

Н.А. Бусыгина

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Екатеринбург
2017

Печатается по рекомендации методической комиссии ФСПО.
Протокол № 4 от 2017 г.

Рецензент – Н.В. Харлова, председатель комиссии информацион-
ных технологий

Редактор А.Л. Ленская
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упова

Подписано в печать Поз.
Плоская печать Формат 60*84 1/16 Тираж
Заказ № - Печ. Л. 3,25 Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет среднего профессионального образования

Н.А. Бусыгина

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебно-методическое пособие
для обучающихся на факультете
среднего профессионального образования по специальностям:
23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного
транспорта»
35.02.03 «Технология деревообработки»
35.02.01 «Лесное и лесопарковое хозяйство»
всех форм обучения

Екатеринбург 2017

1. Введение

Современный этап развития общества предполагает использование компьютерных технологий обработки информации в различных отраслях. Большой объем работы выполняется специалистами при подготовке конструкторской документации. Автоматизировать работы по созданию документации в соответствии с ЕСКД позволяют системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе AutoCAD. Во время занятий по учебно-методическому обучающийся изучит основы работы в программе AutoCAD по выполнению машиностроительных чертежей. Для успешного освоения курса необходимы знания по дисциплинам: «Математика», «Инженерная графика».

2. Понятие геометрической модели. Типы геометрических моделей.

Определение геометрической модели

Модель физического объекта — это набор информации достаточный для имитации этого объекта. *Геометрическая модель* - это совокупность сведений, достаточных для имитации геометрической формы физического объекта. Геометрическая модель может быть, как двухмерная, так и трехмерная. Чертеж — это графическое представление модели.

Типы геометрических моделей

В зависимости от конструктивных элементов, составляющих модель, они могут быть следующих типов:

- каркасные;
- поверхностные;
- твердотельные.

Рассмотрим их более подробно.

Каркасная модель представляет собой описание физического объекта, состоящее из точек, отрезков и кривых, описывающих контуры объекта (рис.1.1). На основе этой модели можно, например, получить проекции физического объекта на чертеже (рис. 1.).

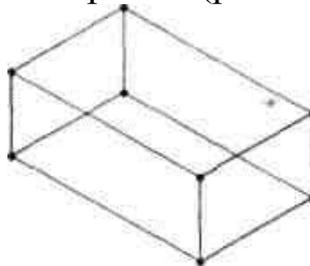


Рис 1.1. Пример каркасно-точечной модели.

2. Поверхностная модель - это модель, в которой физические объекты описаны ограничивающими поверхностями. Эти поверхности в AutoCAD, представляются набором граней – полигонов (простейших многоугольников) (рис. 1.2).

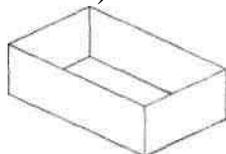


Рис 1.2. Пример поверхностной модели

3. Твёрдотельная модель формируется из элементарных геометрических объектов с применением операций объединения, вычитания и пересечения этих объектов, вращением контура и другими методами (рис. 1.3).

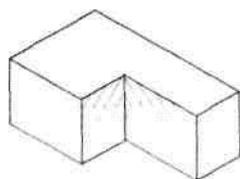


Рис 1.3. Пример твёрдотельной модели

На плоскости могут использоваться только каркасные модели, а также отдельные геометрические объекты, являющие частью плоскости, так называемые области. Остальные типы моделей используются в пространственном моделировании.

Вопросы для изучения:

Определения: модель физического объекта, геометрическая модель объекта, чертеж.

Типы геометрических моделей с примерами.

3. Построение двухмерных чертежей в программе AutoCAD.

3.1. Основы работы в программе AutoCAD.

AutoCAD - система автоматизированного проектирования (САПР), которая позволяет:

- разрабатывать двухмерные чертежи,
- осуществлять трехмерное моделирование,
- получать конструкторскую документацию и т.д.

В программе реализована векторная графика, в которой чертеж создается из отдельных примитивов (объектов – дуг, отрезков, окружностей...). Чертеж строится с указанием точных координат характерных точек примитивов. Сохраняется готовый чертеж в формате *.dwg.

Этапы работы в программе.

Общая схема работы в AutoCAD делится на следующие этапы:
настройка пакета (если необходимо);
создание модели объекта (в пространстве модели);
создание документации (в пространстве листа).

Запуск программы.

Запуск программы AutoCAD осуществляется



с помощью ярлыка на рабочем столе или посредством меню Пуск, AutoCAD 2010.

Запустите программу с помощью ярлыка на рабочем столе. Откроется окно программы.

В AutoCAD имеются две рабочие среды для работы:

пространство модели - для создания двухмерных чертежей объекта с помощью команд рисования и редактирования;
пространство листа - для подготовки чертежа к печати.

Пространство листа - набор листов компоновок, в которой можно задавать формат, добавлять основную надпись, отображать различные виды модели, наносить размеры и примечания к чертежу и т.д. К нему мы вернемся после построения модели объекта.

Рассмотрим работу в пространстве модели.

В пространстве модели при работе с чертежами используется рабочее пространство - инструментарий, сгруппированный и упорядоченный для работы с задачами, определенного типа.

В AutoCAD существуют три типа стандартных рабочих пространств:

2D рисование и аннотации;

3D моделирование;

Классический AutoCAD.

Для каждого рабочего пространства программа загружает на экран свой инструментарий.

Для переключения рабочего пространства необходимо использовать кнопку в строке состояния  окна программы.

Выберите из списка Классический AutoCAD.

Рассмотрим подробнее инструментарий рабочего пространства "Классический AutoCAD"

Рабочее пространство "Классический AutoCAD"

Рабочее пространство "Классический AutoCAD" состоит из следующих элементов:

Заголовок окна;

Меню;
 Строка текущих свойств геометрических объектов;
 Панели инструментов;
 Графическое поле;
 Вкладки модели и компоновок листа;
 Командная строка;
 Строка состояния;
 Палитры инструментов.

Заголовок окна

Содержит имена программы и обрабатываемого чертежа, пиктограмму обозревателя меню, панель быстрого доступа, инфоцентр, кнопки работы с окном.

Элементы заголовка.



Обозреватель меню позволяет выполнять команды с файлом чертежа: открыть, закрыть, печатать и т.д. (команды выбираем из раскрывающегося списка).



Панель быстрого доступа используется для получения доступа к часто используемым командам обозревателя.



Инфоцентр позволяет работать с различными источниками информации и получать уведомления по продуктам.

Меню

Состав команд падающего меню

Файл	работа с файлами
Правка	работа с частями чертежа
Вид	работа с изображением: масштабирование изображения, панорамирование, установка точки зрения, удаление невидимых линий, тонирование, управление параметрами дисплея и т.д.
Вставка	работа с блоками и внешними объектами, программами и т.д.
Формат	работа с неграфической информацией: со свойствами примитивов (слоями, цветом, типом и весом линий), стилями (текста, размеров, мультилинии), видом маркера точки, установка единиц измерения, границ чер
Сервис	настройка рабочего пространства, установка режимов рисования, работа с пользовательскими системами координат и т.д.

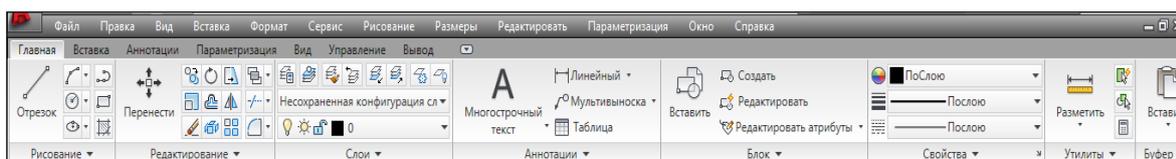
Рисова-	команды черчения
Размеры	команды простановки размеров и управления параметрами размеров
Редак-	команды редактирования элементов чертежа
Пара- метризация	работа с геометрическими зависимостями элементов чертежа
Окно	работа с окнами чертежей и панелями инструментов
Справка	справочник по AutoCAD

Строка свойств текущих геометрических объектов.



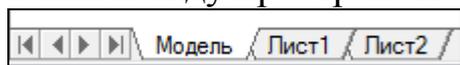
Кнопки панелей инструментов состоят из набора кнопок с пиктограммами, с помощью которых может осуществляться быстрый ввод команд.

Часто используемые команды вынесены на ленту (для отображения ленты на экране Сервис, Палитры, Лента) При изменении закладки на ленте меняется набор команд. Ленту можно свернуть до названия панелей с помощью кнопки

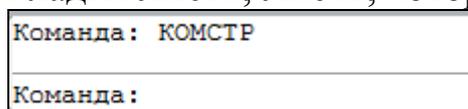


Графическое поле - это область экрана, в которой отображается и редактируется чертеж. Размер области зависит от размера окна AutoCAD и количества видимых в нем панелей и других элементов интерфейса.

Вкладки модели и компоновок листа используется при переключении между пространством модели и пространством листа.



По умолчанию активной является вкладка Модель. Далее следуют вкладки Лист1, Лист2, которых может быть любое количество.



Командная строка служит для ввода команд и ведения диалога с системой AutoCAD. Ее можно закреплять, перемещать, скрывать.

Если командной строки не оказалось на экране нажмите <CTRL> + 9 или Сервис, Командная строка.

В строке состояния отображаются значения координат курсора, режимов рисования, инструментов масштабирования, быстрого просмотра и аннотаций и т.д. Количество отображаемых позиций регулируется в контекстном меню строки состояния.

Настройки инструментов "Шаг", "Сетка", "Полярное отслеживание", "Объектная привязка" и "Объектное отслеживание" можно легко изменить в контекстных меню этих инструментов рисования.

С помощью средства Быстрого просмотра можно просматривать открытые чертежи и листы в чертеже, а также переключаться между ними.

С помощью кнопки "Рабочее пространство" можно переключаться между рабочими пространствами.

Кнопка Блокировать блокирует текущие положения панелей инструментов и окон. Чтобы расширить отображаемую область чертежа, нажмите кнопку "Очистить экран". В строке состояния чертежа отображаются несколько инструментов для масштабирования аннотаций.

Палитры инструментов. В виде закладок содержит набор всех инструментов. Отображение на экране выполняется с помощью команды Сервис, Палитры, Инструментальные палитры. (Мы использовать не будем).

4. Работа с командами.

Загрузите программу AutoCAD.

Весь диалог программа AutoCAD ведет с пользователем с помощью команд.

4.1. Типы команд AutoCAD

Команды, работающие с уточнением режима выполнения. Такие режимы называются *опциями*.

Вводятся команды в командной строке. После вызова команды в командной строке в начале выводится запрос для варианта решения, принятого в программе по умолчанию, затем в квадратных скобках перечисляются опции, которые разделяются наклонными прямыми ([./.././../]). Для выбора конкретной опции, которые находятся в квадратных скобках, достаточно набрать выделенные буквы ее названия в командной строке после двоеточия.

Примечание: при вводе с клавиатуры выделенных букв регистр значения не имеет.

Команды, работающие с помощью диалоговых окон.

Это команды, которые параметры для выполнения запрашивают не в командной строке, а в *диалоговом* окне. В данном окне предлагается пользователю задать *сразу* все необходимые параметры, которые можно выбрать или назначить в любой последовательности, а также провести предварительный просмотр выполнения команды до ее завершения.

Все команды AutoCAD (по функциональным задачам) можно разделить на следующие группы:

- команды черчения;
- команды редактирования;
- команды настройки; и т.д.

Методы активизации команд

- выбрать пункт меню;
- нажать кнопку на панели инструментов;
- нажать кнопку на палитре инструментов;
- ввести команду в командном окне и нажать «Enter»;
- выбрать пункт в контекстном меню (*Контекстные меню* появляется в месте расположения графического курсора при нажатии правой кнопки устройства указания.)

Способы завершения и отмены команд

Команды завершаются следующими способами:

- клавиша <Enter> или пункт "ввод" в контекстном меню;
- клавиша <Esc> или пункт "отмена" в контекстном меню.

Отмена и повтор выполненных команд

Если команда выполнена и ее результат отличается от ожидаемого, то для ее отмены можно:

использовать команду **отменить** (сокращенно o) - она отменяет результаты работы последней или несколько предыдущих команд, при этом сообщает имя отменяемой команды;
кнопкой *Отменить*;

Рассмотрим способы выполнения команды на командах **настройки параметров чертежа**

- установка лимитов чертежа;
- задание единиц измерения;

4.2. Установка лимитов чертежа

Чертеж выполняется в рабочей области пространства модели. Эта область представляется бесконечной. Можно область черчения ограничить лимитами (прямоугольной областью). Лимиты задаются координатами левого нижнего и правого верхнего углов.

Выполним команду ФОРМАТ/ ЛИМИТЫ ЧЕРТЕЖА для формата бумаги А4 –координаты левого нижнего угла будут (0,0), верхнего правого – (210,297).

(Координаты точек вводятся через запятую, дробную и целую части числа разделяют точкой.

В командной строке появится запись

```
Команда: '_limits
Переустановка лимитов пространства модели:
Левый нижний угол или [Вкл/оТкл] <0.0000,0.0000>:
```

левый нижний угол имеет те же координаты, не будем указывать другие значения, нажмем Enter.

```
Правый верхний угол <420.0000,297.0000>: |
```

Для указания Правого верхнего угла после «:» введем координаты 210,297 и нажмем Enter.

При правильном выполнении команды в последней строке запись – Команда:

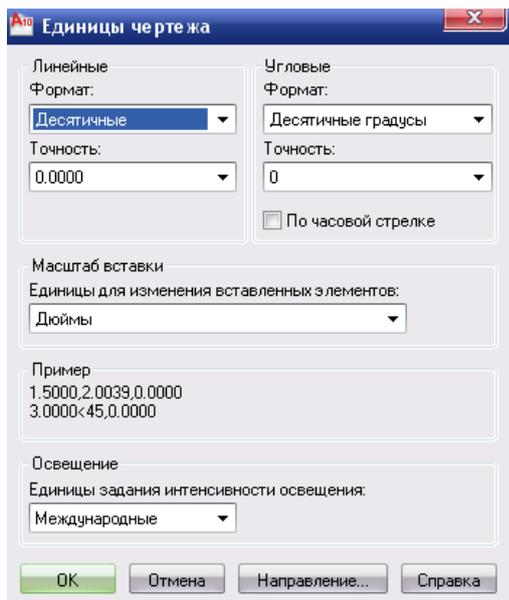
В целом в командной строке будет запись.

```
Команда: '_limits
Переустановка лимитов пространства модели:
Левый нижний угол или [Вкл/оТкл] <0.0000,0.0000>:
Правый верхний угол <420.0000,297.0000>: 210,297
Команда:
```

4.3. Задание единиц измерения

Для задания единиц измерения предназначена команда ФОРМАТ/ЕДИНИЦЫ. Команда выводит диалоговое окно «Единицы чертежа», показанное на рисунке.

Линейные единицы измерения выбираются из раскрывающегося списка Формат в разделе Линейные. Этот список содержит следующие форматы: Архитектурные, Десятичные, Инженерные, Дробные и Научные.



Форматы единиц Инженерные и Архитектурные представляют линейные величины в футах и дюймах.

Формат Дробные позволяет назначать единицы измерения в виде дробей, а научный формат используется для задания очень больших или очень малых значений в специальном формате.

При выборе того или иного формата единиц в нижней части диалогового окна в разделе Пример приводятся варианты задания единиц измерения в выбранном формате.

Наиболее часто назначаются десятичные единицы измерения.

Кроме выбора формата, большое значение имеет точность отображения выбранных единиц измерения. Точность представляется числом десятичных знаков и устанавливается в раскрывающемся списке Точность.

Установим для линейных единиц Формат ДЕСЯТИЧНЫЕ, точность – 0.

Угловые единицы измерения выбираем из списка Формат в разделе Угловые.

Установим для угловых единиц Формат ДЕСЯТИЧНЫЕ ГРАДУСЫ, точность – 0.

5. Построение рисунков путем ввода координат

5.1. Системы координат

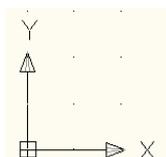
Для построения по координатам в программе AutoCAD используются Системы координат:

мировая (МСК)

пользовательская (ПСК).

Построение в абсолютной декартовой системе координат

Начало МСК совпадает с нижним левым углом чертежа, (точка пересечения осей X и Y), положительное направление оси Y направлено вверх, положительное направление X – вправо. Положение любой точки на плоскости представляется в виде пары значений (x, y).



Пиктограмма ПСК размещена в левом нижнем углу

графической зоны экрана.

Начало и направление осей ПСК задает пользователь.

Пример 1. Построим отрезки путем ввода координат точек инструментом рисования Отрезок (Line).

Инструмент **Отрезок (Line)** предназначен для вычерчивания отрезков, которые задаются 2-мя точками, являющимися концами отрезков.

Примечание. В последних версиях программы командная строка дополнена режимом динамического ввода координат. В этом режиме командная строка дублируется в рабочей области в виде диалогового окна.



Отключим режим динамического ввода в строке состояния программы.

На панели инструментов РИСОВАНИЕ выберем инструмент Отрезок

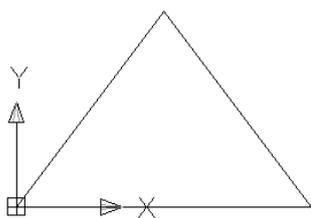


В командной строке появится сообщение

Команда: line Первая точка:

Введем с клавиатуры 0,0 нажимаем Enter (В рабочей области за перекрестьем курсора тянется резиновая линия)

Появится сообщение Следующая точка или [Отменить]:



фигура.

Введем с клавиатуры 150,0 Enter

Следующая точка 75,100 Enter

Следующая точка 0,0 Enter (2 раза)

Результатом выполнения команд будет

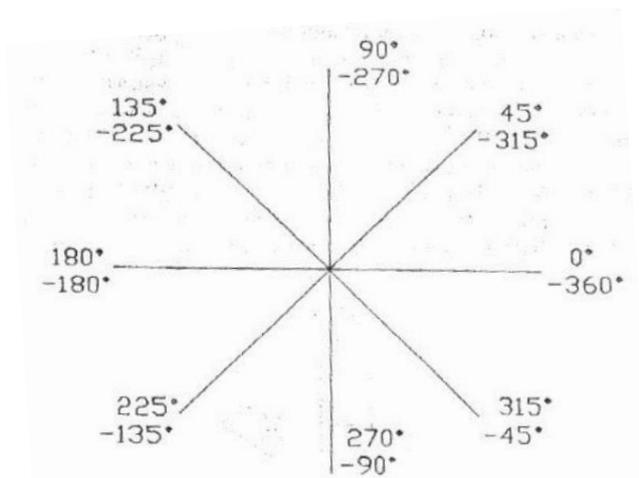
5.2. Построение в полярной системе координат.

Определение координат точек в полярной системе координат сводится к нахождению двух параметров точки:

Расстояния от начала координат до точки.

Угла между нулевым направлением полярной системы отсчета и вектором, направленным от начала координат к вводимой точке (Угол

отсчитывается против часовой стрелки).



Пример 2. Построим фигуру из примера 1 в полярной системе координат.

Команда: `_line` Первая точка:

Ввести 0,0 нажимаем Enter

Следующая точка 150 < 0 нажимаем Enter

Следующая точка 125 < -315 нажимаем Enter

Следующая точка 0,0 нажимаем Enter (2 раза)

5.3. Построение в относительной декартовой системе координат

Выполнение построений по координатам не всегда удобно. В большинстве случаев при разработке чертежей известны абсолютные размеры объектов. Для таких построений используется ввод относительных декартовых координат.

Относительные декартовы координаты отсчитываются от координат последней введенной точки. Признаком относительных координат является знак @.

Например: @52,25

Данная запись означает, что новая точка задается относительно предыдущей точки со сдвигом по оси X вправо на 52 и сдвигом по оси Y вверх на 25. Здесь запятая также является разделителем координат. Вводимые числа могут быть целыми, положительными, нулевыми и отрицательными. При отрицательных значениях координат направление их сдвига изменяется на противоположное относительно приведенных выше.

Пример 3. Построить рисунок инструментом ОТРЕЗОК при помощи относительных координат.

Команда: `_line` Первая точка:

Ввести 0, 240 Enter

Следующая точка @ 30, 30 Enter

Следующая точка @ 60, 0 Enter

Следующая точка @ 30, -30 Enter

Следующая точка @ 0, -100 Enter

Следующая точка @ -40, 0 Enter

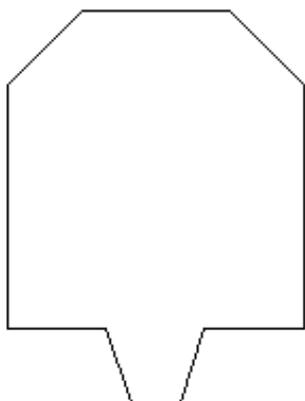
Следующая точка @ -10, -30 Enter

Следующая точка @ -20, 0 Enter

Следующая точка @ -10, 30 Enter

Следующая точка @ -40, 0 Enter

Нажать 3 (замкнуть линию) перевести клавиатуру на русскую раскладку.



5.4. Построение в относительной полярной системе координат

Используется если известно расстояние и угол к последующей точке. Ввод относительных полярных координат также начинается со знака@/.

Например: Следующая точка @110<45.

Частный случай ввода относительных полярных координат - метод Направление-Расстояние.

5.5. Построения с использованием метода направление-расстояние

Суть метода в том, что координаты вводятся комбинированным способом, при котором с клавиатуры задается только значение расстояния, а угол программа определяет автоматически по направлению указанному курсором. Включим режим ОРТО (Построение горизонтальных и вертикальных отрезков).

Пример 4. Построить инструментом ОТРЕЗОК рисунок.

Включить режим ОРТО в строке Состояния

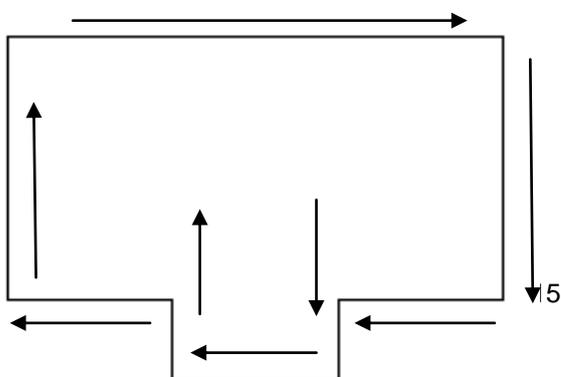
Команда: `_line` Первая точка:

Ввести 0,260 Enter

Следующая точка Перетащить резиновую линию вправо ввести 180, Enter

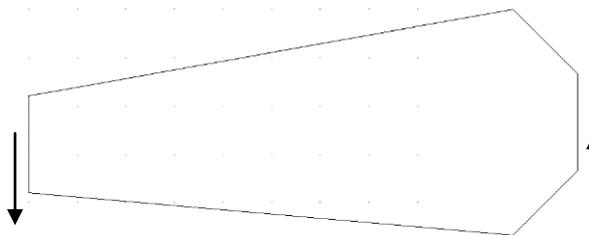
Следующая точка Перетащить линию вниз, ввести 100, Enter

Следующая точка Перетащить линию влево, ввести 60, Enter



Следующая точка Перетащить линию вниз, ввести 30 Enter
 Следующая точка Перетащить линию влево, ввести 60, Enter
 Следующая точка Перетащить линию вверх, ввести 30 Enter
 Следующая точка Перетащить линию влево, ввести 60, Enter
 Следующая точка Перетащить линию вверх Нажать 3 (замкнуть линию).

Пример 5. Построить рисунок инструментом ОТРЕЗОК при помощи относительных полярных координат и метода НАПРАВЛЕНИЕ-РАССТОЯНИЕ.



Включить режим ОРТО

Команда: line Первая точка:

Ввести 0,80 Enter

Следующая точка резиновую линию вниз, ввести 50 Enter

Следующая точка @ 250<355 Enter

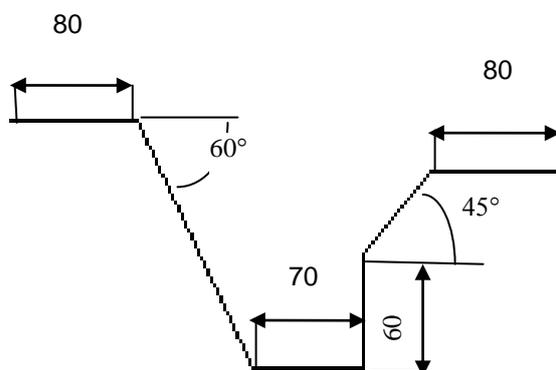
Следующая точка @47<45 Enter

Следующая точка резиновую линию вверх, ввести 50 Enter

Следующая точка @47<135 Enter

Замкнуть 3, Enter, °Enter.

Пример 6. Выполнить чертеж поперечного сечения котлована инструментом ОТРЕЗОК при помощи относительных полярных координат и метода НАПРАВЛЕНИЕ – РАССТОЯНИЕ в соответствии с рисунком.



6. Инструменты рисования

6.1. Прямолинейные объекты

Любой объект в AutoCAD состоит из набора объектов. Объекты бывают прямолинейные и непрямолинейные.

Прямолинейные объекты.

Отрезки (рассмотрены ранее)

Прямоугольники

Многоугольники.

Команда *ПРЯМОУГ(rectang)* предназначены для создания обычных прямоугольников, прямоугольников со скругленными углами или со снятыми фасками.

Прямоугольник строится по двум точкам, лежащим на его диагонали.

Для создаваемого прямоугольника можно задать ширину линии.

Для построения прямоугольника необходимо указать первую угловую точку или одну из следующих опций:

Фаска — задает длину фасок, снимаемых в каждом углу прямоугольника;

Сопряжение— задает радиус сопряжения углов прямоугольника;

Уровень — задает уровень для построения прямоугольника, смещенного по оси Z. Используется при построении трехмерных моделей;

Высота— задает высоту для построения прямоугольника, выдавленного вдоль оси Z. Используется при трехмерном моделировании;

Ширина — задает ширину (вес) линии прямоугольника

Пример 7.

Построить прямоугольник размером 297×210

Команда *_rectang*

После указания первой угловой точки выводится следующий запрос:

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

Ввести координату 0,0 Enter

Второй угол или [Площадь/Размеры/поворот] :

Ввести координату @ 297,210 Enter

Пример 8.

Построить прямоугольники со срезанными фасками длиной 15 и прямоугольник с сопряжением 20.

Команда *_rectang*

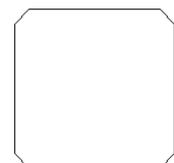
После указания первой угловой точки выводится следующий запрос:

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

Ввести Ф Enter

Длина первой фаски прямоугольников <0.0000>

Ввести 15 Enter



Длина второй фаски прямоугольников <15.0000> Enter

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

Ввести 0,270 Enter

Второй угол или [Площадь/Размеры/поворот] :

Ввести координату @ 160,160 Enter

Пример 9.

Построить изометрический вид прямоугольника с помощью опций Уровень=0 и Высота = 50.

В меню Вид выбрать команду 3D Вид, Юз изометрия.

Команда *_rectang*

После указания первой угловой точки выводится следующий запрос:

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

Ввести У Enter

Уровень прямоугольников <0.0000>: Enter

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

Ввести В Enter

Высота прямоугольников <0.0000>: 50 Enter

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

Ввести Ф Enter

Длина первой фаски прямоугольников <15.0000>:

Ввести 20 Enter

Длина второй фаски прямоугольников <15.0000>:

Ввести 20 Enter

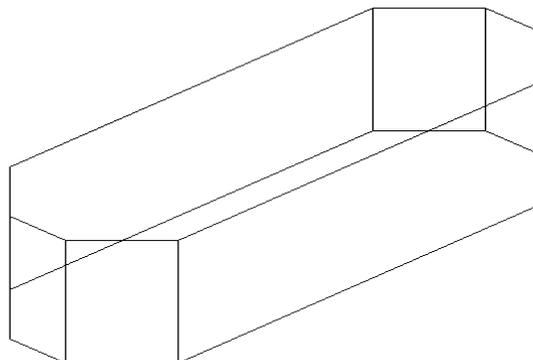
Первый угол или [Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота/Ширина] :

Ввести 80, 220 Enter

Второй угол или [Площадь/Размеры/поворот] :

Ввести 250, 280 Enter

Получим чертеж



6.2. Многоугольники

Команда построения правильных многоугольников `_polygon`: предназначена для построения правильных многоугольников по заданному числу сторон (от 3 до 1024), центру и радиусу круга, в который вписывается многоугольник или описывается вокруг него.

Пример 10.

Рассмотрим построение вписанного в окружность шестиугольника, радиус окружности 60.

Команда `_polygon`

`_polygon` Число сторон <4>: 6 Enter

Укажите центр многоугольника или [Сторона]: введем координаты центра 60,230 Enter

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

Радиус окружности: 60 Enter

Пример 11. Построить вписанный шестиугольник, используя параметр Сторона.

Команда `_polygon`

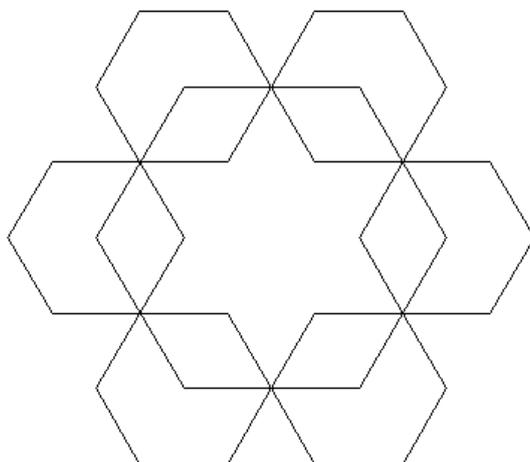
`_polygon` Число сторон <6>: Enter

Укажите центр многоугольника или [Сторона]: введем С Enter

Первая конечная точка стороны: 140,120 Enter

Вторая конечная точка стороны: 240,120 Enter.

Пример 12. Построить фигуру с помощью инструмента Многоугольник, в центре шестиугольник, вписанный в круг радиуса 90. Сохранить объект в папку.

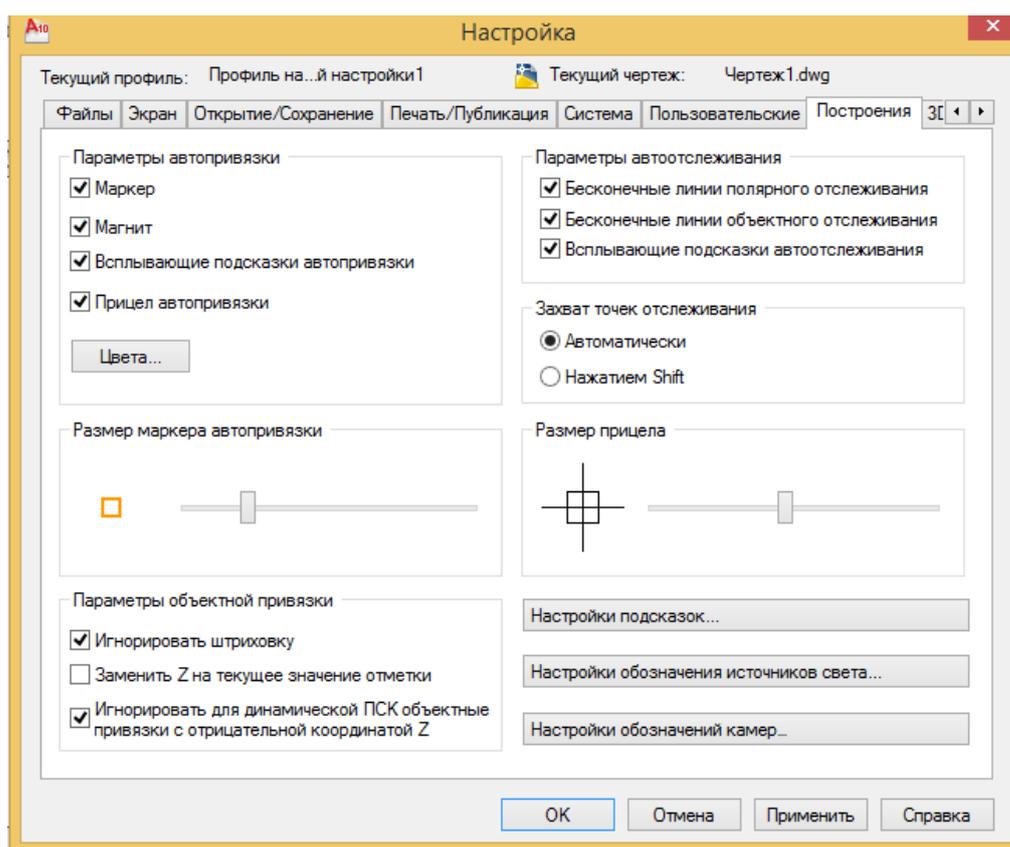


7. Объектная привязка при построении чертежей.

Режим Объектная привязка используется, когда объекты необходимо располагать определенным образом относительно существующих объектов.

Вместо ввода значений координат можно задавать точки, "привязывая" курсор к характерным точкам имеющихся объектов (к серединам отрезков, центрам кругов, построение касательной к кругу и т. д..

Выбор режима объектной привязки выполняется в окне диалога Настройка меню Сервис – Настройка - Построения



Проверьте Установку параметров:

Параметры автослежения - Всплывающие подсказки автослежения

Захват точек слежения - Автоматически.

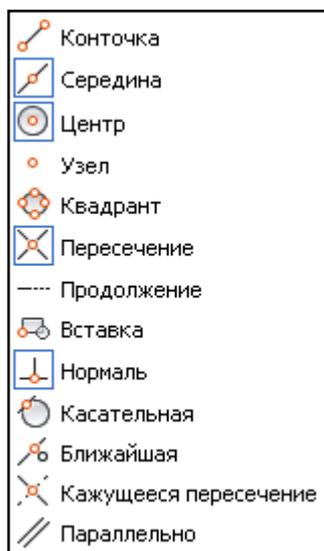
7.1. *Настройка параметров Объектной привязки*

Настройка параметров Объектной привязки может выполняться в диалоговом окне Режимы рисования, вызываемом из меню Сервис / Режимы рисования на вкладке Объектная привязка (или щелкнуть правой кнопкой в строке состояния на кнопке ПРИВЯЗКА и из кон-

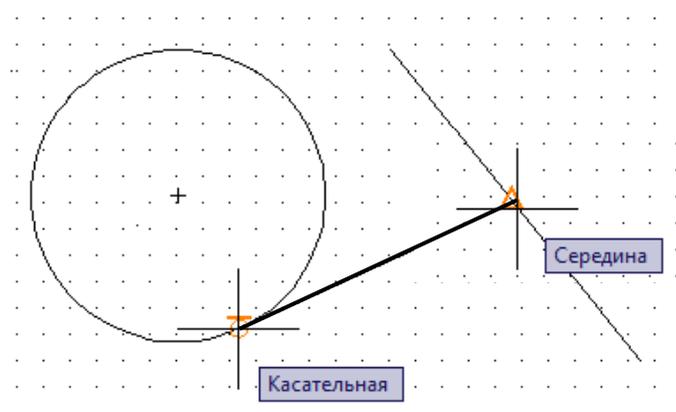
текстного меню выбрать команду Настройка.

При выполненной правильно настройке при перемещении курсора близко к возможной точке привязки на объекте отображаются маркер специальной формы, характерный для конкретного типа привязки, и подсказка.

В дальнейших построениях для быстрого выбора режима объектной привязки использовать контекстное меню кнопки Объектная привязка  в строке состояния программы.



Пример Постройте отрезок от середины отрезка по касательной к кругу (см рисунок). Параметры и размеры объектов выбрать произвольно.



Начертите произвольного размера круг.

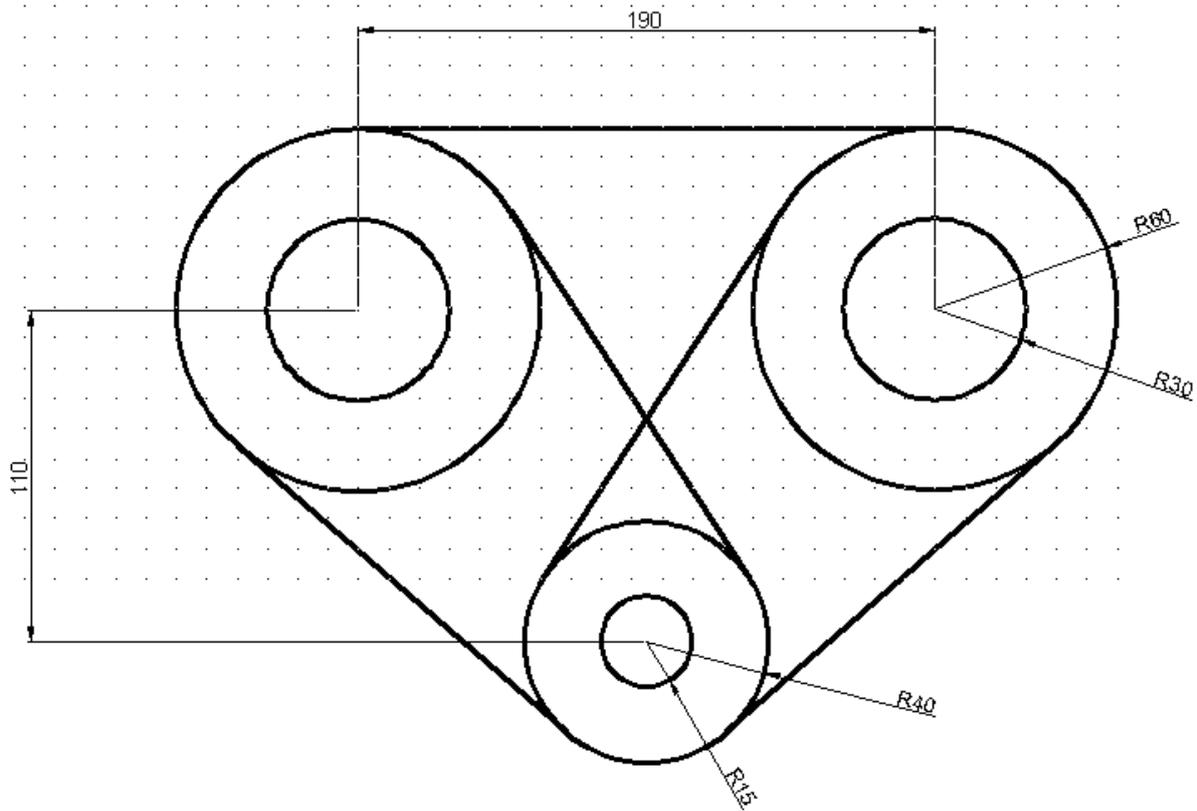
Начертите отрезок в соответствии с рисунком.

Включите объектные привязки Середина и Касательная.

Постройте отрезок с помощью инструмента Отрезок,

1 точка – середина отрезка, 2 точка – касательная (для выбора точки касания щелкнуть ЛКМ).

Пример 3. Построить чертеж в соответствии с рисунком (используя объектную привязку).



Рис

8. Построение непрямолинейных фигур

8.1. Дуги

Дуга — это примитив, являющийся частью окружности. В программе предусмотрено 11 различных способов задания параметров дуги.

Для создания можно использовать способы:
команда ДУГА в меню программы Рисование.

кнопка ДУГА на панели инструментов Рисование 

кнопка ДУГА с раскрывающимся списком на ленте в меню Главная.

Для создания дуги необходимо указать один из наборов параметров:



3 точки — координаты трех любых точек дуги;



Начало, центр, конец — начальную точку дуги, центр, значение радиуса;



Начало, центр, угол — начальную точку дуги, центр дуги, значение центрального угла;

	Начало, центр, длина — начальную точку дуги, центр дуги, длину хорды;
	Начало, конец, угол — начальную точку дуги, конечную точку дуги, центральный угол;
	Начало, конец, направление — начальную точку дуги, конечную точку дуги, направление дуги в начальной точке;
	Начало, конец, радиус — начальную точку дуги, конечную точку дуги, значение радиуса;
	Центр, начало, угол — координаты центра, начальную точку дуги, центральный угол;
	Центр, начало, длина — координаты центра, начальную точку дуги, длину хорды;
	Продолжить — построение дуги, начиная с последней точки уже построенного отрезка или дуги.

Параметры дуги



Пример 15. Построение дуги по трем точкам

Команда `_arc`

Начальная точка дуги или [Центр]: 60,210 Enter

Вторая точка дуги или [Центр/Конец]: 140,270 Enter

Конечная точка дуги: 240,230 Enter

Пример 16. Построение дуги через Начало, Центр, Конец

Команда `_arc`

Начальная точка дуги или [Центр]: Ц Enter

Центр дуги: 0,110 Enter

Начальная точка дуги: 50,50 Enter

Конечная точка дуги или [Угол/Длина хорды]: 20,185 Enter.

Пример 17. Построение дуги через Начало, Центр, Угол

Команда `_arc`

Начальная точка дуги или [Центр]: 310,370 Enter

Вторая точка дуги или [Центр/Конец]: Ц Enter

Центр дуги: 110,170 Enter

Конечная точка дуги или [Угол/Длина хорды]: У Enter.

Центральный угол: 50 Enter.

Пример 18. Построение дуги через Начало, Конец, Радиус

Команда `_arc`

Начальная точка дуги или [Центр]: 150,70 Enter

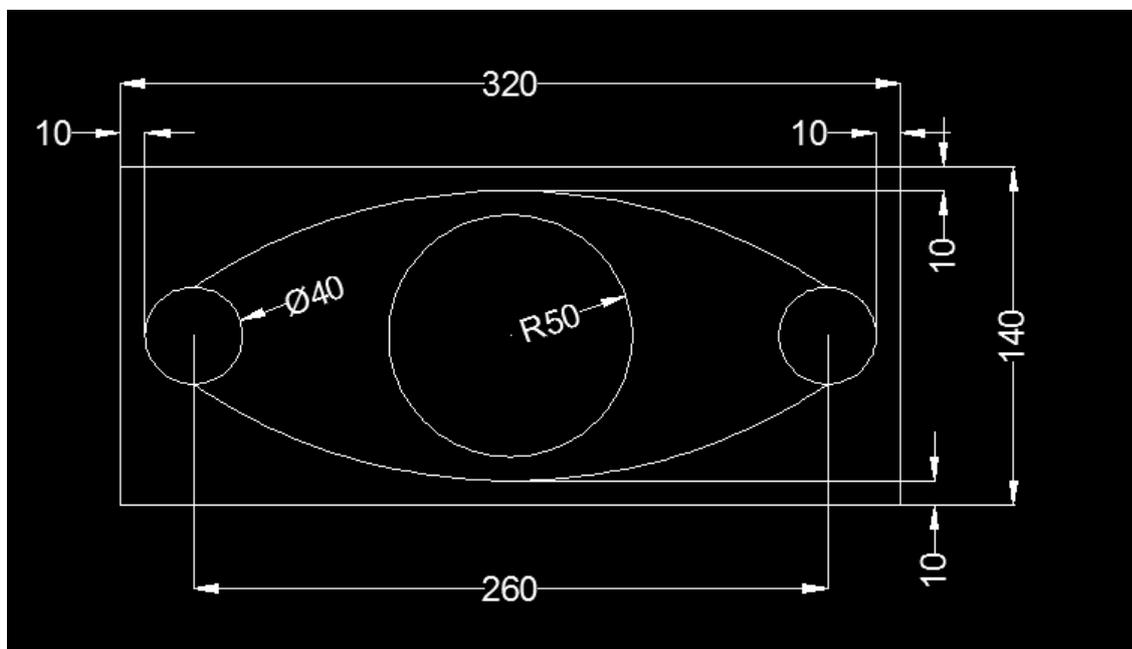
Вторая точка дуги или [Центр/Конец]: К Enter

Конечная точка дуги: 250,150 Enter

Центр дуги или [Угол/Направление/Радиус]: Р Enter

Радиус дуги: 80 Enter

Пример 19. Построить чертеж по заданным размерам, используя инструменты ОТРЕЗОК, ДУГА, КРУГ.



8.2. Эллипсы

Построить эллипсы можно используя набор параметров:

- по оси и эксцентриситету,
- по центру и двум осям,
- построение эллиптической дуги.

Эксцентриситет – половина второй оси, влияет на меру вытянутости эллипса.

Для вызова команды можно использовать способы:

- команда ЭЛЛИПС в меню программы Рисование.



кнопка ЭЛЛИПС на панели инструментов Рисование



кнопка ЭЛЛИПС с раскрывающимся списком на ленте в меню Главная.

Пример 20. Построить эллипс по оси и эксцентриситету.

Команда `_ellipse`

Конечная точка оси эллипса или [Дуга/ Центр]: 20, 230 Enter

Вторая конечная точка оси: 190,220 Enter

Длина другой оси или [Поворот]: 40 Enter

Пример 21. Построить эллипс по центру и двум осям.

Команда `_ellipse`

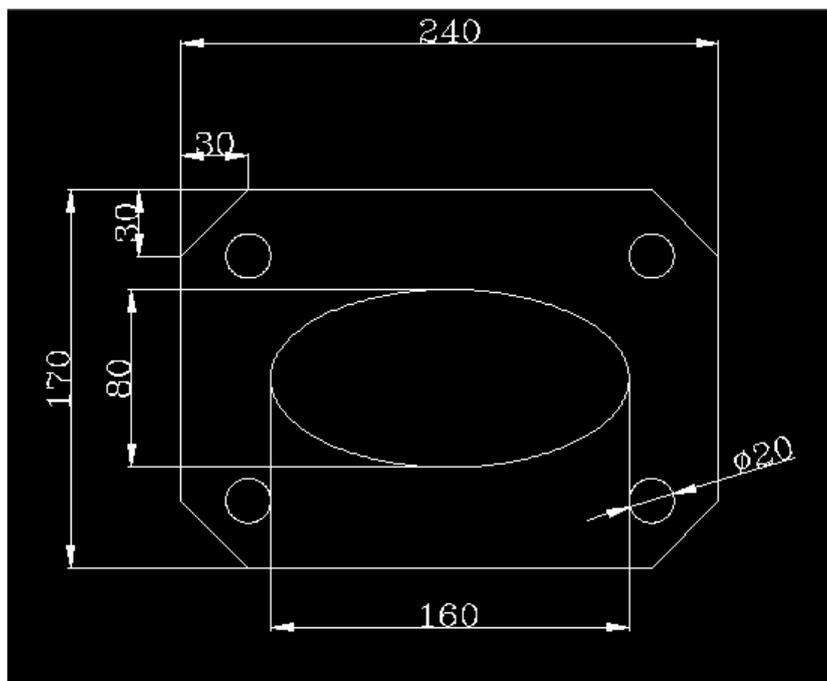
Конечная точка оси эллипса или [Дуга/ Центр]: Ц Enter

Центр эллипса: 320,220 Enter

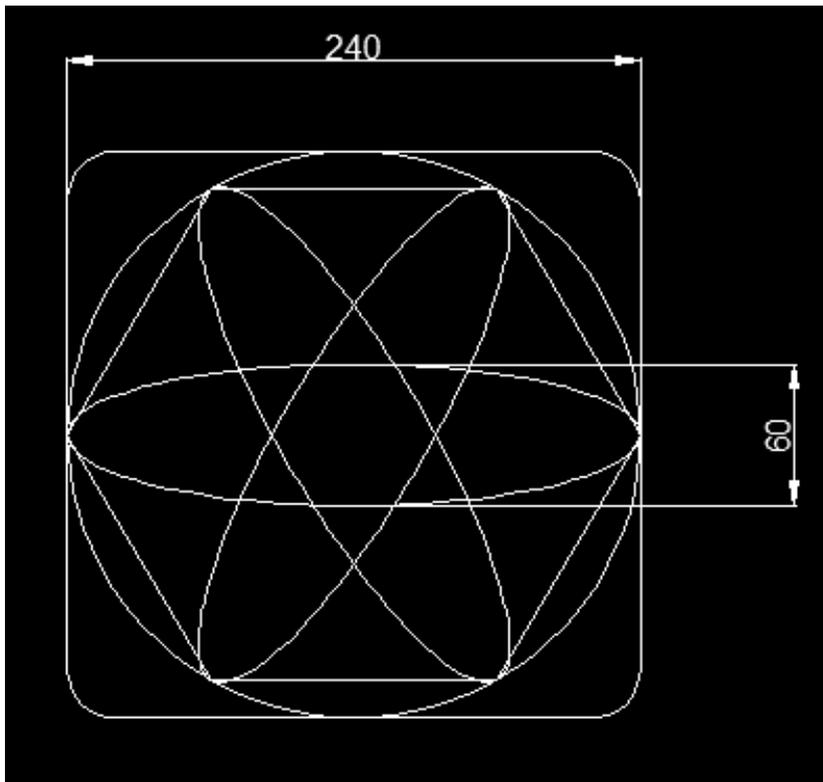
Конечная точка оси: 220,220 Enter

Длина другой оси или [Поворот]: 320,250 Enter.

Пример 22. Построить чертежи по указанным размерам, используя инструменты Отрезок, Круг, Эллипс.



Пример 23. Построить чертежи по указанным размерам, используя инструменты Многоугольник, Прямоугольник, Круг, Эллипс. Сопряжение – 20.



9. Сплайн.

Сплайны применяются там, где необходимо построение кривых произвольной формы.

Сплайн – это сглаженная кривая, которая проходит через заданные точки.

Сплайны строятся путем задания координат определяющих точек.

Сплайн может быть разомкнутым или замкнутым.

Разомкнутые сплайновые кривые имеют разные точки начала и конца. Замкнутые – совпадающие точки начала и конца.

Кроме координат точек, для сплайна необходимо задавать направления в начальной, конечной или обеих точках.

Построение сплайна.

 Для вызова команды Сплайн можно нажать на панели инструментов кнопку

Команда может быть вызвана вводом ее имени в командную строку.

После вызова команды выводится следующий начальный запрос команды:

После указания первой точки выдается следующий запрос:

Следующая точка:

Далее следует запрос:

Следующая точка или [Замкнуть/Допуск] <касательная в начале>:

Точки могут задаваться и дальше, до нажатия клавиши <Enter>.

Тогда к начальной точке прикрепляется "резиновая" линия и выдается запрос начального направления:

Касательная в начальной точке:

Касательная в начальной точке: для задания направления сплайна в первой точке. Направление касательной можно задать значением угла или с помощью мыши. Если на это приглашение нажать клавишу <Enter>, то направление сплайна в первой точке не изменится.

После задания направления касательной в первой точке выдается приглашение

Касательная в конечной точке:

Это направление задается аналогично направлению в начальной точке. При этом если на это приглашение нажать клавишу <Enter>, то команда **SPLINE** (СПЛАЙН) завершится.

Пример 24.

Построить сплайн с параметрами:

Координаты первой точки - 0,200

следующая точка – 90, 270

следующая точка – 170,220

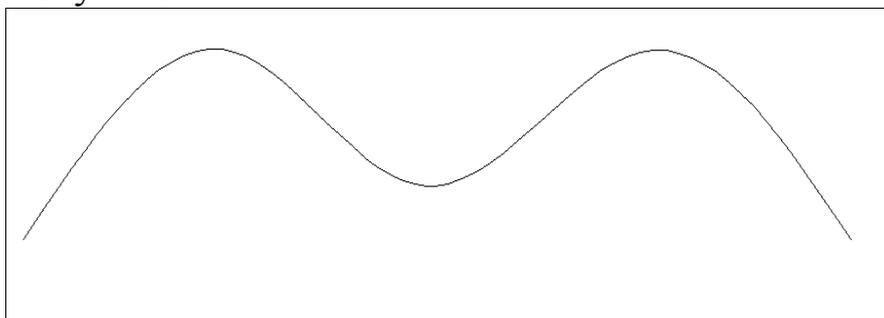
следующая точка – 260,270

следующая точка – 350,200

Ввести касательную в начальной точке

Ввести касательную в конечной точке.

Получится сплайн



Пример 25.

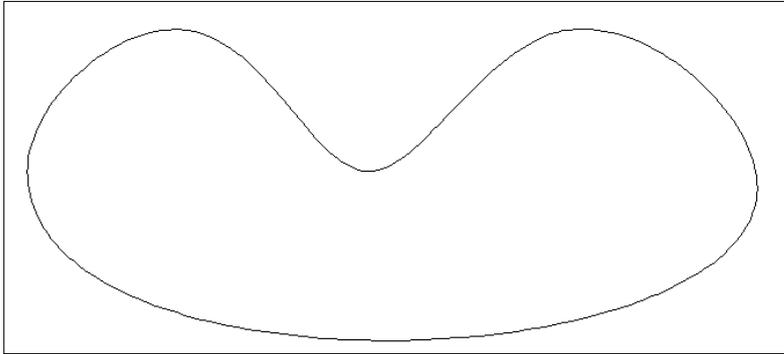
Построить сплайн с параметрами:

Координаты первой точки - 0,80

следующая точка – 60, 130

следующая точка – 120,80

следующая точка –190,130
следующая точка – 260,80
Нажать З
Ввести касательную – 0,20.
Получится замкнутый сплайн.



10. Составные объекты

Составные объекты предназначены для облегчения и ускорения построений чертежей, получения высокого качества графических объектов.

Полилиния.

Полилиния представляет собой непрерывную последовательность прямолинейных и дуговых сегментов, любых их сочетаний, рассматривается программой как единое целое.

Двумерные полилинии обладают следующими свойствами:

они могут быть отрисованы с использованием различных типов линий;

они могут быть широкими или тонкими;

круги, кольца, прямоугольники, многоугольники и некоторые другие объекты являются также полилиниями;

последовательность отрезков и дуг может образовывать замкнутый многоугольник или эллипс;

двумерные полилинии можно редактировать посредством вставки, перемещения или удаления вершин или объединения нескольких отрезков, дуг и полилиний в одну полилинию;

в требуемых местах полилинии можно выполнить фаски и сопряжения;

с двумерной полилинией можно выполнять операции сглаживания с помощью дуг окружностей и сплайнов;

можно вычислить площадь и периметр двумерной полилинии.

Для рисования полилинии служит команда ПЛИНИЯ (PLINE). Ее

можно вводить в командную строку, вызывать из меню Рисование или с помощью кнопки одноименной панели 

После вызова команды `_pline`

```
Команда: _pline  
Начальная точка:
```

На первый запрос команды нужно указать начальную точку полилинии.

После этого выводится информация о текущей ширине полилинии и выдается запрос с основными опциями команды:

```
Текущая ширина полилинии равна 0.0000  
Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина] :
```

Сегменты полилинии могут иметь ширину. При этом ширина задается отдельно для начала и конца сегмента и эти значения могут быть разными.

Ширина, заданная для предыдущей полилинии, запоминается и предлагается в качестве ширины по умолчанию для следующей полилинии.

По умолчанию команда настроена на создание первого прямолинейного сегмента. Поэтому если на второе приглашение указать точку, то эта точка станет второй точкой линейного сегмента и повторится предыдущий запрос. По умолчанию строится ломаная полилиния с прямолинейными сегментами.

Для перехода в режим рисования дугового сегмента указать опцию Дуга (ввести в командной строке `Д`) выводится следующий запрос:

```
Конечная точка дуги или  
[Угол/Центр/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина] : |
```

После указания конечной точки дуги строится дуговой сегмент, касающийся предыдущего участка полилинии.

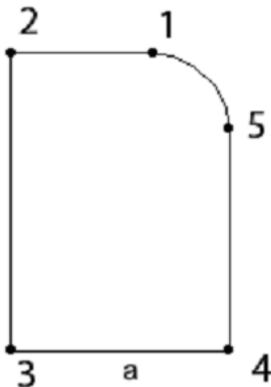
Способы построения дуговых сегментов аналогичны способам построения дуг в команде `_arc`

Опции построения дугового сегмента предназначены для задания следующих параметров:

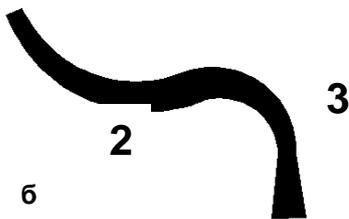
- Угол — задание величины центрального угла для дугового сегмента;
- Центр — задание координат центра для дугового сегмента;
- Замкнуть — замыкание полилинии с помощью дугового сегмента;
- Направление — задание направления для построения дугового сегмента;
- Линейный — переход в режим рисования прямолинейных сегментов;
- Радиус — задание радиуса для дугового сегмента;
- Вторая — задание второй точки для построения дугового сегмента по

трем точкам.

Пример 26. Нарисуйте полилинии показанные на рисунках



1. У первой полилинии рис. а) создайте сегменты 1—2, 2—3, 3—4 и 4—5 с установками по умолчанию как прямолинейные сегменты. В точке 5 выберите опцию для создания дугового сегмента, а затем опцию для создания замкнутой полилинии.

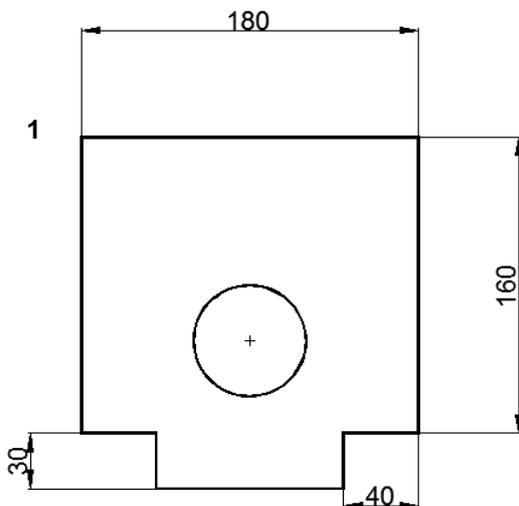


2. Для второй полилинии (рис.б) в точке 1 выберите опцию для создания дугового сегмента и опцию для задания начальной (100) и конечной ширины (200) первого сегмента. После этого постройте дуговой сегмент. В точке 2 измените конечную ширину второго

дугового сегмента, а в точке 3 используйте опцию для перехода к построению линейного сегмента.

Пример 27. Постройте чертеж инструментом полилиния с шириной -2.

Начальная точка первой полилинии 20,200. Остальные точки ввести по рисунку.



Начальная точка второй полилинии - 110,120.

Ширина - 1.

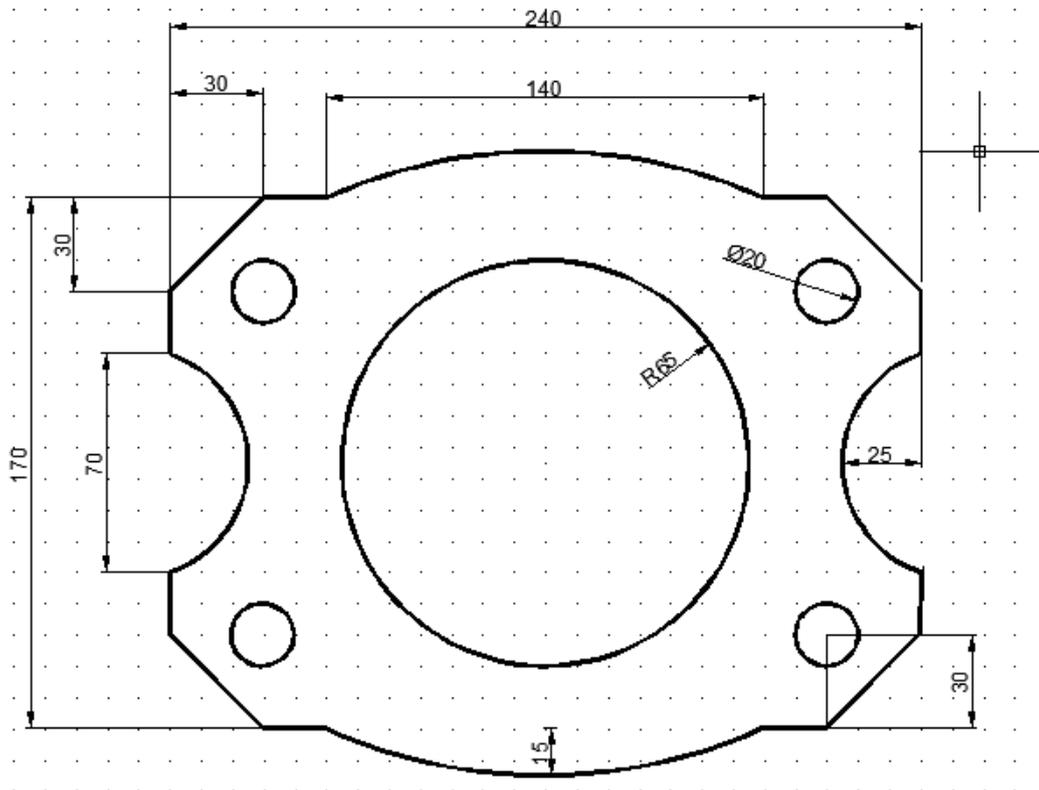
Координаты центра для второй полилинии - 110,90.

Угол - 359.

В конце построения использовать команду замкнуть.

Контрольный пример 28.

Построить чертеж металлической пластины только при помощи инструмента полилиния с толщиной линии – 1.



11. Построение мультилиний.

Мультилиния — это объект, состоящий из пучка ломаных линий, параллельных друг другу, которые отрисовываются одновременно.

Количество линий, входящих в мультилинию, может быть от 2 до 16. Построение мультилиний выполняется командой `mline` (МЛИНИЯ). Команда вводится с клавиатуры или выбирается из меню Рисование.

Начальные параметры мультилинии после вызова команды:

- расположение линии,
- масштаб,
- стиль.

Расположение линии указывает положение невидимой оси мультилинии,

Если указан Центр, то мультилиния строится путем указания начальной и конечной точек оси мультилинии (условной невидимой линии, проходящей через ее центр);



Верх и Низ - мультилиния строится путем указания начальных и конечных точек крайней верхней или крайней нижней линии мультилинии.

Масштаб предназначен для указания смещения положения элемента линии. Положительные значения смещают создаваемую линию вверх относительно оси мультилинии, а отрицательные — вниз. Смещение задается в единицах чертежа,

Стиль – тип, цвет линии оформление концов мультилинии (торцов),

По умолчанию используется стиль STANDARD.

Пример. С помощью команды Мультилиния выполнить построение фигура а) и б).

Построение фигуры а)

В строке команд

Команда: `_mline`

Текущие настройки: Расположение = Верх, Масштаб = 20.00, Стиль = STANDARD

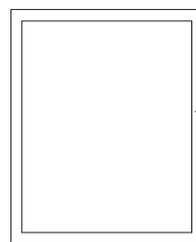
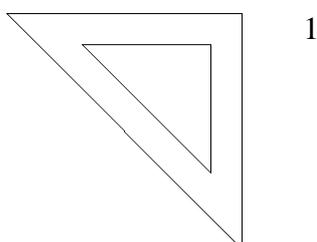
Начальная точка или [Расположение/Масштаб/Стиль] введем координаты точки 180,260 Enter

Следующая точка 330,260 Enter

Следующая точка 330,110 Enter

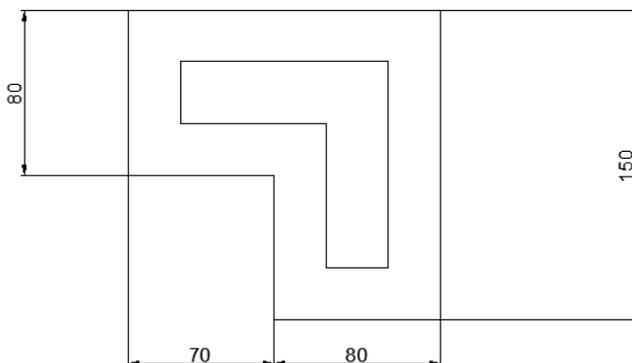
Следующая точка или [Замкнуть/Отменить] 3 Enter

Получим фигуру а)



Построение фигуры б) -
Команда: `_mline`
Текущие настройки: Расположение = Верх, Масштаб = 20.00,
Стиль = STANDARD
Начальная точка или [Расположение/Масштаб/Стиль]: `p` Enter
Тип расположения [Верх/Центр/Низ] <верх>: `ц` Enter
Текущие настройки: Расположение = Центр, Масштаб = 20.00,
Стиль = STANDARD
Начальная точка или [Расположение/Масштаб/Стиль]: `m` Enter
Масштаб мультилинии <20.00>: `8` Enter
Текущие настройки: Расположение = Центр, Масштаб = 8.00,
Стиль = STANDARD
Включить режим ОРТО
Указать 1 точку,
Резиновую ленту вправо 130,
Резиновую ленту вниз 160,
Резиновую ленту влево 130,
Команда замкнуть.

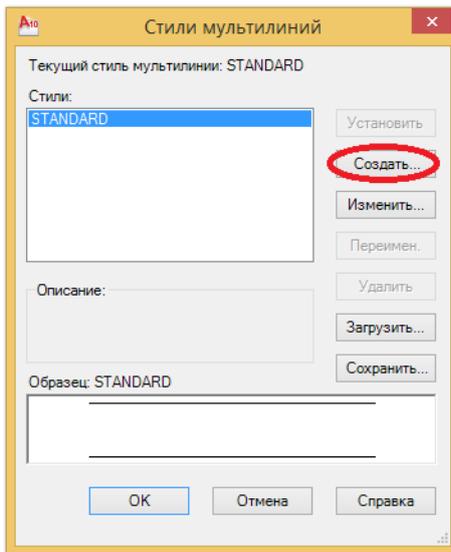
Контрольный пример. Построить чертеж с помощью инструмента Мультилиния. (Самостоятельно выбрать расположение оси мультилинии). Чертеж сохранить в папку пользователя под именем Мультилиния1



Создание нового стиля мультилинии

Создадим стиль с названием Линии.

Стиль создается в диалоговом окне Стиль мультитинии (Команда Формат, Стиль мультитинии).

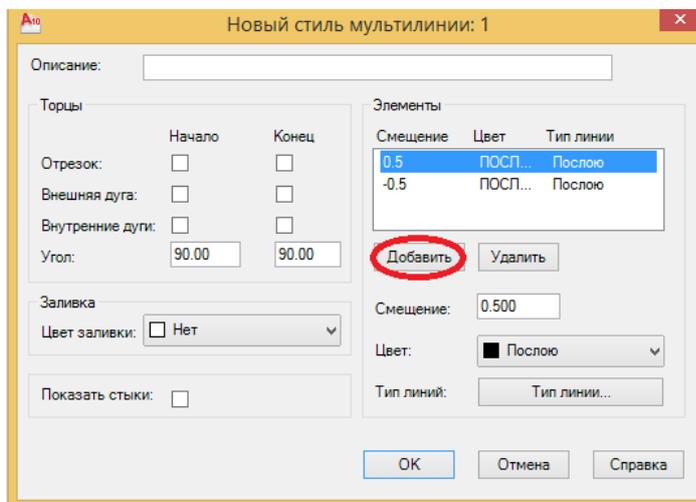
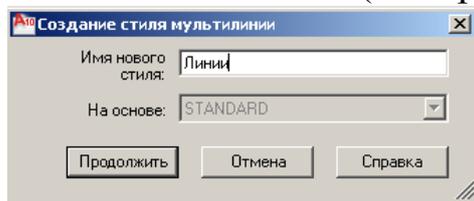


По умолчанию мультитиния создается с помощью стандартного стиля и состоит из двух линий.

Для создания нового стиля в диалоговом окне Стиль мультитиний необходимо щелкнуть на кнопке Создать.

В открывшемся диалоговом окне

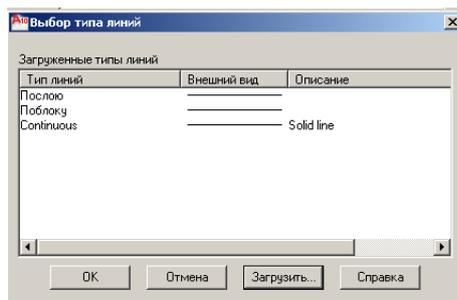
Создание нового стиля мультитинии ввести произвольное имя стиля (без пробелов) и нажать кнопку Продолжить.



Далее в диалоговом окне *Новый стиль мультитинии* следует задать необходимые параметры.

Для добавления новой линии (нового элемента) нужно нажать кнопку *Добавить*, а для удаления — кнопку *Удалить*.

Выбрать линию в поле *Элементы*, настроить *Смещение* с помощью счетчика. Создать линии со следующим смещением: 5, 2.5, 0, -2.5, -5.



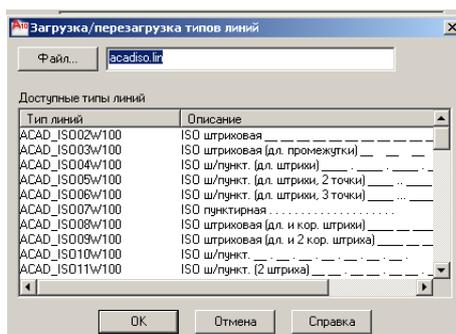
Для линий со смещением -2.5, 2.5 определить тип линии пунктир.

Для этого выбрать в списке линию со смещением 2.5.

Нажать кнопку Тип линии.

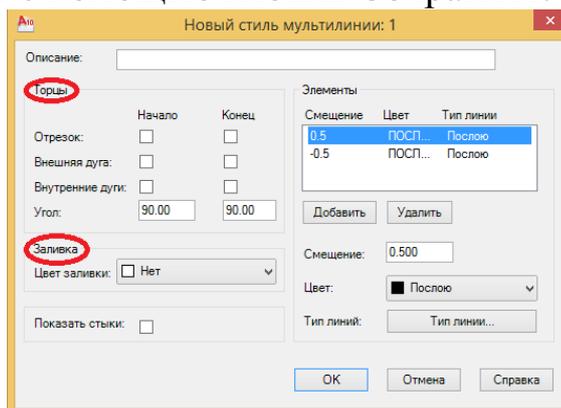
В окне Выбор типа линий нажать кнопку Загрузить.

В диалоговом окне выбрать из доступных линий ISO 02 W100. Нажать ОК.



Аналогично выбрать из списка линию со смещением -2.5. Для неё установить тип линии ISO 02 W100.

Сохраните стиль с помощью кнопки Сохранить. Нажмите ОК.

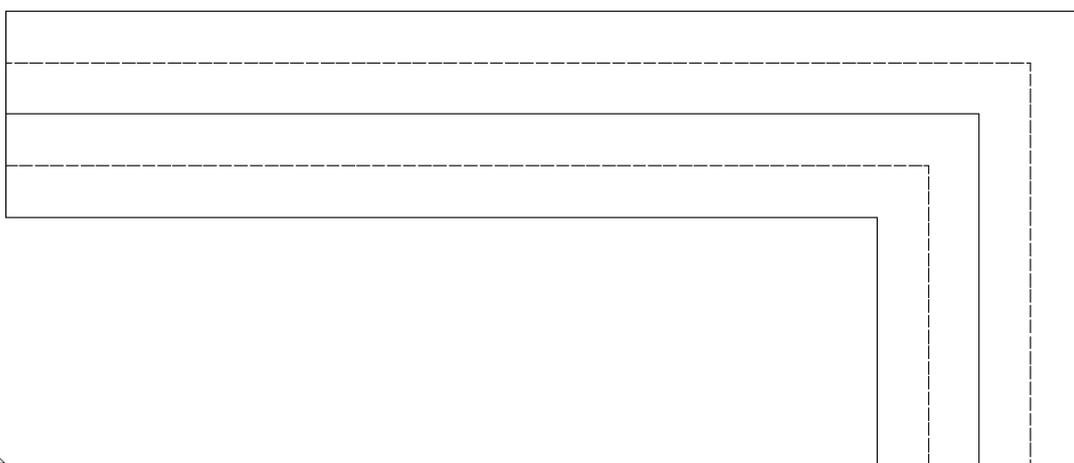


В разделе *Торцы* диалогового окна *Новый стиль мультитилинии* назначается оформление концов мультитилинии. В любом из торцов может быть задано соединение внешних кромок отрезками (флажки *Отрезок*), а также дугами (флажки *Внешняя дуга*) и (*Внутренние дуги*). Внутренние элементы соединяются дугой, если общее их количество четыре или больше. Угол, которым срезается торец мультитилиний, задается в поле *Угол*.

Заливка устанавливает режим закраски фона между мультитилиниями.

После задания параметров мультилинии следует нажать кнопку ОК. Созданный стиль устанавливается текущим, и при выполнении команды мультилиния создается этим стилем.

Контрольный пример. Построить мультилинию с использованием стиля Линии (см рис). Чертеж сохранить в папку пользователя под именем «Мультилиния2».



Примечание. Для получения списка стилей ввести в строке команд параметр ?

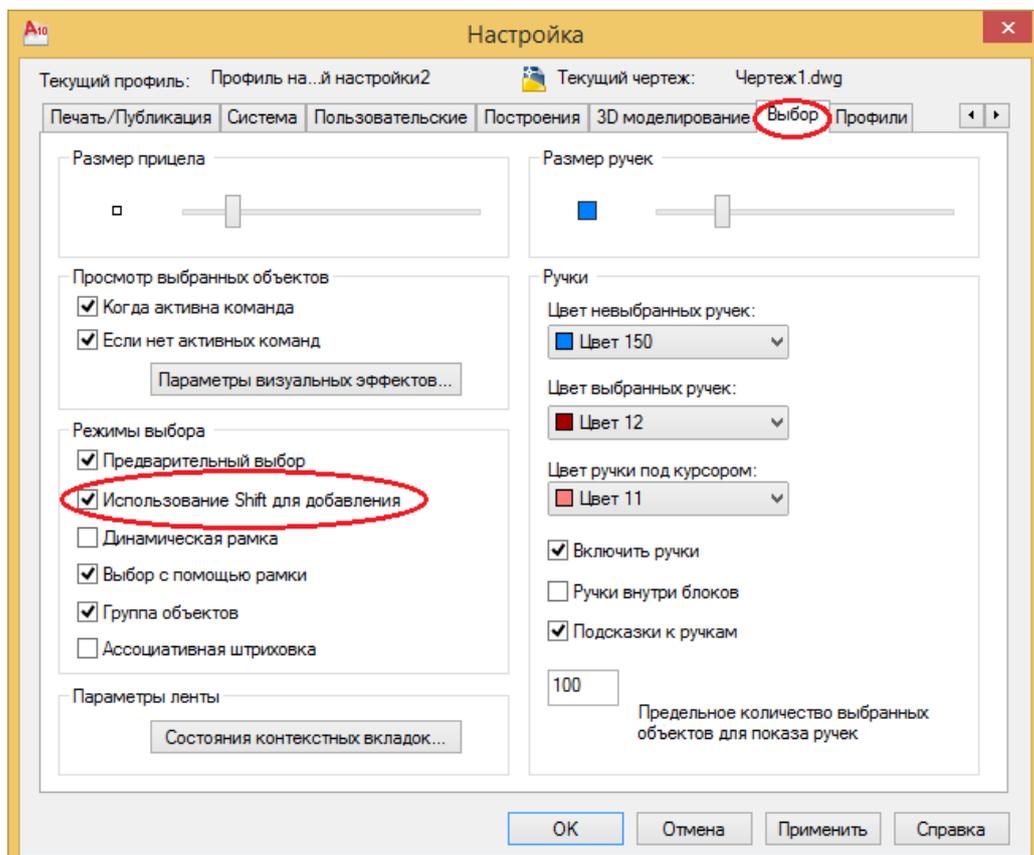
12. Редактирование объектов.

12.1. Способы выделения объектов.

Для редактирования объекта необходимо его выделить. Простейший пример выделения объекта — это щелчок кнопкой мыши на объекте. Выделить *объект* можно также рамкой, то есть прямоугольной областью.

Для выделения в *AutoCAD* существуют два типа рамок: *обычная* и *секущая*. Обычная рамка выделения представляет собой прямоугольник со сплошными линиями, который растягивается по мере перемещения указателя мыши слева направо и выделяет только те объекты, которые полностью попадают внутрь этой рамки.

Секущая рамка имеет форму прямоугольника с пунктирными линиями. Выбор секущей рамкой производится аналогично выбору простой рамкой, за исключением того, что выбор идет справа налево. При этом для выбора объекта не обязательно, чтобы он попал внутрь самой рамки или пересекал ее. Достаточно, чтобы рамка зацепила хотя бы часть объекта.



*Выделить несколько объектов подряд можно, щелкая на объектах кнопкой мыши, при нажатой клавише *Shift*. Проверьте настройку команды в меню Сервис /Настройка/Закладка Выбор*

Раздел Режимы выбора

Использование *Shift* для добавления.

*Выполните настройку «Использование *Shift* для добавления» выделения (если она не установлена).*

12.2. Редактирование примитивов с помощью маркеров выделения.

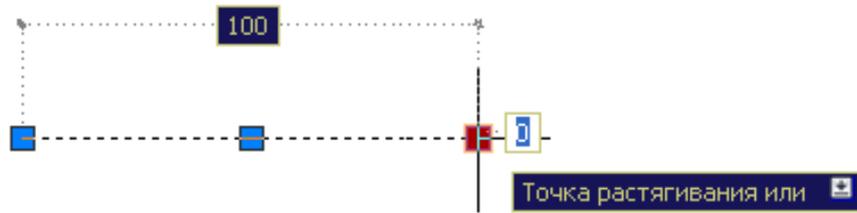
Редактирование примитива Отрезок.

Постройте *отрезок* длиной 100 мм под углом 0°. (для построения включите Полярное отслеживание в строке состояния).

Выделите *отрезок* любым способом. После этого на объекте появятся маркеры выделения объекта, с помощью которых можно редактировать уже созданный *отрезок* (растягивать, перемещать, поворачивать, масштабировать и зеркально отображать).



Подведите указатель мыши к любому из маркеров и задержите на некоторое время. Маркер изменит цвет — это означает, что программа *AutoCAD* распознала на объекте маркер и на счетчике координат отображается точное расположение этого маркера.



Если один раз щелкнуть левой кнопкой мыши на маркере он станет красного цвета и как бы прилипнет к графическому курсору. Двигая указатель мыши, вы измените координаты вашего отрезка — его можно удлинить, укоротить или изменить угол (можно ввести значение).

Выполните удлинение отрезка с помощью маркеров на 55 единиц.

Изменяя координаты центрального маркера (он всегда расположен ровно посередине отрезка), можно перемещать весь отрезок.

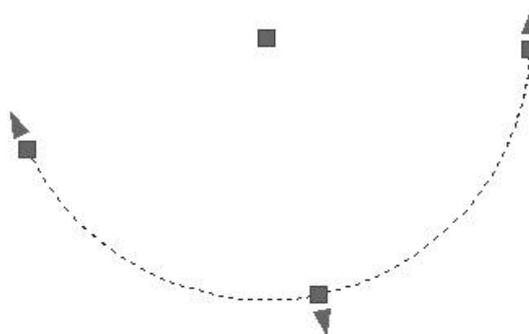


Перемещая курсор можно изменить угол и ввести с клавиатуры необходимое расстояние.

Редактирование примитива Дуга.

Для этого примитива характерны четыре маркера, которые находятся на концах и в середине примитива, а также в центре воображаемой окружности.

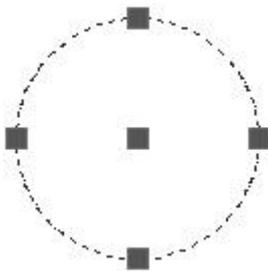
При перемещении любого из них происходит построение **новой дуги по трем точкам**.



Редактирование примитива Круг.

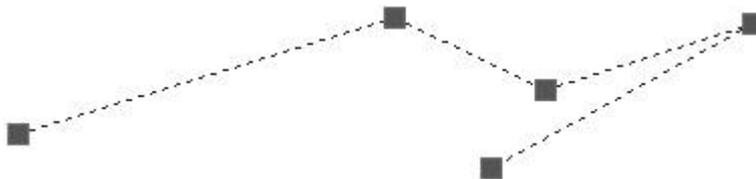
Circle (Круг). Окружность имеет пять характерных маркеров. Четыре из них расположены в квадрантах окружности, а один — в ее центре. С помощью маркера, находящегося в центре, можно изменять координаты окружности в поле чертежа, то есть перемещать ее саму.

Остальные маркеры предназначены для изменения диаметра окружности, то есть позволяют растягивать ее и сжимать.



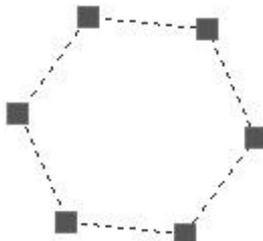
Редактирование примитива Полилиния.

Polyline (Полилиния). Маркеры полилинии находятся на концах составляющих ее сегментов и в средних точках дуговых сегментов. Редактирование полилинии с помощью маркеров действует относительно составляющих ее сегментов. Так, прямолинейные сегменты полилинии изменяются аналогично отрезкам, а дуговые сегменты — так же, как дуги.



Редактирование примитива Многоугольник.

Polygon (Многоугольник). Характерные маркеры этого примитива располагаются в углах многоугольника. Перемещая их, можно изменять координаты углов.



12.3. Удаление объектов

Для удаления объектов чертежа предназначена команда *Стереть* в меню *Редактировать*. Команда *Стереть* также может быть вызвана с помощью кнопки на панели Инструментов «Редактировать» или введена с клавиатуры в командной строке с помощью команды *erase*.

Начертите несколько произвольных отрезков.

1. Вызовите команду стереть любым удобным для вас способом.

При выборе команды в командной строке появится сообщение *Выберите объекты:* (вместо перекрестия графического курсора появится прицел выбора объектов).

2. Выберите отрезок, подведя на него прицел выбора, и щелкните левой кнопкой мыши. Выбранный отрезок станет пунктирным, в командной строке появится сообщение найдено 1 и повторится запрос: Выберите объекты:

Выберите несколько объектов.

Команда: _erase
Выберите объекты: найдено: 1
Выберите объекты:

3. Для исключения выбранных объектов из набора необходимо переключить функцию выбора из добавления объектов в набор на их исключение. Для этого на приглашение Выберите объекты: в командной строке введите опцию Remove (Исключить), или сокращение R (И).

4. Для завершения выбора объектов и завершения команды ERASE (СТЕРЕТЬ) следует нажать правую кнопку мыши или ENTER.

12.4. КОМАНДА КОПИРОВАТЬ (COPY)

При копировании элементов командой  КОПИРОВАТЬ исходные объекты остаются на прежнем месте, а создаваемые объекты располагаются в указанном пользователем месте. Команда позволяет за один вызов создать несколько копий объектов. Копии имеют те же ориентацию и размеры, что и оригинал. Каждая полученная копия не зависит от оригинала, и в дальнейшем над ней можно проводить любые операции.

Рассмотрим операцию копирования на примере.

- Построим окружность произвольного размера.
- Выберем команду копировать на панели редактирования или на ленте панели «Главная».
- После вызова команды выберем объект окружность для копирования (любым способом), для завершения выбора объектов нажмем клавишу <Enter> или щелкнем правой кнопкой мыши.
- После этого последует запрос:
Базовая точка или [Перемещение/режим] <Перемещение>:
- укажем вторую точку на объекте используя объектную привязку к центру (щелкнуть на объекте в центре)
- После этого на запрос
Вторая точка перемещения или <считать перемещением первую точку>:
Щелкнем левой клавишей (ЛКМ) в произвольной точке за пределами окружности, появится копия,

- Щелчком левой клавишей в другой точке, снова появится копия и так до тех пор пока не нажмем клавишу <Enter> или щелчком правой кнопкой мыши.

Итак, копирование предполагает последовательность действий:

- Вызвать команду копировать,
- Выделить объект(ы), <Enter>
- Указать точку привязки, щелкнув ЛКМ,
- Указать другую точку, щелкнув ЛКМ...
- <Enter>.

12.5. Команда ЗЕРКАЛО (MIRROR)

Команда ЗЕРКАЛО  обеспечивает создание зеркальных отражений выбранных объектов, удаляя или сохраняя при этом оригиналы. Использование этой команды очень важно.

При создании симметричных объектов удобно вычерчивать только половину объекта, другую половину легко получить зеркальным отражением. Это ускоряет процесс проектирования, кроме того, позволяет избежать многих ошибок.

Построение выполняется аналогично копированию.

Пример. Постройте зеркальное отражение квадрата произвольного размера относительно оси, проходящей через правую вертикальную сторону.

Оригинал не удалять.

12.6. Команда ПОДОБИЕ (OFFSET)

Команда ПОДОБИЕ обеспечивает построение примитива, подобного существующему примитиву на заданном смещении или проходящего через заданную точку с сохранением ориентации оригинала.

Команда может быть применена только к одному примитиву: отрезку, полилинии, дуге, окружности, эллипсу или сплайну.

Поэтому при выборе объекта нельзя использовать рамку, секущую рамку. *Команда по сравнению с типовыми командами редактирования имеет следующие особенности:*

вначале задается значение смещения или опция указания точки, через которую пройдет создаваемый подобный объект;

не требуется заканчивать выбор объектов нажатием клавиши <Enter> или щелчком правой кнопкой мыши.

Возможны два варианта построения подобного объекта:

по расстоянию (смещению) от оригинала
через заданную точку.

Первый запрос команды:

Укажите расстояние смещения или [Через/Удалить/Слой] <25.0000>:

В угловых скобках приводится значение по умолчанию

Опции команды имеют следующее назначение:

Через — требует указания точки, через которую будет проходить создаваемый объект;

Удалить — определяет, следует ли удалить исходный объект;

Слой — выполняет назначение слоя для создаваемого объекта (текущий слой или слой, на котором расположен исходный объект).

Величину смещения можно указать числом либо вводом координат двух точек, расстояние между которыми будет считаться значением смещения.

Следующий запрос:

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

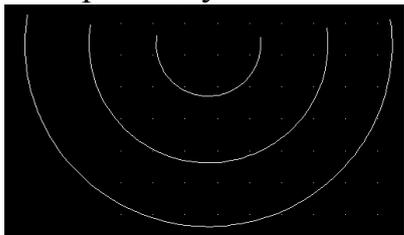
необходимо указать один объект, относительно которого будет построен подобный объект.

Следующий запрос:

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

следует указать точку, в направлении которой будет создан подобный объект или выбирается опция Выход для завершения команды.

Постройте дуги с помощью операции Подобие.



Выполните построение самостоятельно, в соответствии с рисунком.

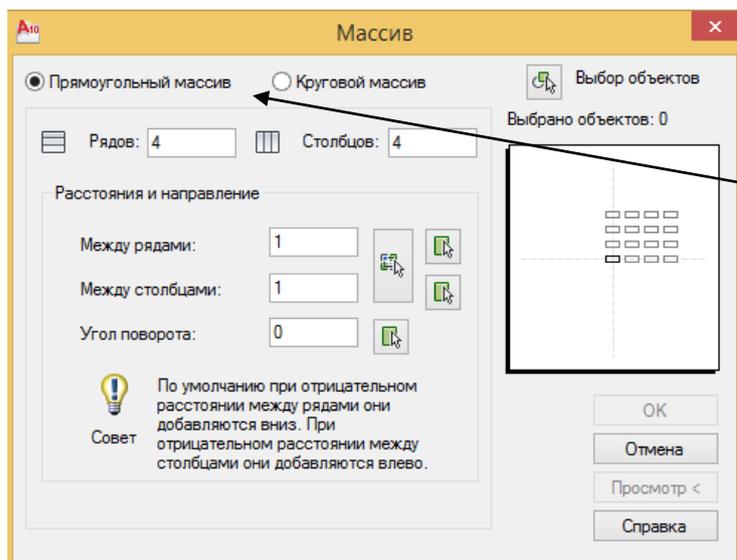
12.7. Команда Массив

Команда МАССИВ  создает несколько копий выбранных объектов, которые располагаются в виде прямоугольного или кругового массива.

Каждый созданный объект можно в дальнейшем обрабатывать независимо от других объектов.

Для построения массива необходимо создать исходный объект или несколько объектов, а затем вызвать команду МАССИВ.

После вызова команды откроется диалоговое окно



Тип массива выбирается с помощью двух соответствующих переключателей.

Создание прямоугольного массива

При выборе прямоугольного массива в диалоговом окне необходимо назначить следующие параметры:

Число рядов;

Число столбцов;

Расстояние между рядами. Можно указать число или координаты двух точек. В последнем случае необходимо для возврата в рабочую область щелкнуть кнопку .

По аналогии - расстояние между столбцами.

Угол поворота – Создается повернутый массив. Можно указать число или определить угол, проведя условную линию в рабочей области.

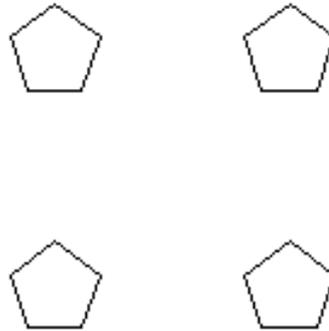
Для построения массива исходный объект (или несколько объектов), по которому будет создаваться массив, можно выбирать заранее или после вызова диалогового окна.

Если объект выбран перед вызовом команды, то для создания элементов массива необходимо задать приведенные ранее параметры и нажать кнопку ОК.

Если перед запуском команды объект не выбран, то необходимо в диалоговом окне Массив щелкнуть по кнопке  Выбор объектов. Произойдет возврат в рабочее окно документа, в котором необходимо любым способом выбрать исходный объект и завершить выбор.

После возврата в диалоговое окно Массив щелкнуть по кнопке ОК.

Пример. Создайте прямоугольный массив из 4-х пятиугольников, вписанных в окружность радиуса 10, расстояния между столбцами и строками 50 единиц.

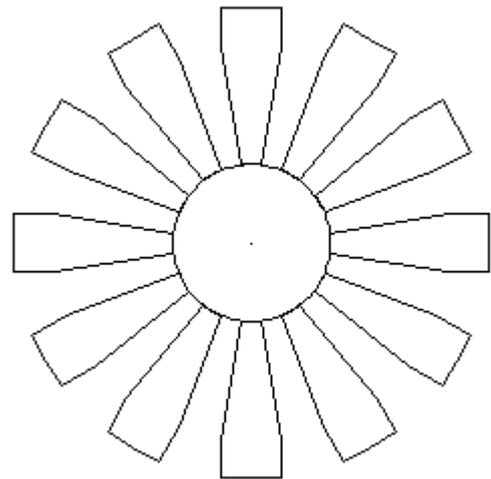
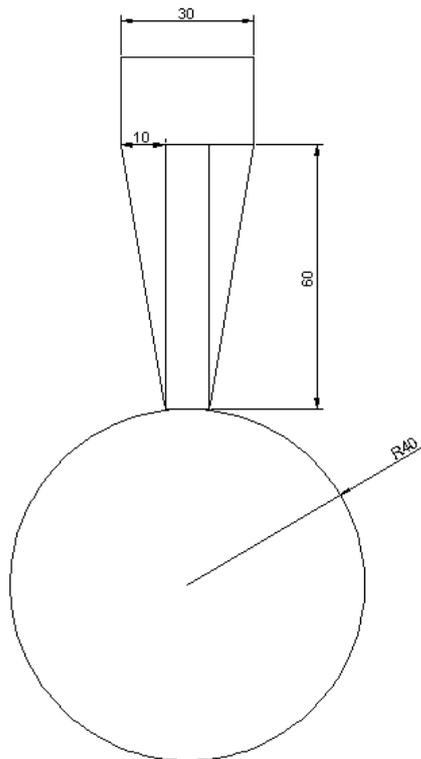


Создание кругового массива

Круговой массив позволяет расположить выбранные исходные объекты по дуге или кругу.

Контрольное упражнение Пример 32.

Построить по размерам левый чертеж, изображенный на рисунке, используя инструменты КРУГ, ОТРЕЗОК, объектные привязки.



12.8. Команда РАЗОРВАТЬ

Команда РАЗОРВАТЬ позволяет разорвать примитив (отрезок, дугу, круг, полилинию, сплайн, прямую, луч, эллипс) в одной или двух точках.

При разрыве примитива в двух точках, все, что находится между указанными точками, удаляется.

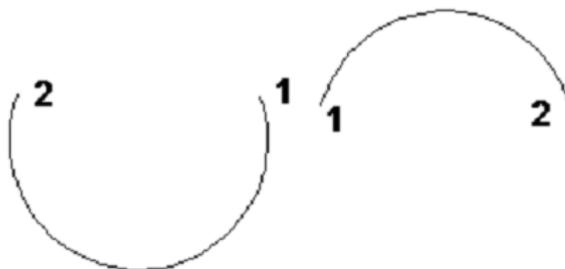
При использовании команды РАЗОРВАТЬ объекты должны выбираться после вызова команды.

Особенностью команды является также то, что в команде выбирается только один объект, и точку указания объекта используем как 1 точку разрыва.

При разрыве круга в двух точках результат зависит от последовательности указания точек разрыва, т. к. направление отсчета по умолчанию считается от первой до второй точки против часовой стрелки (удаляется часть между 1 и 2 точкой против часовой стрелки).

Вызываем команду с панели инструментов Редактирование с помощью кнопки 

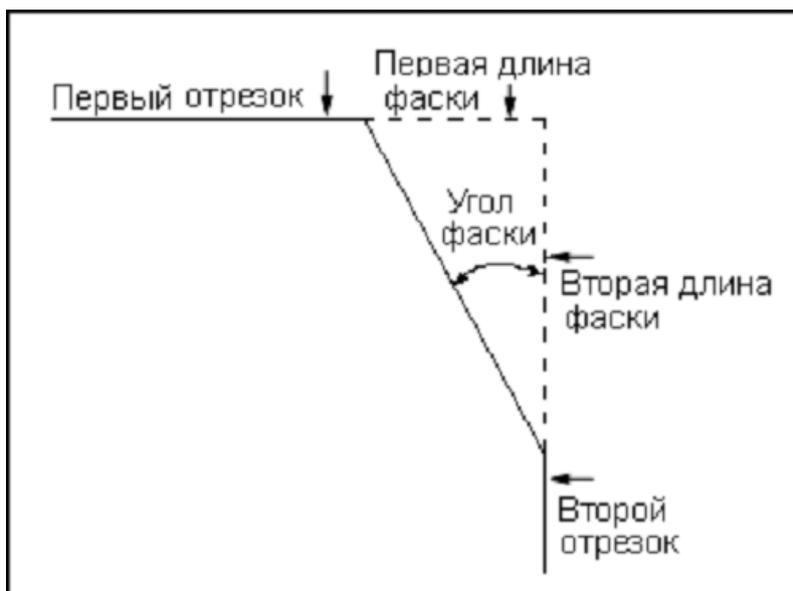
Выполните разрывы окружности (произвольного размера), чтобы получить результат см рисунок. При выборе объекта щелкать в 1 точке разрыва.



12.9. Построение фаски.

Команда ФАСКА предназначена для создания фаски на углах, образованных двумя непараллельными отрезками.

Геометрические параметры фаски.



Команда ФАСКА может снимать фаску двумя методами.

Первый — в случае задания опции Длина, задаются две длины, снимаемые с отрезков. Этот вариант установлен по умолчанию.

Второй — в случае задания опции Угол, когда задается одна длина фаски и угол, под которым строится дополнительный отрезок фаски относительно первого сегмента.

Команду можно использовать для обрезки лишних частей пересекающихся отрезков, если задать значения длин фасок равными 0.

Опции команды ФАСКА имеют следующее назначение:

oТменить — отменяет предыдущее действие команды;

ПолиИлиния — выполняет снятие фаски со всех вершин замкнутой полилинии;

Длина — задает длину фаски. Длины фасок могут иметь разные значения;

Угол — осуществляет переход в режим построения фаски по заданному углу и длине отрезка;

Обрезкой — задает режим создания фаски с обрезкой или без обрезки отрезков;

Несколько — выполняет снятие нескольких фасок с одинаковыми параметрами.

Пример. Построить два прямоугольника размером 200 на 150 (один инструментом Отрезок, другой - Прямоугольник) и выполнить фаски 30 на всех углах (двумя способами).

12.10. Построение сопряжений.

Команда СОПРЯЖЕНИЕ используется для построения плавного сопряжения двух примитивов. Можно сопрягать отрезки, прямые, лучи, полилинии, дуги, и круги.

Технология использования команды СОПРЯЖЕНИЕ аналогична использованию команды ФАСКА.

Основным параметром команды является значение радиуса.

При первом вызове команды радиус сопряжения равен нулю.

Простейший вариант сопряжения.

Построение сопряжения для двух произвольных отрезков.

Сопряжение представляет собой дугу окружности а отрезки, образующие исходный угол – касательными к окружности.

Пример. Построить отрезки рис а)

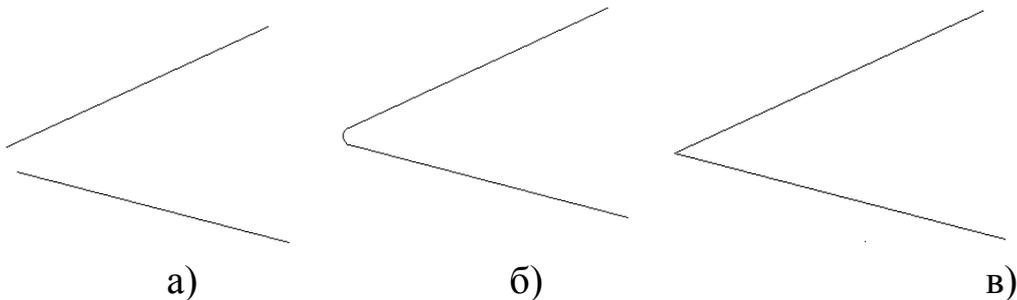
После вызова команды Сопряжение  на панели инструментов Редактирование в строке команд - сообщение:

```
Команда: _fillet
Текущие настройки: Режим = С ОБРЕЗКОЙ, Радиус сопряжения = 0.0000
Выберите первый объект или [Отменить/полилиния/радиус/обрезка/Несколько]:
```

Укажите радиус сопряжения – 30.

Выберите объекты первый и второй (Щелкая по ним).

Получим результат 



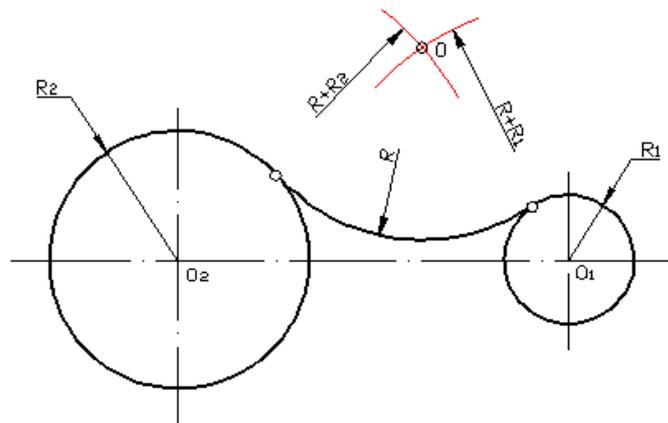
Повторите построение и выполните сопряжение 0. (результат в)).

Рассмотрим алгоритм построения сопряжения двух окружностей дугой третьей окружности.

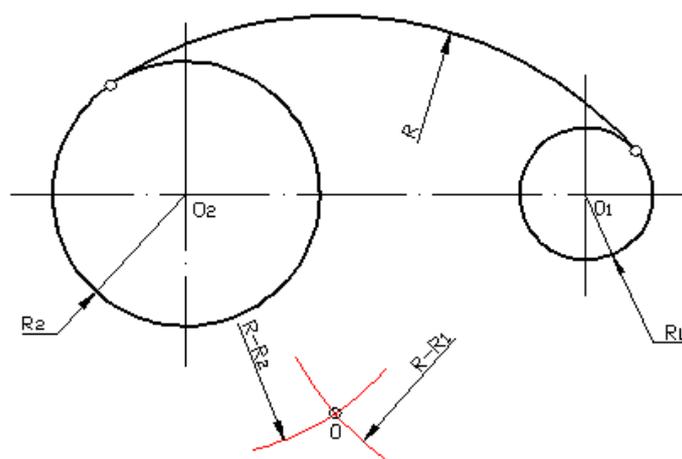
Для построения сопряжения необходимо построить центр сопрягающей дуги и точки сопряжения (касания).

Первый вариант – внешнее сопряжение

Центр сопрягающей дуги O – в точке пересечения дуг окружностей с центрами O_1 и O_2 , радиусами $R+R_2$, $R+R_1$.

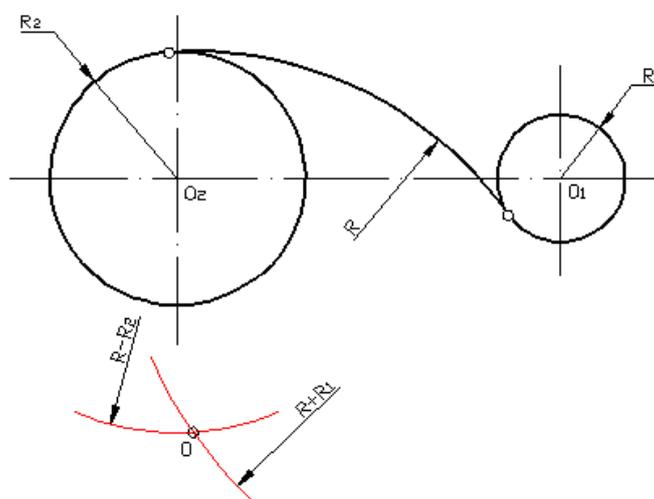


Второй вариант – внутренне сопряжение.



Центр сопрягающей дуги O – в точке пересечения дуг окружностей с центрами O_1 и O_2 , радиусами $R-R_2$, $R-R_1$.

Сочетание внешнего и внутреннего сопряжений.



Центр сопрягающей дуги O – в точке пересечения дуг окружностей с центрами O_1 и O_2 , радиусами $R-R_2$, $R+R_1$.

Пример. Постройте три варианта сопряжений окружностей размером 50 и 100, дугой окружности 180. Центры окружностей размещены на горизонтальной линии на расстоянии 200.

13. Работа со слоями чертежа

Применение слоев позволяет назначать всем объектам, расположенным на слое, одинаковые свойства (тип линий, цвет, размерный стиль и др.).

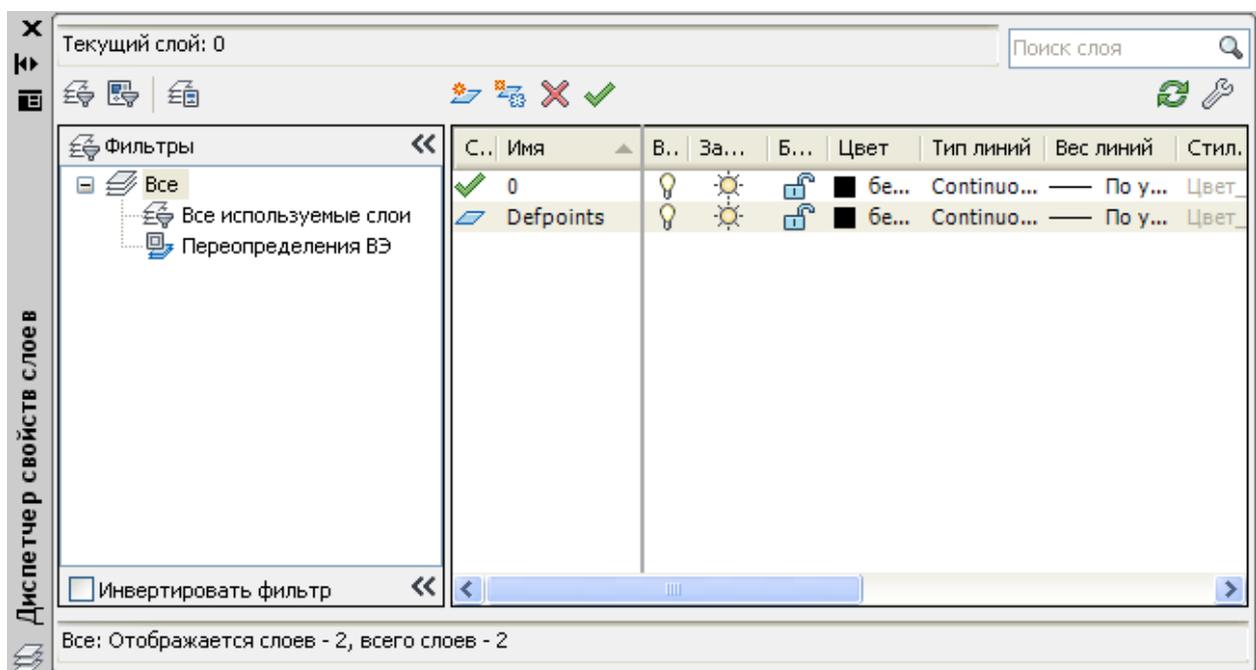
Слой можно представить себе, как прозрачные пленки или стекла, уложенные стопкой, на каждом из которых изображены некоторые объекты, составляющие отдельные фрагменты чертежа. Пленки считаются абсолютно прозрачными, общий чертеж создается из изображений всех слоев.

Для работы со слоями изображения можно использовать Панель инструментов СЛОИ (Сервис, Панели инструментов, AutoCAD, Слой).

Панель инструментов Слой



С помощью кнопки  можно вызвать окно Диспетчера свойств слоя (или с помощью команды Формат, Слой), в котором создаются новые слои.



По умолчанию в новом чертеже создается один *слой с именем "0"*. Это особый слой, который нельзя удалить и который не рекомендуется использовать для размещения на нем обычных объектов. В новом чертеже он автоматически становится текущим, или включенным (отмечен галочкой).

Еще одним слоем, кроме слоя "0", создаваемым автоматически, является *слой "Defpoints"*. Этот слой создается при простановке размеров.

Каждый слой имеет следующие параметры:

Статус — отображает состояние слоя: текущий (помечается галочкой), или пустой (с пониженной прозрачностью значка используемых слоев);

Имя — имя слоя. Присваивается пользователем при создании слоя. Имена слоев не должны содержать более 255 символов и в одном рисунке не должны повторяться.

Вкл — состояние включения слоя. Выключенные слои (темная лампочка) на экране не отображаются и не печатаются;

Замораживание/размораживание слоя — объекты, расположенные на замороженном слое, становятся временно невидимыми и не печатаемыми (до тех пор, пока слой не будет разморожен);

Блокированный — блокированные слои видны, но не поддаются редактированию;

Цвет — текущий цвет для объектов слоя, у которых в качестве цвета задано значение ПоСлою;

Тип линии — текущий тип линии для объектов слоя, у которых в качестве типа линии задано значение ByLayer (ПоСлою);

Вес (ширина) линии — текущий вес линии;

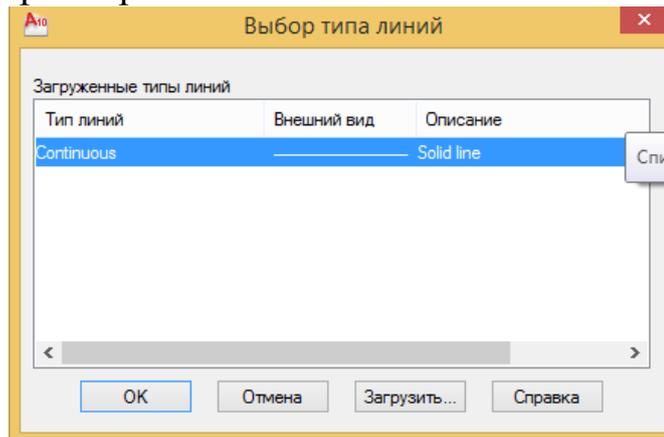
Plot Style (Стиль печати) — стиль печати, применяемый к слою при выводе;

Если в чертеже не создавались слои, то по умолчанию все объекты располагаются на слое с именем "0", создаются типом линии CONTINUOUS (Сплошная), с весом линий Default (Обычный) — 0,25 мм и стилем печати Default (Обычный).

Для создания нового слоя в палитре Диспетчер свойств слоев щелкните на кнопке  Новый слой ,

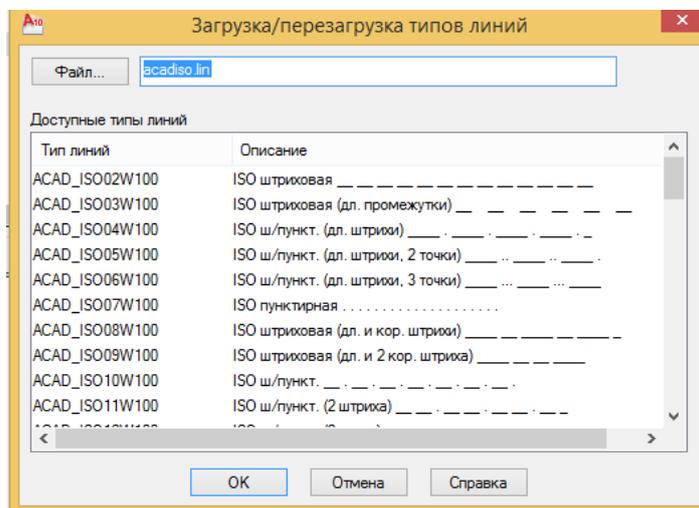
на правой панели появится строка для задания параметров слоя. С клавиатуры в поле Name (Имя) введите имя слоя, например "Основной".

Назначение параметров слоя.

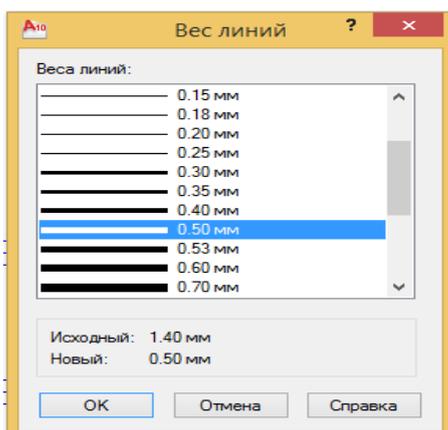


Для назначения объектам слоя типа линий в палитре щелкните в поле колонки Тип линии в строке параметров слоя выберите его в диалоговом окне Выбор типа линий.

Если же чертеж создается по шаблону, в котором не загружены дополнительные типы линий, то для их загрузки в чертеж необходимо в диалоговом окне Выбор типа линий щелкнуть на кнопке Загрузить.



В открывшемся диалоговом окне Загрузка или перезагрузка типов линий выделить требуемые типы линий и нажать кнопку ОК.

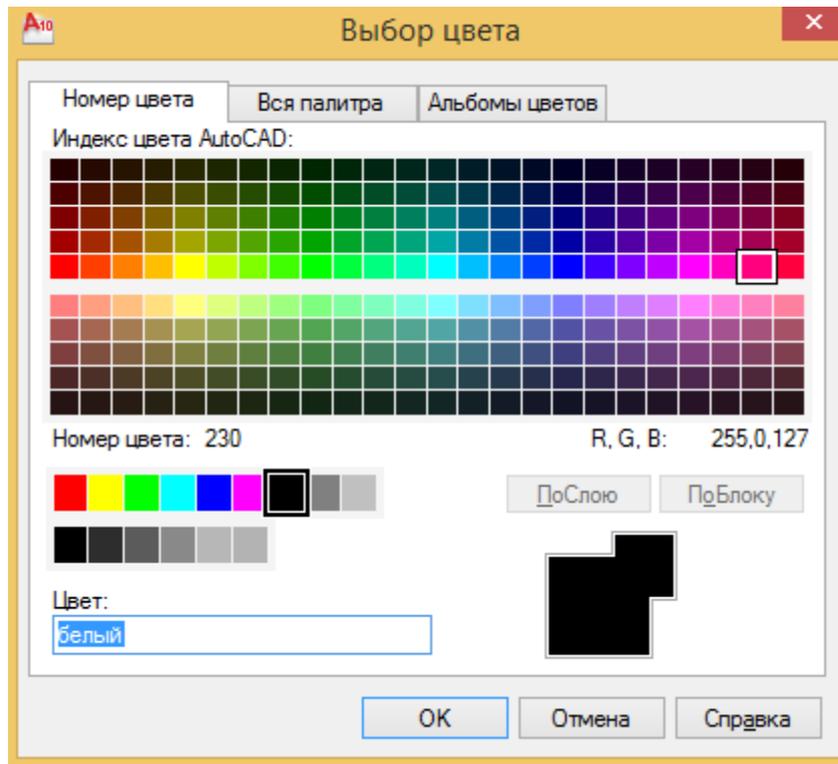


Вес (толщина) линии назначается слою в палитре в колонке Вес линии. Такой толщиной будут напечатаны объекты слоя, Можно назначить толщину линии из диапазона от 0 до 2,11 мм. Значение толщины линии Default (Обычный) равно 0,25 мм.

Например, тонкие линии назначаются толщиной 0,13 мм, для проста-

новки размеров — 0,20 мм, для обозначения сечений — 0,40 мм. Большинство линий чертежа создаются шириной линий с параметром Default (Обычный).

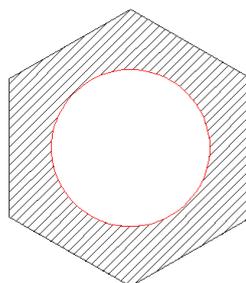
Для назначения слою цвета в палитре Layer Properties Manager (Диспетчер свойств слоев) щелкните мышью на образце цвета в колонке Color (Цвет) в строке с именем слоя. В открывшемся диалоговом окне Select Color (Выбор цвета) назначьте цвет объектов слоя.



Выполнить построение в соответствии с рисунком, используя следующие слои:

	основной					бе... Continuous		1.00 ...
	Слой1					10 Continuous		0.40 ...

Штриховка по образцу.



14. Создание шаблона чертежа

Любой чертеж требует многих настроек. Простейшие из них, такие как лимиты, шаг, сетка, единицы измерения.

Часто приходится выполнять чертежи с однотипными настройками. Для того чтобы не начинать каждый новый чертеж его типовой настройкой, можно выполнить все настройки в одном чертеже, а затем сохранить его в файле шаблона.

Файл шаблона сохраняется с расширением dwt. После этого можно начинать новый файл чертежа с этого шаблона, а созданный на его основе чертеж сохранять в файле рисунка с расширением dwg.

Шаблонный файл может содержать не только настройки, но и видимые объекты, которые необходимо включать в типовые чертежи.

Создадим шаблон с рамкой и штампом.

Выполнить команду *Создать* в меню *Файл*.

Создать файл на основании Шаблона с именем acad.dwt.

1. В открывшемся окне файла Чертеж 1 выполнить следующие настройки:
 - Лимиты чертежа для формата А4 (книжная страница).
 - Включить Отображение сетки.
 - Единицы измерения: линейные и угловые.
 - Вычертить границы формата (внешняя рамка чертежа).
 - Вычертить рамку и основную надпись в соответствии с ГОСТом.
 - Выполнить сохранение файла под именем Рамка А4 в пользовательскую папку с названием группы.

Внимание. Рамку и основную надпись, в соответствии с ГОСТ 2.303-68, выполняем сплошными основными или сплошными тонкими линиями в правом нижнем углу.

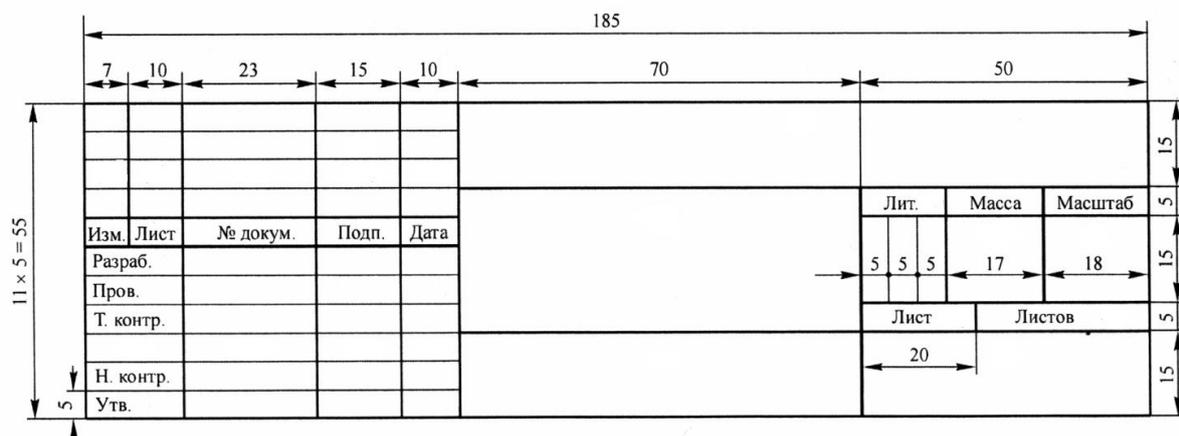
Сплошная основная линия может иметь толщину от 0,5 до 1,4 мм.

Сплошная тонкая – $s/3$ или $s/2$.

По умолчанию шаблон acad.dwt загружается с 0 слоем, в котором вес основной линии 0,25 мм, что соответствует толщине сплошной тонкой линии для формата А4.

Вычертить внешнюю рамку для формата А4 (книжная страница).

Размеры основной надписи.



Для выполнения построений используем инструмент Прямоугольник или Отрезок.

15. Работа с текстом. Однострочный и многострочный текст».

Текст в чертежах используется для заполнения штампа, описания технических требований, при создании спецификаций, пояснений и таблиц.

В программе можно вводить как отдельные строки (однострочный текст), так и текстовые абзацы (многострочный текст).

Текст является такими же примитивами, как и графические объекты. Его можно перемещать, поворачивать, удалять.

При простановке размеров числовая и символьная информация вводится автоматически и является отдельным примитивом.

Многострочный текст можно вводить непосредственно в чертеже, в специальном текстовом редакторе, или импортировать из внешней текстовой программы.

Для создания текста предназначены команды ДТЕКСТ и МТЕКСТ. Первой командой создается однострочный текст, второй — многострочный текст.

Команду для работы с текстом можно вызвать в меню Рисование/Текст или ввести в командной строке.

Рассмотрим работу с текстом при заполнении надписи.

С помощью кнопки **A** на Панели рисование вызвать команду Многострочный текст.

Выделить рамкой заполняемую область из Левого верхнего угла в правый нижний угол.

В открывшемся окне Тестового редактора программы Ввести текст, с учетом ГОСТ.

Примечание.

Для заполнения надписи используйте высоту текста 2,5, 3,5, 7 и 10 мм. Выравнивание по образцу.

16. Простановка размеров.

Внесение информации о размерах на чертеже называют образмериванием (простановкой или установкой размеров).

Типы размеров и их параметры

В программе предусмотрены следующие типы размеров:

линейные,

угловые,

радиус,

диаметр,

выноска.

В чертеже можно создавать *ассоциативные* размеры, которые автоматически *пересчитываются* и *перерисовываются* при редактировании объектов чертежа.

Размер создается как единый примитив, имеющий следующие общие параметры:

Размерная линия. Линия со стрелками или другими элементами на концах, выполняемая параллельно соответствующему измерению. Для угловых размеров размерной линией является дуга.

Стрелки. Для обозначения концов размерной линии используются стрелки, засечки или маркеры произвольной формы. Величины стрелок настраиваются.

Выносная линия. Если размерная линия находится вне образмериваемого объекта, то от объекта перпендикулярно размерной линии рисуются прямые, которые называются выносными линиями. Выносные линии используются только в линейных и угловых размерах.

Размерный текст. Это текстовая строка, содержащая размер.

Программа автоматически вычисляет значение размера. Это значение может быть заменено или отредактировано.

Установка размеров — важная операция. Для этого выделен отдельный пункт меню Размеры. Кроме того, размеры проставляются с помощью кнопок панели инструментов Размеры. (Сервис/Панели инструментов/AutoCAD/Размер)



16.1. Установка линейных размеров

Различают горизонтальные, вертикальные и параллельные линейные размеры.

Для установки линейных размеров предназначена команда, Линеинный.

16.2. Установка линейных размеров указанием начала выносных линий

Выполним простановку горизонтального и вертикального линейного размеров для прямоугольника с размерами: ширина 100 мм, высота – 40 мм.

1. Нарисуйте прямоугольник с указанными размерами.
2. Включите привязки: Конточка, Пересечение (кнопка Привязка должна быть включена).

3. Вызовите команду Линеинный размер в меню Размеры, Линеинный или на панели инструментов.

4. В строке состояния на приглашение программы

Начало первой выносной линии или <выбрать объект>:

выберите с помощью указателя мыши левую конточку

5. На следующее приглашение программы

Начало второй выносной линии:

выберите с помощью указателя мыши нижнюю правую конточку.

6. За курсором начнет следовать размерная линия с размерным текстом и появится запрос

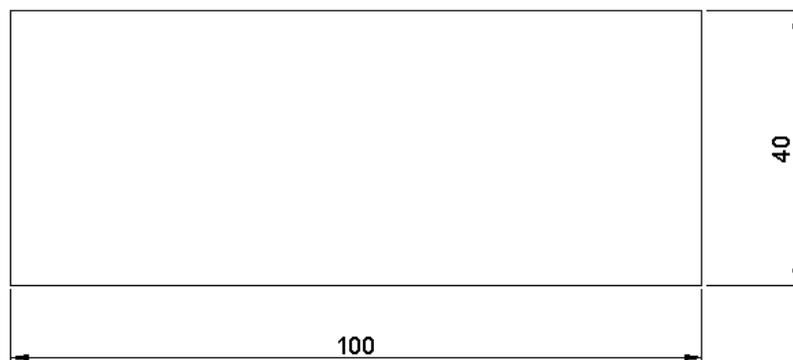
Положение размерной линии или

[Иткст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый] :

Потяните указатель вниз и щелкните левой кнопкой мыши в месте положения размерного текста. Горизонтальный размер будет установлен.

7. Аналогичным образом установите вертикальный размер.

Получим рисунок.



После простановки размеров вы можете не увидеть стрелок и размерного текста, настолько они будут малы. Это зависит от параметров размерного стиля и масштаба отображения чертежа. Для просмотра размеров можно просто зумировать чертеж.