

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Прикладная программа AUTOCAD

**Направление подготовки (специальность) 35.03.06 «Агроинженерия»**

**Профиль образовательной программы Технический сервис в АПК**

**Форма обучения заочная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Методические указания по выполнению лабораторных работ</b> .....	3
<b>1.1.Лабораторная работа № ЛР-1</b> Пользовательский интерфейс графической среды AUTOCAD. Работа с примитивами. Построение чертежей. Построение примитивов с помощью элементарных команд в графической среде AUTOCAD. Методы построения углов.....	15
<b>1.2.Лабораторная работа № ЛР-2</b> Основные средства выполнения изображения в пространствеAUTOCAD. Построение сектора. Организация работы в AUTOCAD.....	24
<b>1.3 Лабораторная работа № ЛР-3</b> Интерфейс. Типы объектов. Навигация в 3D.....	54

# 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

## 1.1 Лабораторная работа №1 (2 часа).

**Тема:** «Пользовательский интерфейс графической среды AUTOCAD.

**Работа с примитивами. Построение чертежей. Построение примитивов с помощью элементарных команд в графической среде AUTOCAD. Методы построения углов»**

**1.1.1 Цель работы:** Ознакомиться с пользовательским интерфейсом графической среды AUTOCAD. Работа с примитивами построение чертежей. Построение примитивов с помощью элементарных команд в графической среде AUTOCAD. Методы построения углов.

### 1.1.2 Задачи работы:

1. Изучить пользовательский интерфейс графической среды AUTOCAD
2. Изучить примитивы
3. Изучить методы построения углов

### 1.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК)

### 1.1.4 Описание (ход) работы:

AutoCAD 2002 – новейшая версия наиболее популярной системы автоматизированного проектирования, которая предлагает самые совершенные средства двумерного проектирования и оформления чертежей, а также удобные инструменты твердотельного моделирования. Новейшие технологии, заложенные в этой системе, обеспечивают эффективную коллективную работу над проектом с учетом стандартов предприятия и различных методов проектирования.

Формат данных AutoCAD (DWG, DXF, DWF) стал общепризнанным мировым стандартом обмена графической информацией и ее хранения.

AutoCAD 2002 – графическая среда, позволяющая строить двумерные и трехмерные графические объекты, разрабатывать технические проекты, сборочные чертежи в соответствии со стандартом ЕСКД (Единая система конструкторской документации).

ЕСКД – комплекс государственных стандартов, устанавливающих единые, взаимосвязанные правила и положения по составлению и оформлению конструкторской документации.

Запуск AutoCAD осуществляется двумя способами:

1. Пуск > Программы > AutoCAD 2002
2. Двойной щелчок по пиктограмме AutoCAD на рабочем столе.

Завершение работы в AutoCAD осуществляется 2 способами:

1. Выбрать команду из меню File (Файл) > Exit (Выход)
2. Щелчок по кнопке управления окном в верхнем правом углу

Если рисунок не сохранен, то при завершении работы появится предложение сохранить изменения. Если все изменения сохранены, при выходе не появится никаких дополнительных сообщений.

## 1. Элементы Рабочего стола AutoCAD

Рабочий стол графического пакета AutoCAD состоит из следующих элементов (рис.1.):

- самая верхняя строка - меню;
- вторая строка - стандартная панель инструментов;
- третья строка - панель свойств объектов;
- нижняя строка - строка состояния;
- перед строкой состояния - командное окно;

- оставшаяся часть Рабочего стола - графическое поле.

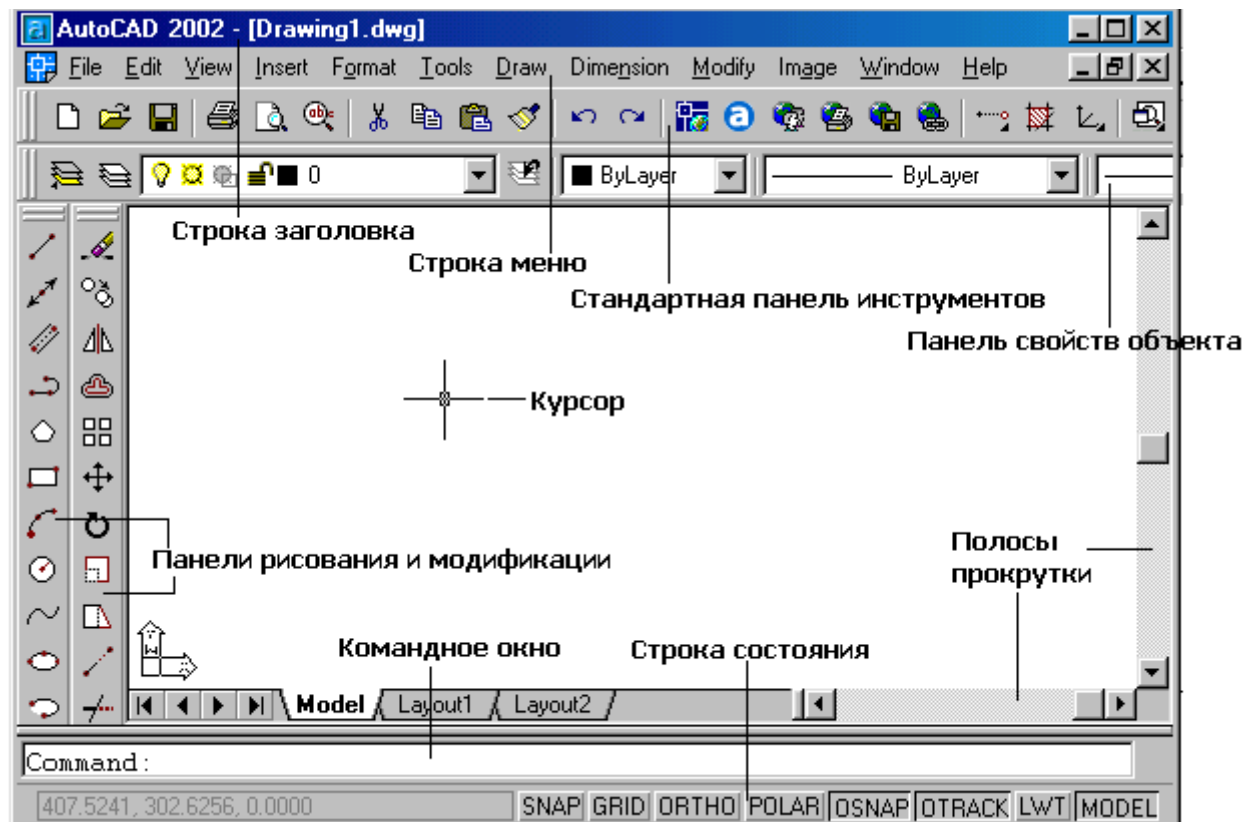


Рис 1. Интерфейс AutoCAD

Строка меню по умолчанию содержит следующие пункты:

- File (Файл) – команды работы с файлами: открыть, сохранить, печать, предварительный просмотр, экспорт файлов в другой формат и др. ;
- Edit (Редактирование, Правка) – команды редактирования: копировать, вставить и др. ;
- View (Просмотр) – команды управления экраном, панорамирования, установки точки зрения, удаления невидимых линий, закрашки, тонирования, установки необходимых панелей инструментов и др. ;
- Insert (Вставка) – команды вставки блоков, внешних объектов, объектов других приложений и др. ;
- Format (Формат) – команды работы со слоями, цветом, типами линий, управление стилем текста, размеров, стилем мультитext, установка единиц измерения и др.;
- Tools (Инструменты, Сервис) – команды управления системой, экраном пользователя, установки параметров черчения и привязок, установки пользовательской системы координат и др. ;
- Draw (Рисование) – команды рисования;
- Dimension (Размерность) – команды простановки размеров, установка параметров размеров;
- Modify (Модификация) – команды редактирования элементов чертежа;
- Window (Окно) – команды обеспечения многооконного режима работы с чертежом;
- Help (Помощь) – подсказка, помощь.

## 2. Панель свойств объектов

Панель свойств объектов (рис.2.)облегчает работу со слоями и типами линий.

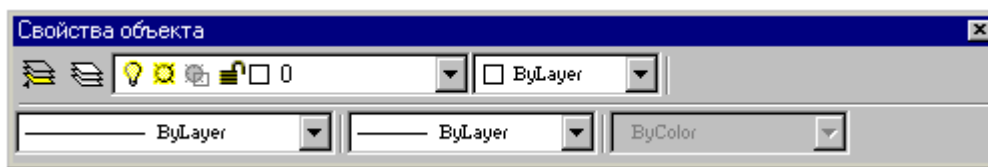


Рис 2. Панель свойств объекта

В нее входят следующие инструменты:

- - MakeObject'sLayerCurrent (Сделать слой объекта текущим) – установка текущего слоя в соответствии со слоем выбранного примитива;
- - Layers (Слои) – вызов диалогового окна установки параметров слоев Диспетчер свойств слоев (LayerPropertiesManager);
- - Layer (Слой) – раскрывающийся список управления слоями. Каждая строка содержит пиктограммы управления свойствами слоя или отображения его свойств, а также его имя.
- - ColorControl (Цвета) – раскрывающийся список установки текущего цвета, а также изменения цвета выбранных объектов;
- - LinetypeControl (Тип линии) - раскрывающийся список установки текущего типа линии, а также изменения типа линии для выбранных объектов;
- - Lineweight (Вес линии) - раскрывающийся список установки текущего веса линии, а также изменения веса линии для выбранных объектов.

### 3. Строка состояния

Строка состояния (рис.3.)– самая нижняя строка - содержит текущие координаты курсора и кнопки включения / выключения режимов черчения (в скобках указаны функциональные или горячие клавиши, позволяющие управлять режимом):

- Snap (шаг) – SnapMode (Шаговая привязка) – включение/выключение шаговой привязки курсора. (F9 или Ctrl+B). Шаговая привязка – этот режим определяет дискретное перемещение курсора по экрану, по узлам некоторой невидимой сетки. Шаговый режим предназначен для повышения точности построений.
- Grid (сетка) – GridDisplay (Отображение сетки) – включение/выключение сетки. (F7 или Ctrl+G). Режим Сетка создает на экране видимую сетку для удобства работы. Сетка – это упорядоченная последовательность точек, покрывающая область рисунка.
- Ortho (Орто) – OrthoMode (Режим «Орто») - включение/выключение ортогонального режима. (F8 или Ctrl+L). Орто – режим, обеспечивающий ортогональные построения. Если режим включен, то строятся строго горизонтальные или вертикальные линии, если отключен, то – линии под произвольным углом.
- Polar (Отс-поляр) – PolarTracking (Полярное отслеживание) - включение / выключение режима полярного отслеживания. (F10). Кнопка Polar (Отс-поляр) является расширением режима ОРТО (ORTHO) на углы с некоторым настраиваемым шагом (в зависимости от того, что ближе к данным пользователя). Кнопка включает или выключает режим полярного отслеживания.
- Osnap (Привязка) – ObjectSnap (Объектная привязка) - включение / выключение режимов объектной привязки. (F3 или Ctrl+F). При указании точки на объекте, система AutoCAD вычисляет соответствующую

функцию объектной привязки к этому объекту (т. е. конечную или среднюю точку и т. п.).

- Otrack (Отс-прив) – ObjectSnapTracking (Отслеживание при объектной привязке) – включение / выключение режима отслеживания при объектной привязке. (F11). При включении режима отслеживания при объектной привязке AutoCAD позволяет использовать полярное отслеживание от промежуточной точки, указываемой с применением объектной привязки.



Рис. 3. Строка состояния

Кроме того, строка состояния содержит:

- Model / Paper (Модел / Лист) - ModelorPaperspace (Пространство модели или листа) – переключение из пространства модели в пространство листа.
- LWT (Вес) – Show / HideLineweight (Отображение линий в соответствии с весами (толщинами)).

Кнопка LWT (Вес) включает или выключает режим отображения весов элементов чертежа.

Вес линии — это ширина линии.

#### 4. Командное окно

Командное окно расположено над строкой состояния и служит для ввода команд и вывода подсказок и сообщений AutoCAD (рис. 5.). Размеры окна можно изменять с помощью разделительной полосы между командным окном и графическим полем. Для перемещения по экрану используется полоса прокрутки или клавиши , ?, @, -, PgUp, PgDn. Содержимое окна предназначено только для чтения и не может быть изменено

#### 5. Способы ввода команд

1 способ. Команда выбирается из соответствующего выпадающего меню

Например: для выполнения команды зумирования следует открыть меню View (Вид, Просмотр), выбрать команду Zoom (Зумирование, Приближение) >Realtime (В реальном времени) (рис 4.), после чего начнется выполнение команды. Можно выбрать другой режим выполнения команды (предыдущий, окно, динамический, масштабирование, по центру, внутрь, наружу, все, степени).

2 способ. Набор команды в командном окне.

Например: для выполнения той же команды зумирования в диалоговом окне следует набрать имя команды (zoom или Zoom или \_zoom или \_Zoom). В квадратных скобках указан список параметров, которые можно использовать при использовании команды, в круглых - параметр по умолчанию.

Для выбора параметра из квадратных скобок следует набрать сокращенное название параметра, который выделен прописной буквой в названии (Например: Center – C, Scale – S) для продолжения выполнения команды нажать клавишу Enter, для выбора параметра по умолчанию - следует нажать клавишу Enter.

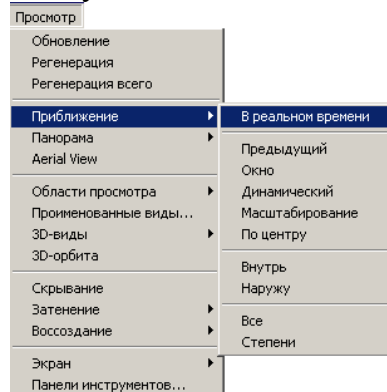


Рис 4. Меню команды View (Просмотр)

2. Чертеж в AutoCAD представляет собой не просто изображение, состоящее из отдельных точек (как рисунки в редакторе Paint или на листе бумаги), а своеобразную базу данных. Информация о каждом элементе чертежа хранится в файле и, для того чтобы элемент был виден на экране, AutoCAD считывает параметры элемента из базы и рисует его.

Например, чтобы AutoCAD построил отрезок, ему нужны координаты начала и конца отрезка, поэтому в базе данных чертежа хранится не линия, образующая отрезок, а всего лишь координаты его концов. Все элементы чертежа хранятся в базе в виде координат их характерных точек и некоторой служебной информации (тип и толщина линии, принадлежность слою и др.). В каждый момент, когда тот или иной объект должен появиться на экране, AutoCAD обращается к соответствующей записи в базе данных и строит его. В частности, при загрузке чертежа считываются и строятся все объекты. База располагается в том же файле, что и сам чертеж.

Такое (математическое) представление данных составляет основу любого векторного графического редактора, к числу которых относят все CAD/CAM-программы, AutoCAD, CorelDRAW. Другие графические редакторы, в которых рисунок — это группа точек, называют растровыми. Наиболее известными среди них можно назвать Paint и Photoshop.

Математическое представление делает возможными такие операции редактирования объектов, которые в принципе невозможны в растровом редакторе или при выполнении построений на бумаге. Например, в AutoCAD можно копировать и перемещать объекты, зеркально отражать или масштабировать их, поворачивать, размножать, разрывать и многое другое.

Чертеж в AutoCAD состоит из базовых примитивов. Как слова, обладающие различным смыслом, состоят из конкретных букв, которых в русском языке 33, так и чертежи состоят из графических примитивов. В AutoCAD можно выделить восемь базовых примитивов, которые используют в ходе работы над двумерными проектами — точка, отрезок, многоугольник, прямоугольник, окружность, дуга, эллипс, сплайн. Они дают возможность выразить на чертеже любую инженерную мысль.

## 2. Построение базовых примитивов

Помимо восьми базовых примитивов есть еще и производные. Их AutoCAD формирует автоматически на основе базовых. Например, такие примитивы как Текст или Штриховка, программа рисует сама с помощью отрезков и дуг.

Большинство примитивов, которые можно использовать в двумерных проектах AutoCAD сосредоточены на панели инструментов Черчение, показанной на рис. 1.6 в тексте лабораторной работы №1. Для того чтобы воспользоваться каким-либо из них, нужно щелкнуть мышкой по соответствующей кнопке на панели и далее отвечать на запросы, выводимые AutoCAD. Кроме этого можно набрать соответствующую команду с клавиатуры и нажать Enter.

### 2.1. Работа с командной строкой

В нижней части рабочего экрана AutoCAD расположено широкое окно, в которое можно вводить текст при помощи клавиатуры. Это окно называется командной строкой. Если щелкнуть по окну мышкой, то в нем замигает курсор.

Когда пользователь набирает в окне команду и нажимает Enter, AutoCAD выполняет соответствующее действие. Большинство команд, которые мы отдаем щелчками мышкой по панелям инструментов или различным меню, дублируются в командной строке.

Во всех случаях, когда программе необходима дополнительная информация для выполнения действия, она выводит запрос в командную строку. Таким образом осуществляется командный диалог пользователя и AutoCAD.

Очень важно уметь понимать содержание запроса и его структуру. Содержание запроса определяется командой, скоторой работает пользователь в данный момент, а структура одинакова для всех команд. Запрос может состоять из трех частей. Например, после ввода команды Limits (размеры чертежа), AutoCAD выведет строку:

Приведенный запрос состоит из трех блоков.

1.Текст без скобок — это содержание запроса, т.е. то, что программа хочет от нас узнать. В примереSpecifylowerleftcorner переводится как “Введите координаты левого нижнего угла чертежа”.

2.Текст в квадратных скобках — это параметры данной команды. Для того чтобы выбрать тот или иной параметр, нужно набрать его название с клавиатуры и нажать Enter. Если параметр записан строчными буквами, а одна или две из них заглавные, то достаточно ввести только заглавные. В частности, при отрисовке отрезка на запрос “Specifynextpointor [Close/Undo]” для выбора параметра можно вводить только “С” или “U”.

3.Текст в угловых скобках — значение, которое воспримет AutoCAD если ничего не вводить, а просто нажать Enter. Если в рассматриваемом примере, ничего не набирая с клавиатуры, нажать Enter, то AutoCAD будет считать, что требуемые координаты равны (0.0000,0.0000). Как правило, в угловых скобках выводится значение, которое было введено в ответ на данный запрос последний раз.

## 2.2.Отрисовка точки

Точка — это один из базовых графических примитивов AutoCAD, такой же как линия или окружность.

Выбор внешнего вида точки

По умолчанию элемент “Точка” выводится на экран обычной точкой, ничем не отличающейся от узла сетки. Это не всегда удобно. Для того чтобы точка отображалась более заметным знаком, нужно его выбрать. Это можно сделать из ниспадающего меню Формат, запустив командуСтиль точки. На экране появится диалоговое окно, изображенное на рис. 1.

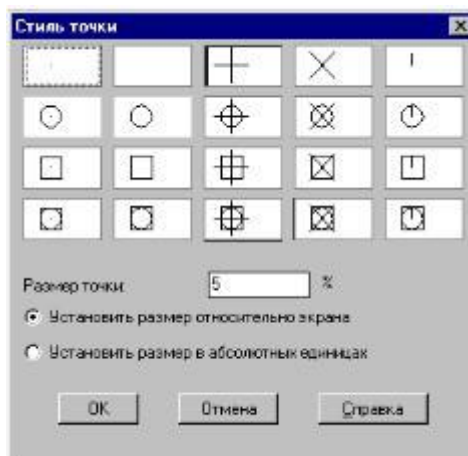




Рис. 1. Диалоговое окно Стиль точки.

Для выбора того или иного знака, обозначающего точку, нужно щелкнуть по нему мышкой, а затем нажать ОК. В меню предусмотрена возможность самостоятельно задавать размеры знака. После выбора знака изменится внешний вид всех точек на чертеже.

Вывод точки на кран. Для построения точки нужно выбрать инструмент Точка  из панелиЧерчение или набрать командуPoint, а затем ввести координаты объекта любым способом.

## 2.3. Построение отрезка

Вход в режим рисования отрезка осуществляется выбороминструмента Линия  в панели Черчение, вводом командыLine в командную строку AutoCAD или из ниспадающего менюЧерчение запуском командыТочка.

После запуска команды AutoCAD запросит координаты первой точки (Specifyfirstpoint), затем координаты следующей (Specifynextpoint) и т.д. вывод на экран ломаную. После трех введенных точек(2-хотрезков) в очередном запросе будутпоявляться параметры CloseиUndo. Если ввестиClose, то программа автоматически соединит послед-




ную введенную точку с первой — замкнет ломаную. Параметр **Undo** удаляет последнюю введенную точку. Если ввести его несколько раз подряд, то можно отменить (удалить) всю ломаную.

#### 2.4. Построение многоугольника

Для того чтобы AutoCAD построил многоугольник нужно указать количество сторон, координаты центра и радиус окружности, относительно которой многоугольник вписан или описан. Есть возможность построения по центру и координатам начала и конца одной из сторон. Длины всех сторон многоугольника равны. В работе с этим примитивом нужно внимательно читать сообщения и запросы, выводимые в командную строку.

Выбор инструмента осуществляется щелчком по кнопке

Многоугольник  в панели **Черчение**, вводом команды **Polygon** или из выпадающего меню **Черчение** запуском команды **Многоугольник**.

**Specifyradiusofcircle:** — укажите радиус окружности. Здесь можно мышкой повернуть многоугольник на любой угол и растянуть до требуемого размера.


Если выбран параметр **Edge**, то будут выданы запросы:

**Specifyfirstendpointofedge:** — укажите первую точку стороны.

**Specifysecondendpointofedge:** — укажите конечную точку стороны. Здесь можно мышкой повернуть и растянуть многоугольник или ввести длину стороны с клавиатуры.

#### 2.5. Построение прямоугольника

Выбор инструмента осуществляется щелчком по кнопке


Прямоугольник  на панели **Черчение** вводом команды **Rectang** или из выпадающего меню **Черчение**, запуском команды **Прямоугольник**.

Прямоугольник строится по двум точкам, лежащим на одной из его диагоналей, т.е. по координатам двух противоположных углов.

#### 2.6. Построение конструкционной линии

Конструкционная или вспомогательная линия — это прямая, которая пересекает весь экран при любом увеличении.

Выбор инструмента осуществляют щелчком по кнопке

Конструкционная линия  на панели **Черчение**, вводом команды **Xline** или из выпадающего меню **Черчение** запуском команды **Конструкционная линия**.

### Графический примитив **Point**(Точка).

На панели инструментов выберите команду **Point**(Точка).

Точки можно ставить, просто нажимая левой кнопкой мыши в нужном месте экрана. Поставьте таким образом несколько точек так, чтобы они выглядели вершинами прямоугольника. Это неточный способ задания точки.

Для удобства поменяйте способ отображения точки. Для этого воспользуйтесь командой **Format**(Формат)>**PointStyle...**(Стиль точки...). В появившемся диалоговом окне выберите наиболее удобный вариант отображения точки.

Теперь постройте точку другим способом — с помощью ввода координат в командную строку. Для этого на панели инструментов выберите команду **Point**(Точка) и в командной строке укажите координаты точки по осям **x** и **y**.

### Графический примитив **Line** (Линия).

Рисование линии мало чем отличается от рисования точки. Нарисуйте отрезок любым способом. Для этого выберите на панели инструментов команду **Line**(Линия), и щелкайте левой кнопкой мыши на месте, где будут находиться начало, промежуточные точки и конец линии.

Чтобы отменить последнюю введенную точку, во время ввода точек линии нажмите правую кнопку мыши и выберите опцию **Undo**.

Чтобы оставить линию разомкнутой, выберите в том же списке опцию **Enter**(Ввод) или **Cancel**(Отмена).

Нарисуйте еще одну линию, но на этот раз замкнутую. Для этого в списке, вызываемом правой кнопкой мышки выберите опцию **Close**.

Нарисуйте линию с помощью задания координат в командной строке. Выполните команду **Line**(Линия).

Вводите на запросы программы:

**Firstpoint**– координаты начала линии;

**Nextpoint**– следующая точка линии.

Чтобы отменить введенную точку через командную строку, введите букву **U**(Undo).

Чтобы замкнуть линию, введите в командную строку букву **C**(Close). Чтобы оставить линию разомкнутой, нажмите на клавиатуре **Enter**(Ввод).

### Графический примитив Circle (Окружность).



Постройте окружность по координатам центра и радиусу, как показано на рисунке 1,а. Для этого выберите команду **Circle**(Окружность) и используйте ключ, который стоит по умолчанию. В командной строке на запросы введите следующее:

*circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:*100,100 (центр);

*Specify radius of circle or [Diameter]:*50 (радиус).

Для того, чтобы задать значение диаметра, необходимо в командной строке написать букву **d**, или щелкнув правой клавишей мыши в пространстве чертежа, выбрать параметр **Diameter**. Тогда программа запросит ввести значение диаметра.

Постройте окружность по двум точкам на диаметре (рисунок 1,б). Для этого выберите команду **Circle**(Окружность) и используйте ключ **2P**. Содержание командной строки:

*circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:* **2P** (ключ);

*Specify first end point of circle's diameter:* **x1,y1** (первая точка);

*Specify second end point of circle's diameter:* **x2,y2** (вторая точка).

**X,Y**– значение координат. Их введите произвольно. Либо вместо значений координат, можно щелкнуть на чертеже левой клавишей мыши.

Постройте окружность по трем точкам (рисунок 1,в). Содержание командной строки:

*circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:***3P** (ключ);

*Specify first point on circle:* **x1,y1**(первая точка);

*Specify second point on circle:* **x2,y2**(вторая точка);

*Specify third point on circle:* **x3,y3**(третья точка).

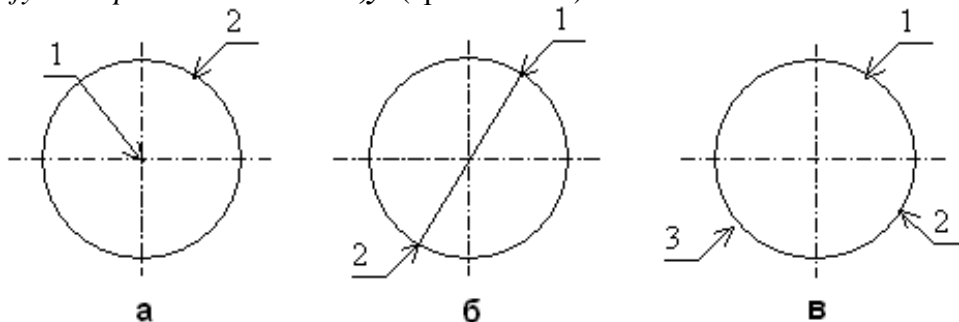


Рисунок 1 – Построение окружности

Постройте окружность, касательную к двум примитивам (рисунок 2,б,в). Чтобы выполнить эту команду нужно провести дополнительные построения: предварительно постройте линию и окружность как на рисунке 2,а.

Для получения рисунка 2,б используйте следующие значения:

*circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:* **T**(ключ);

*Specify point on object for first tangent of circle:* (укажите окружность);

*Specify point on object for second tangent of circle:* (укажите линию);

*Specify radius of circle <>:* (согласитесь с радиусом, нажав **Enter**).

Для получения рисунка 1.2,в используйте следующие значения:

*circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:* **Т**(ключ);  
*Specify point on object for first tangent of circle:* (укажителинию);  
*Specify point on object for second tangent of circle:* (укажитеокружность);  
*Specify radius of circle <>:* (согласитесьсрадиусом, нажав**Enter**).

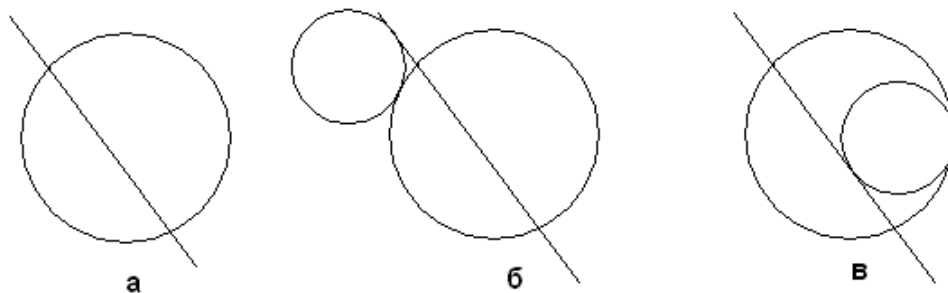


Рисунок 2 – Построение окружности, касательной к двум примитивам

### Графический примитив Arc (Дуга).



Постройте дугу по трем точкам. Для этого выберите **Arc**(Дуга) на панели инструментов и выполните следующую команду:

*arc Specify start point of arc or [Center]:* – (задайте начальную точку);  
*Specify second point of arc or [Center/End]:* – (задайте вторую точку);  
*Specify end point of arc:* – (задайте конечную точку).

Постройте дугу по координатам точки центра и двум точкам. Для этого после выбора команды (Дуга) введите в командную строку букву **C**(Center). Содержание командной строки следующее:

*arc Specify start point of arc or [Center]:* **C**– (выбрать задание центра);  
*Specify center point of arc:* – (задать центр);  
*Specify start point of arc:* – (задать начальную точку);  
*Specify end point of arc or [Angle/chord Length]:* – (задать конечную точку).

Самостоятельно постройте дугу по координатам центра, начальной точке и углу 30°, используя параметр **Angle**.

Самостоятельно постройте дугу по координатам центра, начальной точке и длине хорды 300 мм, используя параметр **ChordLength**.

**Дуга по умолчанию строится против часовой стрелки от начальной точки.**

Но наиболее простой способ выбрать способ построения дуги – воспользоваться верхней строкой меню. Выбирается параметр «Рисование», «Дуга» и способ ее построения:

### Графический примитив полилиния.



Полилиния – последовательность прямолинейных и дуговых сегментов с возможным указанием ширины.

Вычерчивается так же, как и линии, но в отличие от них является единым объектом.

**Ключи для изменения ширины полилинии:**

**Half-width**– полуширина – позволяет задать полуширину – расстояние от широкой линии сегмента до края.

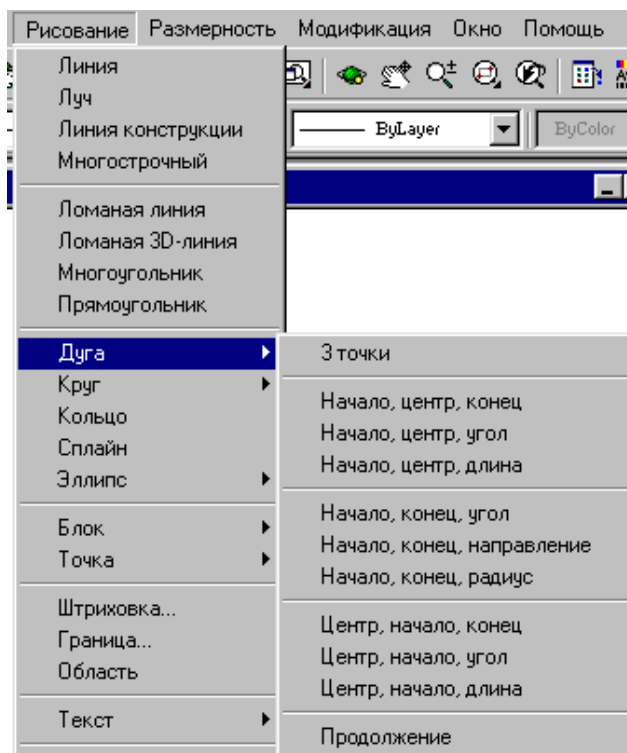
**Width**– ширина – позволяет задать ширину последующего сегмента. Программа запрашивает начальную и конечную ширину.

**Ключи для создания прямолинейных сегментов (отрезков):**

**Arc**- дуга – переход в режим дуг.

**Close**– замкни – замкнуть отрезком.

**Length**– длина – задается длина сегмента, как продолжение предыдущего, в том же направлении.



### **Ключи в режиме дуг:**

Angle– угол – центральный угол. По умолчанию дуга отрисовывается против часовой стрелки. Если требуется отрисовка дуги по часовой стрелке, необходимо задать отрицательное значение угла.

Center– центр – центр дуги.

Close– замкни – замкнуть дугой.

Direction– направление. Аналогично Arc.

Line– отрезок. Переход в режим отрезка.

Radius– радиус дуги.

Secondpoint(Вторая точка) – вторая точка дуги по трем точкам. Если дуга не является первым сегментом полилинии, то она начинается в конечной точке предыдущего сегмента и по умолчанию проводится по касательной к нему.

### **Графический примитив Линия конструкции.**



С помощью данного примитива можно построить множество прямых.

#### **Ключи:**

Hor– построение горизонтальной прямой, проходящей через заданную точку.

Ver- построение вертикальной прямой, проходящей через заданную точку.

Ang– угол - построение прямой по точке и углу.

Bisect– по точке и половине угла, заданного тремя точками.

Offset– смещение – по смещению от базовой линии.

### **Построение эллипса**



Параметр вычерчивания эллипса по умолчанию предполагает задание конечных точек большой оси. Сперва задается начальная точка, затем конечная точка оси. Затем задается длина малой оси – расстояние от большой оси до контура эллипса по перпендикуляру. Вместо задания длины малой оси, можно задать угол поворота (параметр Rotation) воображаемого круга относительно плоскости построения. Угол поворота выбирается равным от 0 до 90°.

Можно начать построение с центра эллипса (параметр Center). Затем указывается конечная точка большой оси – полуось. Далее построение аналогично ранее описанному.

Если выбран параметр Arc, то производится построение эллиптической дуги.

### Эллиптические дуги



Первая стадия вычерчивания эллиптической дуги полностью совпадает с вычерчиванием полного эллипса.

Вторая стадия начинается запросом «Задайте начальный угол или [Параметр]». (Specify start angle or [Parameter]). Далее следует воспользоваться ниже перечисленными параметрами :

- Начало дуги. Параметр по умолчанию. Необходимо задать начальный угол дуги, который *отсчитывается от главной оси полного эллипса* (от первой заданной точки). Далее программа предложит выбрать из списка параметров «Задайте конечный угол или [Параметр/центральный угол]».
- Конец дуги. Нужно указать конечный угол дуги и процесс формирования эллиптической дуги будет окончен.
- Центральный угол. Можно указать значение центрального угла, тем самым закончив процесс формирования дуги.
- Параметр. Это те же углы, но выраженные не в градусах, а в частях длины кривой полного эллипса. В ответ на выбор этого параметра программа запросит задать начальный параметр или [Угол] , а затем задать конечный параметр или [Угол/Центральный угол]. В ответ необходимо ввести соответствующее относительное значение углов, выраженное в процентах. Параметры, указанные в квадратных скобках, позволяют выйти в обычный режим задания значения углов.

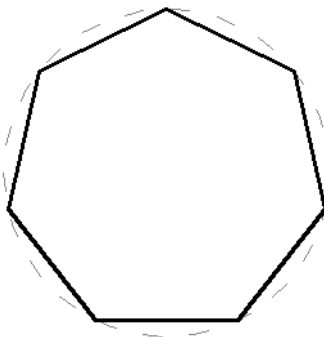
### Многоугольники



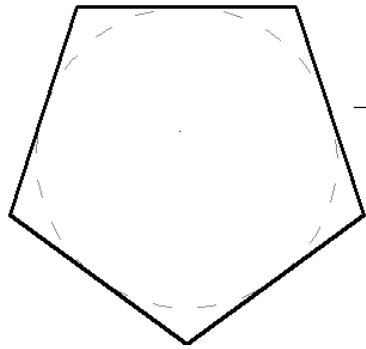
Программа создает примитив – правильный многоугольник – замкнутый контур с ребрами, равной длины. Допустимое количество сторон – от 3 до 1024.

Сначала появляется запрос о количестве сторон, затем предлагается указать центр окружности или [Сторона]. В программе предлагается на выбор один из трех способов построения многоугольника:

- Сторона (Edge) – задаются две точки, которые определяют положение любого из ребер многоугольника.
- Вписанный в окружность (Inscribed in circle). После выбора этого параметра следует задать радиус окружности, в которую будет вписан формируемый многоугольник. Т.е. задается расстояние от центра до любой вершины многоугольника.



- Описанный вокруг круга (Circumscribed about circle). После выбора этого параметра следует задать радиус окружности, вокруг которой будет описан формируемый многоугольник. Т.е. задается расстояние от центра до середины любого ребра многоугольника.



## Сплайн



Сплайн - это гладкая кривая, которая строится на основе некоторого множества точек. По умолчанию эта гладкая кривая должна проходить через все заданные пользователем точки. Сначала задается первая точка сплайна. Затем задается следующая (вторая) точка сплайна. После выбора двух первых точек будет дан расширенный запрос «Задайте следующую точку или [Замкни/Допуск]<Укажите касательную>». ниже приведены расшифровки данных параметров:

- Замкни (Close). Замыкает сплайн, соединяя непрерывной кривой последнюю точку с первой.
- Допуск (Tolerance). С помощью этого параметра указывается на сколько близко к указанным точкам будет проведен сплайн. По умолчанию данный параметр равен 0. в этом случае сплайн проводится непосредственно через точки.
- Укажите касательную к начальной точке (Starttangent). После завершения выбора точек, указывается направление касательной в начальной, а затем и в конечной точке. Для выбора принятых по умолчанию направлений, на оба приглашения командной строки нажимается Enter.

## Редактирование сплайнов.

Для изменения сплайна выбирается команда из основного меню Редактирование – Объект – Сплайн. Либо выделите сплайн, и удерживая правую клавишу мыши выберите параметр «редактировать сплайн». Для редактирования в командной строке предлагается ряд параметров, приведенных ниже:

Точки на кривой (Fitdata) Выбираются точки, которые необходимо отредактировать. После выбора данной команды в свою очередь будет предложен ряд ниже перечисленных параметров:

Добавь (Add). С помощью этого параметра можно добавить дополнительные узловые точки. Вид сплайна будет меняться в процессе выбора точек сразу же.

Разомкни/Замкни (Open/Close). Позволяет разомкнуть/замкнуть сплайн-кривую, используя узловые точки.

Удали (Delete). Удаляет выбранную узловую точку.

Перенеси (Move). Переносит узловую точку.

Убери (Purge). Удаляет информацию об узловой точке.

Касательная (Tangents). Позволяет указать наклон касательной в начальной и конечной точках открытого сплайна, либо наклон одной касательной для закрытого сплайна.

Допуск (tolerance). Позволяет указать с каким допуском будет проведен сплайн через узловые точки.

Выход (exit). Команда завершения работы с данным набором параметров.

- Разомкни/Замкни (Open/Close). Если сплайн-кривая не замкнута, с помощью данной команды можно ее замкнуть. Замыкается сплайн, соединяя непрерывной кривой последнюю точку с первой. Если сплайн замкнут, его можно разомкнуть, удаляя связь между первой и последней узловой точкой.
- Перенеси вершину (MoveVertex). С помощью этой команды указывается редактируемая точка, а затем определяется ее новое месторасположение.

- Измени (Refine). С помощью этого параметра можно откорректировать сплайн-кривую тремя способами.
  - *Добавить новые контрольные точки.* В целом сплайн не изменится, но уменьшится интервал между соседними контрольными точками.
    - *Повышение порядка сплайна.* Во всем сплайне будет увеличено количество контрольных точек, однако после этого порядок сплайна уже нельзя будет уменьшить.
    - Изменение веса произвольной контрольной точки. При увеличении веса контрольной точки, кривая будет приближаться к данной точке. Т.е. как бы увеличивается сила притяжения.
  - Реверс (rEverse). Изменяется направление сплайна, т.е. начальная точка становится конечной, и наоборот.
  - Отмени (Undo). Отменяется последняя операция редактирования.

## 1.2 Лабораторная работа №2 (2 часа).

**Тема: «Основные средства выполнения изображения в пространстве AUTOCAD. Построение сектора. Организация работы в AUTOCAD»**

**1.2.1 Цель работы:** Изучить основные средства выполнения изображения в пространстве AUTOCAD. Построение сектора. Организация работы в AUTOCAD.

### 1.2.2 Задачи работы:

1. Изучить основные средства выполнения изображения в пространстве AUTOCAD
2. Изучить организацию работы в AUTOCAD

### 1.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК)

### 1.2.4 Описание (ход) работы:

#### Пространство и компоновка чертежа

Формирование в AutoCAD модели объекта, в том числе трехмерной, обычно не является самоцелью. Это делается для дальнейшего использования такой модели в системах прочностных расчетов и кинематического моделирования, при получении проектно-конструкторской документации, фотографически достоверного изображения готового изделия до его производства, при экспорте трехмерных моделей в другие программы компьютерной графики и т. д. Во всех случаях применения модели необходимо ее отображение либо на экране монитора, либо в виде твердой копии.

В данной главе будут рассмотрены возможности отображения и редактирования моделей в двух пространствах – пространстве модели **ModelSpace** и пространстве листа **PaperSpace**, используемых при создании чертежа. Важно понимать, как и когда следует пользоваться пространством листа или модели. Овладев этим инструментом, можно значительно ускорить разработку изделия и повысить производительность.

Обычно в пространстве модели создаются и редактируются модели разрабатываемого объекта, а в пространстве листа формируется отображение этого объекта на плоскости, то есть чертеж с необходимыми графическими изображениями, рамкой чертежного листа, надписями и другой графической информацией, необходимой для вывода на плоттер. Когда пользователь находится в пространстве листа, допускается создание плавающих видовых экранов, на которых размещаются различные виды рисунка. В зависимости от ситуации можно вычертить содержимое одного или нескольких видовых экранов, задать элементы чертежа, выводимые на плоттер, выбрать способ компоновки изображения на листе бумаги. При этом не загромождается рисунок пространства модели, что ускоряет и облегчает редактирование разрабатываемого объекта.



На чертеже в пространстве листа, как правило, представлены ортогональные (прямоугольные) проекции объекта с различных точек зрения на трехмерную модель, а иногда и ее аксонометрическое изображение. Все изображения должны находиться в соответствующих областях просмотра. Создание окон просмотра, выбор и модификация видов, показываемых через эти окна, необходимы как при формировании трехмерных моделей, так и при их модификации. Качественное отображение трехмерных объектов позволяет существенно упростить работу с моделью.

В AutoCAD окно рисунка разделено на закладки; на одной из них расположена модель, а остальные (их может быть несколько) представляют собой аналоги листов бумаги. Для перехода в пространство модели необходимо либо выбрать закладку Model, либо сделать текущим плавающий видовой экран на листе. Именно на закладке Model работает пользователь, создавая и редактируя объект. Если она активна, это всегда означает, что работа ведется в пространстве модели. Закладка Model может быть разделена на перекрывающиеся видовые экраны, которые представляют различные виды модели.

### **Пространство модели и пространство листа**

*Пространство модели (ModelSpace)* – это пространство AutoCAD, где формируются модели объектов как при двумерном, так и при трехмерном моделировании. О том, что в окне AutoCAD на текущий момент установлено пространство модели, говорят соответствующая пиктограмма ПСК в рабочем поле чертежа, индикация кнопок Model в нижней части рабочего поля (рис. 1) и MODEL в строке состояния. Если пользователь AutoCAD работает только с двумерными объектами, ему нет особой необходимости переходить в пространство листа: все изображения объекта, а также дополнительная информация (рамка формата, размеры, основная надпись и пр.) могут формироваться в пространстве модели.

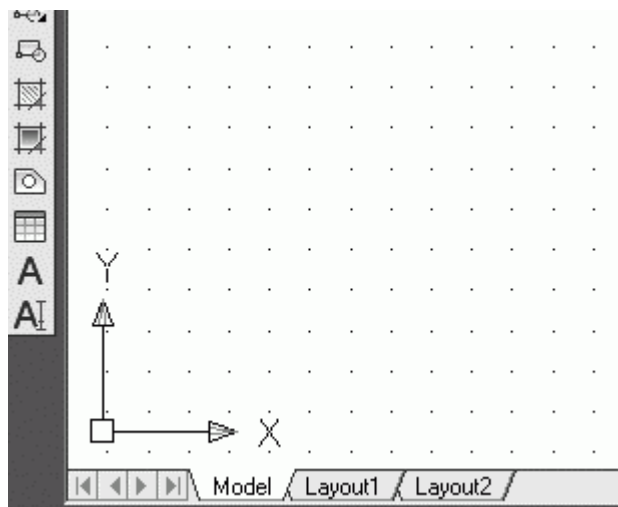


Рис. 1. Пиктограмма пользовательской системы координат пространства модели

Работа в пространстве модели производится на *неперекрывающихся* видовых экранах (окнах); там создается основной рисунок или модель. Если в окне программы присутствует несколько видовых экранов, то редактирование, производимое в одном из них, оказывает действие на все остальные. Несмотря на это, значения экранного увеличения, точки зрения, интервала сетки и шага для каждого видового экрана могут устанавливаться отдельно.

*Пространство листа (PaperSpace)* – это пространство AutoCAD, необходимое для отображения объекта, сформированного в пространстве модели, на *перекрывающихся* (плавающих) видовых экранах. Пространство листа облегчает получение твердых копий рисунков и чертежей, разработанных автоматизированным путем. Если бы пространство листа не использовалось, пришлось бы загромождать пространство модели графической информацией, необходимой лишь для формирования чертежных листов. Ведь такие эле-



менты, как рамка чертежного листа, основная надпись и другая графическая и текстовая информация, не имеют отношения к реальной модели и требуются только в распечатке.

*Листом* называется компонент среды AutoCAD, имитирующий лист бумаги и хранящий в себе набор установок, используемых при выводе на плоттер. На листе можно размещать видовые экраны, а также строить геометрические объекты (например, элементы основной надписи). Рисунок может содержать несколько листов с разными видами модели; для каждого листа автономно задаются значения масштаба печати и размеров сторон. Изображение листа выглядит на экране точно так же, как и вычерченный на плоттере лист.

*Видовой экран* (viewport) представляет собой участок графического экрана, на котором отображается некоторая часть пространства модели рисунка.

Пространство листа строго двумерно, и видеть его можно только с точки зрения, перпендикулярной плоскости листа. О том, что в AutoCAD на текущий момент установлено пространство листа, говорят соответствующая пиктограмма ПСК и индикация кнопки PAPER в строке состояния внизу рабочего стола AutoCAD (рис. 2).

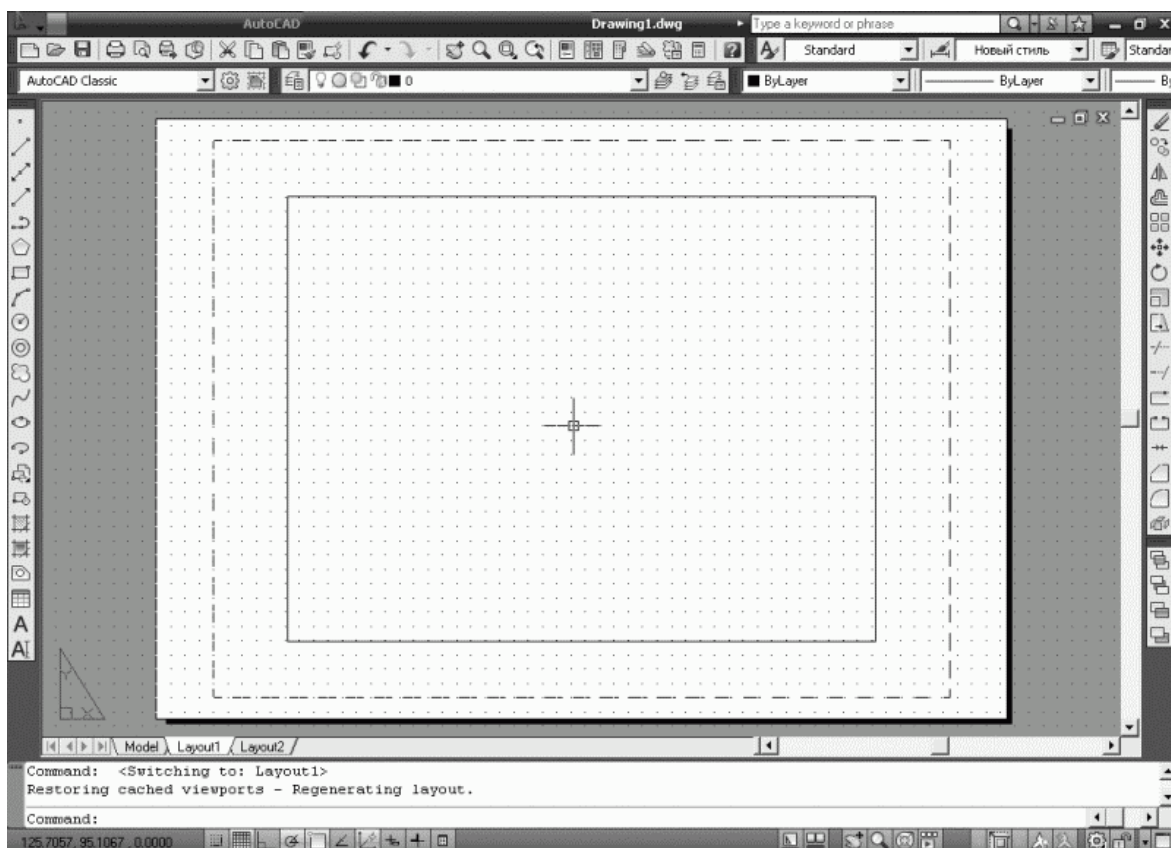


Рис. 2. Рабочий стол в пространстве листа

В пространстве листа пиктограмма ПСК имеет треугольную форму; располагается она всегда в левом нижнем углу области рисунка.

После создания плавающих видовых экранов вносить изменения в модель можно, переходя с закладки Layout на закладку Model. На листе в любое время допускается изменение параметров, например формата бумаги или масштаба печати.

Чтобы сделать текущей закладку Model, необходимо щелкнуть на ней кнопкой мыши или ввести MSPACE в командной строке. Чтобы перейти из этой закладки в пространство листа, достаточно щелкнуть на одной из закладок Layout или ввести LAYOUT в командной строке.

Открыв лист, можно работать либо в пространстве листа, либо в пространстве модели (в последнем случае нужно сделать текущим какой-либо из видовых экранов). Для

того чтобы сделать видовой экран текущим, достаточно установить на него указатель мыши и дважды щелкнуть ее левой кнопкой. Чтобы текущим стало пространство листа, следует дважды щелкнуть кнопкой мыши на том месте, где нет ни одного видowego экрана. Переключаться между пространствами модели и листа можно также с помощью кнопок MODEL/PAPER в строке состояния. При таком способе переключения в пространство модели текущим становится видовой экран, который был активен последним.

Пространство листа – это аналог листа бумаги, на котором производится компоновка чертежа перед его выводом на плоттер. В AutoCAD имеется несколько закладок Layout, благодаря чему одна и та же модель может быть представлена на чертеже в различных вариантах. Каждый лист рисунка можно считать отдельной единицей комплекта проектной документации. После создания нового листа на нем размещаются плавающие видовые экраны, которые представляют модель в различных видах. Каждому видовому экрану могут быть присвоены отдельные значение масштаба и состояние видимости слоев.

После щелчка кнопкой мыши на закладке Layout AutoCAD переходит в среду пространства листа (см. рис. 2). Прямоугольник с тенью соответствует на экране формату бумаги, на который настроено устройство печати. Границы области печати обозначены штриховыми линиями.

Для создания нового листа необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на ярлыке закладки Layout и в открывшемся контекстном меню выбрать пункт Newlayout. Для переименования закладки Layout следует вызвать контекстное меню и воспользоваться пунктом Rename.

#### **Работа с листами**

После того как пользователь завершил создание модели, он обычно переходит на закладку Layout и начинает компоновать лист чертежа. При первом обращении к листу на нем создается один видовой экран; изображение листа с тенью и выполненный штриховыми линиями прямоугольник символизируют текущий формат листа и границы области его печати.

Диспетчер наборов параметров листов PageSetupManager, содержащий сведения о выделенном наборе параметров, открывается при первом обращении к листу либо из контекстного меню, которое вызывается щелчком правой кнопки мыши на закладке Layout (рис. 3). Диспетчер наборов параметров листов предлагает настроить следующие параметры (рис. 4):

- Devicename: – имя устройства;
- Plotter: – плоттер;
- Plotsize: – формат печати;
- Where: – подключение;
- Description: – пояснение;
- Displaywhencreating a newlayout – установка данного параметра обеспечивает открытие Диспетчера наборов параметров листов PageSetup при создании нового листа.

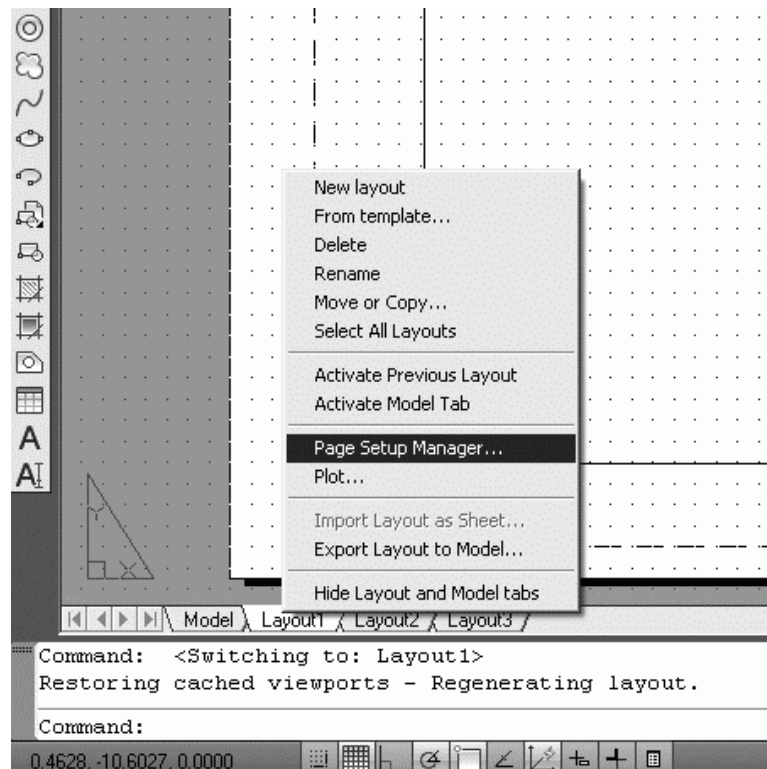


Рис. 3. Контекстное меню закладки Layout

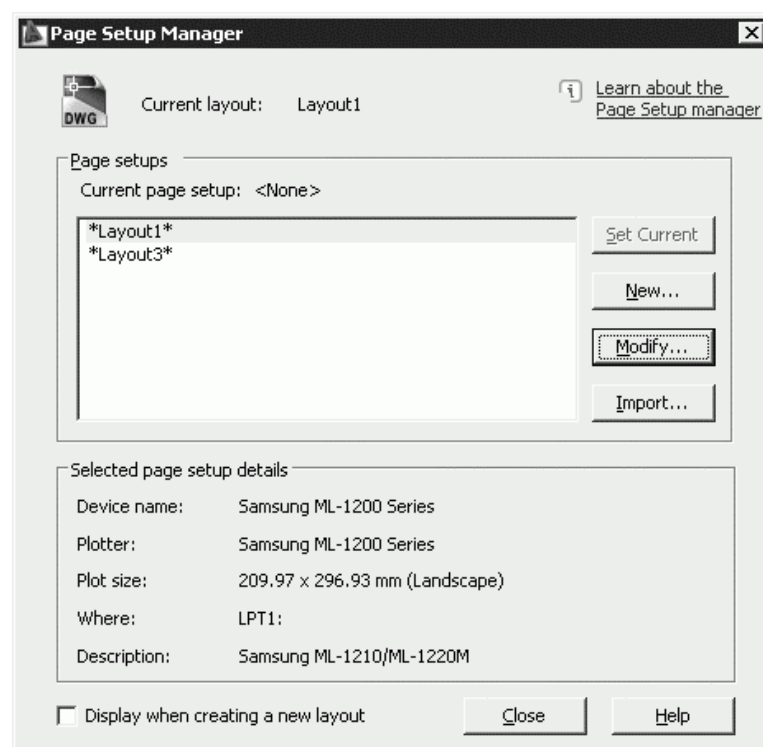


Рис. 4. Диспетчер параметров листа

Для того чтобы отредактировать параметры листа, следует в диалоговом окне PageSetupManager щелкнуть на кнопке Modify..., при этом загружается диалоговое окно PageSetup (рис. 5).

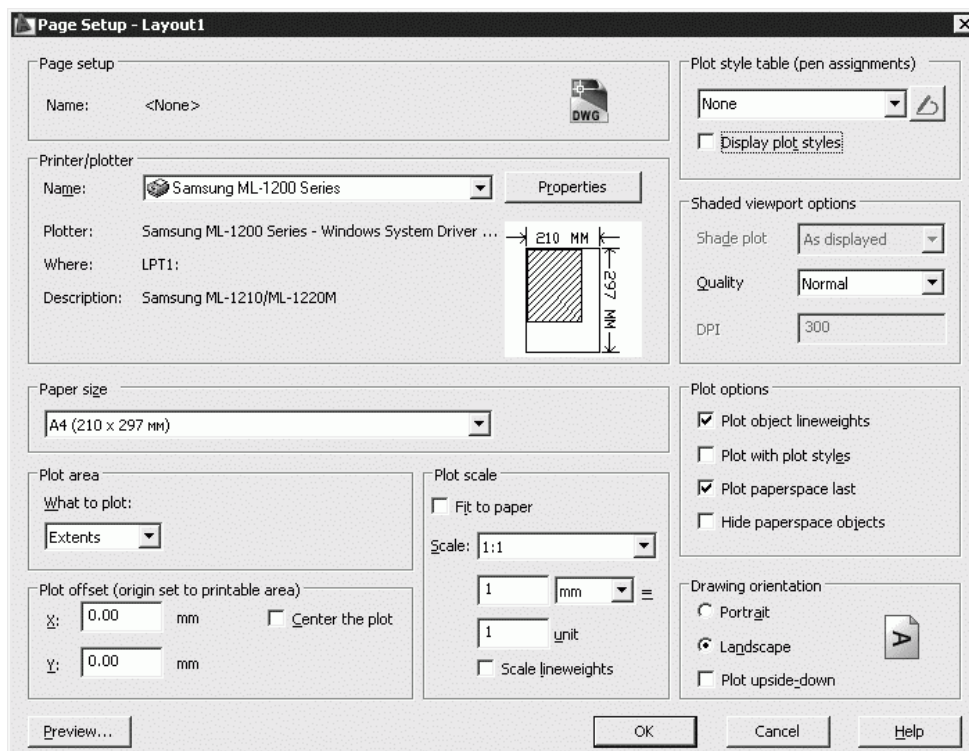


Рис. 5. Диалоговое окно определения параметров листа

- В области Pagesetup сообщается имя набора параметров листа. Значок DWG справа означает, что диалоговое окно PageSetup открыто из листа. Значок выглядит иначе, если это диалоговое окно открыто из Диспетчера подшивок.
- В области Printer/plotter определяются параметры сконфигурированного устройства печати для использования при распечатке (публикации) листов чертежа или подшивки.
- В области Papersize приведен список стандартных форматов, разрешенных для применения в выбранном устройстве печати. Если плоттер еще не выбран, в списке перечислены все поддерживаемые форматы листов. Область печати, определенная в соответствии с типом печатающего устройства и форматом листа, выделяется в листе штриховой линией. При выводе в растровый формат (например, в BMP– или TIFF-файл) размеры чертежа отображаются не в дюймах/миллиметрах, а в пикселах.
- В области Plotarea определяется выводимая на печать часть чертежа.
- В области Plotoffset (originsettoprintablearea) определяется смещение области печати относительно левого нижнего угла печатаемой страницы или края бумаги, в зависимости от установки параметра Specifyplotoffsetrelativeto диалогового окна Options, вкладка PlotandPublish.
- В области Plotscale устанавливается масштаб единиц чертежа, выводимых на печать. По умолчанию для листа Layout устанавливается масштаб 1:1. Для закладки Model – значение масштаба Fittopaper.
- В области Plotstyletable (penassignments) устанавливается текущая таблица стилей печати (назначение перьев), редактируются имеющиеся и создаются новые таблицы стилей печати.
- В области Shadedviewportoptions задается способ вывода на печать раскрашенных и тонированных видовых экранов и определяются их уровни разрешения и количество точек на дюйм (т/дюйм).
- В области Plotoptions устанавливаются параметры печати.
- В области Drawingorientation задается ориентация чертежа на листе для плоттеров, поддерживающих ее книжный и альбомный варианты.

- Кнопка Preview... предназначена для предварительного просмотра чертежа на экране в таком виде, в каком он появится на бумаге. Для выхода из режима предварительного просмотра необходимо нажать Esc или Enter.

Если не нужно, чтобы диалоговое окно PageSetupManager открывалось при начале работы с каждым новым листом, следует убрать флажок ShowPageSetupManagerfornewlayouts на вкладке Display диалогового окна Options. Для того чтобы программа AutoCAD не создавала автоматически видовой экран на каждом новом листе, потребуется отключить там же функцию Createviewportinnewlayouts.

Имеющиеся в рисунке листы можно удалять, переименовывать, переставлять местами и копировать. Для этого достаточно щелкнуть правой кнопкой мыши на ярлыке листа, а затем выбрать нужный пункт из контекстного меню.

Если присвоить имя набору параметров, установленных для листа, и сохранить этот набор, его разрешается впоследствии применять к другим листам. Используя для листа различные наборы параметров, можно выводить его на печать в разных вариантах, не затрачивая на это значительных усилий.

### **Видовые экраны**

*Видовой экран (viewport)* представляет собой участок графического экрана, где отображается некоторая часть пространства модели рисунка.

Существуют два типа видовых экранов – неперекрывающиеся и перекрывающиеся (рис. 6). *Неперекрывающиеся* видовые экраны располагаются на экране монитора подобно кафельным плиткам на стене. Они полностью заполняют графическую зону и не могут накладываться друг на друга. На плоттер неперекрывающиеся видовые экраны выводятся только поодиночке. *Перекрывающиеся* видовые экраны подобны прямоугольным окнам, которые располагаются на экране и перемещаются по нему произвольным образом. Эти видовые экраны могут накладываться друг на друга и вычерчиваться одновременно.

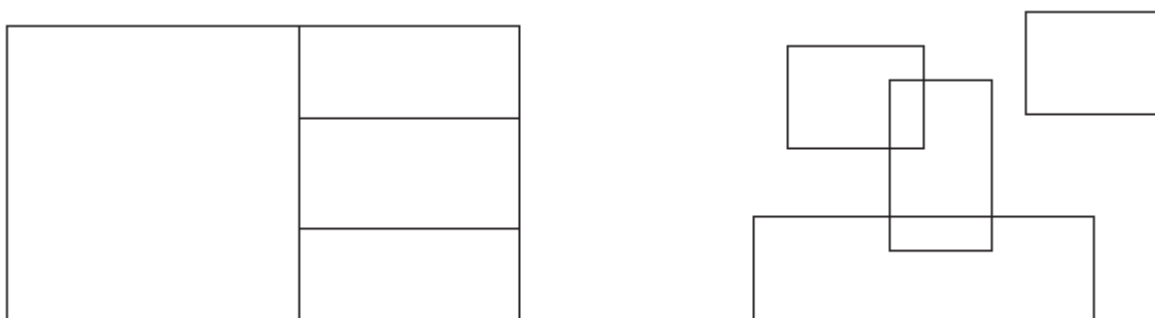


Рис. 6. Примеры неперекрывающихся и перекрывающихся видовых экранов

### **Неперекрывающиеся видовые экраны**

Графическую область в пространстве модели можно разбить на несколько неперекрывающихся видовых экранов, а в пространстве листа создать перекрывающиеся (плавающие) видовые экраны.

Обычно работа с новым рисунком в пространстве модели вначале производится на одном видовом экране, занимающем всю графическую область. Этот видовой экран можно разделить на несколько, выводя на них одновременно различные виды: например, на одном – общий вид, а на другом – вид какого-либо элемента. При этом удобно наблюдать, как редактирование данного элемента отражается на рисунке в целом.

На неперекрывающихся видовых экранах допускается:

- производить панорамирование и зумирование, настраивать режимы сетки, шаговой привязки и изображения пиктограммы ПСК;
- задавать систему координат и восстанавливать виды для каждого отдельного видового экрана;

- переключаться с одного видового экрана на другой в ходе выполнения команд рисования;
- сохранять именованную конфигурацию видовых экранов в пространстве модели или применять ее в пространстве листа.

При работе с трехмерными моделями обычно требуется назначение различных систем координат для отдельных видовых экранов.

В процессе рисования все изменения, производимые на одном из видовых экранов, немедленно отражаются на остальных. Переключение с одного видового экрана на другой можно производить в любой момент, даже в ходе выполнения команды.

### Создание нескольких видовых экранов

Конфигурации неперекрывающихся видовых экранов могут быть различными. Возможности размещения видовых экранов зависят от их количества и размеров.

Команда **VPORTS** открывает диалоговое окно Viewports – рис. 7. С помощью этой команды графический экран разделяется на несколько неперекрывающихся частей, каждая из которых может содержать отдельный вид рисунка. Команда VPORTS вызывается из падающего меню View>Viewports>NewViewports... либо щелчком на пиктограмме DisplayViewportsDialog на плавающей панели инструментов Viewports.

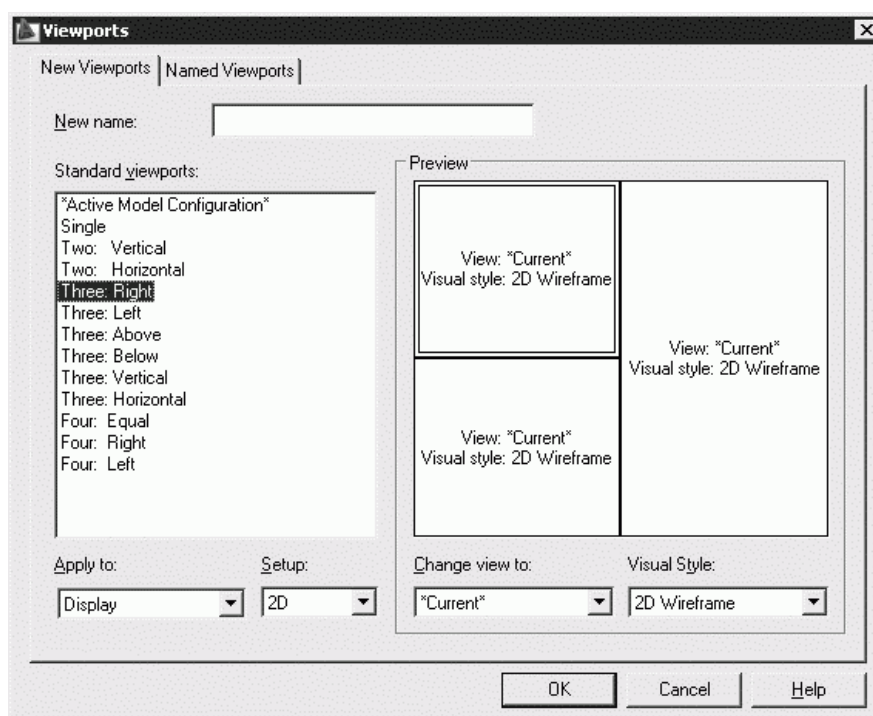


Рис. 7. Диалоговое окно создания видовых экранов

### Плавающие видовые экраны

Когда пользователь впервые переключается в пространство листа, графический экран пуст и представляет собой «чистый лист», где будет компоноваться чертеж. В пространстве листа создаются перекрывающиеся (плавающие) видовые экраны, содержащие различные виды модели. Здесь эти видовые экраны рассматриваются как отдельные объекты, которые можно перемещать и масштабировать, чтобы подходящим образом расположить их на листе чертежа. В отличие от неперекрывающихся видовых экранов, нет ограничений, разрешающих вывод на плоттер только одного вида пространства модели. Допускается вычерчивать на бумаге любую комбинацию плавающих видовых экранов. Кроме того, различного рода объекты (например, основную надпись или примечания) можно создавать и непосредственно в пространстве листа, не затрагивая модель.

Поскольку плавающие видовые экраны трактуются как самостоятельные объекты, редактировать модель в пространстве листа нельзя. Для получения доступа к ней на плавающем



видовом экране необходимо переключиться из пространства листа в пространство модели. Редактирование при этом производится в пределах одного из плавающих видовых экранов. На рисунке определить, какой из видовых экранов является текущим, можно по находящемуся внутри его перекрестью. Кроме того, о работе в пространстве модели говорит соответствующая форма пиктограммы ПСК. В результате появляется возможность при работе с моделью видеть и скомпонованный лист.

Как указывалось выше, пространство модели можно увидеть из пространства листа через окна видовых экранов. Видовые экраны в пространстве листа – это прямоугольники, где отображаются определенные части и виды модели, сформированной в пространстве модели.

Возможности редактирования и смены вида плавающих видовых экранов почти те же, что и неперекрывающихся. Однако в первом случае имеется больше средств управления отдельными видами. Например, на некоторых видовых экранах можно заморозить либо отключить отдельные слои без воздействия на другие экраны. Кроме того, предусмотрено включение и отключение тех или иных видовых экранов. Есть возможность выравнивать вид на одном видовом экране относительно вида на другом, а также масштабировать виды относительно масштаба листа в целом.

Плавающие видовые экраны создаются и управляются командой MVIEW. Некоторые стандартные конфигурации (включая стандартную конструкторскую с различными видами на каждом видовом экране) вызываются с помощью команды MVSETUP.

Вновь создаваемые плавающие видовые экраны можно расположить в любом месте области рисунка. Как и в случае с неперекрывающимися видовыми экранами, для них допустим выбор одной из стандартных конфигураций.

## 2. Построение дуги в AutoCAD.

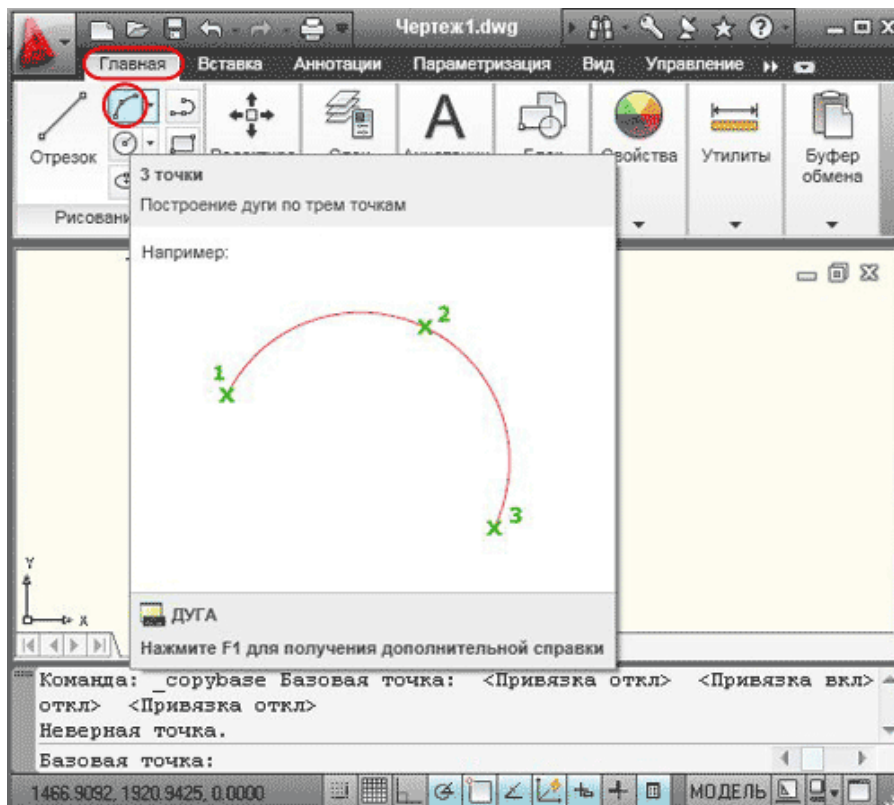
В AutoCAD имеется несколько методов построения дуги:

- дуга по трем точкам;
- дуга по точкам начала, центра и конца;
- дуга по начальной точке, центру и внутреннему углу;
- дуга по начальной точке, центру и длине хорды;
- дуга по начальной точке, конечной точке и внутреннему углу;
- дуга по начальной точке, конечной точке и направлению касательной в начальной точке;
- дуга по начальной точке, конечной точке и радиусу;
- дуга по центральной точке, конечной точке и третьей точке, определяющей положение конечной точки;
- дуга по центральной точке, конечной точке и внутреннему углу;
- дуга по центральной точке, конечной точке и длине хорды;
- дуга касательная к последнему нарисованному отрезку или дуге.

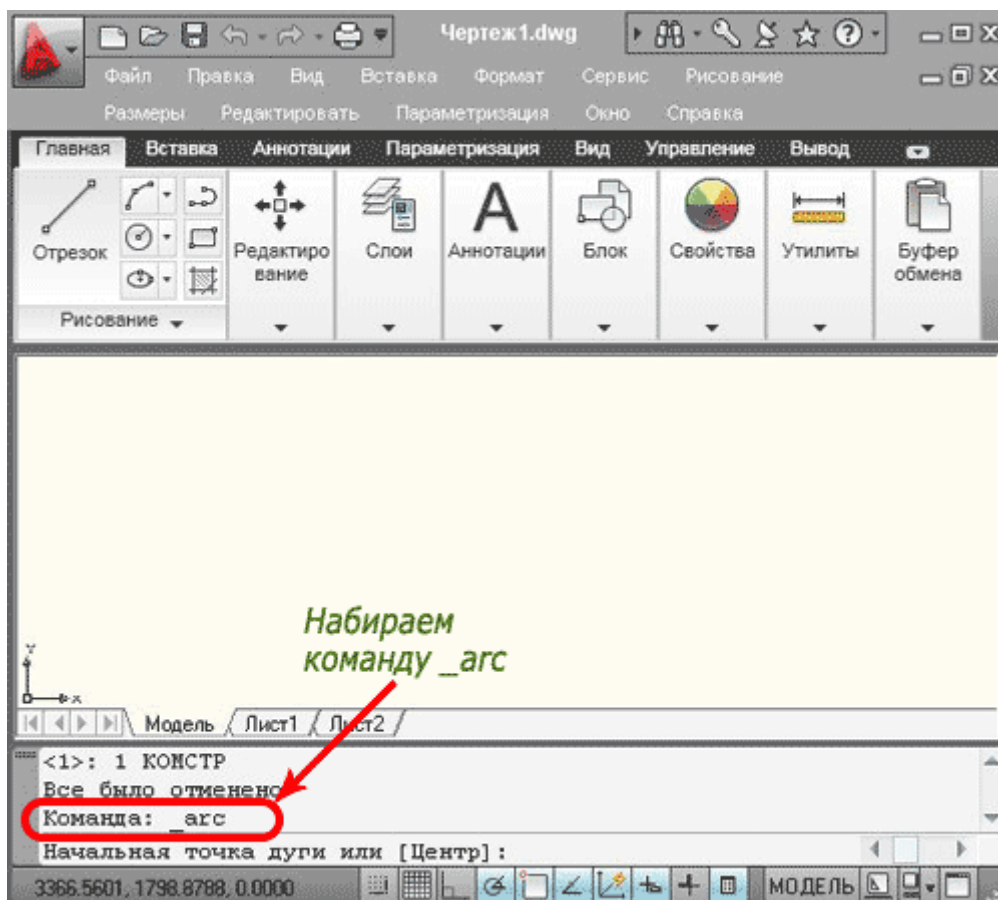
В данном уроке рассмотрим некоторые из них.

### *Дуга по трем точкам.*

Для построения на вкладке "Главная" в панели "Рисование" открываем раскрывающийся список "Дуга", из списка выбираем команду "3 точки".

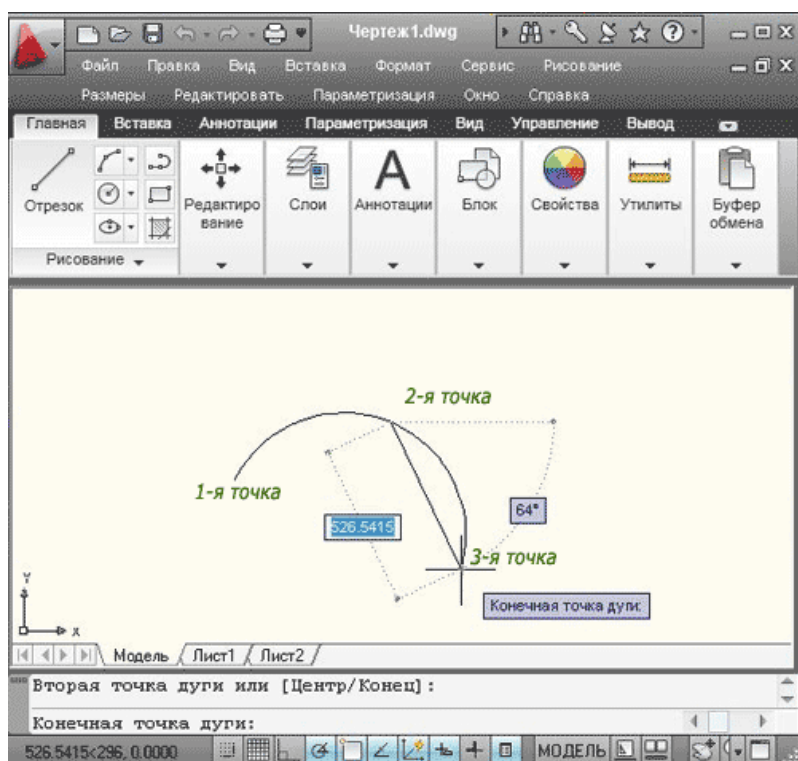


можно в командной строке набрать команду (**\_arc**), нажимаем **Enter**. Программа попросит указать начальную точку дуги или (центр).



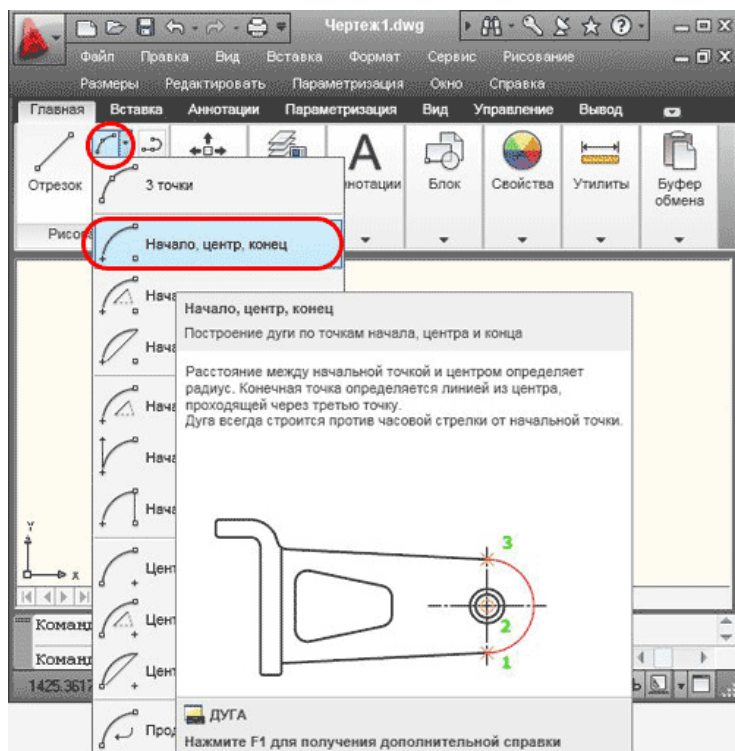


Указываем последовательно при помощи курсора первую, вторую и третью точки. Каждая точка фиксируется щелчком левой клавиши мыши. Дуга построена.

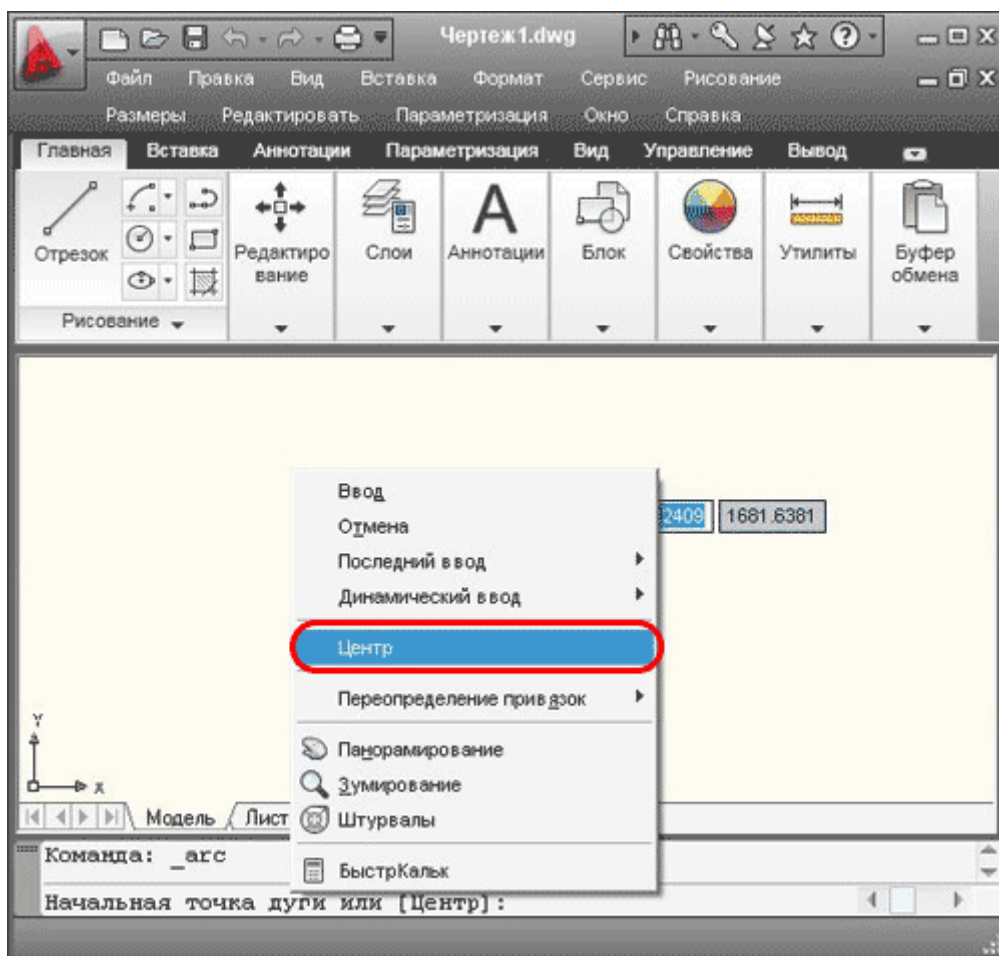


*Дуга по точкам начала, центра и конца.*

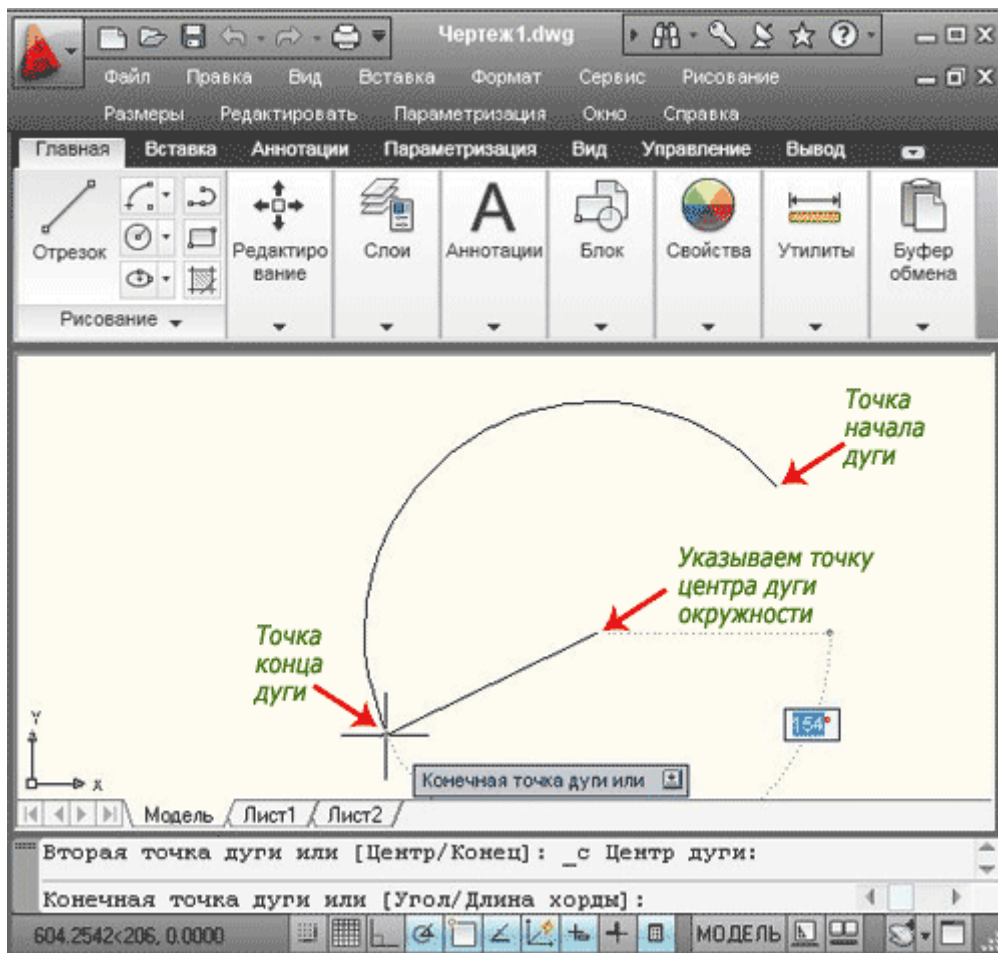
На вкладке "Главная", в панели "Рисование", открываем раскрывающийся список "Дуга". Из списка выбираем команду "Начало, центр, конец".



Или в командной строке набрать команду (**\_arc**), нажимаем **Enter**. Щелчком правой клавиши мыши вызываем контекстное меню, в появившемся окне нажимаем кнопку **"Центр"** (в англоязычных версиях **"Center"**).

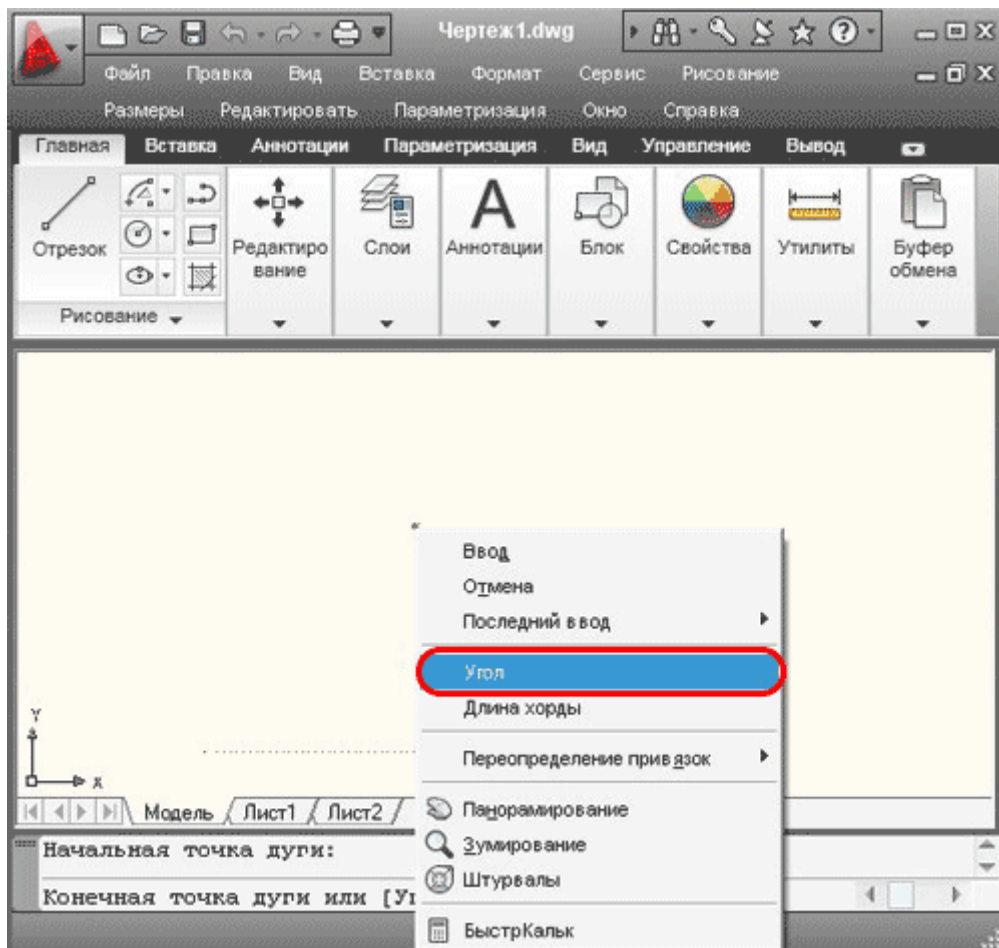


Последовательно при помощи курсора указываем точку, в которой находится центр дуги окружности и точки начала и конца дуги. Каждая точка фиксируется щелчком левой клавиши мыши. Дуга построена. Обратите внимание, что при этом способе дуга всегда строится против часовой стрелки, а конечная точка находится на пересечении дуги и воображаемого луча, проведенного от центра через вторую из указанных точек. Другими словами, дуга не обязательно должна проходить через саму конечную точку.

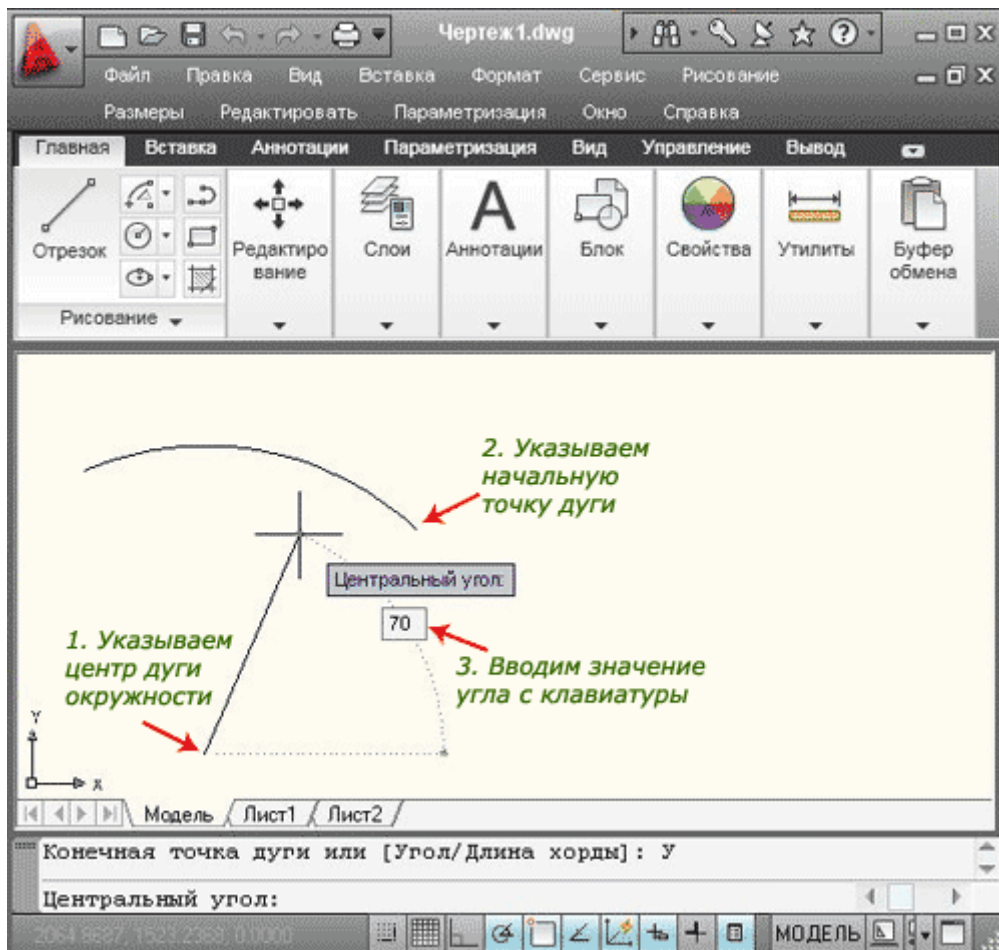


*Дуга по начальной точке, центру и внутреннему углу.*

На вкладке "**Главная**", в панели "**Рисование**", открываем раскрывающийся список "**Дуга**". Из списка выбираем команду "**Начало, центр, угол**". Также можно в командной строке набрать команду (**\_arc**), и после нажатия клавиши Enter вызвать контекстное меню щелчком правой клавиши мыши. В появившемся окне нажимаем кнопку "**Центр**". При помощи курсора указываем точку центра дуги окружности и начальную точку дуги. Повторно вызываем контекстное меню, нажимаем кнопку "**Угол**" (в англоязычных версиях "**Angle**").

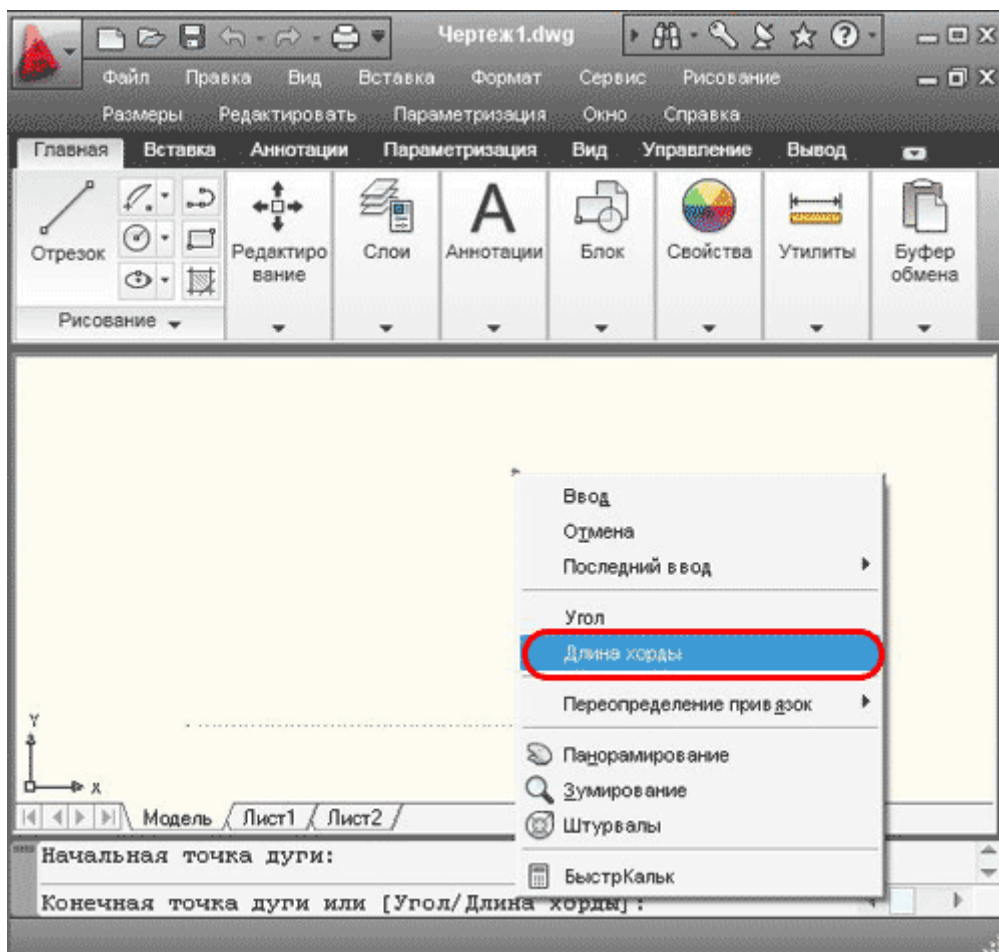


Теперь вводим значение угла (например,  $70^\circ$ ) нажимаем **Enter**, дуга построена. Как и в предыдущем примере, дуга строится против часовой стрелки. Если ввести отрицательное значение угла будет построена дуга большей длины.



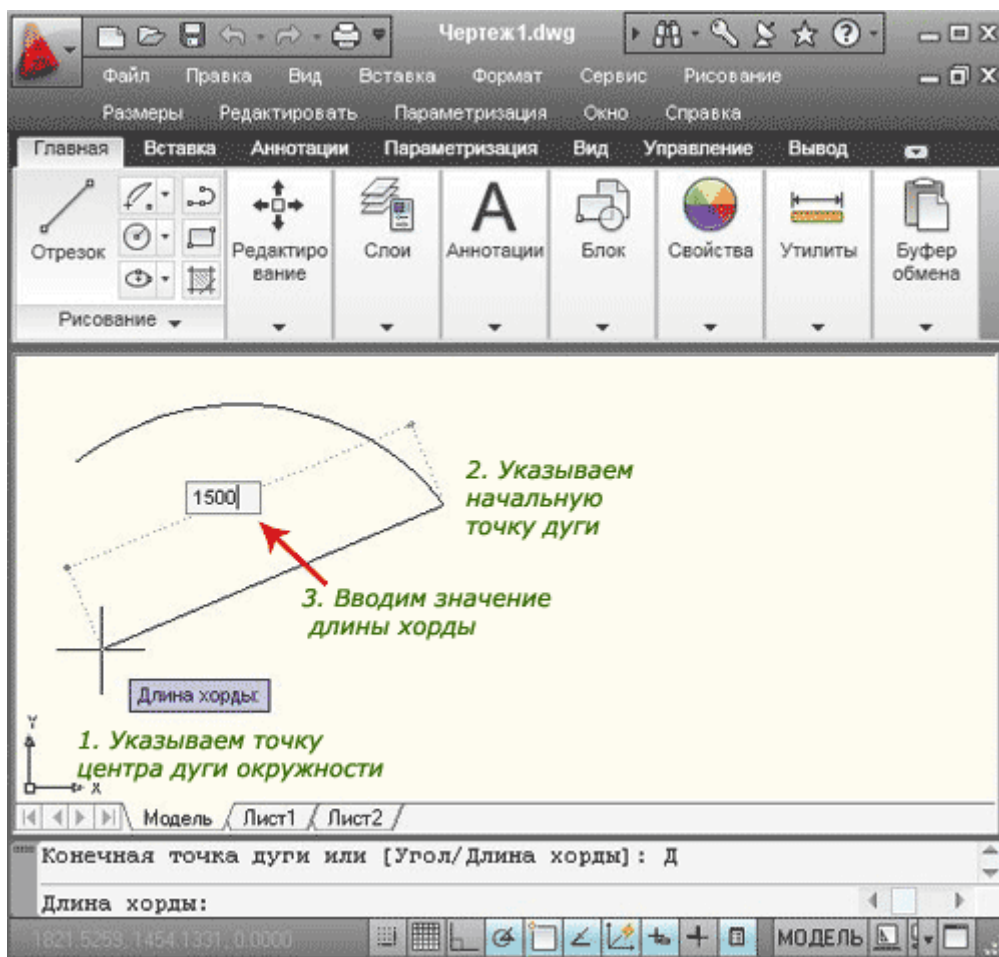
*Дуга по начальной точке, центру и длине хорды.*

В панели "**Рисование**", открываем раскрывающийся список "**Дуга**". Из списка выбираем команду "**Начало, центр, длина**". Также можно в командной строке набрать команду (`_arc`), и после нажатия клавиши **Enter**, вызвать контекстное меню щелчком правой клавиши мыши. В появившемся окне нажимаем кнопку "**Центр**". При помощи курсора указываем точку центра дуги окружности и начальную точку дуги. Повторно вызываем контекстное меню, нажимаем кнопку "**Длина хорды**" (в англоязычных версиях "**chordLength**").



Теперь вводим значение длины (например, 1500) нажимаем **Enter**, дуга построена.

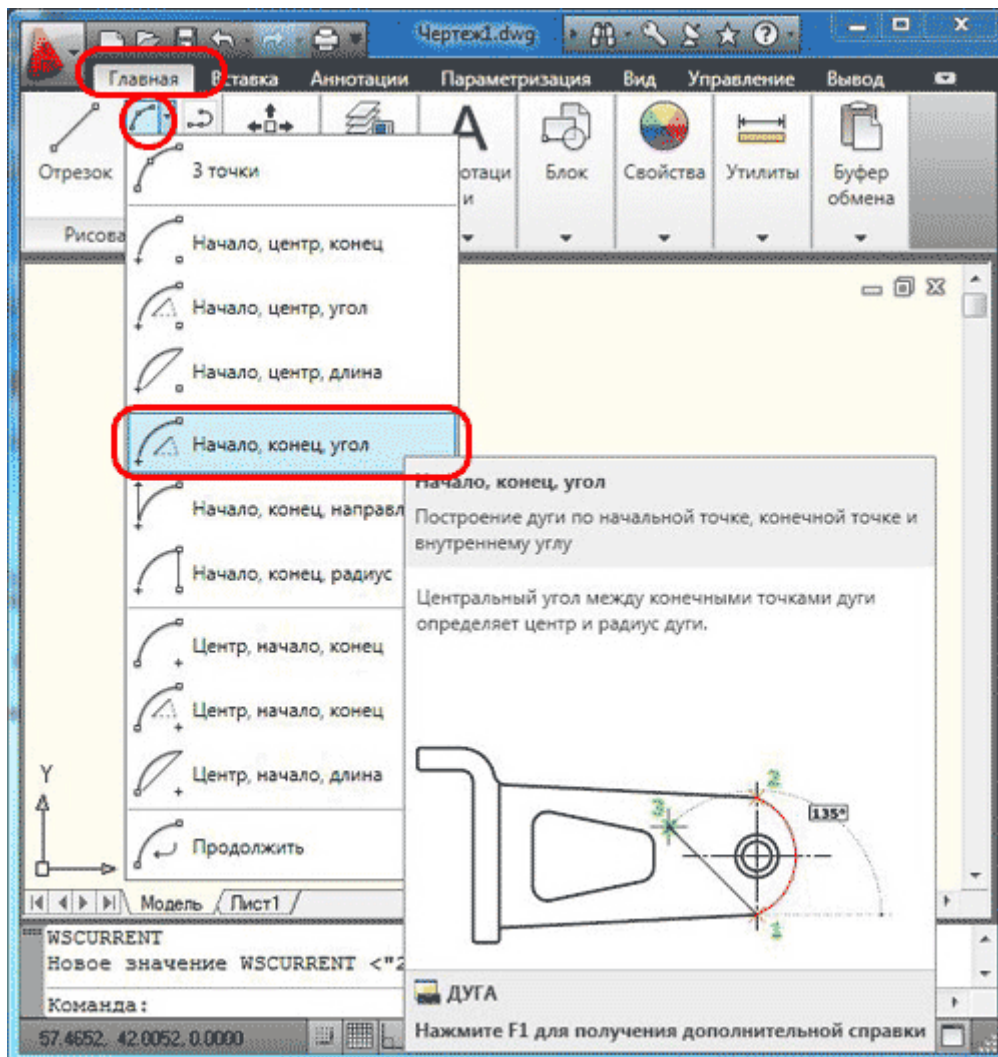




Необходимо помнить, что на окружности существует две хорды заданной длины. Чтобы построить дугу по второй хорде, задается отрицательное значение длины, в нашем примере (-1500), в этом случае будет построена большая дуга той же окружности. Не забывайте, абсолютное значение длины хорды не может превышать диаметр окружности.

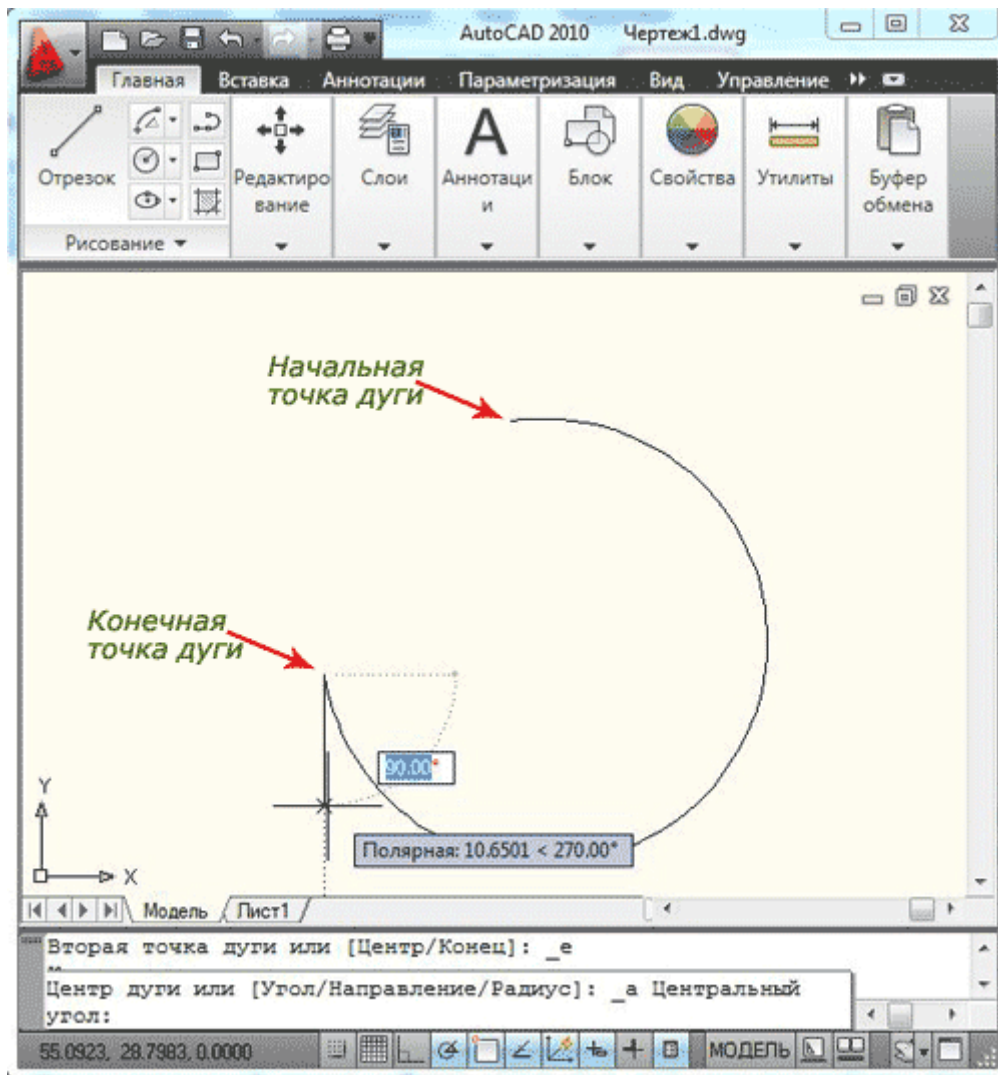
*Дуга по начальной точке, конечной точке и внутреннему углу.*

Для построения на вкладке "Главная" в панели "Рисование" открываем раскрывающийся список "Дуга", из списка выбираем команду "Начало, конец, угол".

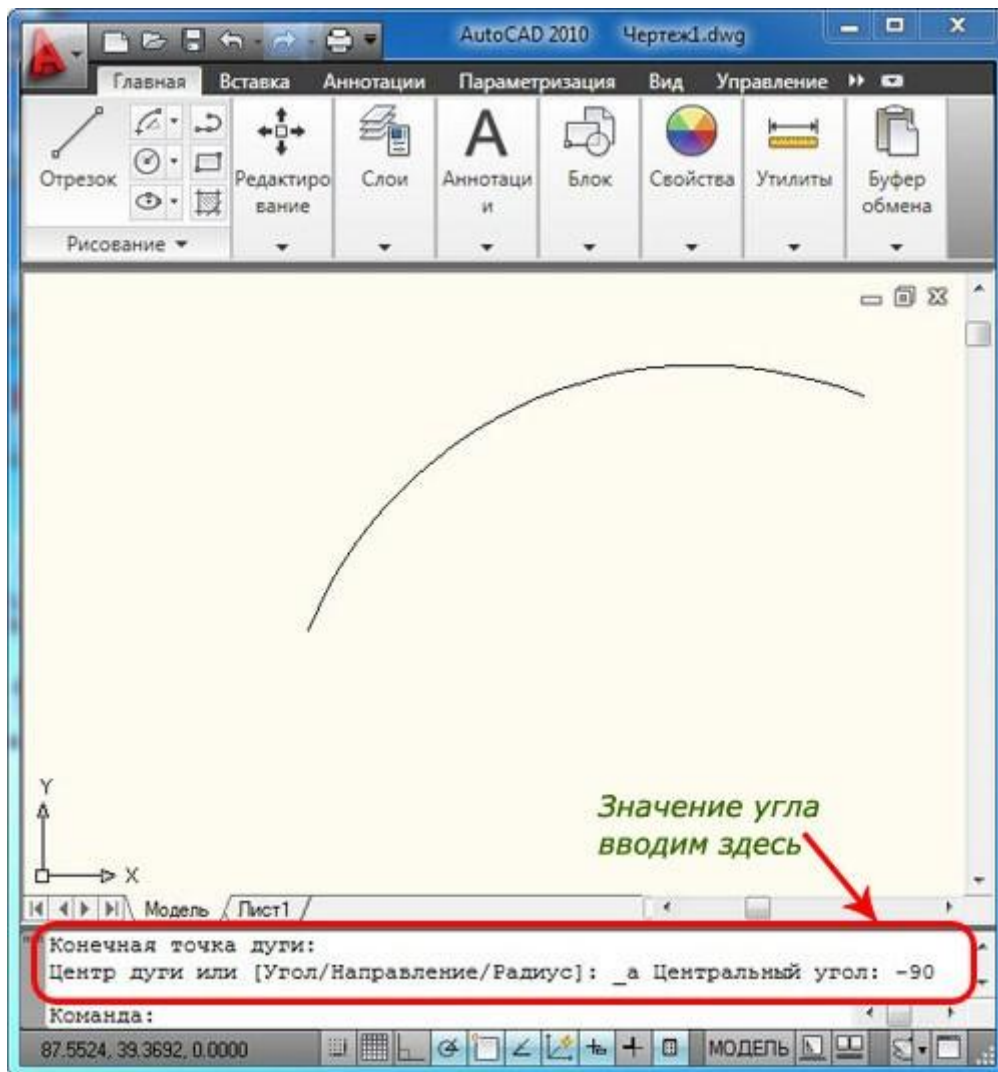


Указываем начальную и конечную точку дуги.



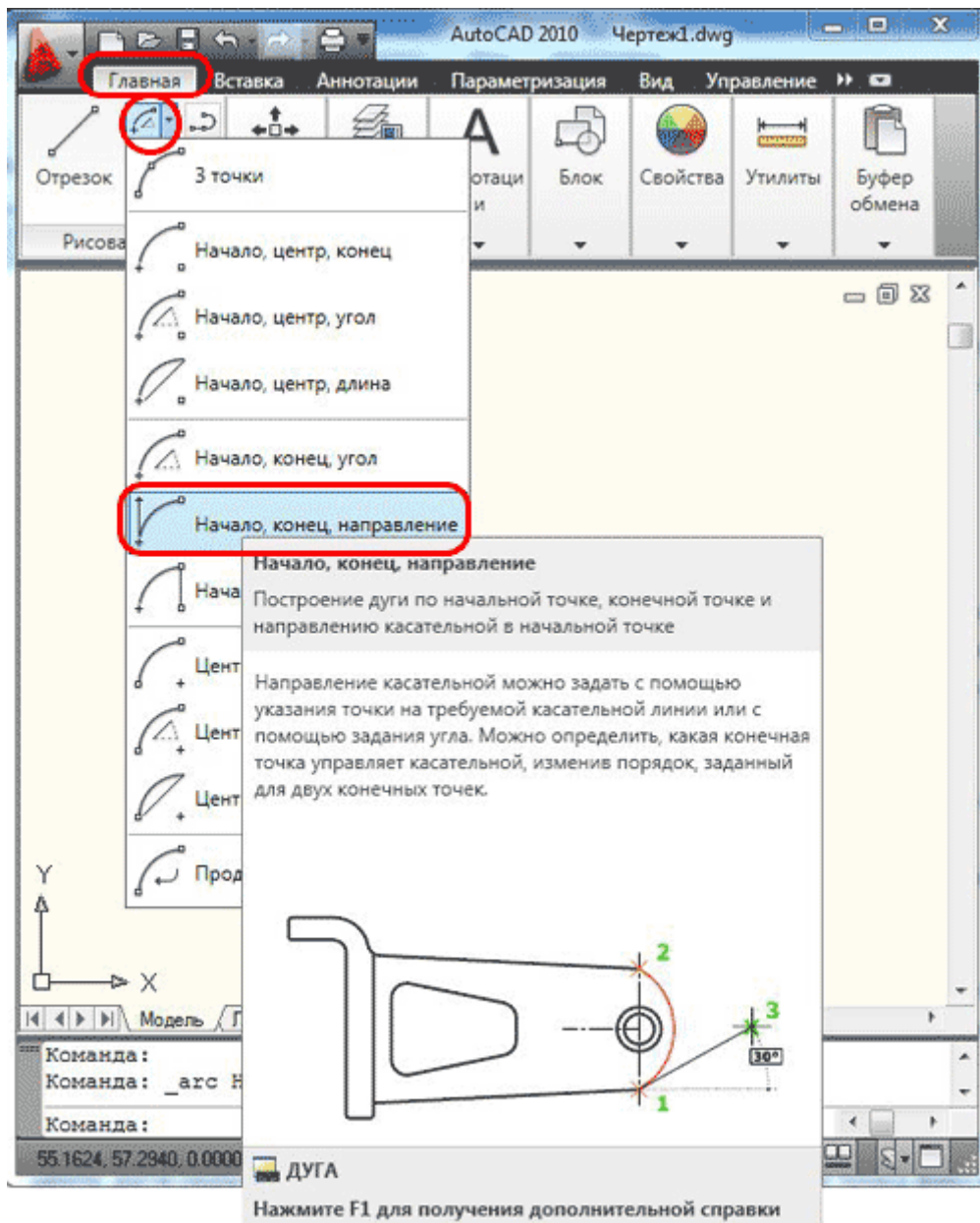


Система попросит ввести значение угла, введем, к примеру, **90°** нажимаем клавишу **Enter**. Как видите центр, и радиус дуги определились автоматически. Дуга строится против часовой стрелки. Если нужно построить дугу с направлением по часовой стрелке, вводим отрицательное значение угла (**-90°**).

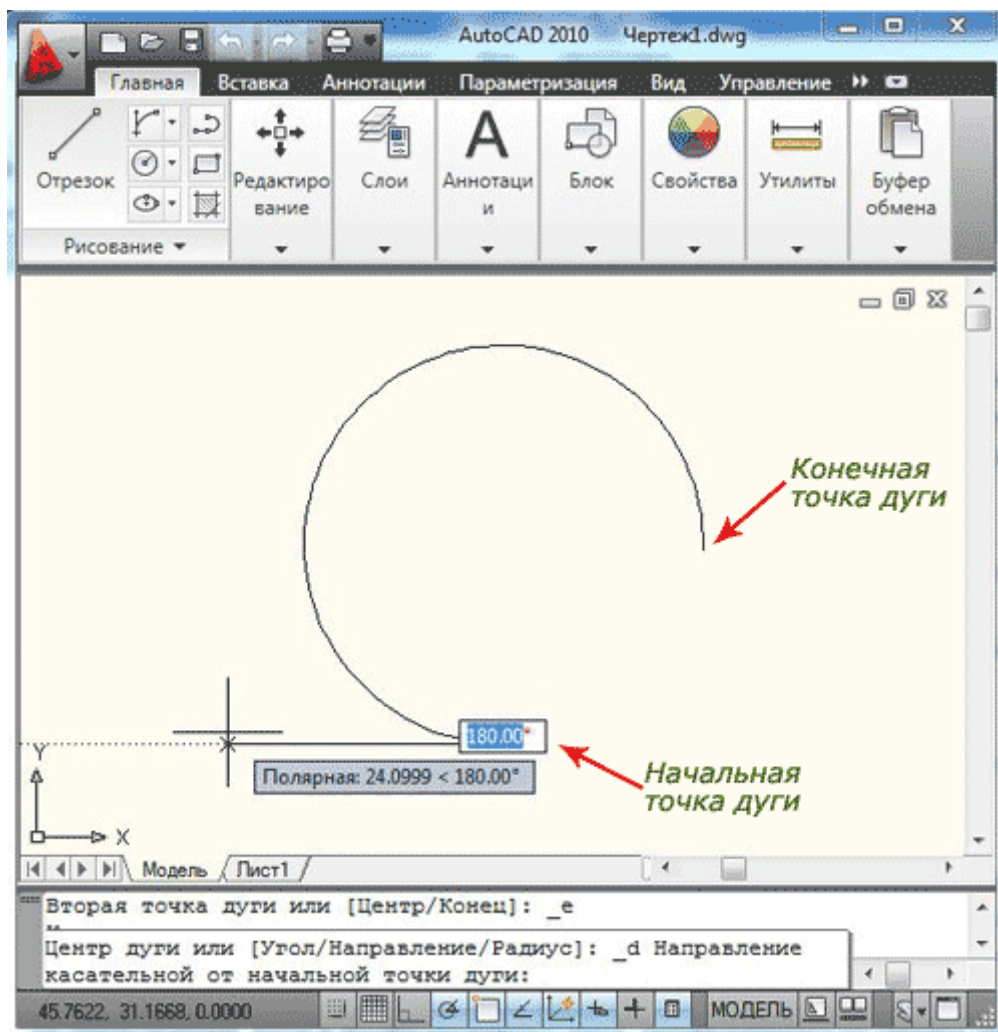


*Дуга по начальной точке, конечной точке и направлению касательной в начальной точке.*

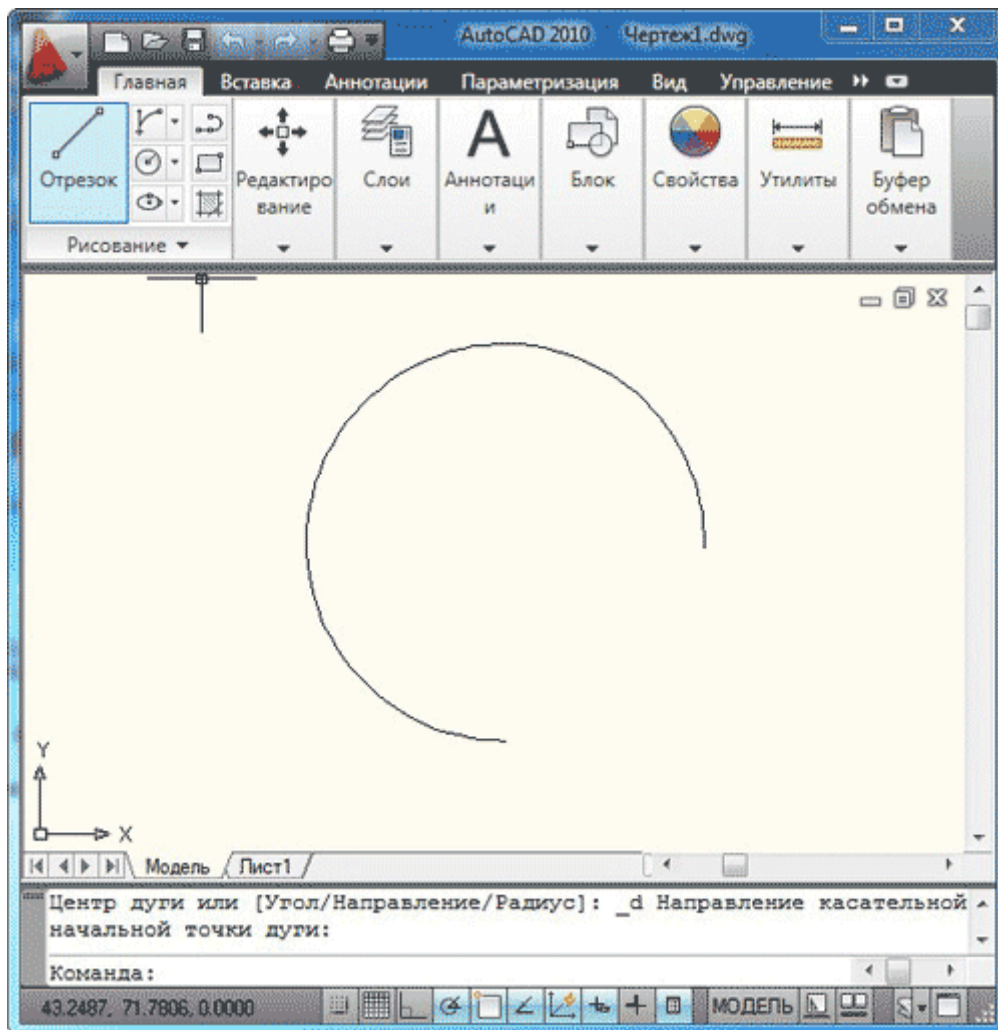
На вкладке "Главная", в панели "Рисование", открываем раскрывающийся список "Дуга". Из списка выбираем команду "Начало, конец, направление".



При помощи курсора указываем начальную и конечную точку дуги. Система попросит указать направление касательной.



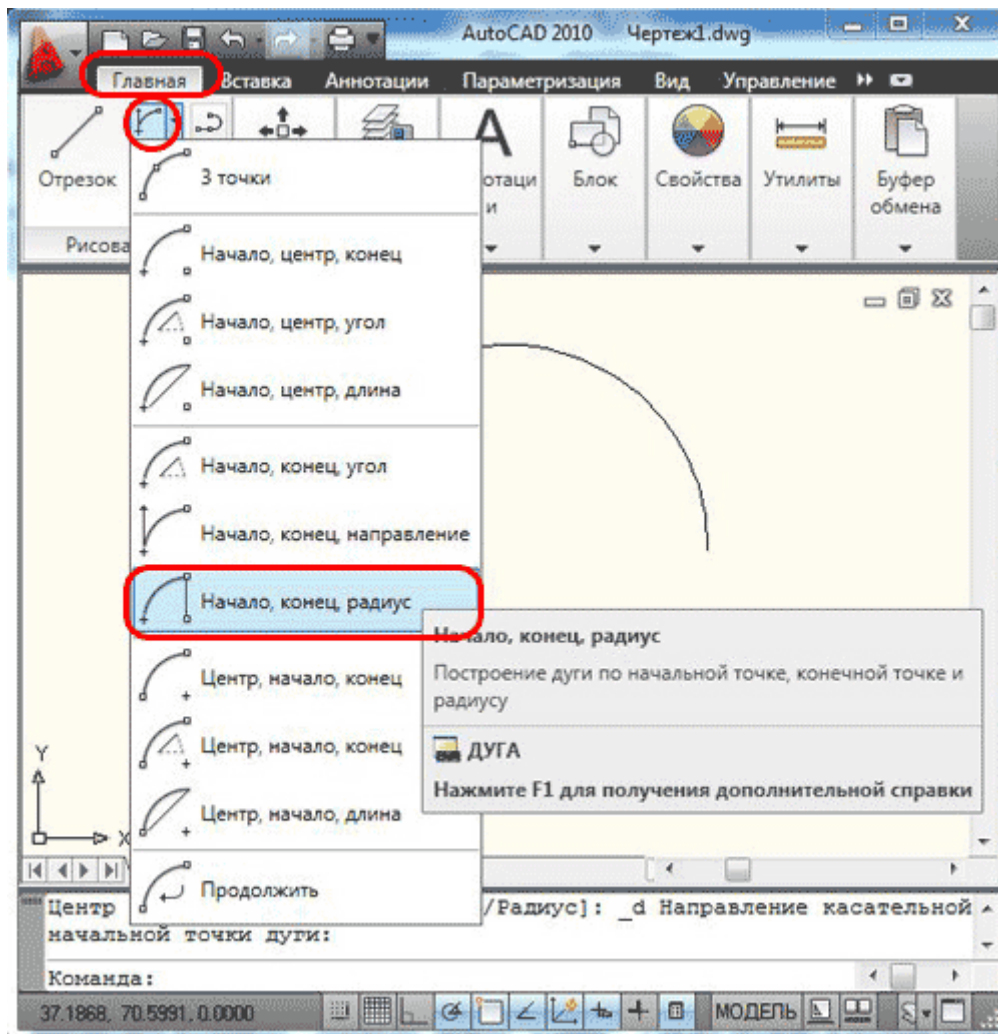
После выбора направления делаем щелчок левой клавишей мыши, дуга построена.



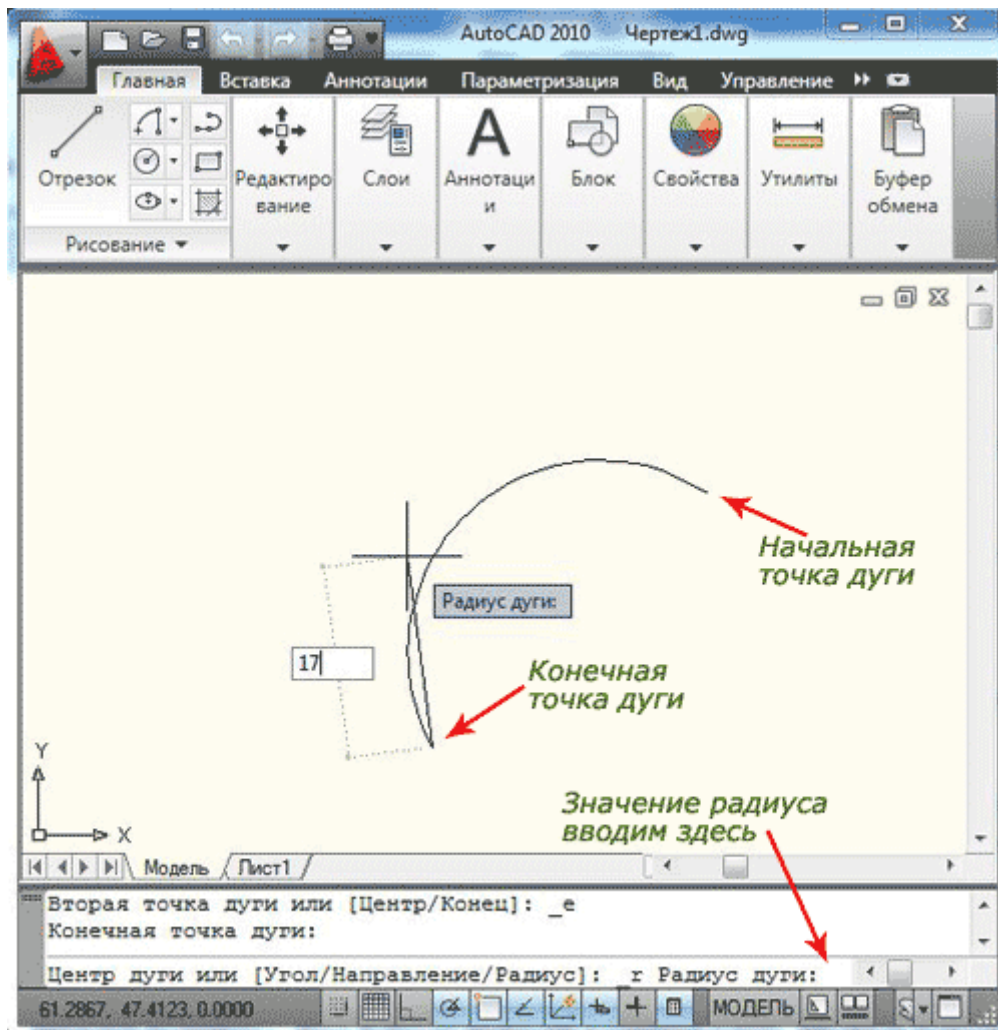
*Дуга по начальной точке, конечной точке и радиусу.*

На вкладке **"Главная"**, в панели **"Рисование"**, открываем раскрывающийся список **"Дуга"**. Из списка выбираем команду **"Начало, конец, радиус"**.

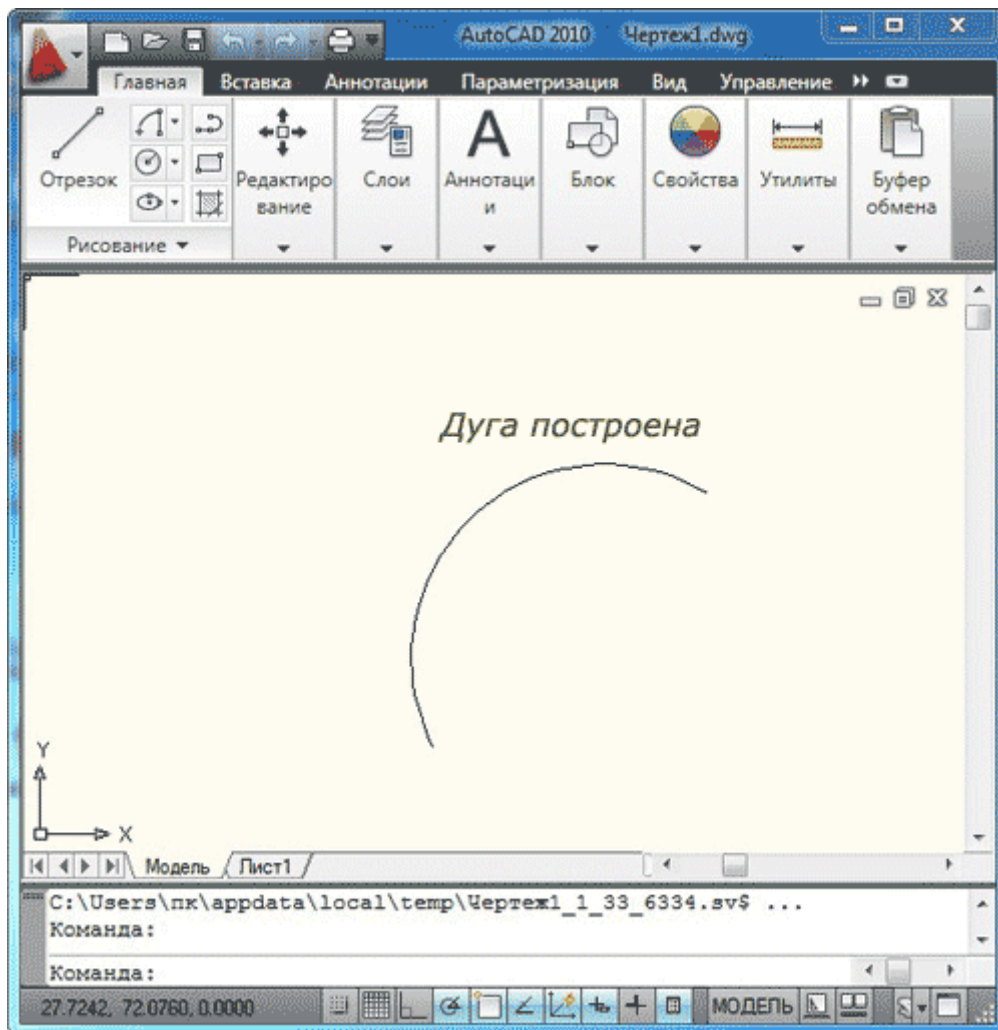




При помощи курсора указываем начальную и конечную точки дуги. Обратите внимание, порядок задания конечных точек, определяет направление прогиба дуги (если Вы хотите построить дугу в другом направлении, просто задавайте конечные точки в другой последовательности).



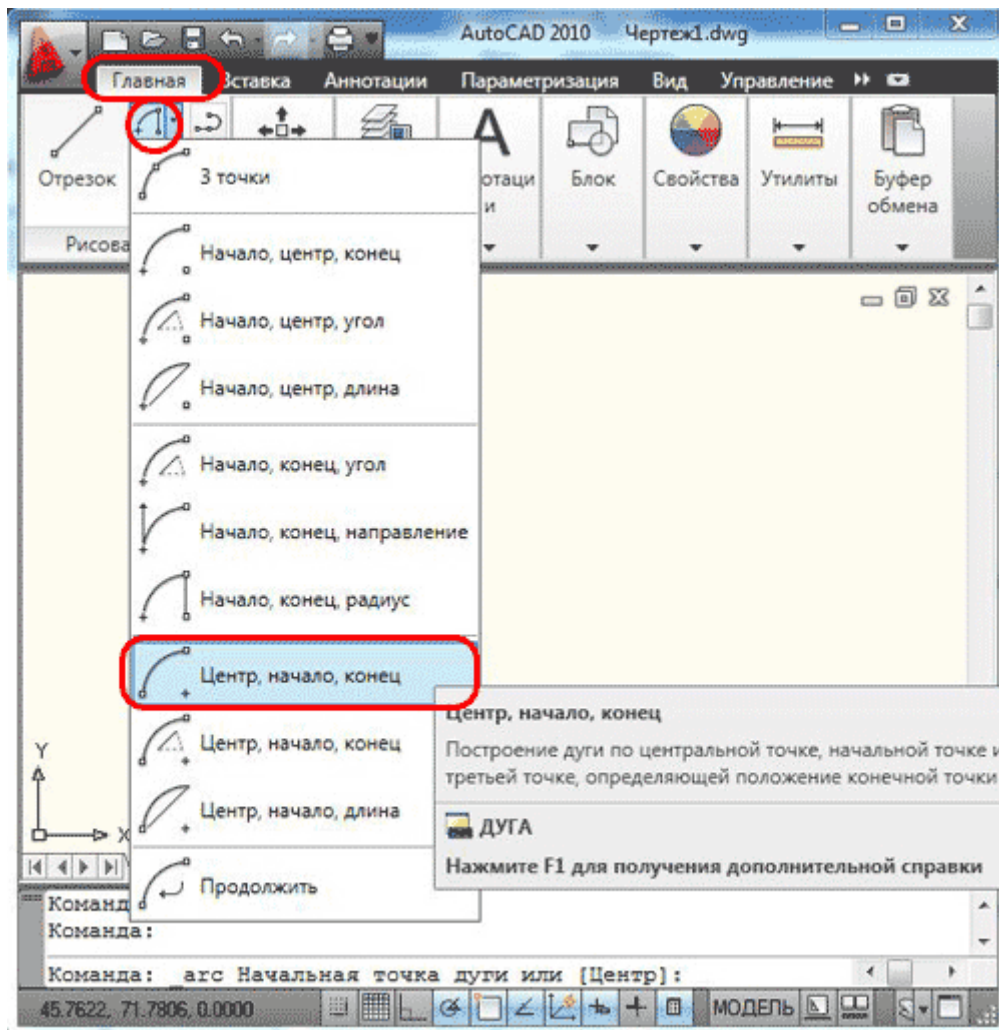
Вводим значение радиуса, нажимаем Enter , дуга построена.



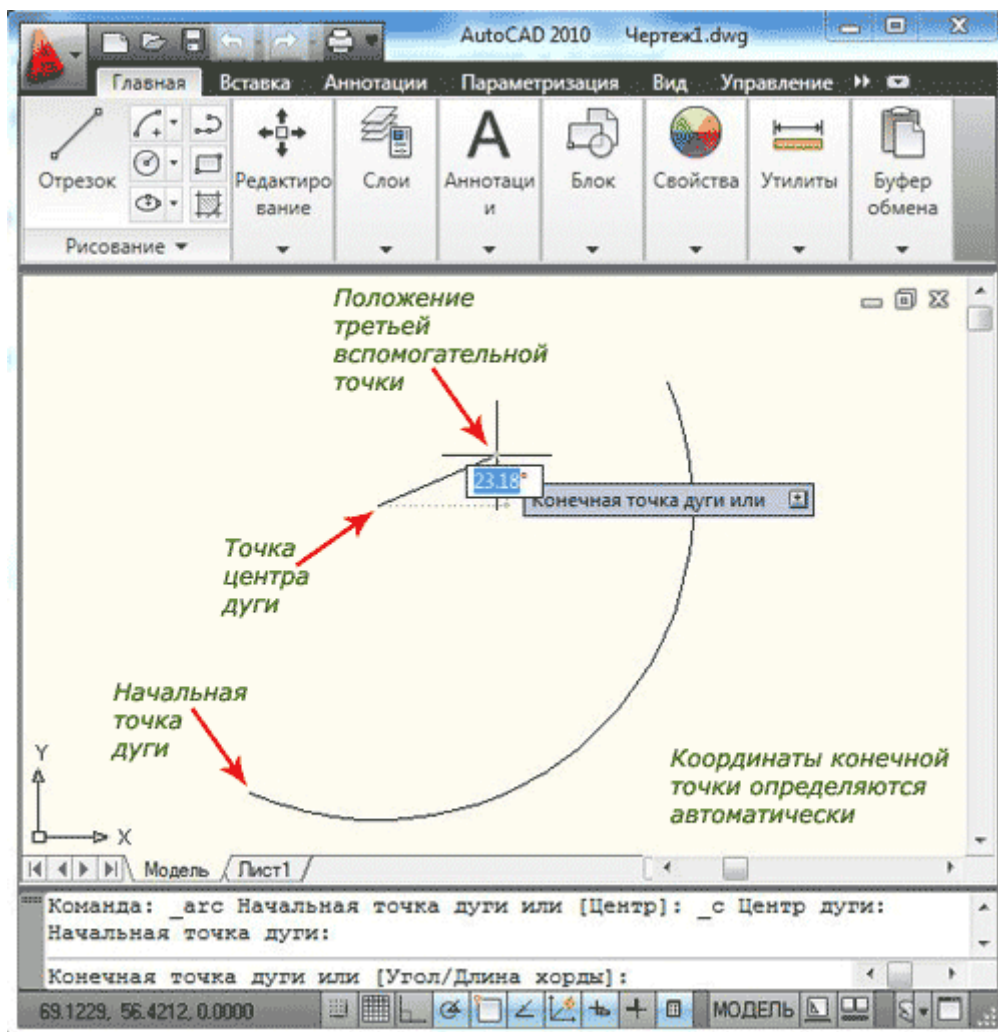
*Дуга по центральной точке, конечной точке и третьей точке, определяющей положение конечной точки.*

В панели **"Рисование"**, открываем раскрывающийся список **"Дуга"**. Из списка выбираем команду **"Центр, начало, конец"**.





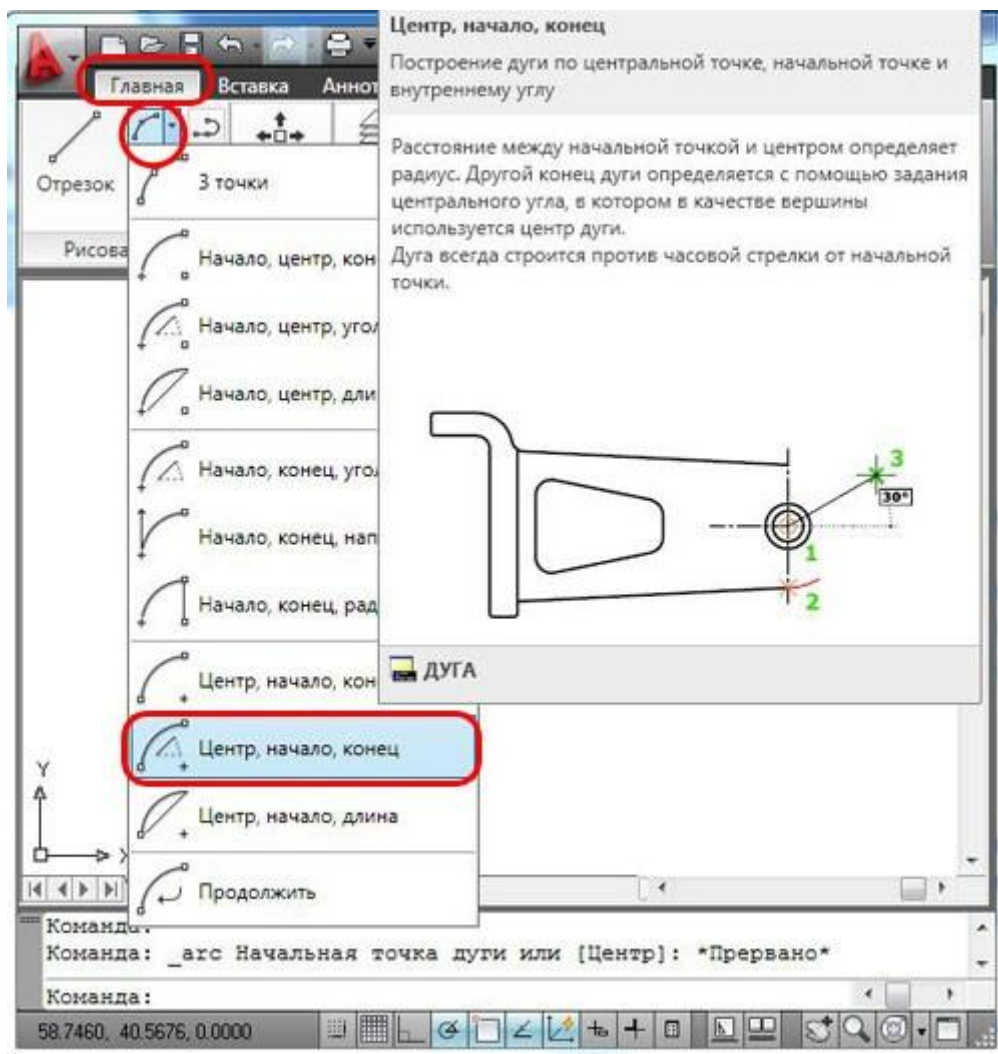
Последовательно при помощи курсора указываем координаты центра и начальной точки дуги, далее указываем положение третьей вспомогательной точки (координаты точек можно вводить в командной строке). Конечная точка дуги будет определена линией проведенной из центра через указанную нами третью точку.



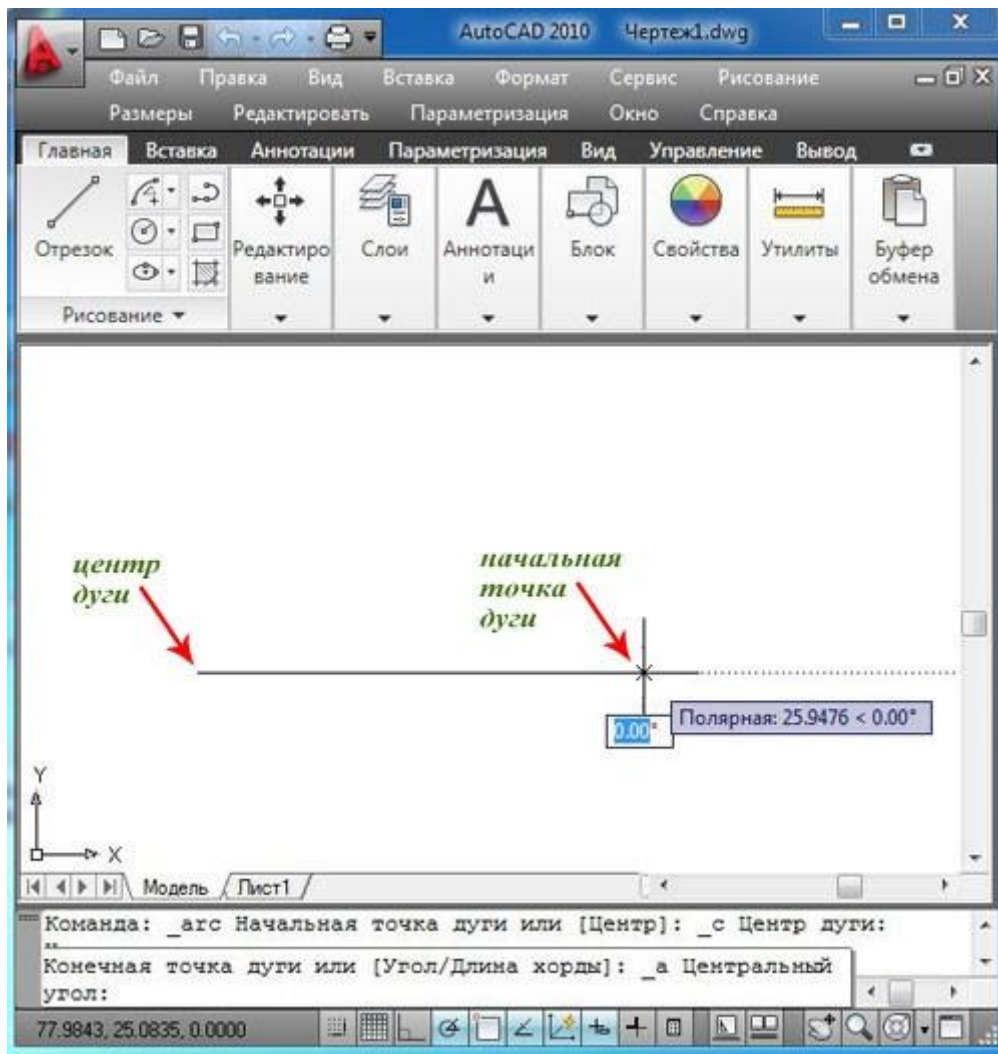
Дуга всегда строится против часовой стрелки. Если Вам известны центральный угол или длина хорды, после ввода начальной точки можно вызвать контекстное меню и выбрать нужную команду.

*Дуга по центральной точке, начальной точке и внутреннему углу.*

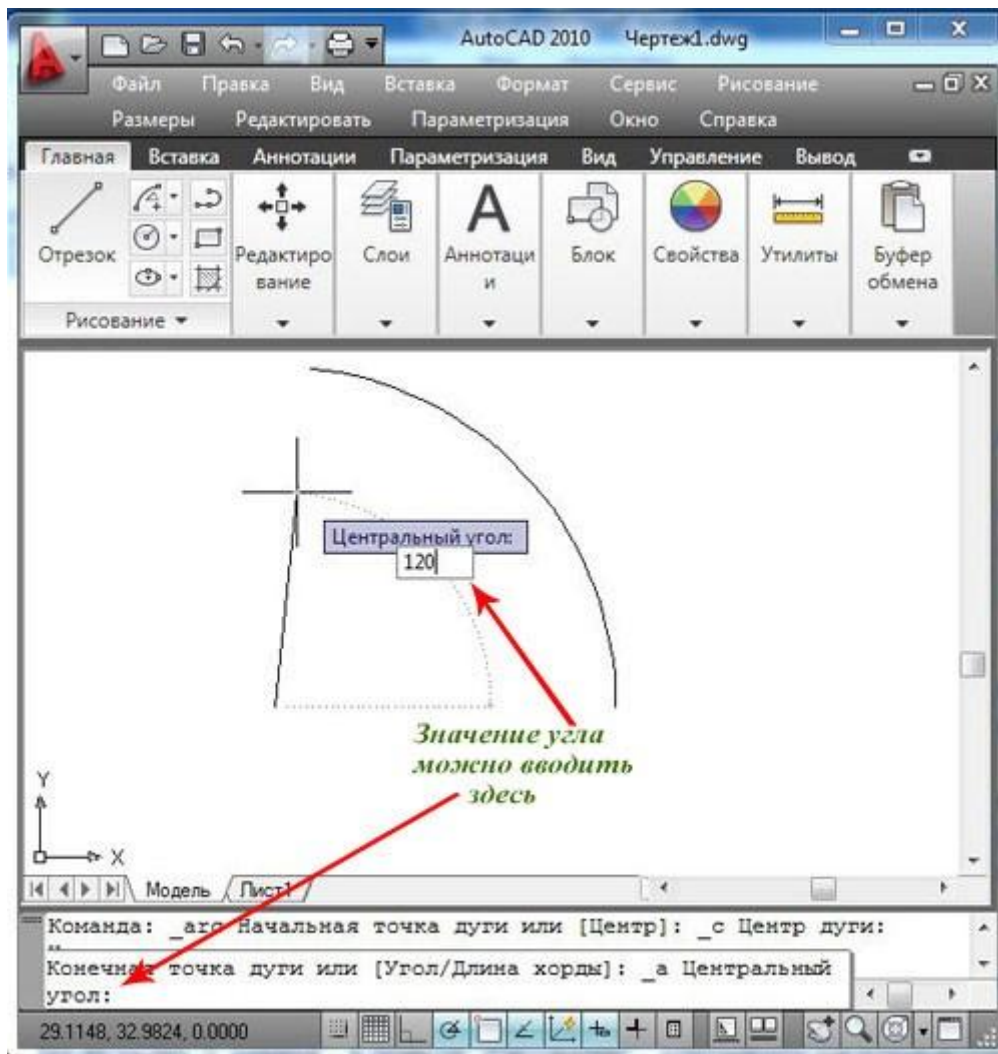
Для построения на вкладке "Главная" в панели "Рисование" открываем раскрывающийся список "Дуга", из списка выбираем команду "Центр, начало, угол".



Сначала задаем точки центра и начала дуги, как обычно, значение координат можно задавать в командной строке или указывать при помощи курсора.

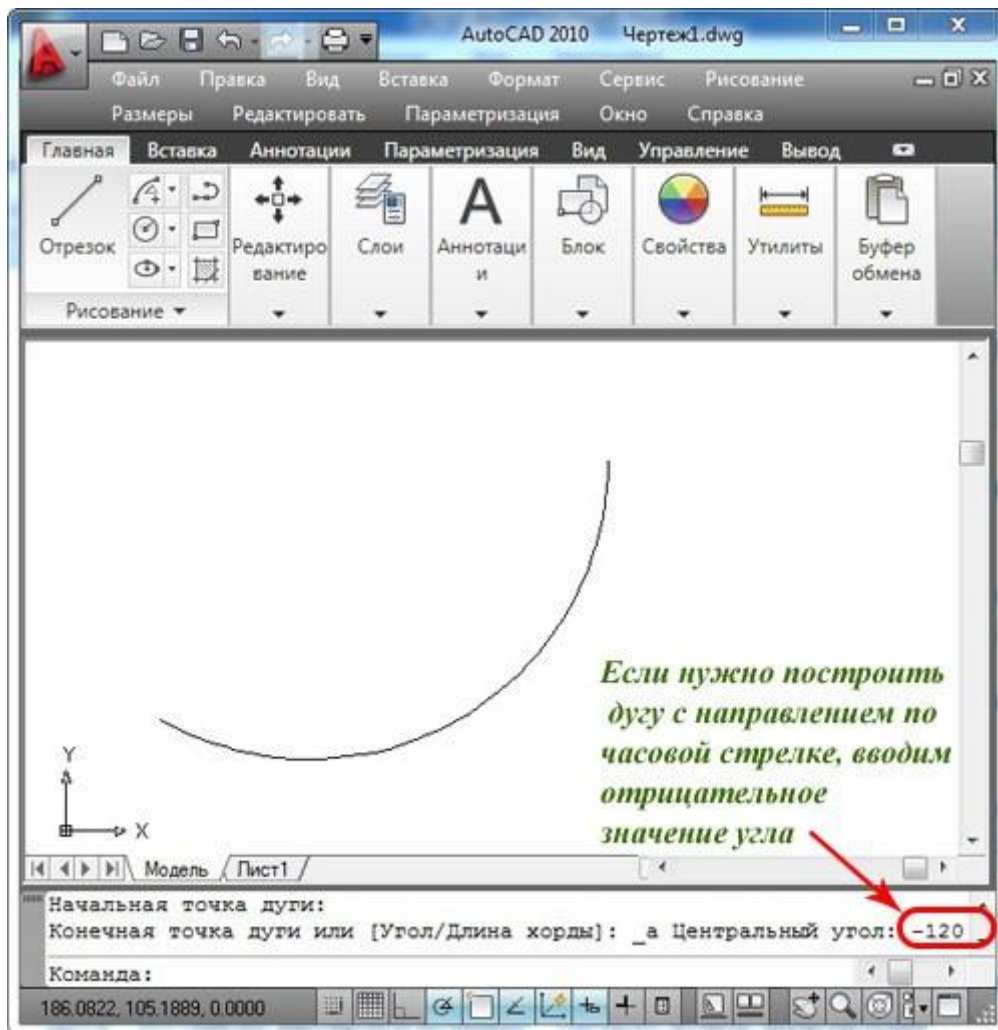


Система попросит ввести значение угла, введем, к примеру, **120°** нажимаем клавишу **Enter**, конечная точка при этом определится автоматически.



Дуга всегда строится против часовой стрелки. Если нужно построить дугу с направлением по часовой стрелке, вводим отрицательное значение угла ( $-120^\circ$ ).

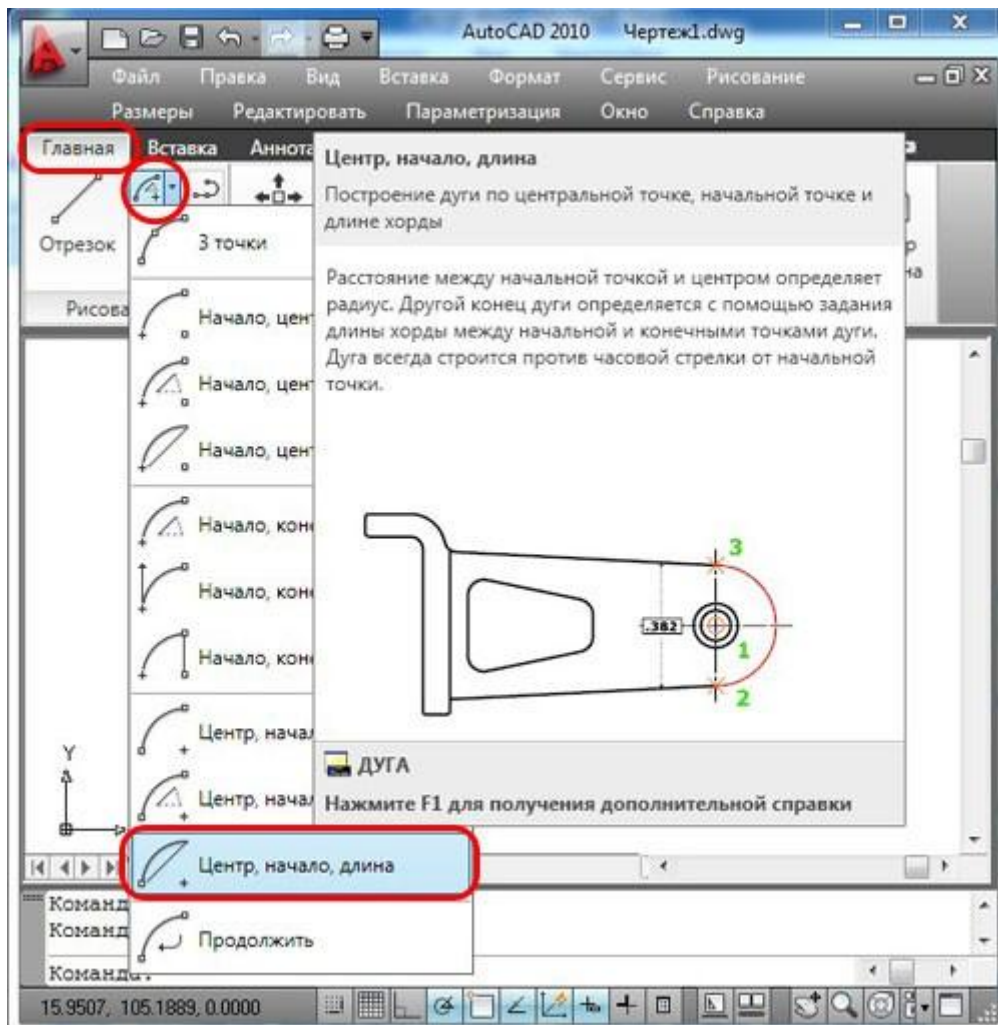




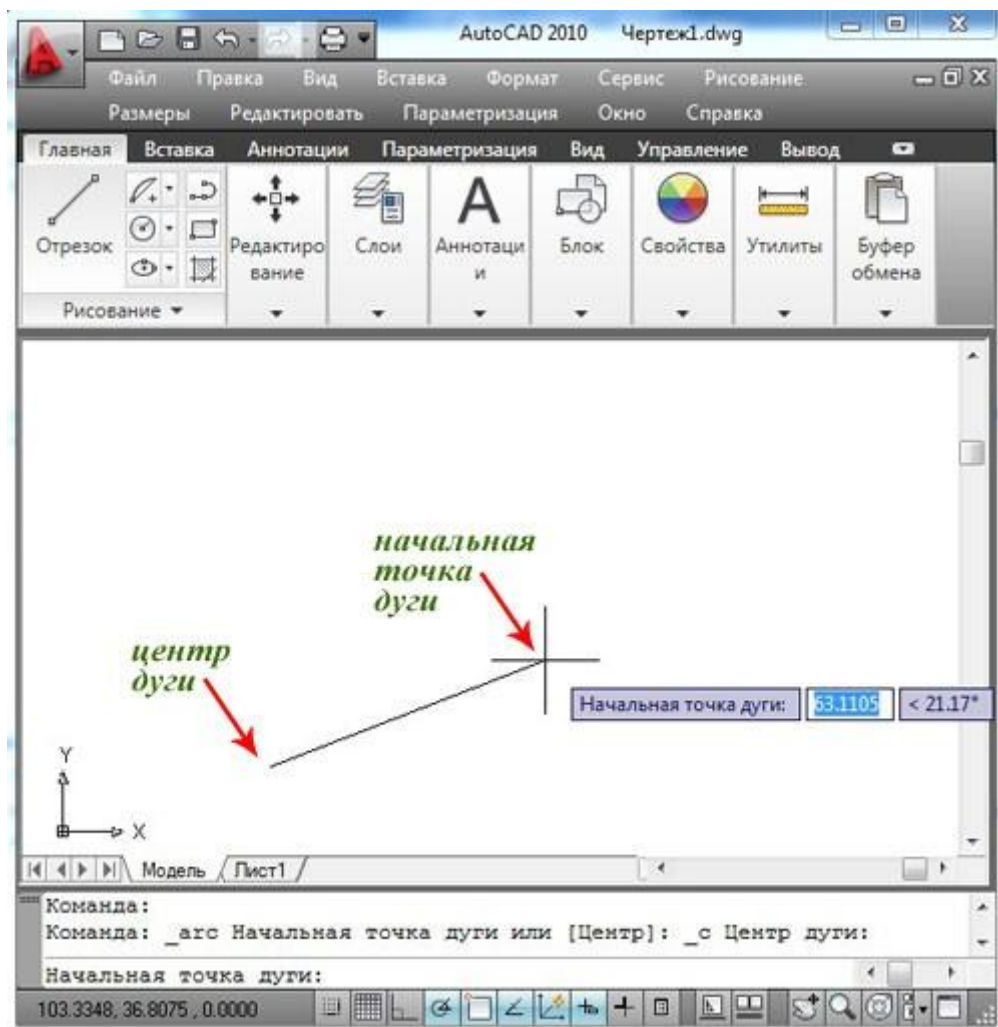
*Построение дуги по центральной точке, начальной точке и длине хорды.*

На вкладке "Главная", в панели "Рисование", открываем раскрывающийся список "Дуга". Из списка выбираем команду "Центр, начало, длина".

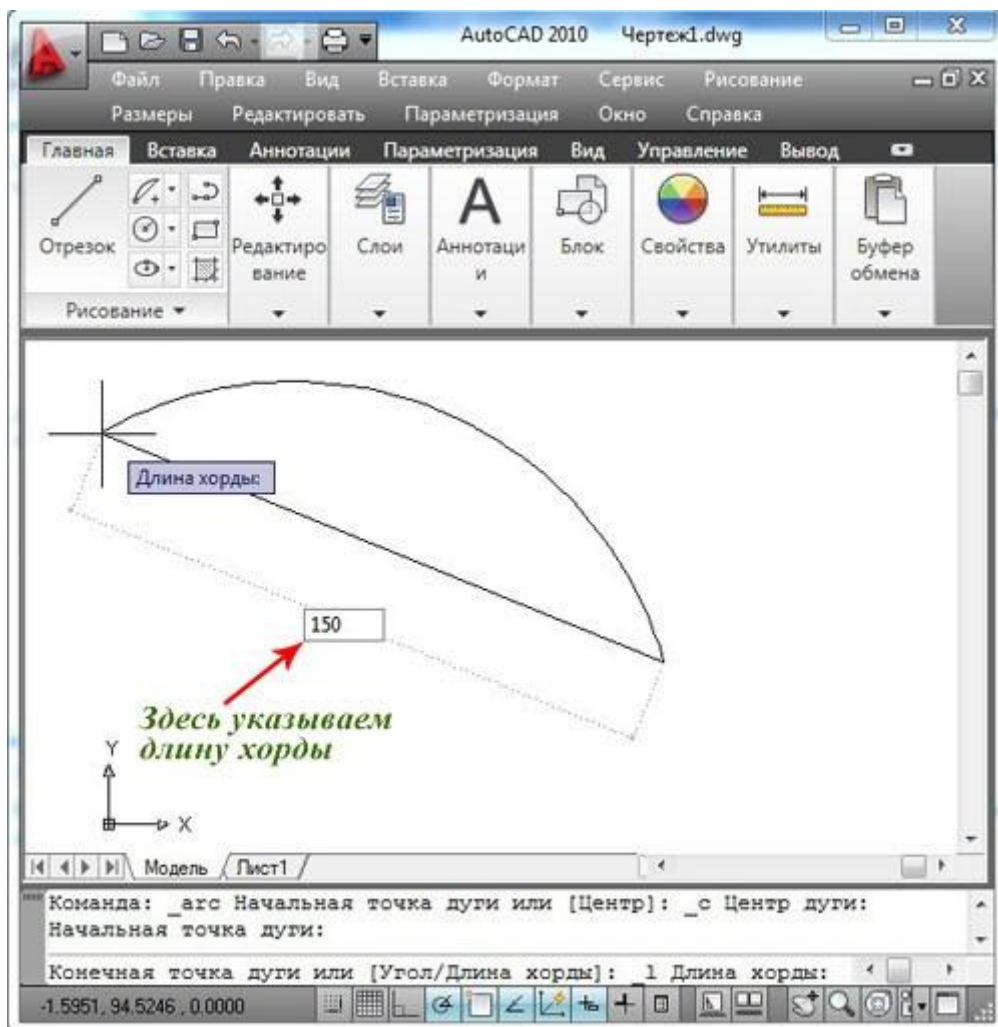




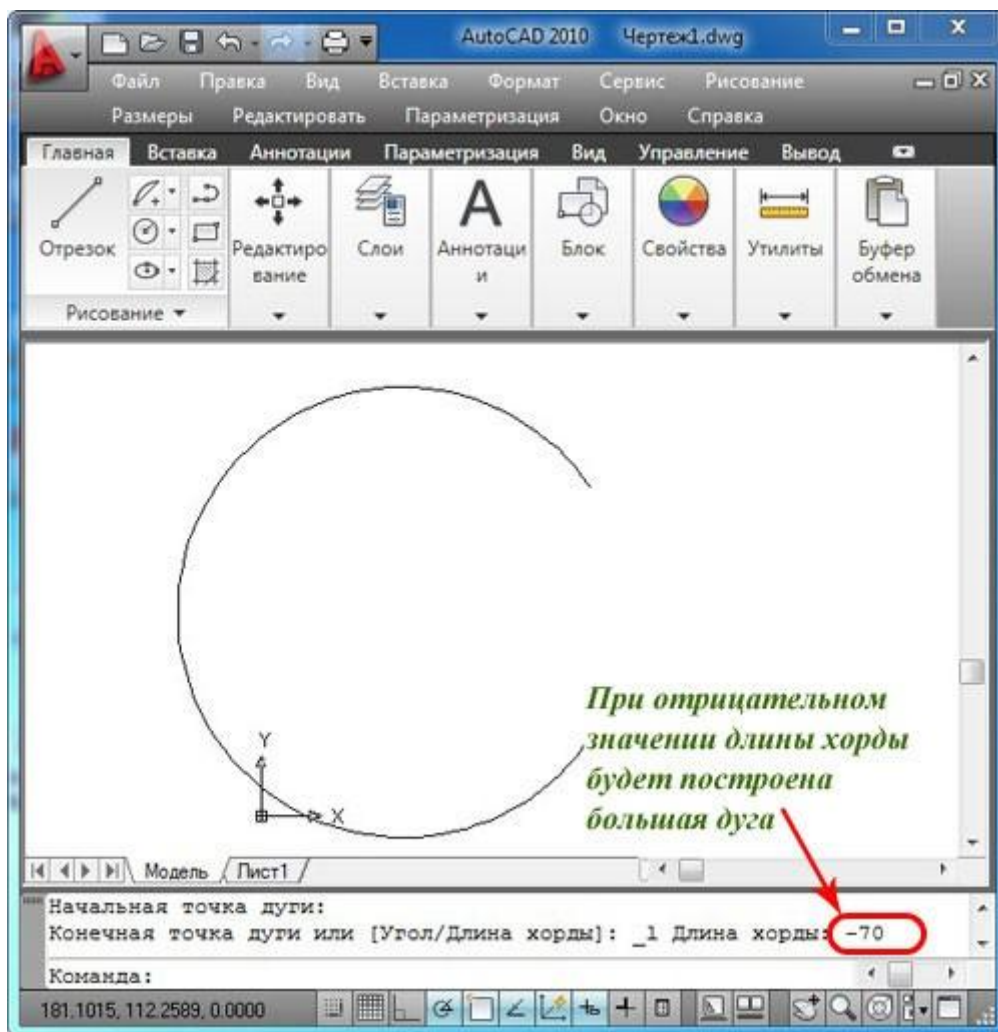
При помощи курсора задаем точки центра и начала дуги. Система попросит указать длину хорды.



Укажем, к примеру, длину **150 мм**, нажимаем клавишу **Enter**.

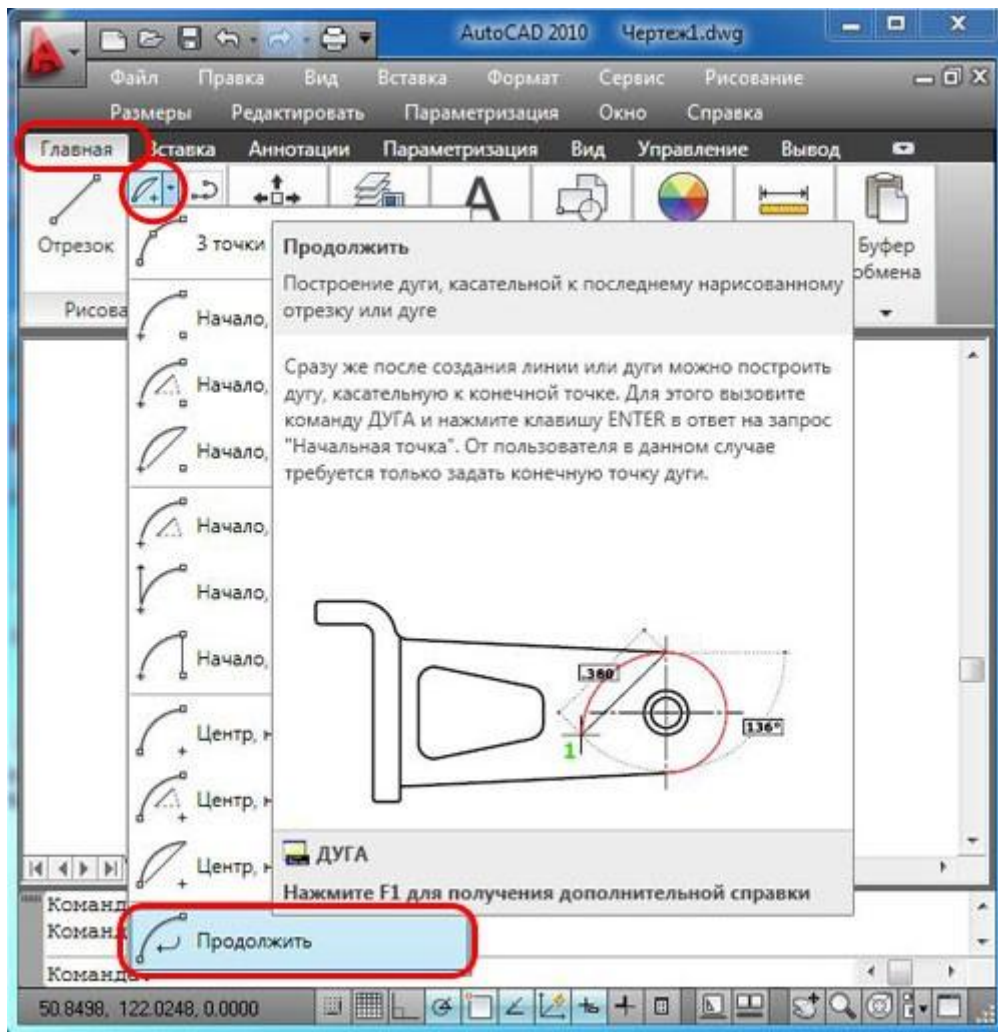


Следует помнить, что может быть построена меньшая или большая дуга. При положительном значении длины хорды, строится меньшая дуга против часовой стрелки, при отрицательном значении, строится большая дуга опять же против часовой стрелки.

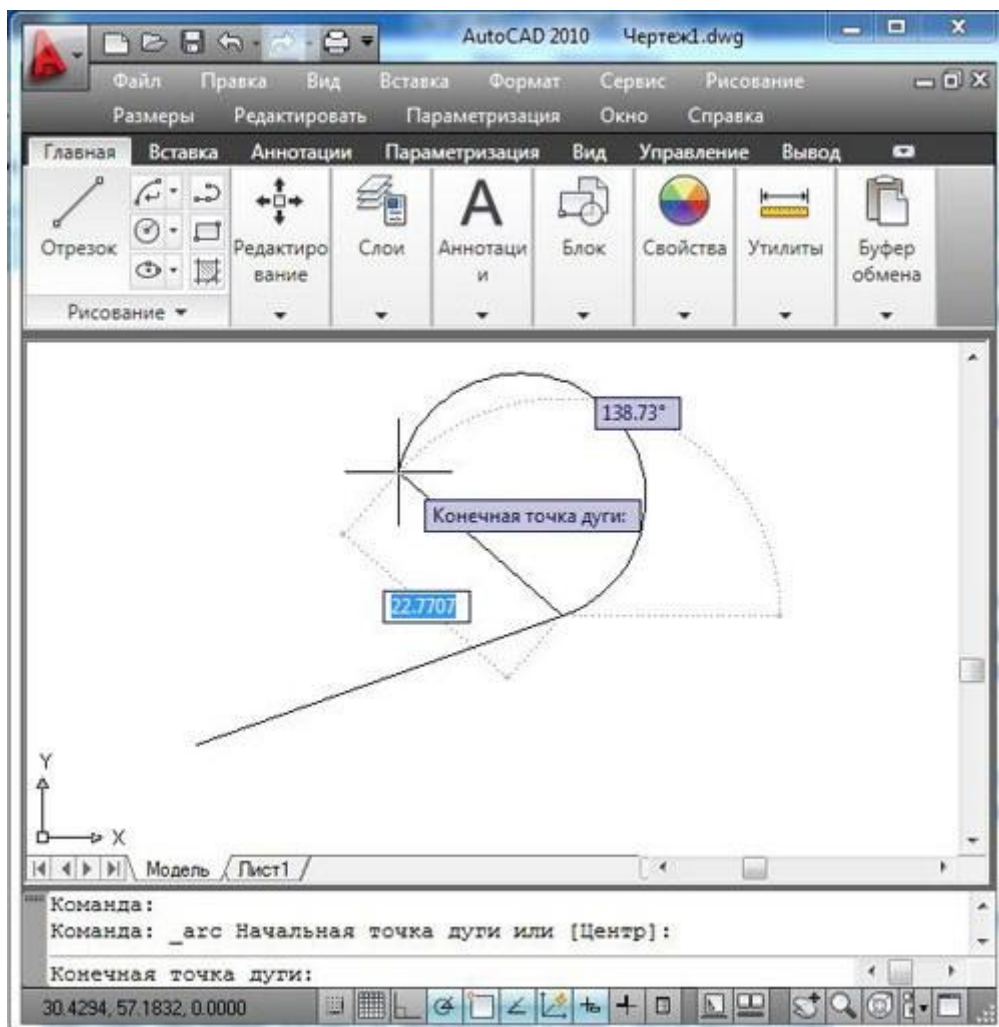


*Дуга касательная к последнему нарисованному отрезку, дуге или полилинии.*

На вкладке "Главная", в панели "Рисование", открываем раскрывающийся список "Дуга". Из списка выбираем команду "Продолжить".

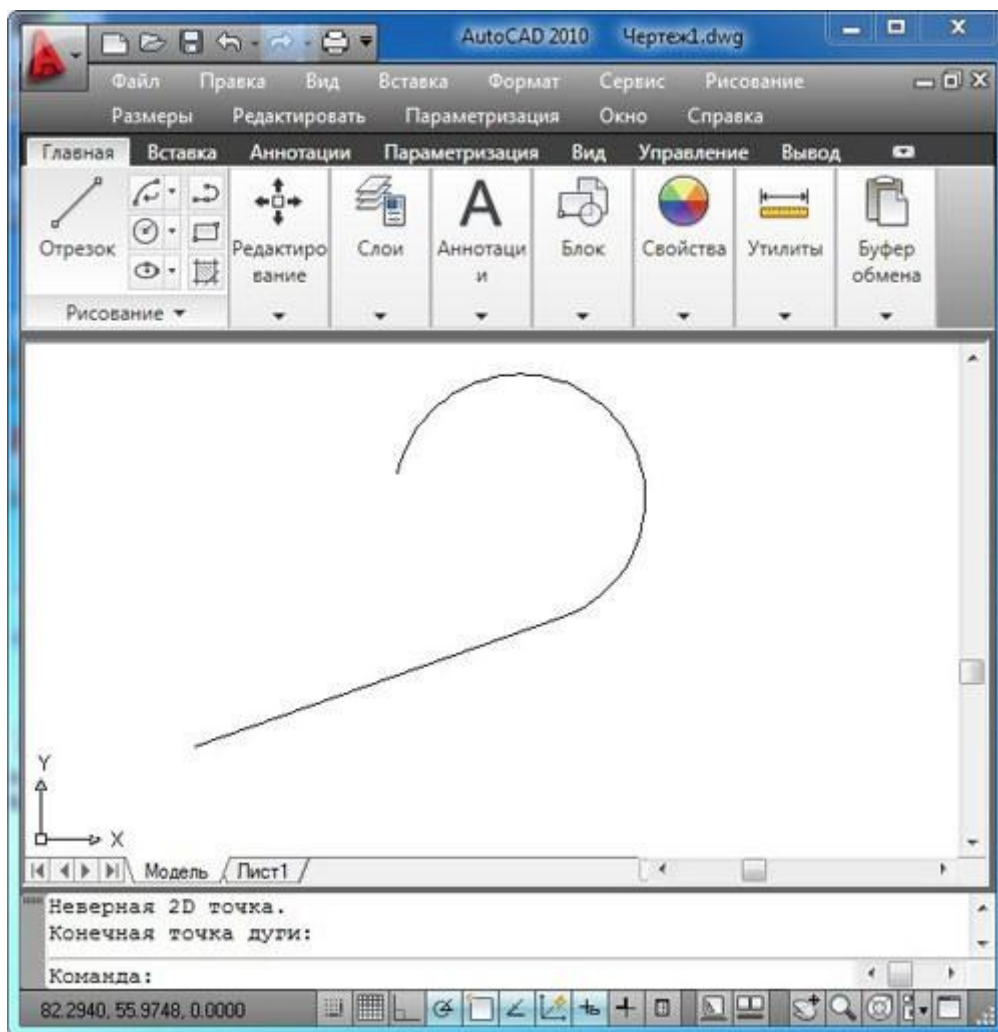


Сразу после создания отрезка или дуги можно построить дугу касательную к его конечной точке. Давайте построим произвольный отрезок и вызовем команду **"Продолжить"**. Система попросит указать конечную точку, сделаем это при помощи курсора.

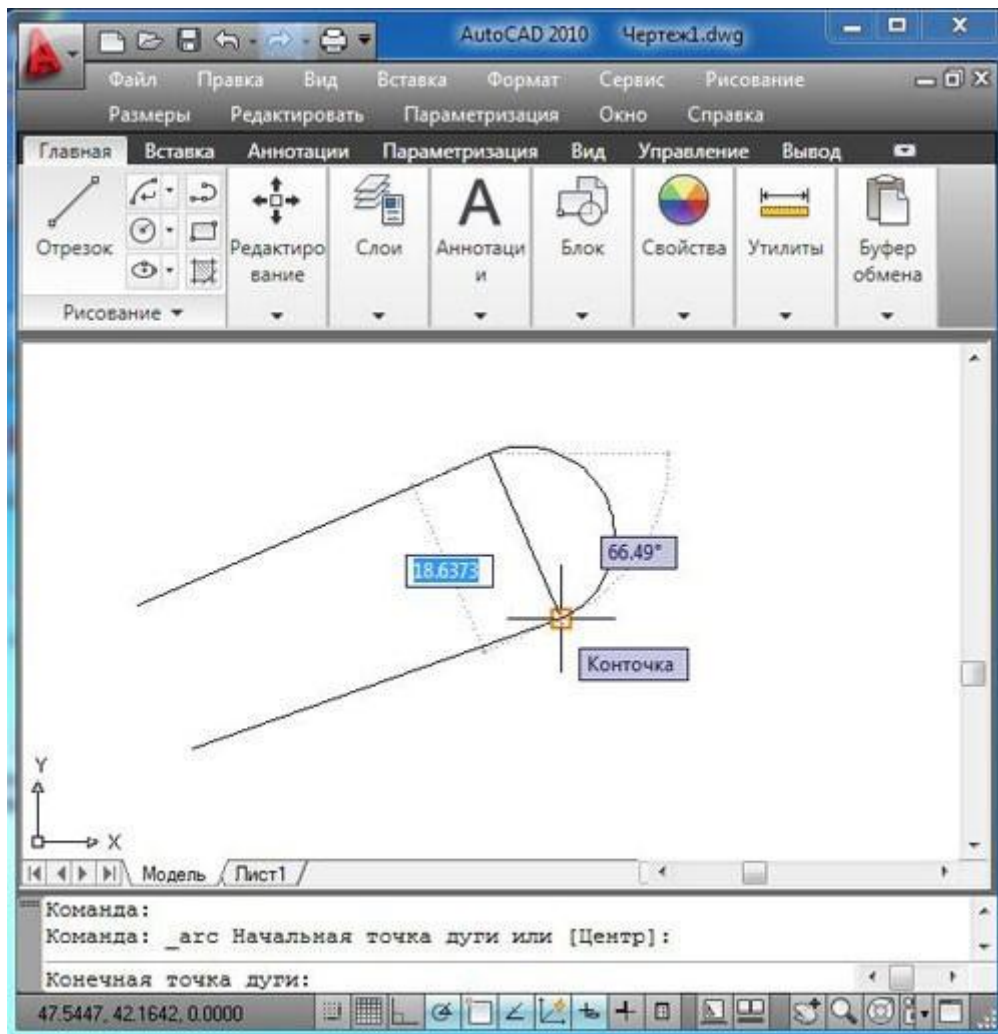


Дуга построена.





Этим способом удобно строить дугу между двумя конечными точками отрезков, как показано на рисунке ниже.



Это были последние три способа построения дуги в autocad, в следующем уроке разберем построение полилиний

### 1.3 Лабораторная работа №3 (2 часа).

**Тема: «Интерфейс. Типы объектов. Навигация в 3D»**

**1.3.1 Цель работы:** Научиться пользоваться интерфейсом навигацией в 3D

**1.3.2 Задачи работы:**

1. Изучить интерфейс навигацию в 3D

**1.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер

**1.3.4 Описание (ход) работы:**

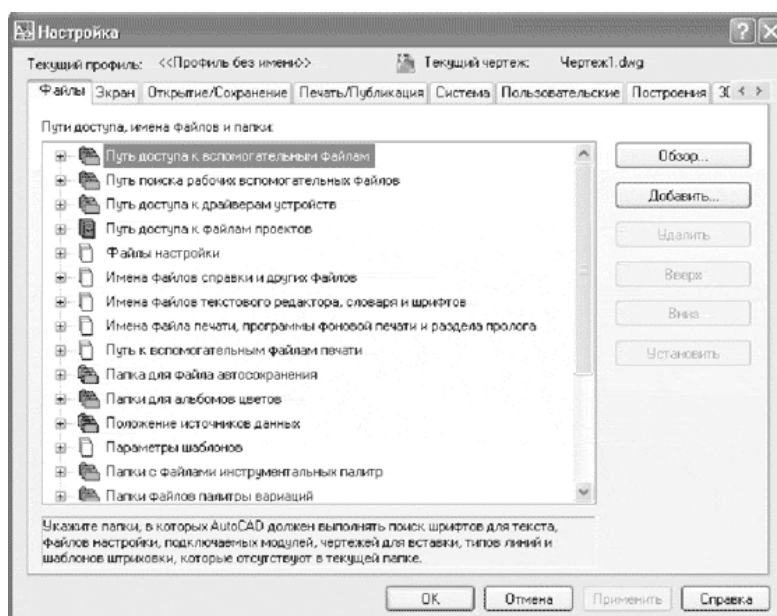
**Настройка интерфейса 3dAutoCAD.**



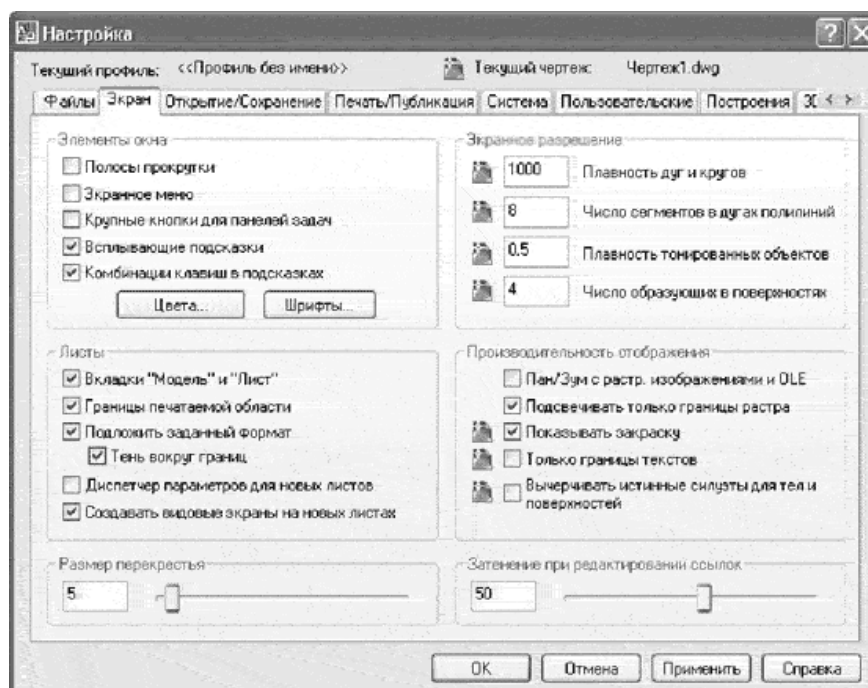
1. Выберите из меню команду Сервис => Настройка (Tools =>Options) или введите в командном окне НАСТРОЙКА (OPTIONS) или просто НА (OP). Откроется диалоговое окно Настройка (Options), показанное на рисунке, которое содержит десять вкладок.

2. Перейдите в окне Настройка (Options) на вкладку Экран (Display) – рисунке. Если в группе Элементы окна (WindowElements) (находится в левом верхнем углу вкладки) установлен флажок Полосы прокрутки (Displayscrollbarsindrawingwindow), щелкните по нему для его сброса и отключения соответствующего режима.

3. Найдите в левом нижнем углу вкладки строку ввода Размер перекрестья (Crosshairsizе). Если вы хотите, чтобы экран вашего ПК при изучении этой книги выглядел точно так же, как и экран ПК автора, введите в этой строке значение 100 (или просто переместите бегунок право до конца). В этом случае линии перекрестия будут уходить за границы экрана. Многие опытные пользователи AutoCAD (в том числе и автор) считают, что так с указателем-перекрестием работать удобнее, чем при размере, установленным по умолчанию.



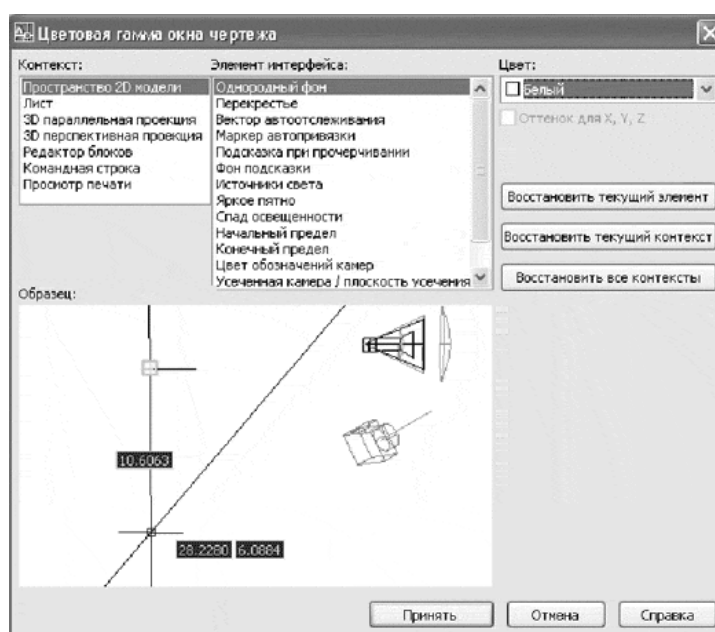
*Вкладка Файлы (Files) диалогового окна Настройка (Options)*



Вкладка Экран (Display) диалогового окна Настройка (Options)

4. Теперь щелкните по кнопке Цвета (Colors), расположенной в нижней части группы Элементы окна (WindowElements). В открывшемся диалоговом окне Цветовая гамма окна чертежа (DrawingWindowColors) выберите в списке Контекст (Context) элемент Пространство 2D модели (2D modelspace), а в списке Элемент интерфейса (InterfaceElement) – элемент Однородный фон (Uniformbackground). Затем раскройте список Цвета (Colors), и выберите из него цвет Белый (White).

Назначьте также элементу Маркер автопривязки (Autosnapmarker) цвет Красный (Red), элементу Подсказка при прочерчивании (Draftingtooltip) – цвет Черный (Black), а элементу Фон подсказки (Draftingtooltipbackground) – элемент Желтый (Yellow). Область просмотра Образец (Preview) окна Цветовая гамма окна чертежа (DrawingWindowColors) примет вид, показанный на рисунке.



Диалоговое окно Цветовая гамма

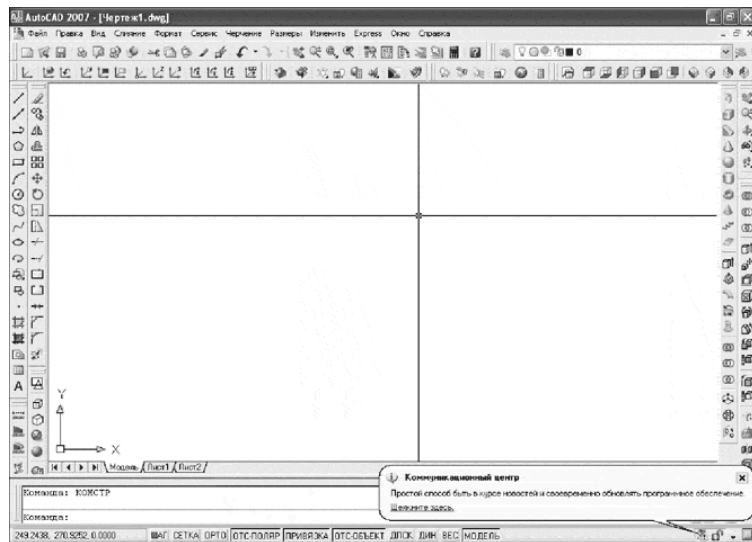
#### *окна чертежа (DrawingWindowColors)*

5. Щелкните по кнопке Принять (Apply&Close) для закрытия окна Цветовая гамма окна чертежа (DrawingWindowColors), а затем – по кнопке ОК диалогового окна Настройка (Options).

Теперь цвет области черчения окна AutoCAD изменился на белый, а цвет указателя-перекрестия – на черный (AutoCAD автоматически подбирает цвет указателя так, чтобы он был хорошо виден на фоне цвета, выбранного пользователем для области черчения). Кроме того, если вы установили максимальный размер для указателя-перекрестия, эти изменения вы также легко заметите.

Разместите плавающие панели инструментов, показанные на рисунке, так, чтобы они автоматически пристыковались к границам окна AutoCAD.

Для получения расположения панелей инструментов, представленного на рисунке, необходимо, чтобы в Windows был установлен режим экрана 1024×768 точек с глубиной цвета минимум 24 бит (лучше 32 бит), а также включен режим автоматического сокрытия панели задач. Если по каким-то причинам вы не можете этого сделать, разместите панели инструментов по-другому (например, в три ряда в верхней части экрана или в три столбца по краям экрана).



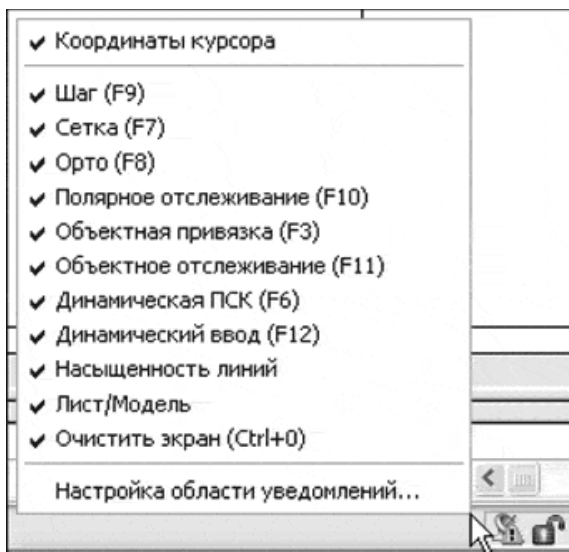
*Возможный вариант расположения панелей инструментов*

Если на вашем ПК система AutoCAD 2007 была установлена недавно, на экране время от времени будет появляться сообщение Коммуникационный центр (CommunicationCenter). Поскольку для решения стоящих перед нами задач соответствующие средства AutoCAD 2007 не нужны, лучше их отключить, чтобы они не отвлекали вас от работы. Но сначала давайте отключим кнопки-индикаторы ДПСК (DUCS) и ДИН (DYN), которые находятся в строке состояния между кнопками-индикаторами ОТС-ОБЪЕКТ (OTRACK) и ВЕС (LWT). Использование режимов, включаемых этими кнопками, позволяет немного упростить работу с AutoCAD, однако, с другой стороны, довольно значительно влияет на логику работы с пользовательским интерфейсом AutoCAD. Поэтому, как и прочие нововведения AutoCAD 2007, эти кнопки лучше включить позднее, когда вы в достаточной степени овладеете навыками трехмерного черчения в AutoCAD.

1. Если кнопки-индикаторы ДПСК (DUCS) и (или) ДИН (DYN) находятся в нажатом положении, щелкните по ним, чтобы выключить соответствующие режимы.
2. Щелкните по кнопке раскрытия меню строки состояния, которая находится в этой строке правее области уведомлений. Можете также щелкнуть правой кнопкой мыши в любом месте строки состояния, не занятой кнопками или пиктограммами.

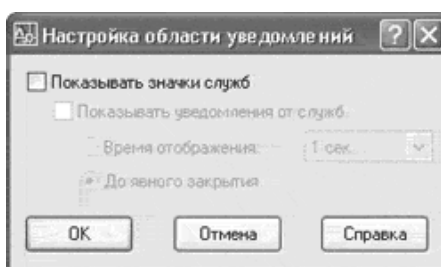


3. Выберите из меню элемент Динамическая ПСК (F6) (Dynamic UCS (F6)). AutoCAD закроет меню и, отключив отображение кнопки ДПСК (DUCS), перерисует строку состояния.
4. Снова откройте меню строки состояния и проделайте аналогичную операцию с элементом Динамический ввод (F12) (DynamicInput (F12)).
5. Теперь давайте займемся отключением пиктограммы Коммуникационный центр (CommunicationCenter). Вместе с ней мы отключим и пиктограмму с изображением открытого замка. Эта пиктограмма предназначена для отображения режима блокировки панелей инструментов и палитр. Поскольку режим блокировки нам также не понадобится, мы отключим вывод и этой пиктограммы. Снова откройте меню строки состояния и выберите из него нижний элемент Настройка области уведомлений (TraySettings).



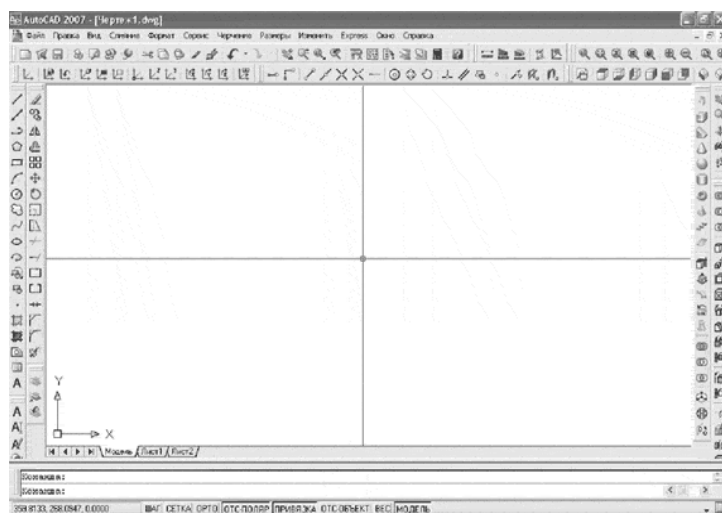
*Меню строки состояния*

6. В открывшемся окне Настройка области уведомлений (TraySettings) сбросьте все флажки, а затем щелкните по кнопке ОК.



*Диалоговое окно Настройка области уведомлений (TraySettings) с отключенными параметрами*

7. Убедитесь в том, что все пиктограммы в области уведомлений, расположенной в правой части строки состояния, отключились. Справа в строке состояния должна остаться лишь кнопка В Очистить экран (ClearScreen), предназначенная для переключения в полноэкранный режим работы.



Окно AutoCAD после настройки параметров на уровне приложения

### Типы 3D-Объектов В AutoCAD

Любой трехмерный объект, созданный в AutoCAD, отличается от двухмерного наличием третьей координаты, придающей детали объем и реалистичность. Способы создания 3D-объектов могут быть различными и зависят, в первую очередь, от постановки задачи. Всего AutoCAD располагает тремя типами 3D-объектов: каркасы (wireframes), трехмерные поверхности (surfaces) и твердотельные объекты (solids).

Каркасы представляют собой трехмерные скелетные модели деталей, созданные путем индивидуального построения точек, прямых и кривых линий, формирующих ребра 3D-объектов. Каждая точка такого каркаса описывается тремя координатами – X, Y и Z. Для построения скелетных моделей используют различные приемы: построение совмещенных 2D-объектов в ортогональных системах координат, добавление координаты Z, определяющей ПСК для плоскости XY, с использованием трехмерных полилиний и сплайнов и т.д. Следует заметить, что каркасные модели считаются самыми трудоемкими, отнимающими наибольшее количество времени, и при этом на них не распространяются способы визуализации, присущие другим типам объектов. Однако данный тип 3D-моделей имеет право на существование и в некоторых случаях позволяет добиться быстрого результата.

Трехмерные поверхности представляют собой объекты, которые помимо единого каркаса имеют грани (рис. 1а). Хотя эти объекты и не обладают физическими свойствами сплошных тел, зато уже более реально (в сравнении с каркасными моделями) позволяют представить деталь в пространстве. Дело в том, что поверхности имеют свойство закрывать объекты заднего плана и отбрасывать тень при раскрашивании и тонировании. Также нужно отметить, что AutoCAD располагает встроенной библиотекой поверхностных моделей (например: сфера, цилиндр, конус, призма, тор и т.д.), при помощи которой можно быстро создать чертеж, задав основные параметры модели. Кроме того, наличие специальных команд (например, команды построения поверхности объекта путем вращения образующей) позволит вам без труда создавать собственные поверхностные 3D-объекты.

Частным случаем поверхностей принято считать сетки — трехмерные модели, определенные на основе многоугольных плоских или аппроксимированных кривыми секторов (рис. 1 б). Для построения этих объектов AutoCAD также располагает широкими инструментальными возможностями, позволяющими быстро создавать самые разнообразные по сложности поверхностные модели.

Наконец, самые сложные и наиболее реалистические – это твердотельные объекты или тела (рис. 1в). Такие объекты представляют собой полный цифровой вариант реальных деталей, обладающих такими физическими данными, как объем, масса, инерцион-

ные характеристики и т.д. Используя специальные инструменты для таких объектов, можно получить любые проекции, разрезы или отсечения.

