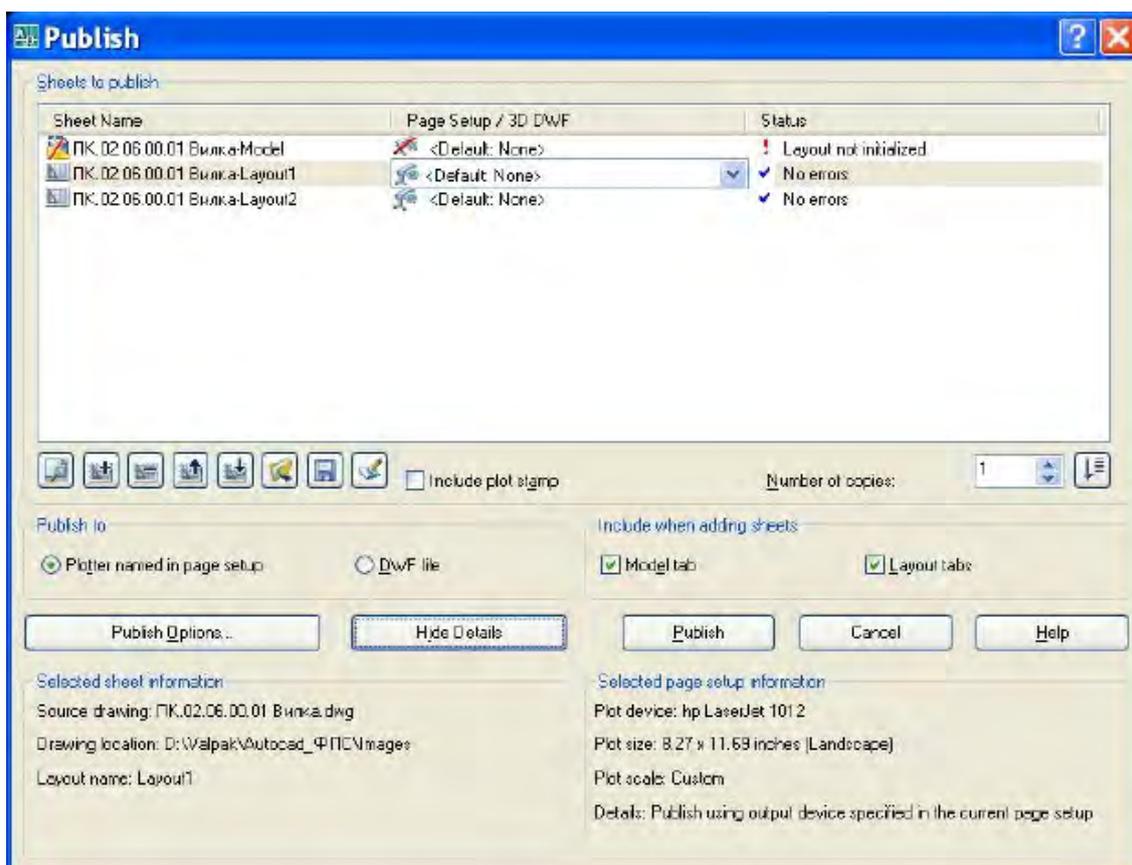


Рис. 40. Диалоговое окно **Publish**

В первую очередь следует добавить в набор нужные публикации чертежей и компоновок. Предполагается, что компоновки уже определены, т. е. масштабы и области печати для каждого чертежа заданы. Добавлять в набор любые компоновки и чертежи можно по одному из известных способов (или их группой):

- перетащить из «Проводника» Windows;
- щелкнуть по кнопке **Add Sheets** и выбрать чертежи в диалоговом окне **Select Drawings**;
- щелкнуть на кнопке **Load Sheet List** и выбрать сохраненный набор чертежей.

При добавлении в список чертежей включаются вкладки моделей и компоновок (листов). Можно снять флажок **Model tab** либо **Layout tab**. Тогда чертежи, добавляемые в набор, не будут содержать эти вкладки.

Можно сохранить список набора чертежей, чтобы потом его использовать. Для этого надо щелкнуть по кнопке **Save List** и сохранить с расширением .dsd (Drawing Set Description).

После добавления чертежей и компоновок список можно редактировать:

- изменить имя листа: щелкнуть два раза по имени или через контекстное меню;
- задать параметры страницы: выделить имя набора и открыть список, далее выбрать или импортировать набор параметров страницы;
- изменить последовательность чертежей с помощью кнопок со стрелками;
- удалить чертеж: выделить строку и щелкнуть по кнопке **Remove Sheets**.

После создания списка необходимо сообщить программе, что с ним нужно делать. В группе **Publish to** можно выбрать один из двух вариантов:

Plotters named in page setups (Плоттеры, указанные в наборах параметров страниц) — выполняется пакетная печать всех компоновок, указанных в списке. Каждый чертеж печатается плоттером, указанным в наборе параметров страницы чертежа.

DWF file — создаются файлы DWF для просмотра чертежей пользователями. По умолчанию имя файла совпадает с именем чертежа, а расширение заменяется на .dwf. Файл DWF создается в том же каталоге, в котором находится основной чертеж.

При щелчке по кнопке **Publish Options** на экране появляется одноименное диалоговое окно ([рис. 41](#)), в котором можно задать параметры файла DWF.

В окне можно установить следующие параметры публикации файла DWF:

- задать адрес файла;
- задать тип файла (однолистовый или многолистовый);
- задать имя файла или вывод приглашения о задании имени;
- создать пароль;
- добавить в файл информацию о слоях (тогда получатель может включать и отключать слои);
- добавить в файл информацию о блоках, включая файл шаблона, необходимый для извлечения атрибутов;

- если публикуется набор листов, то добавить набор листов и их параметры;
- добавить перечисление иерархической структуры ссылок и включить материалы (только для 3D-файлов).

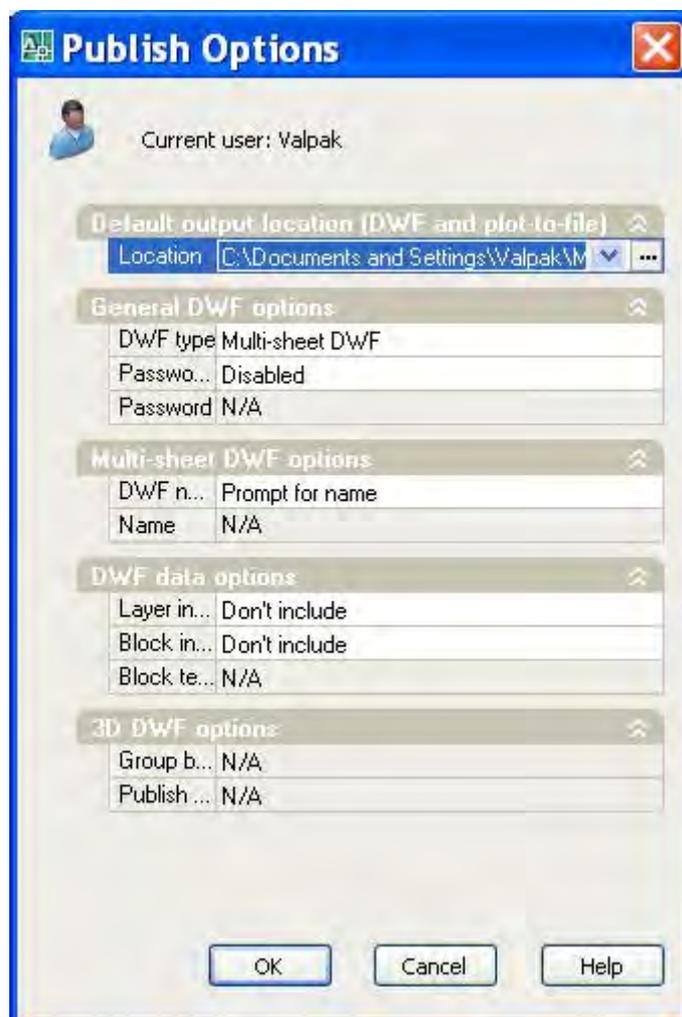


Рис. 41. Установка параметров публикации

После установки параметров создают DWF-файл щелчком по кнопке **Publish**.

16. МАСТЕР ПУБЛИКАЦИИ В WEB

Мастер создает по шаблону Web-страницы с изображениями чертежей в векторном формате DWF или в растровых форматах JPEG или PNG. Пользователь принимает общее решение о количестве и номенклатуре предоставляемых документов.

Для помещения чертежей на Web-сервер нужно выполнить следующие операции:

1. Запустить команду **File — Publish to Web**.
2. Указать значение **Create New Web Page** (Создать новую страницу).

3. Ввести имя файла будущей страницы. Программа создаст папку с таким же именем, в которой будут храниться все файлы. Ввести описание, которое будет присутствовать на главной Web-странице.

4. В окне **Select Image Type** выбрать тип изображения — DWF, JPEG или PNG. Для растровых форматов указать размер изображения — **Image Size**.

5. В окне **Select Template** выбрать шаблон из списка. Будет предложено четыре варианта:

Array of Thumbnails (Массив эскизов) — на странице будет создано множество миниатюрных изображений — эскизов. Для вывода полного изображения пользователь должен щелкнуть по эскизу.

Array plus Summary (Массив плюс резюме) — на странице также будет создано множество эскизов. Кроме того, на страницу добавится информация из вкладки **Summary** (Резюме) диалогового окна **Drawing Properties** (Свойства чертежа). Эта информация будет отражаться лишь тогда, когда пользователь поместит указатель на эскиз чертежа. Информация о свойствах чертежа заносится при его разработке по команде **File — Drawing Properties**.

List of Drawing (Список чертежей) — создается перечень чертежей и окно, в котором будет отражаться выбираемый в списке чертеж.

List plus Summary (Список плюс резюме) — в дополнение к предыдущему на страницу добавится информация из вкладки **Summary** диалогового окна **Drawing Properties** (Свойства чертежа). Информация отображается, когда указатель проходит над именем чертежа.

6. В окне **Apply Theme** (Выбор темы) выбрать в раскрывающемся списке одну из тем. Темы отличаются цветовыми сочетаниями и параметрами шрифтов. Внешний вид страницы показан на панели предварительного просмотра.

7. В окне **Enable i-drop** (Разрешить i-drop) выбрать возможность поддержки технологии i-drop.

8. В окне **Select Drawing** (Выбор чертежей) выбрать в правую часть все чертежи, которые требуется включить в Web-страницы. Чертежи должны быть открыты или их следует разыскать в браузере. Компоновки приведены в отдельном окне **Layout**. Перенос в правую часть производится нажатием кнопки **Add**.

9. В окне **Generate Images** (Создание изображений) ввести регенерацию всех изображений. Программа преобразует в файлы и отформатирует все чертежи.

10. В окне **Preview and Post** (Предварительный просмотр и передача) нажать кнопку **Preview**. Программа покажет в браузере готовую главную страницу с действующими гиперссылками. Имя этого файла `acwebpublish.htm`.

11. В окне **Preview and Post** нажать на кнопку **Post**. Теперь программа соединит вас с Интернетом, и вы сможете загрузить свой новый сайт на Web- или Ftp-серверы. Однако перед загрузкой желательно просмотреть все

материалы сайта, отредактировать неудачные надписи, внести разъяснения к рисункам, ввести в каталог все файлы, на которые указывают гиперссылки чертежей.

12. Щелкнув по кнопке **Send Email**, можно передать своим коллегам электронное сообщение об адресе нового сайта.

Конечно, совсем не обязательно пользоваться мастером AutoCAD, чтобы создать сайт с чертежами. Можно создать свои страницы с файлами DWF, JPG или PNG. Возможно, они будут эффектнее.

17. ПРОСМОТР ЧЕРТЕЖЕЙ DWF

В отличие от рисунков JPG или PNG чертежи DWF на Web-сайте можно панорамировать и зуммировать. Однако такой просмотр возможен только в специальной программе Autodesk DWF Viewer. Она распространяется бесплатно и устанавливается вместе с программой AutoCAD.

Программа может работать двумя способами:

- в качестве отдельной независимой программы (рис. 42);
- в качестве компонента ActiveX в составе браузера Microsoft Internet Explorer.

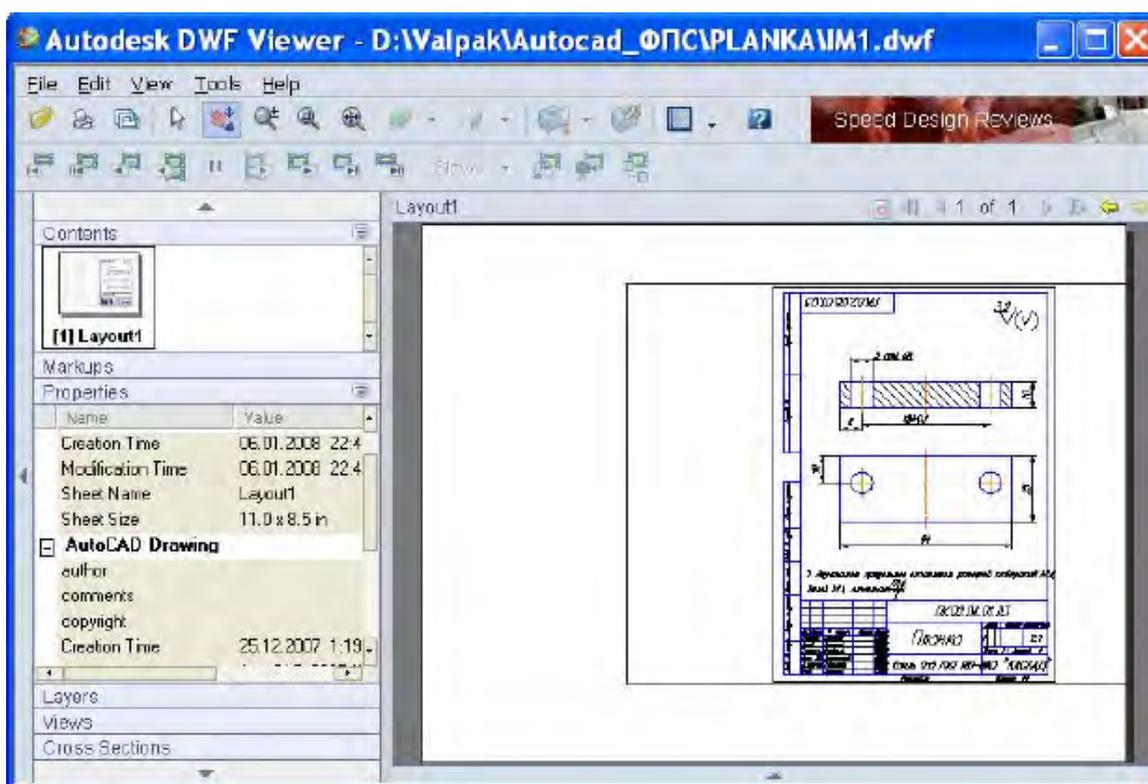


Рис. 42. Окно программы Autodesk DWF Viewer

Операции зуммирования проводятся так же, как в программе AutoCAD. Если в файл добавлена информация о слоях, то пользователь может, щелкнув по кнопке **Layers**, открыть окно управления слоями, чтобы включить или отключить любой слой.

18. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПОДЛОЖКИ DWF

Файл DWF можно подключить к чертежу в качестве подложки, например при детализовке. По привязкам к подложке можно ориентировать файл собственного проекта.

Для подключения привязки необходимо выполнить следующие операции:

1. Создать отдельный слой для подложки.
2. Выбрать команду **Insert — DWF Underlay**. Будет запущена команда **DWFAttach**.
3. В диалоговом окне **Select DWF File** выделить нужный файл и щелкнуть по кнопке **Open**.
4. В диалоговом окне **Attach DWF Underlay** выбрать лист файла DWF.
5. В раскрывающемся списке **Path type** выбрать один из следующих типов:
Full path (полный адрес) — задание полного адреса, включая имя диска.
Relative path (относительный адрес) — адрес относительно текущего каталога. С помощью относительного маршрута можно переместить файл подложки в другое место, имеющее аналогичную структуру каталогов.
No path (без адреса) — используется адрес текущего каталога хостирующего чертежа. Файл подложки должен находиться в том же каталоге, что и чертеж, или в каталоге поиска файлов проекта.
6. Чтобы задать в диалоговом окне точку вставки, масштаб и угол поворота, нужно снять все флажки или задать эти параметры на экране.
7. Щелкнуть по кнопке **OK**. Файл DWF прикреплен к текущему чертежу в качестве подложки.

Чтобы изменить внешний вид подложки DWF, например сделать ее более заметной, можно применить команду **DWFAdjust**. Она имеет три параметра:

Fade (увядание, яркость) — цвета подложки можно приближать к фону чертежа. Параметр **Fade** принимает значения 0...80. При значении 80 подложка полностью сливается с фоном. По умолчанию установлено значение 25.

Contrast (контрастность) — усиление или ослабление контрастности подложки. Контрастность может принимать значения 0...100. При значении 100 подложка имеет исходные цвета. По умолчанию установлено значение 75.

Monochrome (монохромная) — при значении **YES** используются оттенки серого цвета.

С помощью команды **DWFClip** подложку DWF можно обрезать. Для этого нужно выделить подложку и в контекстном меню выбрать команду **DWFClip** или набрать команду в командной строке. Будут предложены следующие параметры команды:

- On** — включение существующей границы обрезки (режим по умолчанию);
- Off** — отключение существующей границы обрезки;
- Delete** — удаление границ обрезки;
- New boundary** — создание прямоугольной или многоугольной границы.

Пример прохождения команды:

Command: dwfclip

Select DWF to clip:

Enter DWF clipping option [ON/OFF/Delete/New boundary] <New boundary>:

Enter clipping type [Polygonal/Rectangular] <Rectangular>:

Specify first corner point:

Specify opposite corner point:

Подложку можно окружить рамкой. Если подложка не обрезана, рамка обозначает прямоугольную границу всего изображения DWF. Если же подложка обрезана, то рамка обозначает границу обрезки.

Для вывода рамки используется системная переменная **DWFFrame**. При значении «1» рамка выводится на экран и печатается. При значении «2» рамка выводится на экран, но не печатается. Значение «0» отключает рамку. Но подложку можно выделить и при отключенной рамке.

По умолчанию привязка выполняется ко всем объектам подложки. Но если чертеж сложный, то есть вероятность, что объекты подложки будут мешать привязываться к объектам чертежа. В этом случае можно отключить привязку к объектам подложки. Для этого следует присвоить системной переменной **DWFOsnap** значение «0». Но даже в этом случае можно выполнить привязку к точке вставки подложки.

Упражнение «Создание и просмотр файла DWF»

1. Открыть файл сборочного чертежа.
2. Запустить команду **File — Publish**. Добавить все чертежи деталей.
3. Установить переключатель **DWF file** и щелкнуть по кнопке **Publish**.
4. В диалоговом окне **Select DWF file** ввести имя файла и сохранить его.
5. Открыть «Проводник» или «Мой Компьютер». Найти нужный файл и запустить его. Опробовать все варианты просмотра файла в программе Autodesk DWF Viewer.
6. В программе AutoCAD запустить «Мастер публикации в Web» по команде **File — Publish to Web**. Создать сайт для просмотра чертежей. Запустить файл главной страницы `acwebpublish.htm` в браузере Microsoft Internet Explorer. Сравнить возможности просмотра файла на сайте с возможностями просмотра по [п. 9](#).

Ключевые термины

Экспорт — создание файла специального типа, формат которого поддерживается программой-приемником.

Импорт — вставка в чертеж AutoCAD файлов другого формата. Редактирование этих вставок производится средствами программы AutoCAD.

Внедрение объектов — редактирование вставленных в чертеж AutoCAD объектов, производимое средствами программы-источника.

Связывание объектов — изменения в объектах, вставленных в чертеж AutoCAD, при внесении изменений в файл-источник.

Web-браузер программы AutoCAD — встроенное приложение для работы в Интернете.

Формат DWF (Drawing Web Format) — формат векторного изображения, используемый для передачи чертежей по электронной почте. Чертежи в этом формате могут быть опубликованы на Web-сервере в Интернете.

Краткие итоги

Программа AutoCAD предоставляет широкие возможности для взаимодействия с другими приложениями. Легко осуществляется экспорт и импорт файлов, вставка объектов с внедрением или связыванием, перенос объектов через буфер обмена. Файлы AutoCAD с расширением DWF можно пересылать по электронной почте или размещать на Web-сервере. В месте экспорта с этими файлами можно производить все Zoom-операции.

Вопросы для самопроверки

1. Растровые изображения с какими расширениями можно вставить в чертеж?
2. Что такое внедрение?
3. Что такое связывание объектов?
4. По каким командам производится экспорт чертежей AutoCAD?
5. Как вставить чертеж AutoCAD в другое приложение?
6. Как опубликовать чертеж в формате DWF в Интернете?

Лекции 8, 9. ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

19. ОСОБЕННОСТИ ТРЕХМЕРНОГО ПРОСТРАНСТВА

В предыдущих лекциях рассматривалась работа в системе AutoCAD только на плоскости. По команде **Tools — Workspaces — 3D Modeling** можно перейти в трехмерное рабочее пространство.

19.1. Знакомство с 3D-интерфейсом программы

Новый шаблон для трехмерного моделирования открывается по команде **File — New**. В диалоговом окне **Select Template** нужно указать на файл *cadiso3D.dwt*. Окно программы представлено на [рис. 43](#). Оно содержит две палитры, вызываемые по командам **Tools — Palettes — Dashboard** и **Tools — Palettes — Tool Palettes**. Первую палитру **Dashboard** называют *приборной панелью* или *панелью управления*. В ней собрано большое количество инструментов и команд трехмерного моделирования. Вторую палитру **Tool Palettes** обычно называют просто *панелью инструментов*. Установка инструментов в обеих палитрах производится в контекстном меню их заголовков. В рабочей области по умолчанию включена *вспомогательная сетка*, которая помогает ощутить глубину и увидеть перспективу изображения. Трехмерные объекты выводятся в визуальном стиле *Realistic*.

По умолчанию инструменты двумерного моделирования на палитру управления **Dashboard** не выведены. Их можно установить в контекстном меню заголовка палитры управления ([рис. 44](#)). Часто бывает удобным оставить на экране панели двумерного моделирования **Draw** и **Modify**.

Инструменты 3D-моделирования расположены в панели **Tool Palettes** на закладках **Draw** и **Modify**. Набор этих инструментов расширен по сравнению с 2D-режимом, особенно в панели **Modify** ([рис. 45](#)).

При выполнении 3D-операций с объектами рекомендуется также пользоваться меню **Modify — 3D Operations** ([рис. 46](#)).

При черчении в трехмерном пространстве на объект можно посмотреть со всех сторон. Типовые проекции выведены на панель **3D Navigate** палитры управления **Dashboard**. При задании проекций удобно пользоваться панелью управления **View** ([рис. 47](#), изображен изометрический юго-западный вид лестницы).

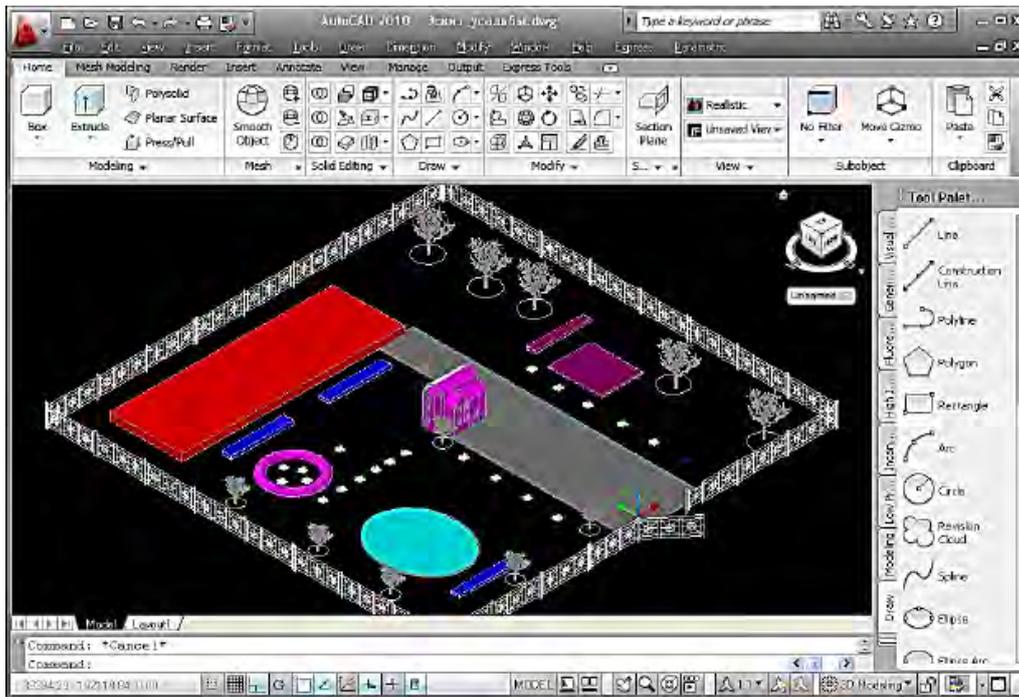


Рис. 43. Окно программы AutoCAD в режиме **3D Modeling**

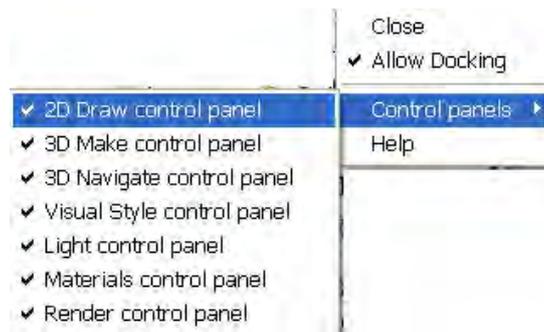


Рис. 44. Установка панелей в контекстном меню **Dashboard**

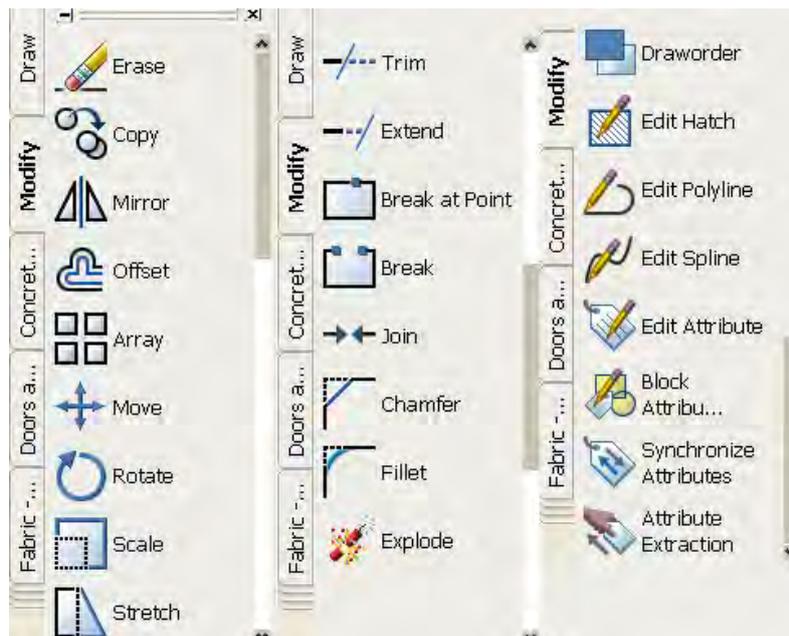


Рис. 45. Инструменты 3D-редактирования панели **Tool Palettes**

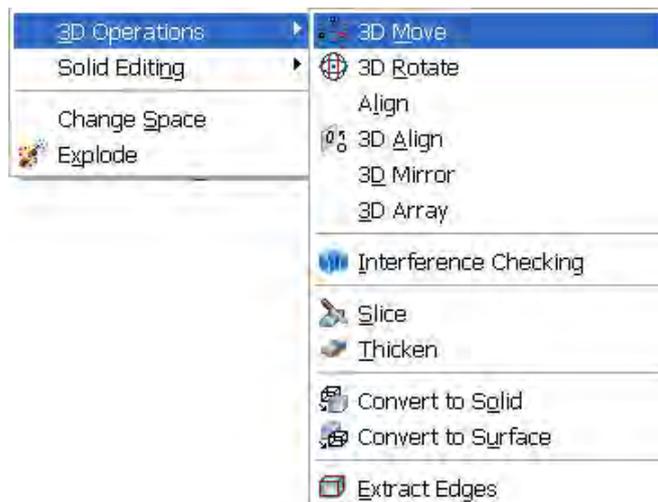


Рис. 46. Меню редактирование 3D-объектов

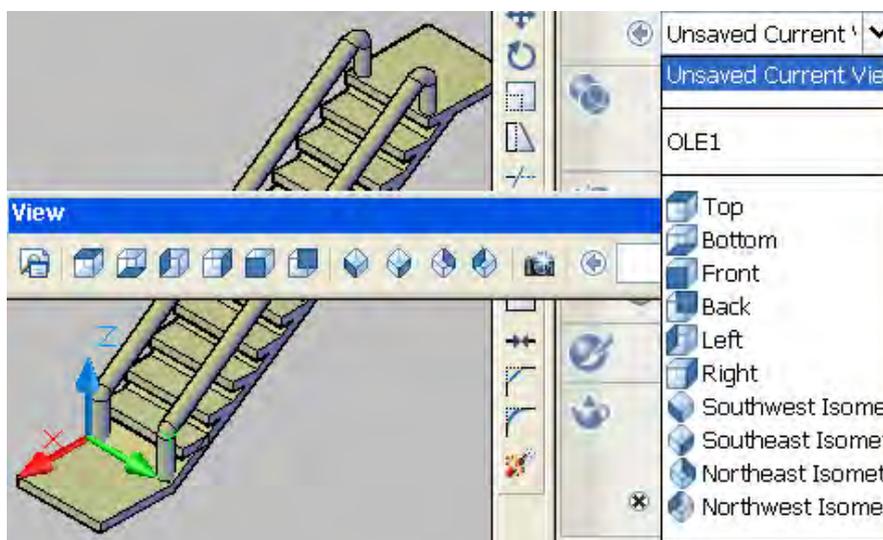


Рис. 47. Задание видов в панелях инструментов **View** и **Dashboard**

Виды проекций устанавливаются по команде **View — 3D Views** (рис. 48).

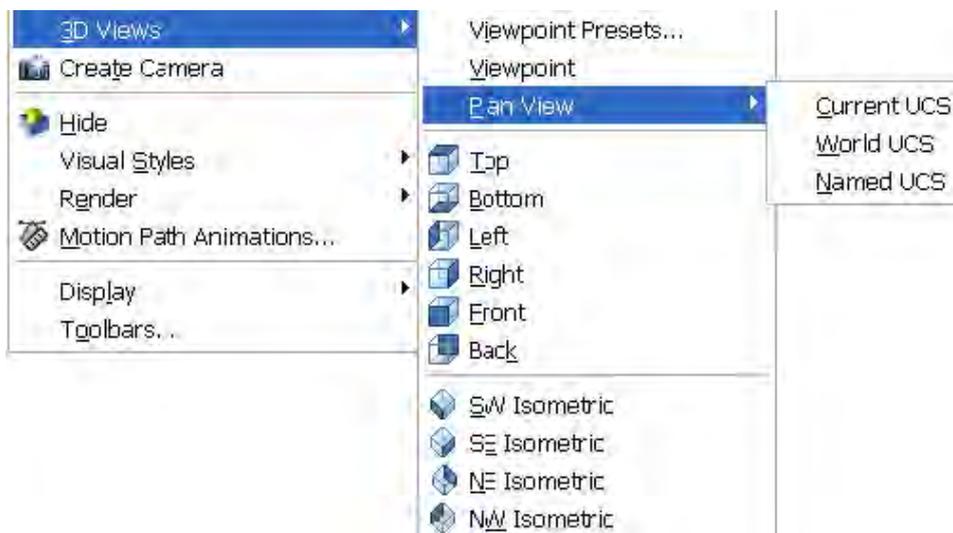


Рис. 48. Меню выбора вида проекции

Заметим сразу, что рассмотренные способы задания вида эквивалентны по результату. Пользователь отдает предпочтение тому способу, который ему кажется наиболее удобным.

Выбор пункта меню **Viewpoint Presets** активизирует команду **DDVPoint**. В диалоговом окне **Viewpoint Presets** возможна настройка вида с большой точностью (рис. 49).

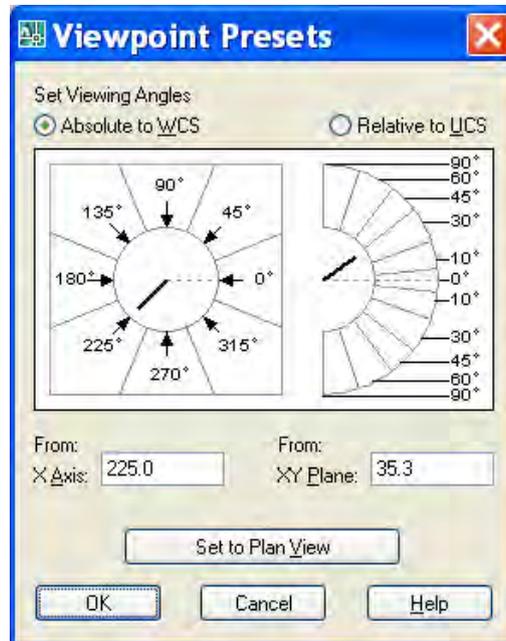


Рис. 49. Диалоговое окно настройки видов

Область в левой части служит для задания угла азимута — угла между осью X и проекцией вектора наблюдения на плоскость XY. Используется следующее соответствие углов и типовых видов: 270° — вид спереди; 0° — вид справа; 90° — вид сзади; 180° — вид слева.

В правой области задаются углы от плоскости XY в направлении оси Z. Для 0° это вид справа, спереди и т. д. Для 90° это план, вид сверху.

Задание. Просмотр чертежа в трехмерном пространстве.

1. Открыть новый файл на основе шаблона Acadiso3D.dwt.
2. В плоскости XY построить окружность радиусом 100 мм.
3. Перейти к проекции **Top**.
4. Вернуться к виду **Swiso**.

Протокол операций будет выглядеть таким образом:

Command: `_circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0,0,0`

Specify radius of circle or [Diameter]: 100

Command: `_view Enter an option`

[?/Delete/Orthographic/Restore/Save/sEttings/Window]: `_top`

Command: `_view Enter an option`

[?/Delete/Orthographic/Restore/Save/sEttings/Window]: `_swiso`

Окружности в изометрической проекции превращаются в эллипсы, а прямоугольники — в параллелограммы.

19.2. Координаты и системы координат

Задание трехмерных координат производится аналогично заданию двумерных координат с добавкой Z -координаты:

1.5000, 15.0000, 150.0000 — абсолютные декартовы координаты;

@30.0000<45, 100 — относительные цилиндрические координаты;

@30.0000<45<45 — относительные сферические координаты.

Для большинства команд построения двумерных плоских объектов введение третьей координаты требуется только для первой точки. Третья координата определяет уровень плоскости построения. В этой плоскости ($Z = \text{const}$) по умолчанию располагается плоский объект (например, прямоугольник или окружность). Истинно трехмерным объектом является только отрезок, создаваемый по команде **Line**.

Рисовать плоские двумерные объекты можно только в плоскостях, параллельных плоскости XU .

Почти все объемные тела создаются экструзией плоских объектов вдоль определенного направления. Для возможности рисования плоских фигур в любом положении нужно изменить положение ПСК. В команде **Tools — New UCS** имеется несколько параметров, перечисленных в табл. 3.

Таблица 3

Параметры системы координат

Параметр	Описание
World	Устанавливает текущей мировую систему координат
Previous	Возвращает ПСК в предыдущее положение
Object	Выравнивает новую ПСК по указанному двумерному объекту
Face	Совмещает плоскость ПСК с гранью трехмерного объемного объекта
View	Новая ПСК устанавливается параллельно текущему виду
Origin	Плоскопараллельный перенос ПСК в указанную точку
Z-axisVector	Перенос начала ПСК в указанную точку, при этом ось Z пересекает другую указанную точку
3 Point	Перенос начала ПСК в первую указанную точку, при этом положительное направление оси X задается второй указанной точкой, а положительное направление оси Y — третьей указанной точкой
X	ПСК поворачивается вокруг оси X на заданный угол
Y	ПСК поворачивается вокруг оси Y на заданный угол
Z	ПСК поворачивается вокруг оси Z на заданный угол

Указывать новые точки в 3D-пространстве следует только набором чисел или по точкам привязки.

При работе с ПСК удобно пользоваться панелью инструментов **UCS** ([рис. 50](#)).

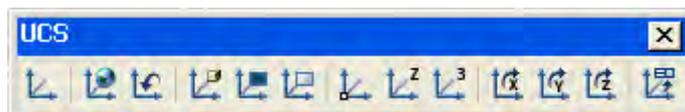


Рис. 50. Панель ПСК

Задание. Построить три цилиндра, ориентированных по трем взаимно перпендикулярным осям и пересекающихся в средних точках.

1. Открыть новый файл на основе шаблона acadiso3D.dwt.
2. Построить цилиндр, набирая в командной строке следующее:

```
Command: _cylinder
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: 0,0,0
Specify base radius or [Diameter] <100.0000>: 30
Specify height or [2Point/Axis endpoint] <300.0000>: 300
```

3. Установить на экран панель инструментов **UCS**. Нажав на кнопку **Origin**, перенести ПСК в точку (150, 0, 150). Нажав на кнопку **X**, повернуть ПСК вокруг оси X на 90°. Нажав на кнопку **Y**, повернуть ПСК вокруг оси Y на -90°.

4. Построить второй цилиндр (аналогично тому, как это описано в пункте 2). Протокол операций будет выглядеть следующим образом:

```
Command: _ucs
Current ucs name: *WORLD*
Specify origin of UCS or [Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/X/Y/Z/ZAxis]
<World>: _o
Specify new origin point <0,0,0>: 150,0,150 [Enter]
Command: _ucs
Current ucs name: *NO NAME*
Specify origin of UCS or [Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/X/Y/Z/ZAxis]
<World>: _x
Specify rotation angle about X axis <90>: [Enter]
Command: _ucs
Current ucs name: *NO NAME*
Specify origin of UCS or [Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/X/Y/Z/ZAxis]
<World>: _y
Specify rotation angle about Y axis <90>: -90 [Enter]
Command: _cylinder
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: 0,0,0 [Enter]
Specify base radius or [Diameter] <30.0000>: 30 [Enter]
Specify height or [2Point/Axis endpoint] <300.0000>:300 [Enter]
```

На [рис. 51](#) изображен результат этих операций.

5. С помощью кнопки **Origin** перенести ПСК в точку (-150, 0, 150). Затем повернуть вокруг оси Y на 90°.

6. Построить цилиндр (аналогично тому, как это описано в пункте 2).

7. Результат всех операций представлен на [рис. 52](#). ПСК установлена в центр перекрестия.

8. Опробовать возможности динамической ПСК. Этот режим включается или отключается кнопкой **Ducs** в строке состояния. После нажатия кнопки

запустить команду **Circle** и провести указателем по грани торца цилиндра. Грaнь будет отмечена штриховой линией. По точке привязки указать центр окружности в центре торца. ПСК установится в указанную точку так, что плоскость XU совпадет с гранью торца. Растянуть окружность (рис. 53).

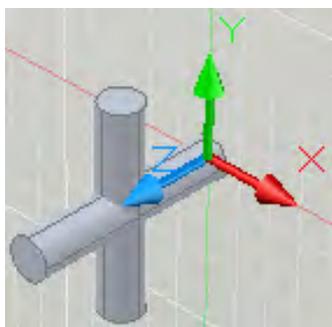


Рис. 51. Построение пространственного тела

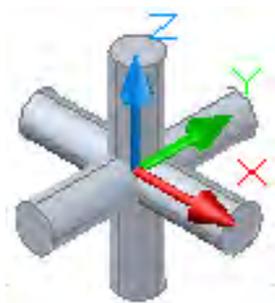


Рис. 52. Перекрестие

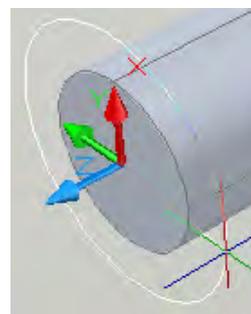


Рис. 53. Динамическое изменение ПСК

Таким образом, особенностью трехмерного пространства модели является необходимость тщательного отслеживания координат точек построения. При этом можно изменять положение ПСК, в которой ведется отсчет координат.

20. ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ТЕЛ

20.1. Создание стандартных объектов

Стандартные трехмерные объекты создаются по команде **Draw — Modeling**. Удобнее, однако, пользоваться кнопками панели управления **Dashboard** либо панелью **Modeling** (рис. 54).



Рис. 54. Панель инструментов моделирования

Выбор параметров при построении стандартных фигур производится по приглашениям в командной строке. На рис. 55 показаны базовые точки для каждой фигуры. Плоское основание каждой фигуры строится в плоскости XU .

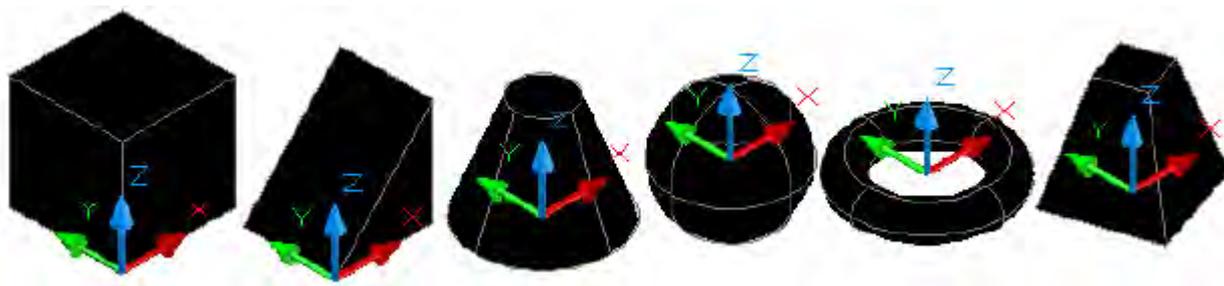


Рис. 55. Базовые точки стандартных фигур

Разберем более подробно возможности инструмента **Polysolid**. Чаще всего он используется для построения стен. Рассмотрим следующий пример.

Задание. Построить замкнутую стену со следующими параметрами: толщина 300 мм, высота 3000 мм, габариты в плане 12 000 × 12 000 мм.

1. В приглашении предлагается указать параметры команды. При выборе можно преобразовать в полилинейные объемные тела двумерные объекты — отрезки, дуги, полилинии, окружности:

```
Command: _Polysolid Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: w
Specify width <5.0000>: 300
Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: h
Specify height <80.0000>: 3000
Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: j
Enter justification [Left/Center/Right] <Center>: L
```

2. В параметре **Justify** (Выравнивание) можно выбрать одно из трех значений — **Left**, **Center**, **Right**, т. е. определиться, по какой стороне (или по центру) стены будут отсчитываться габаритные размеры всего сооружения. При этом нужно учитывать направление обхода. В примере выбран параметр **Left**, а обход идет по часовой стрелке (рис. 56). Начальная точка (0, 0, 0) находится на наружной стороне стены.

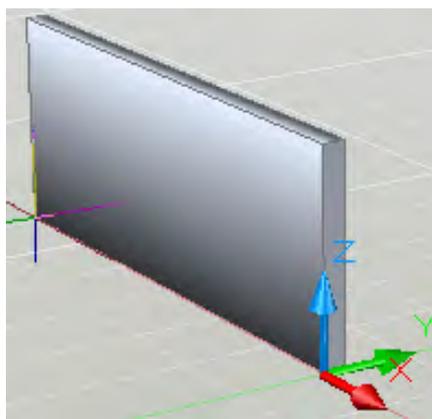


Рис. 56. Чертеж замкнутой стены

3. В конце обхода лучше применить команду **Close**, чтобы замкнуть стену:

```
Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: 0,0,0
Specify next point or [Arc/Undo]: -12000,0
Specify next point or [Arc/Undo]: -12000,12000
Specify next point or [Arc/Close/Undo]: 0,12000
Specify next point or [Arc/Close/Undo]: c
```

20.2. Команды создания тел операциями с плоскими фигурами

20.2.1. Создание объектов командой **Extrude**

Простые объемные фигуры можно создать путем экструзии (выдавливания) по команде **Extrude**.

Вот как строится цилиндр из окружности путем экструзии вдоль оси Z:

Command: `_circle` Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0,0,0
 Specify radius of circle or [Diameter]: 30 [Enter]
 Command: `_extrude`
 Current wire frame density: ISOLINES=4
 Select objects to extrude: 1 found
 Select objects to extrude: [Enter]
 Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: 300 [Enter]

В последней строке указан параметр **Path** (путь, траектория). Экструзия возможна вдоль траектории, начинающейся в начальной точке исходной фигуры.

Попробуем согнуть в дугу шестигранный пруток (рис. 57).



Рис. 57. Экструзия вдоль траектории

Протокол операций выглядит следующим образом:

Command: `_polygon` Enter number of sides <4>: 6
 Specify center of polygon or [Edge]: 0,0,0
 Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>:
 Specify radius of circle: 10

Далее поворачиваем ПСК вокруг оси X на 90°:

Command: `_ucs`
 Current ucs name: *WORLD*
 Specify origin of UCS or [Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/X/Y/Z/ZAxis]
 <World>: `_x`
 Specify rotation angle about X axis <90>:

В плоскости XY новой ПСК строим дугу с углом 180°:

Command: `_arc` Specify start point of arc or [Center]: 0,0,0
 Specify second point of arc or [Center/End]: e
 Specify end point of arc: 200,0
 Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]: a
 Specify included angle: -180

Проводим операцию выдавливания шестиугольника вдоль дуги:

Command: `_extrude`
 Current wire frame density: ISOLINES=4 1 found
 Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <300.0000>: p
 Select extrusion path or [Taper angle]:

Последовательность операций при экстрюзии показана на рис. 58.

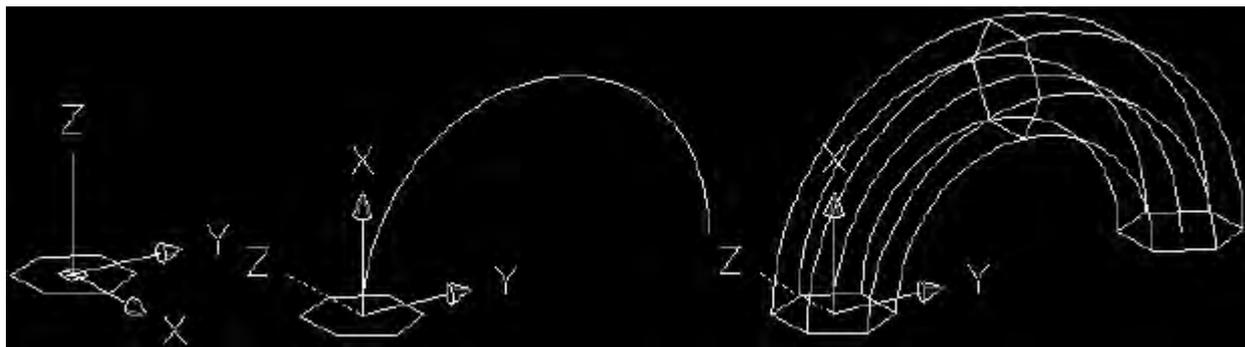


Рис. 58. Последовательность операций при экстрюзии

Системная переменная $Isolines = 4$. Чтобы изменить число изолиний, надо набрать имя системной переменной в командной строке и ввести новое значение.

По умолчанию исходные объекты удаляются, а линии траектории остаются. Перед проведением операции экстрюзии рекомендуется присвоить системной переменной $DelObj$ значение «0». Тогда исходные объекты удаляться не будут.

20.2.2. Создание объектов командой *Sweep*

С помощью этой команды исходный объект также проводится вдоль маршрута. При этом можно использовать некоторые особенности операции:

- исходный объект может находиться в одной плоскости с маршрутом;
- исходный объект можно наклонять при движении вдоль маршрута;
- исходный объект можно масштабировать при движении вдоль маршрута;
- замкнутый исходный объект создает тело, разомкнутый — поверхность.

Пусть нужно начертить тонкостенную (толщиной 2 мм) трубу, плавно изогнутую под углом 90° . Диаметр первого патрубку 120 мм, второго — 100 мм. Длина патрубков 200...250 мм. Последовательность выполнения операций представлена на рис. 59.

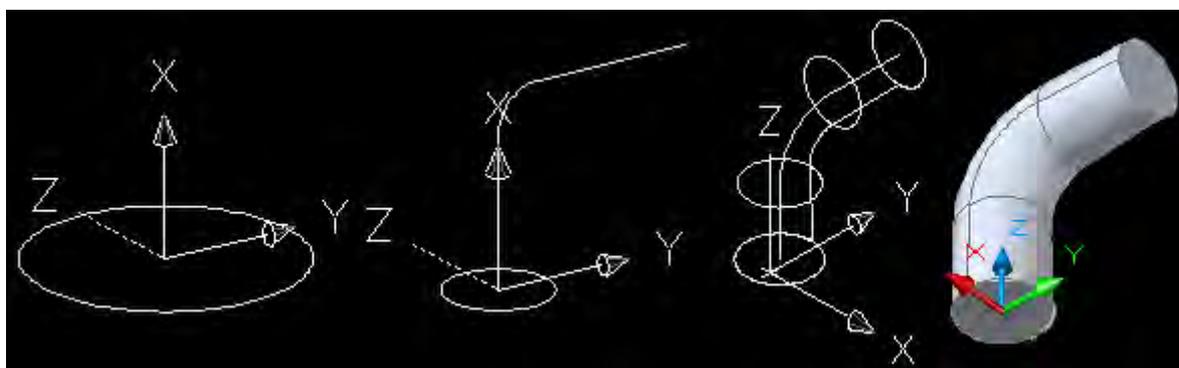


Рис. 59. Операции построения заготовки для патрубка

После построения окружности радиусом 60 мм поворачиваем ПСК. В плоскости XU строим полилинию (отрезок — дуга — отрезок). В параметрах команды **Sweep** указываем коэффициент масштабирования 0,8333. Получаем сплошную заготовку. Для получения из болванки трубы нужно применить описанную далее команду вычитания тел **Subtract**.

Задание. С помощью команды **Sweep** построить фигуры, изображенные на рис. 60. Исходные фигуры — область и окружность, направляющие — дуга и спираль.

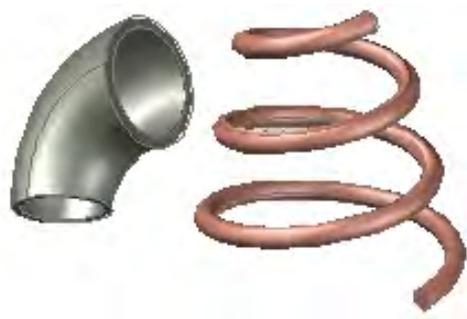


Рис. 60. Построение объектов с помощью команды **Sweep**

20.2.3. Создание объектов командой **Revolve**

Команда **Revolve** создает объемные тела вращения из замкнутых контуров — плоских полилиний, окружностей, эллипсов, сплайнов и областей. Для создания объемного тела вращения необходимо подготовить исходные объекты. На рис. 61 показан замкнутый контур полилинии. Вращение его осуществляется вокруг оси Y .

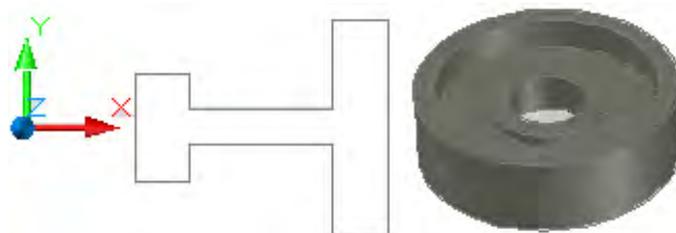


Рис. 61. Построение объектов с помощью команды **Revolve**

20.2.4. Создание объектов командой **Loft**

Команда **Loft** позволяет интерполировать внешнюю поверхность объектов по замкнутым промежуточным сечениям. Однако хорошего результата с плавными переходами можно добиться лишь для достаточно гладких контуров.

Рассмотрим следующий пример. На [рис. 62](#) изображен молоток. Этот чертеж выполнен в несколько стадий. Вначале были построены четыре окружности: две для пятки, одна на шейке и одна в месте максимального утолщения. Затем были вычерчены три четырехугольника. После запуска команды **Loft** программе были указаны только все сечения. Отверстие для деревянной ручки было сделано дополнительными операциями.



Рис. 62. Чертеж молотка, выполненный командой **Loft**

Задание. Выполнить чертеж молотка с помощью команды **Loft**.

1. Нарисовать карандашом на бумаге эскиз молотка. Поставить размеры.
2. Установить в пространстве модели режим **3D Modeling**, проекцию вида **Southwest Isometric**, визуальный стиль **2D Wireframe**.

3. Начертить следующие фигуры (рис. 63):

- окружность с координатами центра (0, 0, 0) и радиусом 30;
- окружность с координатами центра (0, 0, 3) и радиусом 30;
- окружность с координатами центра (0, 0, 10) и радиусом 20;
- окружность с координатами центра (0, 0, 50) и радиусом 20;
- прямоугольник с углами (10, 20, 70) и (-10, -20, 70);
- прямоугольник с углами (20, 1, 100) и (-20, -1, 100).

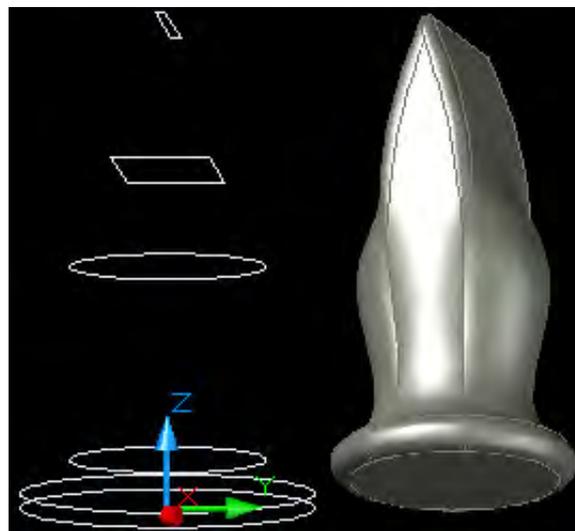


Рис. 63. Рисование молотка командой **Loft**

4. Запустить команду **Loft**. В командной строке появится приглашение **Select cross sections in lofting order:** (Выделите секции сечений в порядке прохода). Щелкнуть по каждому элементу, начиная снизу.

5. В ответ на новое приглашение **Enter an option [Guides/Path/Cross sections only]<Cross sections only>**: (Выберите параметр [Направляющие/Маршрут/Только секции]<Только секции>) нажать [Enter].

6. Далее появится диалоговое окно установки параметров команды ([рис. 64](#)).

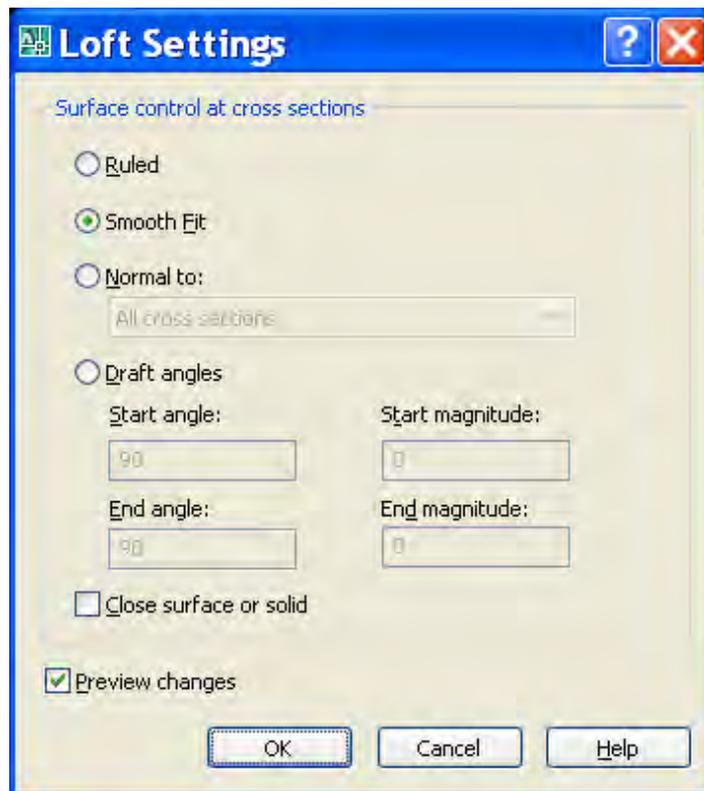


Рис. 64. Диалоговое окно **Loft Setting**

В этом окне выбрать один из четырех переключателей:

Ruled (Линейный) — поверхности аппроксимируются по линейному закону. В месте размещения секции наблюдаются резкие переходы.

Smooth Fit (Сглаженный) — в продольном направлении производится плавная подгонка поверхности к секциям сечения.

Normal to (Перпендикулярно к) — при выборе этого варианта можно указать, к плоскости каких секций должна быть нормальной создаваемая поверхность.

Draft angles (Установка углов) — задаются углы между новой поверхностью и начальной и конечной секциями. На рис. 65 изображены фигуры лфтинга между двумя окружностями. Углы равны $180^\circ/180^\circ$, $180^\circ/90^\circ$, $180^\circ/0^\circ$, $0^\circ/0^\circ$. По умолчанию углы равны 90° — плоскость секции перпендикулярна новой поверхности.



Рис. 65. Лофтинг между двумя окружностями

Если заготовка молотка кажется неудовлетворительной, то следует вернуть операции и повторить процесс при других параметрах.

20.2.5. Создание объектов командой **Presspull**

Команда выдавливания **Presspull** похожа на команду **Extrude**. Она находит замкнутые двумерные фигуры, формирует из них область и экструдирует отверстие или вытягивает область. Для примера на рис. 66 нарисованы окружность и прямоугольник. Если по команде **Extrude** вытягиваются объекты, то здесь мы можем вытянуть просто замкнутые контуры. На рисунке слева мы указали на средний контур, а затем вытянули его. На рисунке справа мы указали на крайние контуры, а затем вытянули их вдоль оси Z.

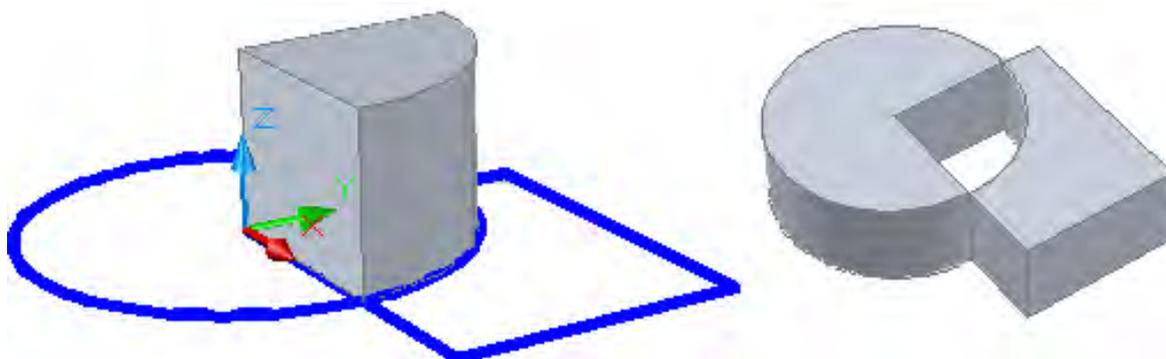


Рис. 66. Вытягивание областей с помощью команды **Presspull**

21. РЕДАКТИРОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

21.1. Создание составных объектов

Сложные тела обычно формируются из простых путем булевых операций объединения, вычитания, пересечения. Запуск этих команд осуществляется с помощью:

- меню **Modify — Solid Editing**;
- панели инструментов **Modeling**;
- панели инструментов **Solid Editing**;
- палитры управления **Dashboard**.

Операция объединения **Union** объединяет два соприкасающихся тела в одно. Если же тела расположены отдельно, то операция аналогична группировке объектов. Применяется и для двумерных областей. После проведения операции образуется новый объект, а исходные тела не сохраняются.

Операция вычитания **Subtract** чаще всего применяется для создания отверстий. После запуска команды вначале нужно выделить уменьшаемое, а затем — вычитаемое. После проведения операции исходные объекты сохраняются.

Операция пересечения **Intersect** создает новое тело, которое занимает общее для исходных тел пространство. После проведения операции образуется новый объект, а исходные тела не сохраняются.

На рис. 67 показано применение булевых операций. Из куба и шара, центры которых совпадают между собой, операциями объединения, вычитания и пересечения образованы три новых тела.

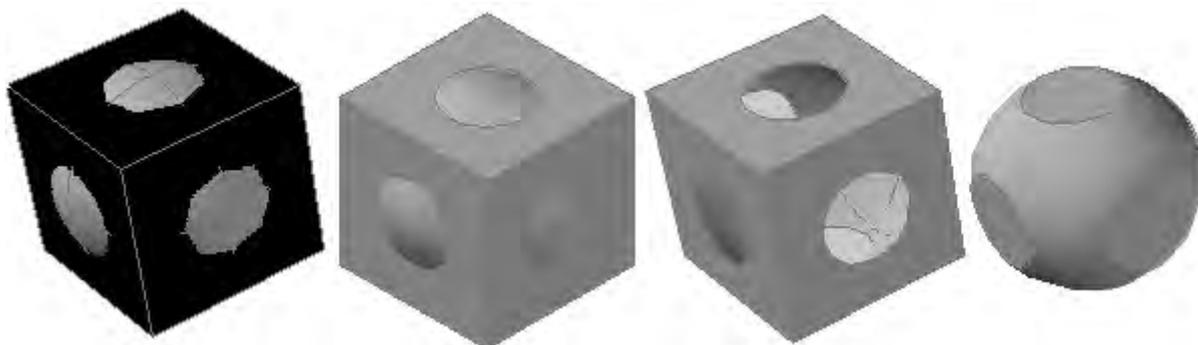


Рис. 67. Булевы операции с кубом и шаром

Задание. Прodelать овальное отверстие для ручки в молотке.

Технология выполнения чертежа состоит в вытягивании в твердое тело вдоль оси Z исходной плоской фигуры — эллипса. Плоскость эллипса должна быть перпендикулярна оси вытягивания. Вытягивание можно провести командами **Extrude** или **Presspull**. На рис. 68 показана последовательность выполнения операций.

Протокол выглядит следующим образом:

```
Command: _ucs
Current ucs name: *FRONT*
Specify origin of UCS or [Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/X/Y/Z/ZAxis]
<World>: _o
Specify new origin point <0,0,0>: 0,50,50
```

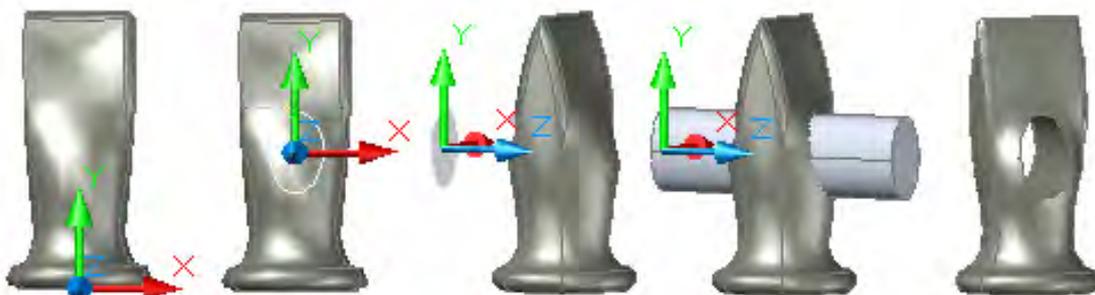


Рис. 68. Последовательность операций «сверления» отверстия

Переносим ПСК, чтобы в плоскости XY построить эллипс:

```
Command: _ellipse
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: c
Specify center of ellipse: 0,0,0
Specify endpoint of axis: 10,0
Specify distance to other axis or [Rotation]: 15
```

Теперь нужно развернуть ПСК так, чтобы ось Z была направлена в сторону молотка:

Command: `_ucs`
Current ucs name: *NO NAME*
Specify origin of UCS or [Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/X/Y/Z/ZAxis]
<World>: `_y`
Specify rotation angle about Y axis <90>:

Теперь с помощью инструмента **3DOrbit** нужно повернуть тело так, чтобы была видна внутренняя часть эллипса. Тогда можно применить команду **Presspull**, указав на внутренность эллипса. Высота стержня задается протягиванием мыши:

Command: `'_3dorbit` Press ESC or ENTER to exit, or right-click to display shortcut-menu.

Command: `_presspull`
Click inside bounded areas to press or pull.
1 loop extracted.
1 Region created.

Само отверстие получаем вычитанием из тела молотка тела стержня:

Command: `_subtract` Select solids and regions to subtract from
Select objects: 1 found
Select objects: [Enter]
Select solids and regions to subtract
Select objects: 1 found [Enter]

Задание. Из заготовки ([см. рис. 63](#)) выполнить трубу.

Для изготовления чертежа трубы нужно повторить операции для исходной окружности меньшего диаметра. Разность между радиусами окружностей должна быть равна толщине стенки трубы. Масштабный коэффициент должен быть одинаковым и равным 0,8333. Для визуального наблюдения лучше построить эти тела на разных слоях. Маршрут, запрашиваемый командой **Sweep**, одинаковый для обеих окружностей. Отверстие выполняется с помощью команды **Subtract**. Стадии изготовления чертежа показаны на рис. 69.



Рис. 69. Изготовление чертежа патрубка

Задание. Создать чертеж тонкостенной вазы для цветов на основе лфтинга между двумя окружностями ([рис. 70](#)).

1. Начертить две соосные окружности с радиусами 30 и 50 мм на расстоянии 150 мм друг от друга.

2. Запустить команду **Loft**. По запросу указать на окружности. Установить углы для нижней секции 0° , а для верхней 180° .

3. Повернуть заготовку так, чтобы была видна верхняя грань. Запустить команду **Modify — Solid Editing — Shell**. По запросу указать на верхнюю грань. Задать толщину стенки (offset) 0,5 мм.

4. По команде **Tools — Palettes — Tools Palettes** установить палитру инструментов и подобрать материал покрытия вазы.



Рис. 70. Ваза для цветов

Задание. Выполнить отверстия в детали ([см. рис. 61](#)).

Технологию выполнения детали планируют с конца, от нужного результата. Круглое отверстие выполняют командой **Subtract** путем вычитания из тела детали тела цилиндра. А цилиндры можно создать вытягиванием по команде **Extrude** окружностей вдоль оси Z. Окружности можно построить только в плоскости XY, а цилиндры должны выходить с обеих сторон детали. Поэтому задание выполняется следующим образом.

1. По команде **UCS** перенести и повернуть ПСК так, как показано на [рис. 71, а](#). В плоскости XY построить окружность командой **Circle**. Центр окружности располагается на среднем радиусе между выступами. Диаметр окружности должен быть максимальным. По команде **Array** построить полярный массив из восьми окружностей.

На [рис. 71, б](#) показан результат действия команды **Extrude** на окружности. Высоту стержневых цилиндров в позиции ПСК на рисунке надо задавать отрицательной. По команде **Subtract** из тела детали удаляется объем, занимаемый стержнями, в результате чего образуются круглые отверстия.

На [рис. 71, в](#) показана возможность улучшения внешнего вида детали. Покрытие нужно перенести из раздела **Material Samples** палитры **Tool Palettes**. Обычно на чертеже пишут в примечаниях «Острые кромки скруглить». На чертеже детали все острые кромки скруглены радиусом 1 мм. Вот как осуществляется эта операция по команде **Modify — Fillet** (Сопряжение):

1. В ответ на приглашение **Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:** (Выделите первый объект или [Отменить/Полилиния/Радиус/Обрезать/Многие]:) вначале установим радиус:

```
Command: _fillet
Current settings: Mode = TRIM, Radius = 2.0000
Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: r [Enter]
Specify fillet radius <2.0000>:1 [Enter]
```

2. Далее вновь последует старое приглашение **Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:**

3. Выделим требуемое ребро. Отменить это выделение будет невозможно:

Enter fillet radius <1.0000>: [Enter]

4. Далее следуют приглашения **Select an edge or [Chain/Radius]:** (Выделите ребро или [Цепочка/Радиус]:). Если нужно лишь одно уже выделенное ребро, то сразу нажимаем [Enter].

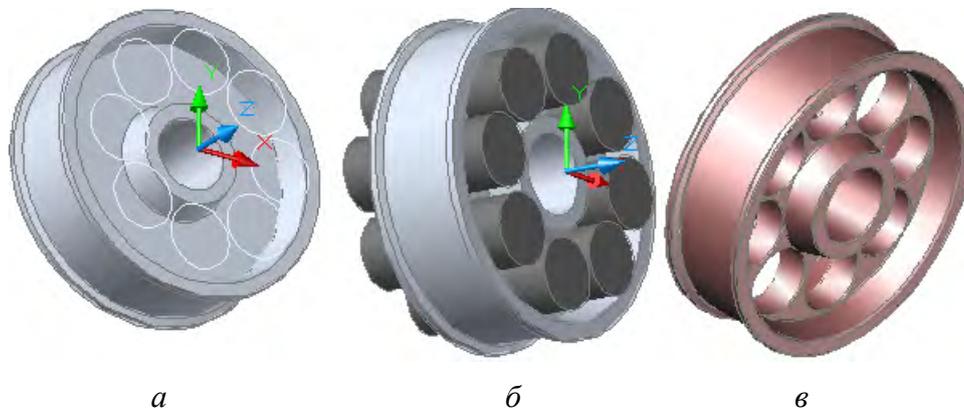


Рис. 71. Последовательность операций рисования отверстий:

a — построение окружностей командой **Circle**; *б* — после действия команды **Extrude**;

в — улучшение внешнего вида детали

Если же требуется скруглить сразу несколько ребер, то выделяем их по запросам команды. Для разных ребер можно задать разные радиусы скругления. **Chain** — параметр для выделения набора последовательно соприкасающихся ребер:

Select an edge or [Chain/Radius]:

Select an edge or [Chain/Radius]:

Select an edge or [Chain/Radius]: [Enter]

3 edge(s) selected for fillet.

21.2. Разрезание твердых тел

Команда **Section** применяется для создания плоских областей из сечений объемной модели, заданной плоскостью. Исходные объекты не удаляются. Чтобы выделить область сечения, нужно создавать ее на новом текущем слое.

Команда **Slice** позволяет удалить любую часть объекта или сохранить обе. Сохраненные части могут быть слиты в одно тело командой **Union**.

Для примера выполним угловой разрез детали (рис. 72), построенной нами.

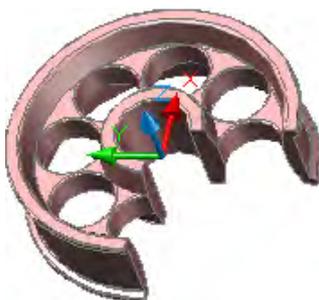


Рис. 72. Угловой разрез детали

Технология выполнения углового разреза проста. С помощью команды **Slice** делается разрез плоскостью ZX, затем делается разрез плоскостью YZ. Одну из получившихся частей удаляют, а три другие соединяют командой **Union**.

Протокол операции выглядит так:

```
Command: slice
Select objects to slice: 1 found
Select objects to slice:
Specify start point of slicing plane or [planar
Object/Surface/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: zx
Specify a point on the ZX-plane <0,0,0>:
Specify a point on desired side or [keep Both sides] <Both>: [Enter]
```

21.3. Команды редактирования тел

Команды редактирования трехмерных объектов размещены на закладке **Modify** палитры **Tool Palettes**. Однако все команды, связанные с изменением координат, используются лишь в плоскости XY.

Команды можно выбирать на панели инструментов **Solid Editing** (рис. 73).



Рис. 73. Панель инструментов редактирования

Панель инструментов редактирования можно установить в контекстном меню любой панели. Обратите внимание на две самые правые кнопки — **Shell** и **Check**. Первая команда делает оболочку, удаляя из тела всю сердцевину. Она была применена в задании из п. 21.1 ([см. рис. 70](#)). Вторая команда производит проверку объекта на твердое тело. Более полный набор команд содержится в меню **Modify — 3D Operation** и **Modify — Solid Editing** ([рис. 74](#)).

В меню **3D Operation** собраны команды, относящиеся исключительно к операциям с телами. Это конвертирование в твердое тело **Convert to Solid**, разрезание, операции с изменением координат. Меню **Solid Editing** полностью выведено на панель инструментов **Solid Editing**. Команды меню позволяют редактировать отдельные ребра и грани тела.

Задание. Начертить расположенную внутри помещения загородного дома деревянную винтовую лестницу, ведущую с первого этажа на второй. Лестница должна иметь следующие параметры: высота стены 3000 мм, радиусы лестницы 500 и 1500 мм; высота шага 150 мм, перекрытие просвета ступенек 30 мм; длина ступенек 1000 мм, толщина — 40 мм.

1. Провести расчет лестницы. При высоте стены 3000 мм и высоте шага 150 мм количество ступеней равно $3000 / 150 = 20$ шт. О форме ступени можно судить, начертив лестницу в плане ([рис. 75](#)).

2. Вызвать калькулятор и вычислить минимальную ширину ступеней. Наружная сторона равна $\pi \cdot 1500 / 20 = 236$ мм, а внутренняя сторона равна $\pi \cdot 500 / 20 = 79$ мм. К этим значениям нужно добавить заданное значение перекрытия ступеней. С внутренней стороны его можно уменьшить пропорционально ширине до 10 мм.

3. Начертив одну ступень, применить к ней команду **3D Array**. Лишние ступени удалить. Чертеж должен быть похож на то, что изображено на рис. 76. Дополнить чертеж перилами и опорами для ступеней.

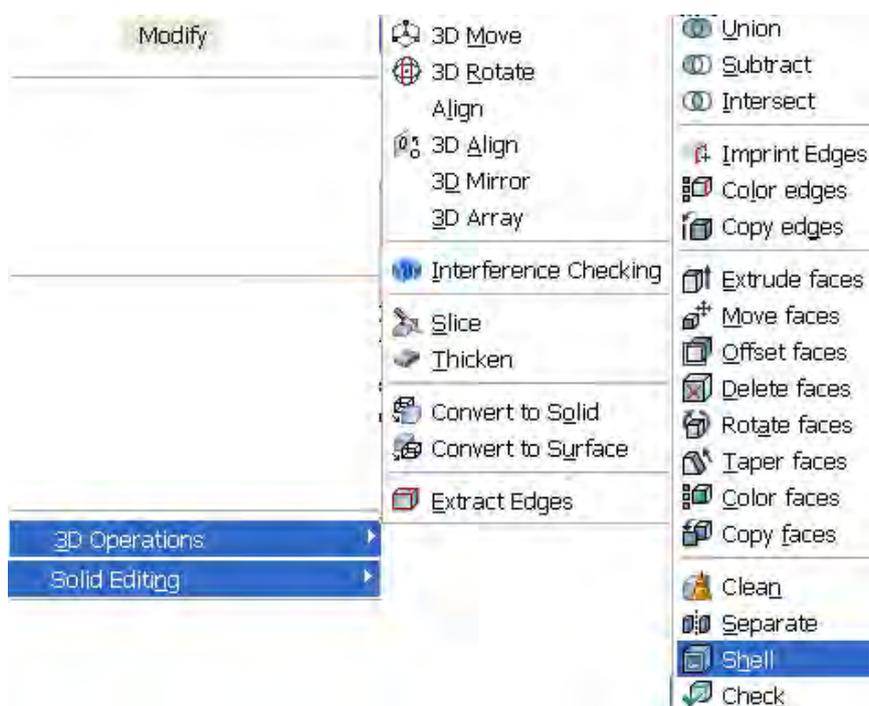


Рис. 74. Меню редактирования тел

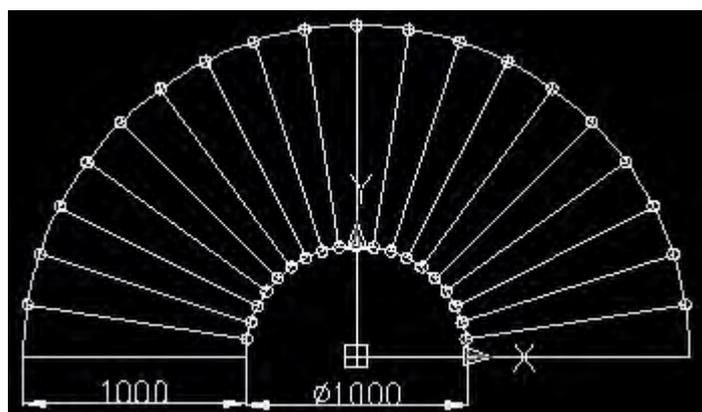


Рис. 75. Винтовая лестница в плане

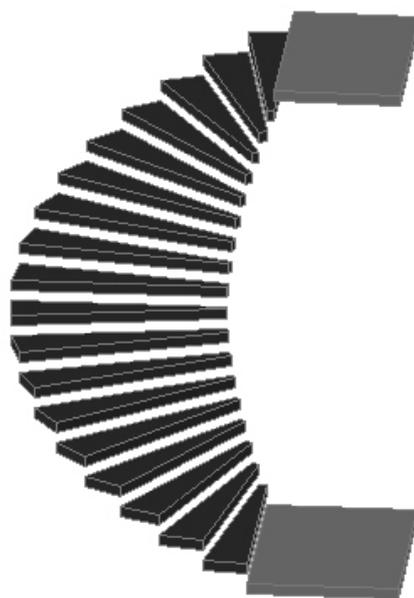


Рис. 76. Винтовая лестница

22. ПОСТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

22.1. Команда 3DFace

Поверхности, которые можно построить в AutoCAD, относятся к сетям. В поверхности можно превратить путем конвертирования следующие объекты: двумерные фигуры, созданные с помощью команды **Solid**; области, создаваемые командой **Region**; незамкнутые полилинии с нулевой шириной и ненулевой толщиной; отрезки и дуги с ненулевой толщиной.

Используется команда конвертирования **Modify — 3D Operation — Convert to Surface**. Также можно ввести в командной строке команду **ConvtoSurface**.

Трехмерные грани можно создавать командой **3DFace**. По запросу нужно указать четыре точки. Обход при этом должен быть или по часовой стрелке, или против часовой стрелки, но не зигзагообразно. Закончить команду нужно двойным нажатием [Enter].

Задание. Построить выпуклую звезду с помощью команды **3DFace**.

При построении поверхностей рекомендуется построить вспомогательные двумерные фигуры, а затем по точкам привязки к этим фигурам строить трехмерную многогранную поверхность.

Последовательность операций показана на рис. 77. Вначале необходимо создать пятиугольник габаритом 100 мм. Через его центр построить отрезок длиной 60 мм. Затем на новом слое строить грани звезды командой **Draw — Modeling — Meshes — 3DFace**.

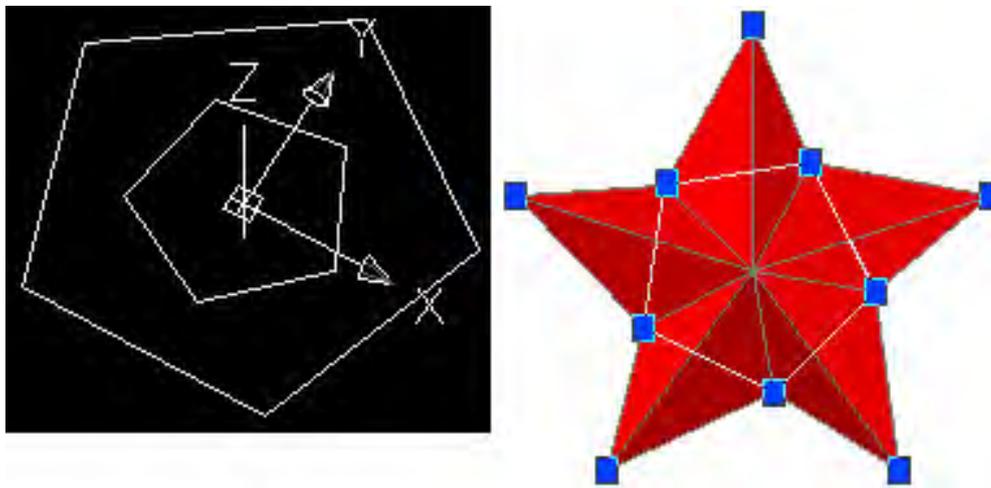


Рис. 77. Построение многогранной трехмерной поверхности

22.2. Построение стандартных трехмерных поверхностей

Стандартные поверхности строятся на основе команды **3DMesh**, которая формирует многоугольную сеть на основе двумерного массива вершин. Для построения стандартной фигуры нужно запустить команду **3D** из командной строки и выбрать соответствующий параметр:

Command: 3d
 Enter an option [Box/Cone/DIsh/Dome/Mesh/Pyramid/Sphere/Torus/Wedge]: box
 Specify corner point of box: 0,0,0
 Specify length of box: 100
 Specify width of box or [Cube]: c
 Specify rotation angle of box about the Z axis or [Reference]:0

Аналогично строятся и другие типы поверхностей. Все они представлены на рис. 78: параллелепипед (box), конус (cone), чаша (dish), купол (dome), сеть (mesh), пирамида (pyramid), сфера (sphere), тор (torus), клин (wedge).

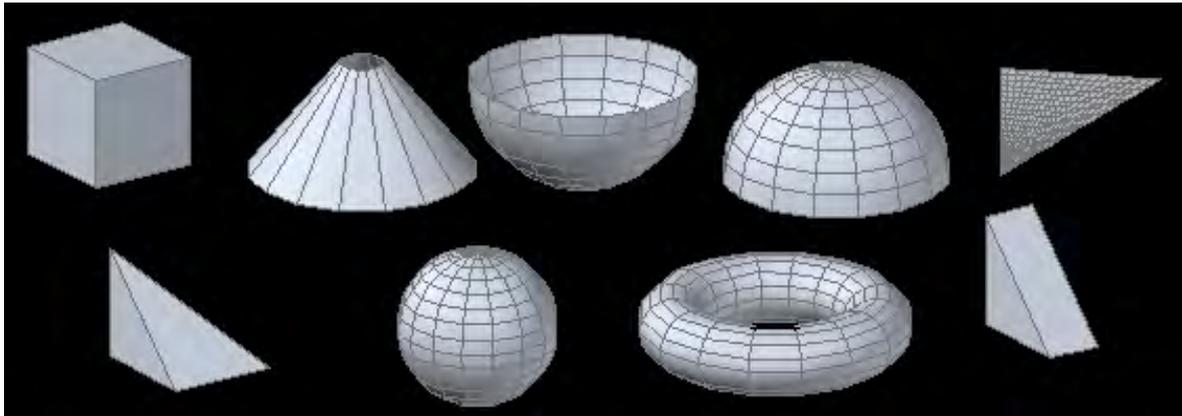


Рис. 78. Стандартные поверхности, создаваемые по команде **3DFace**

22.3. Другие способы создания поверхностей

Команды создания твердых тел, рассмотренные в п. 22.2, возможно применить и для создания поверхностей из исходных незамкнутых плоских объектов. На рис. 79 представлена последовательность операций при экструзии дуги вдоль дуги по команде **Extrude**. Эти операции сходны с операциями, показанными на [рис. 58](#).

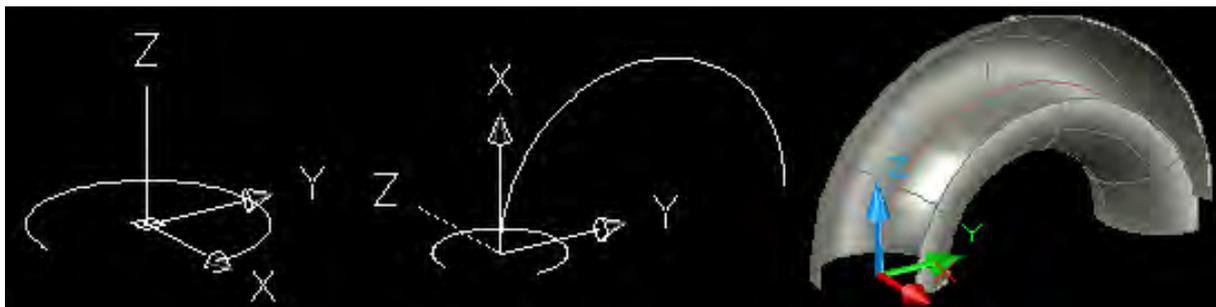


Рис. 79. Вытягивание поверхности из дуги

Протокол выполнения этих операций выглядит следующим образом.
 Построение исходной дуги радиусом 100 мм в плоскости XY:

Command: _arc Specify start point of arc or [Center]: c
 Specify center point of arc: 0,0,0
 Specify start point of arc: 100,0
 Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: a
 Specify included angle: 270

Построение направляющей поворотом системы координат вокруг оси Y :

```
Command: _ucs  
Current ucs name: *WORLD* Specify origin of UCS or  
[Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/X/Y/Z/ZAxis] <World>: _y  
Specify rotation angle about Y axis <90>: -90
```

Построение направляющей дуги радиусом 250 мм:

```
Command: _arc Specify start point of arc or [Center]: c  
Specify center point of arc: 0,0,0  
Specify second point of arc or [Center/End]: c  
Specify center point of arc: 0,250  
Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: a  
Specify included angle: 180
```

Применение команды **Sweep** к исходной дуге:

```
Command: _sweep  
Current wire frame density: ISOLINES=4  
Select objects to sweep: 1 found  
Select objects to sweep: [Enter]  
Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]:
```

Упражнение «Построение трехмерного изображения и подготовка чертежа к печати»

Начертить керамическую кружку с ручкой (рис. 80). Подготовить к печати изображение в трех ортогональных проекциях на листе со штампом формата А3. Размеры кружки: высота 100 мм, диаметр 80 мм, толщина стенки 5 мм, высота эллипсоидальной ручки 75 мм, ширина просвета ручки 35 мм, сечение ручки 8×16 мм, радиусы сопряжений углов 2,5 мм, толщина доннышка 5 мм, покрытие — темная глазурь.

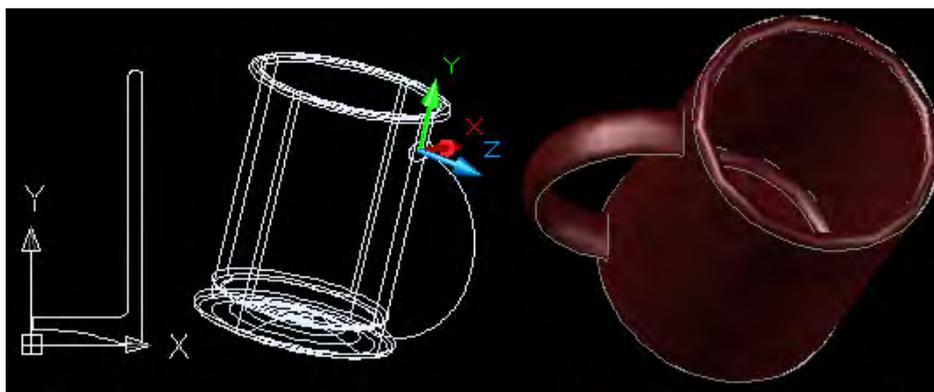


Рис. 80. Изготовление чертежа кружки

1. В плоскости XY построить замкнутую полилинию по указанным размерам кружки. Сопряжения углов выполнить дугами радиусом 2,5 мм. Особенно тщательно необходимо построить дно кружки. Оно должно быть вогнутым, а по его краю должно проходить зашлифованное кольцо шириной 5 мм. Наружная кромка дна должна быть закругленной.

2. По команде **Revolve** вращением вокруг оси Y получить кружку как твердое тело. К ней приделать ручку. Для этого установить ПСК в стенку кружки на 15 мм ниже верхней отметки. Построить в плоскости XU эллипс с полуосями 4 и 8 мм. Повернуть ПСК и построить эллиптическую дугу-направляющую. Нижний конец дуги должен не доходить до плоскости дна на 10 мм.

3. По команде **Sweep** вытянуть эллипс вдоль дуги. Затем по команде **Union** соединить кружку и ручку в единое тело. Покрытие подобрать на закладках материалов палитры **Tool Palettes**. Осмотреть кружку со всех сторон с помощью инструмента **3D Orbit**.

4. Подготовить чертеж к печати. При переходе в пространство листа появится то, что изображено на рис. 81. Наружная пунктирная рамка показывает область печати. Внутренний пунктир — это границы видового экрана. Нужно показать три проекции и установить штамп.

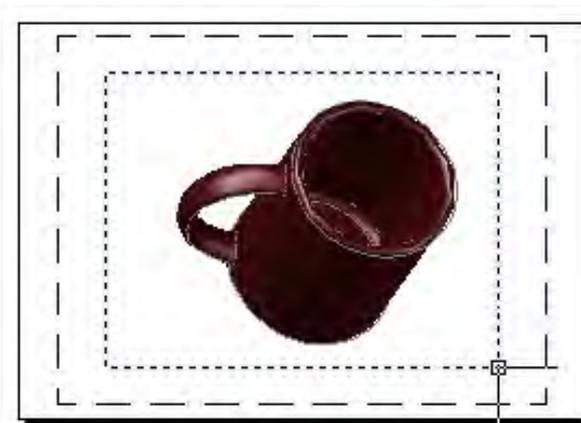


Рис. 81. Вид листа с одним видовым экраном

5. Провести настройку параметров листа в диалоговом окне **Page Setup Manager**. Затем удалить существующий видовой экран. Щелкнуть по пунктирной линии (по углам рамки появятся маркеры-ручки). Нажать [Delete]. Далее по команде **Insert — Block** вставить блок штампа (рис. 82).

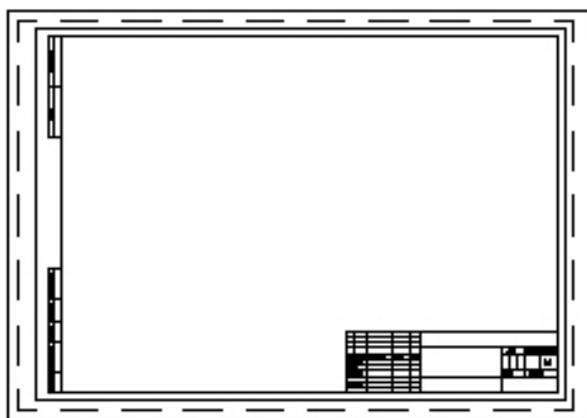


Рис. 82. Вид листа после вставки штампа

6. Вставить три видовых экрана. Сначала вставить два видовых экрана, а затем еще один. Открыть меню **View — Viewports — New Viewports**. Выбрать вариант **Two: Horizontal** и нажать **OK**. Далее растянуть экраны на все пространство слева от штампа. Снова открыть меню **View — Viewports — 1 Viewports**. Растянуть этот экран над основной надписью (рис. 83).

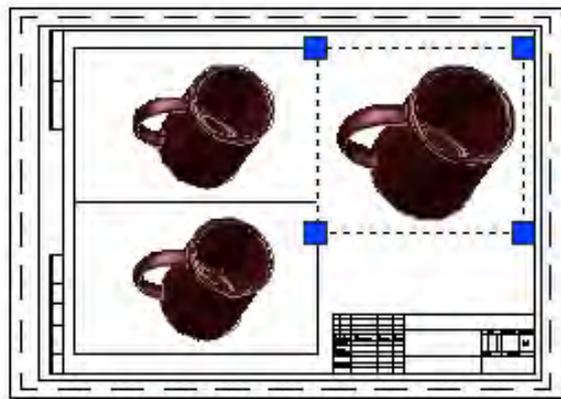


Рис. 83. Построение на листе трех видовых экранов

7. Можно настроить изображение в каждом видовом экране. Если дважды щелкнуть внутри видового экрана, то его рамка станет жирной. Экран станет активным, и его содержимое можно редактировать. Фактически мы переходим в пространство модели. Если провести какие-либо операции с изменением координат, то это будет отражено во всех других экранах. Но это не относится к командам **ZOOM** и визуальным стилям. Зуммирование в каждом экране проводится независимо от других. Поэтому установите ориентацию кружки так, как показано на рис. 84. Задать визуальный стиль **3D Hidden** во всех экранах.

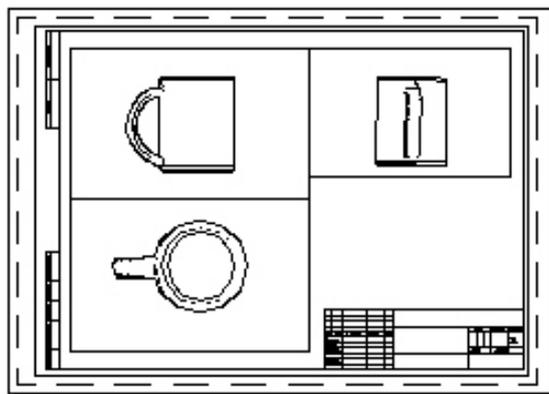


Рис. 84. Зуммирование в видовых экранах

Если дважды щелкнуть по листу вне экранов, то все они станут пассивными. В этом случае мы находимся в пространстве листа, действия не будут передаваться в пространство модели. Проставить в этом режиме основные размеры кружки и начертить сечение ручки. Написать примечания и заполнить основную надпись.

Рамки видовых экранов лучше удалить. Создать новый слой и положить на него все рамки. Заморозить слой (рамки на листе не будут видны). Можно воспользоваться и свойством слоев **VP Freeze**. Каждый данный слой может быть заморожен только в соответствующем видовом экране.

Ключевые термины

Объемная модель — изображение объекта в трехмерных координатах.

Базовые объемные фигуры — модели, создаваемые автоматически по встроенным программам с параметрами, заданными пользователем.

Экструзия — вытягивание плоской фигуры вдоль направляющей.

Фигуры вращения — объекты, созданные путем вращения плоской фигуры.

Лофтинг — способ создания тел путем плавного соединения нескольких профилей.

Краткие итоги

Объемное моделирование проводится в трехмерных координатах. Основным средством задания координат служат объектные привязки, также задавать координаты можно в командной строке. Все плоские фигуры вычерчиваются только в плоскости XY. Объемные фигуры получают либо вращением, либо экструзией плоских фигур. Отверстия выполняются путем вычитания объемных фигур. Плоские поверхности создают заданием трех точек. Экструзия незамкнутых кривых также создает поверхность. Объемные тела и поверхности можно рассечь плоскостями.

Вопросы для самопроверки

1. Как называется трехмерное рабочее пространство?
2. Какой способ задания координат в 3D-пространстве является наиболее распространенным?
3. Как создать поверхность?
4. Что означают термины «экструзия» и «выдавливание»?
5. Как вырезать внутреннюю полость в теле?
6. Как разрезать тело на части?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дегтярев, В. М.* Инженерная и компьютерная графика : учебник для вузов по техн. направлениям / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. — 2-е изд., испр. — М. : Академия, 2011. — 239 с.
2. *Шпаков, П. С.* Основы компьютерной графики : учеб. пособие для вузов / П. С. Шпаков, Ю. Л. Юнаков, М. В. Шпакова. — Красноярск : СФУ, 2014. — 398 с.
3. *Немцова, Т. И.* Компьютерная графика и Web-дизайн : учеб. пособие для вузов / Т. И. Немцова, Т. В. Казанкова, А. В. Шнякин ; под ред Л. Г. Гагариной. — М. : Форум ; Инфра-М, 2014. — 400 с.

Электронное издание сетевого распространения

Степанова Ирина Евгеньевна

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Курс лекций

Начальник РИО *М. Л. Песчаная*

Редактор *Н. Э. Фотина*

Компьютерная правка и верстка *А. Г. Сиволобова*

Минимальные систем. требования:

PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0.

Подписано в свет 26.10.2015.

Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 5,0. Объем данных 7,1 Мбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»

Редакционно-издательский отдел

400074, Волгоград, ул. Академическая, 1

<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru