

Республика Казахстан
Министерство образования и науки
Алматинский технологический университет

Кафедра инженерной графики
и прикладной механики

К.У. Карымсаков, Э.М. Мажиева

КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебно-методическое пособие

Алматы 2013

УДК 004.9(075.8)
ББК 32.937.26-018.2
К 20

Рецензент: Джолдасбеков С.А. – директор Института «Механики и машиноведения» им У.А.Джолдасбекова, д.т.н., профессор

Ержанов Н.М. - доцент кафедры «Инженерная графика и прикладная механика» Алматинского технологического университета, к.т.н.

Карымсаков К.У., Мажиева Э.М.

Компьютерная инженерная графика –AUTO CAD. Учебно-методическое пособие. / К.У.Карымсаков, Э.М.Мажиева - Алматы: Алматинский технологический университет, 2013. - //104с., илл. 176, библиогр. – 4 наз

ISBN 978-601-263-140-1

Книга рекомендуется студентам в качестве методического пособия для выработки навыков и овладения методами построения плоских и пространственных моделей на практических занятиях и лабораторных работах по дисциплине «Компьютерная инженерная графика – Auto CAD».

В пособии рассмотрены форматы, графический интерфейс, способы ввода координат, режимы построения. Скорость и легкость, с которой создаются трехмерные модели проектируемых изделий, различные способы получения их плоских изображений и возможность их преобразования и редактирования - все это обеспечивает огромную экономию времени по сравнению с «ручным» черчением.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов технологических специальностей дневной и дистанционной формы обучения.

УДК 004.9(075.8)
ББК 32.937.26-018.2

Печатается по плану издания Алматинского технологического университета на 2012 – 2013 учебный год.

ISBN 978-601-263-140-1 © Алматинский технологический университета

I. Общие сведения

Система AutoCAD работает с чертежами (рисунками), которые для нее являются документами. Основная форма хранения документа – *DWG*- файл. Когда вы запускаете систему AutoCAD, в зависимости от настроек, перед вами могут появиться промежуточные (стартовые) окна. Их может быть несколько, поэтому для продолжения или завершения работы с этими окнами необходимо мышью выбрать один из трех переключателей:

- Да
- В другой раз
- Больше не предлагать

В случае выбора третьего переключателя щелчок по кнопке **OK** просто закрывает это окно и автоматический отключает вывод окна в следующих сеансах работы.

1. 1 Основное окно

Основное окно системы AutoCAD приведено на рисунке 1.

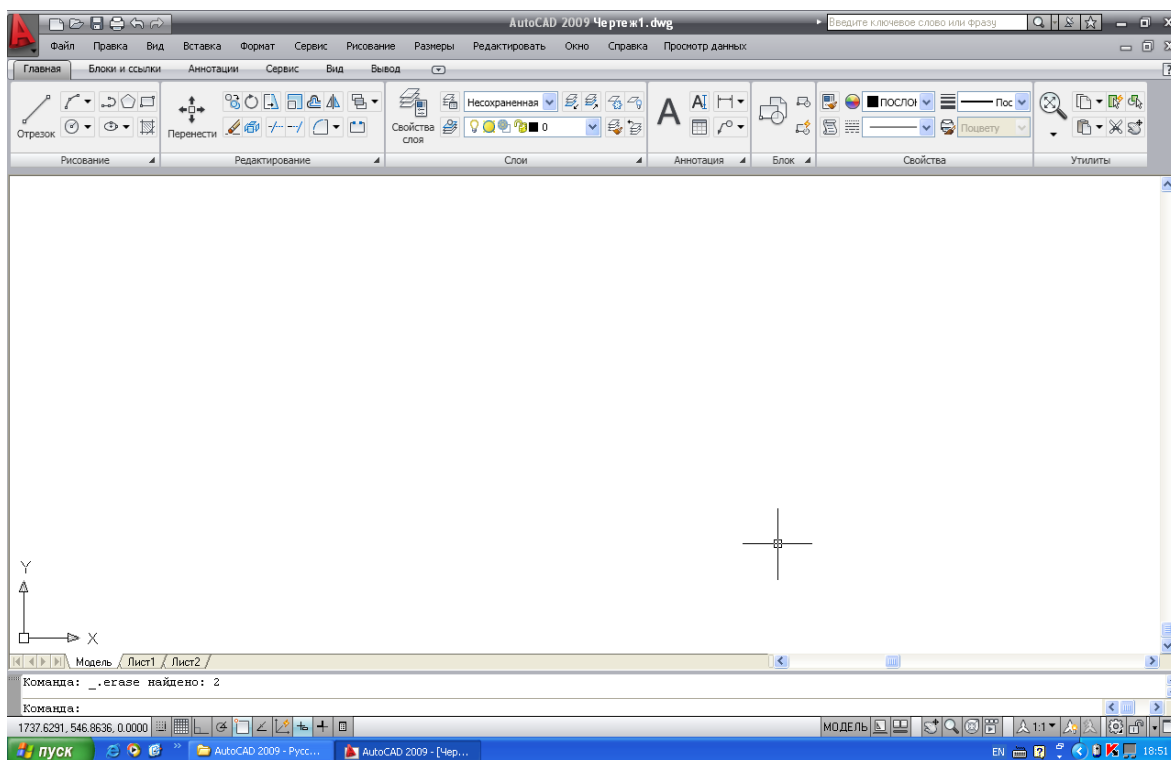


Рис. 1

К элементам интерфейса пользователя относятся следующие объекты:

- самая верхняя строка – *панель быстрого доступа*;
- следующая строка – *строка меню с падающим меню* (12-наименований);
- далее - *Лента*, пришедший с системой AutoCAD -2009 новый вид меню в стиле *Microsoft Office-2007*, которая предоставляет доступ к командам системы через кнопки (пиктограммы), сгруппированные в панели со своими названиями. В свою очередь панели объединены в группы (вкладки), которые называются:

1. *Главная* (на рис.1 – она активная);
2. *Блоки и ссылки*;
3. *Аннотации*;
4. *Сервис*;
5. *Вид*;
6. *Вывод*.

Название первой панели *Главной* (активной) вкладки – *Рисование*. Активизация другой вкладки выполняется щелчком левой кнопки мыши на имени нужной вкладки. Например, на рис.2 приведена *Лента* вкладки *Аннотации*.

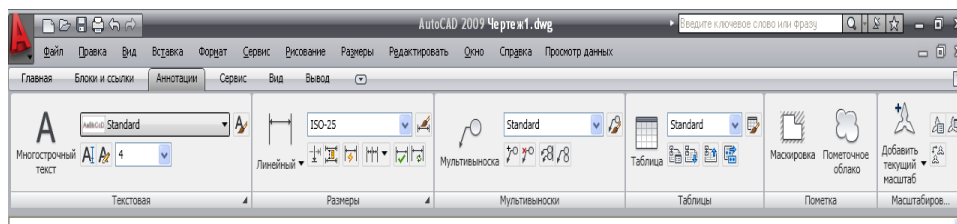



Рис. 2

На рис. 1 и 2 приведены *Ленты* для двумерных построений стандартного рабочего пространства (*РП*), называемом *2D построения и аннотации*.

Начиная с AutoCAD – 2009, стандартных *РП* три. Для работы в режиме трехмерных построений есть пространство - *3D моделирование*. В нем, по сравнению с рабочим пространством *2D построения и аннотации*, *Лента* имеет несколько другой состав вкладок, а в одноименных вкладках имеются некоторые отличия в наборе панелей инструментов.

И третье рабочее пространство – *Классический AutoCAD*, панели инструментов которого традиционно располагаются горизонтально и вертикально вокруг графического экрана - по-видимому, был оставлен разработчиками в первоизданном виде, отдавая дань уважения истории развития и усовершенствования системы AutoCAD.

Рабочее пространство (*РП*) является именованным перечнем тех элементов интерфейса, которые должны присутствовать на экране при выполнении конкретной задачи. Для отображения всех *РП* текущей адаптации, в системе предусмотрено специальное меню (рис.3), которое вызывается щелчком левой кнопки мыши по пиктограмме  в строке состояния.

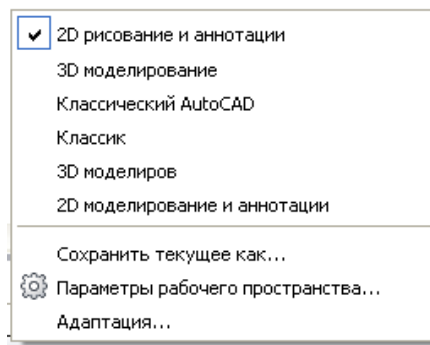



Рис. 3. Меню рабочих пространств

Кнопка , расположенная в конце строки вкладок, позволяет с помощью последовательных щелчков по ней изменять состояние *Ленты*: скрыть всю Ленту; оставить только названия панелей; показать Ленту полностью.

Все элементы интерфейса системы AutoCAD имеют свои *контекстные меню* (это меню, вызываемые щелчком правой кнопки мыши на соответствующем элементе), которые используются для настроечных функций или вызова операций, связанных с выбранным элементом.

Поскольку в *Ленте* собрано много элементов управления, панели *Лент* снабжены вспомогательными средствами для экономии места: свертывание и разворачивание панели, скрытие заголовков, группирование родственных кнопок и т.д. Инструментом разворачивания является треугольный значок, который располагается справа на нижней части панели, где находится название, или располагается возле кнопки. Это показано на примере трех панелей (рис.4). На панели с названием *Слой* значок не раскрыт, а с названием *Редактирование* - раскрыт. На панели с названием *Аннотация* значок раскрыт возле пиктограммы.

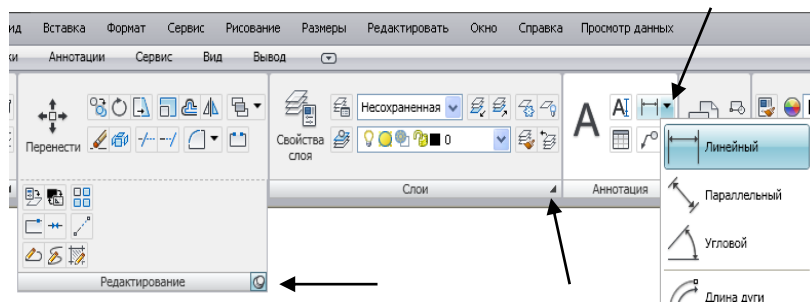



Рис. 4

Продолжим знакомство с элементами интерфейса:

- *браузер меню* – это специальное окно, раскрывающееся после щелчка левой кнопкой мыши по значку  в левом верхнем углу окна AutoCAD. В окне *браузера* в левом столбце показаны имена всех меню, а справа – состав выбранного меню *Сервис* (рис.5).

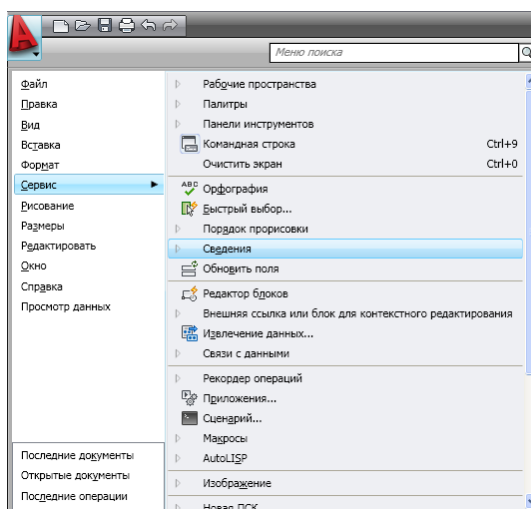


Рис. 5

По традиции это меню тоже называют *падающим* меню. Для просмотра длинных меню справа предусмотрена вертикальная линейка прокрутки. Состав меню в *браузере* всегда идентичен составу строки меню, которая находится в верхней части основного окна под панелью *быстрого доступа*.

Под *Лентой* находится *графический экран*, который размещается системой AutoCAD внутри центральной части окна – *модельное пространство*. Каждый открываемый системой рисунок, считается документом и для него создается отдельное окно, над которыми пользователь может выполнять те же действия, что и над любыми другими окнами. Внутри окна документа в левом нижнем углу *модельного пространства*, размещается пиктограмма мировой системы координат (*МСК*) и по желанию пользователя ее можно менять в зависимости от того, какое рабочее пространство активно: для **2D построения и аннотации** имеет вид, показанный на рисунке 6, а для **3D моделирование** – на рисунке 7.

В пространстве листа в режиме *лист* знак пользовательской системы координат (*ЛСК*) имеет вид треугольника (рис. 8).

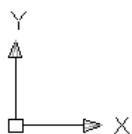


Рис. 6

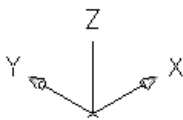


Рис. 7



Рис. 8

Переходим к следующему элементу основного окна:

- *строка вкладок* – **Модель** и **Лист**;

В *строке вкладок* всегда первой располагается **Модель**, являющейся единственной вкладкой пространства модели (имя этой вкладки изменить нельзя). Далее следуют вкладки пространства **Листа**, количество и имена которых могут быть любыми и произвольными. В каждый момент активна только одна вкладка документа (рис. 1).

На вкладке **Модель** обычно строится графическая модель объекта (двумерная или трехмерная), а вкладки пространства **Листа** соответствуют листам чертежей, которые выпускаются по построенной модели.

- *командная строка*.

Ниже вкладок **Модель** и **Лист**, располагается *зона командных строк*, которая является самостоятельным окном, интегрированным в систему окон AutoCAD. Обычно эта зона содержит три текстовых строки, но их размер можно изменить мышью, перемещением границы окна вверх или вниз. Последняя (нижняя) строка в зоне командных строк называется *командной строкой*. В нее система вводит свои сообщения и запросы. В ней же пользователь вводит с клавиатуры команды и ответы на запросы (рис. 9).

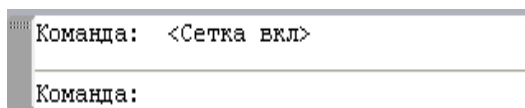


Рис. 9

- строка состояния.

Строка состояния системы AutoCAD ограничивает окно снизу. В этой строке слева направо расположены:

1. счетчик координат курсора;
2. группа из 10 кнопок режимов рисования (Рис. 10);



Рис. 10

3. группа из 4-х кнопок – просмотра вкладок чертежа;
4. группа из 4-х кнопок управления отображением текущего чертежа;
5. группа из 2-х кнопок – выбора рабочего пространства и фиксации положения элементов интерфейса;
6. кнопка меню настройки состава строки состояния приложения;
7. кнопка очистки экрана от меню и панелей инструментов (Рис. 11).



Рис. 11

8. кнопки управления масштабом аннотаций.

В группе кнопок режима рисования (рис.10), вместо текстового названия, могут быть пиктограммы. Для их переключения нужно воспользоваться контекстным меню этих кнопок и выбрать нужное (рис.12).



Рис.12

1.2 Режимы рисования.

В строке состояния присутствуют кнопки десяти режимов (рис.10 или 12). Состояние режимов оказывает очень большое влияние на процесс построения объектов текущего рисунка. Каждый из этих режимов имеет только два состояния, что иллюстрируется состоянием кнопки (режим *вкл.*- кнопка имеет светлый фон на пиктограмме). У всех кнопок есть контекстное меню, вызываемое по щелчку правой кнопки мыши, если курсор находится над кнопкой.

1. Режим *сетка*.

Кнопка *сетка* позволяет включать или выключать, отображаемую обычно только в области рисунка, сетку, называемой *зоной лимитов*, состоящей из точек с настраиваемым шагом. Границы зоны лимитов задаются на этапе

создания рисунков и могут быть изменены с помощью команды ЛИМИТЫ ЧЕРТЕЖА пункта меню **ФОРМАТ I ЛИМИТЫ**. Настройка параметров режима *сетка*, выполняется в диалоговом окне **Режимы рисования** пунктом **Настройка** контекстного меню. Диалоговое окно **Режимы рисования** (рис. 13) имеет пять вкладок, первая из которых отвечает за настройку режимов *сетка* и *шаг*.

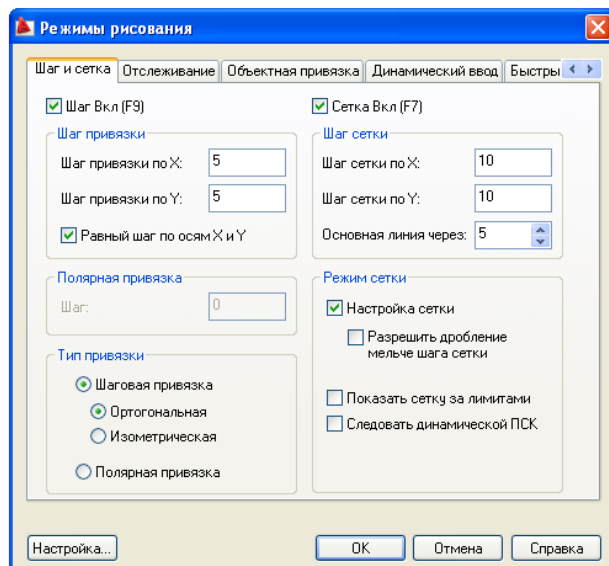


Рис. 13

2. Режим *орто*.

Кнопка *орто* включает или выключает режим ортогональности. Если этот режим включен, AutoCAD начинает корректировать прямолинейные сегменты строящихся отрезков и полилиний до вертикальности или до горизонтальности в текущей системе координат.

3. Режим *отс-поляр*.

Режим полярного отслеживания является расширением режима *орто* на углы с некоторым настраиваемым шагом (по потребности). Настройка режима выполняется на вкладке **Отслеживание** диалогового окна **Режимы рисования**. Вкладка позволяет задать отслеживание углов с определенным шагом. Для указания шага в раскрывающемся списке **Шаг углов** доступны следующие стандартные значения: 5, 10, 15, 18, 22.5, 30, 45, 90 градусов. Отслеживаемый угол система показывает пунктирной нитью. Пока видна пунктирная нить, система корректирует указываемые вами точки до нужного угла (рис.14).

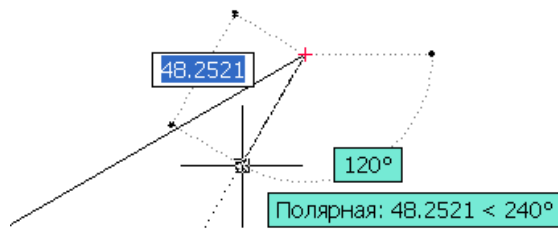


Рис. 14

4. Режим *привязка*.

Этот режим позволяет включать или выключать режим постоянного действия заданных функций объектной привязки (перечень настраивается). Настройка режима выполняется на вкладке **Объектная привязка** известного диалогового окна **Режимы рисования**. Для настройки нужно включить все те функции объектной привязки, которые будут постоянно применяться к объектам.

5. Режим *отс-объект*.

При включении режима объектного отслеживания система AutoCAD позволяет использовать полярное отслеживание от промежуточной точки, указываемой с применением объектной привязки. Для работы режима объектного отслеживания требуется одновременное включение режима *привязка*. Схема применения режима объектного отслеживания такая: перед тем как указать очередную точку, вы подводите курсор на некоторое время к объекту, к которому система тут же применяет действующие постоянные объектные привязки режима *привязка* и вычисляет промежуточную точку, после чего переносите курсор на другое место, и система начнет выполнять отслеживание углов от полученной только что промежуточной точки (рис.15). В примере, приведенном на рис.15, строится отрезок.

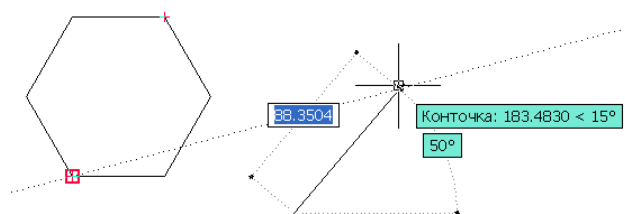



Рис.15

Нижняя точка отрезка уже задана, а вторая (верхняя) указывается с помощью объектного отслеживания. Система «поймала» указанную точку шестиугольника, от которой отслеживает угол 15 градусов.

6. Режим *дин*.

Кнопка  позволяет включить режим динамического ввода, при котором сообщения команд, их опции, вводимые пользователем данные, отображаются в небольших окошках около курсора. Если курсор в процессе ввода при включенном режиме *дин* находится в графическом экране, а не в командной строке, то система AutoCAD отображает динамический ввод не только команд, но и точек.

7. Режим *дпск*.

Этот режим, появившийся в версии 2007 года в связи с развитием возможностей трехмерного моделирования, позволяет автоматически выбирать *ПСК* по грани тела, находящейся под курсором.

8. Режим *вес*.

Кнопка *вес* включает или выключает режим *вес* (отображение весов

объектов чертежа). *Вес* линии – это ширина, с которой линия будет выводиться на внешнее устройство. На рис. 16 показана одна и та же линия с ненулевым весом при разных состояниях режима *вес*: слева – при выключенном режиме, справа – при включенном.



Рис. 16

9. Режим *бс*.

С помощью кнопки *БС* (рис. 10) режима быстрых свойств, пользователь может получать быструю информацию об основных свойствах объекта, если щелкнуть на нем левой кнопкой мыши. При этом появляется окно быстрых свойств.

1.3 Команды

При вводе (щелчком левой кнопки мыши по пиктограмме) команда отображается либо в командной строке, либо появляется ниже курсора в окошке на графическом экране (рис. 17).



Рис. 17

На рисунке 17 показан момент, когда на панели *Рисование* вкладки *Главная* (рис. 1) щелчком левой кнопки мыши выбрана пиктограмма команды КРУГ. Отображение ввода команды около курсора является частью динамического ввода и это позволяет пользователю работать, не переключая взгляда с экрана на командную строку. Для этого необходимо, чтобы в строке состояния системы AutoCAD (основное окно) был включен режим *дин*.

Каждая команда представляет собой одну или несколько операций, которые должна выполнить система. Практически все команды имеют несколько вариантов выполнения, что определяется ответами пользователя на запросы (выбором опций, выводимых в дополнительное окно около текущего положения курсора) или установками пользователя в диалоговых окнах, открываемых командами. На примере, показанном на рис. 17, следующим шагом пользователя будет ответ на запрос системы, где будет «Центр круга», т.е. необходимо или ввести координаты центра круга, относительно какой-то заданной системы координат, или просто щелкнуть левой кнопкой мыши на произвольном месте графического экрана.

Ряд команд имеют два режима работы – с диалоговым окном или с опциями в командной строке. Большая часть команд работает при включенном режиме *дин* и выводит свои запросы и варианты ответов в дополнительное окно возле курсора на графическом экране в виде таблицы. Рассмотрим это на примере команды ОТРЕЗОК.

Щелкаем по пиктограмме команды ОТРЕЗОК - система выдает первый запрос команды:

Первая точка:

В этот момент нет опций и пользователю предлагается указать каким-нибудь способом точку, которая станет начальной точкой отрезка (рис. 18). Предположим, пользователь ввел с клавиатуры координаты 83.7, 38.1 (при вводе координат с клавиатуры запятая является разделителем между абсциссой и ординатой, а точка используются как разделитель между целой и дробной частями).

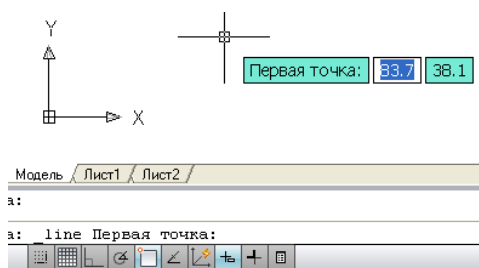


Рис. 18

Система приняла эту точку и выдала следующий запрос, в котором появилась одна опция (Рис. 19):

Следующая точка или [Отменить]:

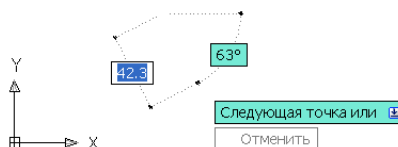



Рис. 19

На рисунке 19 в дополнительном окне, ниже текста запроса показана таблица с одной опцией *Отменить*. Но первоначально система выдает только текст запроса. Для вывода таблицы с опциями необходимо нажать клавишу «↓» на цифровой клавиатуре (на это указывает значок  после текста запроса на графическом экране).

В качестве вариантов ответа пользователь может указать следующую точку отрезка или выбрать опцию *Отменить*, которая в данной команде отменит последнюю введенную точку. Для выбора этой опции необходимо сначала дважды нажать клавишу «↓» (после первого нажатия появится таблица опций, после второго – опция *Отменить* пометится точкой) и затем нажать <Enter> или щелкнуть левой кнопкой мыши в клетке с опцией *Отменить*.

Действие опции определяется каждой командой по-своему. Одна и та же по написанию опция в разных командах может иметь разный смысл. Если команда имеет опции, пользователю предоставляется возможность указать необходимую опцию не только вводом с клавиатуры или выбором из таблицы опций, но и выбором из контекстного меню. Для этого контекстное меню


нужно вызвать щелчком правой кнопки мыши при положении курсора внутри графического экрана (другие зоны дают иные контекстные меню, не связанные с текущей командой).

Выполняемую команду можно прервать в любой момент либо нажатием клавиши <Esc>, либо выбором пункта *Отмена* из контекстного меню.

Последняя выполненная команда повторяется системой, если нажать клавишу <Enter>.

1.4 Сохранение рисунка

В системе AutoCAD имеются две основные команды сохранения текущего рисунка:

- БСОХРАНИТЬ (рис. 20) – ей соответствует кнопка  панели быстрого доступа; панели инструментов *Стандартная*; пункт меню СОХРАНИТЬ меню **ФАЙЛ**;
- СОХРАНИТЬ КАК – ей соответствует пункт СОХРАНИТЬ КАК того же меню **ФАЙЛ**.

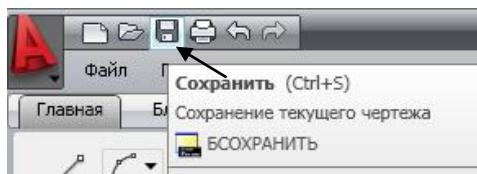


Рис. 20

Команда СОХРАНИТЬ КАК открывает окно **Сохранение чертежа** (Рис. 21), в котором нужно указать имя сохраняемого файла и будет указан его формат. Команда БСОХРАНИТЬ выполняет быстрое сохранение рисунка под тем же именем. Если рисунку еще не было присвоено имя и он условно называется *Чертеж1.dwg* (или ...2..., или ...3... и т.д.), система попросит указать имя файла для сохранения.

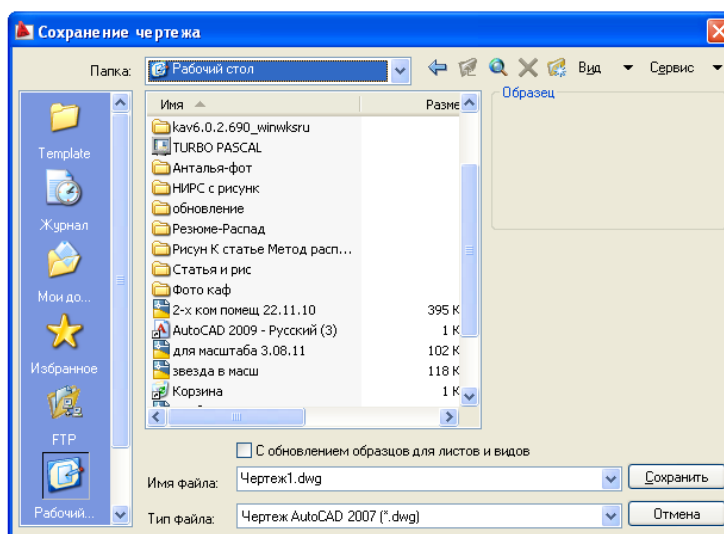



Рис. 21

В окне пользователю предоставляется также доступ к таким важным папкам

операционной системы, как **Мои документы**, **Рабочий стол**. Команды сохранения могут сохранять рисунок в любом из десяти форматов, который можно указать, щелкнув по раскрывающемуся списку **Тип файла** - нижняя строка на рис.21.

1. 5 Управление просмотром чертежа

1.5.1 Панорамирование

Для обеспечения удобства работы система AutoCAD имеет специальные команды, управляющие отображением на экране нужной части рисунка. Команда ПАНОРАМИРОВАНИЕ (ПАН) присутствует в контекстном меню, вызываемом правой кнопкой мыши в графическом экране (рис. 22) и выполняет операцию *панорамирования* (перемещение центра вида в любом направлении без изменения масштаба отображения). Команду можно вызвать, введя ее имя в командной строке или щелкнув по кнопке  в строке состояния AutoCAD, или на панели инструментов **Стандартная**.

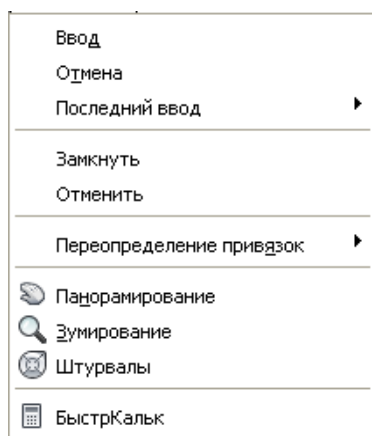



Рис. 22

Команда ПАН работает следующим образом. Если после старта команды, переместить курсор в окно документа, то форма курсора изменится на значок *панорамирования* в виде ладони. Теперь нужно нажать левую кнопку мыши и, не отпуская, перемещать курсор в другое место. Вместе с курсором будет двигаться весь рисунок. Отбуксировав изображение на новое место, можно отпустить левую кнопку мыши. Масштаб изображения в новом окне сохранится, а отображаемая зона сместится (при этом что-то может оказаться за пределами нового окна и стать невидимым, а что-то – ранее невидимое – появится). Затем, при необходимости, можно перенести курсор к новому месту начала операции панорамирования и выполнить операцию буксировки еще раз. Когда операция панорамирования будет завершена, следует воспользоваться подсказкой, выдаваемой система AutoCAD:

Нажмите ESC или ENTER для выхода, или правую кнопку мыши для вывода контекстного меню.

Клавиши *<Enter>* и *<Esc>* позволяют завершить команду панорамирования. Функции вертикального и горизонтального панорамирования выполняют кнопки полос прокрутки графического экрана. Эти кнопки перемещаются сами вслед за курсором во время работы команды ПАН.

1.5.2 Зумирование

Кнопка  операции зумирования (ПОКАЗАТЬ) находится на панели инструментов *Стандартная* рабочего пространства *Классический AutoCAD*, на панели *Утилиты Главной* вкладки и в *строке состояния* рабочего пространства *2D построения и аннотации* (рис. 23).

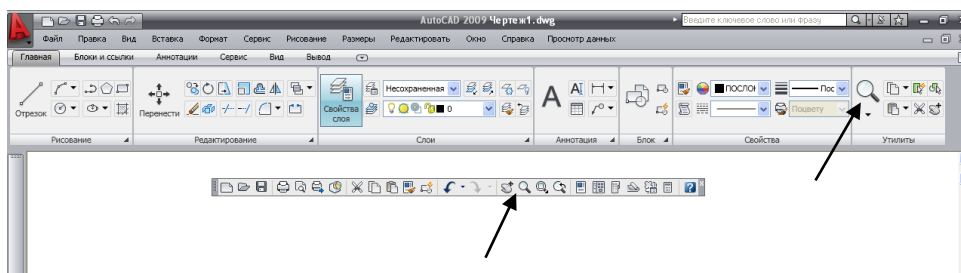


Рис. 23

После того, как вы щелкнули по кнопке зумирование на панели инструментов *Стандартная* рабочего пространства *Классический AutoCAD*, нужно его переместить в зону графического окна. Форма курсора примет вид увеличительного стекла со знаками «+» и «-». Затем необходимо нажать левую кнопку мыши и, не отпуская, двигать курсор вверх или вниз. Если двигать вверх, то изображение на экране увеличивается, если вниз – уменьшается.

Если щелкнуть такую же кнопку в *строке состояния* или на панели *Утилиты* рабочего пространства *2D построения и аннотации* (рис. 23), то выполняется команда ПОКАЗАТЬ, предназначенная для операций изменения окна отображения текущего рисунка. После вызова команда ПОКАЗАТЬ выдает следующий запрос:

Укажите угол рамки, введите масштаб(пX или пXP), или [Все/ Центр/Динамика/Границы/Предыдущий/Масштаб/Рамка/Объект] <реальное время>:

В ответ на этот запрос можно выбрать один из вариантов (рис.24):

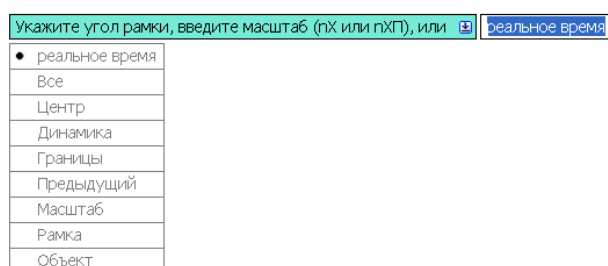


Рис.24

- указать одну из опций (*Все, Центр, Динамика, Границы, Предыдущий, Масштаб, Рамка, Объект*);
- ввести положительное число масштаба;
- указать с помощью мыши точку (первый угол будущей рамки), подразумевается опция *Рамка*;
- нажать клавишу *<Enter>*, перейдя в режим зумирования – *реальное время*;
- нажать правую кнопку мыши (если курсор находится внутри графического экрана) и выбрать необходимую опцию из контекстного меню.

Опция *Рамка*

При выборе этой опции система AutoCAD запрашивает два угла (две угловые точки) для задания прямоугольной зоны в видимой части рисунка, которая будет увеличена до размеров всего графического экрана. Сначала выдается запрос:

Первый угол:

После указания точки первого угла запрашивается точка второго угла:

Противоположный угол:

Вслед за этим вид плавно изменится и в новом окне, отмеченная на предыдущем шаге область рисунка, займет все окно.

Опция *Объект*

Если в рисунке до команды ПОКАЗАТЬ с опцией *Объект* не было выбранных объектов, то система AutoCAD запрашивает:

Выберите объекты:

После выбора объекта или объектов (окончание выбора – нажатие клавиши *<Enter>*) система изменяет окно таким образом, чтобы выбранные объекты оказались полностью видимыми и расположились в центре вида. Масштаб подбирается таким, чтобы увеличение было максимальным, но с выполнением двух предыдущих условий.

Опция *Центр*

В этой опции система запрашивает сначала точку центра будущего окна, а затем его вертикальный размер в единицах рисунка. В скобках AutoCAD предлагает предыдущий размер экрана по вертикали, что может являться ориентиром для пользователя.

Опция *Границы*

Опция *Границы* позволяет указать в активном видовом экране самое меньшее прямоугольное окно (границы рисунка), в котором отображаются все ранее построенные объекты текущей вкладки рисунка, находящиеся на включенных и размороженных слоях. Эта опция является оптимальным вариантом, если вы хотите увидеть на экране весь чертеж.

Опция *Все*

Опция *Все* аналогична опции *Границы*, но при этом минимальное окно выбирается так, чтобы в него целиком вошла еще и *зона лимитов*. Если зона лимитов заполнена мало, это может привести к такой ситуации, когда новое

окно окажется полупустым. Границы зоны лимитов обычно задаются на этапе создания рисунков (режим *сетка* - стр.10).

Опция *Предыдущий*

Эта опция команды ПОКАЗАТЬ возвращает пользователя к предыдущему окну, если оно было дано в данном сеансе работы AutoCAD. Возврат к предыдущему окну может быть выполнен не более десяти раз, т.к. более ранняя информация утрачивается. Также эта опция вынесена на кнопку панели инструментов **Стандартная** рабочего пространства **Классический AutoCAD**.


Опция *Масштаб*

Эта опция запрашивает ввод масштаба в виде числа с возможным окончанием *X*. Данная опция аналогична опции *Центр*, однако размер нового окна выбирается исходя из множителя (масштаба), введенного пользователем. Масштаб больше единицы увеличивает отображение объектов, меньше единицы – уменьшает.

Опция *Динамика*

Опция *Динамика* дает возможность выбрать новое окно в динамическом режиме. При этом, сначала система выполняет опцию *Все*, демонстрируя контуры предыдущего окна и контуры зоны границ, а затем переходит в режим панорамирования. Можно перемещением курсора и щелчком левой кнопки мыши выбрать положение левой границы будущего окна. Затем, двигая курсор вправо или влево, можно установить размеры окна и зафиксировать их левой кнопкой мыши. Далее можно переместить рамку нового окна в нужное место и нажать клавишу *<Enter>*.

Штурвал и видовой куб.

Для просмотра моделей и чертежей в систему включены еще два средства - штурвал и видовой куб. Кнопка  в строке состояния и в ленте *Главной* вкладки **РП 3D моделирование** соответствует команде НАВШТУРВАЛ. Эта команда предназначена для вызова *штурвала* (рис.25) – инструмента быстрого перемещения по файлу чертежа с помощью курсора. Работая со сложной трехмерной моделью, можно с помощью штурвала без особых усилий облететь нужные объекты, осмотреть комнаты здания. Щелчок по этой кнопке запускает *штурвал*, который фактически является не чем иным, как меню необычной формы. По умолчанию он имеет тип *суперштурвала* (один из трех возможных типов) и работает в режиме *большого штурвала*. Другой возможный режим называется *мини-штурвалом*.

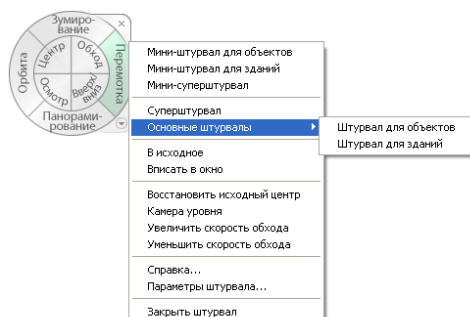


Рис.25 Большой суперштурвал

Штурвал разделен на сегменты, щелчок по каждому из которых запускает соответствующий инструмент двумерного или трехмерного перемещения. По умолчанию штурвал динамичен: он привязан к курсору и двигается вместе с ним, а закрыть его можно с помощью крестика, который находится в правом верхнем углу на самом значке штурвала.

В каждом из двух режимов - *большой штурвал* или *мини-штурвал* - он может быть трех типов:

- *суперштурвал* – штурвал, включающий все возможности;
- *штурвал для объектов* – для 3D-облета элементов модели;
- *штурвал для зданий* – для обхода зданий (на фиксированной высоте).

Быструю настройку режима и выбор типа можно выполнить в контекстном меню (рис.25), которое вызывается щелчком правой кнопки мыши на штурвале.

Еще одно важное средство быстрого управления видами – *видовой куб*. Это специальное меню в форме куба в правой верхней части графического экрана.

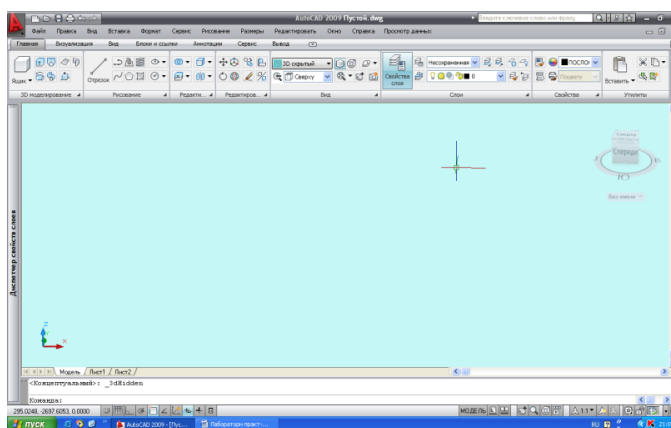

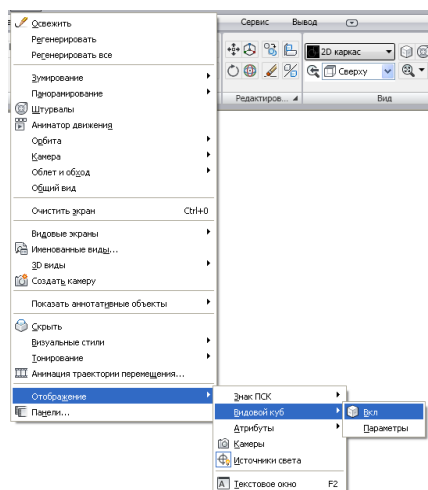


Рис. 26

Оно вызывается с помощью кнопки  панели *Вид* на вкладке *Главная РП* (Рабочего Пространства) *3D моделирование* (рис.26). Или можно вызвать с помощью падающего меню **ВИД | ОТОБРАЖЕНИЕ | ВИДОВОЙ КУБ | ВКЛ** (рис.27).



Видовой куб отражает изменения текущего вида и состоит из пяти элементов:

- самого куба;
- компаса в форме круга;
- значка дома, используемого для возврата в исходный (начальный) вид;
- меню систем координат текущего чертежа;
- стрелок в верхнем правом углу для поворота на 90 градусов в обоих направлениях относительно оси, расположенной перпендикулярно плоскости экрана (рис.28).

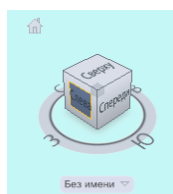


Рис.28

1. 6 Точки и координаты

Ввод координат точек – это один из центральных вопросов при работе с системой. Именно точки нужны для построения графических объектов: концы отрезков, центр окружности, вершины многоугольника и т.д. Для этого необходимо решить вопрос о выборе единиц измерения и основных режимах построения графических объектов. Рисунки AutoCAD строятся в условных единицах, интерпретация которых зависит от пользователя. Чаще всего это миллиметры, но могут быть микроны, метры, километры, футы и дюймы или что-нибудь другое.

В стандартном варианте система предлагает два типа единиц измерения – метрические (миллиметры) и британские (футы и дюймы). Естественно, что выбирается метрический тип, т.е. миллиметры.

Визуальные координаты

Самый простой способ ввода точек – это *визуальный*, когда щелчком левой кнопки мыши указывается на экране положение точки. Этот способ, в основном, эскизный в силу своей быстроты и доступности. Например, в команде ОТРЕЗОК, щелкнув несколько раз мышью, можно задать несколько точек и нажатием клавиши <Enter> завершить команду. Затем можно воспользоваться режимом *орто*, в котором система рисует строго вертикальные или строго горизонтальные сегменты.

Координаты и системы координат ПСК

Для точного ввода координат можно использовать методы записи в нескольких системах координат, которые перемещаются и обеспечивают удобство записи и размещение плоскостей видов чертежа.

Для указания новых плоскостей построений, не совпадающих с обычной плоскостью XU (ее систему называют *мировой системой координат*, или *МСК*), а также для переноса и поворота осей системы координат в той же плоскости, служит механизм *пользовательских систем координат (ПСК)*. Задание новой системы выполняется командой ПСК, т.е. она позволяет задать начало новой системы координат и положение новых осей X и Y , а положение новой оси Z , зависящей от положения соответствующих осей X и Y , определяется автоматически. Команде ПСК соответствуют панели инструментов *ПСК* в *РП Классический AutoCAD* и во вкладке *Вид* на ленте (рис. 29).

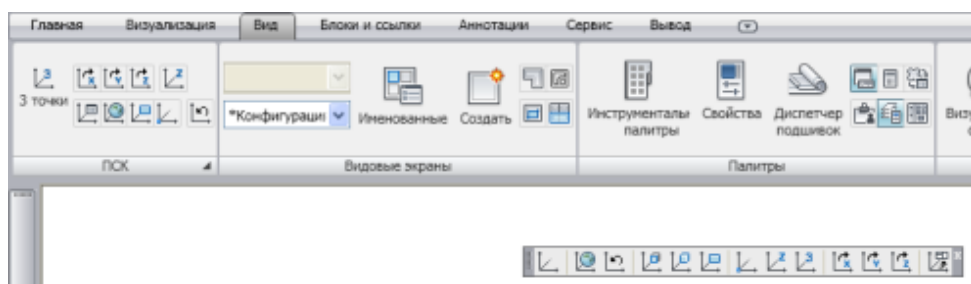


Рис.29

Задание декартовых координат

Для указания точек при создании объектов, можно вводить абсолютные и относительные декартовы (прямоугольные) координаты. Чтобы воспользоваться декартовыми координатами для задания точки, нужно ввести значения X и Y , разделенные запятой (X,Y). Координата X определяет расстояние от начала координат по горизонтали, Y – по вертикали. Значения расстояний могут быть положительными или отрицательными. Абсолютные координаты базируются на исходной точке *ПСК* ($0,0$), на пересечении осей X и Y . Использование этого способа ввода можно применять при отключенном динамическом вводе *дин*, если известны точные координаты точки.

При включенном динамическом вводе *дин* вводить абсолютные координаты можно только с префиксом $\#$.

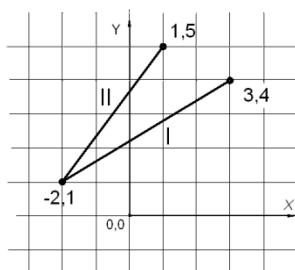


Рис.30

На приведенном примере показаны две линии I и II с общим началом в точке $X=-2$ и $Y=1$ (рис.30). Их вторые координаты также имеют одинаковые значения: $X=3$, $Y=4$, но вводятся они разными командами. Для первой линии I вторая точка вводится с префиксом: # 3,4 — т.е. эти значения указывают на точку, удаленную от исходной точки ПСК (0,0) на 3 единицы по оси X и на 4 единицы по оси Y — это абсолютные координаты в точке (3,4) относительно начала координат (0,0).

Для второй линии II при вводе значений второй точки ($X=3$, $Y=4$) префикс # не используется. В этом случае отсчитываются 3 единицы в направлении оси X и 4 единицы в направлении оси Y относительно введенной точки (-2, 1). Таким образом, конец отрезка имеет координаты в точке (1,5) — т.е. система ввела координаты (3,4) относительно последней введенной точки (-2, 1).

Рассмотрим другой пример: построим на одном рисунке два объекта, состоящих из нескольких отрезков, для которых задаются одинаковые координаты, но при разных режимах динамического ввода - *дин* (рис.31):

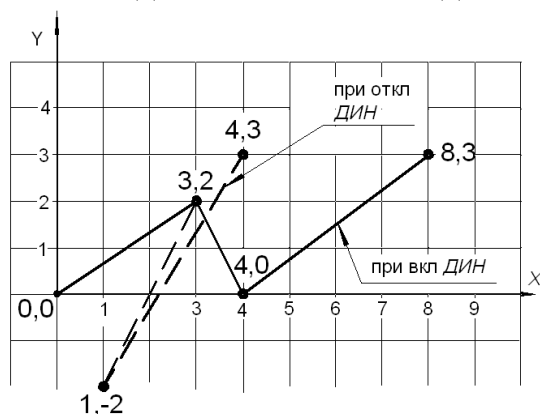


Рис.31

Активизируем вкладку Вид: на панели инструментов ПСК щелкаем левой кнопкой мыши пиктограмму команды НАЧАЛО и устанавливаем ПСК в произвольной точке графического поля.

Используя команду ОТРЕЗОК, нужно построить ломаную линию, состоящую из 3-х отрезков, последовательно задавая координаты концов.

Координаты точек имеют следующие значения:

- (0,0);
- (3,2);
- (1,-2);
- (4,3).

В строке состояния выключим режим динамического ввода: *дин* — «выкл».

Команда: ОТРЕЗОК — запрашивает в цикле точки, которые использует как концы строящихся отрезков. На рис.31 эта ломаная показана в виде пунктирной линии, за исключением первого отрезка. Видно, что концы отрезков имеют координаты, совпадающие с заданными, т.е. команда вводит абсолютные координаты относительно исходной точки ПСК (0,0).

В строке состояния включим режим динамического ввода: *дин* - «вкл».

Команда: ОТРЕЗОК – процедура построения повторяется, но результат не совпадает с предыдущим, кроме первого отрезка. Координаты концов отрезков, начиная со второго, вычисляются и откладываются относительно координат последней введенной точки, т.е. команда вводит относительные координаты – значения смещений координат точки относительно предыдущей точки (рис.31-сплошная линия).

Таким образом, для ввода абсолютных декартовых координат (2D)

- на запрос координат точки при вводе используется следующий формат:
X,Y

Если динамический ввод отключен, то координаты вводятся в командной строке, используя следующий формат:

X, Y

Для ввода относительных декартовых координат (2D)

- на запрос координат точки значения координат вводятся в формате:
@ X,Y

Если динамический ввод включен, то используется следующий формат:

X, Y

Задание полярных координат

Следующий способ ввода точек при создании объекта – это ввод абсолютных и относительных полярных координат. Чтобы для задания точки воспользоваться полярными координатами, нужно ввести значения расстояния и угла, отделяемые друг от друга символом угловой скобки (<).

Возрастание величин углов происходит при движении против часовой стрелки. Чтобы указать направление по часовой стрелке, нужно ввести отрицательное значение угла. В отличие от декартовых координат, в такой форме записи нет запятых. Абсолютные полярные координаты измеряются от исходной точки ПСК (0,0), которая является пересечением осей X и Y и используются в том случае, когда известны точные координаты точки, выраженные линейными и угловыми единицами.

Пример на рисунке 32 иллюстрирует построение двух отрезков в абсолютных полярных координатах с использованием текущего направления отсчета углов – против часовой стрелки.

Команда ОТРЕЗОК:

от точки: # 0,0

к точке: # 4<120

к точке: # 5<30

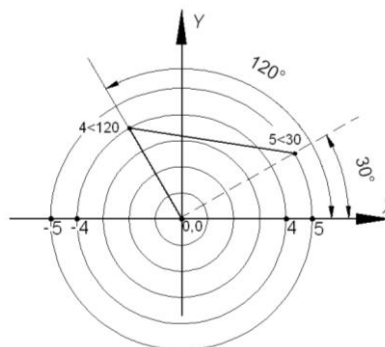


Рис. 32

Относительные полярные координаты отсчитываются относительно последней введенной точки. Для обозначения относительных координат используется знак @ перед числовыми значениями. Следующий пример иллюстрирует построение двух отрезков в относительных полярных координатах. В каждой иллюстрации отрезок начинается в местоположении, обозначенном как предыдущая точка (рис.33a,b).

Команда ОТРЕЗОК:

от точки: *послед. введен-я точка*

к точке: @3<45 (Рис.33a)

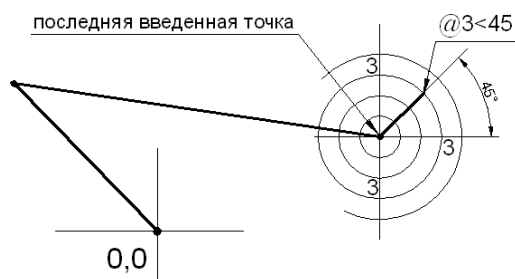


Рис.33a

Команда ОТРЕЗОК:

от точки: *послед. введен-я точка (@3<45)*

к точке: @5<285 (Рис.33b).

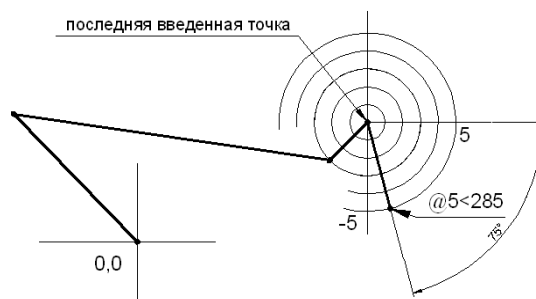


Рис.33b

Т.е. от предыдущей точки (@3<45) по оси X откладывается вектор длиной 5 единиц и поворачивается против часовой стрелки на угол 285°- текущее направление отсчета углов.

На рисунке показан раствор угла не 285°, а остаток - 75°, т.к. при вводе размеров отображаются только острые углы, то есть все углы, равные или меньше 180 градусов. Поэтому угол в 285° отображается как угол, равный 75°.

1.7 Понятие о пользовательской системе координат в 3D.

Возможность управления пользовательской системой координат (ПСК) является важным условием для эффективного построения моделей в трехмерном пространстве. При работе в 3D пользовательская система координат полезна для записи координат, создания 3D объектов на 2D плоскостях видов чертежа и для поворота объектов в 3D. При создании или редактировании объектов в 3D среде, можно перемещать и переориентировать ПСК в 3D пространстве модели с целью упрощения работы. Плоскость XY ПСК именуется *плоскостью видов чертежа*.

Существует несколько способов задания ПСК. Положение координатной системы можно сохранять и восстанавливать. Пользователь определяет ПСК с

целью изменить местоположение исходной точки $(0,0,0)$, местоположение и угол поворота плоскости XU и ориентацию плоскости XU или оси Z . Пользователь может расположить и сориентировать *ПСК* на любом месте в 3D пространстве и может определить, сохранить и заново вызвать такое количество сохраненных адресов *ПСК*, какое ему требуется.

С помощью функции динамической *ПСК* можно на время автоматически выровнять XU – плоскость *ПСК* по плоскости в модели тела при создании объекта. Например, можно установить динамическую *ПСК* (*ДПСК*) на грань модели тела, расположенной под углом с целью создания на этой грани ящика или параллелепипеда (рис. 34). На рисунке грань показана пунктирной линией.

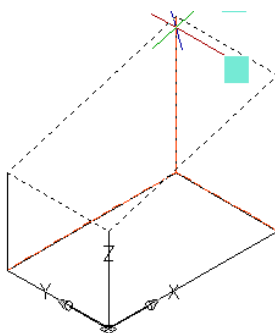


Рис.34

Для этого необходимо на панели инструментов *ПСК* вкладки *Вид* щелкнуть по треугольному значку и в раскрывшемся списке выбрать команду ГРАНЬ. Затем на запрос команды:

Выберите грань твердотельного объекта

устанавливаем курсор, который переходит в режим редактирования (в виде квадратика), на наклонной грани, в районе верхнего угла и щелкаем левой кнопкой мыши (рис.35). Новая *ПСК* устанавливается в верхнем левом углу

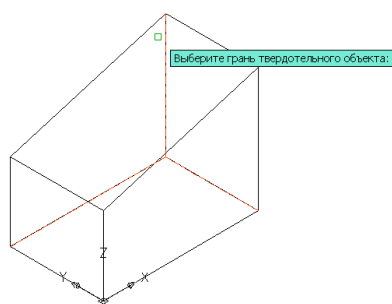


Рис.35

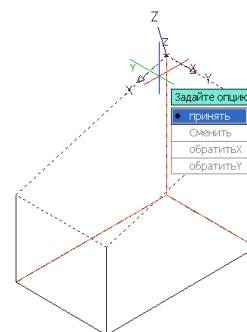


Рис.36

с запросом *принять* по умолчанию, с чем соглашаемся и нажимаем клавишу $\langle Enter \rangle$ (рис.36). Курсор изменяется для отображения направления осей динамической *ПСК*, что позволяет создавать объекты на расположенной под углом грани (рис.37).

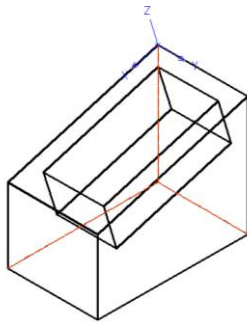


Рис.37

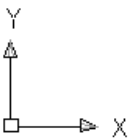
Примечание: Для отображения меток XYZ на курсоре нужно вызвать контекстное меню ДПСК – щелкнуть правой кнопкой мыши на значке ДПСК – и выбрать «отобразить метки на перекрестьях».

Назначение ПСК видовому экрану.

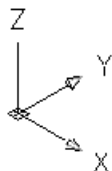
Чтобы облегчить редактирование объектов на различных видах, можно определить отличную от других ориентацию ПСК для каждого вида.

На видовые экраны можно выводить различные виды модели. Один из примеров возможных конфигураций – виды сверху, спереди, слева и в изометрии. Чтобы повысить удобство работы, для каждого видового экрана можно задать и сохранить отдельную ПСК. В этом случае, при переключении между видовыми экранами, не происходит потери информации о ПСК каждого из них.

Для облегчения работы с ПСК можно пользоваться знаком пользовательской системы координат. Имеется несколько вариантов этого знака, у которого можно изменить его размер, расположение и цвет. Для представления ПСК можно выбрать один из трех знаков:



Знак 2D ПСК



Знак 3D ПСК



Раскрашенный знак

Затененный знак ПСК отображается при использовании различных визуальных стилей 3D вида. При наличии нескольких видовых экранов на каждом из них отображается свой знак ПСК, что облегчает визуальное представление ориентации плоскости чертежа. Для трехмерного знака ПСК также можно изменять размер, цвет, тип стрелок и толщину линий.

Для настройки параметров знака ПСК необходимо:

- выбрать меню **ВИД I ОТОБРАЖЕНИЕ I ЗНАК ПСК I СВОЙСТВА;**
- в диалоговом окне «знак ПСК» настроить параметры;
- нажать «ОК».

Получение сведений о площади и свойствах массы.

Программа позволяет получить данные о площади, периметре и свойствах массы для области, ограниченной выбранными объектами или последовательностью точек. Для вычисления площади объекта:

1. Выбрать в падающем меню **СЕРВИС I СВЕДЕНИЯ I ПЛОЩАДЬ**
2. Выбрать объект.

Выводятся значения площади и периметра указанного объекта (рис.39).



Рис.39

II. Прimitives на плоскости

2.1 Построение геометрических объектов

1.1 Команда **ОТРЕЗОК** – самый употребительный примитив. Для построения отрезка используется команда **ОТРЕЗОК**, которую можно ввести с клавиатуры или вызвать с помощью четырех элементов интерфейса: кнопки панели инструментов *Рисование РП Классический AutoCAD* (рис.40), панели инструментов *Рисование* вкладки *Главная* ленты (рис.41),

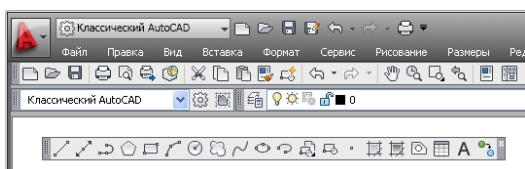


Рис. 40

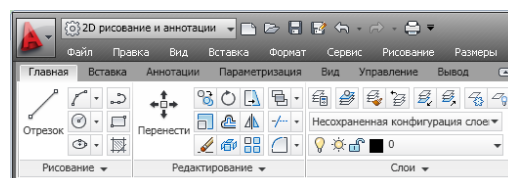


Рис. 41

пункта падающего меню **Рисование** команды **ОТРЕЗОК** и аналогичного значка вкладки **Чертить** инструментальных палитр – немодальное окно **Палитры инструментов** (рис.42).



Рис.42

Команда ОТРЕЗОК запрашивает в цикле точки, которые использует как концы строящихся отрезков. Окончание ввода точек – либо нажатие клавиши *<Enter>*, либо выбор соответствующего пункта контекстного меню. Еще одной возможностью завершения работы команды является выбор опции *замкнуть*, при которой отрезок строится из текущей в самую первую. Все отрезки, построенные за один вызов команды ОТРЕЗОК, являются объектами самостоятельными (их можно отдельно отредактировать или удалить). Отрезкам можно назначать такие свойства, как цвет, тип и вес линий.

Пользователь может вводить значения координат конечной точки с использованием либо абсолютных, либо относительных координат. Задать объектную привязку относительно имеющегося объекта. Например, в качестве одной конечной точки отрезка можно задать центр окружности.

1.2 Команда ТОЧКА. Точки, как примитивы AutoCAD, применяются не так часто. Их называют также *узловыми точками*, по аналогии с функцией объектной привязки *Узел*. При работе со сложными трехмерными моделями точки могут быть полезны для облегчения привязки к труднодоступным местам.

Для создания узловых точек в системе AutoCAD предусмотрена команда - ТОЧКА. Прежде, чем перейти к рассмотрению этой команды нужно решить один вопрос – как отображать эти точки на рисунке? Можно воспользоваться естественным вариантом отображения, предусмотренному по умолчанию, – в виде одного пикселя. Но он неудобен, поскольку такие точки практически невозможно увидеть на экране. Для задания вида точки нужно вызвать команду из падающего меню **ФОРМАТ I ОТОБРАЖЕНИЕ ТОЧЕК**, которая вызывает диалоговое окно **Отображение точек** (рис.43). В этом окне необходимо отметить ту форму точки, которую считаете нужной. Рекомендуется выбрать форму в виде *x*. В этом же окне можно задать и размеры символа точки, которые могут измеряться либо в процентах от размера экрана, либо в абсолютных единицах. Завершив настройку, нужно закрыть окно. Если узловые

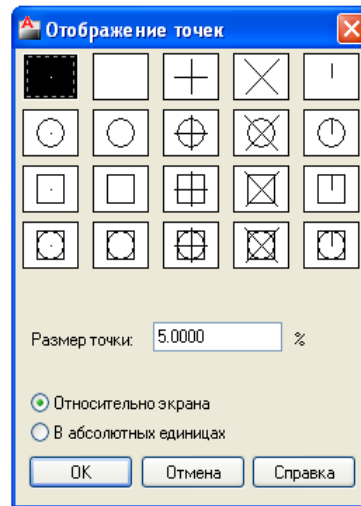


Рис. 43

точки уже были созданы в рисунке, система AutoCAD автоматически перерисует их в новой форме. Представленные таким образом точки могут быть использованы для построения новых объектов с помощью функции объектной привязки Узел.

1.3 Построение криволинейных объектов.

К криволинейным объектам относятся окружности, дуги окружностей, кольца, эллипсы, полилинии и сплайны. Они имеют много общего, поэтому рассматриваются вместе.

А. Построение дуг.

Дуги можно строить разными способами с использованием различных сочетаний таких параметров, как центральная, начальная и конечная точки, радиус, центральный угол, длина и направление хорды (рис.44). Обычно дуги создаются в направлении против хода часовой стрелки (кроме одного метода, который рассмотрен ниже).

а) Построение дуг по трем точкам.

В этом примере начальная точка дуги совпадает с конечной точкой отрезка. Вторая точка дуги привязана к средней окружности.

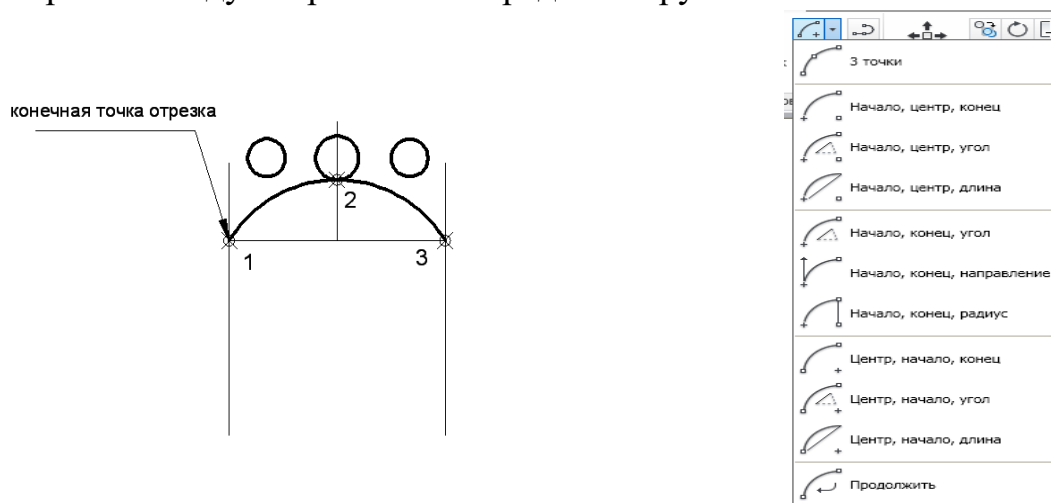


Рис. 44

б) Построение дуги по началу, центру и концу.

Если известны начальная, центральная и конечная точки, то построение дуги можно начать с указания как начальной, так и центральной точки.

с) Построение дуги по началу, центру и углу.

Если известны начальная точка, центр дуги и центральный угол, то можно воспользоваться опцией «Начало, центр, угол» или «Центр, начало, угол». Положение конечной точки определяется центральным углом. Если же известны начало и конец, но неизвестен центр дуги, следует воспользоваться методом «Начало, конец, угол».

д) Построение дуги по началу, центру и длине хорды.

Если известны начальная точка, центр дуги и длина хорды, то можно воспользоваться методом «Начало, центр, длина» или «Центр, начало, длина». Длина хорды определяет центральный угол дуги.

е) Построение дуги по началу, концу и направлению/радиусу.

Если известны начальная и конечная точки, то можно воспользоваться методом «Начало, конец, направление» или «Начало, конец, радиус».

На чертеже слева показана дуга, построенная путем указания начальной точки, конечной точки и радиуса. Радиус задается с клавиатуры или путем перемещения курсора в требуемом направлении с последующим вводом точного значения расстояния (рис.45).

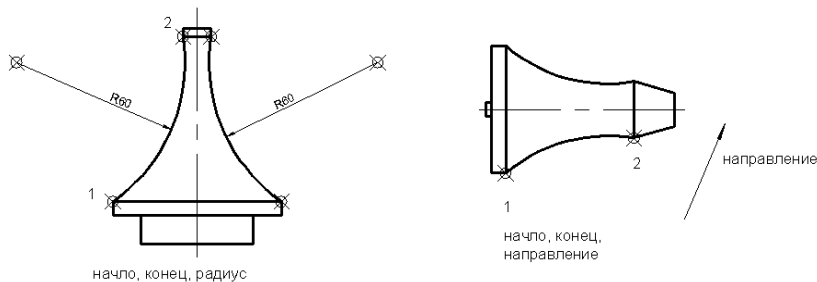


Рис.45

На чертеже справа изображена дуга, построенная с помощью устройства указания путем задания начальной и конечной точек и направления касательной. Если курсор перемещается вверх от начальной и конечной точек, то строится вогнутая дуга, как показано в данном случае. При перемещении курсора вниз, строится выпуклая дуга.

В. Построение кругов.

Для построения кругов используются различные сочетания таких параметров, как положение центра, радиус, диаметр, положение точек окружностей и других объектов. По умолчанию построение производится по заданному центру и радиусу. Существуют также пять дополнительных методов построения, которые показаны на рисунке 46.

Рисование *окружностей* (кругов) выполняются с помощью команды КРУГ. Эту команду можно вызвать из панели инструментов *Рисование* или из подменю

РИСОВАНИЕ I КРУГ, которое имеет шесть пунктов, отвечающих шести вариантам работы команды. Кроме того, соответствующие кнопки имеют панель Рисование *Главной* вкладки ленты и палитра *Чертить* из инструментальных палитр (см. рис.40,41,42 и 46).

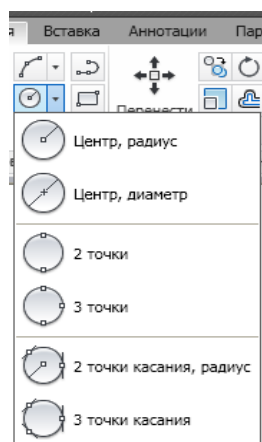


Рис. 46

При вызове команды КРУГ AutoCAD выдает запрос:

Центр круга или [3Т/2Т/ККР(кас кас радиус)]:

Если в ответ на это указать точку, она станет центром будущей окружности, и будет выдан следующий запрос:

Радиус круга или [Диаметр]:

В этот момент можно ввести число, которое станет величиной радиуса окружности. Радиус можно задать и точкой (AutoCAD измерит расстояние от центра окружности до новой точки и возьмет его в качестве нового радиуса). Если выбрать опцию *Диаметр*, то появится запрос на ввод диаметра:

Диаметр круга:

Диаметр можно задать числом или указанием точки (система AutoCAD в этом случае измеряет расстояние от ранее указанного центра до новой точки и берет это расстояние в качестве величины диаметра). После задания радиуса или диаметра построение окружности заканчивается.

Для построения окружности есть несколько опций, выводимых в первом запросе. Если выбрать опцию *3Т*, система AutoCAD будет строить окружность по трем точкам плоскости. Поочередно задаются запросы на первую, вторую и третью точки, а после правильного их указания (точки не должны лежать на одной прямой) окружность появляется на экране.

Если выбрана опция $2T$, запрашивается всего две точки, но считается, что обе точки принадлежат диаметру будущей окружности (расстояние между ними равно диаметру). Система выдает такие запросы:

Первая конечная точка диаметра круга:

и

Вторая конечная точка диаметра круга: .

Опция KKP позволяет построить окружность, касающуюся двух других объектов и имеющую заданный радиус. Первый запрос:

Укажите точку на объекте, задающую первую касательную:

И когда пользователь подводит курсор к выбранному объекту, система AutoCAD показывает его обнаружение значком \bar{o} и подсказкой *Задержанная касательная*. Это означает, что точка касания к объекту будет вычислена позднее (она зависит от неизвестного второго объекта, которого строящаяся окружность должна коснуться). Обнаружение значком срабатывает только в том случае, если в строке состояния в функции объектной привязки при настройке в диалоговом окне **Режимы рисования** выбрана привязка *Касательная* (рис.47).

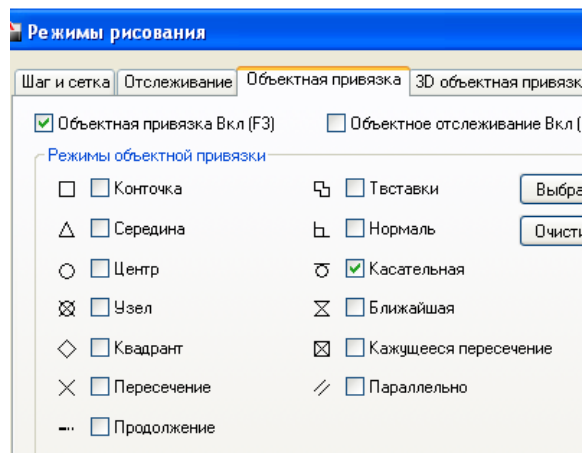


Рис.47

Второй запрос:

Укажите точку на объекте, задающую вторую касательную:

Третий запрос: *Радиус круга:*

Радиус можно задать числом или двумя точками, расстояние между которыми и станет его величиной. Если построение с указанными данными невозможно, система выдает соответствующее сообщение (обычно это бывает в том случае, когда радиус слишком мал или слишком велик). Пример результата построения приведен на рисунке 48.

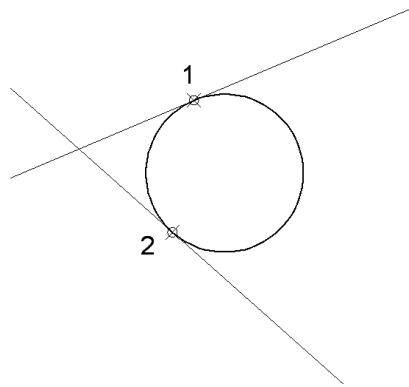



Рис. 48

Чаще всего существует несколько вариантов решения задачи построения круга, касающегося двух объектов и имеющий заданный радиус (например, для двух пересекающихся отрезков). В таком случае из всех возможных решений AutoCAD выбирает ближайшее к тем точкам (1,2), в которых были помечены объекты для касания. Поэтому к указанию точек при выборе объектов следует подходить достаточно внимательно.

В падающее меню и в ленту в число опций, кроме перечисленных, входит пункт *3 точки касания*. Однако это не новая самостоятельная опция команды КРУГ, а частный случай опции *3Т*, когда все три точки указываются с помощью автоматически включаемой функции объектной привязки *Касательная*.

Функция объектной привязки *Касательная* позволяет облегчить ряд построений, связанных с окружностями. Рассмотрим пример:

Есть окружность и нужно построить отрезок, который начинается вне окружности и касается ее.

Возьмем команду ОТРЕЗОК. Укажем начальную точку отрезка на свободном месте рисунка. После запроса на вторую точку нажмем сначала мышью на кнопку  объектной привязки *Касательная*, а затем укажем окружность (рис. 49).

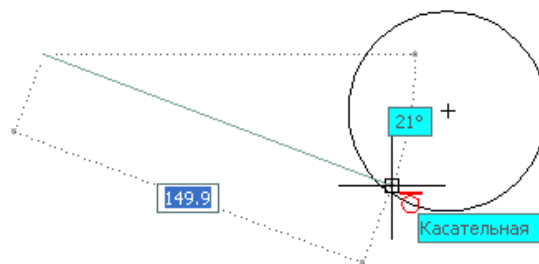


Рис.49


Точка касания вычисляется системой AutoCAD как ближайшая к тому месту, в котором мы показали окружность.

Еще один пример:

Есть две окружности и надо построить отрезок, который касается обеих.

Вызовем команду ОТРЕЗОК. И первую, и вторую точки отрезка укажем на окружности, используя функцию *Касательная*. Система AutoCAD вычислит обе точки касания (ближе к тем местам, в которых мы указали окружности) и построит отрезок.

С. Построение прямоугольника.

Команда ПРЯМОУГ рисует двумерную полилинию специального вида: в форме прямоугольника. Команда может быть вызвана с помощью кнопки  панели инструментов *Рисование* или одноименной панели ленты, или с помощью пункта меню РИСОВАНИЕ I ПРЯМОУГОЛЬНИК. Аналогичную кнопку имеет палитра *Чертить* из инструментальных палитр (рис. 40,41,42). Начальный запрос команды:

Первый угол или [Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота/Ширина]:

Если указать точку (левой кнопкой мыши любую точку на графическом поле), она станет первым углом будущего прямоугольника, для которого AutoCAD запросит противоположный угол или варианты построения:

Другой угол или [Площадь/Размеры/поВорот]:

Если указать вторую точку, обе введенные точки станут точками одной из диагоналей прямоугольника (рис.50а). Вместо второй точки можно выбрать одну из трех опций. Опция *Площадь* позволяет вычислить второй размер прямоугольника по площади и одному из размеров. Если выбрать опцию *Размеры*, то программа запросит два габаритных размера и точку ориентации. Опция *поВорот* является вспомогательной - она дает возможность задать дополнительный угол наклона прямоугольника относительно оси X.

Вернемся к опциям начального запроса команды ПРЯМОУГ:

- *Фаска* – задание длин фаски, снимаемой в каждом углу прямоугольника (рис.50b).
- *Уровень* – задание уровня для построения прямоугольника, смещенного по оси Z трехмерного пространства.
- *Сопряжение* – задание радиуса сопряжения углов прямоугольника (рис.50c).
- *Высота* – задание высоты для построения прямоугольника, выдавленного вдоль оси Z трехмерного пространства.
- *Ширина* – задание ширины полилинии, которая строится в форме прямоугольника (рис.50d).

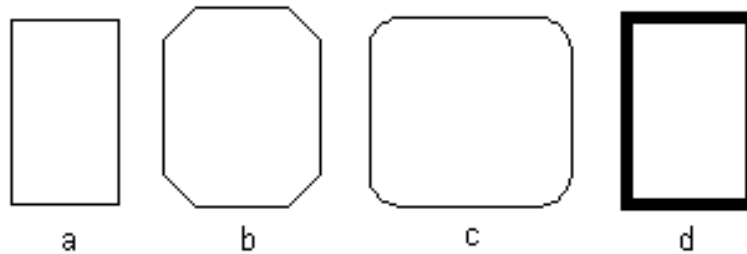



Рис.50

D. Построение многоугольника.

Команда МНОГОУГОЛЬНИК рисует полилинию в форме правильного многоугольника либо по конечным точкам одной стороны, либо по точке центра и радиусу вписанной или описанной окружности. Команда может быть вызвана с помощью кнопки  ленты (рис.51) и панели инструментов *Рисование* или с помощью пункта меню РИСОВАНИЕ I МНОГОУГОЛЬНИК. Аналогичную кнопку имеет палитра *Чертить* из инструментальных палитр (рис. 40,41,42).

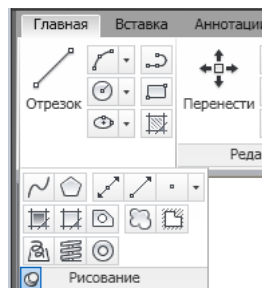


Рис.51

Первый запрос команды МНОГОУГОЛЬНИК:

Число сторон <4>:

Нужно указать число сторон многоугольника от 3 до 1024. В скобках в качестве подсказки (по умолчанию) выдается число сторон – 4.

Следующий запрос:

Укажите центр многоугольника или [Сторона]:

Если выбрать опцию *Сторона*, система AutoCAD запросит две конечные точки стороны многоугольника и по ним построит его. Если вместо опции указать точку, то система запрашивает, каким образом будет задан размер многоугольника:

Задайте опцию размещения [Вписанный в окружность/Описанный вокруг окружности]<В>:

При ответе *Вписанный*, многоугольник вписывается в некоторую окружность при ответе *Описанный* – описывается вокруг окружности. Остается запрос о величине радиуса окружности, в которую вписывается или около которой описывается многоугольник:

Радиус окружности:

На рисунке 52 приведены примеры правильных многоугольников, построенных с помощью команды МНОГУГОЛЬНИК.

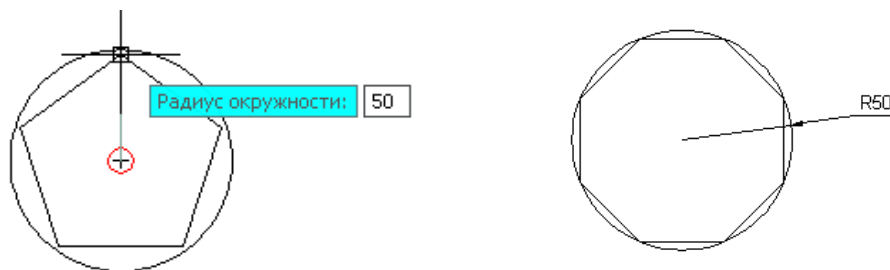


Рис.52

Е. Построение полилиний.

Полилиния представляет собой связанную последовательность сегментов; все эти сегменты являются единым объектом. Полилинии могут состоять из линейных и дуговых сегментов и их сочетаний и подходят для следующих применений:

- контурные линии на топографических картах, изобары и другие элементы научной графики;
- электрические схемы и топологии печатных плат;
- технологические схемы и схемы трубопроводов;
- профили для выдавливания и траектории выдавливания в твердотельном 3D моделировании.

Для создания полилиний предусмотрен ряд команд, в том числе ПЛИНИЯ, ПРЯМОУГОЛЬНИК, МНОГУГОЛЬНИК, КРУГ, КОНТУР и ОБЛАКО. При использовании всех этих команд создается объект типа КПОЛИЛИНИЯ (компактная полилиния). Созданную полилинию, можно редактировать с помощью ручек или команды ПОЛРЕД, а с помощью команды РАСЧЛЕНИТЬ полилинию можно преобразовать в отдельные отрезки и дуги.

Команда КОНТУР позволяет создать полилинию из границ объектов, образующих замкнутую область. Созданная таким образом полилиния, представляет собой отдельный объект, отличающийся от объектов, использовавшихся для ее создания.

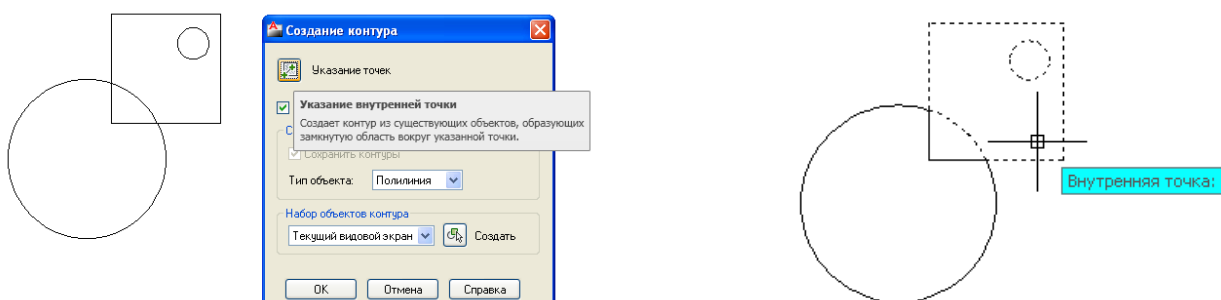



Рис.53

На рисунке 53 создан контур из существующих объектов, образующих замкнутую область указанных точек.

Команда ПЛИНИЯ служит для рисования полилиний – команда может быть вызвана с помощью кнопки  панели инструментов *Рисование* или пункта меню РИСОВАНИЕ | ПОЛИЛИНИЯ (рис.54).

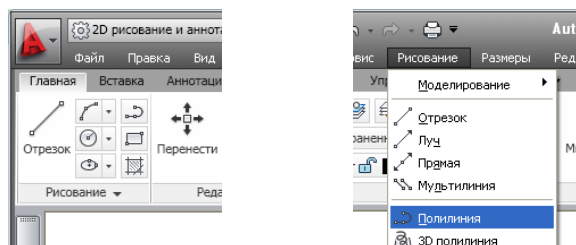


Рис.54

Первый запрос команды:

Начальная точка:

Нужно указать начальную точку полилинии. Следующий запрос циклически повторяется:

Следующая точка


или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:

Таким образом, можно последовательно указать несколько точек, которые станут вершинами полилиний, состоящих из одних прямолинейных отрезков. Кроме указания точек, можно выбирать опции, которые указаны в квадратных скобках предыдущего запроса:

- *Дуга* – переход в режим рисования дуговых сегментов полилинии;
- *Замкнуть* – добавление еще одного прямолинейного участка, замыкающего полилинию;
- *Полуширина* – задание ширины, но в терминах полуширины (т.е., если требуемая полная ширина линии равна 10, получить ее можно, задав полуширину равной 5);
- *Длина* – построение сегмента, который является продолжением предыдущего участка с заданной длиной, при этом длину можно задать числом или точкой;
- *Отменить* – отмена последней операции в команде ПЛИНИЯ;
- *Ширина* – задание ширины для очередного участка полилинии (у каждого сегмента полилинии может быть своя ширина, причем ширина в начале участка может не совпадать с шириной в конце участка); ширина распределяется поровну по обе стороны, на которой лежат вершины (точки) полилинии.

Полилиния – один из немногих объектов, которые могут иметь ненулевую ширину, т.е. переменная ширина сегментов полилинии может быть использована для графических эффектов, например, построения стрелок. Покажем, как используется эта опция с заданными параметрами:

- начальная точка (острие) – 0 ед.;
- широкая часть стрелки – 0.6 ед.;
- длина самой стрелки - 10 ед.;
- длина оперения – 20 ед.

В строке состояния включаем режим - *дин* и режим – *орто*. Вызываем команду  и на запрос:

начальная точка

на графическом поле в произвольном месте левой кнопкой мыши указываем точку – острие стрелки. На следующий запрос:

следующая точка

правой кнопкой мыши вызываем контекстное меню и выбираем опцию *Полуширина* (рис.55)

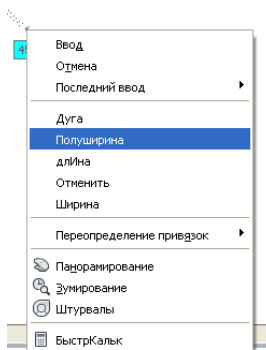


Рис.55

Выбор этой опции выдает запрос:

Начальная полуширина <0.0>: - начальная полуширина (по умолчанию – 0).

Начало стрелки имеет толщину 0, т.е. соглашаемся с начальной полушириной - <Enter>.

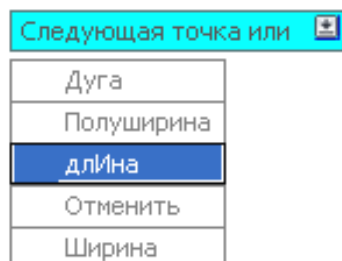
На запрос:

Конечная полуширина <0.0>:

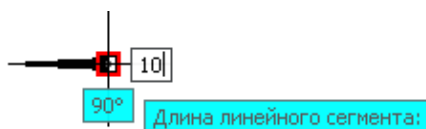
набираем на цифровой клавиатуре – 0.6 (широкая часть стрелки).

На запрос:

следующая точка



из контекстного меню выбираем «дЛина» и задаем длину стрелки – 10 <Enter>.

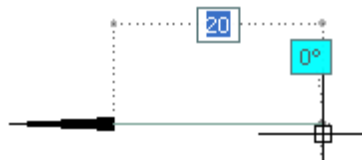


Для построения оперения, необходимо задать новую полуширину полилинии, т.к. в памяти хранится от предыдущей – 0.6

Т.е., нужно задать начальную и конечную полуширину – 0.




Затем задаем длину оперения – 20.



И в конечном итоге получаем объект с заданными параметрами.



Ф. Построение колец.

Кольца представляют собой заполненные круги или замкнутые широкие полилинии круглой формы. Для построения кольца необходимо задать его внутренний и внешний диаметры, а также центр. Вызванная команда позволяет построить любое количество колец, имеющих одинаковые диаметры, но разные центры. Команда может быть вызвана с помощью кнопки  ленты. Первый запрос:

Внутренний диаметр кольца<40>:

Второй запрос:

Внешний диаметр кольца<60>:

После задания обоих диаметров размеры кольца могут быть вычислены, и AutoCAD в цикле выдает запрос о точке центра для группы колец одного размера:

Центр кольца или<выход>:

После указания очередного центра кольца система AutoCAD рисует очередной экземпляр требуемой фигуры. Закончить команду можно с помощью клавиши <Enter>.



Примеры построения колец.

Г. Построение эллипсов.


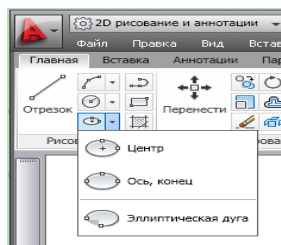
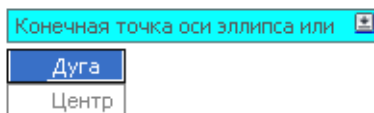
Эллипс – это геометрическое место точек, сумма расстояний до которых от двух фиксированных точек (фокусов) постоянна. Создание эллипсов и эллиптических дуг выполняется в системе AutoCAD командой ЭЛЛИПС, которая может быть вызвана кнопкой  панели инструментов *Рисование*. Аналогичная кнопка входит в палитру *Чертить* (Рис.42), варианты команд представлены в ленте (рис.56).

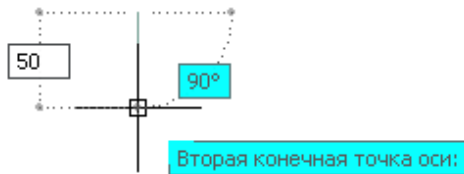
Рис.56



Первый запрос команды ЭЛЛИПС:



Если вы указали первую точку оси эллипса, следующий запрос системы таков:



На это необходимо указать вторую конечную точку оси эллипса. Система AutoCAD по первым точкам вычисляет центр эллипса (середина отрезка между первой и второй точками, т.е. $50:2=25$ – длина первой полуоси). Далее следует очередной запрос:



В этот момент можно ввести число, являющееся длиной второй оси эллипса. Если указать третью точку, система вычислит расстояние от центра до указанной точки, возьмет его в качестве длины второй полуоси (50) и построит по этим данным эллипс.


2.2 Текст и текстовые стили.

Для создания надписей в системе предусмотрены текстовые примитивы (однострочный и многострочный тексты). Управление оформлением осуществляется с помощью текстовых стилей, которые имеют привязки к файлам шрифтов AutoCAD и Windows. Более короткие фрагменты, не требующие различных шрифтов, выполняются с помощью однострочного

текста. Для длинных надписей с форматированием используется многострочный текст, который также может применяться и в выносках.

В отличие от однострочного текста, все строки многострочного текста представляют собой единый объект. Его можно перемещать, поворачивать, стирать, копировать, зеркально отображать и масштабировать. Возможности форматирования многострочного текста намного шире, чем однострочного. Например, в многострочных надписях можно задавать режим подчеркивания отдельных слов и фраз, назначать для них свой шрифт, цвет и высоту символов.

2.1 Однострочный текст.

Команде ТЕКСТ соответствует кнопка  , которая входит в панель инструментов *Аннотации* Главной вкладки (рис.57)

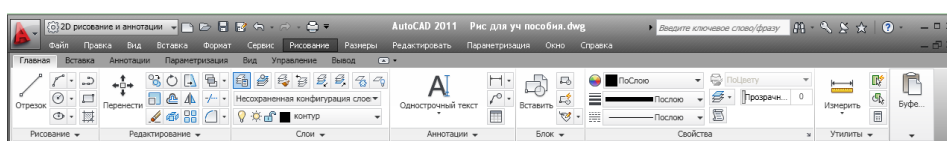


Рис.57

и во вкладке *Аннотации* в панели инструментов *Текст* (рис.58).

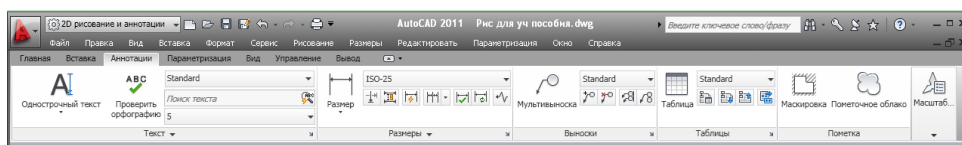
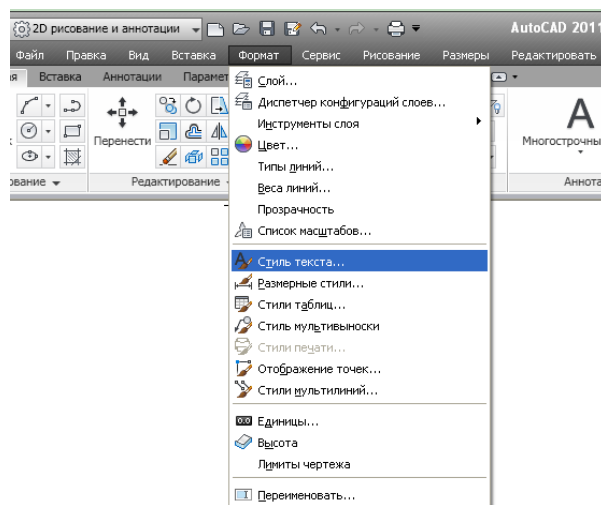
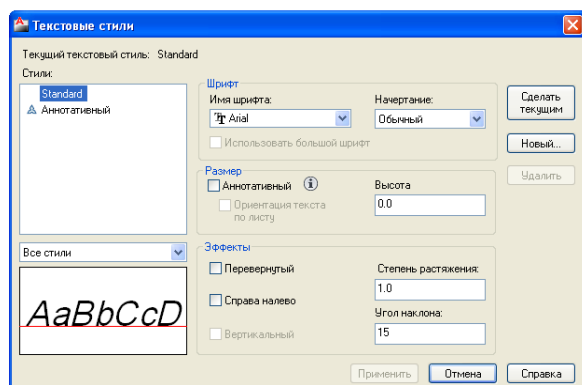


Рис.58

Прежде, чем запустить команду ТЕКСТ, необходимо задать текущий стиль. Понятие стиля включает в себя имя шрифта и ряд особенностей его использования (наклон букв относительно вертикали, наличие эффекта переворачивания и т.д.). Для задания текущего стиля (обычно им является стиль с наименованием Standard) в падающем меню нужно выбрать пункт меню **ФОРМАТ | СТИЛЬ ТЕКСТА**



и в диалоговом окне **Текстовые стили** установить все необходимые параметры.



Построение надписи начинается с ответа на запрос:

Начальная точка текста или [Выравнивание/Стиль]:

Нужно указать начальную точку текста, которая станет начальной точкой базовой линии надписи. *Базовая линия* – это условный отрезок, на котором располагаются буквы надписи без учета нижних выступающих частей (например, у букв: *g, y, p* и т.д.).

Следующий запрос:

Высота<2.5>:

Нужно ввести высоту текста. Далее появится запрос:

Угол поворота текста<0>:

Ввести число, задающее в градусах угол поворота нижнего основания надписи относительно положительного направления оси *X* (при горизонтальном положении это *0*). Если задать число *45*, то текст будет печататься под углом *45* градусов к оси *X* (см. рис.).

Угол поворота текста <0>: 45



Заключительное действие - <Enter>.

В том месте, где задали начало надписи, появится курсор в форме латинской буквы *I* в прямоугольнике. Наберите на клавиатуре строку текста любой длины. По мере ввода текст будет динамически отображаться в графическом окне. Окончанием ввода строки является нажатие клавиши <Enter>. На экране появится набранный текст, а система AutoCAD снова повторит запрос *Введите текст.*: При этом текстовый курсор переместится на строку ниже и будет готов к вводу следующей надписи (строки).

Кроме того, можно щелкнуть левой кнопкой мыши на новом месте чертежа для переноса начала следующей надписи, а затем уже ввести текст.

Редактирование текста.

В системе AutoCAD предусмотрены команды специального редактирования текста. Для простого редактирования предусмотрен пункт меню **РЕДАКТИРОВАТЬ | ОБЪЕКТ | ТЕКСТ | РЕДАКТ** (рис.59), которые вызывают команду редактирования не только текста, но и других объектов: многострочного текста, размерного текста, допусков и т.д.

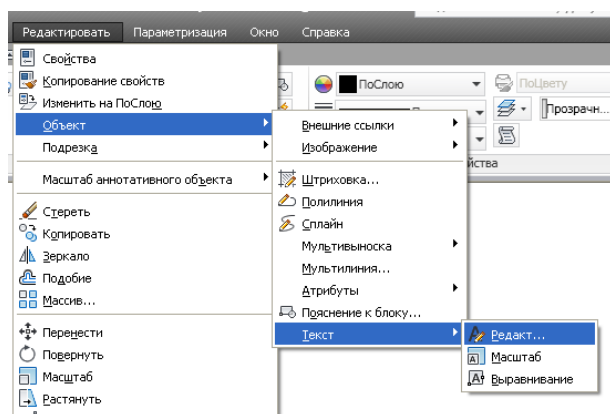


Рис.59

Команда запрашивает:

Выберите объект-аннотацию или [Отменить]:

Если указать текст, появится то же окно встроенного редактора однострочного текста, который был набран, но в нем весь текст будет выделен и надпись будет готова для полной замены (рис.60).

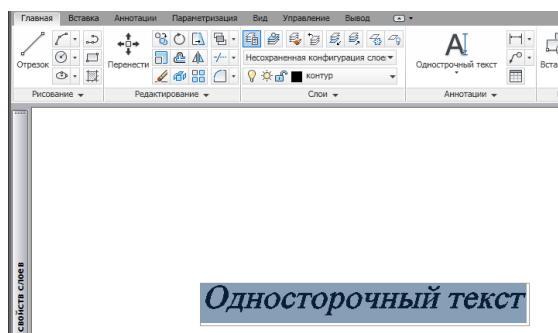


Рис.60. Выделение однострочного текста командой РЕДАКТ.

Пользователь может либо прямо ввести новый текст (старый аннулируется), либо с помощью мыши или клавиш со стрелками перевести курсор в то место, в котором должно произойти изменение.

2.2 Многострочный текст.

Многострочный текст (или *мультитекст*) может быть одним словом, а может быть текстовым участком большого объема, состоять из одного или нескольких абзацев с большим количеством предложений. Для создания *мультитекста* используется команда МТЕКСТ. Внутри мультитекста не действует единый текстовый стиль, как в однострочном тексте. Каждый символ может иметь свое индивидуальное оформление (имя шрифта, высоту, выделение курсивом и т.п.).

Создание мультитекста.

Команда МТЕКСТ позволяет нанести на чертеж целые абзацы достаточно длинного текста, создавая при этом единый примитив. Команда имеет возможности выравнивания и редактирования, которые приближаются к основным возможностям таких текстовых процессоров, как *Microsoft Word*. Команде МТЕКСТ соответствует пункт **А** меню РИСОВАНИЕ I ТЕКСТ I МНОГОСТРОЧНЫЙ и пиктограмма команды МНОГОСТРОЧНЫЙ ТЕКСТ панели инструментов *Аннотации* вкладки *Главная* ленты *РП 2D Рисование и аннотации* (рис.61).

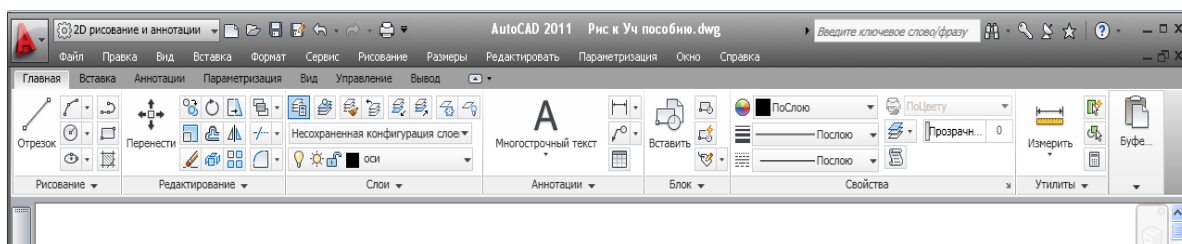


Рис.61

При выборе этой команды система AutoCAD выдает запрос об указании границы мультитекста:

Первый угол:

После указания левого верхнего угла система выдает запрос, ответом на который должен быть указан правый нижний угол мультитекста. После указания точек раскрывается окно редактора мультитекста (рис.62).

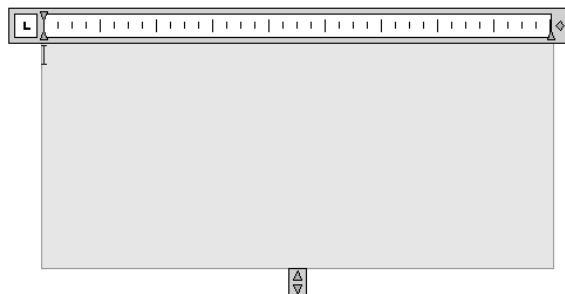



Рис.62

В верхней части расположена линейка разметки. Вертикальный курсор в окне показывает текущую позицию для ввода или редактирования текста. Если текущий размер шрифта слишком мал, то для удобства пользователя окно и



все, что внутри окна, может увеличиться до таких размеров, чтобы вводимые символы были хорошо видны в редакторе. Габаритные значки и  позволяют изменять размеры мультитекста в целом.

При входе в режим ввода или редактирования мультитекста на экране автоматически появляется новая контекстная вкладка ленты **Текстовый редактор**, в которой собраны различные инструменты редактирования (рис.63).

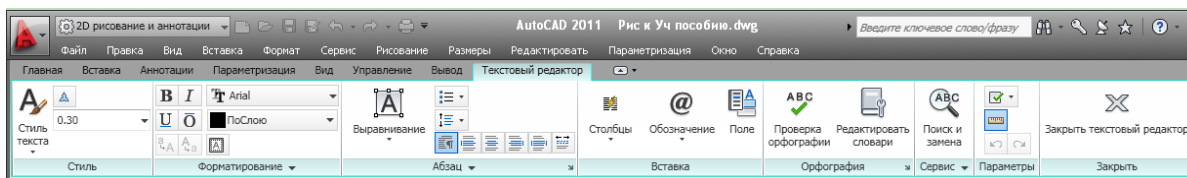


Рис.63. Вкладка Текстовый редактор

Перед вводом текста необходимо установить нужный стиль или задать оформление с помощью имени шрифта и размеров букв, а также выбрать начертание и цвет букв. Если в процессе ввода понадобится сменить настройки ранее введенной части текста (имя шрифта, начертание, цвет, наклон букв и т.д.), то можно выделить левой кнопкой мыши участок текста и изменить его форматирование.

По окончании набора текста следует или нажать на ленте кнопку панели *Закреть*, или ввести комбинацию клавиш $\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Enter} \rangle$, после чего система AutoCAD создаст в графическом экране мультитекст, который является единым примитивом (рис.64). Клавиша $\langle \text{Enter} \rangle$ используется как признак конца абзаца, а не конца мультитекста в целом.

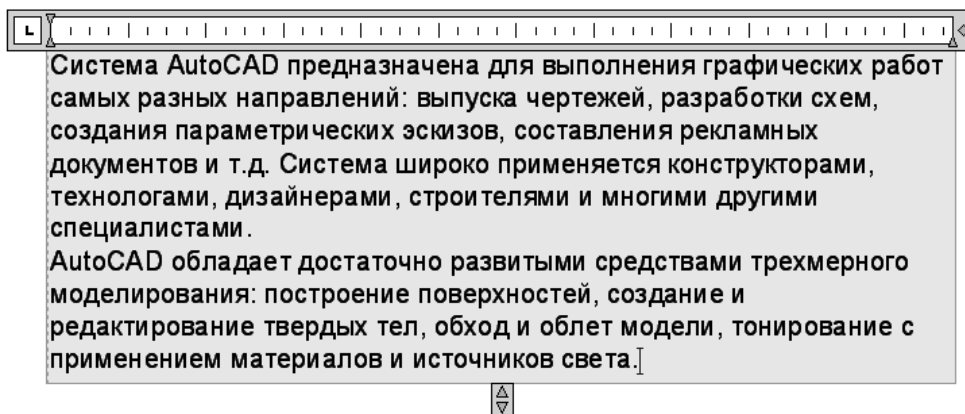



Рис.64. Создание мультитекста

Вкладка **Текстового редактора** (рис.63) состоит из восьми панелей, которые содержат кнопки, раскрывающиеся списки, счетчики, предназначенные для управления процессом создания и редактирования мультитекста.

2.3 Построение штриховки.

Штриховка – это сложный объект, заполняющий по специальному закону отрезками указанную пользователем зону, которая может быть ограничена одним или несколькими замкнутыми контурами.

Для штрихования служит команда ШТРИХ, которая вызывается либо с помощью кнопки  на панели инструментов *Рисование* вкладки *Главная* ленты, либо с помощью пункта падающего меню РИСОВАНИЕ | ШТРИХОВКА (рис.65).

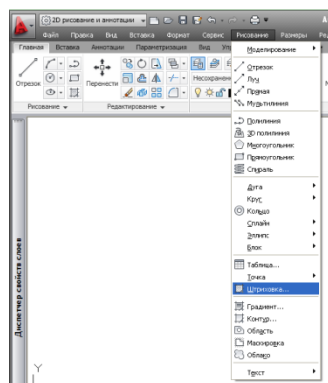


Рис.65

Команда ШТРИХ позволяет штриховать область, ограниченную замкнутой линией, как путем указания точек внутри контура, так и путем выбора объектов. Она автоматически определяет ограничивающий зону штрихования контур и игнорирует примитивы, которые не являются частью этого контура.

Первый запрос команды ШТРИХ:

Укажите внутреннюю точку или [Выбрать объекты/Параметры]:

Одновременно с запросом в ленте появляется контекстно-зависимая вкладка, которая не доступна в обычных условиях – *Создание штриховки* (рис.66):

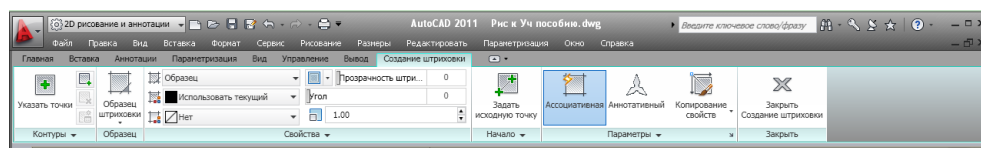


Рис.66

Зону штрихования можно указать или внутренней точкой, или выбором объектов контура. Но если в этот момент просто подвести курсор к предполагаемой области штрихования и задержаться над ней, то спустя доли секунды система покажет, как будет выглядеть штриховка с текущими установками (рис.67).

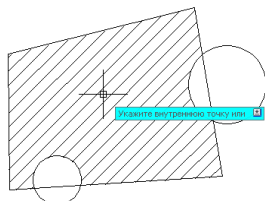


Рис.67. Демонстрация будущей зоны штриховки под курсором.

Если такая штриховка устраивает, то следует щелкнуть левой кнопкой мыши внутри зоны и перейти к поиску следующей зоны. Опция *Выбрать объекты* позволяет перейти в режим указания зоны не внутренней точкой, а выбором

объектов, составляющих границу зоны. Текущие настройки штриховки можно изменить либо с помощью вкладки *Создание штриховки* (рис.66), либо с помощью опции *Параметры*, которая открывает окно **Штриховка и градиент** (рис.68).

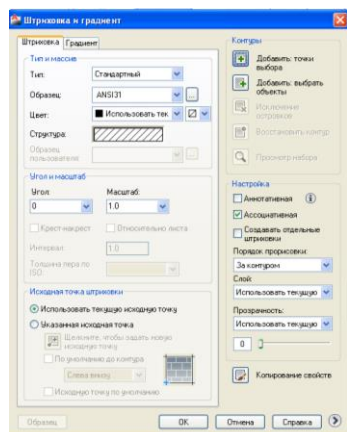


Рис.68

Диалоговое окно появляется также сразу после старта команды ШТРИХ, если работать без ленты (например, в рабочем пространстве *Классический AutoCAD*).

Система AutoCAD предлагает большой перечень стандартных штриховок. Выбор штриховки осуществляется либо по имени в раскрывающемся списке *Образец*, либо визуально.

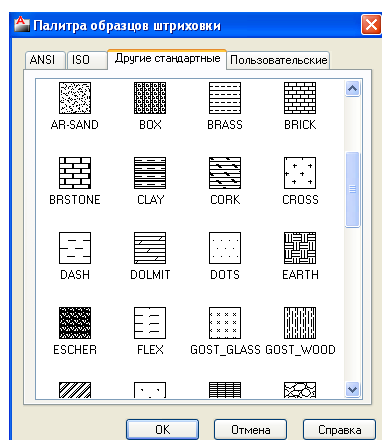


Рис.69.

Визуальный выбор доступен при нажатии кнопки с тремя точками (на рис.68 показана стрелкой), после чего открывается окно *Палитра образцов штриховки* – вкладка *Другие стандартные* (рис.69).

Большое значение имеет флажок *Ассоциативная* в области *Настройка* (рис.68). Ассоциативная штриховка привязывается к внешнему контуру и в случае изменении контура штриховка будет автоматически пересчитываться. В обычных условиях система AutoCAD создает штриховку только для замкнутого контура. Если зона штрихования, выбранная внутренней точкой, оказалась незамкнутой, то система выдает сообщение об ошибке (рис.70).

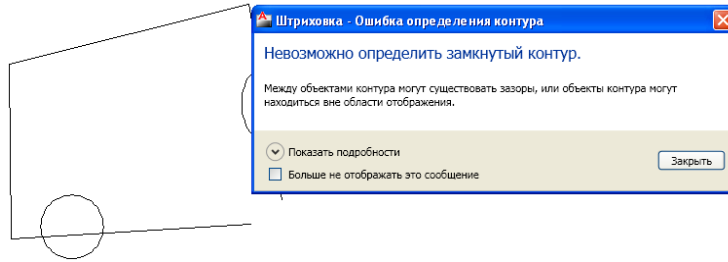


Рис.70

2.4. Средства общего редактирования.

К командам общего редактирования относятся те команды, которые применимы к абсолютному большинству примитивов системы AutoCAD. Таким командам соответствуют кнопки панели *Редактирование* вкладки *Главная* ленты, пункты меню *Редактировать* (рис.71), а также пункт падающего меню *СЕРВИС I ПАЛИТРЫ I ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ПАЛИТРЫ* (рис.72), в которую входят команды *Редактировать* (рис.73).

Рис.71

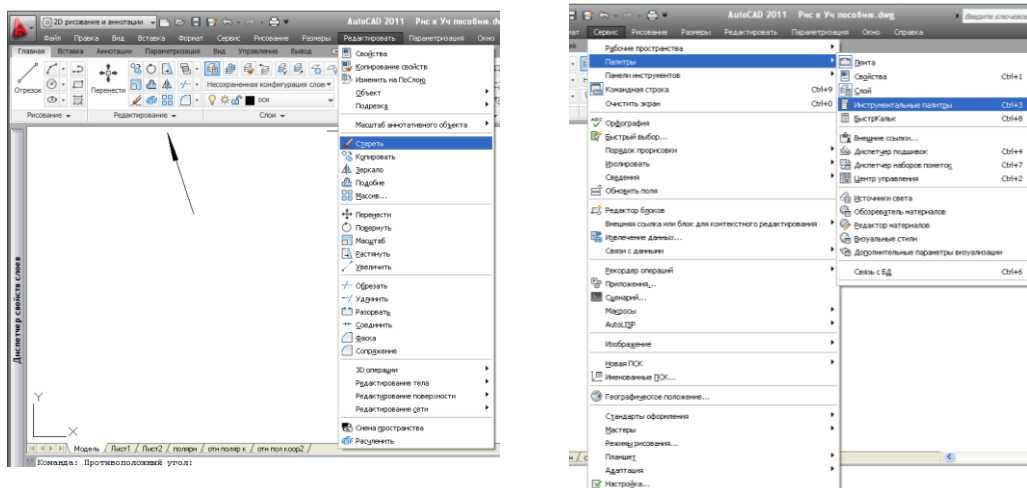


Рис.72

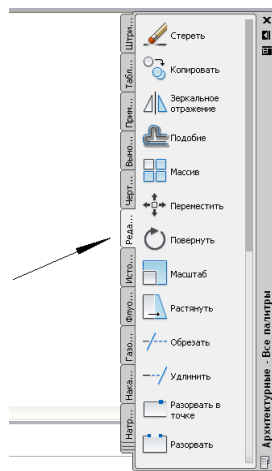


Рис 73


Все рассматриваемые команды могут работать с набором предварительно выбранных объектов, если он перед началом команды был создан. В этом случае система не запрашивает выбор объектов. Если предварительно выбранных объектов нет, то команда выдает стандартный запрос команд редактирования.

Выберите объекты:

В ответ на этот запрос нужно выбрать объект, к которому надо применить

команду редактирования и по окончании выбора следует нажать клавишу <Enter> или щелкнуть правой кнопкой мыши в графическом экране.

1. Команда СТЕРЕТЬ и клавиша <Delete>


Команде СТЕРЕТЬ соответствует кнопка  панели инструментов Редактировать вкладки Главная, пункта падающего меню Редактировать и вкладки Редактировать инструментальных палитр (рис. 71 - 73). Команда выдает запрос

Выберите объекты:

и после выбора объектов стирает их с экрана, удаляя из чертежа.

Другая возможность удалить объекты с экрана (без команды СТЕРЕТЬ) – не вводя никаких команд, выделить объекты и нажать клавишу <Delete>.

2. Команда КОПИРОВАТЬ

Команда КОПИРОВАТЬ циклически копирует выбранные объекты параллельно вектору, задаваемому начальной и конечной точками. Команде соответствуют кнопка  панели инструментов, пункта меню и вкладки инструментальных палитр, показанных на рисунках 71 - 73.

Если при запуске команды выбранных объектов нет, то выдается запрос на выбор объектов. Первый запрос команды после того, как завершен выбор объектов для операции копирования:

Базовая точка [Перемещение/режим]<Перемещение>:

Необходимо указать первую точку вектора копирования. Это может быть любая точка чертежа, но удобнее указать одну из характерных точек копируемого объекта (например, начальную). В целом результат операции копирования зависит не от первой или второй точек, которую нужно указать далее, а от их взаимного расположения, т.к. результирующий сдвиг копии объекта от оригинала по оси X вычисляется как разность между абсциссами

второй и первой точек вектора копирования, а сдвиг по оси Y - как разность ординат. Возможные опции в первом запросе команды: *Перемещение* – ввод только одной точки, координаты которой будут использованы как координаты перемещения копии относительно оригинала; *реЖим* – режим работы команды (*Несколько*) для многократного копирования в цикле или (*Один*) одноразового копирования.

Следующий запрос после указания первой точки:

Вторая точка или <считать перемещением первую точку>:

Укажите вторую точку. В результате образуется копия выбранных объектов, которая будет смещена относительно оригинала на заданный вектор (рис.74).

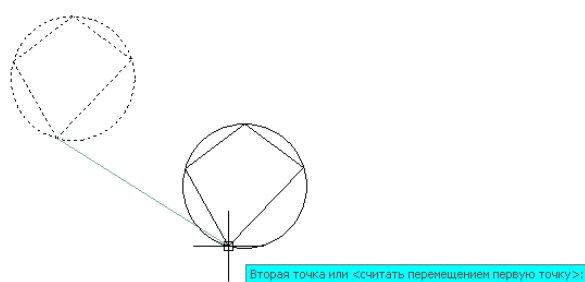


Рис.74

Если в команде установлен режим копирования нескольких объектов, то появляется третий запрос, который похож на предыдущий:

Укажите вторую точку или [Выход/Отменить] <Выход>:

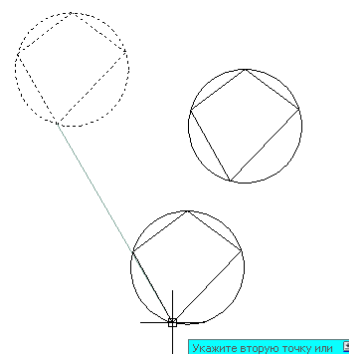



Рис. 75

Если еще раз указать точку (в запросе она также называется второй точкой), то выбранные объекты скопируются вдоль вектора, у которого начальная точка является базовой из первого запроса команды, а конечная – новая, только что указанная (рис.75). Вопрос о второй точке будет повторяться циклически, пока пользователь не нажмет клавишу *<Enter>* или правую кнопку мыши.

3. Команда ЗЕРКАЛО

Команда ЗЕРКАЛО позволяет зеркально отразить (симметрировать) выбранные объекты относительно оси, определяемой двумя точками. Команде соответствует кнопка  панели инструментов *Редактировать* вкладки *Главная*, пункта падающего меню *Редактировать* и вкладки *Редактировать* инструментальных палитр (рис. 71 - 73). После выбора объектов система AutoCAD запрашивает:

Первая точка оси отражения:

Затем после ответа, запрашивается вторая точка, а проходящая через обе точки прямая будет осью отражения (симметрии):

Вторая точка оси отражения:

Нужно указать вторую точку (рис.76).

После этого остается только ответить, что сделать с исходными объектами (удалить или нет):

Удалить исходные объекты?[Да/Нет]:

Если не хотите удалять объекты – оригиналы, нужно ответить *Нет* или нажать клавишу *<Enter>*.

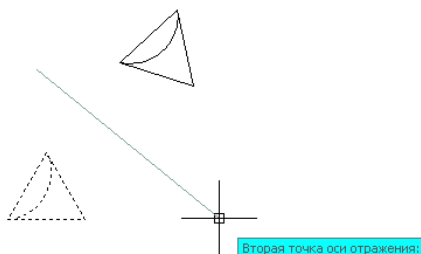


Рис.76. Зеркальное отражение объектов

4. Команда ПОДОБИЕ

Команда ПОДОБИЕ предназначена для рисования линий, подобных (параллельных) двумерным объектам (отрезкам, лучам, прямым, эллипсам, полилиниям, дугам, окружностям и сплайнам). Команде соответствует кнопка панели инструментов *Редактировать* вкладки *Главная*, пункта падающего меню *Редактировать* и вкладки *Редактировать* инструмент. палитр (рис. 71 - 73). Возможны два варианта построения параллельной линии: по расстоянию (смещению) от оригинала и через заданную точку. Первый запрос команды:

Укажите расстояние смещения или[Через/Удалить/Слой]:

Вначале рассмотрим вариант, когда задается величина смещения, что может быть сделано либо вводом числа с клавиатуры, либо указанием двух точек (система AutoCAD измерит расстояние между точками и примет его за величину смещения). В качестве примера рассмотрим пятиугольник (рис.77), расстояние смещения от которого равно 20, зададим с числовой клавиатуры.

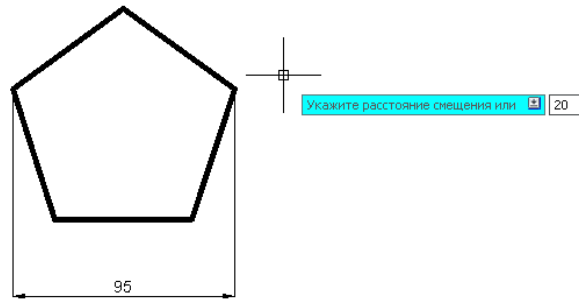


Рис.77

Следующий запрос:

Выберите объект для смещения или [Выход/Отменить] <Выход>.

Нужно указать объект, к которому нужно построить параллельную линию. Затем AutoCAD запросит уточнить, в какую сторону от объекта нужно строить параллельную линию:

Укажите точку, определяющую сторону смещения, или [Выход/Несколько/Отменить] <Выход>:

Достаточно указать точку на экране с любой стороны от объекта, что и будущая параллельная линия. На рисунке 78 показана точка с правой стороны – положение курсора.

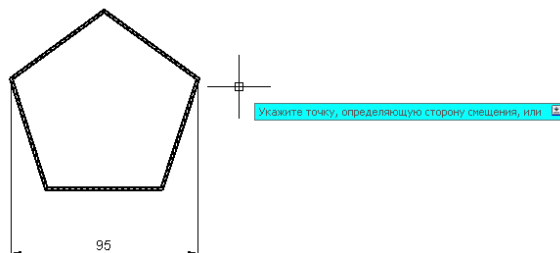


Рис.78

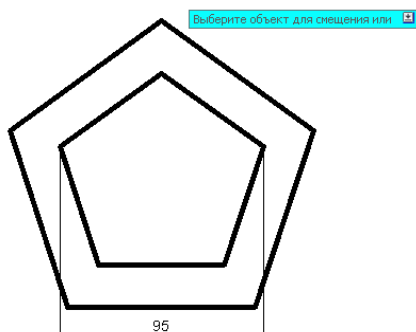
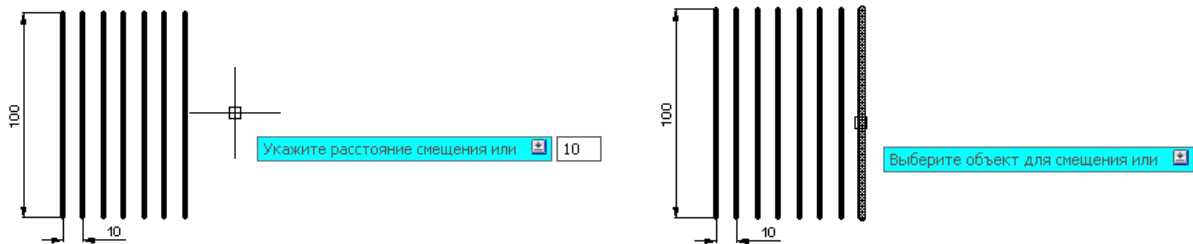


Рис.79


Если теперь щелкнуть левой кнопкой мыши, на экране появляется подобный пятиугольник и далее в цикле повторяется запрос о выборе объектов для создания подобных с тем же смещением (рис.79). Для окончания построения необходимо выбрать опцию *Выход* или нажать клавишу <Enter>.

Предположим, что нужно построить «часток» из столбов с расстоянием между ними 10 единиц. Строим столб произвольной высоты, например $h = 100$.



Затем, задавая расстояние смещения (10), выбирая объект и указывая точку, определяющую сторону смещения (в данном случае – это правая сторона) последовательно выстраиваем «частокол».

5. Команда МАССИВ

Команда МАССИВ предназначена для создания группы копий одних и тех же объектов, причем копии располагаются по определенному закону в гнездах прямоугольного или кругового массива. Команде соответствует кнопка  панели инструментов *Редактировать* вкладки *Главная*, пункта падающего меню *Редактировать* и вкладки *Редактировать* инструментальных палитр (рис. 71 - 73).

Команда вызывает диалоговое окно *Массив* (рис.80), которое в левой верхней части имеет два сменяющих друг друга переключателя – *Прямоугольный массив* и *Круговой массив*.

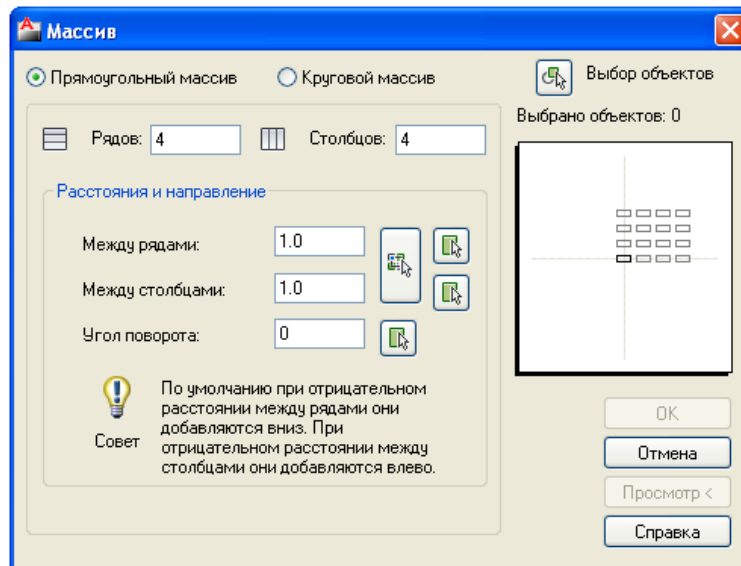





Рис.80

5.1 Прямоугольный массив

На рисунке 80 показан вариант диалогового окна *Массив* с активированным переключателем *Прямоугольный массив*. Слайд в правой части окна иллюстрирует работу команды МАССИВ с теми значениями, которые заданы в текущий момент для параметров *Рядов*, *Столбцов*, *Между рядами*, *Между*

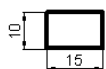
столбцами и Угол поворота и определяют размеры и положение той прямоугольной матрицы, в гнездах которой будут расставлены копии выбранных объектов. Если размножаемые объекты не выбраны, можно сделать выбор, щелкнув по кнопке  *Выбор объектов*, расположенной в правой верхней части окна. Окно при этом временно свернется и появится снова, когда завершится выбор объектов.

Распределение рядов и столбцов и угол наклона массива можно задать числами или мышью. Для задания мышью необходимо щелкнуть по кнопкам , расположенными рядом с соответствующими полями, после чего в освободившихся окнах указать два числа, которые и зададут значения между рядами и столбцами. Если щелкнуть по большой кнопке , то заполняя в

освободившихся окнах оба числа, можно сразу задать расстояния как между рядами, так и между столбцами (будут использованы как разность между абсциссами точек, так и разность между ординатами).

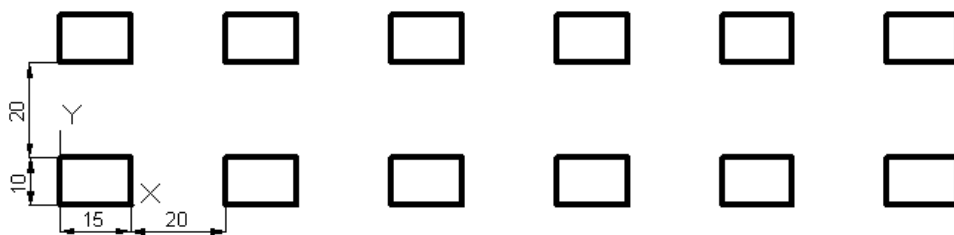
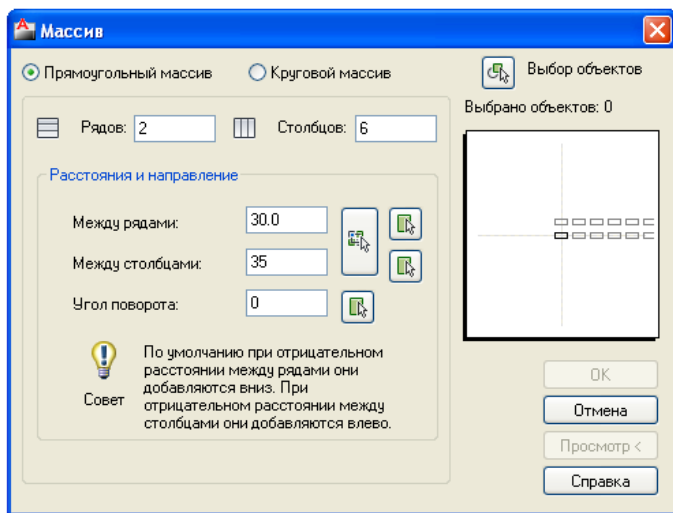
Если расстояния положительны, объекты копируются вправо по оси *X* и вверх по оси *Y*. Отрицательные значения меняют направления копирования на противоположное.

Пример: расположить прямоугольник размерами 10x15 в два ряда по 6 в каждом ряду. Расстояние:



между рядами - 30;
между столбцами - 35.

Заполним эти параметры в диалоговое окно *Массив*.



Пример построения прямоугольного массива

5.2 Круговой массив

Другой режим работы – размножение объектов по дуге окружности. Он активизируется при включении переключателя **Круговой массив**. На рисунке 81 показан соответствующий вариант диалогового окна **Массив**.

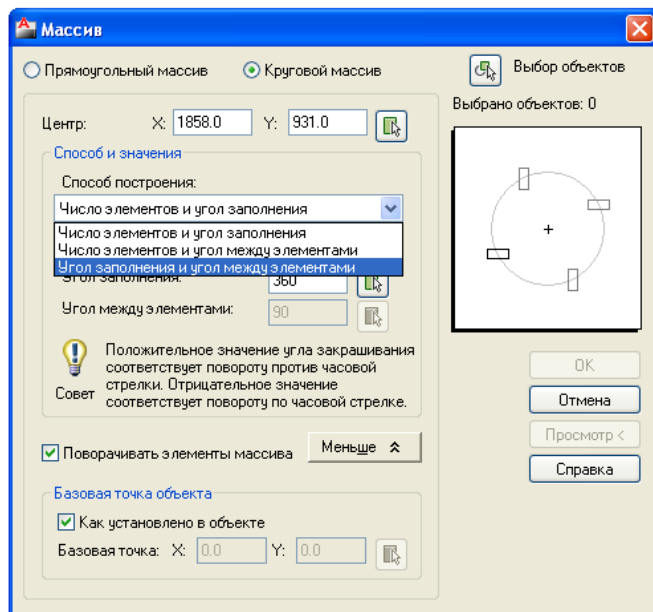


Рис.81

В этом окне необходимо задать центр кругового массива (поля **Центр**) и с помощью раскрывающегося списка **Способ построения** выбрать один из способов заполнения:

- число элементов и угол заполнения;
- число элементов и угол между элементами;
- угол заполнения и угол между элементами.

В зависимости от выбранного метода, нужно будет задать два из трех следующих параметров: *число элементов, угол заполнения, и угол между элементами*. Положительные значения углов означают движение против часовой стрелки, отрицательные - по часовой.

Если выбрано состояние флажка **Поворачивать элементы массива**, то размножаемые объекты будут поворачиваться параллельно касательным к дуге окружности.

Рассмотрим в качестве примера построение кругового массива с центром в начале координат (0,0), состоящего из прямоугольного объекта с размерами: 10x4 (рис.82).



Рис.82

Установим в диалоговом окне *Массив* все необходимые параметры (рис.83).

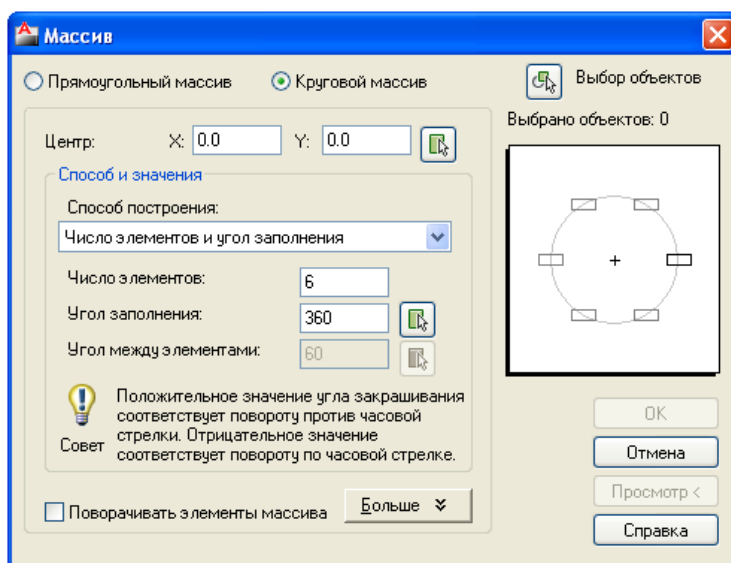


Рис.83

Флажок, где задается состояние *Поворачивать элементы массива*, не установлен, поэтому все элементы массива расположены параллельно оси X – это видно на слайде.

Посмотрим, как будут выглядеть скопированные элементы массива, если поставить флажок. На рис.84 приведен результат работы команды *Массив*, в режиме кругового массива.

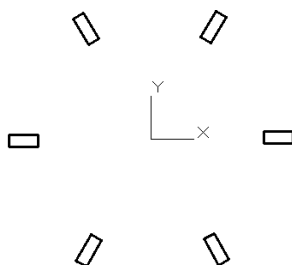



Рис.84

6. Команда ПЕРЕНЕСТИ

Команда ПЕРЕНЕСТИ позволяет переместить выбранные объекты параллельно вектору, заданному двумя точками. Команде соответствует кнопка  панели инструментов *Редактировать* вкладки *Главная*, пункта падающего меню *Редактировать* и вкладки *Редактировать* инструментальных палитр (рис. 71 - 73). Запросы и действия этой команды очень похожи на запросы и действия команды КОПИРОВАТЬ. Существенное отличие – команда ПЕРЕНЕСТИ работает не в цикле. Первый запрос после выбора объектов:

Базовая точка или [Перемещение]<Перемещение>:

Задайте первую точку. Следующий запрос:

Вторая точка или <считать перемещением первую точку>:

Нужно указать вторую точку вектора перемещения (рис.85).

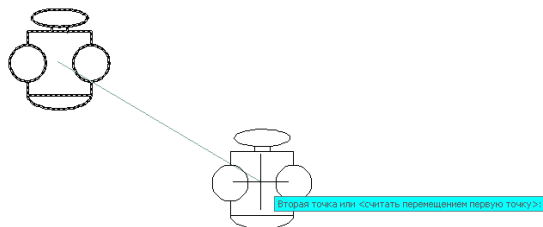



Рис.85

7. Команда ПОВЕРНУТЬ

Команда ПОВЕРНУТЬ дает возможность повернуть выбранные объекты относительно базовой точки на заданный угол. Команде соответствует кнопка  панели инструментов Редактировать вкладки Главная, пункта падающего меню **Редактировать** и вкладки **Редактировать** инструментальных палитр (рис. 71 - 73). Как правило, отсчет углов в ПСК устанавливается против часовой стрелки. Если нужно повернуть объект по часовой – нужно перед значением угла поставить знак минус. На первый запрос после выбора объектов:

Базовая точка:

нужно указать базовую точку, относительно которой будет выполняться поворот. Далее:

Угол поворота или [Копия/Опорный угол]:

Указать угол вводом с клавиатуры или с помощью мыши. Если выбрать опцию *Копия*, то после поворота сохраняется и копия, и оригинал. На рис. 86 показаны оба варианта поворота – без опции *Копия* (а) и с ней (б).

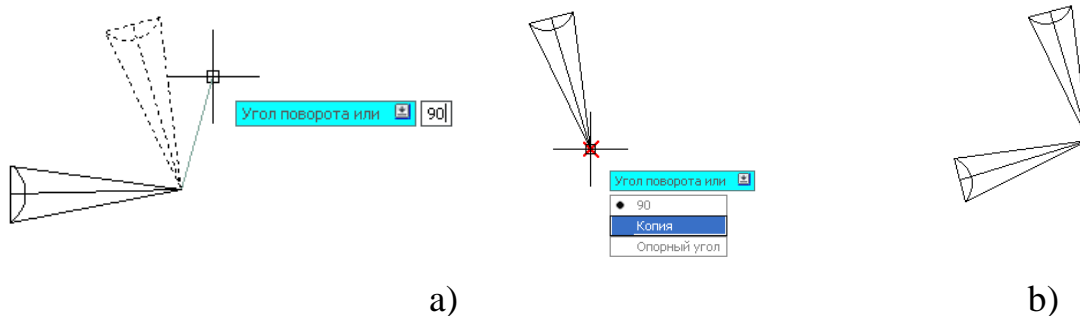



Рис.86

8. Команда МАСШТАБ

Команда МАСШТАБ позволяет масштабировать (т.е. увеличивать или уменьшать) выбранные объекты относительно базовой точки. Команде соответствует кнопка  панели инструментов Редактировать вкладки Главная, пункта падающего меню Редактировать и вкладки Редактировать инструментальных палитр (рис. 71 - 73). Команда МАСШТАБ после выбора объектов запрашивает:

Базовая точка:

Укажем базовую точку (см. рис.87), например, точку левого нижнего угла прямоугольника.

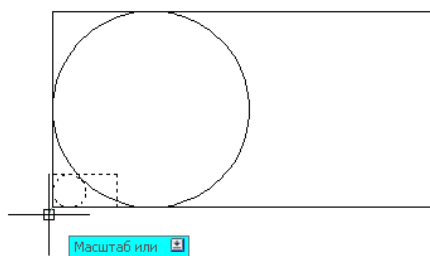


Рис.87

Далее система выдает следующий запрос:

Масштаб или [Копия/Опорный отрезок]:

Для увеличения объектов нужно ввести число больше 1, для уменьшения – положительное число меньше 1. Опция *Копия* позволяет сохранить как новые объекты, так и оригиналы (без выбора этой опции исходные объекты уничтожаются).

Если масштабирование необходимо выполнить в дробное количество раз (например, 3/7), лучше воспользоваться опцией *Опорный отрезок*.

В ответ на выбор этой опции система AutoCAD выдает запрос:


Длина опорного отрезка<1.000>:

Нужно ввести число 7. Запрос:

Новая длина или [Точки]<1.000>:

Ввести следующее число 3, и система выполнит требуемое преобразование (коэффициент преобразования будет вычислен как частное от деления второй длины на первую).

9. Команда ОБРЕЗАТЬ

Команда ОБРЕЗАТЬ позволяет обрезать объект (объекты) с помощью пересекающих его (их) других объектов. Команде соответствует кнопка  панели инструментов *Редактировать* вкладки *Главная*, пункта падающего меню *Редактировать* и вкладки *Редактировать* инструментальных палитр (рис. 71 - 73).

Первый запрос команды ОБРЕЗАТЬ (рис.88):



Рис.88

Выберите режущие кромки ...
Выберите объекты или <выбрать все>:

Разберем механизм действия команды на примере рис.88, на котором в левой части экрана показано положение объектов до операции обрезки, а справа – после нее. Необходимо обрезать (удалить) угол прямоугольника и часть дуги (на рисунке они помечены крестиком), т.е. они являются обрезаемыми объектами. Режущим объектом является отрезок. Порядок указания объектов в данном случае очень важен. Сначала необходимо указать «режущие кромки» - в нашем примере это один отрезок. Чтобы закончить выбор режущих объектов надо нажать клавишу *<Enter>*. На первый запрос ответили и «режущая кромка» представлена в виде пунктирной линии на рис. 89. Следующий запрос:

Выберите обрезаемый:

В ответ на настоящий запрос необходимо выбрать объекты, которые будут обрезаны (выбранным отрезком), но при этом объекты следует указать именно в той части, которая должна удалиться в результате обрезки.

В правой части рис.88 показан результат этой команды.

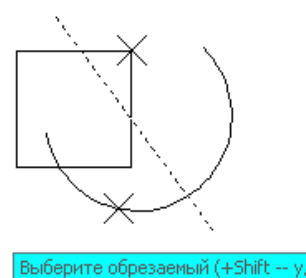


Рис.89

9.1 Обрезка штриховки

Штриховку также можно обрезать с помощью команды ОБРЕЗАТЬ. На рис.90 показана штриховка, которая сначала заполняла всю окружность, а затем

была обрезана пересекающим отрезком. Если штриховка была ассоциативной, т.е. автоматически изменяющаяся при любых модификациях ограничивающего контура, то свойство ассоциативности сохраняется и после обрезки. Однако контур, к которому привязана штриховка, изменяется за счет включения в него режущего примитива.

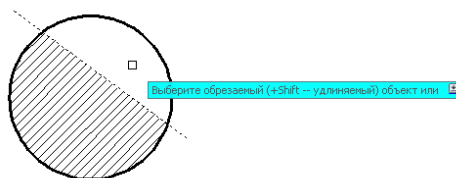



Рис.90

10. Команда РАЗОРВАТЬ

Команда РАЗОРВАТЬ предназначена для разрыва объекта в двух указываемых точках. Команде соответствует кнопка  панели инструментов *Редактировать* вкладки *Главная*, пункта падающего меню *Редактировать* и вкладки *Редактировать* инструментальных палитр (рис. 71 - 73). Эта команда не использует набор предварительно выбранных объектов. Первый запрос:

Выберите объект:




Рис.91

Нужно указать объект, причем по умолчанию точка указания станет и первой точкой разрыва. Следующий запрос:

Вторая точка разрыва или [Первая точка]:

Укажите вторую точку разрыва. Результат операции показан на примере, приведенном на рисунке 91 (в левой части – до разрыва, в правой – после разрыва; точки демонстрируют последовательность указания, т.е. разрыв объекта совершается против часовой стрелки).

11. Команда СОПРЯЖЕНИЕ

Команде СОПРЯЖЕНИЕ соответствует кнопка  панели инструментов *Редактировать* вкладки *Главная*, пункта падающего меню *Редактировать* и вкладки *Редактировать* инструментальных палитр (рис.92).

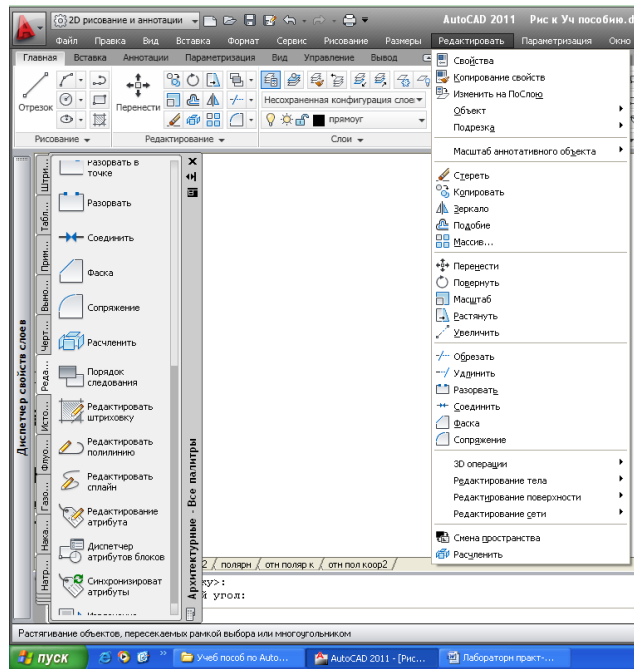


Рис.92

Команда сопрягает объекты (отрезки, полилинии, сплайны, эллипсы, дуги и окружности) дугой заданного радиуса.

Первое сообщение, выдаваемое командой СОПРЯЖЕНИЕ, содержит информацию о текущих настройках и запрос первого объекта:

*Текущие настройки: Режим = с ОБРЕЗКОЙ, Радиус сопряжения = 0.000
Выберите первый объект или [отменить/полилиния/радиус/обрезка]:*

Опция *радиус* дает возможность изменить текущее значение радиуса для сопряжения (по умолчанию он равен 0). После установки величины радиуса необходимо указать первый сопрягаемый объект.

Далее система выдаст следующий запрос:

Выберите второй объект или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол:

Когда укажете второй объект, система AutoCAD построит требуемую дугу сопряжения.

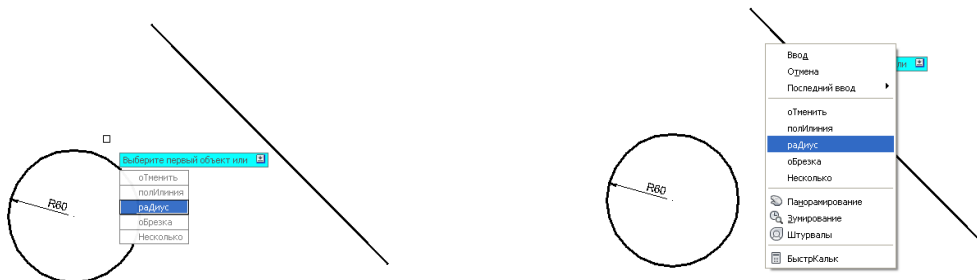


Рис. 93

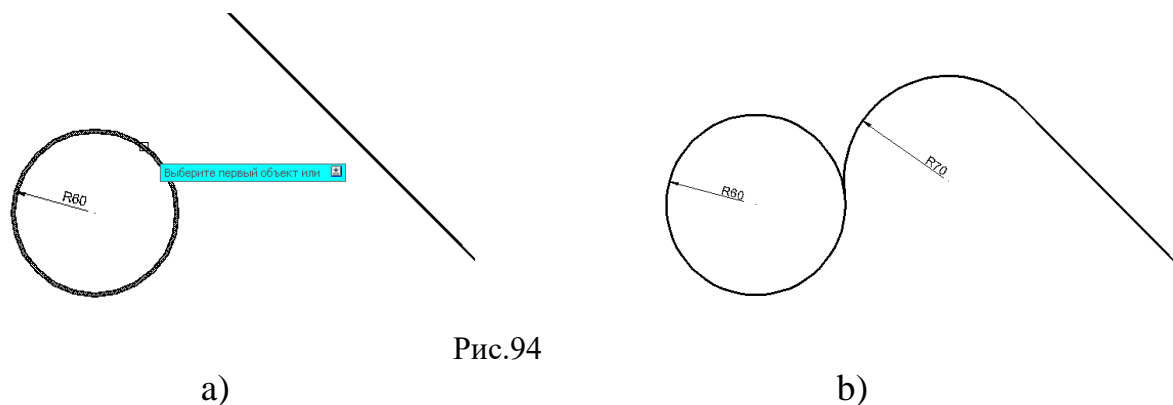
На рис.93 приведен пример построения сопряжения окружности (R=60) и отрезка. После щелчка по пиктограмме команды СОПРЯЖЕНИЕ, нужно задать радиус сопряжения. Для этого правой кнопкой мыши вызываем контекстное



меню (справа на рисунке) или на цифровой клавиатуре нажимаем клавишу с изображением стрелки вниз (рисунок слева) и выбираем опцию *раДиус*. Задав радиус сопряжения (не окружности), например 70, на запрос:

Выберите первый объект:

указываем на окружность (рис.94а) и на следующий запрос о выборе второго



объекта указываем на отрезок. Следующий шаг связан с выполнением сопряжения. Как видно из рисунка, выбран режим с *ОБРЕЗКОЙ*, поэтому незамкнутые сопрягаемые объекты укорачиваются до точки начала сопрягающей дуги (рис.94b).

2.5 Понятие о слоях

При создании больших чертежей возникает необходимость присвоения имен отдельным объектам или множествам объектов, чтобы ими было удобно оперировать в дальнейшей работе. Особенно это важно при разработке сложных чертежей и своих собственных приложений, функционирующих в среде AutoCAD. Данной цели служит свойство примитивов, которое называется *слой*.

Слои подобны лежащим друг на друге прозрачным листам кальки, на которых размещаются различные группы данных чертежа. Любой графический объект чертежа обладает такими свойствами, как цвет, тип и вес линий. Цвет упрощает распознавание сходных элементов на чертеже, а тип линии – разграничение различных элементов построения. Веса линий отражают размер или тип начертания объекта и используются для повышения наглядности чертежа. Расположение объектов на различных слоях позволяет упростить многие операции по управлению данными чертежа. Поскольку все элементы чертежа связаны со слоями, то возможно, что при планировании и создании чертежа, потребуется изменить состав элементов, размещаемых на слоях. В этом случае пользователь может:

- переносить объекты с одного слоя на другой;
- изменять имя слоя;
- изменять принятые по умолчанию цвет, тип линий и др. свойства.

Возможность переноса объектов может оказаться полезной в случае создания объекта не на том слое или при необходимости перераспределения объектов между слоями. Если свойства объекта не заданы явно, то после переноса он получает свойства того слоя, на котором он теперь расположен.

Кроме того, слой обладает возможностями замораживания и выключения, когда второстепенные в данный момент объекты можно, не удаляя из чертежа, временно сделать невидимыми, что облегчит доступ к главным объектам. Объекты выбранных слоев можно не печатать или изменить с точки зрения оформления (цвет, тип линий, вес) в видовых экранах листа.

В системе предусмотрен инструмент для создания слоев, которые хранятся в специальной внутренней таблице. Слой может быть пустым (не содержащим объектов) или содержать какие-то примитивы чертежа. Любой графический объект имеет слой и только один.

Кнопки команд работы со слоями сконцентрированы в панелях инструментов *Слой* ленты (вкладка *Главная*) *РП 3D моделирование* и *2D рисования и аннотации* (рис.95), а также в панели инструментов *Слой РП Классический AutoCAD* (рис.96).



Рис.95

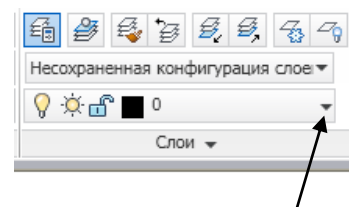

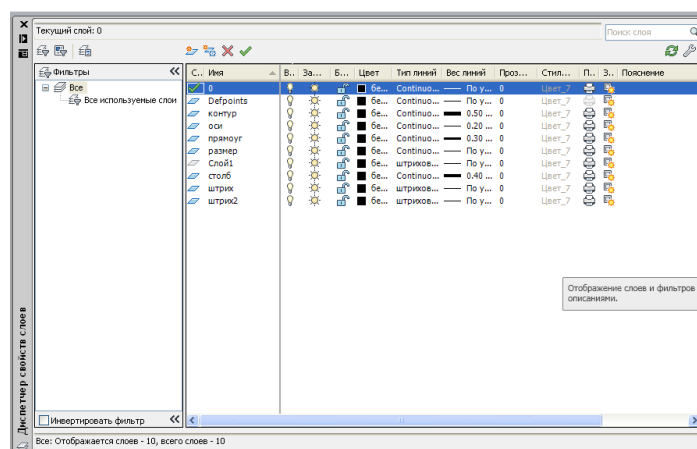


Рис.96

На обеих панелях инструментов расположены раскрывающиеся списки *Слой* (кнопки списков показаны стрелками), предназначенные для быстрого управления слоями объектов.

5.1 Диспетчер свойств слоев

Основной командой работы со слоями является команда СЛОЙ, которой соответствует кнопка  и пункт падающего меню ФОРМАТ | СЛОЙ. Команда СЛОЙ открывает немодальное диалоговое окно *Диспетчер свойств слоев ДСС* (см. рис.).



Немодальность этих окон заключается в том, что они могут постоянно присутствовать на экране, не препятствуя работе с системой (модальное окно должно быть обязательно закрыто, если необходимо продолжить работу).

В левой части окна ДСС располагается *область структуры*, в которой показано дерево фильтров слоев (эту область можно свернуть кнопкой «»). В дереве всегда присутствует группа с зарезервированным именем *Все используемые слои*, которую нельзя удалить или изменить. К используемым относятся те слои, на которых располагаются какие-нибудь объекты чертежа.

В правой части окна ДСС располагается *табличная часть*, в которой показаны имена и свойства слоев, относящихся к группе, выделенной в данный момент в области структуры.

Один слой в чертеже является текущим (активным). *Текущий слой* – это слой, на котором по умолчанию создаются новые объекты. Его имя показывается в списке слоев в панели *Слои* в ленте и в одноименной панели инструментов РП *Классический AutoCAD*, а также отображается в левом верхнем углу *табличной части* окна ДСС. В самой табличной области находится список слоев чертежа и их характеристик (свойств). В новом чертеже обязательно присутствует слой 0, который по умолчанию является текущим и который нельзя удалить. Каждый слой имеет характеристики, которые выводятся в виде заголовков столбцов. Разберем основные характеристики более подробно (рис.97).

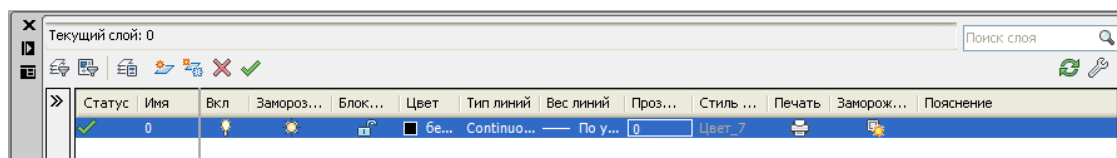




Рис.97

В первом столбце свойств слоя находятся значки статуса слоев. Вторым столбцом содержатся имена слоев и фильтров. Имя назначается пользователем и может иметь длину от 1 до 255 символов (не допускаются использовать в именах запятые, точки, звездочки и др.).

Следующая после имени характеристика слоя – *Вкл*. Если у слоя в этом столбце стоит желтая лампочка, то слой – включенный, если лампочка синяя, то – выключенный. Если слой выключить, то объекты, расположенные на этом слое, станут невидимыми (до тех пор, пока слой не будет включен).

Третья характеристика слоя – *Заморозить*. Если у слоя в этом столбце стоит «желтое солнце», то слой считается размороженным, если – «голубая снежинка», то – замороженным. Объекты, расположенные на слое, который замораживается, становятся невидимыми (до тех пор, пока слой не будет разморожен).

Следующая характеристика слоя – *Блокировать*. Если у слоя в этом столбце стоит значок  (открытый замок), то слой считается разблокированным, если значок  (закрытый замок) – то блокированным.

На заблокированном слое можно создавать новые объекты, но редактировать или удалять существующие примитивы нельзя.

Характеристика – *Цвет* говорит о реальном цвете объектов с установкой цвета ПоСлою. Если в диалоговом окне ДСС (рис.97) щелкнуть левой кнопкой мыши по квадратному значку «цвет», то раскроется диалоговое окно **Выбор цвета**.

Следующая характеристика - *Тип линий*. Она задает реальный тип линий объектов этого слоя с установленным для типа линий значением ПоСлою. Если в диалоговом окне ДСС (рис.97) щелкнуть по квадратному значку «тип линий», то раскроется диалоговое окно **Выбор типа линий** (рис.98), в котором нужно выбрать для слоя требуемый тип линий.

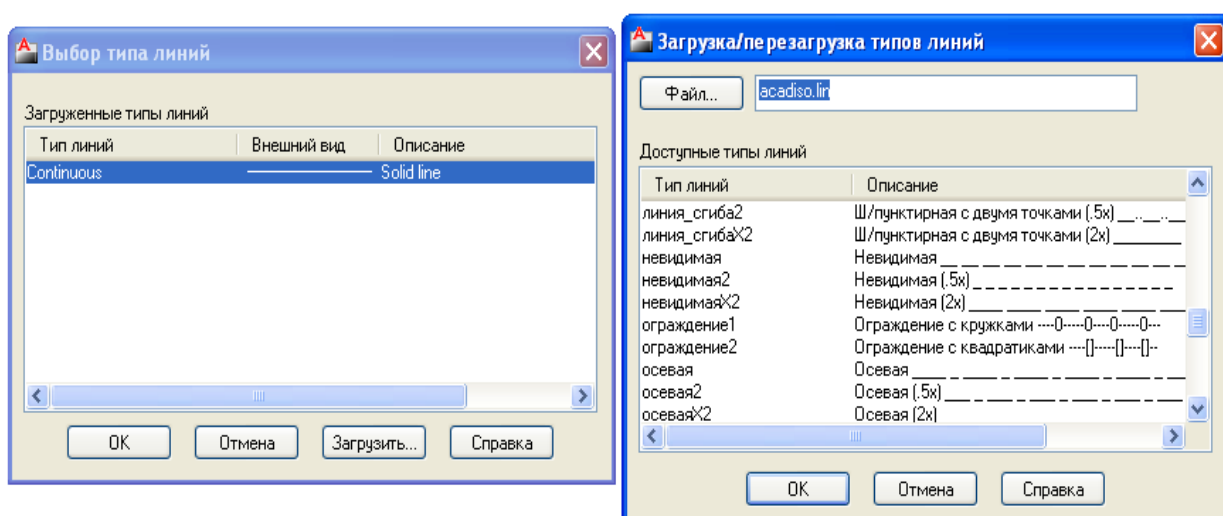


Рис.98

Если нужного типа линий в окне нет, то можно загрузить его с помощью кнопки *Загрузить* и в окне *Загрузка/перезагрузка типов линий* выбрать нужный тип.

Очередная характеристика слоя – *Вес линий*. Она задает реальный вес (толщину) линий, которыми будут нарисованы и выводиться на устройство печати объекты этого слоя. Если в диалоговом окне ДСС (рис.97) щелкнуть левой кнопкой мыши по значку «вес линий», то раскроется окно *Вес линий*, в котором можно установить слою нужную толщину (рис.99).

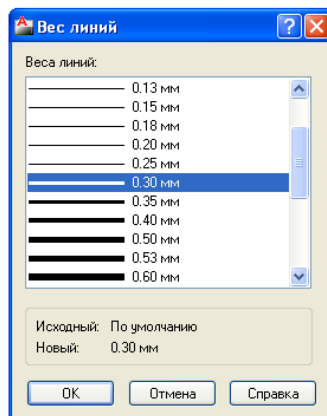


Рис.99

При рисовании объекта, для слоев устанавливаются следующие параметры, например:

контурный слой (контур объекта), слой на котором рисуется объект:

- цвет – *черный*;
- тип линий – *Continuous*;
- вес линий – *0.80 мм* и т.д., как указано на рисунке 100.

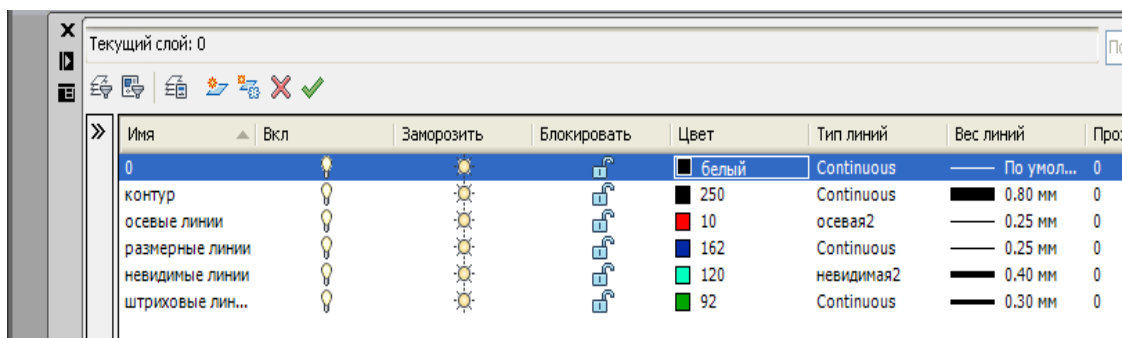



Рис. 100

Из этого правила могут быть исключения. Если строится 3D модель, то вес невидимых линий желательно установить – *0.25 мм*, а вес, указанный на рисунке (*0.40 мм*), обычно устанавливается при рисовании проекций 3D модели.

Весы осевых и размерных линий варьируются и могут быть установлены в пределах (*0.25-0.30 мм*).

Процесс рисования на графическом поле удобно вести в цвете и они могут выбираться произвольно, как на рис.100, но при распечатывании объекта на принтере (если он черно-белый), необходимо установить цвет примитивов в слоях *черным*, т.к. другие цвета передаются на бумагу в виде водяных (размытых) знаков и теряется наглядность рисунка.

5.2 Создание нового слоя

Для создания нового слоя нужно в диспетчере свойств слоев (рис.100) нажать кнопку , после чего будет добавлена строка нового слоя с условным именем **Слой1** (по мере создания слоев номер в имени будет увеличиваться). Имя слоя в этот момент выделено и доступно для редактирования (рис.101).

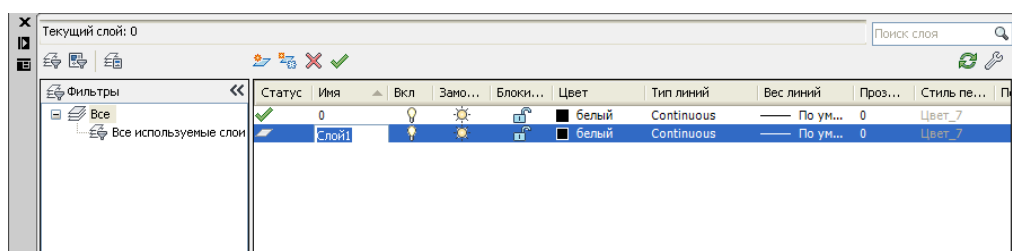




Рис.101

Имя можно изменить на любое другое, но нужно иметь в виду, что имена слоев в одной чертеже не должны повторяться. Регистр в имени слоя не имеет значения, т.к. имена, отличающиеся только регистром, считаются системой AutoCAD одинаковыми.

5.3 Установка текущего слоя

Установку текущего слоя, на котором будут располагаться создаваемые объекты, проще выполнить с помощью раскрывающегося списка *Слой* (рис.95,96). С помощью данного списка можно назначить новый текущий слой. Для этого надо открыть список слоев и щелкнуть по строке с именем того слоя, который должен стать текущим.

Установка текущего слоя может быть выполнена также в диалоговом окне ДСС (рис.100). Для этого необходимо выделить слой, который должен стать текущим, затем щелкнуть по кнопке .

Примечание: К неиспользуемым в чертеже относятся слои, на которых нет никаких объектов и которыми не пользуются определения блоков. Такие слои можно удалить с помощью кнопки  ДСС или команды ОЧИСТИТЬ.

Слой 0, выполняющий в системе служебные функции, нельзя удалить, даже если на нем нет объектов.

2.6 Построение 2D модели

Построение объекта на плоскости (2D модели) рассмотрим на примере.

Пример. Построить 2D объект с элементами сопряжения (рис.102).

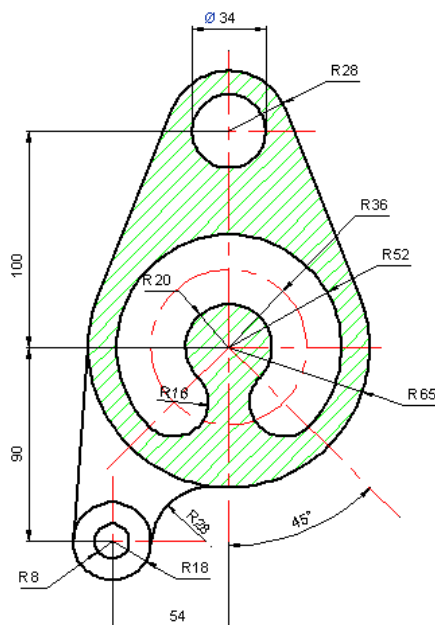
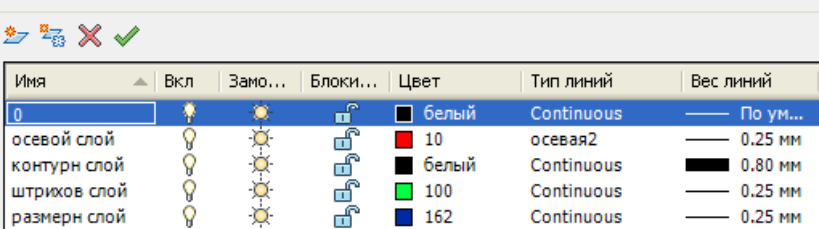


Рис.102

Шаг 1. Настройка чертежа

- a. Установить границы чертежа 0,0 для левого угла и 300,300 для правого верхнего угла – выбираем в падающем меню команду ФОРМАТ I ЛИМИТЫ. Система AutoCAD выведет запрос на значение координаты «левого нижнего угла». Нажмите клавишу <Enter> для присвоения значения по умолчанию 0,0, а затем напечатайте координаты 300,300 для правого верхнего угла области черчения.
- b. Выберите в меню команду ФОРМАТ I ЕДИНИЦЫ, выберите десятичные единицы измерения и установите их точность в поле ТОЧНОСТЬ, равную 0.
- c. Создаем слои для черчения объекта.

Как видно из рисунка, объект насчитывает 4 элемента чертежа, т.е. создаем 4 слоя с соответствующими характеристиками. Для распознавания схожих элементов и типа начертания зададим им разные цвета и веса линий.



Имя	Вкл	Замо...	Блоки...	Цвет	Тип линий	Вес линий
0				белый	Continuous	По ум...
осевой слой				10	осевая2	0.25 мм
контурн слой				белый	Continuous	0.80 мм
штрихов слой				100	Continuous	0.25 мм
размерн слой				162	Continuous	0.25 мм

Шаг 2. Сохранение чертежа

- a. Вызовите команду ФАЙЛ I СОХРАНИТЬ КАК.
- b. В поле *Папка* диалогового окна *Сохранение чертежа* открыть рабочую папку (рис.103).

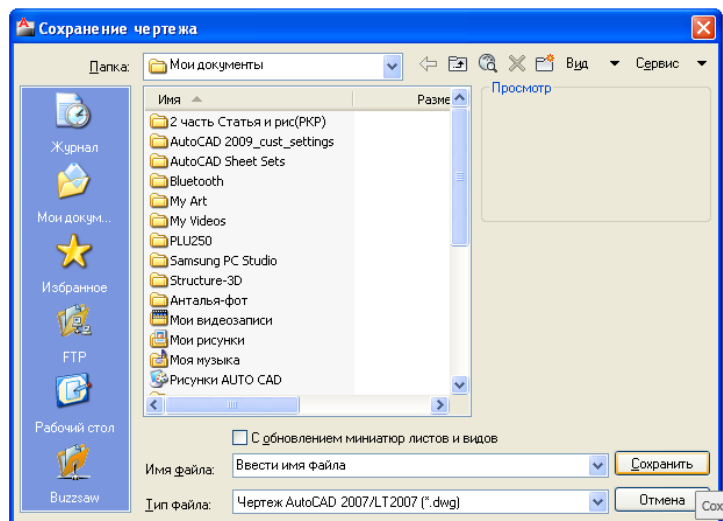


Рис.103

- c. В поле *Имя файла* ввести имя файла без расширения. В нижнем поле *Тип файла* должно быть установлено расширение dwg.
- d. Нажмите в диалоговом окне кнопку *Сохранить* для сохранения файла в указанной папке.
- e. В дальнейшем по мере выполнения чертежа следует периодически нажимать кнопку *Сохранить* на стандартной панели инструментов.

Шаг 3. Создание объекта

- а. Выбираем вкладку *Вид* и на панели инструментов *Координаты* щелкаем по пиктограмме *Начало*. Определяем новое начало пользовательской системы координат (ПСК) путем сдвига (переноса) начальной точки. Для этого левой кнопкой мыши, в ответ на запрос команды, щелкаем примерно в середине графического поля (рис.104) и устанавливаем там систему координат.

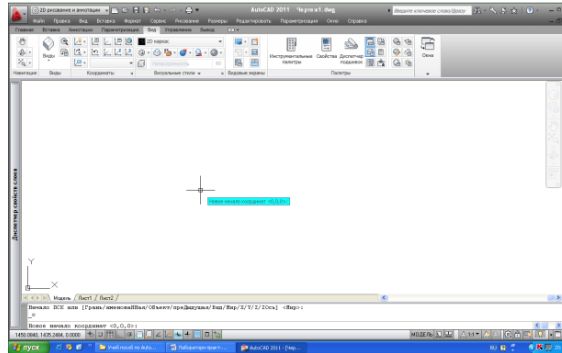


Рис.104

- б. Возвращаемся на вкладку *Главная* и на панели инструментов *Слой* щелкаем по кнопке раскрывающегося списка *Слой* и в качестве текущего устанавливаем *Осевой слой*. Выбираем команду *ОТРЕЗОК* и на запрос о начальной точке указываем $(0,0)$. Затем проводим взаимно перпендикулярные линии с центром в начале координат (рис.105). Проведем осевые линии через центры будущих окружностей, которые отстоят от начала $(0,0)$ на расстоянии $(0,100)$ и $(-54,-9)$. Построим еще одну осевую в виде окружности с радиусом $R=36$, с центром в начале координат.

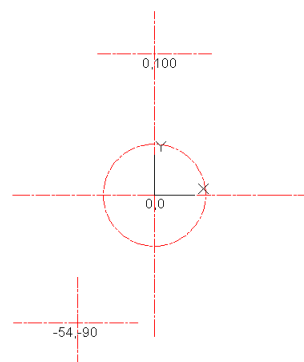


Рис.105

- с. Из начала координат нужно провести две осевые линии под углом 45° . Для этого нужно провести настройку режима с помощью контекстного меню (*Настройка*) кнопки *Объектная привязка* (она находится в строке состояния) (рис.106) на вкладке *Отслеживание* диалогового окна *Режимы рисования*.

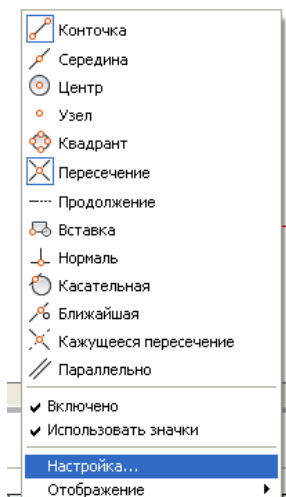


Рис.106

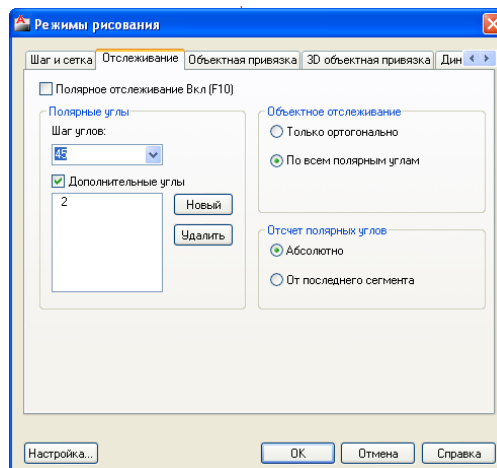


Рис.107

В раскрывающемся списке *Шаг углов* устанавливаем шаг 45 и нажимаем *OK* (рис.107). Выбираем на панели инструментов *Рисование* команду *ОТРЕЗОК*, в строке состояния включаем кнопку *Объектная привязка* – режим постоянного действия заданных функций объектной привязки. В данном случае, на вкладках *Отслеживание* и *Объектная привязка* диалогового окна *Режимы рисования*, включены соответственно *Шаг углов* и *Конточка*. На первый запрос команды *ОТРЕЗОК*:

Первая точка:

указываем начало координат, т.(0,0). На второй запрос:

Следующая точка:

курсором указываем точку, которая отстоит от горизонтальной оси *X* на угол, равный 45° - он отслеживается в соответствии с заданным шагом углов (длина отрезка – произвольная). На рисунке 108 это видно при построении второго отрезка, когда идет запрос на указание второй точки: за курсором тянется прерывистая нить со значениями углов в окошке – отсчет идет от оси *X* и составляет 135° (от вертикали угол составляет 45°, длина также, как и у первого отрезка - произвольная).

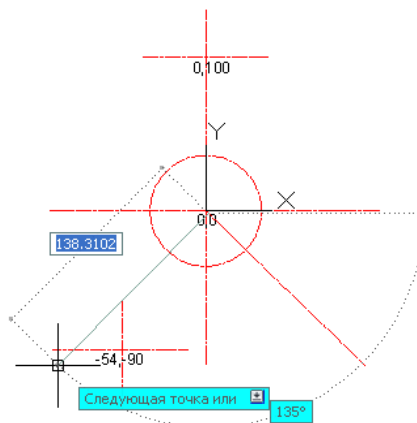


Рис.108

- d. Определены центры 7-и окружностей. Установим текущий слой *Контур*. Выбираем команду КРУГ с опцией – *центр, радиус* и рисуем, указывая для каждого круга свой центр и радиус (значения радиусов набираем на цифровой клавиатуре):

$R = 20, 52, 65$ с центром в начале координат, т. $(0,0)$;

$R = 17, 28$ с центром в т. $(0,100)$;

$R = 8, 18$ с центром в т. $(-54,-90)$;

Центры двух кругов с радиусом $R = 16$ находятся на пересечении осевых линий: одной круговой ($R = 36$) и двух линейных. На рисунке показаны точки пересечения. На запрос команды КРУГ о центре круга, выбираем эти точки (рис.109). На правом рисунке для удобства проставлены размеры (их, как правило, указывают позже).

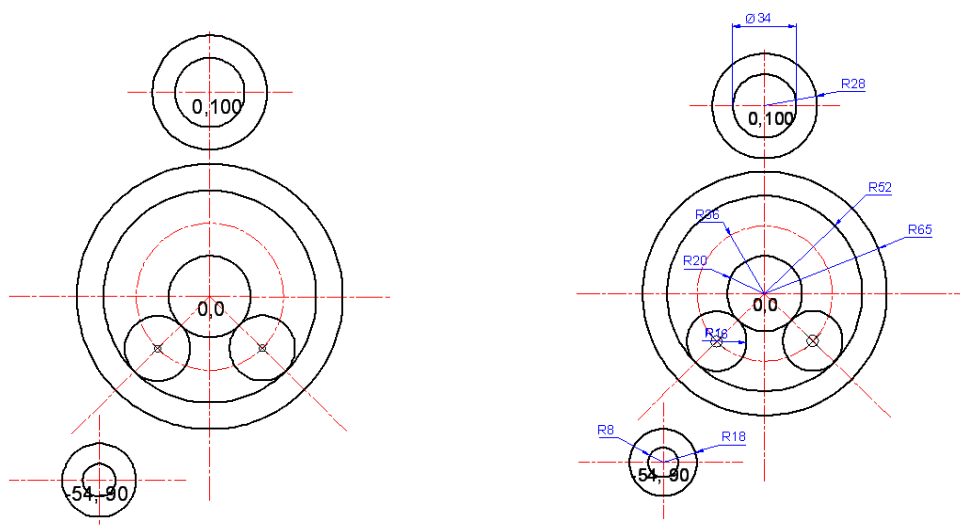
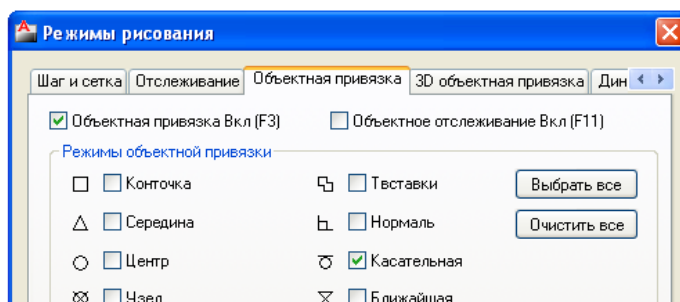


Рис.109

- e. Приступаем к построению касательных линий, соединяющих эти окружности. Для этого нужно включить режим постоянного действия функции *Касательная* на вкладке **Объектная привязка** диалогового окна **Режимы рисования** (рис.110). При построении отрезка, касающегося двух окружностей, когда первая точка касания точно не известна, функцией *Касательная* нужно воспользоваться дважды: для указания и первой, и второй точек. Первая из двух точек касания будет задержанной, т.е. вычисляемой по дополнительному условию.

Рис.110



Нарисуем первую касательную слева сверху, между кругами с радиусом 28 и радиусом 65. Устанавливаем слой *Контур*, щелкаем по команде ОТРЕЗОК и курсор подводим к верхнему кругу (рис.111).

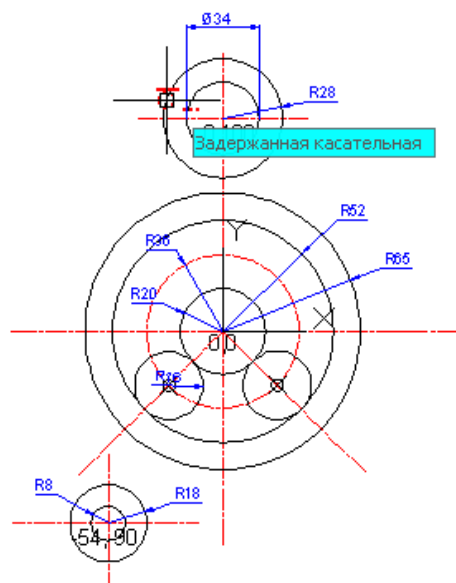



Рис. 111

Под курсором появляется стилизованный значок , означающий, что отрезок «привязан» к кругу как касательная линия. Щелкаем левой кнопкой мыши в этой точке (рис.111) и протаскиваем курсор с линией к кругу с радиусом 65 в ответ на запрос о следующей точке. Когда становимся курсором на линии окружности, то под ним опять появляется тот же значок касательной, что и на первом круге. Щелкаем левой кнопкой мыши и привязываемся к этому кругу. Хотя команда запрашивает:

Следующая точка

заканчиваем выполнение команды нажатием клавиши *<Enter>* (рис.112).

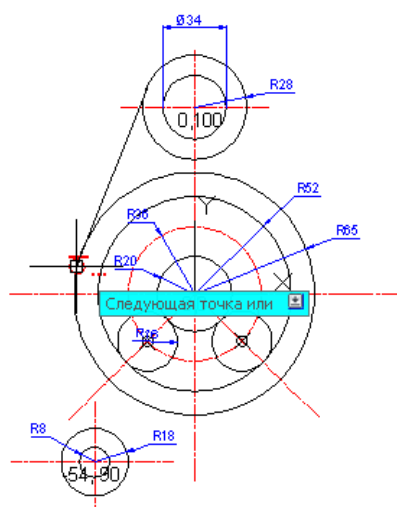


Рис.112

Аналогичным способом строим следующую касательную справа к этим же

кругам, а также - внизу слева, между кругами с радиусами 18 и 65 (рис.113).

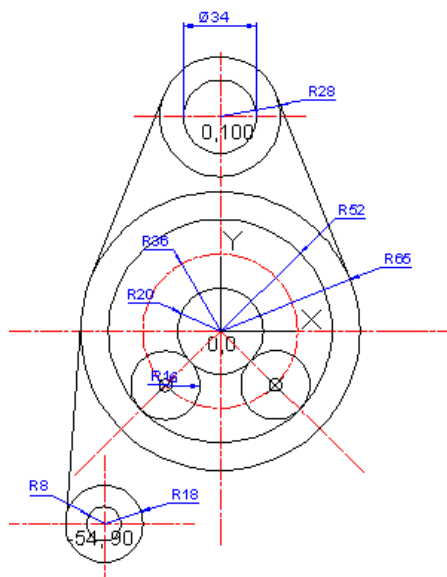


Рис.113.

Сопряжение справа, между кругами с радиусами 18 и 65, представляет собой дугу с радиусом $R=28$, как показано на рис 102. Для построения этого сопряжения нужно воспользоваться командой КРУГ, выбрав опцию *2 точки касания, радиус* (рис.114).

Появляется запрос:

Укажите точку на объекте, задающую первую касательную:

Щелчком левой кнопки мыши, примерно, указываем точку на первой окружности, под курсором появляется стилизованный знак касательной, как на рис.112. После этого появляется следующий запрос:

Укажите точку на объекте, задающую вторую касательную:

Когда после указания второй окружности, под курсором появляется знак касательной, щелкаем левой кнопкой мыши.

Появляется запрос:

Радиус круга:

набираем на цифровой клавиатуре число 28 (радиус сопряжения) и нажатием клавиши *<Enter>* заканчиваем команду. Объект приобретает вид, как показано на рис. 115.

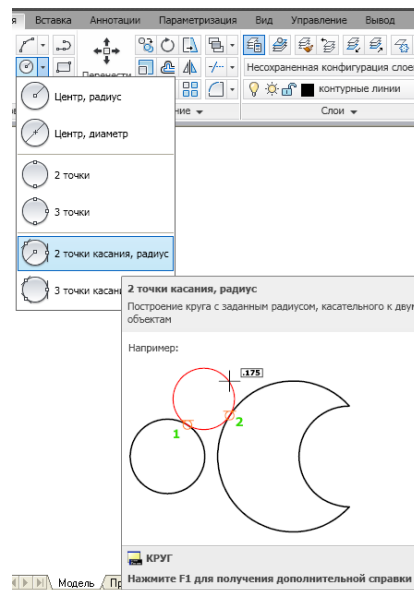


Рис.114

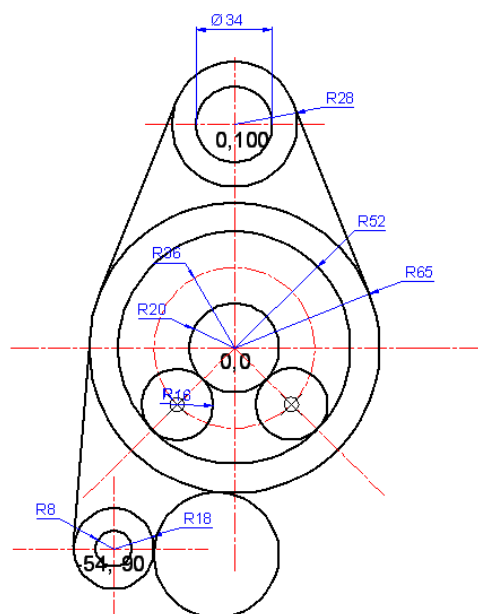


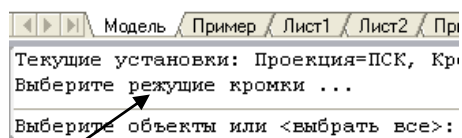
Рис.115

Шаг 4. Редактирование объекта

- а. нужно удалить часть дуг окружностей в соответствии с рис. 102:
 - выбираем на панели инструментов *Редактирование* вкладки *Главная* команду ОБРЕЗАТЬ (начнем с окружности радиуса 28 с центром в точке (0,100) – нужно удалить нижнюю дугу):

На запрос команды:

Выберите объекты или <выбрать все>:



выбираем режущие кромки - режущими кромками для дуг являются две касательные линии. При выборе (щелкаем по ним поочередно левой кнопкой мыши) они приобретают вид пунктирных линий и нажатием клавиши <Enter> заканчиваем запрос «Выберите объекты» (рис.116).

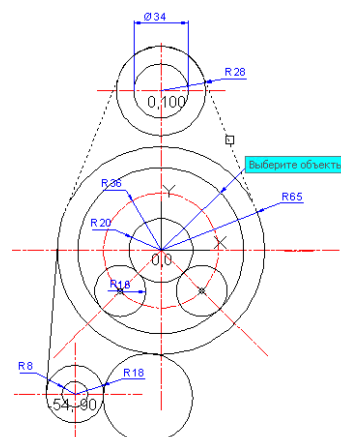


Рис.116

Следующий запрос:

выберите обрезаемый объект

На этот запрос наводим курсор на нижнюю дугу окружности радиуса 28, т.е., то что нужно обрезать, (при наведении курсора окружность утолщается - рис.117) и щелкаем левой кнопкой мыши по этой дуге (рис.118).

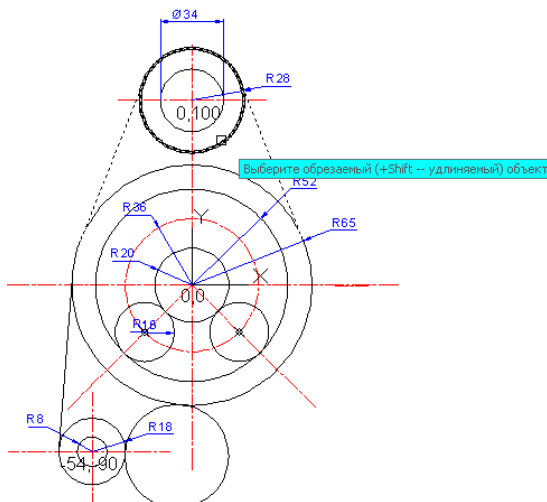
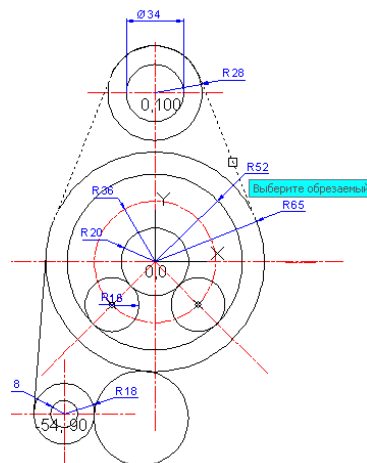


Рис.117

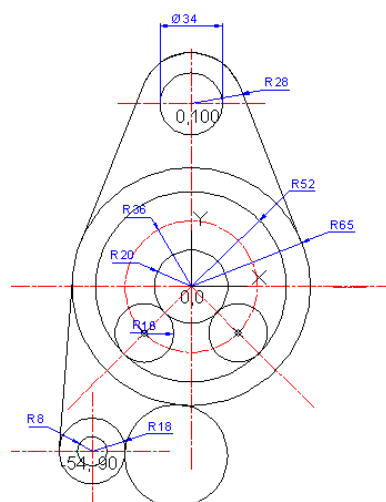


Рис.118

Оканчивается выполнение команды ОБРЕЗАТЬ нажатием клавиши *<Enter>*. Если повторно нажать клавишу *<Enter>*, то на кончике курсора вновь окажется команда ОБРЕЗАТЬ. Т.е. можно дальше продолжить редактирование, обрезаая не нужные элементы объекта. Главное, нужно правильно определить вначале режущие кромки, а затем – то, что нужно обрезать.

Теперь обрежем верхние дуги двух окружностей с радиусами 16, касающиеся центрального круга радиусом 20. Эти дуги режутся, как видно на рисунке, двумя окружностями с радиусами 20 и 52. Т.е. в качестве режущих кромок их и выбираем - после выбора они превращаются в пунктирные линии (рис.119). Выбор заканчиваем нажатием *<Enter>*.

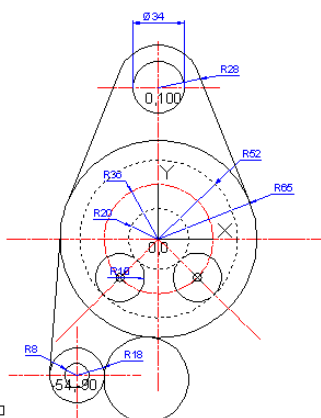


Рис.119

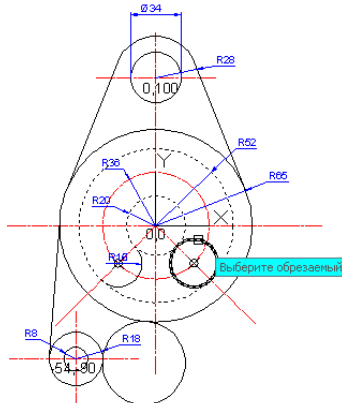


Рис.120

На следующий запрос:

Выберите обрезаемый:

щелкаем левой кнопкой мыши по этим двум верхним дугам. На рисунке 120 показан результат после щелчка по левой дуге (она уже обрезана) и начало выбора дуги правой (только выделен). После обрезки дуг выполнение команды ОБРЕЗАТЬ заканчиваем нажатием клавиши *<Enter>*. Следующим объектом для редактирования является дуга окружности радиуса 28 – правая часть. Для этой дуги режущими кромками являются две окружности: большая - радиуса 65 и нижняя - радиуса 18. После выбора этих кромок (они становятся прерывистыми) на запрос:

Выберите объекты:

нажимаем клавишу *<Enter>* (рис.121).

На следующий запрос:

Выберите обрезаемый:

щелкаем левой кнопкой мыши по нижней дуге. Остались необрезанными три дуги: нижние части центрального круга, круга с радиусом 52 и верхняя дуга большого круга с радиусом 65.

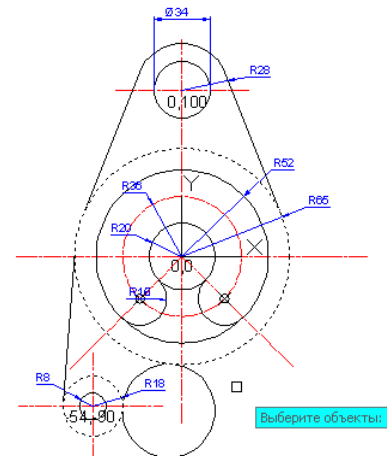


Рис.121

На запрос команды ОБРЕЗАТЬ о выборе режущих кромок, выделяем дуги с радиусами 16 – пунктирные линии (рис.122). Выбор заканчиваем нажатием клавиши *<Enter>*. Далее на запрос о выборе обрезаемых объектов, щелкаем левой кнопкой мыши по нижним дугам центрального круга и круга с радиусом 52 (рис.123). Аналогичным способом делаем обрезку большой дуги, с той лишь разницей, что для нее режущими кромками будут две касательные линии справа и слева (рис.124).

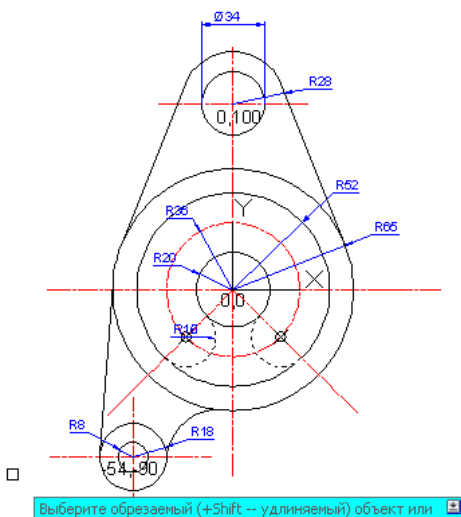


Рис.122

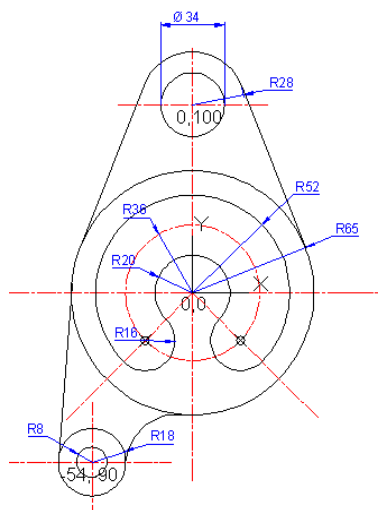


Рис.123

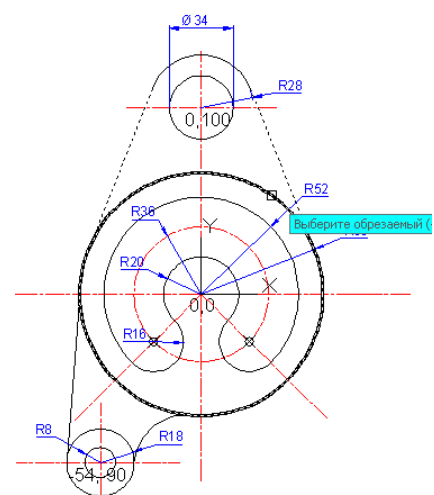


Рис.124

На этом этапе работы объект имеет вид, показанный на рис.125.

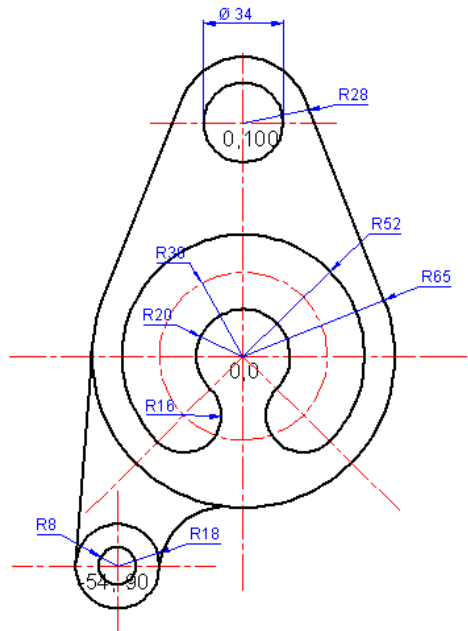


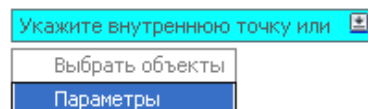
Рис.125

Шаг 5. Нанесение штриховки

На панели инструментов *Рисование* вкладки *Главная* щелкаем по пиктограмме *Штриховка*. На запрос :

Укажите внутреннюю точку или:

выбираем опцию *Параметры*



В диалоговом окне *Штриховка и градиент* раскрываем вкладку *Штриховка* и в поле *Образец*, в выпадающем списке, выбираем вид штриховки – ANSI31 (рис.126).

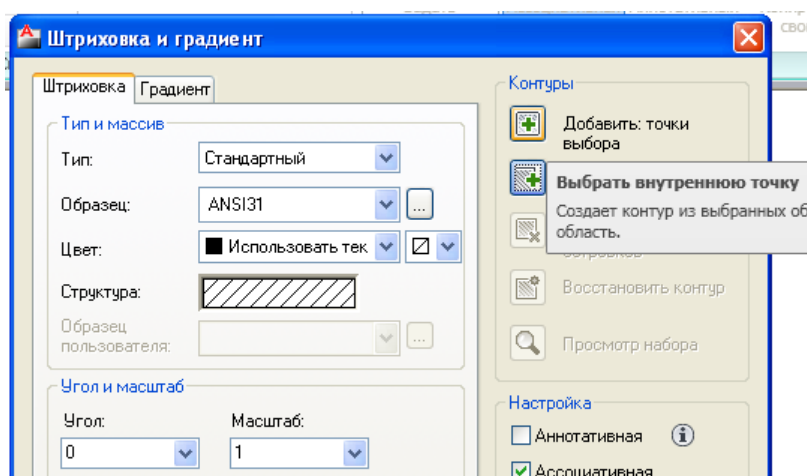



Рис.126

Там же в поле *Структура* показана структура штриховки; также можно задать другой масштаб и угол. С помощью кнопки  в правой части диалогового окна задаем параметры заполняемого контура – *Добавить точки выбора* (рис.126). Эта кнопка позволяет в цикле указать внутренние точки области штрихования. Выход из цикла указания точек – нажатие клавиши *<Enter>* (рис.127).

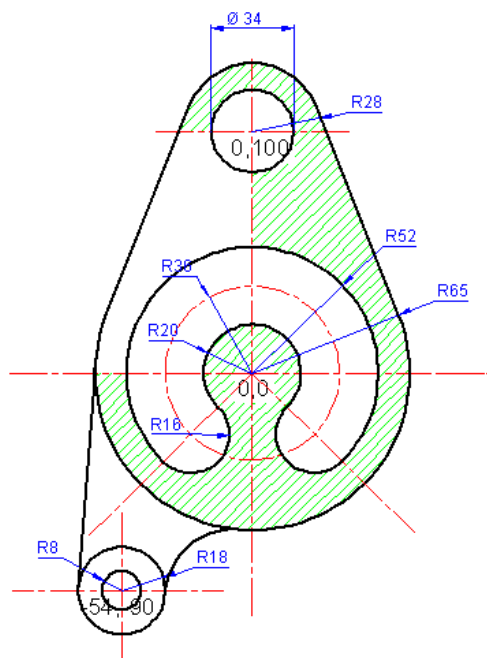


Рис.127

На рисунке последовательно, начиная с верхней части, по часовой стрелке, показан обход внутренних точек контура для штриховки (на самом деле обходить можно произвольно – здесь он продемонстрирован для наглядности). Одним щелчком мыши выбрать весь контур нельзя, т.к. границами частей, на которые поделен объект, являются не только контурные линии, но могут быть и осевые линии. На рисунке, для того чтобы показать из каких линий могут состоять границы, последний контур специально не выбран.

III. Работа в трехмерном пространстве

1. Общие сведения

Система AutoCAD может строить рассмотренные ранее примитивы не только в плоскости XY мировых координат, но и в любой плоскости трехмерного пространства. Кроме того, в системе AutoCAD существует большой набор пространственных примитивов (поверхностей, тел и т.д.), которые позволяют выполнить построения трехмерных моделей зданий, сооружений и машиностроительных изделий. Каждый из перечисленных примитивов создается относительно некоторой плоскости (плоскости построения).

В трехмерном моделировании с применением системы AutoCAD следует придерживаться следующих принципов:

1. Построения изделия (здания, сооружения или детали) выполнять в пространстве модели (на вкладке *Модель*) в масштабе 1:1. Это дает возможность работать с объектами в натуральную величину, получать истинные длины, площади и объемы.
2. Построения оформительских объектов (рамок, штампов, надписей) в пространстве листа (на вкладках листов) выполнять в масштабе 1:1. При создании в листе видовых экранов с видами и сечениями модели устанавливать масштаб, подходящий для компоновки листов чертежа.
3. Для элементов оформления, создаваемых в пространстве модели (надписей, размеров, мультивыносок, штриховок и т.д.), применять масштабы аннотаций, соответствующие масштабам видов, на которых эти элементы будут показаны в листе.

В системе AutoCAD предусмотрены следующие виды моделирования трехмерных объектов:

- *сетевое* – наружные поверхности объектов представляются с помощью старых сетей (полигональных и многогранных) или с помощью новых сетей, которые можно сглаживать и в которых можно создавать сгибы (сломы);
- *поверхностное* - наружные поверхности представляются с помощью гладких процедурных поверхностей и NURBS-поверхностей, без сгибов и со сгибами;
- *твердотельное* – объекты представляются с помощью комбинации стандартных тел и тел, конвертированных из сглаженных сетей или поверхностей.

Между сетевым и поверхностным способами моделирования есть разница. Поверхностное моделирование позволяет построить более точный объект и с более высокой степенью гладкости. В частности, внедрен механизм редактирования через управляющие вершины образующих и направляющих сплайнов, появилось объединение поверхностей и т.д.


Сетевое моделирование является более гибким. Оно сродни работе скульптора, который шаг за шагом наращивает объем или, наоборот, убирает его в нужных местах. Действия по редактированию формы можно выполнять быстро и с помощью мыши, при этом результат может получиться с необходимой формой, но без глубокого контроля размеров.

Тела, в отличие от поверхностей и сетей, имеют внутренность и объем. Такие объекты можно объединять, вычитать и пересекать как трехмерные множества. Поэтому обычно конечным результатом моделирования должна быть твердотельная модель. Тела получаются как результат работы команд построения стандартных тел (ящиков, конусов, шаров и т.п.), как результат вращения, выдавливания, сдвига замкнутых двумерных примитивов, а также как результат такой сложной операции, как лобфитинг

(построение по сечениям). Над телами возможны операции специального редактирования (смещения граней и т.п.), можно разрезать тела на части.

Для создания в системе AutoCAD твердотельной модели изделия в начале необходимо мысленно разложить его на простые стандартные составляющие. Затем путем логических операций (объединения, вычитания и пересечения), а также операций редактирования создать объект нужной формы. Для тел можно строить сечения, разрезы, а также псевдоразрезы (динамические разрезы или «живые» сечения).

3. 2 Построение простых тел

Для построения трехмерной модели нужно вызвать рабочее пространство (*РП*) **3D моделирование**. Это можно сделать с помощью списка в панели быстрого доступа, которая располагается в строке заголовка AutoCAD (рис.128) или в строке состояния нажать кнопку  *Переключение рабочих пространств* (рис.129).

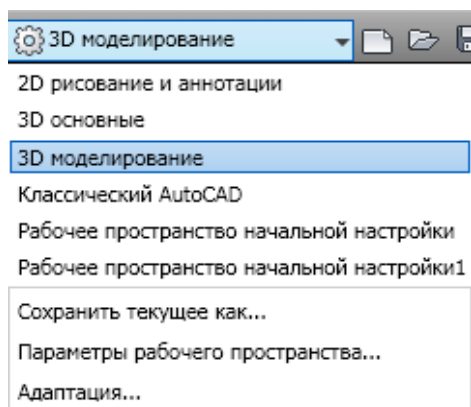


Рис.128

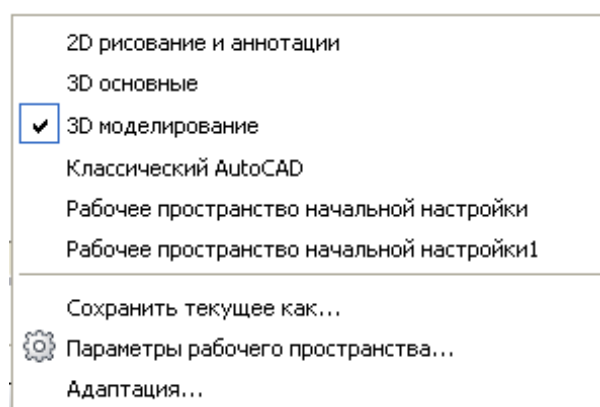


Рис.129

На панели инструментов *Моделирование* вкладки *Главная* ленты (рис.130), в подменю *Моделирование* падающего меню *Рисование* (рис.131) и на панели инструментов *Моделирование РП Классический AutoCAD* (рис.132) собраны кнопки трехмерных операций. Семь кнопок соответствуют следующим командам, предназначенных для построения твердотельных объектов стандартной формы:

ЯЩИК;	ЦИЛИНДР;
КЛИН;	ПИРАМИДА;
КОНУС;	ТОР.
ШАР;	

Каждый объект строится относительно текущей плоскости построений и поэтому ориентируется по плоскости *XU* текущей *ПСК*. Рассмотрим процесс построения в *МСК* (мировой системы координат) тела на примере команды **ЯЩИК** (прямоугольного параллелепипеда). Для удобства построения в новом

чертеже желательно установить в качестве вида *юго-западную изометрию*, т.к. этот вид дает хорошее представление о трехмерных объектах (рис.133).

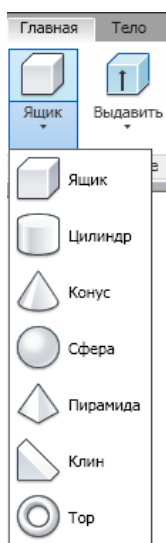


Рис.130

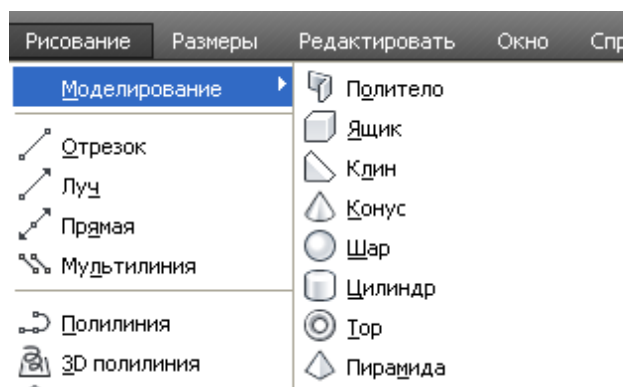


Рис.131



Рис.132

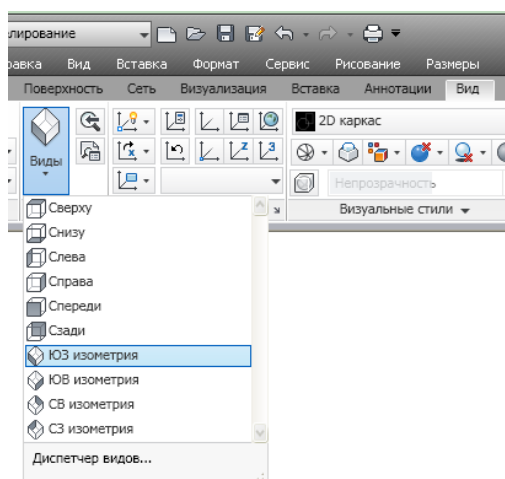


Рис.133

Первый запрос команды ЯЩИК:

Первый угол или [Центр]:

Вводим координаты: 0,0,0 – угол прямоугольного параллелепипеда будет в начале *МСК* (рис.134).

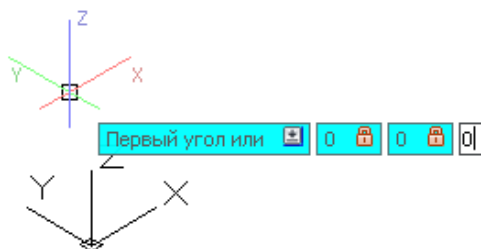


Рис.134

Если выбрать опцию *Центр*, то это будет вариант построения ящика с фиксацией положения не первого угла, а центра параллелепипеда.

Следующий запрос:

Другой угол или [Куб/Длина]:

Здесь можно задать координаты точки другого (противоположного) угла ящика по большой диагонали относительно *МСК*, если они известны. Опция *Куб* ведет к построению куба (длина, ширина и высота имеют одинаковые значения). Выберем опцию *Длина*. Далее система запрашивает длину ребра:

Длина:

Пусть, к примеру, одна сторона параллелепипеда имеет длину 150 и направим ее по оси *X*. Для этого необходимо не только ввести указанный размер, но еще и показать направление той стороны, для которой будет указана длина. Чтобы это положение зафиксировалось, надо включить режим *Орто* и показать мышью направление по оси *X*, а в окошке длины ввести 150 и нажать клавишу *<Enter>* (рис.135).

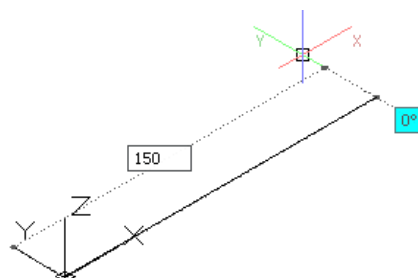


Рис.135. Задание направления и длины ребра

Следующий запрос:

Ширина:

Введем ширину 80. И последний запрос:

Высота:

Зададим высоту 30 (одновременно нужно помогать курсором, показывая направление выдавливания вверх, иначе высота может пойти в другую сторону) На рис.136 приведен результат построения твердотельного параллелепипеда, т.е. создан примитив 3DSOLID.

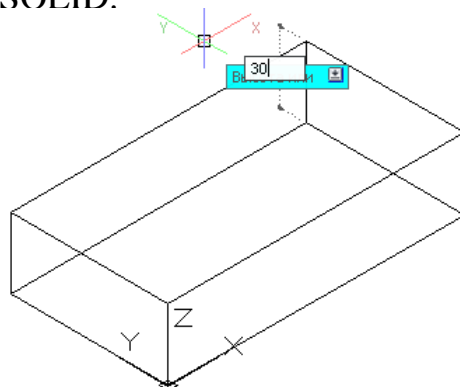


Рис.136

Теперь построим пересекающий этот ящик цилиндр с радиусом 45, высотой 60

и с центром в точке центра нижнего основания ящика. При этом нужно помнить, что цилиндр строиться со своего основания относительно текущей плоскости построений, т.е. на плоскости XU текущей ПСК, а его образующие будут параллельны оси Z (рис.136). Команда ЦИЛИНДР вызывается одной из соответствующих кнопок, изображенных на рис. 130-132. Первый запрос:

Центр основания или <0,0,0>:

Задаем относительно МСК точку: 75,40,0 – точка пересечения диагоналей, которая является центром основания цилиндра. Далее:

Радиус основания или [Диаметр]:

Вводим радиус 45. Далее:

Высота или[2Точки/Конечная точка оси]:

Задаем высоту цилиндра 60 (желательно снова помочь системе курсором, указывая вверх). В результате этого будет построен твердотельный цилиндр (рис.137).

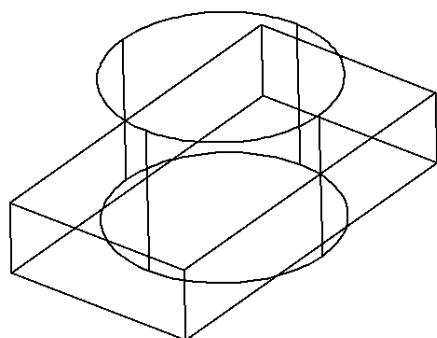


Рис.137

Для наглядности система AutoCAD рисует по умолчанию 4 образующие линии. Можно изменить их количество до 16, что дает более точное представление о форме объекта (рис.138). Это можно сделать в окошке поля *Экранное разрешение* вкладки *Экран* диалогового окна *Настройка* (рис.139).

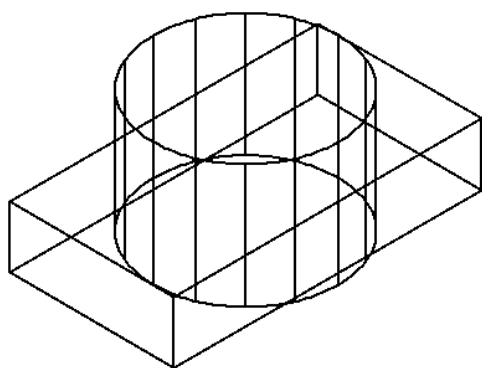


Рис.138 Изменение количества образующих для отображения твердотельных объектов

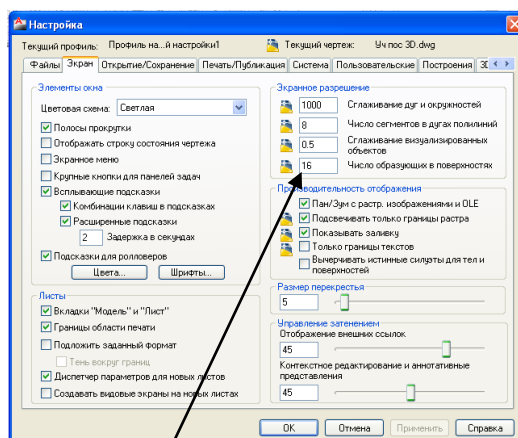


Рис.139

Построим теперь еще один цилиндр с тем же центром, с меньшим радиусом 35, но с большей высотой – 70 (рис.140). Все три построенных тела пересекаются –

это будет нужно в дальнейшем, т.к. на этом примере можно продемонстрировать работу команд ОБЪЕДИНЕНИЯ и ВЫЧИТАНИЯ.

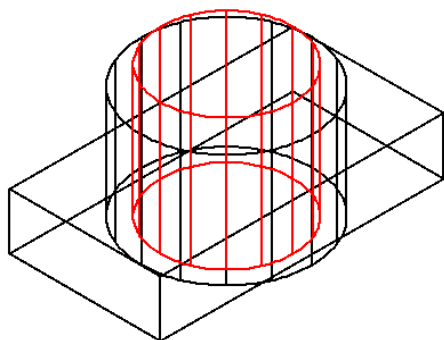


Рис.140 Построение вложенного тела

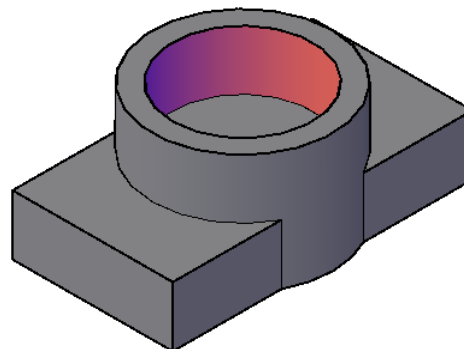


Рис.141 Объединение и вычитание тел

На рисунке 141 приведен результат использования команды вычитания: из большого цилиндра (черный цвет) вычтен малый (красный цвет) и затем было произведено объединение всех тел. В качестве визуального стиля выбран стиль *Концептуальный*.

Команда ВЫЧИТАНИЯ работает следующим образом. Первый запрос:

Выберите объект:

Нужно выбрать объект, из которого нужно вычесть (большой цилиндр). При наведении курсора его линии выделяются и после нажатия левой кнопки мыши становятся прерывистыми (пунктирными). Запрос остается прежним:

Выберите объект:

но выбор объекта, из которого вычитаем, уже закончен, поэтому выполнение первой части команды заканчиваем нажатием кнопки *<Enter>*. Следующий запрос:

Выберите объект:

нужно указать объект, который нужно вычесть (малый цилиндр). При наведении на него курсора его линии также выделяются и после нажатия левой кнопки мыши становятся прерывистыми. Запрос остается прежним:

Выберите объект:

и этот выбор заканчиваем нажатием кнопки *<Enter>*.

Результат показан на рис.142.

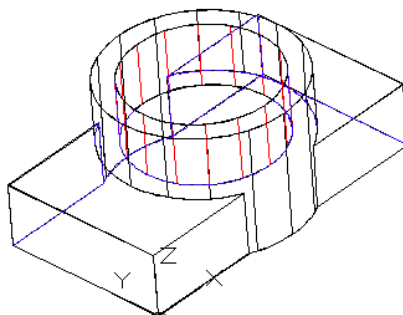


Рис.142

3.3 Построение пирамиды

Рассмотрим пример создания стандартного тела в форме правильной пирамиды. Вызывается команда ПИРАМИДА нажатием соответствующей кнопки (рис.130-132). Первый запрос:

4 сторон Описанный

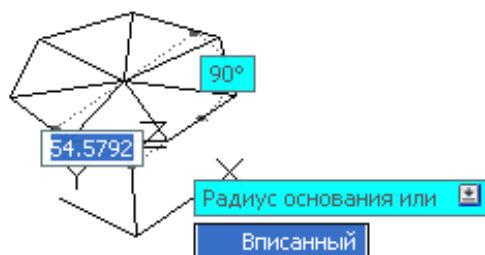
Центральная точка основания или [Кромка/Стороны] :

В первой строке сообщения выводятся текущие установки команды: четыре стороны правильного многоугольника в основании и многоугольник описывается вокруг окружности, радиус которой будет задан.

Пользователь имеет три варианта ответа на этот запрос:

- задать точку центра правильного многоугольника;
- выбрать опцию *Кромка*, с помощью которой можно задать длину стороны правильного многоугольника;
- выбрать опцию *Стороны*, чтобы изменить количество сторон многоугольника.

Выберите опцию *Стороны* и на запрос о числе сторон введите число 7. Затем в ответ на повторяющийся начальный запрос, укажите точку центра с координатами 50,50,50. Далее:



Выбор опции *Вписанный* позволяет изменить тип многоугольника (с описанного на вписанный). Теперь нужно задать радиус (зададим 100) и последний запрос:

Высота или [2Точки/Конечная точка оси/Радиус верхнего основ.]:

Высоту зададим 300 (рис.143).

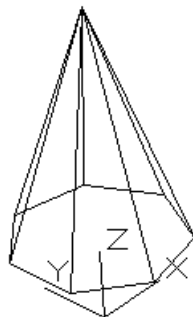






Рис.143

Опция *2Точки* дает возможность вычислить высоту как расстояние между двумя дополнительными точками. Опция *Радиус верхнего основания* позволяет

задать радиус верхнего основ. и тем самым построить не простую пирамиду, а усеченную.


3.4 Команды динамического построения тел

В системе AutoCAD имеются способы формирования тел из более простых двумерных объектов с помощью динамических пространственных операций. Каждому из этих четырех способов соответствует кнопка:

-  - выдавливание двумерного объекта по нормали или по траектории, с возможностью конусности (команда ВЫДАВИТЬ);
-  - сдвиг двумерного по траектории, с возможностью масштабирования, поворота основания и закручивания (команда СДВИГ);
-  - вращение двумерного объекта относительно оси на заданный угол (команда ВРАЩАТЬ);
-  - построение тела, ограниченного поверхностью, интерполируемой по промежуточным сечениям (команда ПОСЕЧЕНИЯМ).

4.1 Рассмотрим в качестве примера построение участка твердотельной трубы с помощью команды ВЫДАВИТЬ. В этом случае выдавливание области придется выполнять по специальной траектории.

Установите на пустом экране в качестве вида *юго-западную изометрию*. Постройте два круга с центрами в начале координат и радиусами 100 и 80.

С помощью команды ОБЛАСТЬ (кнопка  на панели инструментов *Рисование* вкладки *Главная*) преобразуйте их в области. Из большой области вычтите малую и получите область в форме кольца (рис.144).

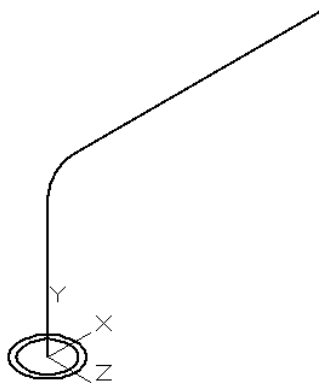



Рис.144 Область в форме кольца и траектория выдавливания

На рисунке показана также будущая траектория выдавливания. Для ее построения с помощью кнопки  панели инструментов *ПСК* поверните систему координат вокруг оси X на 90^0 (плоскость XY до вертикального положения). В новой системе координат постройте двумерную полилинию из трех сегментов (все координаты – абсолютные, т.е. динамический ввод – *выкл.*):

- первый сегмент является прямолинейным, с вершинами в токах с координатами (0,0) и (0,500);

- второй сегмент – дуговой, касающийся первого и заканчивающийся в точке (100,600);
- третий сегмент – снова прямолинейный, касающийся дугового и заканчивающийся в точке (1000,600).

У всех точек координата Z в новой ПСК равна нулю, поэтому вся траектория лежит на плоскости XU и показана на рисунке 145.

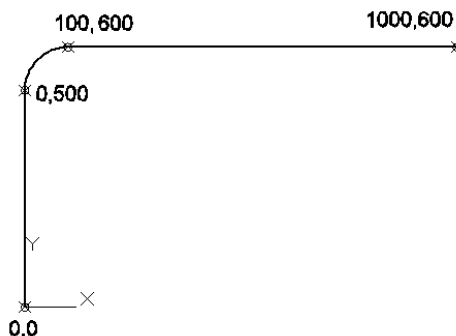


Рис.145

Далее, вызываем команду ВЫДАВИТЬ (кнопка ). Первый запрос:

```
Текущая плотность каркаса: ISOLINES=16, Режим создания замкнутых профилей =
Тело
Выберите объекты для выдавливания или [РЕжим]:
```

Первая часть сообщения информирует о плотности каркаса на лекальных гранях и о том, что по умолчанию при выдавливании замкнутого контура будет построено тело, а не поверхность. Если же выбрать опцию *РЕжим*, то последует запрос, на который два варианта ответа:

Тело или Поверхность.

Выбираем первый вариант, т.е. надо указать область в форме кольца. Следующий запрос:

Высота выдавливания[Направление/Траектория/Угол конусности/Выражение]:

Если ввести число (оно может быть и отрицательным), то область будет выдавлена по нормали на заданную высоту. Опция *Направление* позволяет задать направление выдавливания с помощью двух пространственных точек. Опция *Угол конусности* дает возможность придать эффект конусности процессу выдавливания. Опция *Выражение* введена в версию, но пока не работает.

Выбираем опцию *Траектория*. Далее система выдает запрос:

Выберите траекторию выдавливания или [Угол сужения]:

Укажите полилинию в качестве траектории и команда выдавит кольцо (рис.144) в виде трубы (рис.146).

Для лучшего зрительного восприятия результата можно изменить цвет нового объекта с помощью пункта меню ВИД | СТИЛИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ | РЕАЛИСТИЧН. Для того чтобы убедиться, что труба полая, можно изменить направление взгляда в чертеже следующим образом. Выбрать пункт меню ВИД | ОРБИТА | СВОБОДНАЯ ОРБИТА. Установите курсор внутрь появившегося зеленого орбитального кольца, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская, двигайте ее, пока не получите вид, похожий на вид снизу (рис.147).

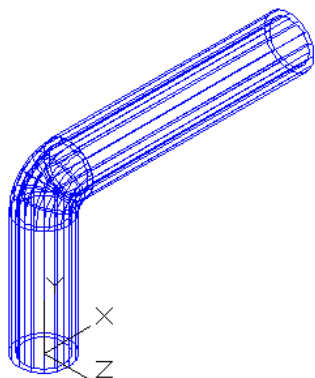


Рис.146 Построение трубы

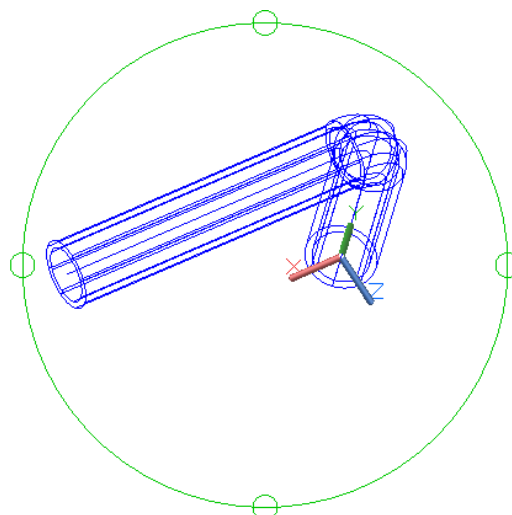



Рис.147 Изменение вида

По окончании операции необходимо отпустить кнопку мыши и нажать клавишу <Esc>.

4.2 Похожее построение выполняет команда СДВИГ (кнопка ), но со своими дополнительными возможностями. Команда сначала запрашивает объекты для сдвига. Следующий запрос:

*Выберите траекторию сдвига или
[выравнивание/Базовая точка/Масштаб/Закручивание]:*

В случае указания *траектории* будет выполнена та же операция, что и в команде ВЫДАВИТЬ (рис.148).

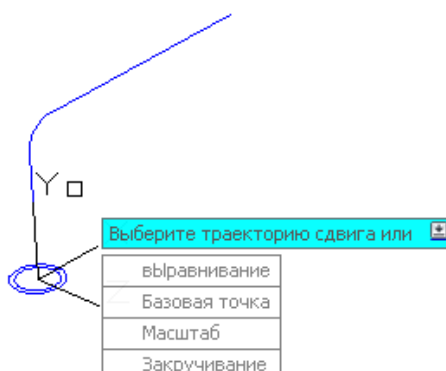


Рис.148

Разберем опции:

- *выравнивание* – задает, надо ли выравнивать двумерный выдавливаемый объект перпендикулярно траектории в начальной точке или нет;
- *Базовая точка* – позволяет задать новую базовую точку для операции;

- *Масштаб* – применяет масштаб к исходному объекту равномерно по траектории выдавливания;
- *Закручивание* – добавляет дополнительно эффект закручивания и с каким углом (аналогично спирали).

Рассмотрим на примере работу команды СДВИГ с использованием опций *Масштаб* и *Закручивание*. Установим на экране юго-западную изометрию, а в качестве объекта для сдвига построим трубу с квадратным сечением. Для этого командой ПОЛИЛИНИЯ начертим квадрат со сторонами 100х100 и внутри меньший - со сторонами 80х80. Объединим их в область и вычтем из большего квадрата меньший. В точке пересечения диагоналей квадрата восстановим перпендикуляр высотой 900, который будет представлять собой будущую траекторию (рис.149).

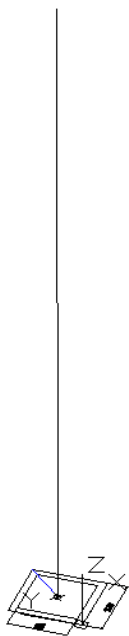


Рис. 149

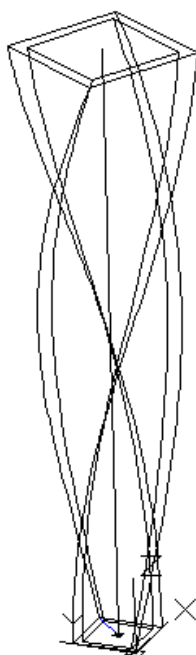


Рис. 150

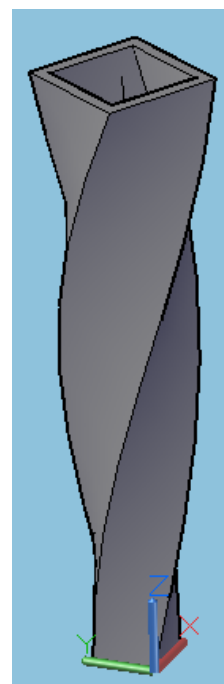


Рис. 151

После выбора команды СДВИГ, следует запрос:

Выберите объекты для сдвига или

подводим курсор к квадратам (они под курсором выделяются) и заканчиваем выбор нажатием кнопки *<Enter>*. Как уже было отмечено выше, далее идет запрос о выборе траектории и если сделать такой выбор, то выполнится команда аналогичная команде ВЫДАВИТЬ. Вместо этого выберем опцию *Масштаб* и на запрос о величине масштаба (по умолчанию предлагается 1) укажем число 2, т.е. в процессе выполнения команды от первоначального размера сечение трубы должно стать в два раза больше (это делается для наглядности). Задание масштаба заканчиваем нажатием кнопки *<Enter>*

(рис.152). На очередной запрос о выборе траектории выбираем опцию *Закручивание* (рис.153) и заканчиваем выбор нажатием левой кнопки мыши.

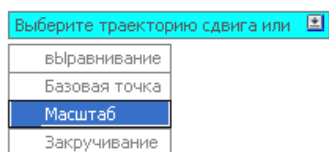


Рис.152

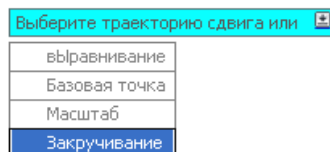


Рис.153

В ответ на этот выбор в следующем запросе предлагается ввести угол закручивания (рис.154). Также, для наглядности, наберем на цифровой клавиатуре угол равный 150° и вводим его нажатием клавиши *<Enter>*.



Рис.154

И наконец, на очередной запрос о выборе траектории, указываем курсором *перпендикуляр – траекторию* и нажимаем левую кнопку мыши. Результат приведен на рисунках 149-151. На рис.151 визуальный стиль объекта, для демонстрации эффекта закручивания, выбран в виде *Концептуального*.

Далее покажем, как используется опция *выравнивание* при построении твердотельных пружин – окружность движется по траектории, являющейся спиралью. Установим в произвольном месте графического поля систему координат, выбрав в качестве вида юго-западную изометрию. На ленте вкладки *Главная* на панели инструментов *Рисование* щелкаем левой кнопкой мыши по пиктограмме команды СПИРАЛЬ (рис.155).

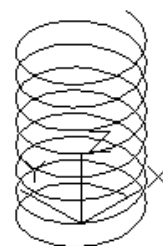
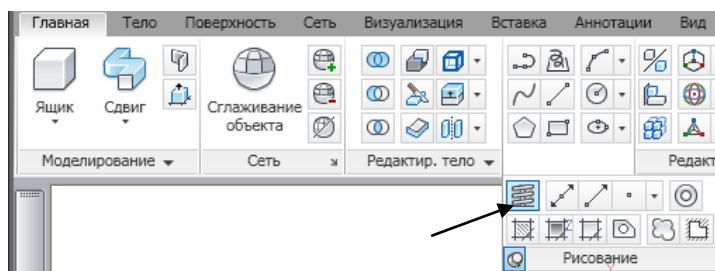


Рис.155

Следует запрос:

Центральная точка основания:

Центр основания спирали помещаем в начале координат, т.е. в точке $0,0,0$. Далее идет запрос о радиусах нижнего и верхнего оснований спирали: установим – 200. Затем, отвечая последовательно на запросы, задаем:

количество витков– 8;

высоту спирали – 700;

радиус прутка, из которого изготавливается сама пружина – 20.

После построения *траектории - спирали*, необходимо провести преобразование системы координат. Известно, что у цилиндрических тел образующие линии

всегда параллельны оси Z , а плоскостью рисования является плоскость XU (рис.155).

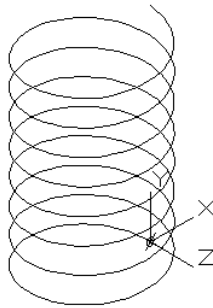
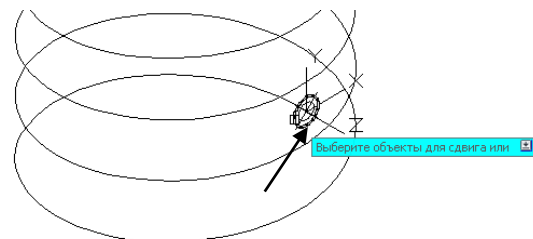


Рис.156

Теперь нужно в начале траектории, на нижнем основании спирали, нарисовать круг, плоскость которого будет перпендикулярна траектории, и задать диаметр круга – будущей пружины. Для этого нужно на панели инструментов ПСК вкладки Вид щелкнуть по пиктограмме *Начало* и установить в точке начала *спирали-траектории* систему координат и повернуть ее вокруг оси X на 90^0 (в некоторых случаях этого можно не делать). Теперь плоскость рисования XU перпендикулярна *спирали-траектории* и на ней можно нарисовать круг, указав радиус – 20 (рис.156).



Далее щелкаем по команде СДВИГ и на его запрос о выборе объекта, указываем круг (он выделяется и на рисунке показан стрелкой). После выбора, т.е. после нажатия клавиши $\langle Enter \rangle$, идет запрос о выборе траектории (рис.157).

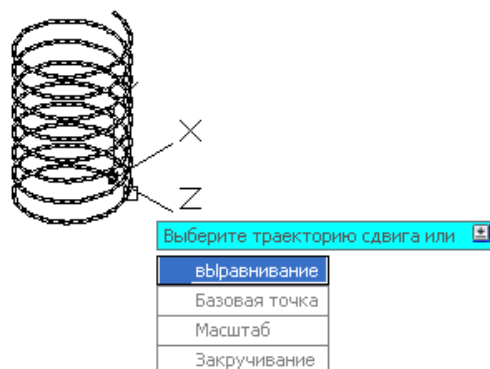
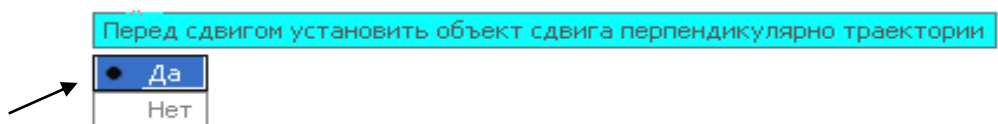


Рис.157

Вместо указания траектории выбираем опцию *выравнивание* и нажимаем клавишу $\langle Enter \rangle$. Идет следующий запрос:



На этот запрос отвечаем ДА и только после этого, когда в очередной раз запрашивается траектория, указываем *спираль - траекторию*. Результат выполнения команды СДВИГ показан на рис.158.

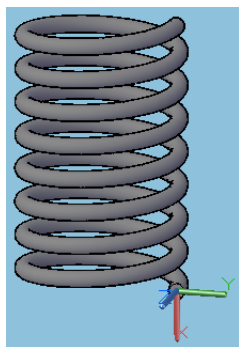


Рис.158

Тела, ограниченные более сложными поверхностями, можно строить с помощью команды ПОСЕЧЕНИЯМ. Эта команда позволяет интерполировать внешнюю поверхность тела по **замкнутым** промежуточным сечениям, аналогично шпангоутным сечениям в авиации или в судостроении. Количество сечений может быть любым, но приемлемый результат обычно получается для достаточно гладких объектов.

Рассмотрим работу команды ПОСЕЧЕНИЯМ на следующем примере. Построим с помощью команд МНОГОУГОЛЬНИК и КРУГ три сечения:

- правильный шестиугольник;
- круг;
- квадрат.

Радиус круга возьмем равным 100 мм, а радиусы описанных окружностей для шестиугольника равным 300 мм, для квадрата – 200 мм. Разместим объекты в плоскостях, параллельных плоскости XY с уровнями по оси Z: 0, 300 и 600 (рис.159).

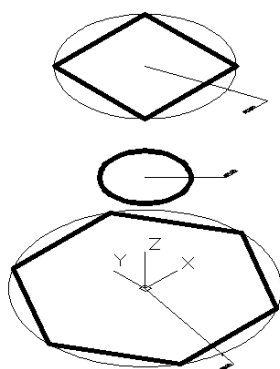


Рис.159

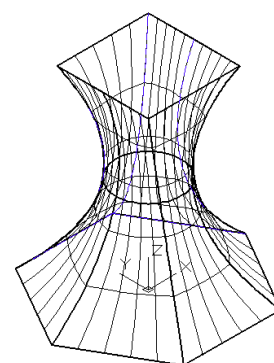
Саму операцию построения по сечениям для краткости будем называть *лофтингом*. Первый запрос команды ПОСЕЧЕНИЯМ:

Выберите поперечные сечения в порядке, требуемом для построения по сечениям или [Точка/Соединить несколько кромок/реЖим]:

Нужно указать сначала нижний шестиугольник, затем круг и квадрат. Далее:

Задайте параметр [Направляющие/Траектория/только поперечные Сечения/ПАраметры]<только поперечные Сечения>:

По умолчанию для лофтинга предлагается предпоследняя опция, в которой пользователь не указывает ничего, кроме сечений, и алгоритм интерполяции между сечениями выбирается программой.



Результат такого построения приведен на рис.160.

Рис.160. Лофт-тело

Если вместо *<только поперечные Сечения>*, выбрать опцию *ПАраметры*, открывается диалоговое окно *Настройка лофтинга*. В этом окне можно повлиять на некоторые тонкости механизма создания поверхности тела. Пользователю доступны четыре переключателя:

- *Кусочно-линейчатая* – поверхности между сечениями создаются по простейшему линейному закону, что приводит к негладкости в продольном направлении на промежуточных сечениях;
- *Гладкая* – соединение сечений с соблюдением гладкости в продольном направлении;
- *Нормальная к...* – поверхность строится с соблюдением ее нормальности к выбранным сечениям. В раскрывающемся списке этого переключателя можно выбрать следующие значения:
 - *начальному сечению;*
 - *конечному сечению;*
 - *начальному и конечному сечениям;*
 - *всем поперечным сечениям.*

Как может повлиять на вид поверхности лофт-тела, если в окне *Настройка лофтинга* выбрать переключатель *Нормальная к...* и в качестве значения в раскрывающемся списке указать - *всем поперечным сечениям*?

В результате проведенных настроек, вместо лофт-тела на рис.160, появляется с некоторыми изменениями новое лофт-тело (рис.161).

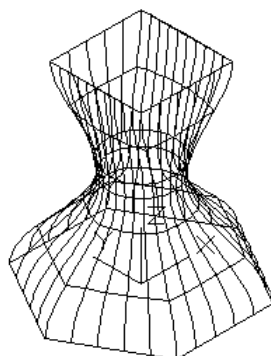


Рис.161

Команда ВРАЩАТЬ позволяет построить поверхность или тело с помощью вращения вокруг оси разомкнутых или замкнутых объектов. Вращаемые объекты определяют контур тела или поверхности. При вращении объектов любую из следующих осей можно задать в качестве оси, вокруг которой должны вращаться объекты:

- ось, определяемая двумя точками, указанными пользователем;
- X – ось;
- Y – ось;
- Z – ось.

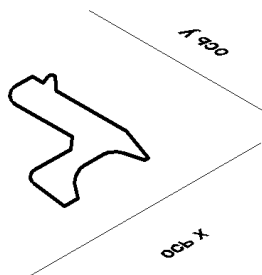
Применяя команду ВРАЩАТЬ, можно использовать в качестве вращаемого объекта следующие объекты: отрезок, дуга, эллиптическая дуга, 2D сплайн, 2D полилиния, круг, эллипс, 3D грани, 2D фигура, область, плоская поверхность, плоская грань тела.

А в качестве оси вращения можно использовать объекты: отрезок, линейный сегмент полилинии, линейная кромка поверхности, линейная кромка тела.

Примечание: если выполняется построение тела с использованием контура, состоящего из отрезков и дуг, соответствующих полилиний, то перед вызовом команды ВРАЩАТЬ их нужно преобразовать в единый объект полилинии с помощью команды СОЕДИНИТЬ на панели инструментов *Редактирование*. Если эти объекты не преобразовать в единую полилинию, при их вращении получается поверхность.

Рассмотрим выполнения команды ВРАЩАТЬ на примере плоского объекта из замкнутой полилинии, исходная позиция которой показана на рис.162.

Рис.162



Выбираем вкладку *Главная* и на панели инструментов *Моделирование* щелкаем по команде **ВРАЩАТЬ** (рис.163).

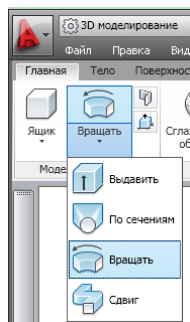


Рис.163

На запрос:

Выберите объекты для вращения:

указываем объект из полилинии на рис. 162.

На следующий запрос:

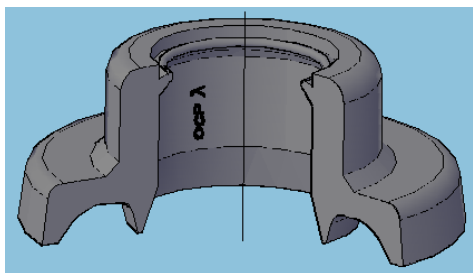
Укажите начальную и конечную точку оси вращения:

как видно на рис.162, объект находится по одну сторону оси, указываем концевые точки нарисованной оси *Y*.

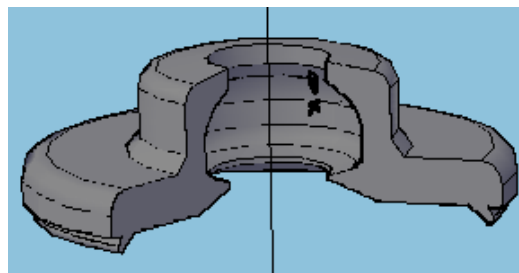
Следующий запрос:

Задайте угол поворота:

набираем на цифровой клавиатуре 240° и заканчиваем выполнение команды нажатием клавиши *<Enter>*. Аналогично сделаем всю процедуру вращения объекта вокруг оси *X*. Результат работы команды **ВРАЩАТЬ** показан на рис.164.



После поворота вокруг оси *Y*.



После поворота вокруг оси *X*.

Рис.164

3. 5 Построение проекций трехмерных тел

В системе AutoCAD предусмотрены средства, которые ускоряют и облегчают оформление чертежей для твердотельных моделей. В подменю **РИСОВАНИЕ I МОДЕЛИРОВАНИЕ I ПОДГОТОВКА** собраны операции, вызывающие команды подготовки согласованных видовых экранов с проекциями трехмерных тел (рис.165). Создаваемые и обрабатываемые этими операциями видовые экраны имеют специальную организацию. Видовые

экраны получают имена, и с ЭТИМИ ВИДОВЫМИ ЭКРАНАМИ СВЯЗЫВАЮТСЯ специально создаваемые слои чертежа.

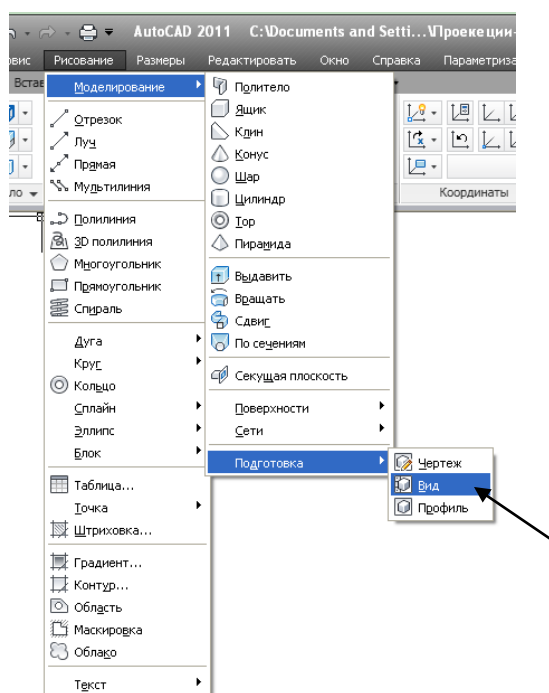


Рис.165

5.1 Команда Т – ВИД

Команда Т – ВИД (см. рис.165) позволяет создать согласованные виды. Рассмотрим работу команды на примере. Дан твердотельный объект (рис.166), для этого объекта в пространстве листа нужно создать видовые экраны согласованных проекций - виды *сверху*, *спереди* и *слева*.

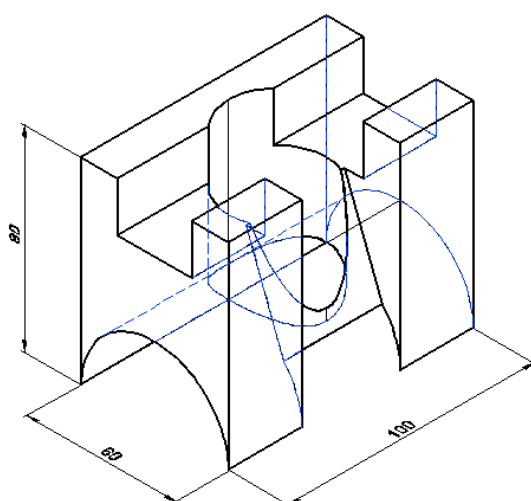


Рис.166

Перед построением уберем раскрашивание, установив в модели режим двумерного каркаса. Перейдем на вкладку *Лист1*, в которой нет видовых

экранов (если такие экраны есть, их следует удалить).

1) Основной вид

Первый запрос команды Т – ВИД:

Задайте опцию [Пск/Орто/Дополнительный/Сечение]:

Возможные опции команды:

- *Пск* – создает видовой экран с установкой вида по заданной *ПСК*;
- *Орто* – выполняет создание видового экрана с видом, ортогональным к виду указанного видового экрана;
- *Дополнительный* – осуществляет создание видового экрана с видом дополнительного сечения;
- *Сечение* – выполняет создание видового экрана с сечением.

Выберем опцию *Пск*. Следующий запрос:

Задайте опцию [Имя/Мск/Текущая]<Текущая>:

Выберем опцию *Мск* для вида сверху, т.к. *МСК* соответствует плоскости нижнего основания моделируемого объекта. Далее:

Масштаб вида<1.0>:

Оставим без изменения масштаб, равный 1 (по умолчанию). Система AutoCAD начинает строить первую проекцию и запрашивает положение центра вида. Укажем точку центра вида в левой нижней части четверти листа. С первого раза вид может расположиться неудачно (например, слишком близко к нижней границе рабочего поля). Поэтому следующий запрос позволяет либо указанием точки уточнить положение центра вида, либо нажатием клавиши *<Enter>* зафиксировать положение центра и перейти к заданию границ видового экрана (рис.167).

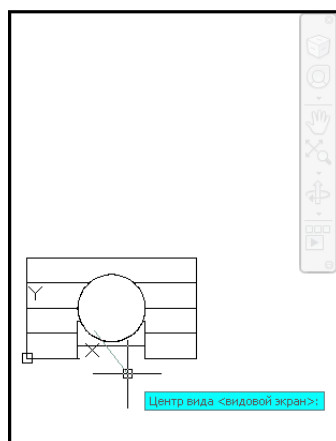


Рис.167

Запрос повторяется до тех пор, пока не будет нажата клавиша <Enter>. Поэтому положение центра вида можно уточнять сколько угодно. После нажатия клавиши <Enter> появляется запрос о положении границ прямоугольного видового экрана:

Первый угол видового экрана:

Далее:

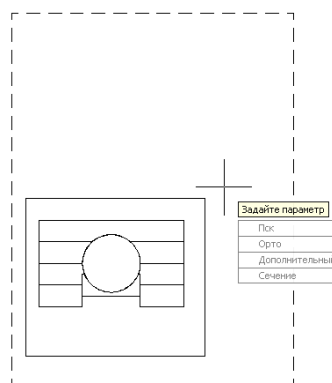
Противоположный угол видового экрана:

После задания границ видового экрана необходимо указать его имя:

Имя вида:

Нужно ввести имя (например, *сверху*). Система AutoCAD завершает построение первого видового экрана (рис.168).

Рис.168



Затем снова повторяется запрос:

Задайте опцию (параметр) [Пск/Орто/ Дополнительный/Сечение]:

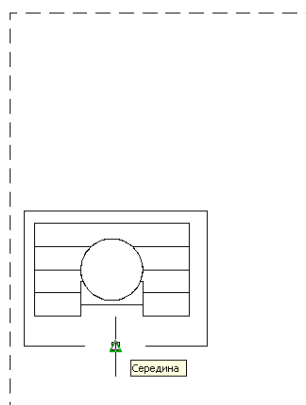
2) Ортогональный вид

Для того чтобы построить вид спереди, связанный с видом сверху, и расположить его в листе выше построенного, выбираем опцию *Орто*. Появится запрос:

Укажите сторону видового экрана для проекции:

Указываем нижнюю сторону первого видового экрана (в этом помогает значок автоматически появляющейся объектной привязки *Середина*) (рис.169). Нельзя указывать верхнюю сторону видового экрана, т.к. в этом случае новый вид получится перевернутым (вместо вида спереди получится вид сзади).

Рис.169



После этого выдается запрос о центре второго вида, но, когда показываем центр нового вида, появляющаяся резиновая нить режима ортогональности позволяет разместить новый вид только строго вертикально от вида сверху. Указываем точку центра вида и затем по следующим запросам – границы видового экрана. Зададим второму виду имя – *спереди*. После этого в листе появятся уже два видовых экрана с согласованными проекциями (рис.170).

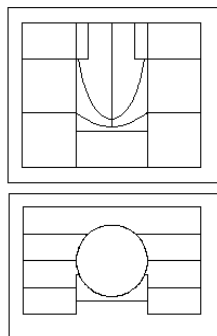


Рис.170.

Далее с помощью опции *Орто* команды Т – ВИД в правой верхней четверти листа строим третий видовой экран, задав имя вида – *слева* (рис.171).

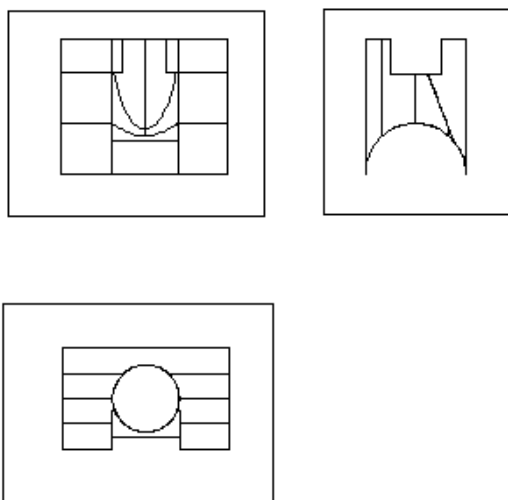


Рис.171 Построение трех видовых экранов с сохранением проекционной связи

Созданные командой Т – ВИД видовые экраны обладают особыми свойствами. Имена, которые были заданы для видов, связаны с именами автоматически сгенерированных слоев, которые можно увидеть, вызвав окно *Диспетчера свойств слоев* (рис.172).

На слое *VPORTS* размещены границы видовых экранов (его можно отключить, если границы должны стать невидимыми). По имени каждого из трех видов (*сверху*, *спереди* и *слева*) образовалась тройка слоев с окончаниями: *DIM*, *HID* и *VIS*.

Имя	Вкл	Замор...	Блоки...	Цвет	Тип линий	Вес линий
0				■ белый	Continuous	— По ум...
VPORIS				■ белый	Continuous	— По ум...
свер-DIM				■ белый	Continuous	— По ум...
свер-HID				■ белый	Continuous	— По ум...
свер-VIS				■ белый	Continuous	— По ум...
слев-DIM				■ белый	Continuous	— По ум...
слев-HID				■ белый	Continuous	— По ум...
слев-VIS				■ белый	Continuous	— По ум...
спер-DIM				■ белый	Continuous	— По ум...
спер-HID				■ белый	Continuous	— По ум...
спер-VIS				■ белый	Continuous	— По ум...

Рис.172

Эти слои имеют специальное предназначение: с окончанием *DIM* должны хранить размерные примитивы соответствующего вида; с окончанием *VIS* – видимые (контурные) линии; а с окончанием *HID* – невидимые линии. Для удобства их можно сгруппировать по видам и задать соответствующие характеристики (параметры). Ранее, в *2D построения и аннотации*, для размерных, контурных и штриховых линий характеристики были приведены. В *3D моделировании* появились невидимые линии, тип которых называется “невидимая” и его необходимо выбрать из базы. Для этого в диалоговом окне *Выбор типа линий* нужно щелкнуть кнопку “Загрузить” и в раскрывшемся окне *Загрузка/перезагрузка типов линий* выбрать одну из доступных типов “невидимая”.

5.2 Команда Т – ЧЕРТЕЖ

Управление видимыми и невидимыми линиями осуществляется с помощью команды Т – ЧЕРТЕЖ пункта меню РИСОВАНИЕ | МОДЕЛИРОВАНИЕ | ПОДГОТОВКА (рис.165). Эта команда предназначена для работы с видовыми экранами, созданными командой Т – ВИД (рис.171). Команда Т – ЧЕРТЕЖ выдает запрос о выборе видовых экранов, которые нужно обработать:

Выберите объекты:

В ответ нужно указать те три видовых экрана, в которых необходимо рассчитать и разделить по слоям видимые и невидимые линии модели. После нажатия клавиши <Enter> система AutoCAD на указанных экранах, вместо существующих линий объектов модели, создает видимые и невидимые линии, которые являются копиями существующих линий объектов. Они разносятся по слоям, соответствующим именам видов, сформированных командой Т – ВИД

(например на слой *сверху – VIS* помещаются видимые линии вида *сверху*, на слой *сверху – HID* помещаются невидимые линии вида *сверху*) (рис.173).

Статус	Имя	Вкл	Замо...	Блоки...	Цвет	Тип линий	Вес линий
✓	VPORTS				■ белый	Continuous	— По ум...
	спер-VIS				■ белый	Continuous	■ 0.80 мм
	спер-HID				■ белый	невидимая2	■ 0.40 мм
	слев-VIS				■ белый	Continuous	■ 0.80 мм
	слев-HID				■ белый	невидимая2	■ 0.40 мм
	свер-VIS				■ белый	Continuous	■ 0.80 мм
	свер-HID				■ белый	невидимая2	■ 0.40 мм
	0				■ белый	Continuous	— По ум...
	спер-DIM				■ белый	Continuous	— 0.25 мм
	слев-DIM				■ белый	Continuous	— 0.25 мм
	свер-DIM				■ белый	Continuous	— 0.25 мм

Рис.173

Результат обработки видовых экранов с помощью команды Т – ЧЕРТЕЖ, показан на рисунке 174. На слое *VPORTS* границы видовых экранов – выключены. На трех видах рассчитаны невидимые линии и удалены лишние образующие на лекальных участках поверхностей тела.

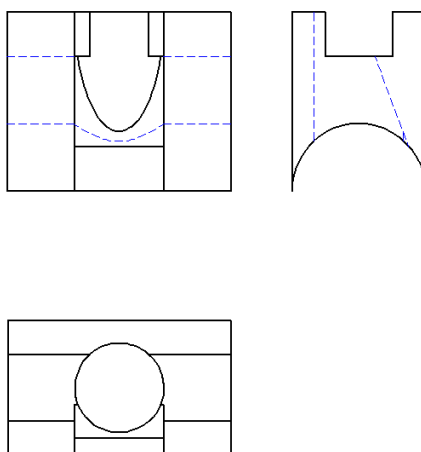



Рис.174

5.3 Команда Т – ПРОФИЛЬ

Для обработки 3D модели можно воспользоваться командой Т – ПРОФИЛЬ, которой соответствует кнопка  и пункт меню РИСОВАНИЕ I МОДЕЛИРОВАНИЕ I ПОДГОТОВКА I ПРОФИЛЬ (рис.175). Команда работает с любыми видовыми экранами (в том числе с построенными командой Т – ВИД).

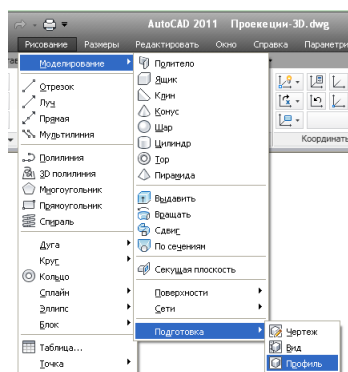


Рис.175

Эта команда предназначена для создания профилей трехмерных тел и разделения линий модели на видимые и невидимые относительно данного вида (рис.166). Для выполнения команды необходимо в пространстве листа перейти в режим *Модель* и активизировать нужный видовой экран. Сначала команда запрашивает объекты модели, которые требуется обработать, а затем выдает запрос:

Изобразить скрытые линии профиля на отдельном слое? [Да/Нет]<Д>:

При ответе *Да* создаются отдельные слои для видимых и невидимых линий. На рисунке 176, в окне *Диспетчера свойств слоев*, показаны сгенерированные, в результате работы команды Т – ПРОФИЛЬ, слои PV-33С – для видимых линий и PH-33С – для невидимых, где 33С – это метка или внутренний номер видowego экрана как графического примитива.

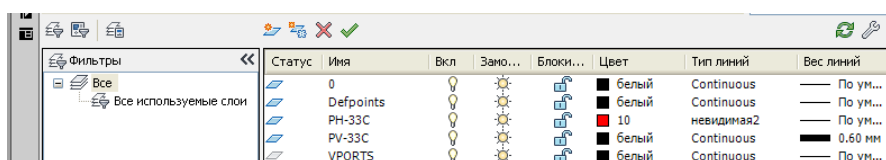


Рис.176

Обычный ответ – *Да*. Далее запрос:

Проецировать линии профиля на плоскость? [Да/Нет]<Д>:

В этот момент разница между *Да* и *Нет* заключается в том, что в первом случае создается двумерная проекция профиля объекта на плоскость вида, а во втором – линии профиля остаются трехмерными.

Следующий запрос:

Удалить касательные ребра? [Да/Нет]<Д>:

При ответе *Да* удаляются лишние касательные ребра, образующиеся на криволинейных участках.

На рисунке 166 показан твердотельный объект, который обработан командой Т – ПРОФИЛЬ.

Глоссарий

Autodesk – американская фирма, разработавшая систему AutoCAD;

AutoCAD система – компьютерная программа для выполнения графических работ самых разных направлений;

Лента – это тип меню, предоставляющий доступ к командам через свои кнопки, которые сгруппированы в панели, а панели объединены во вкладки (группы);

Браузер меню – специальное окно, которое представляет собой еще одну систему меню и имеет вид вертикальной таблицы - появляется после щелчка по значку *A*, который располагается в левом верхнем углу окна ;

Рабочие пространства – именованные пространства, где настраиваются и сохраняются видимые элементы интерфейса, к которым относятся лента, браузер меню, кнопки управления основным окном, диалоговые окна и другие очевидные атрибуты приложений, функционирующих в среде Windows;

2D построения и аннотации – стандартное рабочее пространство двумерных (плоских) построений (предлагается по умолчанию);

3D моделирование - стандартное рабочее пространство как для трехмерных (объемных), так и двумерных (плоских) построений (предлагается по умолчанию) ;

Классический AutoCAD - стандартное рабочее пространство как для трехмерных (объемных), так и двумерных (плоских) построений без ленты - предлагается по умолчанию;

Орбита:

зависимая – вращение вида с сохранением точки цели;

свободная - вращение вида по свободной орбите с использованием орбитального кольца;

непрерывная – постоянное вращение вида по непрерывной орбите;

Адаптация – настройка пользовательского интерфейса;

Панель инструментов – совокупность команд, аналогичные меню, собранные по функциональному признаку - входит в базовую адаптацию ACAD;

Тонирование – создание фотореалистично раскрашенного изображения трехмерной модели;

Окно:

модальное – препятствует работе с документом, пока оно не будет закрыто;

немодальное – это особые окна, которые могут оставаться на экране, теряя фокус и предоставляя возможность выполнения действий в другом окне (окне рисунка или окне системы AutoCAD).

Палитра – немодальные окна, относятся к элементам интерфейса;

Строка состояния приложения – ограничивает окно системы AutoCAD снизу и состоит из 23 кнопок, которыми устанавливаются режимы рисования, осуществляется просмотр вкладок чертежей и анимированных видов, управление отображением текущего чертежа, выбор рабочего пространства, настройка состава строки состояния приложения и т.д.;

Опции команд – варианты ответов на запрос команды. Варианты представляются системой в виде перечня символьных опций, расположенных в зоне командных строк внутри квадратных скобок и разделенных наклонной чертой;

Утилиты – команды системы AutoCAD, которые выполняют вспомогательные операции с файлами рисунков;

Панорамирование – перемещение центра вида в любом направлении без изменения масштаба отображения;

Зумирование – изменение масштаба отображения рисунка с сохранением центра изображения;

Штурвал – инструмент быстрого перемещения, облета и осмотра моделей, чертежей и комнат здания;

Примитивы – графические объекты, которыми оперирует система AutoCAD;

Ручки – инструмент для быстрого изменения геометрии выделенного объекта;

Слайн – математическая гладкая линия, которая либо точно проходит через заданные пользователем определяющие точки, либо отклоняется от них в рамках допуска и может удовлетворять дополнительным условиям касания в начальной, конечной или обеих крайних точках;

Мультилиния – объект, состоящий из пучка ломаных линий, которые параллельны друг другу;

Растровое изображение – это цветное изображение, состоящее из точек (растров), которые формируют рисунок.

Масштаб аннотаций - свойство, которое связывается с примитивами, участвующими в оформлении (аннотировании) чертежей.

Аннотативными (внемасштабными) – могут быть только объекты, используемые в оформлении. К ним относятся : текст, размеры, выноски, штриховки, блоки. Не все объекты перечисленных типов обязаны быть аннотативными. Но при необходимости им можно присвоить признак “аннотативный”.

Визуальный стиль – это совокупность параметров, задающих способ отображения объектов (линии каркасов, раскрашенный вид, скрытые невидимые линии, с показом материалов и т.д.)

Литература

1. Полещук Н.Н. AutoCAD 2009 - Санкт-Петербург: БХВ – Петербург, 2009.
2. Полещук Н. Н. AutoCAD 2010 - Санкт-Петербург: БХВ - Петербург, 2010.
3. Погорелов В.И. AutoCAD 2008. Моделирование в пространстве для инженеров и дизайнеров - Санкт-Петербург: БХВ – Петербург, 2007.
4. Климачева Т.Н. AutoCAD 2009. Руководства конструктора. - Москва, 2009 г.
5. Полещук Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2011. Санкт-Петербург: БХВ – Петербург, 2011.
6. 3D –технология построения чертежа. AutoCAD/ А.Л.Хейфец, А.Н.Логи – новский, И.В.Буторина, Е.П.Дубовникова.- СПб – Петербург, 2005.

Содержание

I. Общие сведения.....	3
1.1 Основное окно.....	3
1.2 Режимы рисования.....	7
1.3 Команды.....	10
1.4 Сохранение рисунка.....	12
1.5 Управление просмотром чертежа	13
1.6 Точки и координаты	18
1.7 Понятие о ПСК в 3D.....	22
II. Примитивы на плоскости.....	25
2.1 Построение геометрических объектов.....	25
2.2 Текст и текстовые стили.....	38
2.3 Построение штриховки.....	43
2.4 Средства общего редактирования.....	45
2.5 Понятие о слоях.....	60
2.6 Построение 2D модели.....	65
III. Работа в трехмерном пространстве.....	76
3.1 Общие сведения.....	76
3.2 Построение простых тел.....	78
3.3 Построение пирамиды.....	83
3.4 Команды динамического построения тел.....	84
3.5 Построение проекций трехмерных тел.....	93
Глоссарий	101
Литература.....	103
Содержание.....	104