ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Габидулин В. М.

Трехмерное моделирование в AutoCAD 2013



CD к книге

ДМК ПРЕСС издательство

Центр Компьютерного Обучения
«Специалист»
при МГТУ им. Н. Э. Баумана
Рекомендует!

Ваш путь к успеху! · Рекомендует · Гарантия качества · www.specialist.ru
Компьютерного Центр Обучения «СПЕЦИАЛИСТ» при МГТУ им. Н.Э.Баумана

www.specialist.ru

УДК 744.4:004.92AutoCAD 2013
ББК 30.11+32.973.26-018.2
Г12

Г12 Габидулин В. М.
Трехмерное моделирование в AutoCAD 2013. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 252 с.: ил.

ISBN 978-5-94074-758-1

Книга предназначена для быстрого освоения 3D-моделирования в новейших версиях системы автоматизированного проектирования AutoCAD 2012/AutoCAD 2013. Начиная с версии AutoCAD 2012 система выходит вместе с приложением Inventor Fusion, что в значительной степени улучшает возможности пакета. Версия AutoCAD 2013 дополнилась очень мощными средствами автоматизированного создания чертежной документации при помощи проекционных видов. В пособии приводится необходимый и достаточный набор команд и средств программы для понимания принципов работы и начала работы в 3D-пространстве. Также не обойдены вниманием и новые возможности системы по выпуску проектной документации. Книга содержит большое количество упражнений, каждое из которых представляет собой законченный реальный объект.

Издание предназначено для пользователей, имеющих навык работы в двухмерной среде AutoCAD. Так же материал может быть полезен студентам, архитекторам и инженерам, решившим освоить 3D-моделирование.

К книге прилагается CD с большим количеством примеров различной сложности, помогающих в освоении нового материала.

УДК 744.4:004.92AutoCAD 2013
ББК 30.11+32.973.26-018.2

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

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

ISBN 978-5-94074-758-1

© Габидулин В. М., 2012
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2012

Краткое содержание

Введение 7

Глава 1. ЗНАКОМСТВО С ИНТЕРФЕЙСОМ AUTOCAD 2012 10

Глава 2. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ КОМАНДЫ 19

Глава 3. ПОЛИЛИНИИ И ОБЛАСТИ 26

Глава 4. ПОДГОТОВКА РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА 41

Глава 5. ЭТАПЫ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ 55

Глава 6. ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 65

Глава 7. ОБЩЕЕ РЕДАКТИРОВАНИЕ 3D-ТЕЛ 94

Глава 8. СПОСОБЫ И ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ 3D-ТЕЛ 102

Глава 9. ПОВЕРХНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 121

Глава 10. ПРАКТИКУМ 136

Глава 11. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ 169

Глава 12. ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ 189

Глава 13. ИНТЕРЬЕРНАЯ ЗАДАЧА 197

Глава 14. ЭКСТЕРЬЕРНАЯ ЗАДАЧА 214

Глава 15. МОДЕЛЬ САМОЛЕТА 220

Глава 16. ВЫВОД НА ПЕЧАТЬ 228

Глава 17. ПРОЕКЦИОННЫЕ ВИДЫ 235

Заключение 248

Список использованной литературы 249

Предметный указатель 250

Глава 1

Знакомство с интерфейсом AutoCAD 2012

1.1. Вкладки ленты 11
1.2. Панели..... 13
1.3. Новые инструменты..... 13
1.4. Новые возможности 3D-моделирования 16

К моменту выхода в свет данной книги появятся подробные описания версии AutoCAD 2012. Автор не ставил перед собой задачу составлять что-либо подобное, но ознакомиться с новым интерфейсом системы и новыми ее возможностями необходимо.

При первом открытии системы мы увидим «картинку», представленную на рис. 1.1.

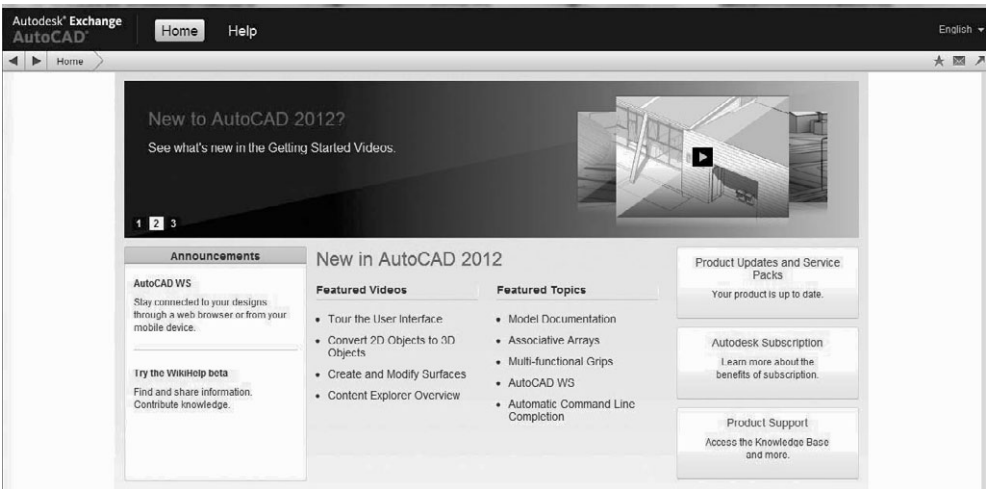


Рис. 1.1. Окно **Autodesk Exchange**

Это окно заменило собой экран приветствия AutoCAD 2011 и содержит описание и видеоролики по новым возможностям системы. Закрыв его, мы видим перед собой рабочее пространство, установленное по умолчанию. Это рабочее пространство **Drafting&Annotation** (Рисование и аннотации) – рис. 1.2.

Внешне интерфейс AutoCAD 2012 не претерпел существенных изменений, по сравнению с предыдущими тремя версиями. Начиная с AutoCAD 2009, основным типом меню является **Ribbon** (Лента). Она же сохранилась в новой версии. Для приверженцев пространства AutoCAD Classic (Классический AutoCAD) сохранилась возможность его использования. В нем доступны все новые возможности.

При полном внешнем сходстве появилось много нового.

1.1. Вкладки ленты

Вкладка **Online** (рис. 1.2) – название говорит само за себя. Использование нового приложения AutoCAD® WS позволяет управлять, распространять и редактировать чертежи AutoCAD в Интернете. AutoCAD WS – это приложение, работающее непосредственно с AutoCAD. Изменения, внесенные в ваши файлы AutoCAD, синхронизируются с копией, сохраненной на сервере AutoCAD WS. Несколько

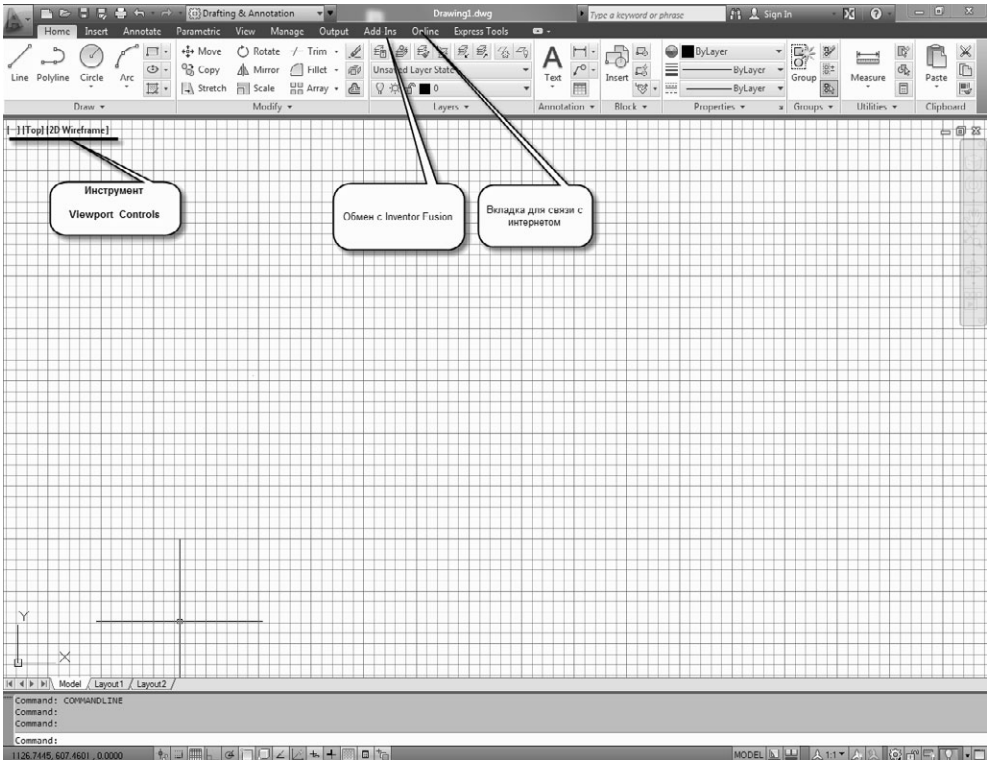


Рис. 1.2. Рабочее пространство **Drafting&Annotation**

пользователей могут работать в одном и том же файле в режиме онлайн. Также в режиме реального времени пользователи могут просматривать файлы без установки программного обеспечения CAD или других средств просмотра файлов DWG. Есть возможность работы и с файлами формата PDF, JPEG и др.

Это замечательное приложение позволяет использовать AutoCAD на мобильных устройствах iPhone, iPod и iPad. (Представьте себе человека, сидящего в подмосковной электричке, который с увлечением проектирует здание, водя пальцем по экрану iPhone ☺.)

Add-Ins (рис. 1.2) – связь с приложением Inventor Fusion 2012. Не выходя из AutoCAD 2012, можно запустить приложение Inventor Fusion, использовать его для редактирования твердотельных и поверхностных объектов AutoCAD и затем продолжить работу в AutoCAD с этими объектами.

Как это осуществить на практике?

Создав один или несколько 3D-объектов в системе AutoCAD, мы выделяем их pb↵, и система переносит эти объекты в Inventor Fusion 2012. Отредактировав их средствами данного приложения, мы отправляем отредактированные объекты обратно в AutoCAD.

- КС:(ДВ) **Editinfusion** ↵.
- **Ribbon** (Лента) → **Add-Ins** → **Edit in Fusion**.
- **Меню** → **Tools** (Сервис) → **Toolbars** (Панели) → **ACFUSION** → **Edit in Fusion**.

Способ 3 проиллюстрирован на рис. 1.3.

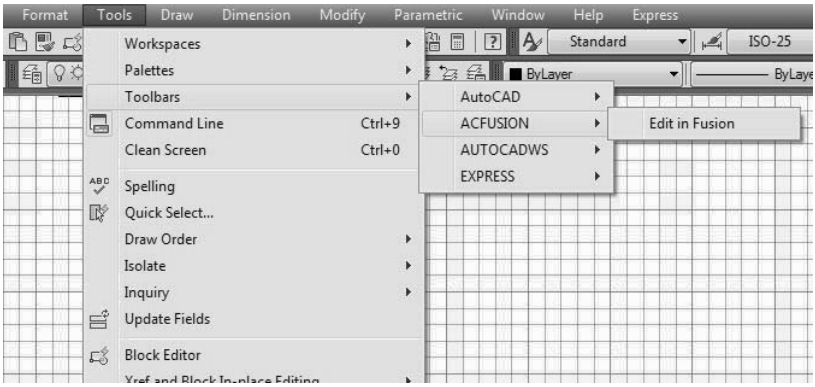


Рис. 1.3. Вызов приложения **Inventor Fusion**

1.2. Панели

Во всех рабочих пространствах присутствует панель ленты **Groups** (рис. 1.2). Появилась и соответствующая панель инструментов в рабочем пространстве **AutoCAD Classic** (Классический AutoCAD). Правда, называется она почему-то **Group**.

Возможность создавать группы объектов существует в AutoCAD с незапамятных времен (**Tools** (Сервис) → **Groups** (Группы)). Но панели и красивые кнопки отсутствовали. Возможно, разработчики системы попытались таким образом привлечь внимание к этому несомненно полезному инструменту.

1.3. Новые инструменты

Современный AutoCAD – это единая система, и нельзя разделять 3D-AutoCAD и 2D-AutoCAD. Поэтому все инструменты подходят как для пространственного моделирования, так и для моделирования в плоскости. Другой вопрос, что есть специализированные инструменты исключительно для работы с 3D-объектами. Мы сейчас ведем разговор о новых инструментах вообще.

Создание сплайнов (рис. 1.4)

Имеющийся инструмент **SPLINE** (Сплайн) разделился на два инструмента – **Spline Fit** и **Spline CV**. Первый строит сплайн по определяющим точкам, как и во всех предыдущих версиях, второй – по управляющим вершинам. Само понятие –

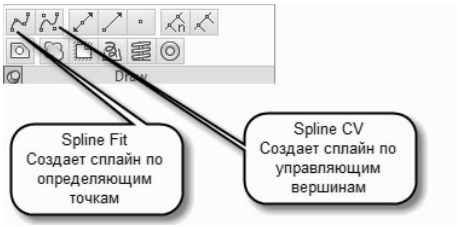


Рис. 1.4. Создание сплайнов

управляющая вершина – появилось только в AutoCAD 2011. Конечно, сохранилась возможность показа либо управляющих вершин, либо определяющих точек для уже построенного сплайна. Причем в первом случае автоматически определяются определяющие точки, во втором – управляющие вершины.

При наборе команды в **КС:(ДВ)** можно выбрать опцию команды **Method** (Метод). За построение сплайнов отвечает новая системная переменная – SPLMETHOD. Она принимает два значения – 0 и 1. Если значение SPLMETHOD равно нулю, то сплайн строится по определяющим точкам, если единице – по управляющим вершинам. По умолчанию значение SPLMETHOD=0.

Сопряжение

Давно знакомые пользователям системы инструменты **Fillet** (Сопряжение) и **Chamfer** (Фаска) обрели новую разновидность **Blend Curves** (рис. 1.5).

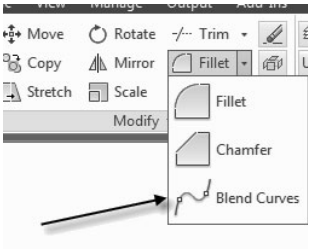


Рис. 1.5. Сопряжение сплайном

Как использовать новый инструмент в работе?

- 

- **КС:(ДВ) BLEND** ↵.
- **Ribbon** (Лента) → **Home** (Главная) → **Modife** (Редактирование) → **BLEND**.
- **Toolbar** (Панель инструментов) → **Modife** (Редактирование) → **BLEND**.
- **Меню** → **BLEND CURVES**.

Выполните любой из пошаговых алгоритмов. Появится pb и

КС: (ДВ) Select first object or [CONtinuity]

В ответ на этот запрос укажите pb на первый объект вблизи желаемой конечной точки.

КС: (ДВ) Select second object

Выберите второй объект, ближе к тому концу, где должен заканчиваться сплайн.

И все! На рис. 1.6 – пример использования этой замечательной и нужной команды для отрезка и дуги.

Команда применима для отрезков, дуг, эллиптических дуг, спиралей, незамкнутых полилиний и сплайнов.



Рис. 1.6. Сглаживание сплайном

Новое в создании массивов

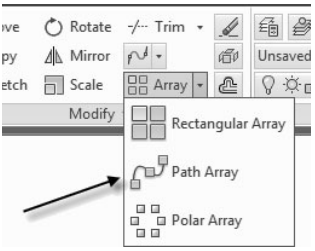


Рис. 1.7. **Path Array** (Массив вдоль траектории)

Также известная команда **Array** (Массив) «научилась» строить не только прямоугольные и круговые массивы, как было раньше, но и массив вдоль траектории – **Path Array**. Траекторией могут служить отрезок, полилиния, дуга, дуга эллипса. Причем эта команда соответствующим образом разворачивает элемент массива. Вдоль замкнутых кривых команда не работает. Элементом массива может служить любой объект системы. Появился новый тип массива – ассоциативный массив. Ассоциативным можно сделать массив любого типа: прямоугольный, круговой, выстроенный вдоль траектории. На рис. 1.8 показано построение массива вдоль траектории с выбором опции **Associative**.

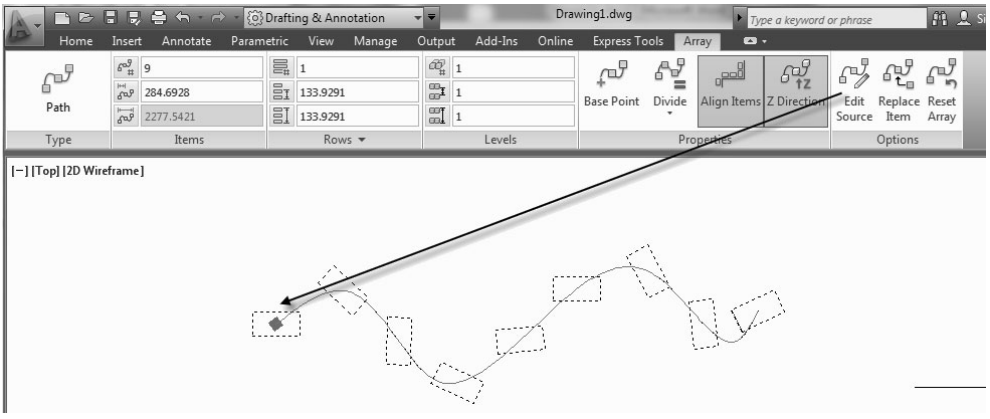


Рис. 1.8. Массив вдоль траектории

Ассоциативный массив выделяется как единый элемент, и можно редактировать один из элементов массива, после редактирования изменения коснутся всех остальных.

Редактирование массива – это совершенно новая возможность, появившаяся только в рассматриваемой версии.

- **ARRAYEDIT** ↵.
- **Ribbon** (Лента) → **Home** (Главная) → **Modify** (Редактировать) → **Arrayedit**.
- **Toolbar** (Панель инструментов) → **Modify 2** → **Arrayedit**.

При наличии в интерфейсе **Ribbon** (Лента) щелчок левой кнопкой мыши по существующему массиву приводит к замене активной вкладки ленты на вкладку **Array** (рис. 1.9).

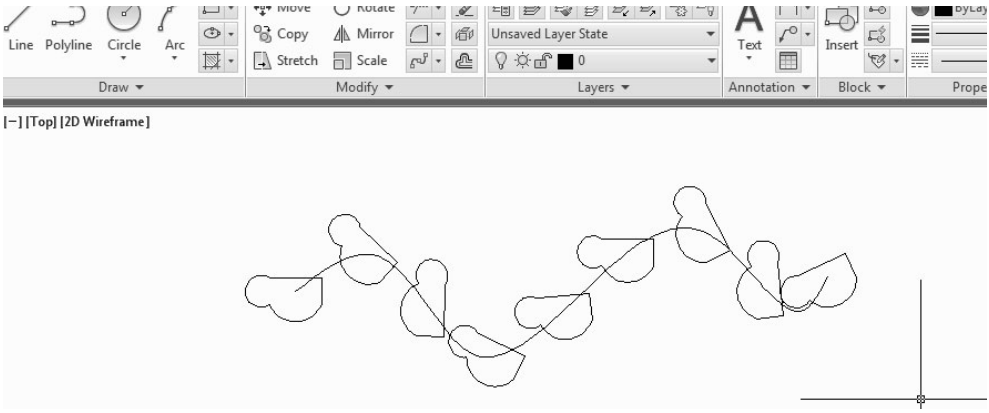


Рис. 1.9. Вкладка ленты редактирования массива

Пользуясь инструментом редактирования **Edit Source** (показан стрелкой на рис. 1.8), изменим исходный элемент массива, утвердительно ответив на все возникающие вопросы системы. Результат представлен на рис. 1.10.

Эта процедура очень похожа на обновление вхождения блока.

Усовершенствовались также инструменты работы с аннотативными объектами. Рассматривать их в данной книге мы не будем.

1.4. Новые возможности 3D-моделирования

Viewport Controls

Обратимся к рис. 1.2. В левом верхнем углу, непосредственно в пространстве модели, находится новый элемент управления. Он представляет собой строку:

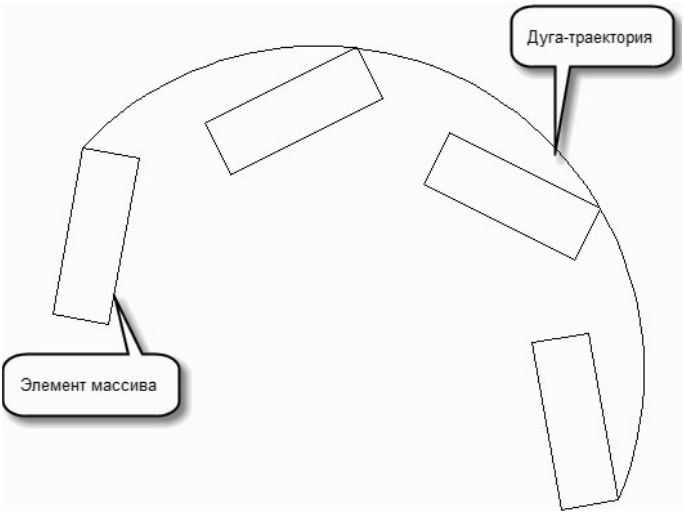


Рис. 1.10. Редактирование элемента массива

```
-][Top][2D Wireframe]
```

Называется этот элемент **Viewport Controls**. (Как его назовут в русской версии, предугадать сложно.) В пространстве листов этого элемента просто нет. **Viewport Controls** можно отключить. Для этого:

- **Esc** (лучше несколько раз) → **ПКМ** (следите, чтобы перекрестие находилось в свободном месте пространства модели) → **Options** (Настройка) → Вкладка **3D Modeling** (3D-моделирование) → окно **Display the Viewport Controls** → снять галочку → **Apply** → **OK**.

В дальнейшем эту последовательность действий мы будем описывать так: «Откройте ДО **Options** (Настройка) на вкладке <название вкладки>».

Viewport Controls следует отключать при работе с плоскими объектами. А мы, напротив, отключать ее не будем, а изучим возможности, которые дает нам этот инструмент.

[-] – щелчок мышью на этом элементе позволяет нам:

- управлять видовыми экранами в пространстве модели;
- устанавливать средства навигации в пространстве модели (видовой куб, панель навигации и штурвал).

[Top] – щелчок мышью на этом элементе позволяет нам:

- устанавливать стандартные виды;
- устанавливать нужную проекцию;
- открыть доступ к **View Manager** (Диспетчер видов).

[2D Wireframe] – щелчок мышью на этом элементе позволяет нам выбрать нужный визуальный стиль.

Управление UCS (ПСК)

UCS – user coordinate system (ПСК – пользовательская система координат).

WCS – world coordinate system (МСК – мировая система координат).

Подробнее о системах координат мы еще поговорим. А сейчас приблизьтесь перекрестием к *обозначению* системы координат (курсив – мой). Обозначение подсветилось. В этот момент щелкните мышью (рис. 1.11).

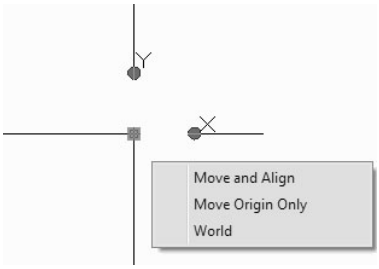


Рис. 1.11. Управление перемещением UCS

Знак **WCS** (МСК) получил три ручки – квадратик в начале координат и круглые ручки в конце обозначения каждой из осей (X и Y). Хватайте за ручки и перемещайте куда хотите. С этого момента **WCS** (МСК) стала **UCS** (ПСК) – она теперь действительно пользовательская, ваша собственная. (*Только не вздумайте попытаться воспроизвести этот фокус в более ранней версии AutoCAD. В AutoCAD 2011 этой возможности еще нет. Более того, если вы попытаетесь выделить знак **UCS**, находясь в окружении более опытных коллег, на вас посмотрят с видимым сожалением. Могут предложить медицинскую помощь. Но если вы установите у себя на компьютере AutoCAD 2012 и проделаете все вышеописанное на их глазах, то медицинская помощь может понадобиться уже им самим* ☺.)

Итак, спасибо фирме Autodesk за упрощение работы с ПСК. Такого ранее не было. Положением знака ПСК и ранее можно было управлять, но для этого требовалось большое количество операций. А сейчас это делается очень просто.

Сколько драгоценного времени сэкономят нам этот инструмент, мы оценим в дальнейшем.

К новым возможностям системы следует отнести и то, что при наборе хотя бы одной буквы в КС:(ДВ) немедленно возникает список команд и системных переменных, начинающихся на эту букву. Вы можете не продолжать набор, а осуществить выбор из списка.

Глава 2

Вспомогательные команды

2.1. Быстрый выбор..... 20
2.2. Изолирование и скрытие объектов 22
2.3. Циклический выбор 23
2.4. Удаление перекрывающихся объектов..... 24
2.5. Упражнения 25

Эта глава описывает ряд команд, которые позволят сэкономить много времени при осуществлении построений в системе. Большинство из этих возможностей абсолютно новые, появившиеся только в двух последних версиях.

2.1. Быстрый выбор

При создании сложных 3D-объектов не обойтись без дополнительных построений. Этих построений будет значительно больше, чем при 2D-моделировании. Более того, некоторые команды AutoCAD сами создают вспомогательные объекты. С ними надо впоследствии что-то делать. Удалять, переносить на другой слой, присваивать различные свойства. Если число этих объектов невелико, то можно выделить их поодиночке. А если их хотя бы 20? А ведь может быть и 1000. Для работы с большим количеством объектов служит команда **Quick Select** (Быстрый выбор). Где она находится?

- **КС: QSELECT** ↵.
- **Esc** → **ПКМ** → **QSELECT**.
- **Меню** → **Tools** (Сервис) → **QSELECT**.
- Палитра **Properties** (Свойства) → **QSELECT** (рис. 2.1).

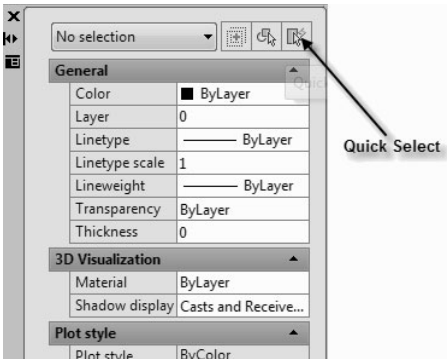


Рис. 2.1. Доступ к команде **QSELECT**

Самый удобный способ вызова команды приведен во второй строке, через контекстное меню. Единственное, за чем надо следить, – чтобы не выполнялась какая-либо команда (для этого **Esc**). И еще: не должно быть выделенных объектов (еще раз **Esc** – не повредит). Вызвав команду любым способом, мы получим ДО (рис. 2.2).

А теперь мы должны составить логическое выражение (гуманитарии, не пугайтесь – это очень просто ☺).

При первом вызове в окне **Apply to** (Применить к) надпись **Entire drawing** (Весь чертеж). Щелкните по стрелке справа от следующего окна **Object type** (Тип объектов), и вы увидите, что команда «видит» все объекты вашего файла. Если

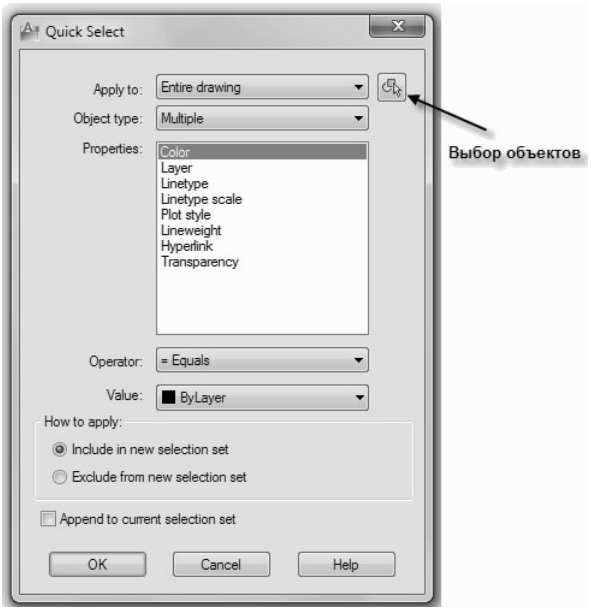


Рис. 2.2. ДО команды **QSELECT**

вам нужно выбрать объекты в ограниченной области, нажмите на кнопку **Select objects** (стрелка на рис. 2.2). Система вернет вас в пространство модели. Осуществив выбор объектов (как правило, при помощи секущей рамки), мы вернемся в диалоговое окно команды. Теперь в окне **Object type** (Тип объектов) выбираем из списка нужный нам тип объекта (только один!). Немедленно в самом большом окне **Properties** (Свойства) возникают все свойства данного объекта. Выбираем нужное свойство (опять-таки одно). Переходим к окну **Operator** (Логический оператор). Их всего пять:

- =Equals (Равно);
- <>Not Equal (Не равно);
- >Greater than (Больше чем);
- <Less Than (Меньше чем);
- Select All (Выбрать все).

Выбираем одно из них. Далее **How to apply** (Как применить).

Как правило, применяется **Include in new selection set** (Включить в новый набор). Выполним щелчок мышью, ДО закроется, а объекты с указанными свойствами, сколько бы их ни было, окажутся выделенными. С выделенными объектами вы можете сделать что угодно: присвоить им всем другие свойства, переместить на другой слой, просто удалить и т. д. Бóльшая часть пользователей системы применяют эту команду для очистки «мусора», образовавшегося в результате вспомогательных построений. Например, как удалить все красные отрезки?

- **QSELECT** (Быстрый выбор) → **Entire drawing** (Весь чертеж) → **Object type** (Тип объектов) → **Line** (Отрезок) → **Properties** (Свойства) → **Red** (Красный) → **Operator** (Логический оператор) → **Select All** (Выбрать все) → **Include in new selection set** (Включить в новый набор).

Все красные отрезки выделены. Нажмите **DEL**.

2.2. Изолирование и скрытие объектов

Операции изолирования и скрытия *слоев* существуют давно и стали уже привычными для пользователей системы.

Под изолированием слоя понимается выключение из видимости (или блокировка) всех слоев, кроме выбранного слоя. Выключать или блокировать – есть соответствующая настройка данной команды. Изолированный слой автоматически становится текущим.

Под выключением слоя понимается скрытие из видимости объектов, находящихся на данном слое. Выключить можно и текущий слой. Система выдает об этом предупреждение (но кто же его читает?). Любимая народная забава начинающих пользователей системы AutoCAD любой версии – рисование на выключенном слое. Я надеюсь, что вы, мои читатели, уже выросли из этой детской болезни.

В AutoCAD 2011 появились две новые, очень удобные команды: изолировать *объекты* и скрыть *объекты*. Точнее их три, еще одна – отменить изоляцию объектов. Эта команда отменяет действие предыдущих двух.

Изолирование объектов

- **КС: ISOLATEOBJECTS** ↵.
- **Esc** → **ПКМ** → **ISOLATE** (Изолировать) → **Isolate Objects** (Изолировать объекты) (рис. 2.3).

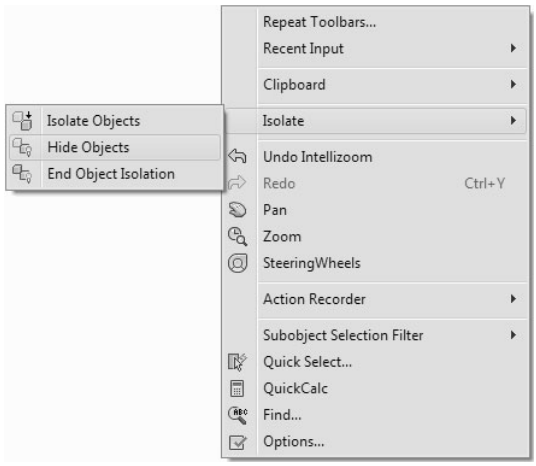


Рис. 2.3. Изоляция объектов (способ 1)

- **Status bar** (Строка состояния) → **Isolate Objects** (Изолировать объекты) (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Изоляция объектов (способ 2)

Появится pb, которым нужно указать на объект. Все объекты чертежа, кроме указанного, станут невидимыми. (Возможности блокирования объектов нет.) В строке состояния желтая лампочка изменит свой цвет на красный.

Скрытие объектов

- **КС: HIDEOBJECTS** ↵.
- **Esc** → **ПКМ** → **ISOLATE** (Изолировать) → **Hide Objects** (Скрыть объекты) (рис. 2.3).
- **Status bar** (Строка состояния) → **ПКМ Лампочка Hide Objects** (Скрыть объекты) (рис. 2.4).

Появится pb, которым нужно указать на любое количество объектов. Все отмеченные объекты станут невидимыми. В строке состояния желтая лампочка изменит свой цвет на красный.

Команда **End Object Isolation** (Отменить изолирование объектов) представлена во всех видах вызова команд и отменяет как скрытие, так и изоляцию объектов.

В чем разница между изолированием объекта и изолированием слоя?

Для того чтобы изолировать слой, необходимо его создать и разместить на нем объекты.

Для изолирования объектов надо просто показать на эти объекты, и действие выполнится вне зависимости от принадлежности объекта какому-либо из слоев.

И еще одно отличие. Если мы выключим (заморозим, заблокируем) какие-либо слои и закроем файл, то при последующем открытии файла они сохранят то состояние, в котором находились на момент закрытия. Команды изоляции объектов действуют на один сеанс работы. При последующем открытии файла видимость всех объектов восстанавливается.

Команды изолирования объектов особенно важны при 3D-моделировании.

2.3. Циклический выбор

Кнопка **Selection Cycling** (Циклический выбор) – это одна из кнопок переключателей режимов, находящихся в строке состояния. Ей даже присвоена комбинация клавиш **Ctrl**+**W**. При построениях достаточно часто возникает ситуация, когда объекты находятся в точности друг над другом. А для редактирования нужно выбрать один из них. При включенной кнопке **Selection Cycling** (Циклический выбор) возникает всплывающее окно с предложением выбрать нужный вам объект из списка.

2.4. Удаление перекрывающихся объектов

На рис. 2.5 показан доступ к еще одному инструменту – **Overkill**. (Этот инструмент ранее входил в состав Express Tools.)

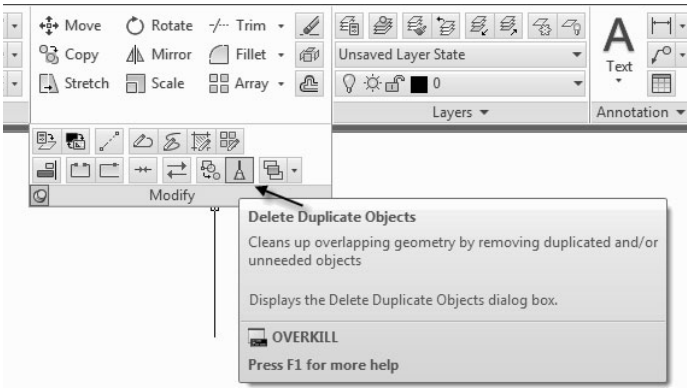


Рис. 2.5. Overkill

К сожалению, доступ к этой кнопке есть не во всех рабочих пространствах, хочется надеяться, что это явление временное.

- **КС:(ДВ) OVERKILL** ↵.
- **Ribbon** (Лента) → **Home** (Главная) → **Modify** (Редактирование) → **Overkill**.
- **Toolbar** (Панель инструментов) → **Modify II** (Редактирование 2) → **Overkill**.
- **Меню** → **Modify** → **Delete Duplicate Objects**.

В рабочем пространстве 3D-моделирования этой кнопки, к сожалению, нет.

Попробуйте нарисовать отрезок в режиме ОРТО. От начала этого отрезка, в том же направлении, также в режиме ОРТО, нарисуйте еще несколько отрезков. Так же, от начала первого отрезка, нарисуйте несколько отрезков в противоположном направлении. Что у нас получилось? Большое количество наложенных и продолжающих друг друга отрезков. В математике эти отрезки называются коллинеарными. Теперь применим команду **Overkill**. В ответ на первый запрос КС:(ДВ) секущей рамкой обведем все. Появится ДО. Отметим там галочкой все окна и щелкнем мышью. У вас остался один-единственный отрезок. Настройки ДО команды **Overkill**, касающиеся геометрических допусков, можно изучить и позже. Смоделированная ситуация – отнюдь не редкость в 3D-моделировании. Специально создавать ее не надо, и вы в этом убедитесь сами. Только там будут фигурировать не только отрезки, но и находящиеся друг на друге сплайны, полилинии, дуги.

2.5. Упражнения

Создайте новый файл.

При выполнении упражнений надо использовать следующие инструменты: **QSELECT** (Быстрый выбор), палитру **Properties** (Свойства) (**Ctrl**+**1**) и инструменты управления слоями.

Упражнение 1. Нарисуйте 10 окружностей ∅10 мм и 10 окружностей ∅15 мм.

Нарисуйте любое количество различных примитивов. Все объекты должны хаотично располагаться в пространстве модели, пересекая друг друга.

Сделайте так, чтобы окружности радиуса 10 мм стали красными, а окружности радиуса 20 мм – синими.

Упражнение 2. Нарисуйте 100 окружностей ∅5 мм.

Замените все окружности на окружности ∅4 мм.

(Если у вас нанесены размеры, они также изменятся.)

Упражнение 3

1. Создайте слои Red, Green, Blue. Присвойте им соответствующие свойства.
2. Сделайте текущим слой 0.
3. Нарисуйте пять прямоугольников, три сплайна, четыре окружности и пять отрезков. Размеры и расположения произвольны.
4. Выделите два прямоугольника, один сплайн, две окружности и два отрезка. При помощи палитры **Properties** (Свойства) присвойте им красный цвет.
5. Для оставшихся объектов выделите два прямоугольника, один сплайн, одну окружность и два отрезка. При помощи палитры **Properties** (Свойства) присвойте им зеленый цвет.
6. Для оставшихся объектов выделите один прямоугольник, один сплайн, одну окружность и один отрезок. При помощи палитры **Properties** (Свойства) присвойте им синий цвет.
7. При помощи **QSELECT** (Быстрый выбор) разместите объекты на соответствующие слои.
8. Выполните команду **Layer Walk** (Обход слоев) для контроля.

Упражнение 4. Перераспределите объекты предыдущего упражнения по другому принципу:

- все прямоугольники на слое RED;
- все сплайны на слое BLUE;
- все отрезки на слое GREEN.

Файл сохранять не надо.

Глава 3

Полилинии и области

3.1. Создание полилинии 27
3.2. Редактирование полилинии..... 28
3.3. Создание полилинии из отдельных объектов 31
3.4. Области..... 33
3.5. Операции над областями (3D-телами, поверхностями)..... 34
3.6. Создание контура 38

Полилиния – это сложный примитив AutoCAD, состоящий из отрезков, дуг и сплайнов. Добавление сплайнов в полилинию стало возможным, начиная с версии AutoCAD 2010.

Сегмент полилинии – это простой примитив AutoCAD, соединяющий две соседние вершины полилинии.

Полилиния – единственный примитив AutoCAD, обладающий свойством ширина.

Ширина может меняться по линейному закону в пределах одного сегмента. При расчленении полилинии каждый из ее сегментов превращается в примитив, при этом информация о ширине теряется. Ширина полилинии для 3D-моделирования никакого значения не имеет. В данном пособии будем считать, что все используемые нами полилинии имеют нулевую ширину.

Полилиния обладает свойством площадь. Причем площадью обладает даже незамкнутая полилиния, состоящая более чем из одного сегмента. Что понимает система под площадью незамкнутой полилинии?

Под площадью незамкнутой полилинии понимается площадь фигуры, ограниченной всеми сегментами полилинии и отрезком, соединяющим ее начало и конец.

Площадью обладает также и самопересекающаяся полилиния. Что понимает система под площадью такой фигуры – вопрос скорее теоретический. При 3D-моделировании самопересекающаяся полилиния не подходит для создания тел и поверхностей. Также не годится она как траектория для операций выдавливания, сдвига, вращения и лофтинга. При применении самопересекающихся полилиний для операций 3D-моделирования система выдает соответствующую диагностику в **КС**:. Все упомянутые термины будут рассмотрены ниже, сейчас просто примите их к сведению и вернитесь к данной главе при рассмотрении материалов соответствующих разделов. Почему этому вопросу уделяется такое внимание? Дело в том, что даже опытный пользователь при моделировании сложных 3D-объектов может случайно построить полилинию с самопересечением.

Итак, для 3D-моделирования применяются несамопересекающиеся полилинии нулевой ширины, как замкнутые, так и незамкнутые.

В AutoCAD есть стандартные примитивы, представляющие собой полилинию и обладающие всеми ее свойствами. Это **Rectangle** (Прямоугольник) и **Polygon** (Многоугольник). Доступ к ним осуществляется через панель ленты **Draw** (Рисование) или соответствующую панель инструментов.

3.1. Создание полилинии

- **КС:(ДВ) PLINE** (ПЛИНИЯ) ↵.
- **Ribbon** (Лента) → **Home** (Главная) → **Draw** (Рисование) → **Pline** (Плиния).
- **Toolbar** (Панель инструментов) → **Draw** (Рисование) → **Pline** (Плиния).

Задайте положение 1-й точки щелчком мыши, выберите форму следующего сегмента в **КС:(ДВ)** (рис. 3.1).

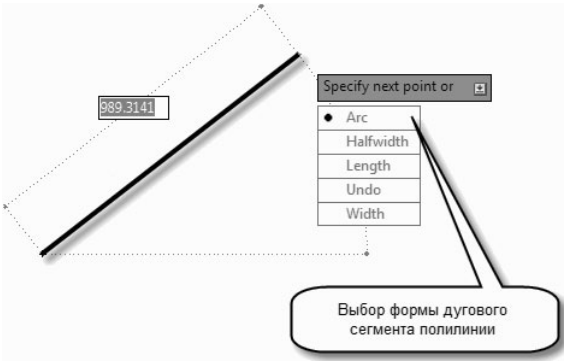


Рис. 3.1. Создание полилинии

Выберите дугу, возникнут опции выбора геометрических параметров дуги. Введите их любым способом. Следующий сегмент полилинии по умолчанию тоже будет дуговым. Для переключения на линейный сегмент полилинии выберите опцию **Line** (Линейный).

И так от сегмента к сегменту. Если вам необходимо замкнуть полилинию, выберите опцию **Close** (Замкнуть). При этом обратите внимание на следующую особенность. Если предпоследний, смоделированный вами сегмент был отрезком, то и замыкание произойдет отрезком. Если же вы работали с дугой, то последним сегментом тоже будет дуга, но геометрические характеристики этой дуги AutoCAD «придумает» сам.

3.2. Редактирование полилинии

Нарисуйте произвольную полилинию, не имеющую самопересечений. Сделайте ее замкнутой при помощи опции **Close** (Замкнуть) и изучите описанные ниже способы редактирования полилинии.

Способ 1. Выберите инструмент .

Он находится

- **PEDIT** (ПОЛРЕД).
- **Ribbon** (Лента) → **Modify** (Редактирование) → **PEDIT** (ПОЛРЕД) (рис. 3.2).
- **Toolbar** (Панель инструментов) → **Modify II** → **PEDIT** (ПОЛРЕД).

Любым способом активируйте команду **PEDIT** (ПОЛРЕД). Появится pb, укажите на существующую полилинию, выполните щелчок мышью. Появится редактор полилинии (рис. 3.3).

Нажмите **ESC** и попробуйте

Способ 2. Выполните два быстрых клика мышью по полилинии. Появляется этот же редактор полилинии.

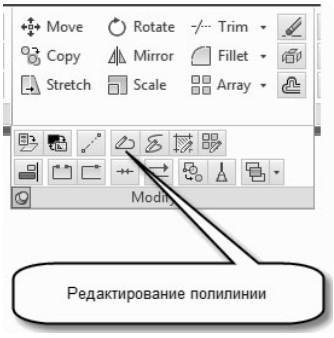


Рис. 3.2. Вызов редактора полилинии

Опять нажмите **ESC**.

Способ 3. Выделите полилинию одним щелчком мыши. Далее

- **ПКМ** → **Properties** (Свойства).

(Палитру **Properties** (Свойства) можно вызвать и любым другим известным вам способом.)

Щелкнув непосредственно в окне **Vertex** (Вершина), вы должны заметить появление крестика на первой вершине. Первая, потому что именно с нее начиналось построение. В этом же окне появляются стрелки прокрутки, и, управляя ими, мы перебираем вершины полилинии. Обратите внимание на раздел палитры **Misc** (Разное). В окне **Closed** (Замкнуто) должно стоять слово **Yes** (Да).

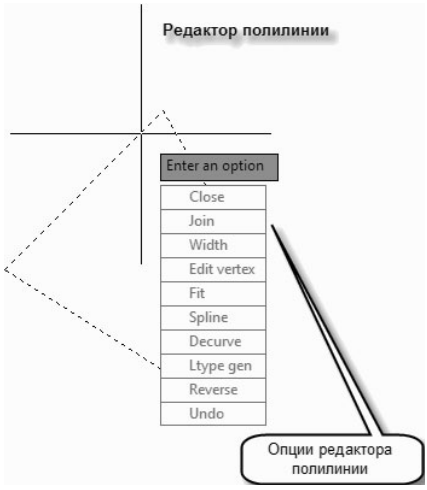


Рис. 3.3. Редактор полилинии

Нажмите **ESC** и закройте палитру **Properties** (Свойства).

Способ 4. Редактирование с помощью ручек.

Это современный способ редактирования полилинии. Впервые он появился в AutoCAD 2010, но в полной мере реализован только в последних двух версиях.

Выделите полилинию с помощью одного щелчка мыши. Появляются ручки двух типов. Квадратные ручки – это начало-конец сегмента, прямоугольные – его середина. Наведите (без щелчков!!!) перекрестие на одну из квадратных ручек. Ручка станет «горячей», и, задержав перекрестие на этой ручке, вы увидите длину линейного сегмента. Если сегмент дуговой, вы увидите его радиус и длину. Посмотрите внимательно, видны также геометрические характеристики соседнего сегмента. При наведении на среднюю ручку дугового высвечивается его радиус. Наведение перекрестия на любую из ручек полилинии предлагает набор команд для редактирования (рис. 3.4).

Для выбора нужной команды необходимо выделить ее в списке и только теперь выполнить щелчок мышью. При всех операциях соответствующие геометрические параметры можно задавать в окошках динамического ввода. При отключенном **ДВ**, используя только **КС:**, редактировать полилинию описанным способом становится крайне утомительным занятием.

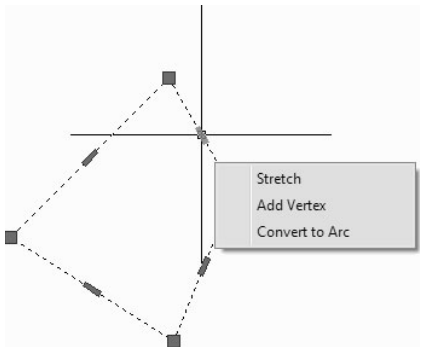


Рис. 3.4. Редактирование с помощью ручек

Изучим возможности редактора полилинии (способы 1, 2).

Для этого сделаем несколько заготовок. Создадим вручную (и замкнем вручную, не

используя опцию **Замкнуть полилинию**, состоящую только из линейных сегментов, подобную созданной. Абсолютные размеры значения не имеют. Создадим несколько ее копий. Одну из копий трогать не будем, она будет эталоном, а над остальными будем ставить эксперименты.

Вызовем редактор полилинии для одного из экземпляров и выберем опцию редактора **Fit** (Сгладить).

Вызовем редактор полилинии для другого экземпляра и выберем опцию редактора **Spline** (Сплайн).

В первом случае произошла замена линейных сегментов полилинии на дуги, во втором полилиния сгладилась сплайном таким образом, что вершины полилинии стали управляющими вершинами.

Вызовите палитру **Properties** (Свойства) для сглаженных объектов. Вы увидите, что, в отличие от исходной полилинии, полилинии, сглаженные дугами или сплайнами, носят название 2D-полилинии.

Сделайте копии сглаженных полилиний и отредактируйте их с помощью ручек (способ 4).

Редактируйте произвольно, смело. А теперь вызовите для каждой из них редактор полилинии и примените опцию **Decurve** (Убрать сглаживание). Сравните с исходной. Что произошло? Полилиния не превратилась в исходную (если вы достаточно смело с ней обращались).

Мы пришли к важной особенности, касающейся не только полилиний, но и 3D-объектов. Эта особенность – *необратимость ряда операций редактирования объектов*.

Опция редактора полилинии **Edit vertex** (Вершина) позволяет редактировать вершины полилиний. В известной степени эту опцию заменил способ 4. Обратите внимание на следующий уровень редактора. После выбора опции **Вершина** становится доступным пункт **Касательная**. При выборе этого пункта возникает стрелочка, и предлагается указать направление касательной. Это необходимо для точных и ответственных построений. Если мы знаем направление касательной в данной вершине, то последующее сглаживание полилинии будет не так, как решит система, а по направлению к выбранной касательной.

Вызовите палитру **Properties** (Свойства) для эталонной полилинии. Активируйте окно **Vertex** (Вершина) и пройдите крестиком по вершинам (щелчок на каждой вершине). Посчитайте количество вершин. Их количество на одну больше, чем видно зрительно. Просто координаты первой и последней вершин совпадают. Незначительно измените одну из координат (X или Y) вершины 1 в соответствующем окне палитры **Properties** (Свойства). Прозуммируйте при необходимости и убедитесь, что ваша полилиния стала незамкнутой. Измените в палитре **Properties** (Свойства) значение **No** (Нет) на **Yes** (Да) в окне **Closed** (Замкнуто). Появился линейный сегмент, соединяющий первую и последнюю вершины.

Опции редактора **Ltype gen** (Тип линии) и **Width** (Ширина) очевидны.

На рис. 3.5 представлены результаты вышеописанных экспериментов.

Но есть еще очень важная опция – **Join** (Добавить). Для существующей полилинии она очевидна – просто добавляет сегмент. Создадим незамкнутую полили-

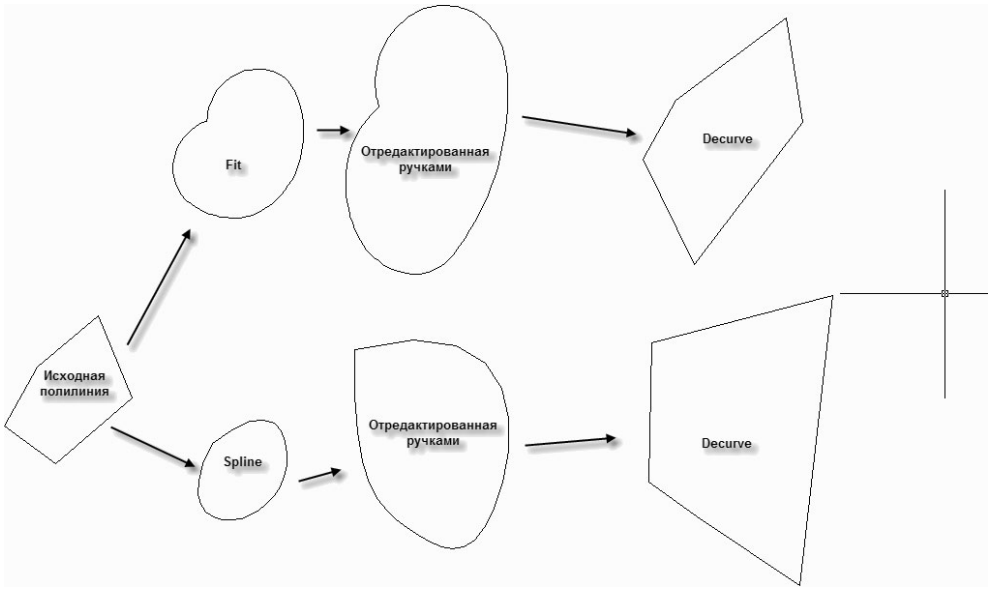


Рис. 3.5. Изучение редактора полилинии

нию и, пользуясь объектными привязками, нарисуем отрезок или дугу, одним из концов совпадающий с ее началом или концом. Любым способом вызовем редактор полилинии и выберем опцию **Join** (Добавить). Появится pb, укажем на отрезок, и ↵↵. К выбранной полилинии присоединился отрезок, и получился единый объект – полилиния.

Уделите, пожалуйста, большое внимание данному разделу. Создайте файл, нарисуйте в нем множество полилиний и попытайтесь попробовать все вышеописанные приемы. Нельзя заниматься 3D-моделированием в системе без уверенного владения приемами построения и редактирования полилиний.

3.3. Создание полилинии из отдельных объектов

Рисовать реальные объекты при помощи полилинии очень неудобно. Как нарисовать план комнаты? Если она четырехугольная, то это действительно просто. А если вдоль внутренней стены идут какие-нибудь вентиляционные короба и временные перегородки? А на внешней стене – полукруглые эркеры? Более того, в процессе проектирования необходимо постоянно менять их размеры и местоположение? Еще один пример.

Необходимо получить обвод фюзеляжа самолета по заданным координатам или по прототипу – обвести имеющуюся криволинейную образующую большим