

**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 очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Методические материалы по выполнению лабораторных работ.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Пользовательский интерфейс графической среды AUTOCAD.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Работа с примитивами. Построение чертежей Построение примитивов с помощью элементарных команд в графической среде AUTOCAD. Методы построения углов .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Основные средства выполнения изображения в пространстве AUTOCAD.....</b>	<b>15</b>
<b>1.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Построение сектора. Организация работы в AUTOCAD.....</b>	<b>24</b>
<b>1.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Полилинии. Многообразие полилиний.....</b>	<b>57</b>
<b>1.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Построение сопряжений в графической среде AUTOCAD.....</b>	<b>82</b>
<b>1.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Многообразие примитивов графической среды AUTOCAD их применение в чертежах.....</b>	<b>100</b>
<b>1.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Объекты - ссылки. Создание и вставка блоков. Файлы – шаблоны.....</b>	<b>115</b>
<b>1.9 Лабораторная работа № ЛР-9 Интерфейс. Типы объектов. Навигация в 3D.....</b>	<b>121</b>
<b>1.10 Лабораторная работа № ЛР-10 Работа с визуальными стилями.....</b>	<b>127</b>
<b>1.11 Лабораторная работа № ЛР-11 Преобразование плоских объектов в 3D.....</b>	<b>129</b>
<b>1.12 Лабораторная работа № ЛР-12 Команды создания 3D объектов.....</b>	<b>136</b>
<b>1.13 Лабораторная работа № ЛР-13 Команды булевых операций. Пользовательская система координат .....</b>	<b>144</b>
<b>1.14 Лабораторная работа № ЛР-14 Команды редактирования 3D объектов. Команды редактирования тела.....</b>	<b>155</b>
<b>1.15 Лабораторная работа № ЛР-15 Прикладные библиотеки AUTOCAD.....</b>	<b>162</b>
<b>1.16 Лабораторная работа № ЛР-16 Построение трехмерной модели одноступенчатого цилиндрического редуктора.....</b>	<b>163</b>

# **1. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

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

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

**1.1.1 Цель работы:** Ознакомиться с пользовательским интерфейсом графической среды AUTOCAD

### **1.1.2 Задачи работы:**

1. Изучить пользовательский интерфейс графической среды AUTOCAD

### **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 двухмерного 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 двухмерные 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;
- остальная часть Рабочего стола - графическое поле.

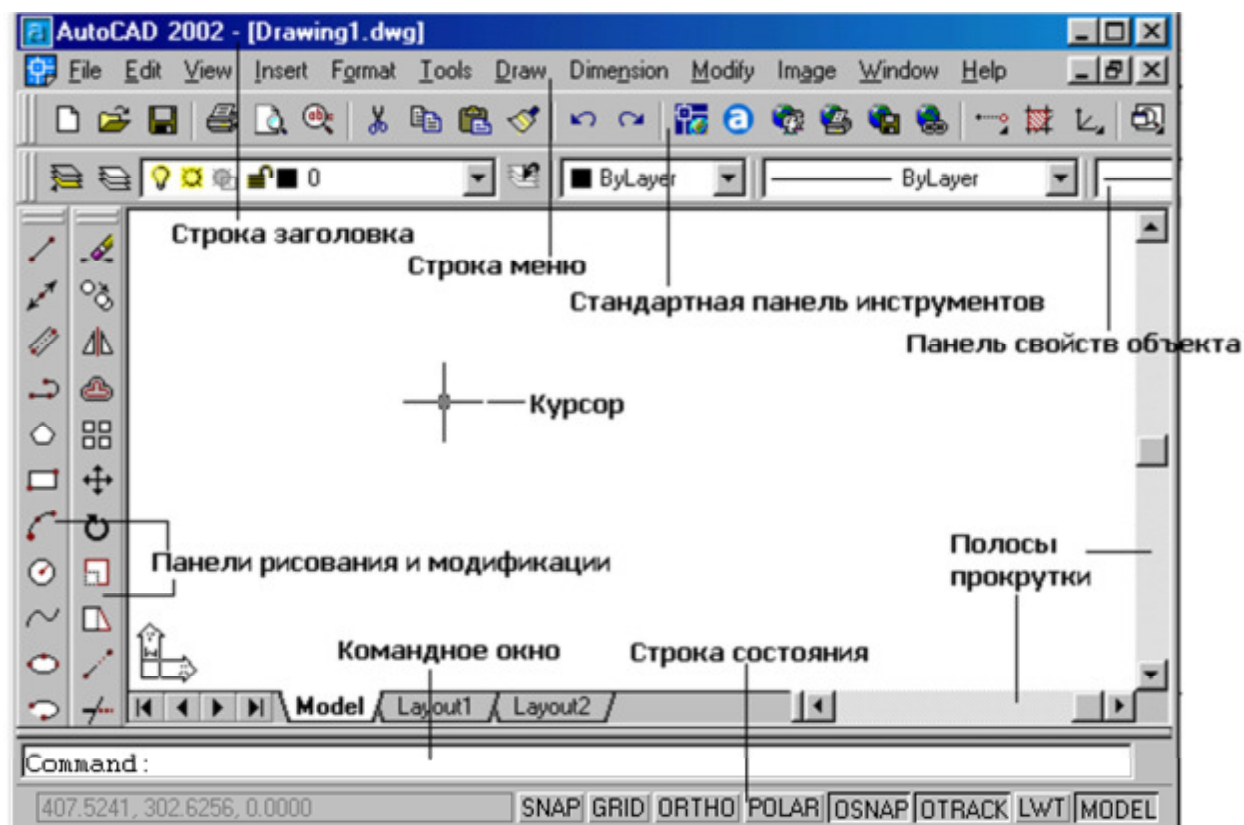


Рис 1. Интерфейс AutoCAD

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, закраски, 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 мультилинии, 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.

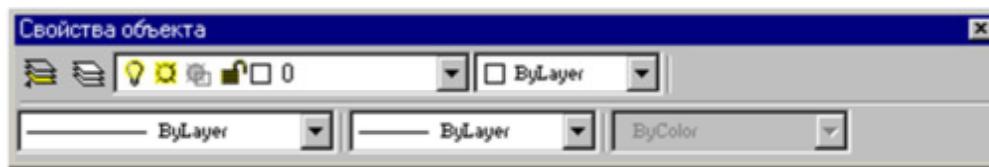


Рис 2. Панель свойств объекта

В нее входят следующие инструменты:

- - Make Object's Layer Current (Сделать слой объекта текущим) – установка текущего слоя в соответствии со слоем выбранного примитива;
- - Layers (Слои) – вызов диалогового окна установки параметров слоев Диспетчер свойств слоев (Layer Properties Manager);
- - Layer (Слой) – раскрывающийся список управления слоями. Каждая строка содержит пиктограммы управления свойствами слоя или отображения его свойств, а также его имя.
- - Color Control (Цвета) – раскрывающийся список установки текущего цвета, а также изменения цвета выбранных объектов;
- - Linetype Control (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) – Snap Mode (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) – Grid Display (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) – Ortho Mode (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) – Polar Tracking (Полярное отслеживание) - включение / выключение режима полярного отслеживания. (F10). Кнопка Polar (Отс-поляр) является расширением режима ORTO (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) – Object Snap (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) – Object Snap Tracking (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.

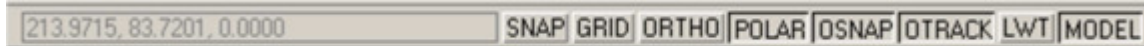


Рис. 3. Строка состояния

Кроме того, строка состояния содержит:

- Model / Paper (Модел / Лист) - Model or Paper space (Пространство модели или листа) – переключение из пространства модели в пространство листа.
- LWT (Вес) – Show / Hide Lineweight (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.

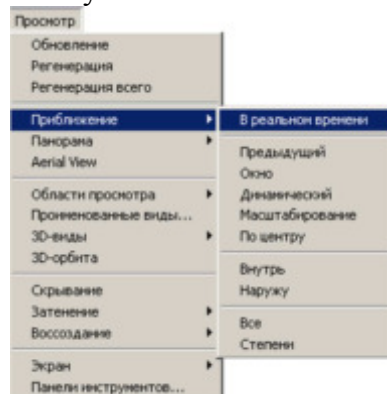


Рис 4. Меню команды View (Просмотр)

## **1.2 Лабораторная работа №2 (1час).**

**Тема: «Работа с примитивами. Построение чертежей».**

**1.2.1 Цель работы:** 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 примитивы
2. Изучить методы построения углов

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

1. Персональный компьютер (ПК)

### **1.2.4 Описание (ход) работы:**

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.

В тех 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, с которой 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 примере Specify lower left corner 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 “Specify next point or [Close/Undo]” для выбора параметра можно вводить только “C” 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 команду Стиль точки. На экране появится диалоговое окно, изображенное на рис. 1.

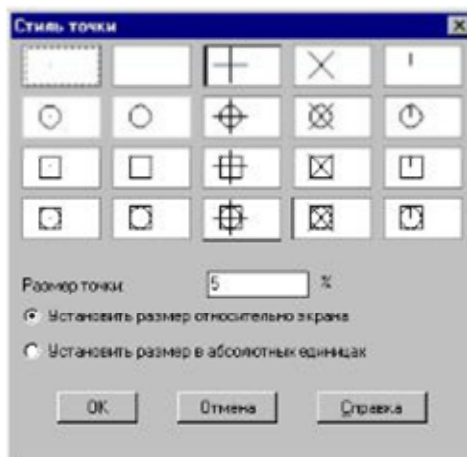




Рис. 1. Диалоговое окно Стиль точки.



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 панели Черчение или набрать команду Point, а затем ввести координаты объекта любым способом.

### 2.3. Построение отрезка


Вход в режим рисования отрезка осуществляется выбором инструмента Линия  в панели Черчение, вводом команды Line в командную строку AutoCAD или из выпадающего меню Черчение запуском команды Точка.

После запуска команды AutoCAD запросит координаты первой точки (Specify first point), затем координаты следующей (Specify next point) и т.д. вывод на экран ломаную. После трех введенных точек(2-хотрезков) в очередном запросе будут появляться параметры Close и Undo. Если ввести Close, то программа автоматически соединит последнюю 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.

Specify radius of circle: — укажите радиус окружности. Здесь можно мышкой повернуть многоугольник на любой угол и растянуть до требуемого размера.


Если выбран параметр Edge, то будут выданы запросы:

Specify first endpoint of edge: — укажите первую точку стороны.

Specify second endpoint of edge: — 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.

## 1.2 Лабораторная работа №2 (1 час).

Тема: «Построение примитивов с помощью элементарных команд в графической среде AUTOCAD. Методы построения углов».

**1.2.1 Цель работы:** Построение примитивов с помощью элементарных команд в графической среде AUTOCAD. Методы построения углов

**1.2.2 Задачи работы:**

1. Изучить методы построения углов

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

1. Персональный компьютер (ПК)

**1.2.4 Описание (ход) работы:**

**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) > **Point Style...**(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 мышки 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:

**First point**– координаты начала линии;

**Next point**– 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).

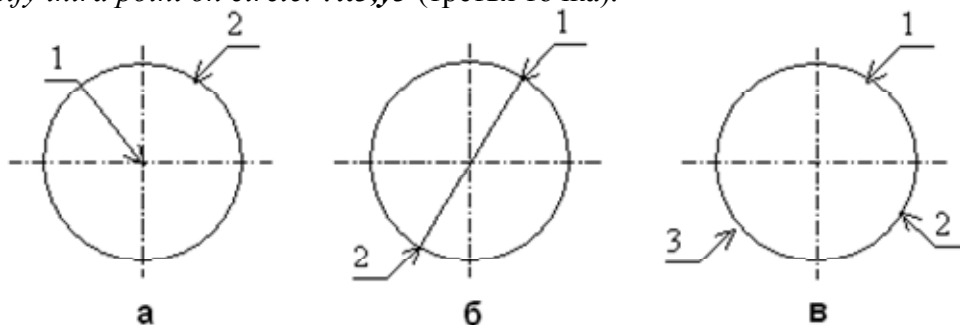


Рисунок 1 – Построение окружности

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)]:* **T** (ключ);

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

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

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

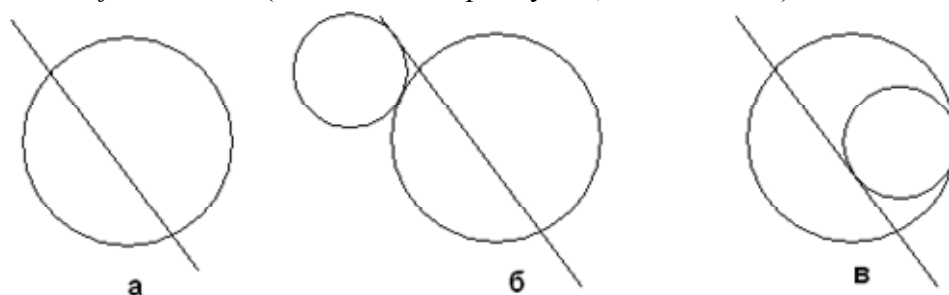


Рисунок 2 – Построение окружности, касательной к двум примитивам

### 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 **Chord Length**.

**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.

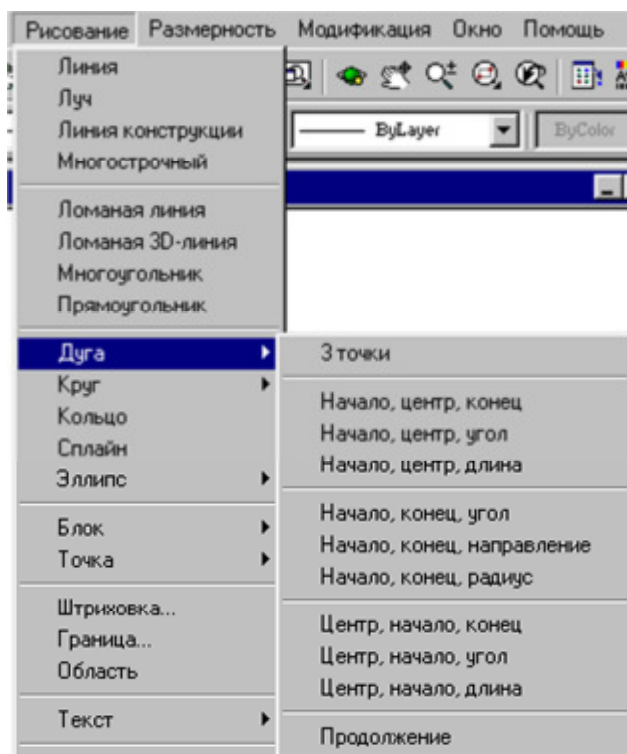
Width– ширина – позволяет задать ширину последующего сегмента. Программа запрашивает начальную и конечную ширину.

### 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.

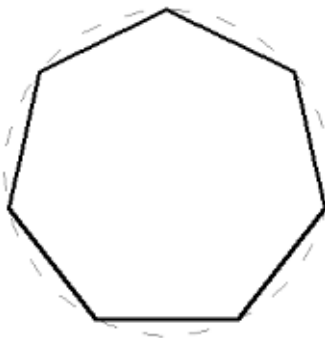
## Многоугольники



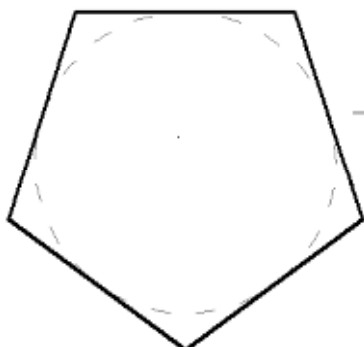
Программа создает примитив – правильный многоугольник – замкнутый контур с ребрами, равной длины. Допустимое количество сторон – от 3 до 1024.

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 incircle). 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 строиться 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 (Start tangent). 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.

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

**Тема: «Основные средства выполнения изображения в пространстве AUTO-CAD».**

**1.3.1 Цель работы:** Изучить основные средства выполнения изображения в пространстве AUTOCAD

#### **1.3.2 Задачи работы:**

1. Изучить основные средства выполнения изображения в пространстве AUTOCAD

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

1. Персональный компьютер (ПК)

#### **1.3.4 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 **Model Space** и пространстве листа **Paper Space**, 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 непрерывающиеся видовые экраны, которые представляют различные виды модели.

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

*Пространство модели (Model Space)* – 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.



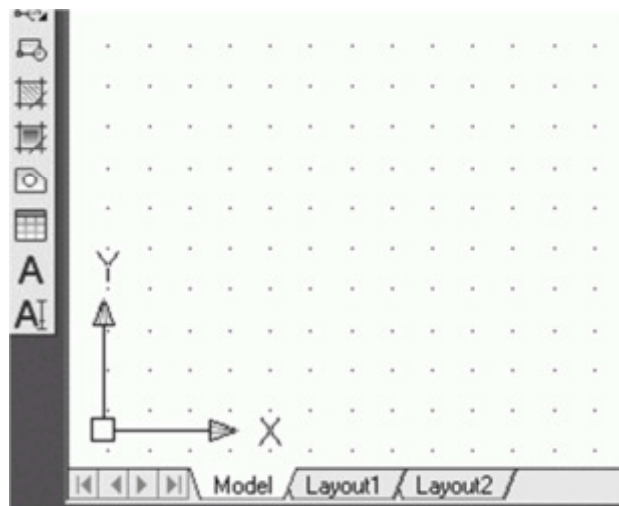


Рис. 1. Пиктограмма пользовательской системы координат пространства модели

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* (Paper Space) – 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 элементы, 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).

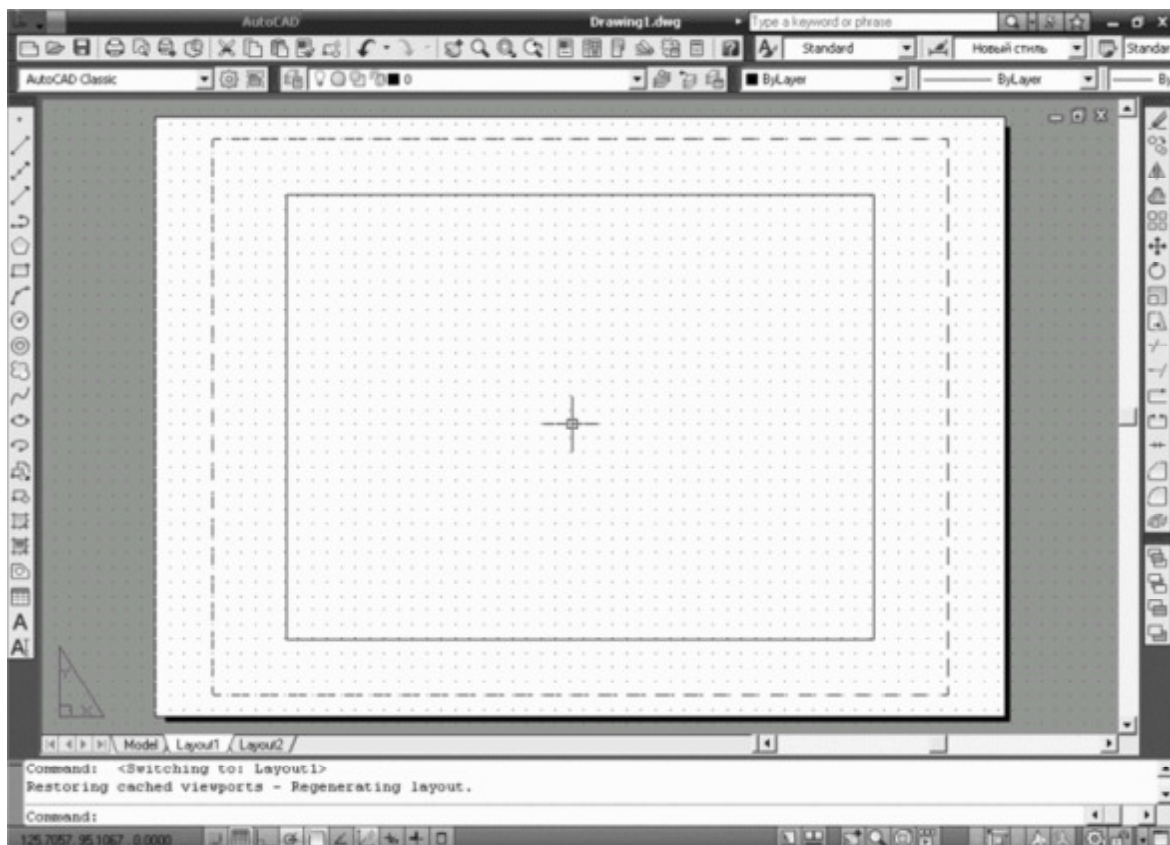


Рис. 2. Рабочий стол в пространстве листа

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 видового 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 New layout. 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 Page Setup Manager, 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):

- Device name: – имя устройства;
- Plotter: – плоттер;
- Plot size: – формат печати;
- Where: – подключение;
- Description: – пояснение;
- Display when creating a new layout – установка данного параметра обеспечивает открытие Диспетчера наборов параметров листов Page Setup при создании нового листа.

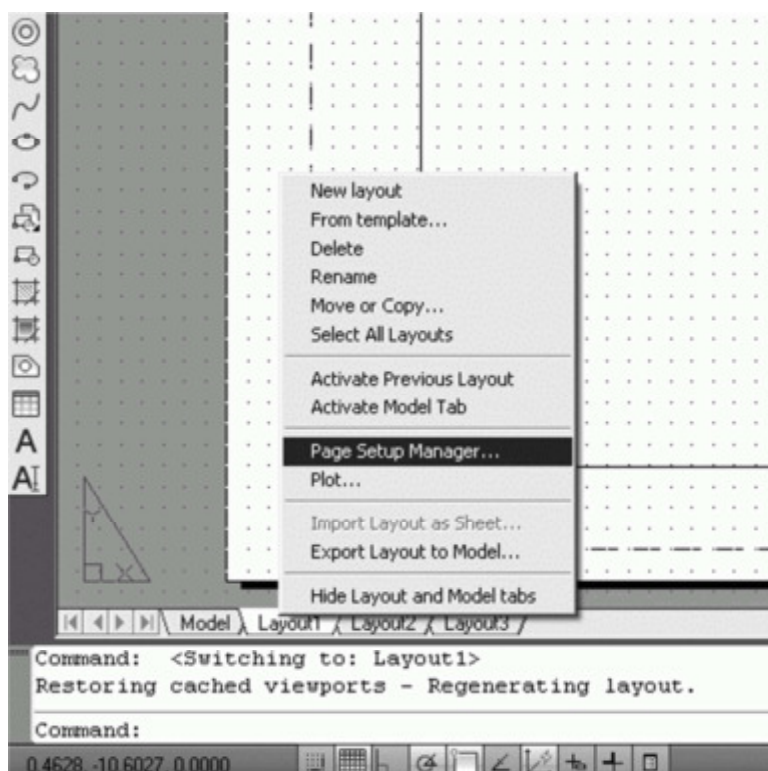


Рис. 3. Контекстное меню закладки Layout

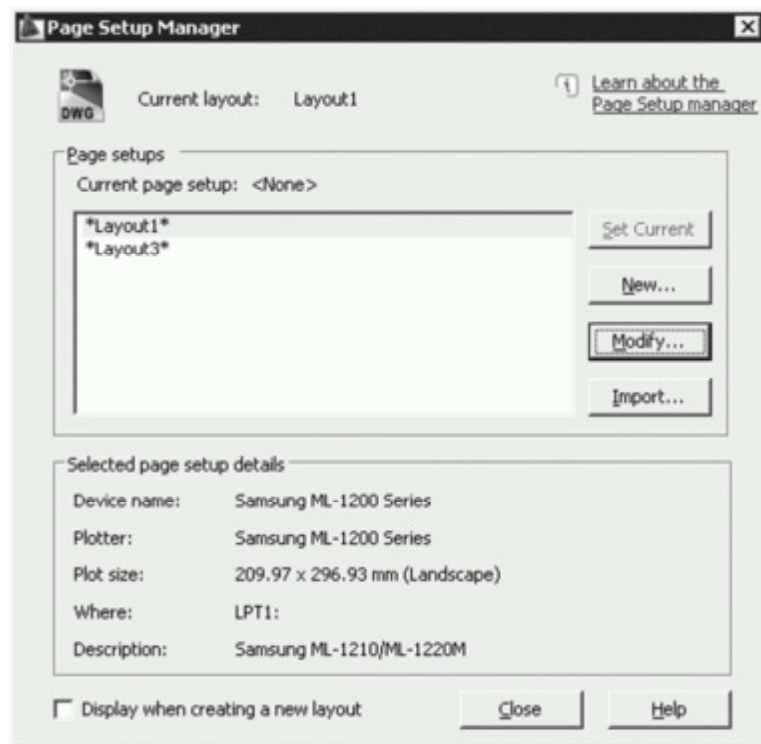


Рис. 4. Диспетчер параметров листа

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

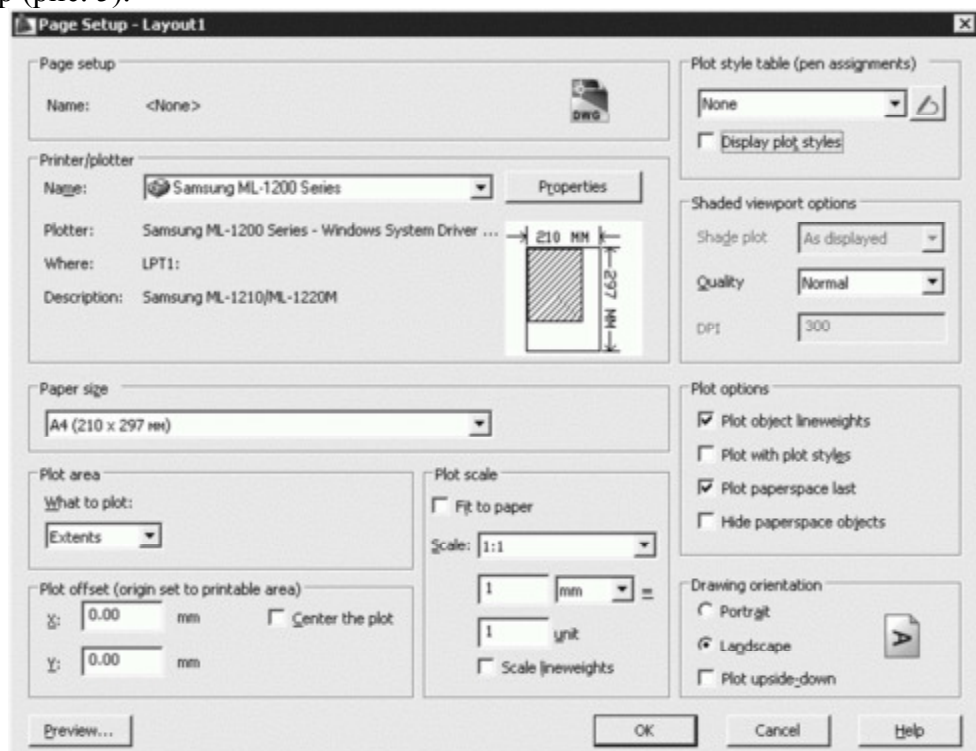


Рис. 5. Диалоговое окно определения параметров листа

- В области Page setup сообщается имя набора параметров листа. Значок DWG справа означает, что диалоговое окно Page Setup открыто из листа. Значок выглядит иначе, если это диалоговое окно открыто из Диспетчера подшивков.

- В области Printer/plotter определяются параметры сконфигурированного устройства печати для использования при распечатке (публикации) листов чертежа или подшивки.
- В области Paper size 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 Plot area определяется выводимая на печать часть чертежа.
- В области Plot offset (origin set to printable area) определяется смещение области печати относительно левого нижнего угла печатаемой страницы или края бумаги, в зависимости от установки параметра Specify plot offset relative to диалогового окна Options, вкладка Plot and Publish.
- В области Plot scale устанавливается масштаб единиц чертежа, выводимых на печать. По умолчанию для листа Layout устанавливается масштаб 1:1. Для закладки Model – значение масштаба Fit to paper.
- В области Plot style table (pen assignments) устанавливается текущая таблица стилей печати (назначение перьев), редактируются имеющиеся и создаются новые таблицы стилей печати.
- В области Shaded viewport options задается способ вывода на печать раскрашенных и тонированных видовых экранов и определяются их уровни разрешения и количество точек на дюйм (т/дюйм).
- В области Plot options устанавливаются параметры печати.
- В области Drawing orientation 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 Page Setup Manager открывалось при начале работы с каждым новым листом, следует убрать флажок Show Page Setup Manager for new layouts 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 Create viewport in new layouts.

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.

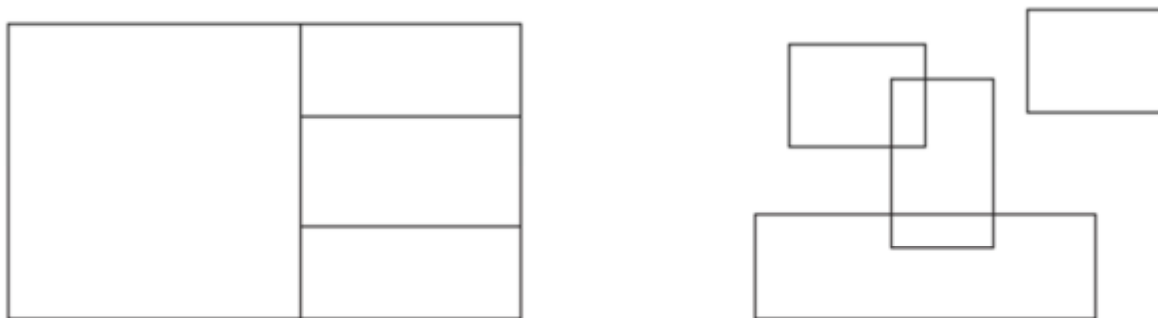


Рис. 6. Примеры неперекрывающихся и перекрывающихся видовых экранов

### 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 > New Viewports... либо щелчком на пиктограмме Display Viewports Dialog на плавающей панели инструментов Viewports.



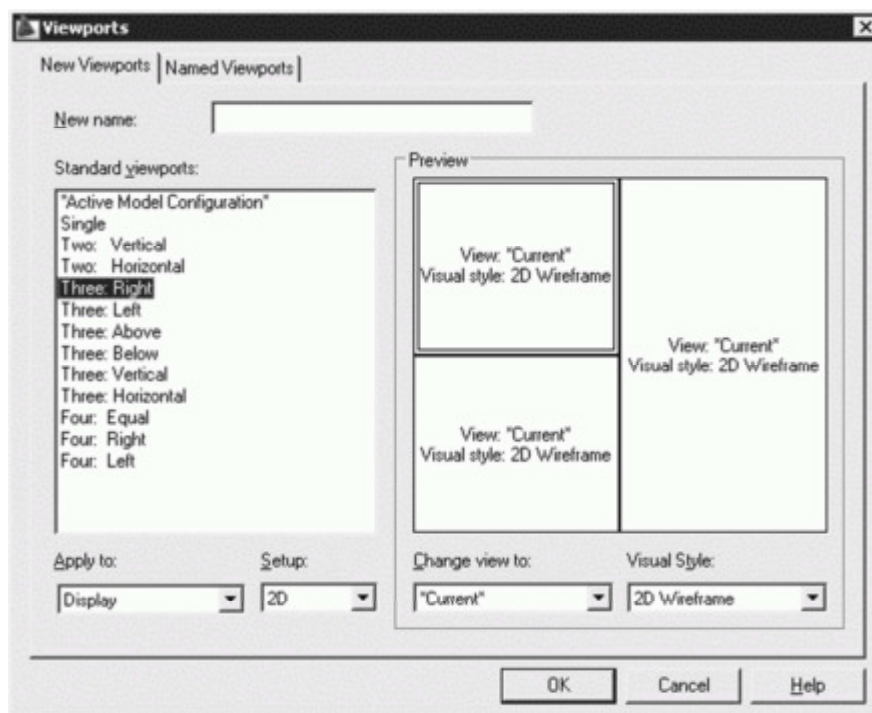


Рис. 7. Диалоговое окно создания видовых экранов

### 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.

#### **1.4 Лабораторная работа №4 (2 часа).**

**Тема: «Построение сектора. Организация работы в AUTOCAD».**

**1.4.1 Цель работы:** Построение сектора. Организация работы в AUTOCAD

**1.4.2 Задачи работы:**

1. Изучить организацию работы в AUTOCAD

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

1. Персональный компьютер (ПК)

**1.4.4 Описание (ход) работы:**

### **Построение дуги в AutoCAD.**

В AutoCAD имеется несколько методов построения дуги:

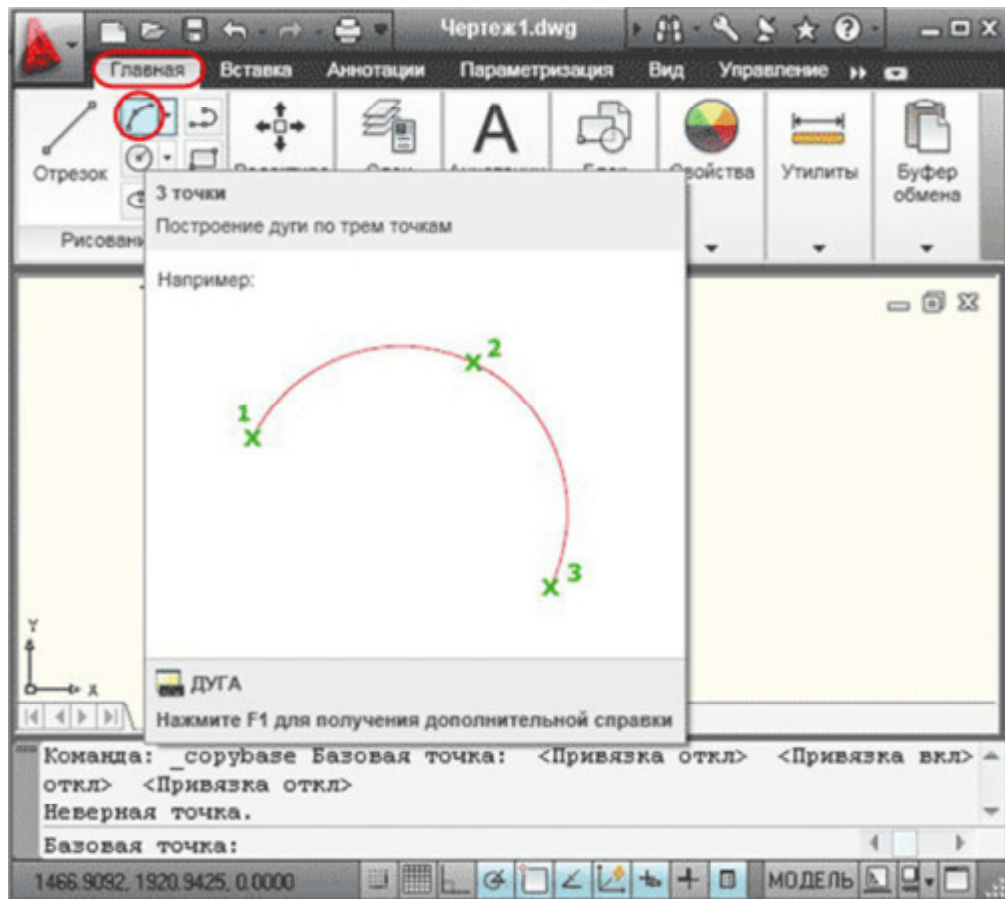
- дуга по трем точкам;
- дуга по точкам начала, центра и конца;
- дуга по начальной точке, центру и внутреннему углу;
- дуга по начальной точке, центру и длине хорды;
- дуга по начальной точке, конечной точке и внутреннему углу;
- дуга по начальной точке, конечной точке и направлению касательной в начальной 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.

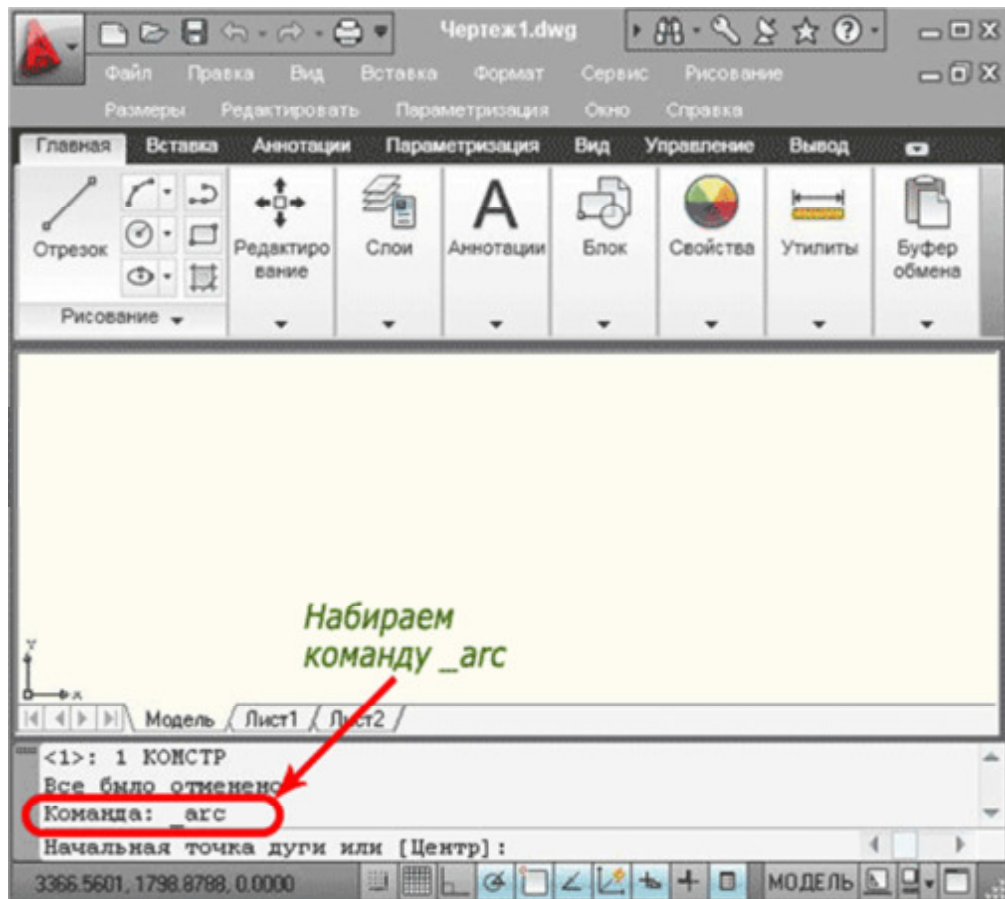
#### ***Дуга по трем точкам.***

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

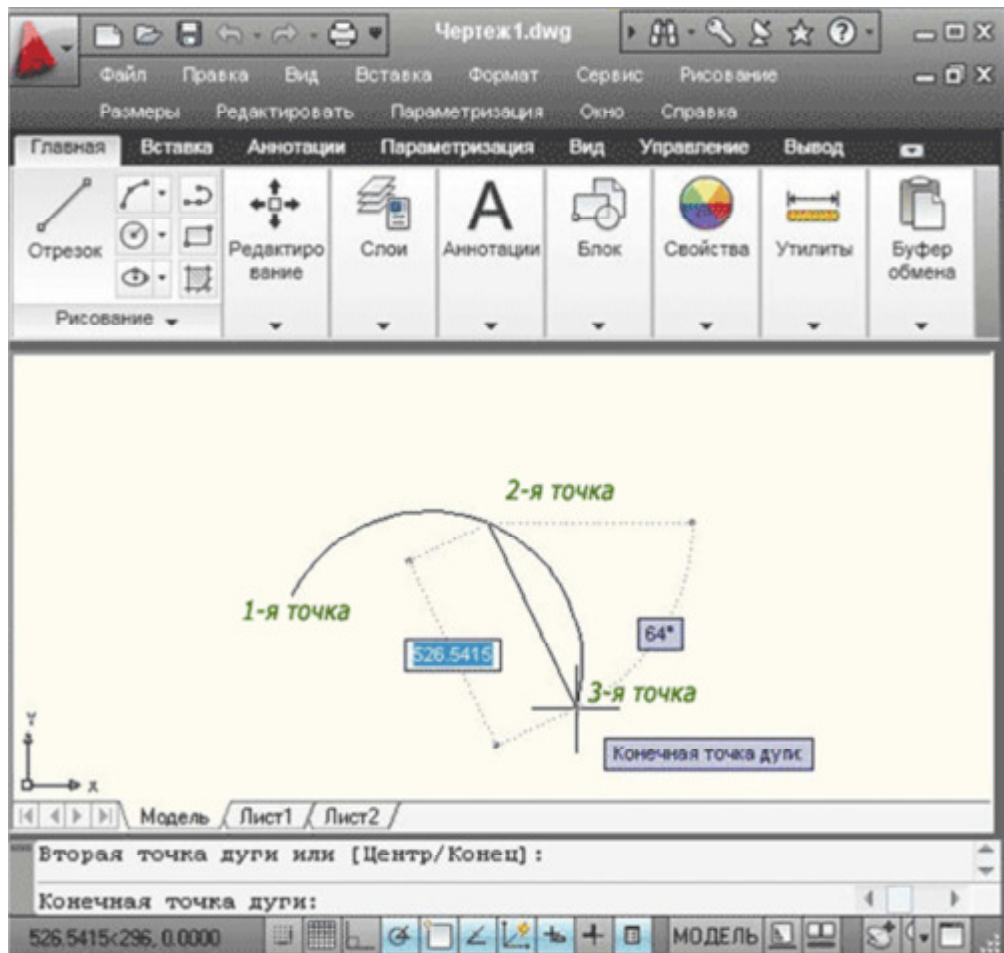




можно в командной строке набрать команду (**\_arc**), нажимаем **Enter**. Программа попросит указать начальную точку дуги или (центр).

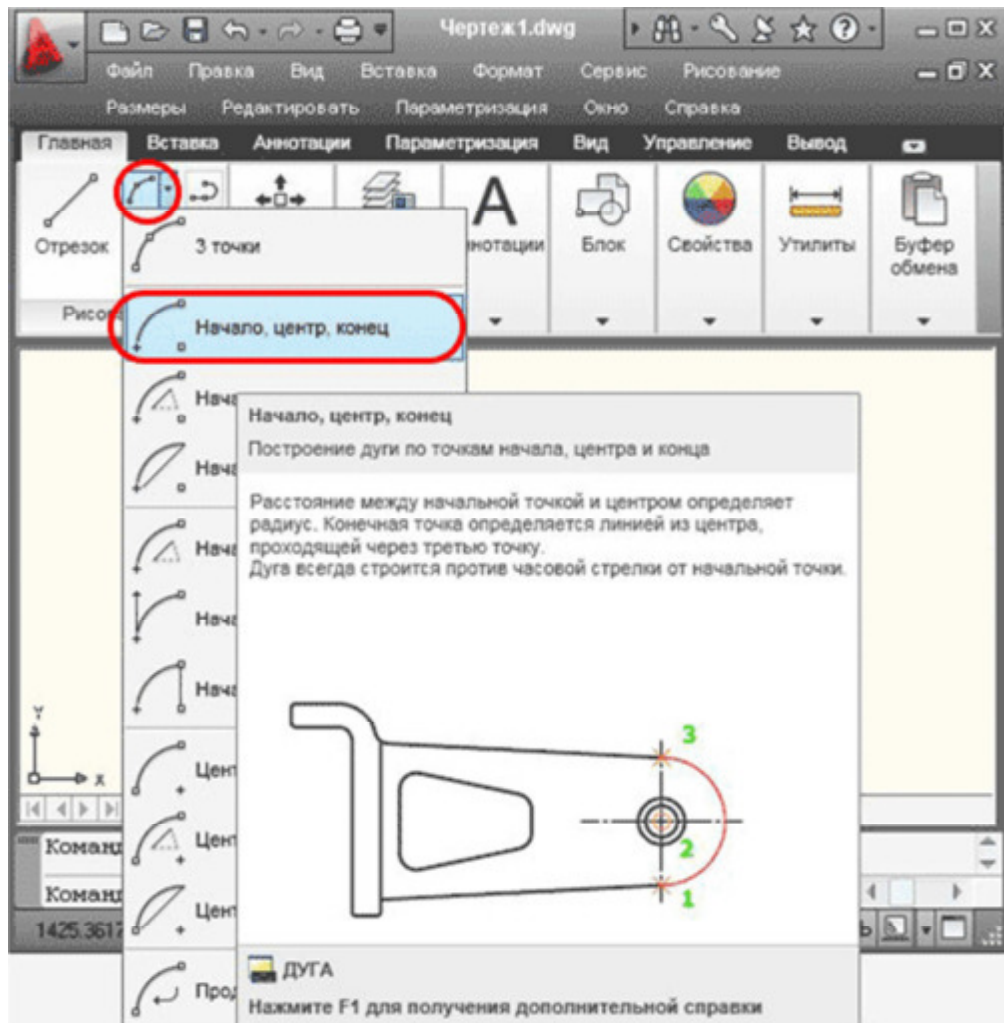


Указываем последовательно при помощи курсора первую, вторую и третью точки. Каждая точка фиксируется щелчком левой клавиши мыши. Дуга построена.

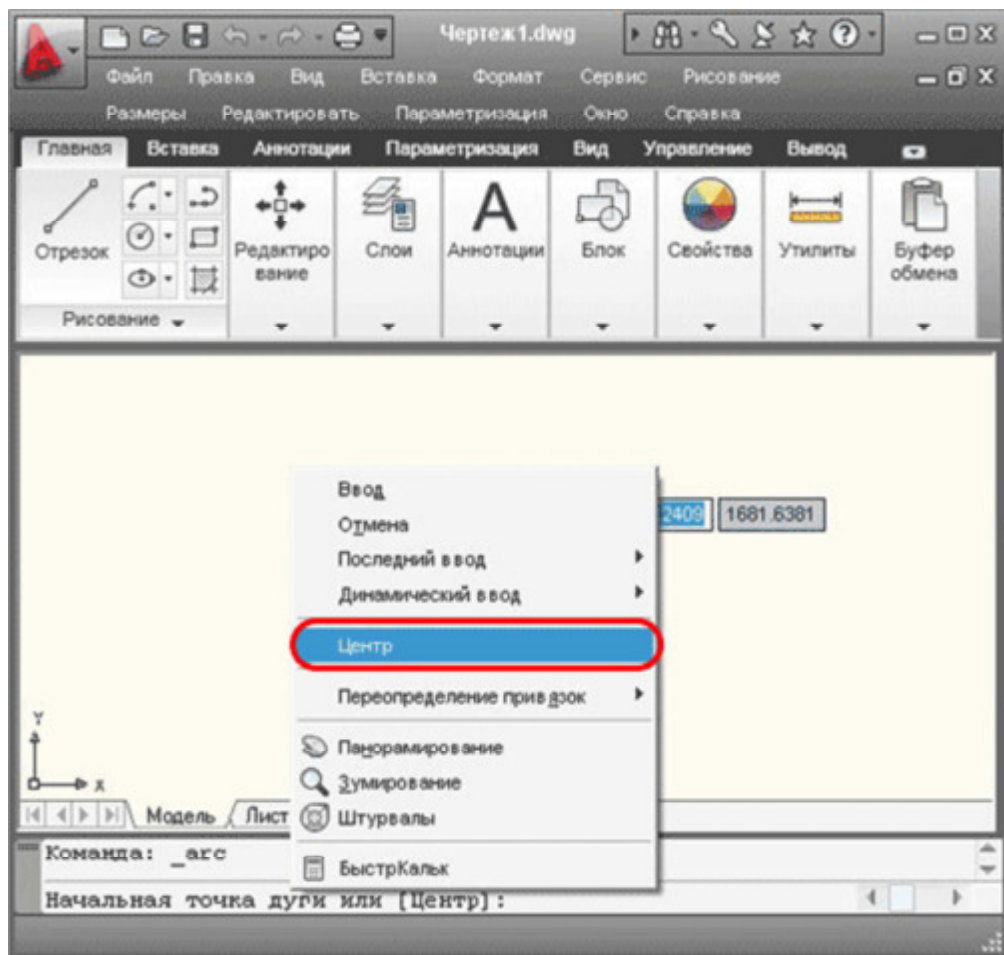


*Дуга по точкам начала, центра и конца.*

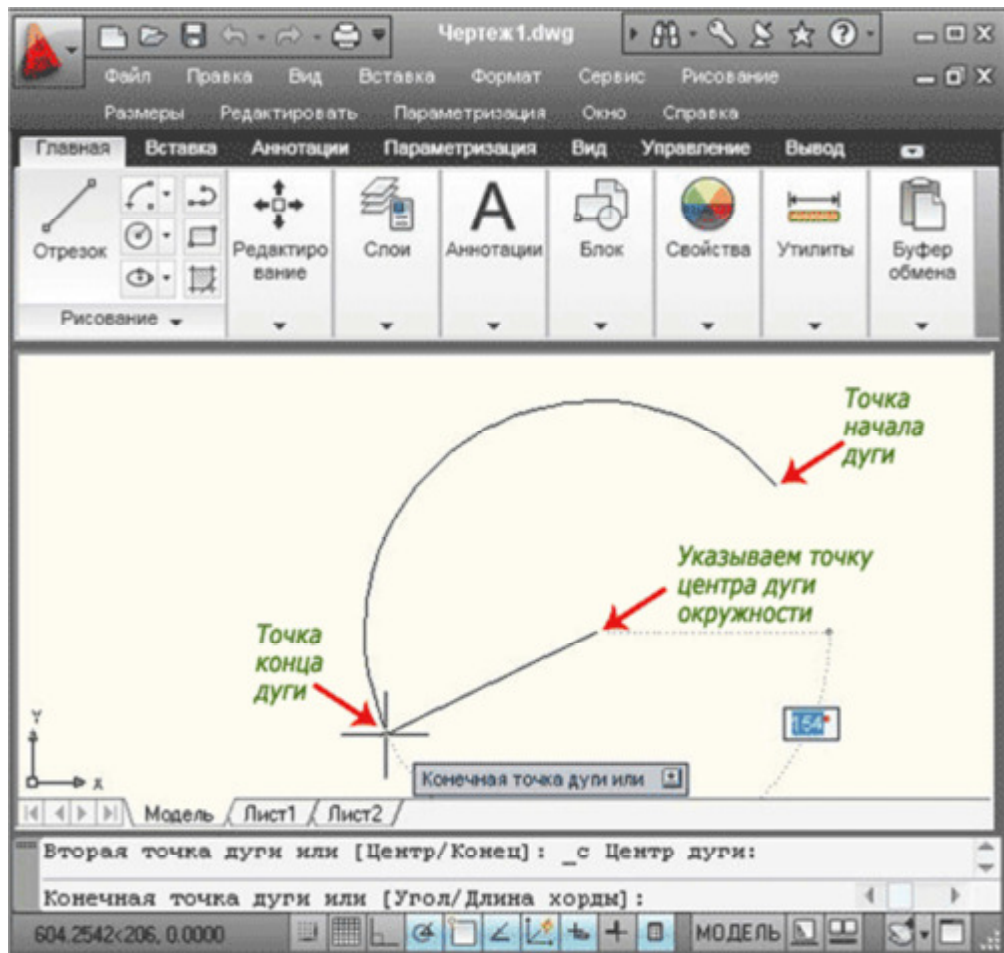
На вкладке "**Главная**", в панели "**Рисование**", открываем раскрывающийся список "**Дуга**". Из списка выбираем команду "**Начало, центр, конец**".



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"**).

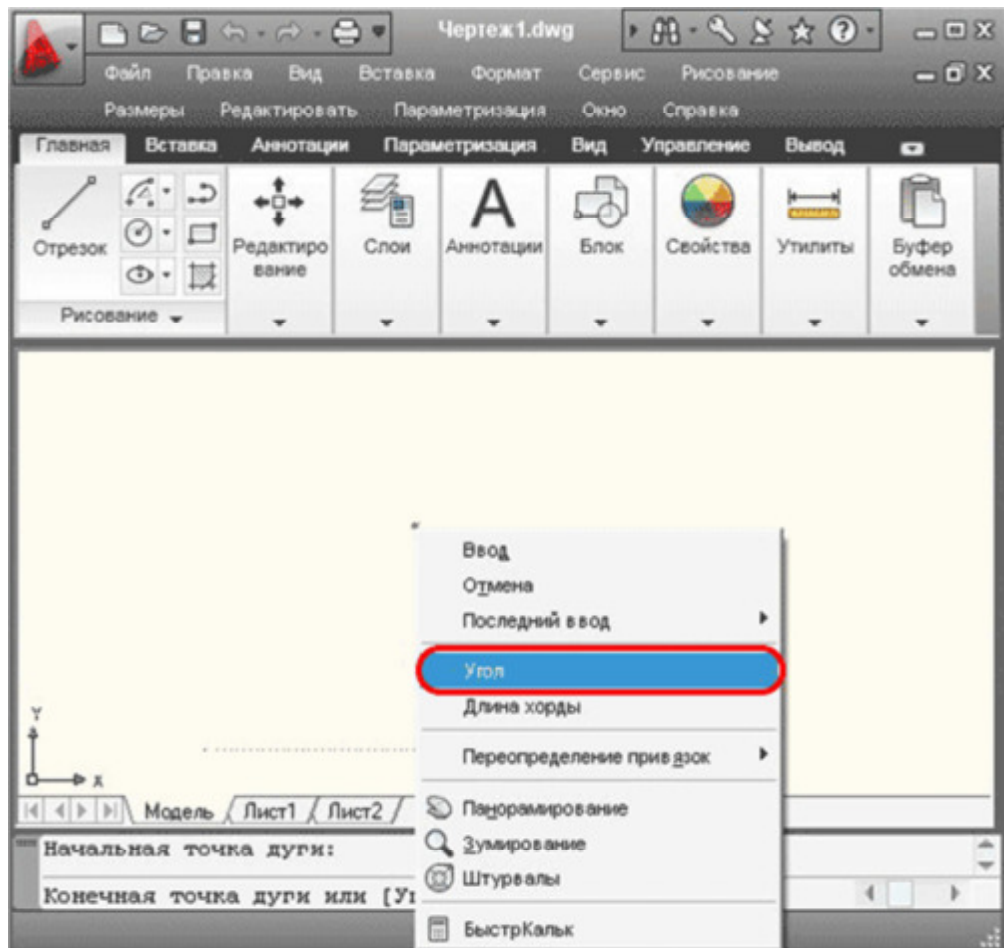


Последовательно при помощи курсора указываем точку, в которой находится центр дуги окружности и точки начала и конца дуги. Каждая точка фиксируется щелчком левой клавиши мыши. Дуга построена. Обратите внимание, что при этом способе дуга всегда строится против часовой стрелки, а конечная точка находится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



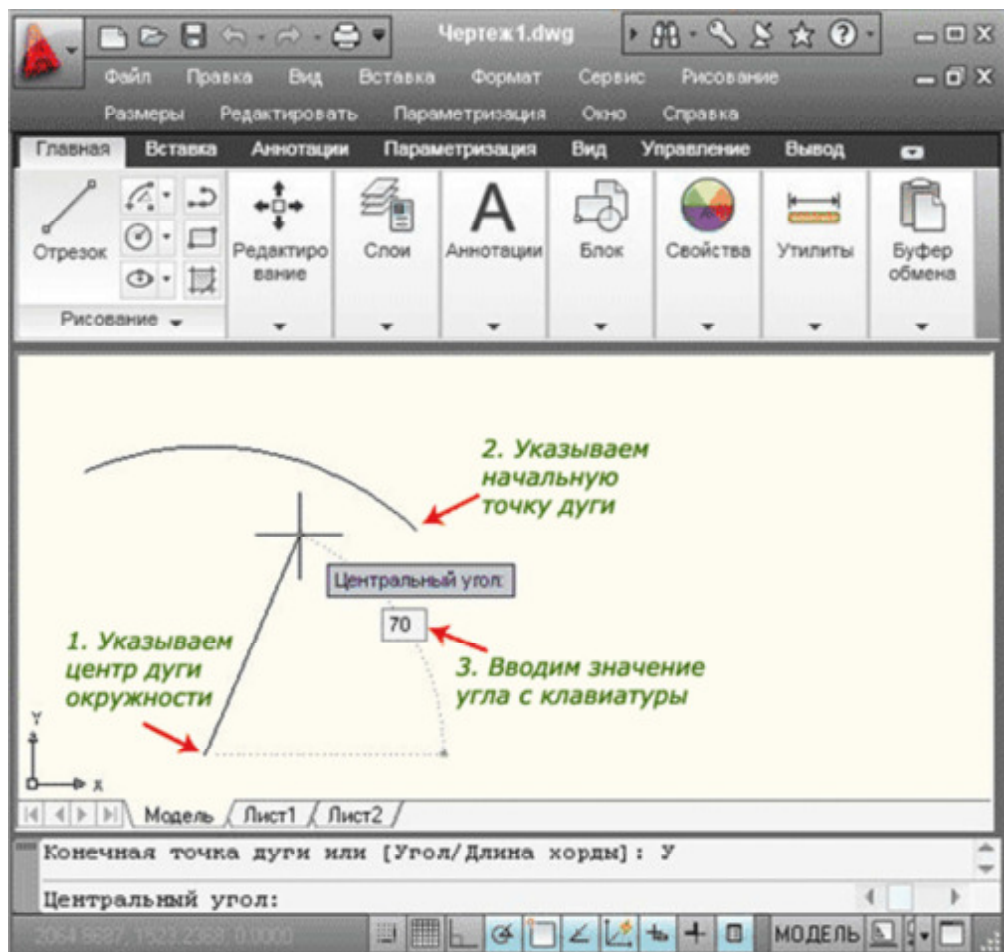
*Дуга по начальной точке, центру и внутреннему углу.*

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.

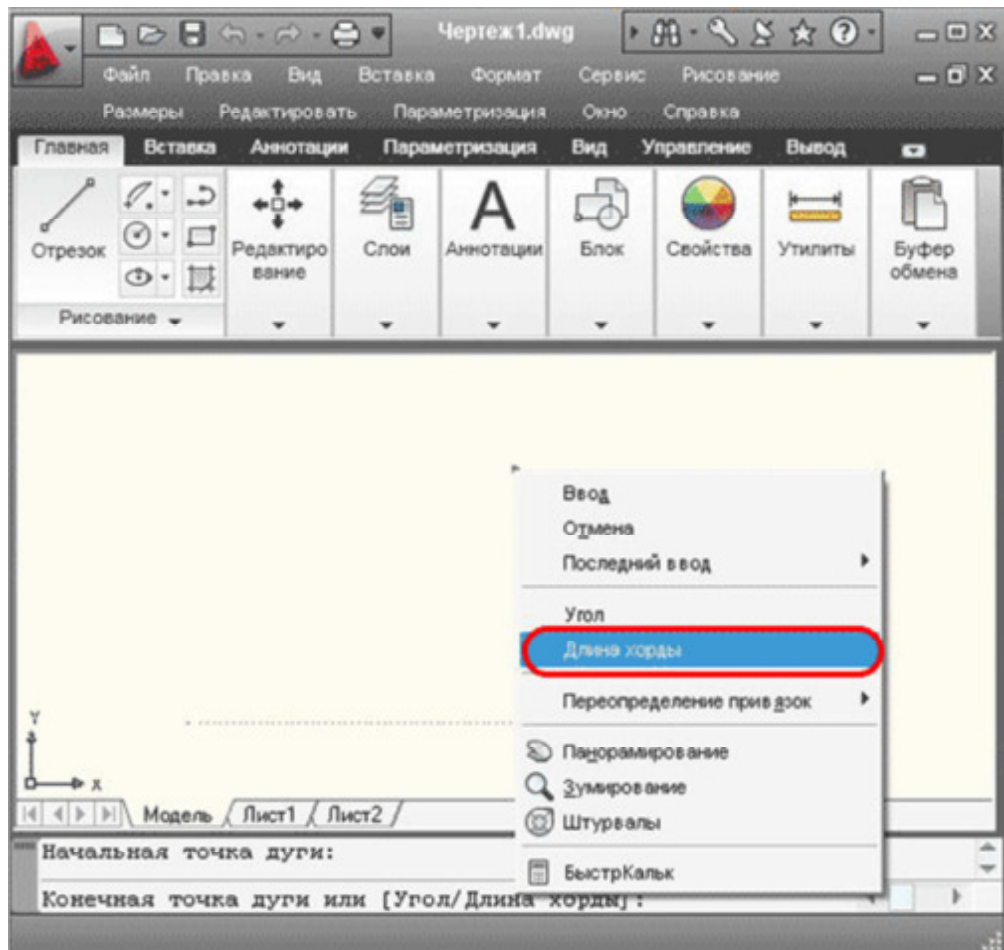




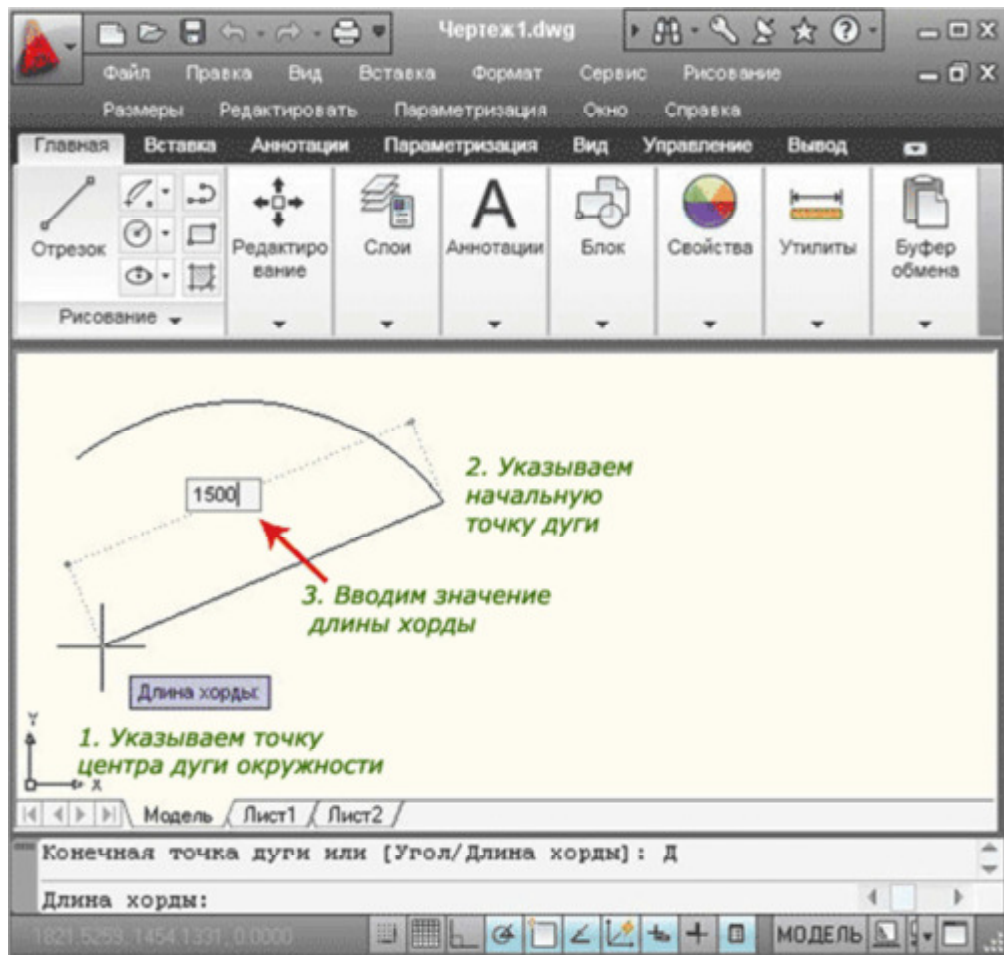
*Дуга по начальной точке, центру и длине хорды.*

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 "**chord Length**").





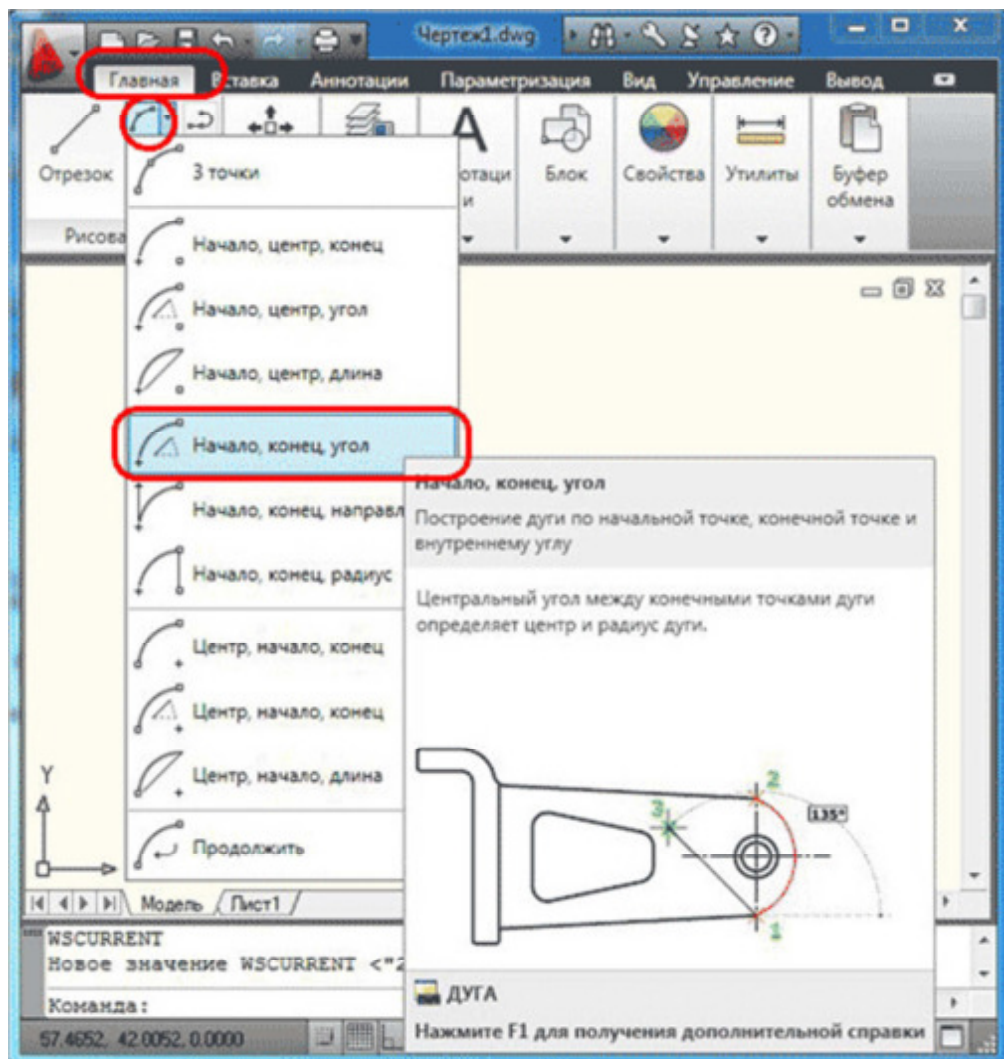
Теперь вводим значение длины (например, 1500) нажимаем **Enter**, дуга построена.



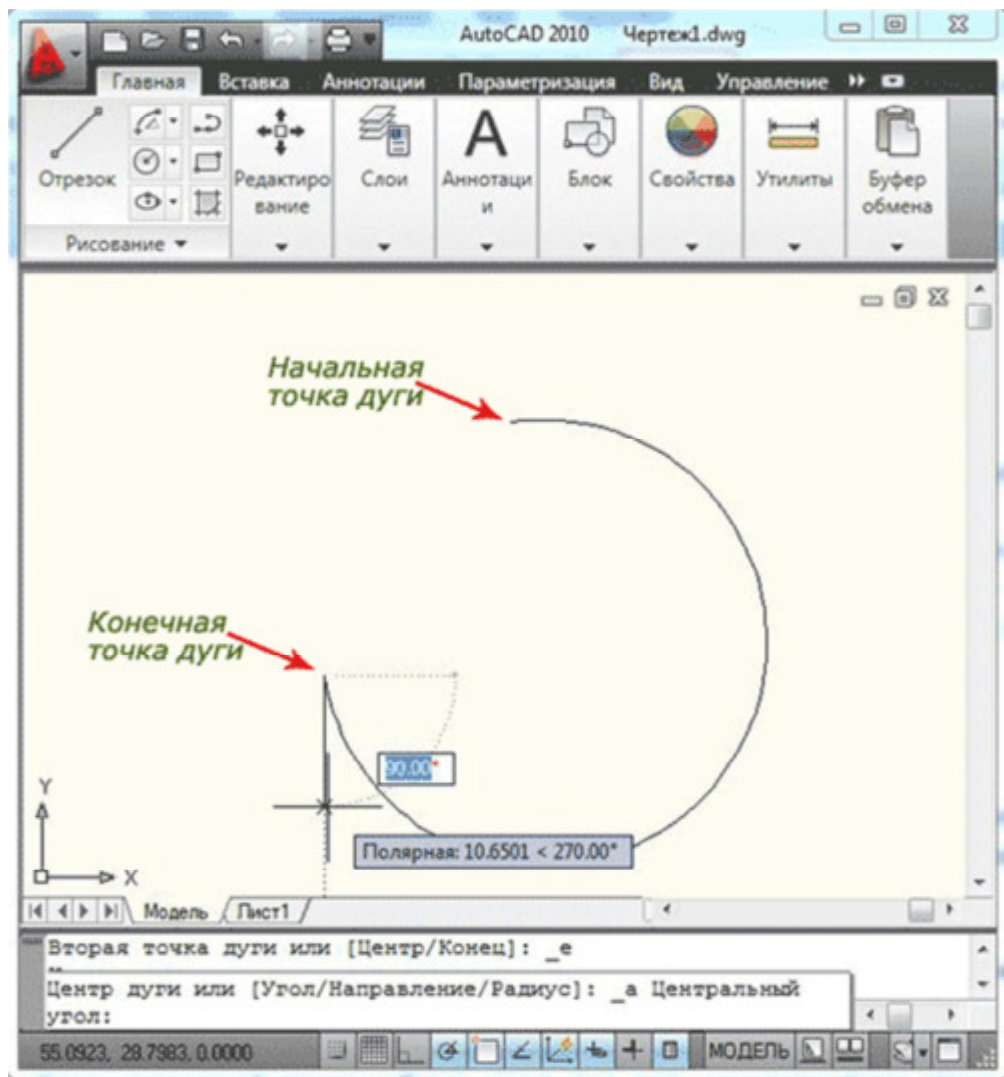
Необходимо помнить, что на окружности существует две хорды заданной длины. Чтобы построить дугу по второй хорде, задается отрицательное значение длины, в нашем примере (-1500), в этом случае будет построена большая дуга той же окружности. Не забывайте, абсолютное значение длины хорды не может превышать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

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

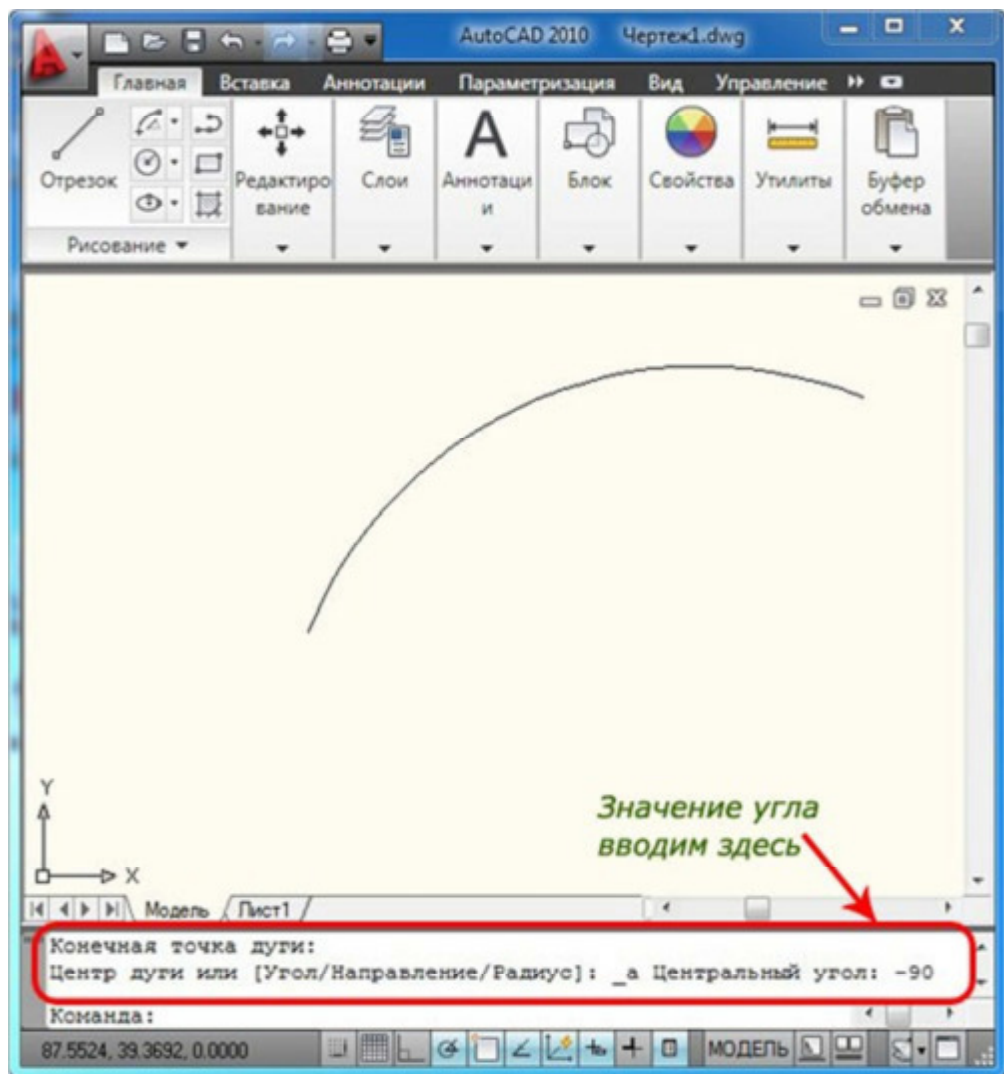
Для построения на вкладке "Главная" в панели "Рисование" открываем раскрывающийся список "Дуга", из списка выбираем команду "Начало, конец, угол".



Указываем начальную и конечную точку дуги.

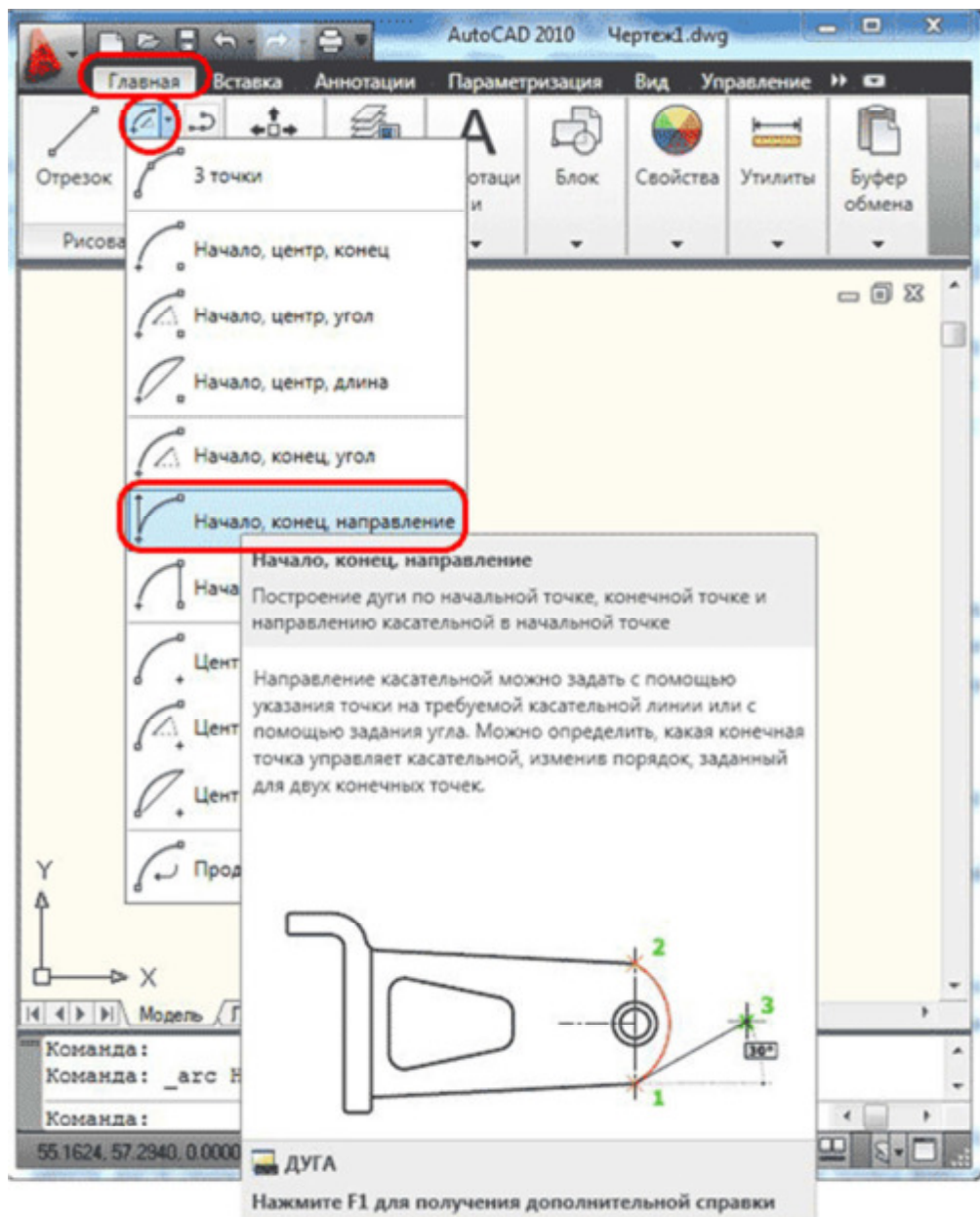


Система попросит ввести значение угла, введем, к примеру, **90°** нажимаем клавишу **Enter**. Как видите центр, и радиус дуги определились автоматически. Дуга строится против часовой стрелки. Если нужно построить дугу с направлением по часовой стрелке, вводим отрицательное значение угла (**-90°**).



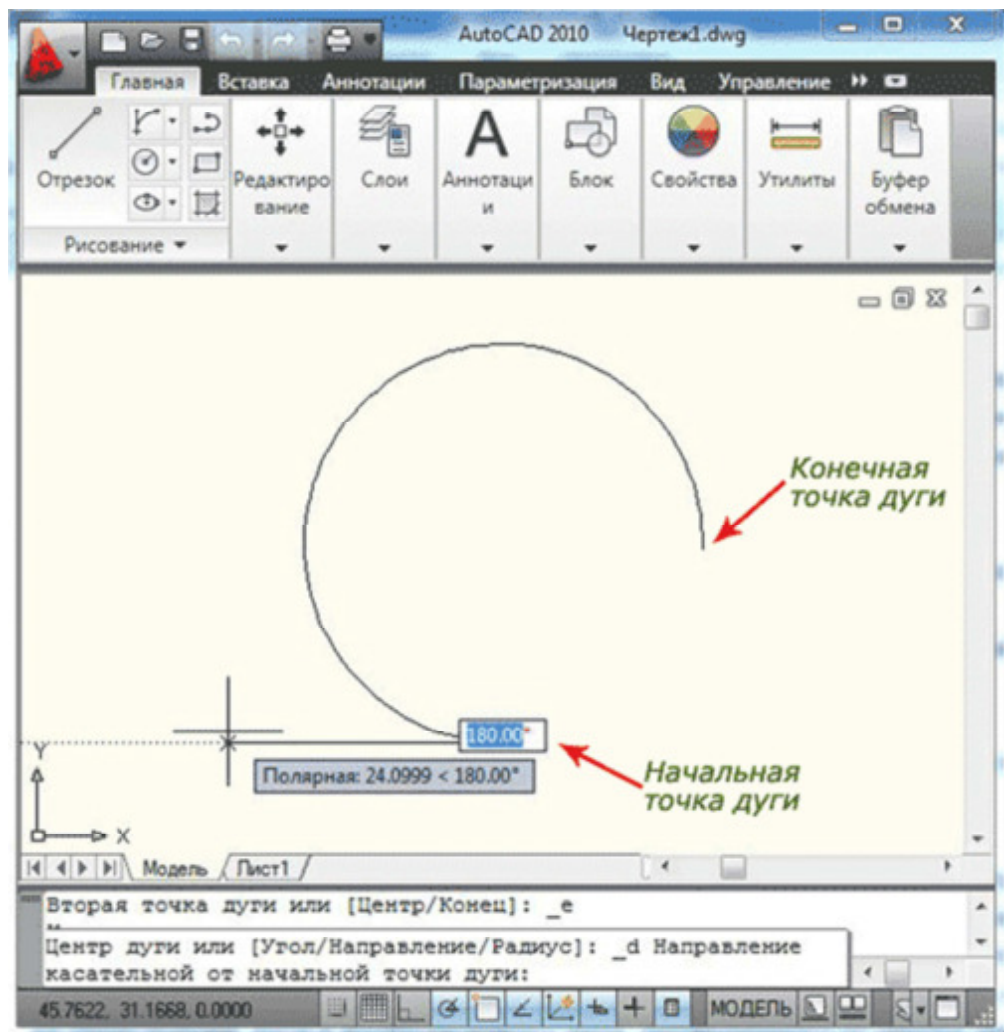
*Дуга по начальной точке, конечной точке и направлению касательной в начальной точке.*

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

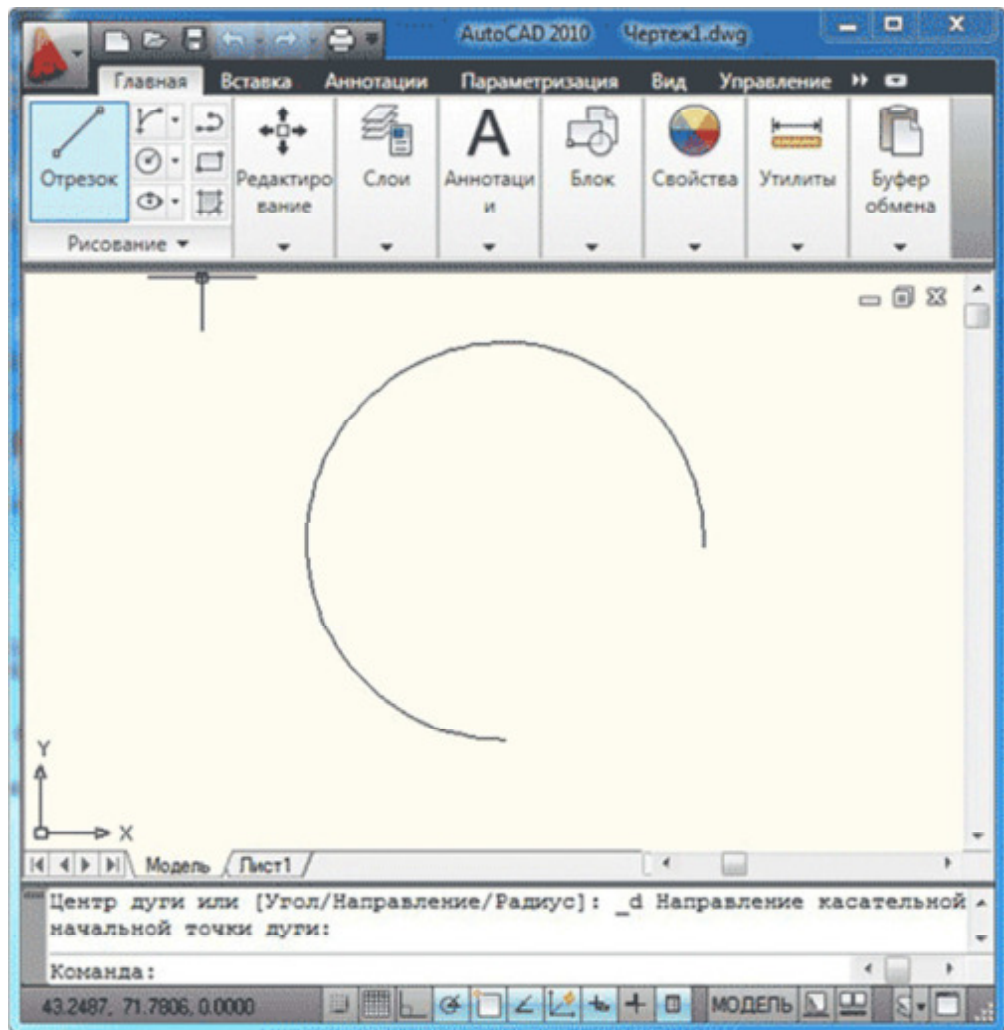


При помощи курсора указываем начальную и конечную точку дуги. Система попросит указать направление касательной.





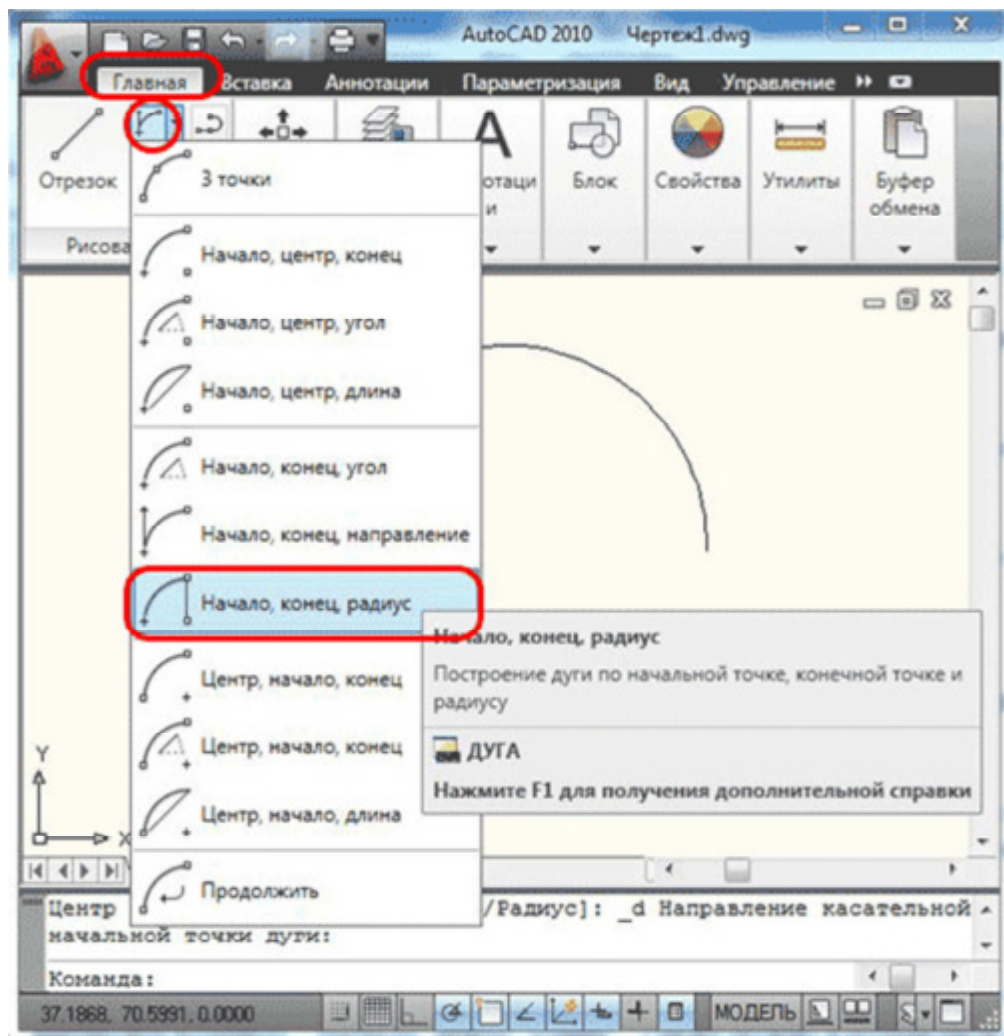
После выбора направления делаем щелчок левой клавишей мыши, дуга построена.



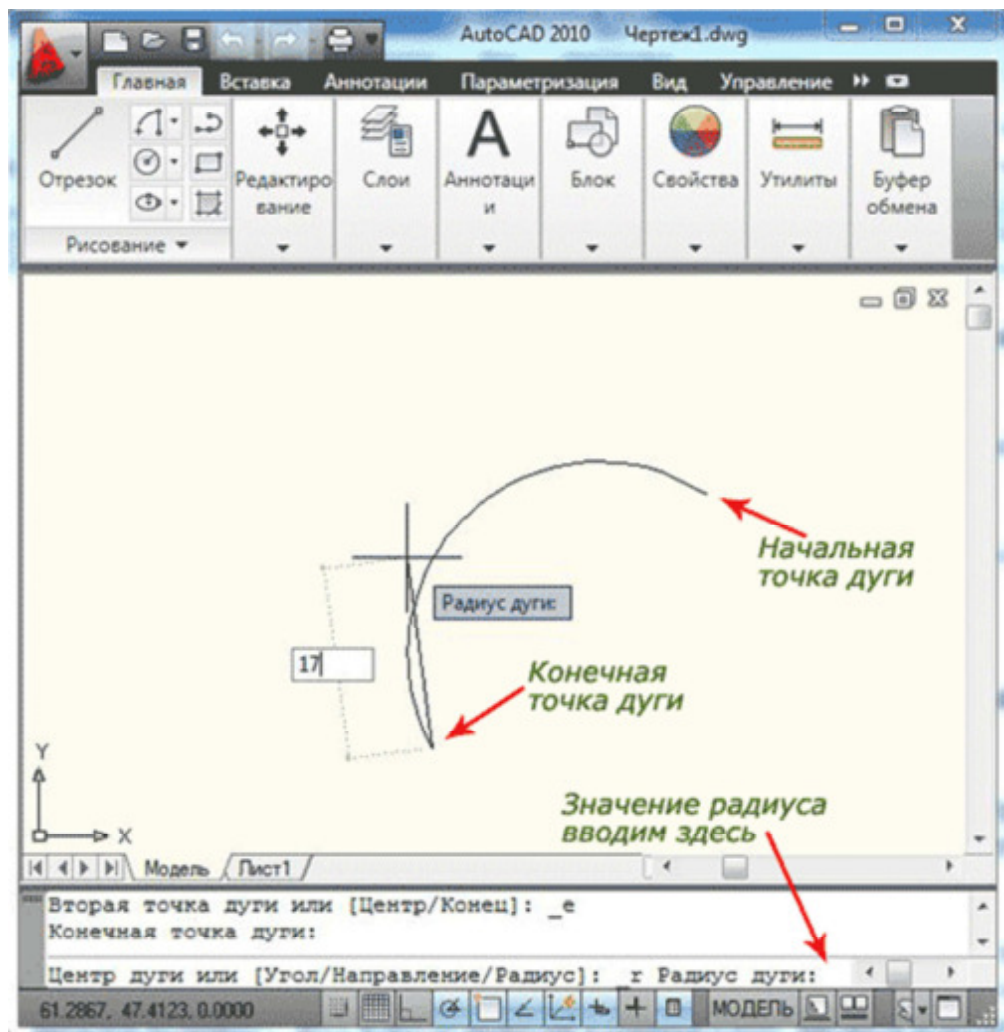
*Дуга по начальной точке, конечной точке и радиусу.*

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

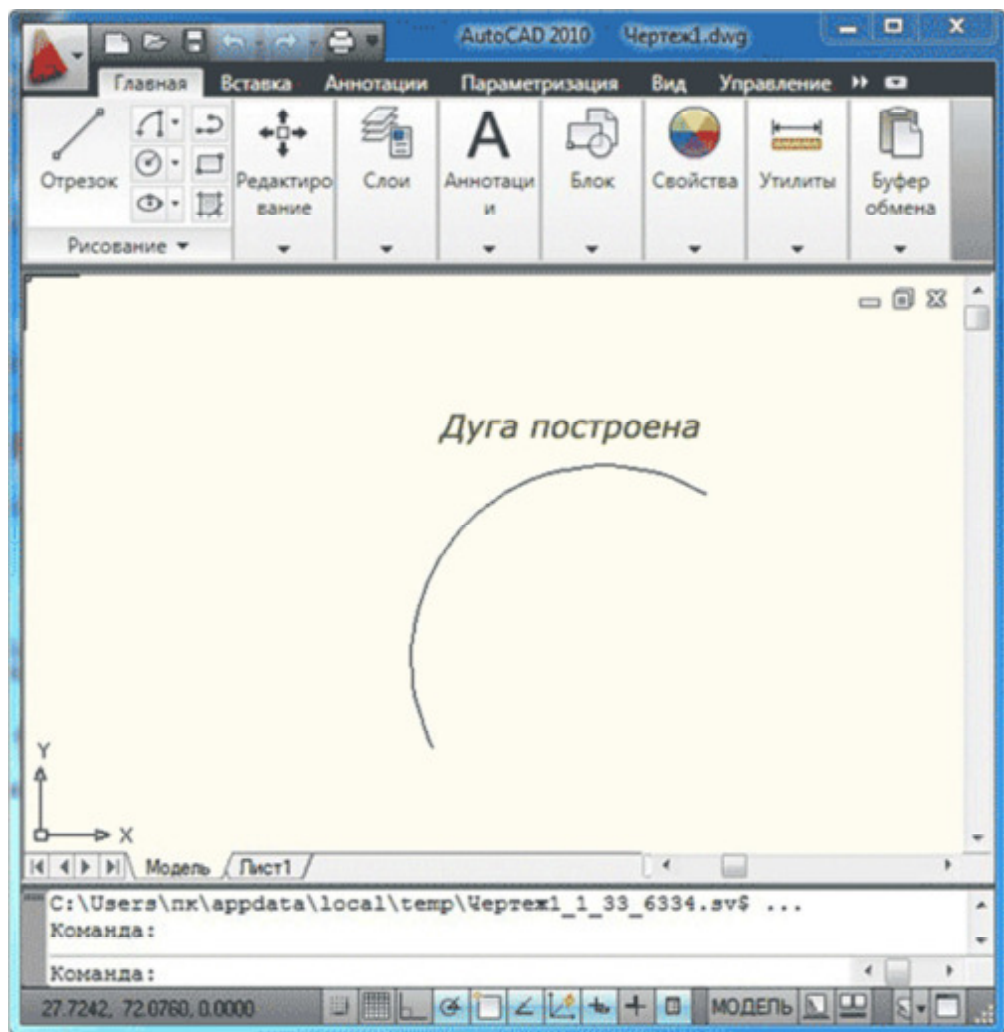




При помощи курсора указываем начальную и конечную точки дуги. Обратите внимание, порядок задания конечных точек, определяет направление прогиба дуги (если Вы хотите построить дугу в другом направлении, просто задавайте конечные точки в другой последовательности).

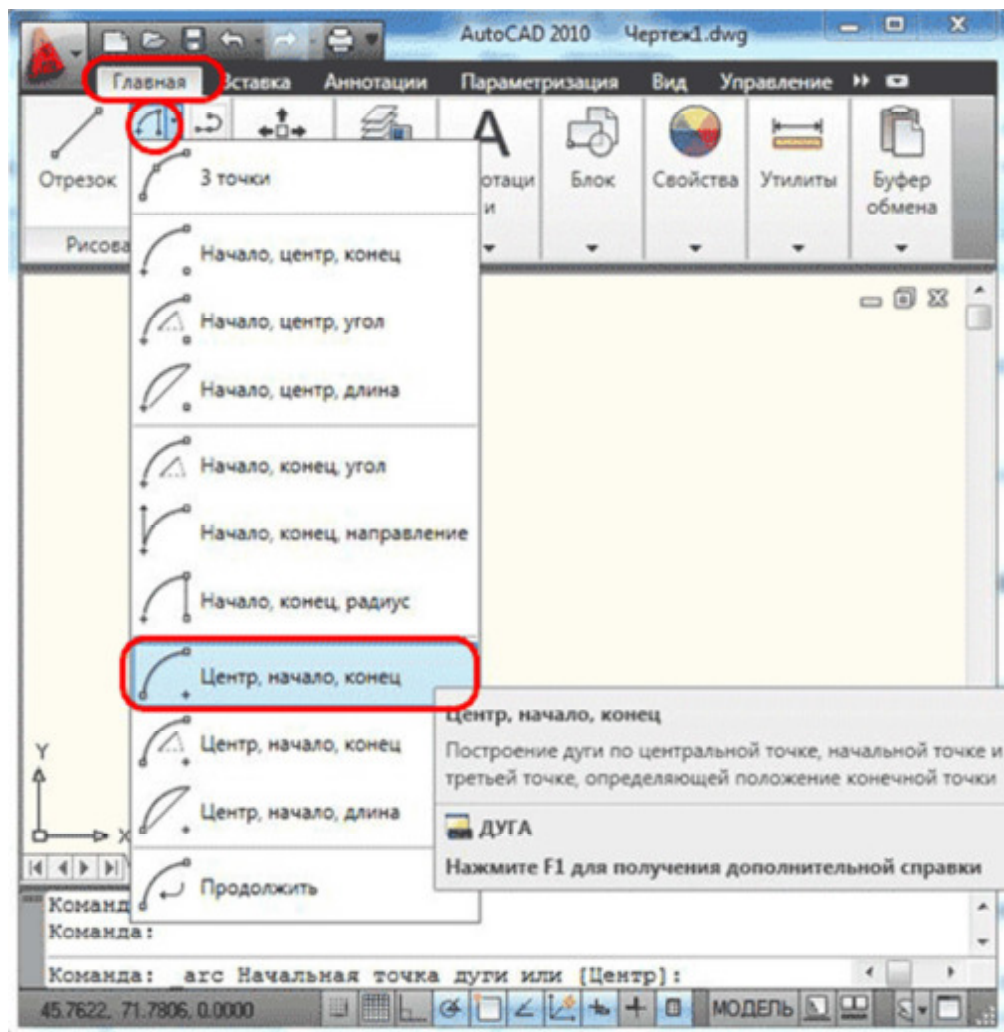


Вводим значение радиуса, нажимаем Enter , дуга построена.

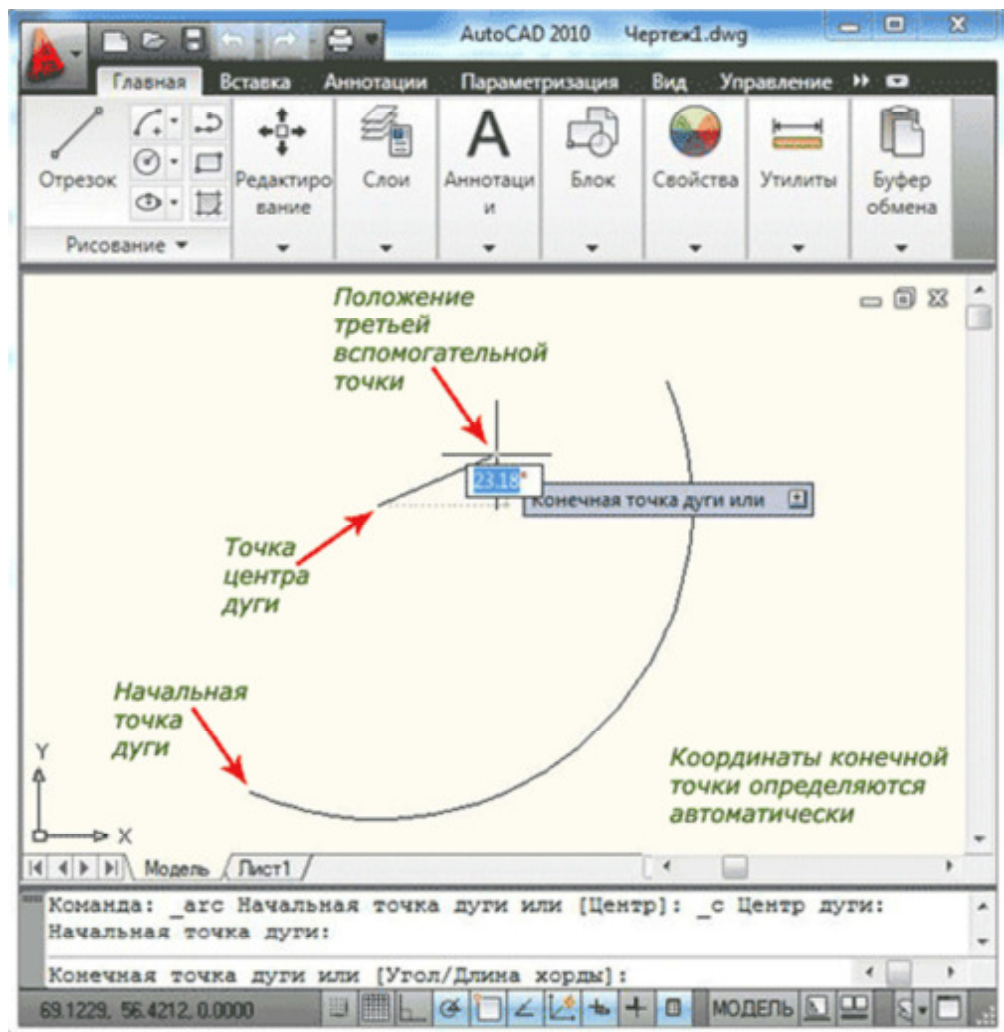


*Дуга по центральной точке, конечной точке и третьей точке, определяющей положение конечной точки.*

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.

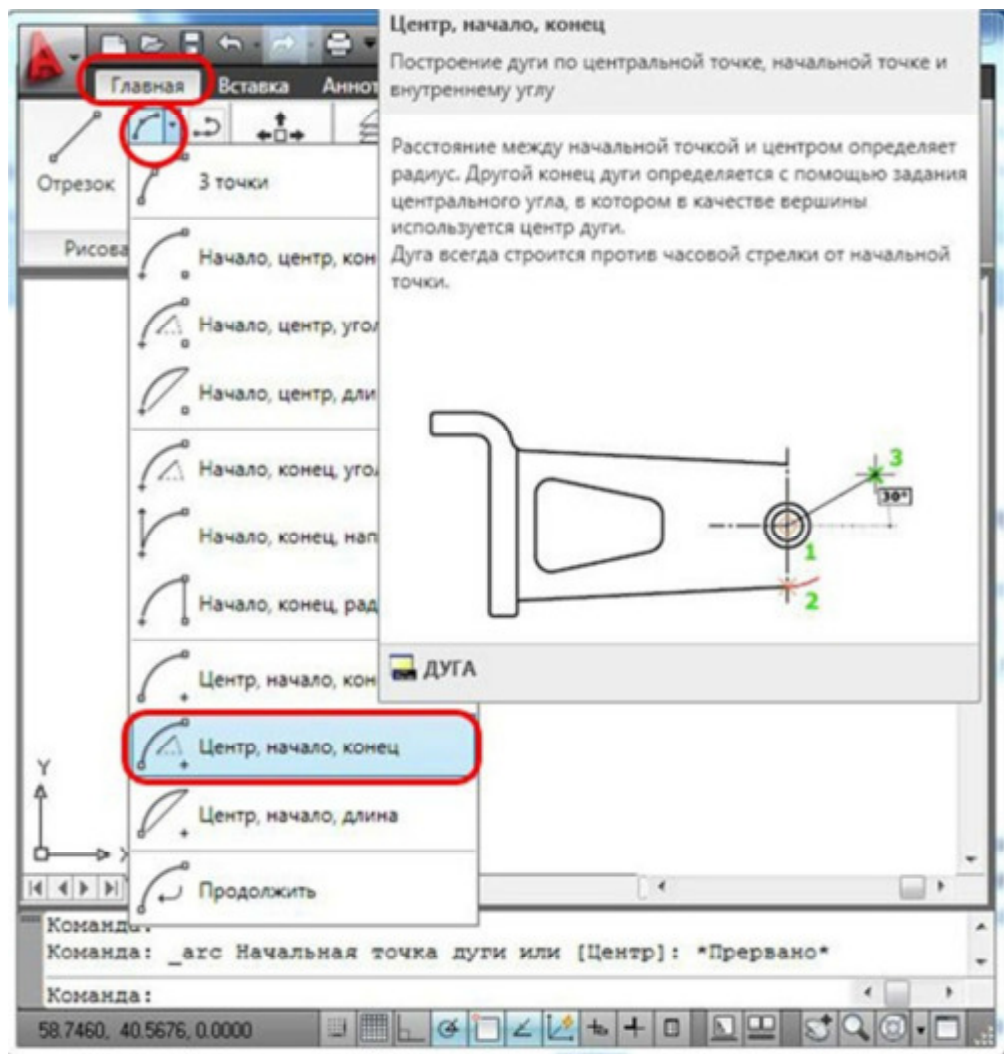


Дуга всегда строится против часовой стрелки. Если Вам известны центральный угол или длина хорды, после ввода начальной точки можно вызвать контекстное меню и выбрать нужную команду.

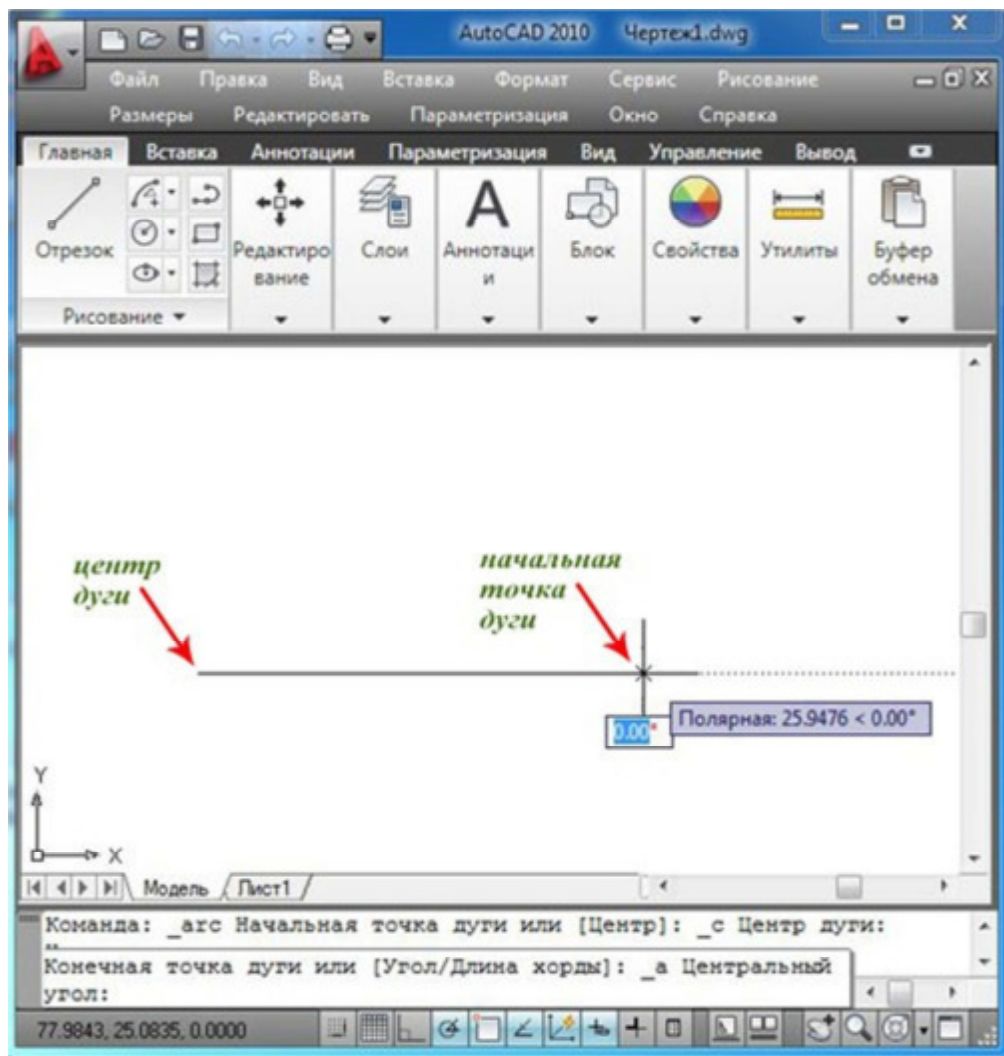
*Дуга по центральной точке, начальной точке и внутреннему углу.*

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



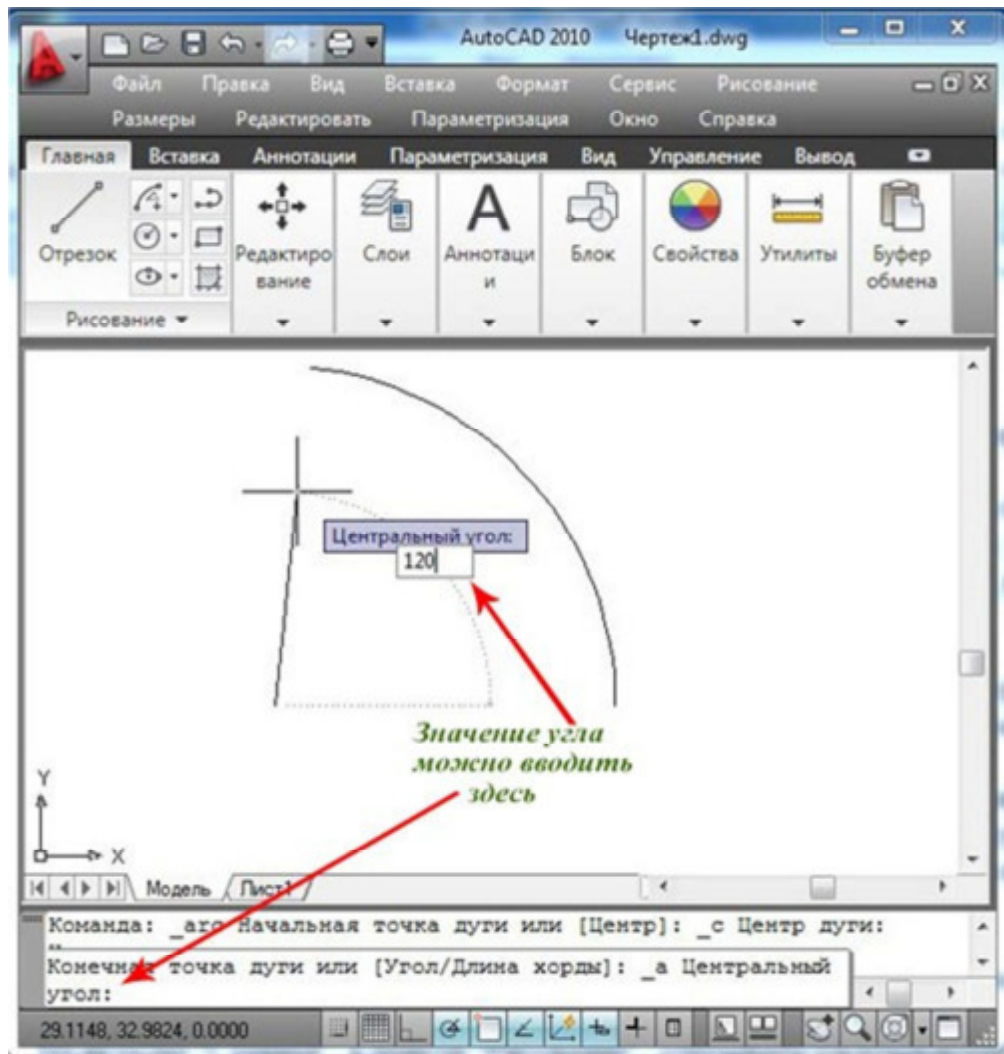


Сначала задаем точки центра и начала дуги, как обычно, значение координат можно задавать в командной строке или указывать при помощи курсора.

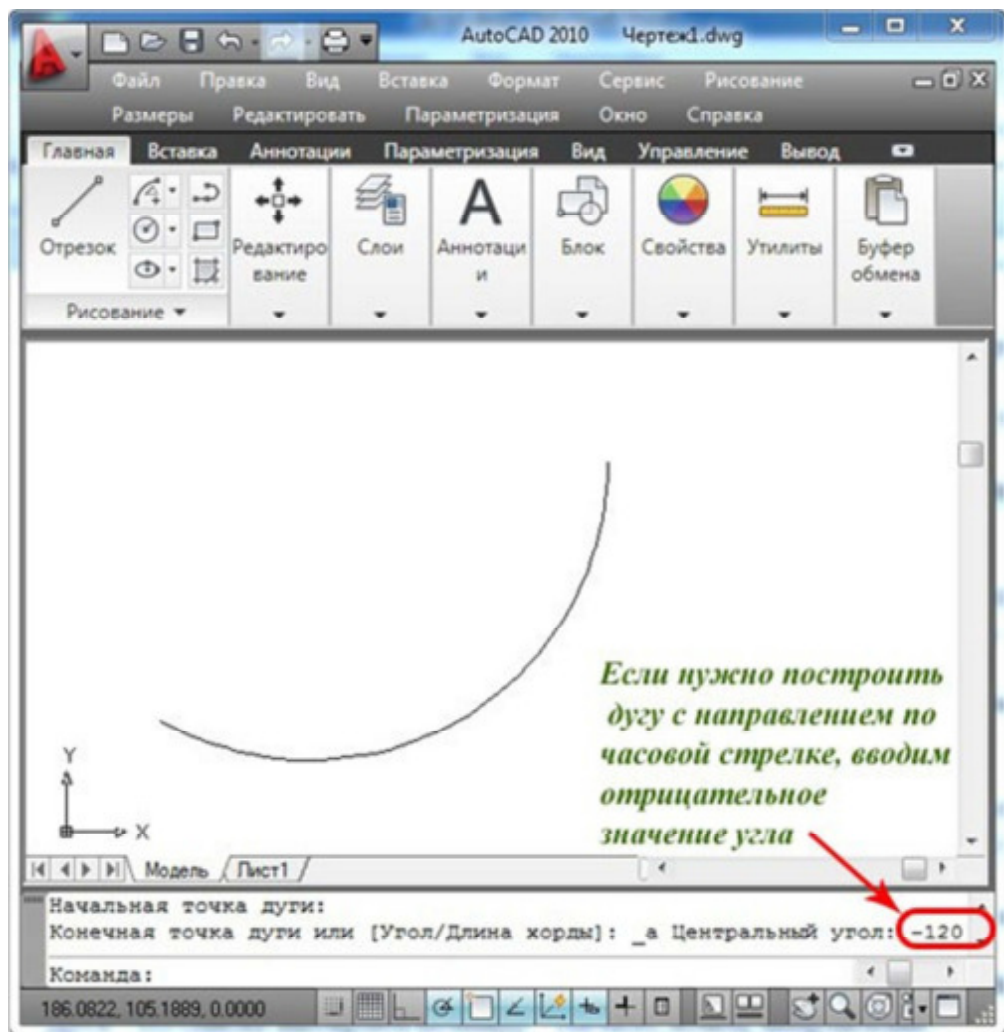


Система попросит ввести значение угла, введем, к примеру, **120°** нажимаем клавишу **Enter**, конечная точка при этом определится автоматически.



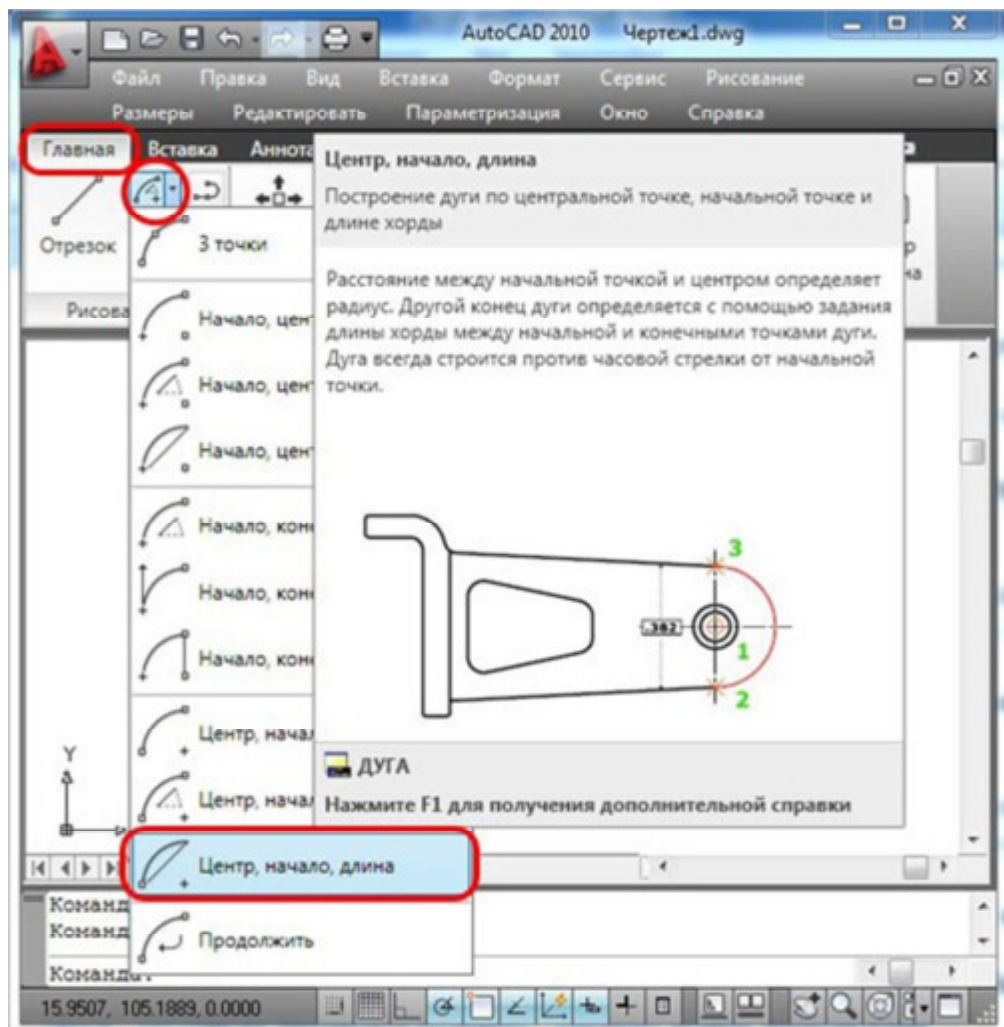


Дуга всегда строится против часовой стрелки. Если нужно построить дугу с направлением по часовой стрелке, вводим отрицательное значение угла (**-120°**).

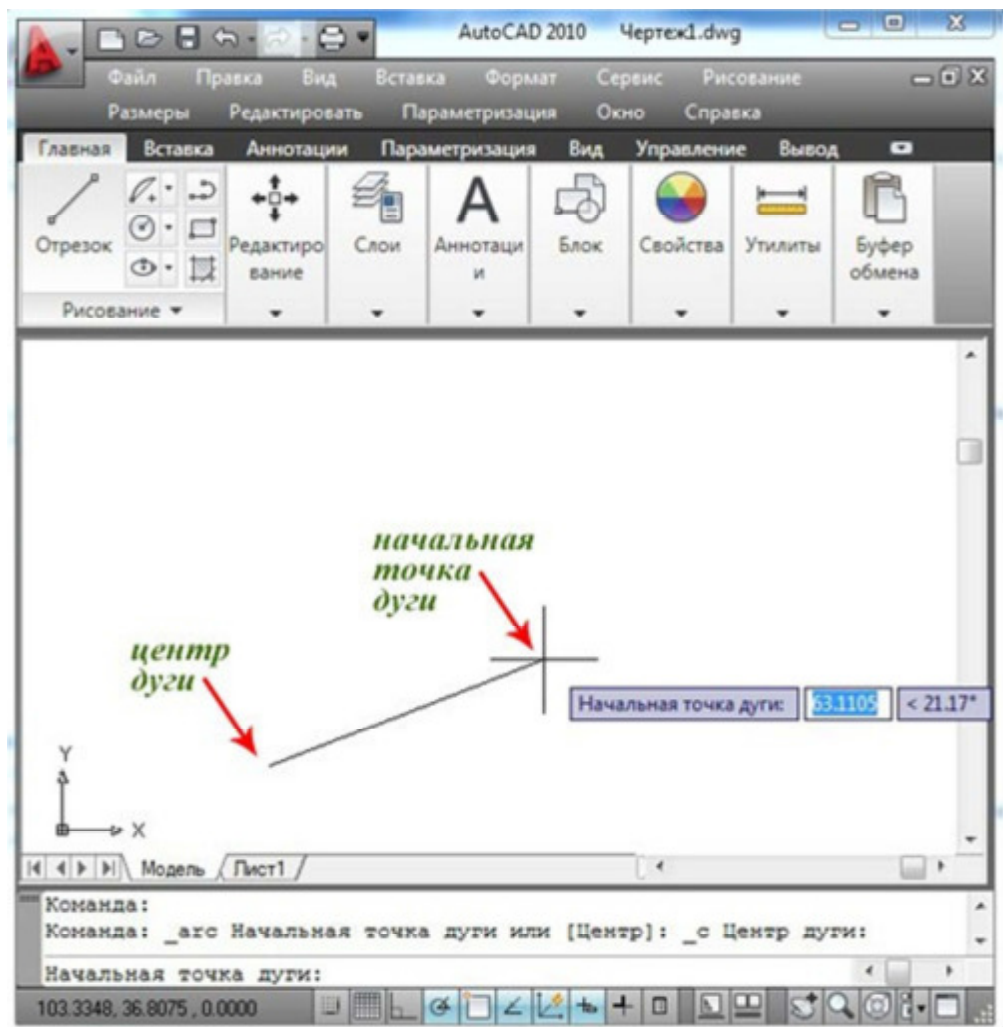


*Построение дуги по центральной точке, начальной точке и длине хорды.*

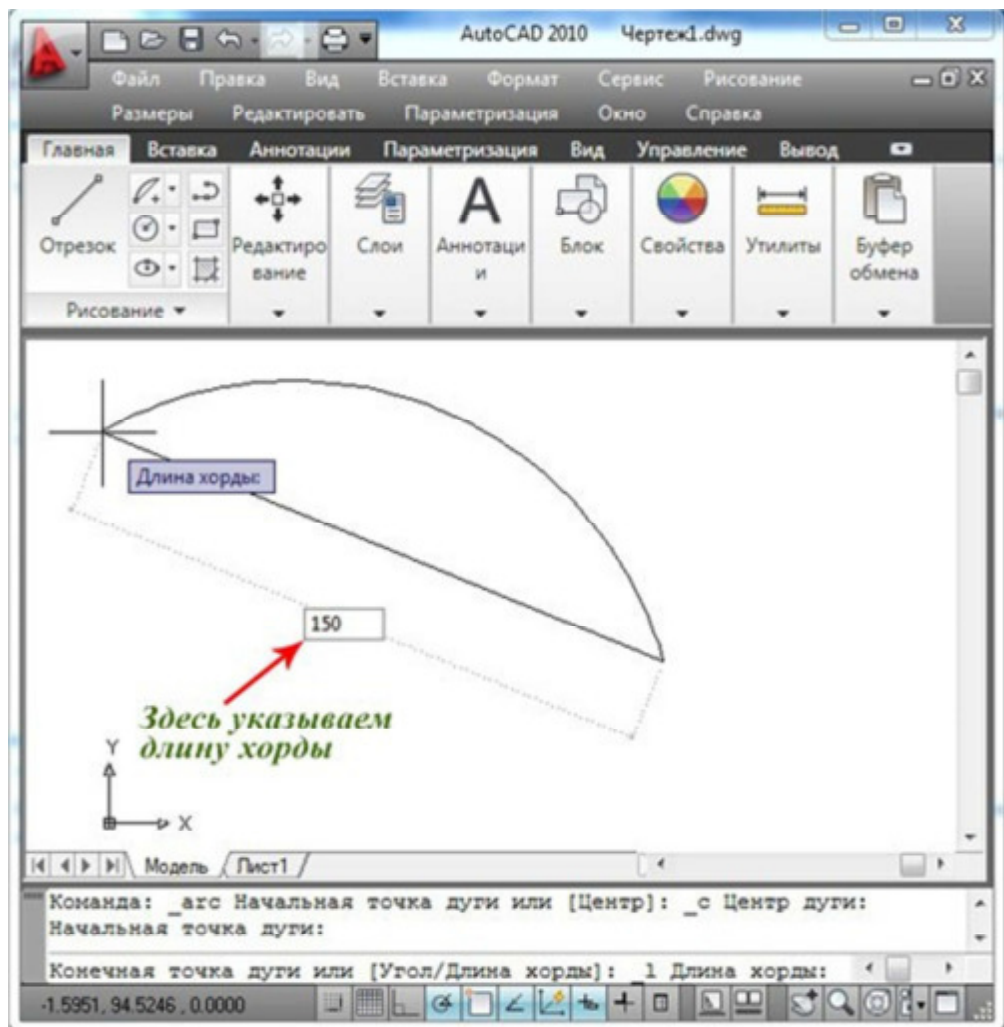
На вкладке "Главная", в панели "Рисование", открываем раскрывающийся список "Дуга". Из списка выбираем команду "Центр, начало, длина".



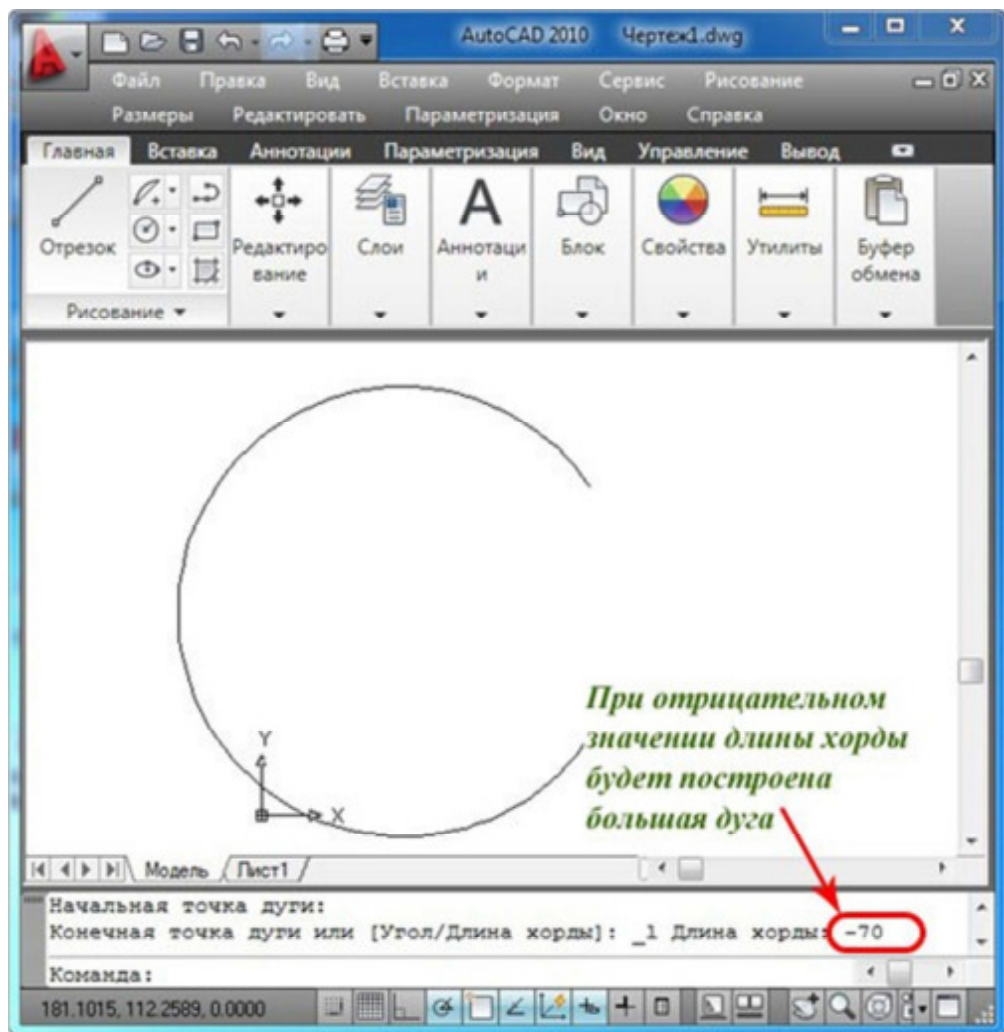
При помощи курсора задаем точки центра и начала дуги. Система попросит указать длину хорды.



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



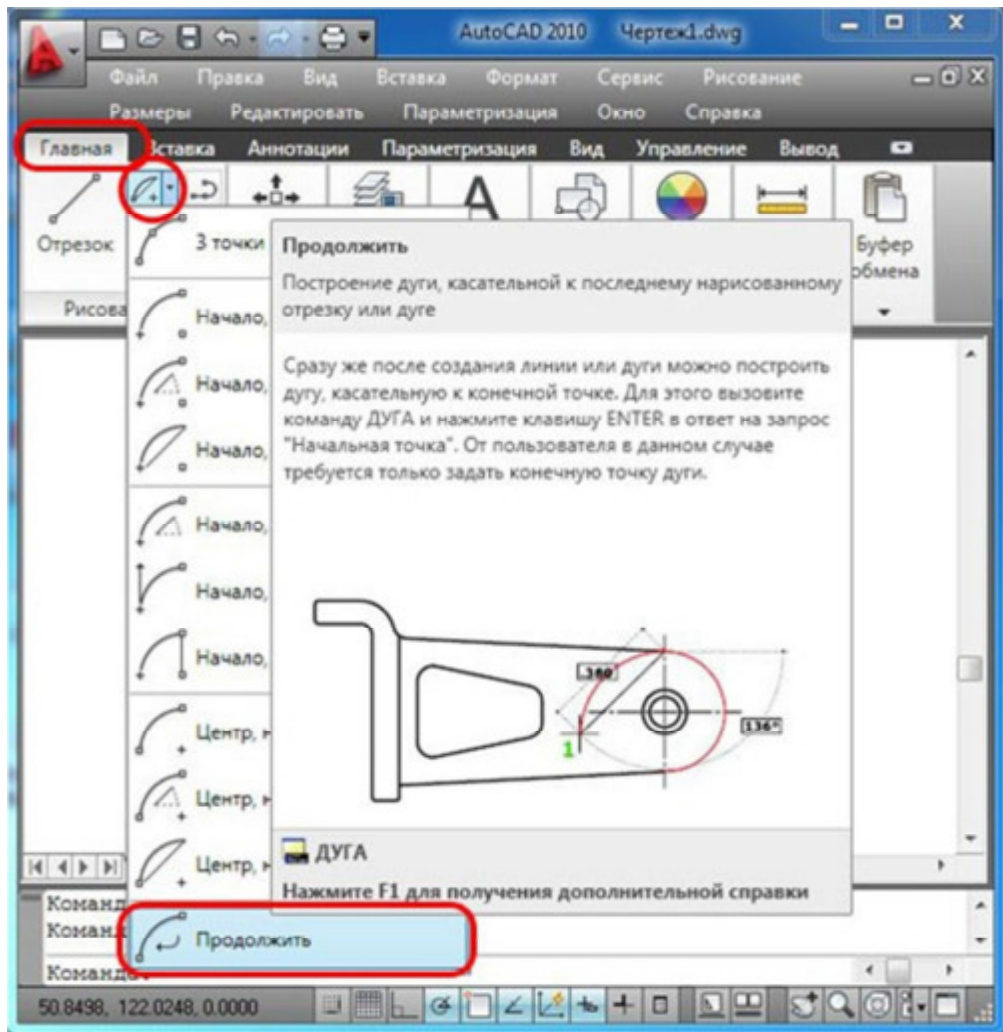
Следует помнить, что может быть построена меньшая или большая дуга. При положительном значении длины хорды, строится меньшая дуга против часовой стрелки, при отрицательном значении, строится большая дуга опять же против часовой стрелки.



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

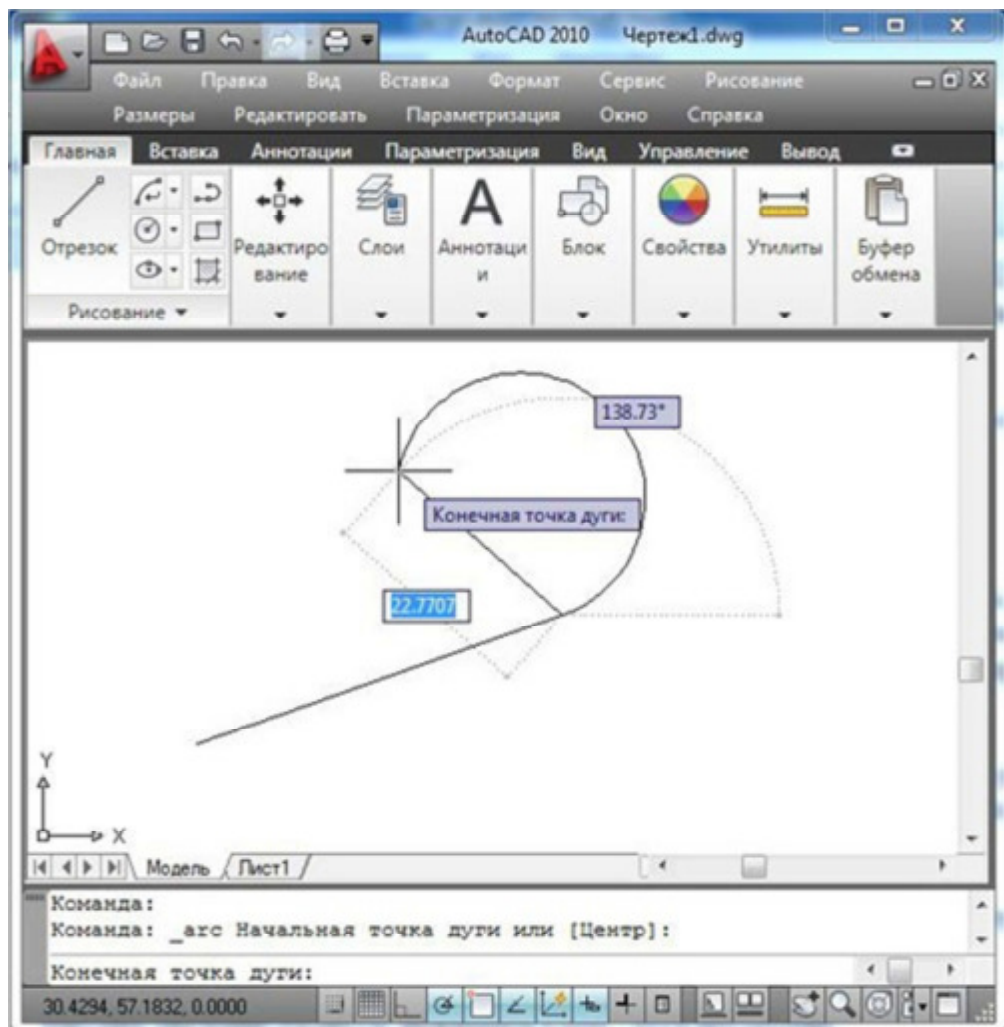
На вкладке "Главная", в панели "Рисование", открываем раскрывающийся список "Дуга". Из списка выбираем команду "Продолжить".



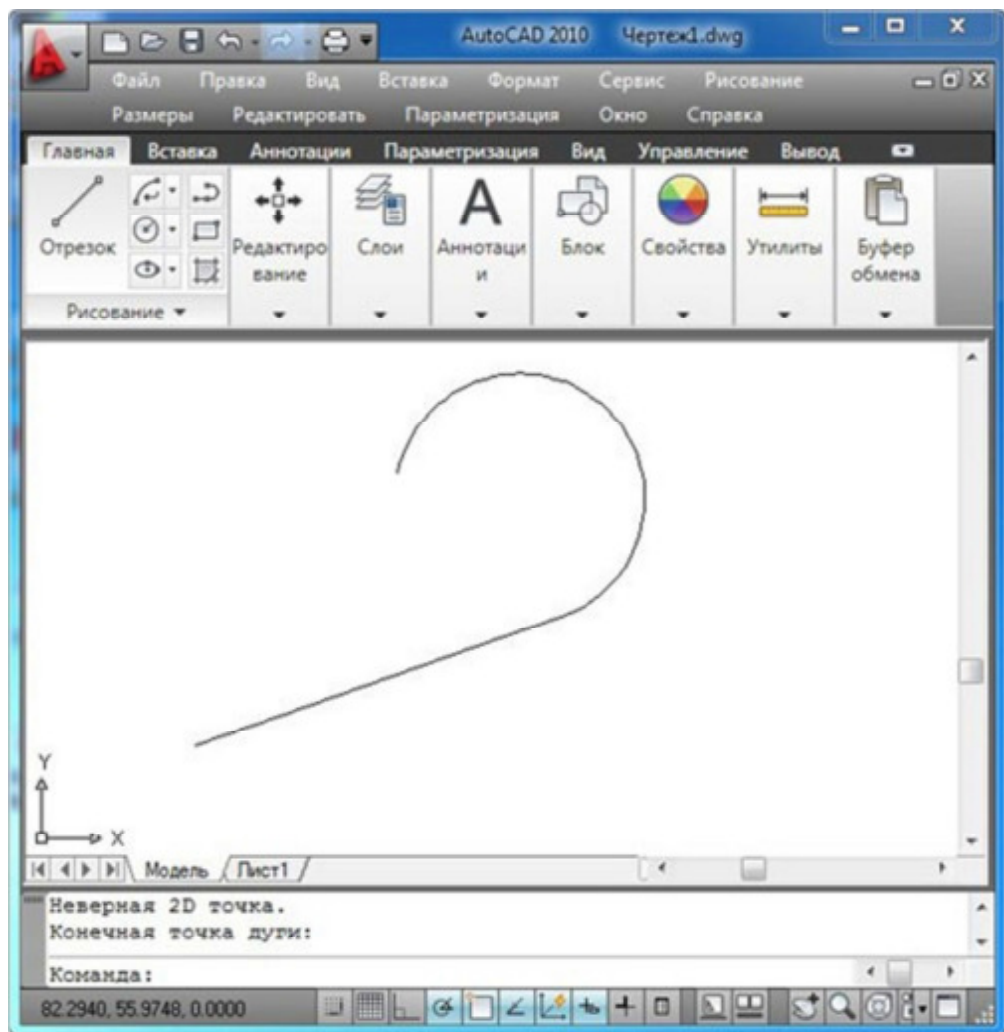


Сразу после создания отрезка или дуги можно построить дугу касательную к его конечной точке. Давайте построим произвольный отрезок и вызовем команду **"Продолжить"**. Система попросит указать конечную точку, сделаем это при помощи курсора.

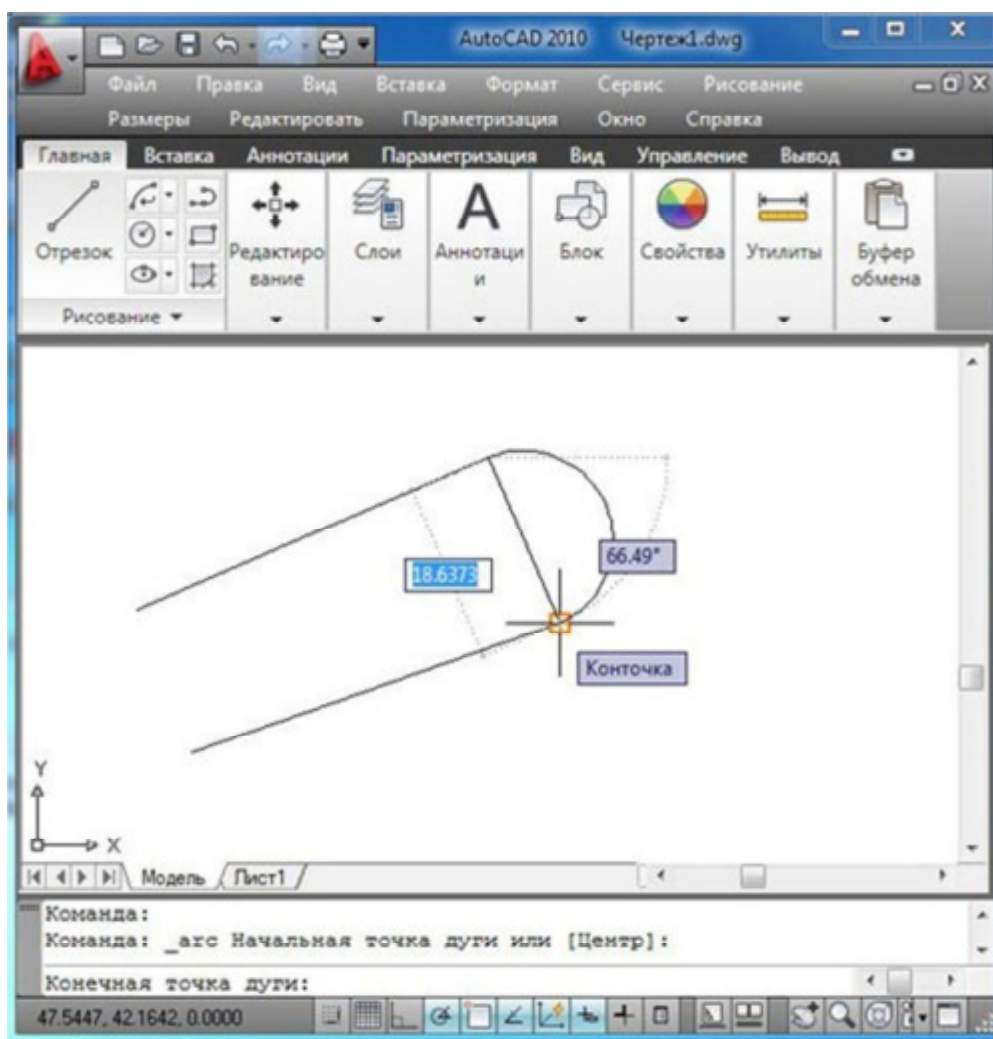




Дуга построена.



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

## 1.5 Лабораторная работа №5 (2 часа).

**Тема: «Полилинии. Многообразие полилиний».**

**1.5.1 Цель работы:** Методы построения полилиний

**1.5.2 Задачи работы:**

1. Изучить методы построения полилиний

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

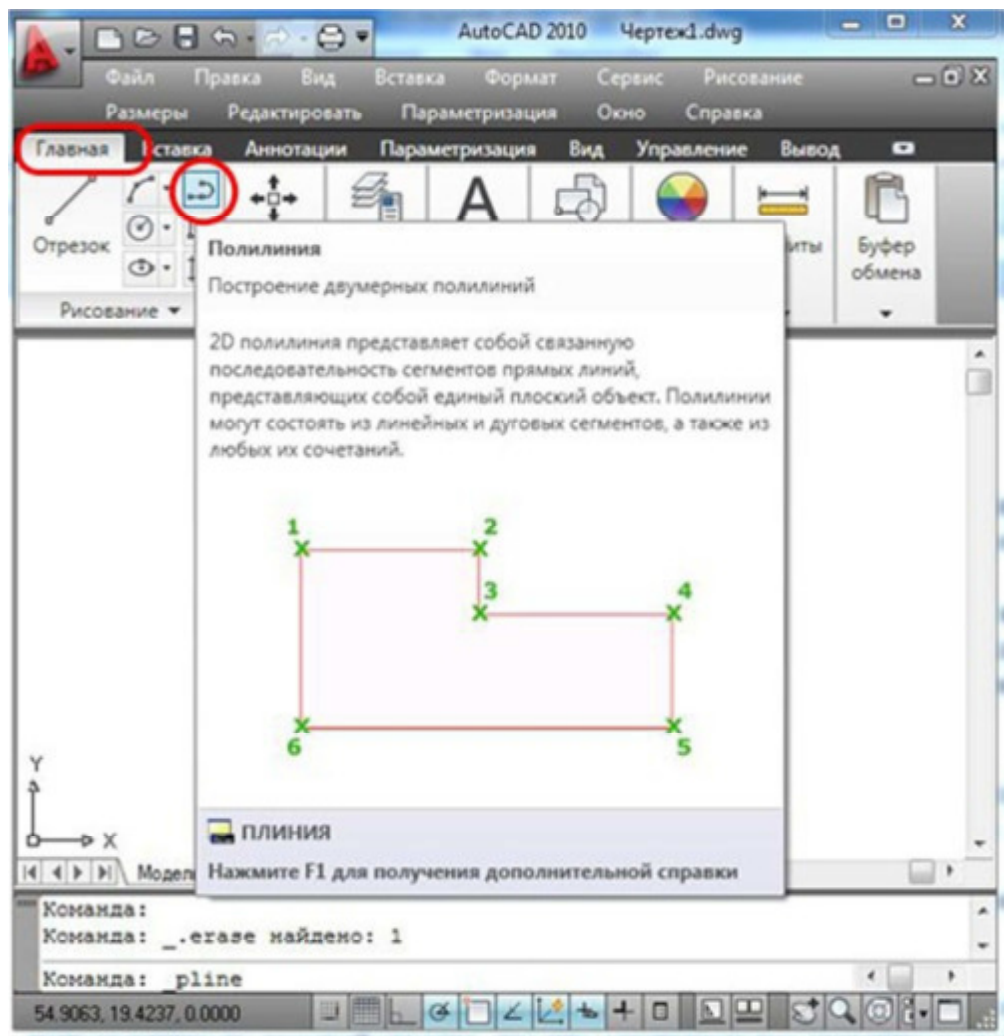
1. Персональный компьютер (ПК)

**1.5.4 Описание (ход) работы:**

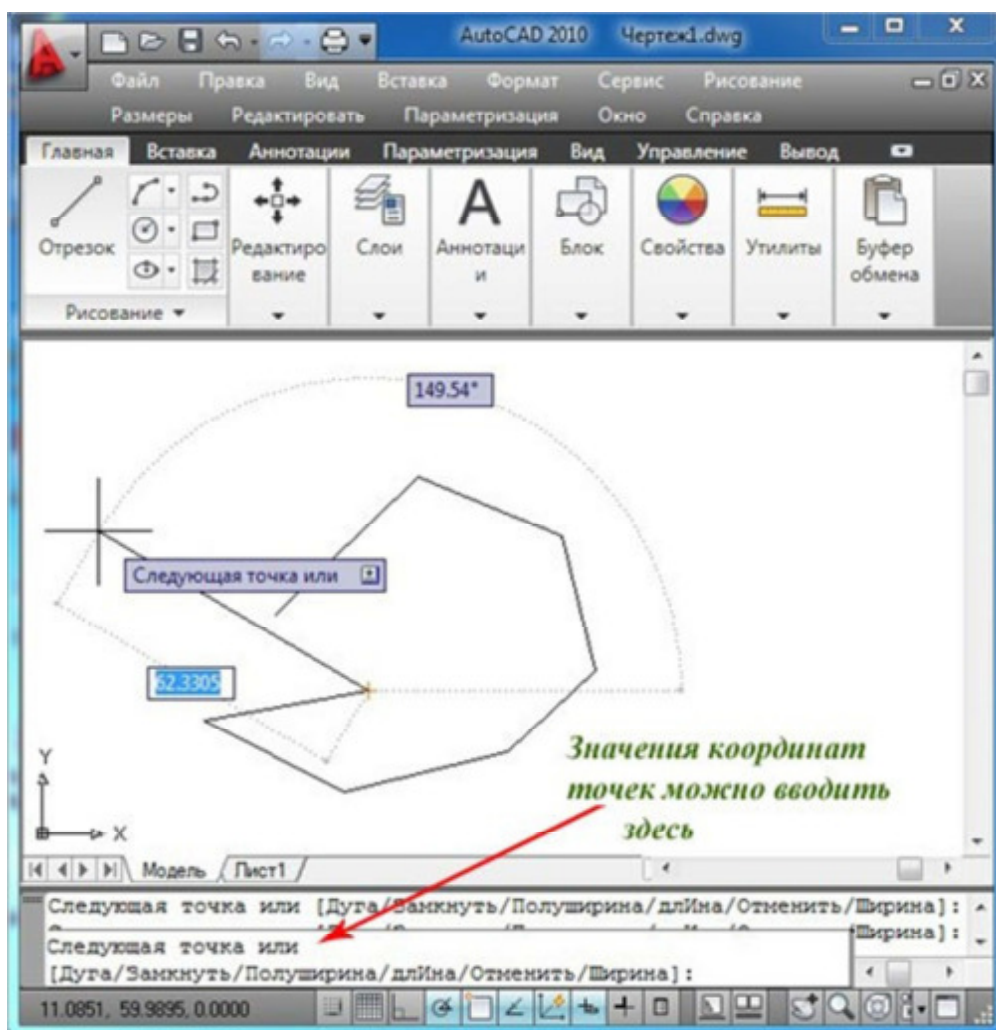
### **Общие правила построения полилиний.**

Полилиния – это сложный примитив, состоящий из одного или нескольких связанных между собой прямолинейных и дуговых сегментов. Все эти сегменты представляют собой единый объект.

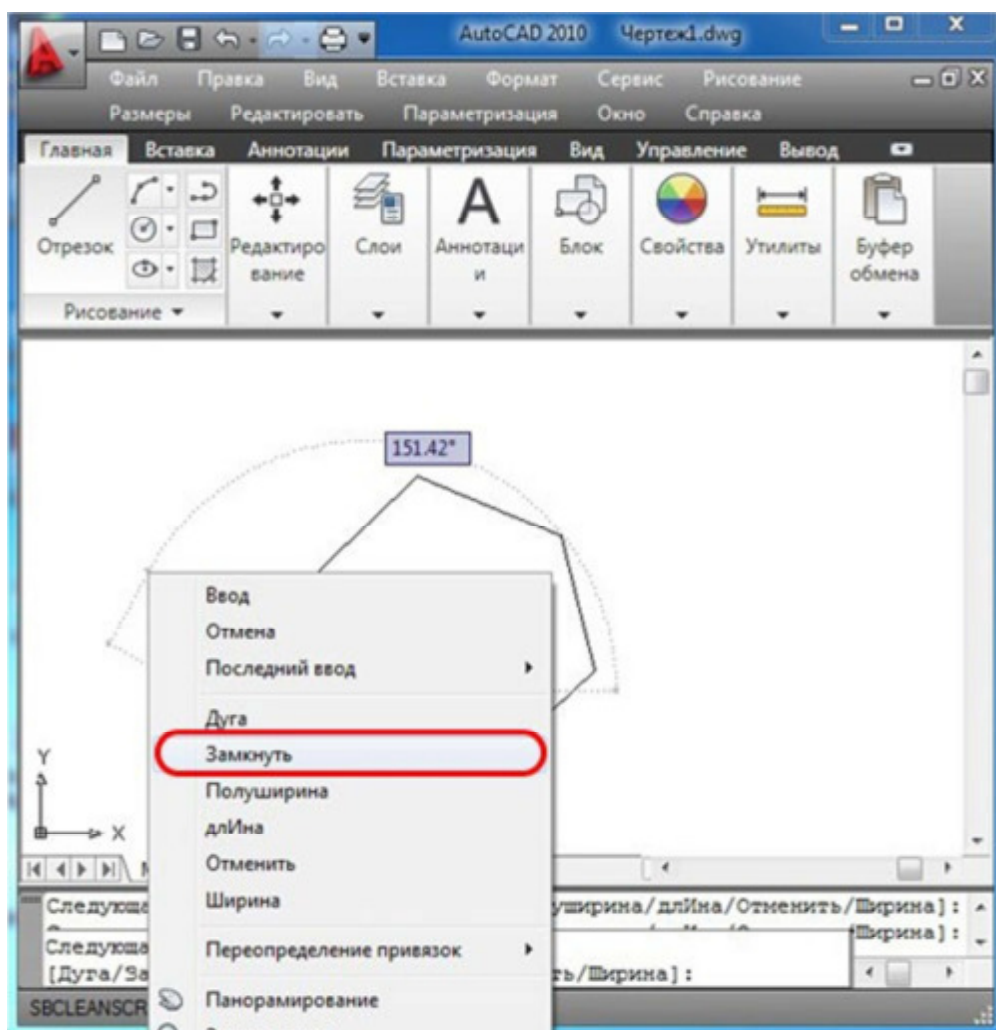
Для построения полилинии на вкладке "Главная" в панели "Рисование" выбираем команду "Полилиния". Если Вам больше нравится пользоваться командной строкой, то нужно набрать в ней команду **ПЛИНИЯ** (для англоязычных версий программы **\_pline**) и нажать **Enter**.



Первым делом задаем начальную точку при помощи курсора, или указываем её координаты. Если теперь мы будем последовательно указывать разные точки на плоскости, то получим полилинию, которая состоит из прямых отрезков. К примеру, давайте построим произвольный многоугольник.



Чтобы замкнуть наш многоугольник, щелчком правой кнопки мыши вызываем контекстное меню и выбираем команду **"Замкнуть"** (в англоязычных версиях **close**). Замкнуть контур можно, просто указав конечную точку курсором, но согласитесь удобнее это сделать автоматически.

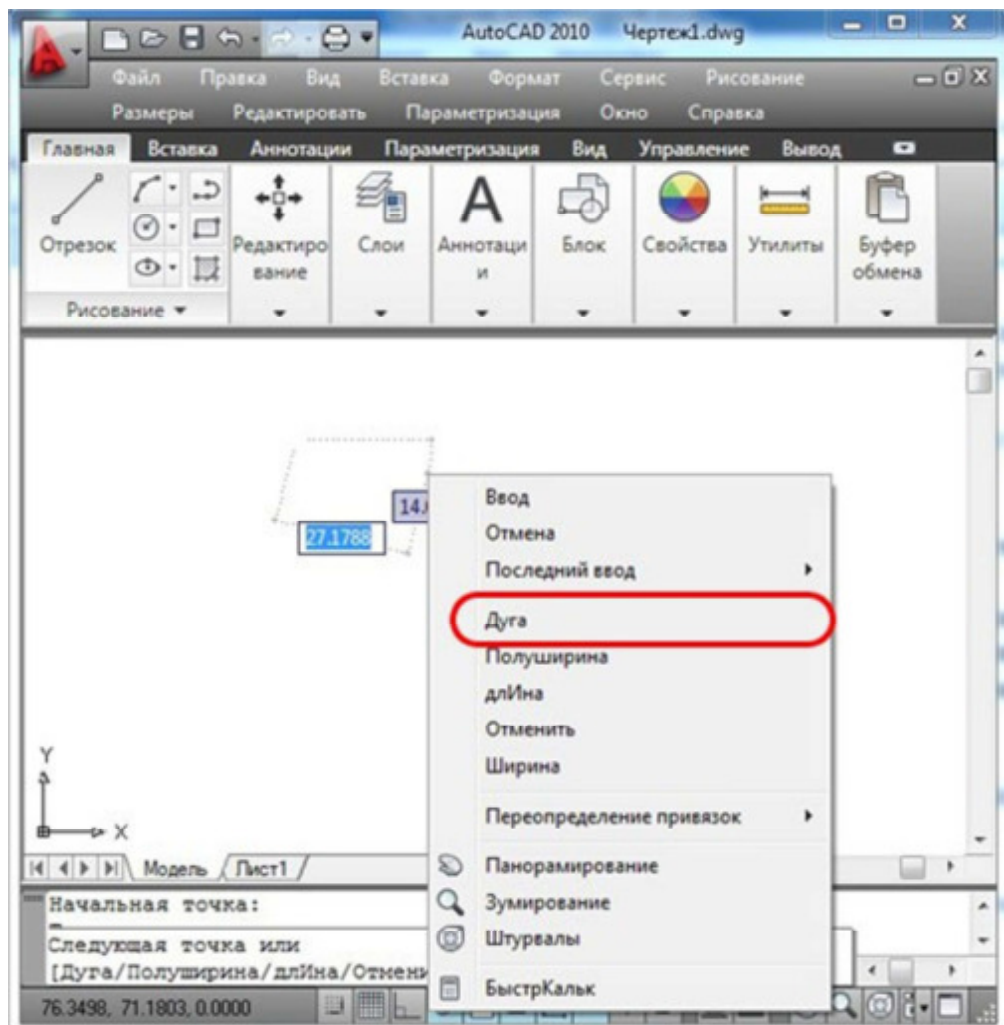


Если сейчас сделать щелчок на любой из сторон построенной фигуры, она выделится для редактирования как единый объект.

Теперь давайте разберемся с опциями, которые Вы уже, наверное, заметили, вызывая контекстное меню щелчком правой клавиши мыши. Опять нажимаем кнопку **"Полилиния"**, указываем начальную точку и вызываем контекстное меню.

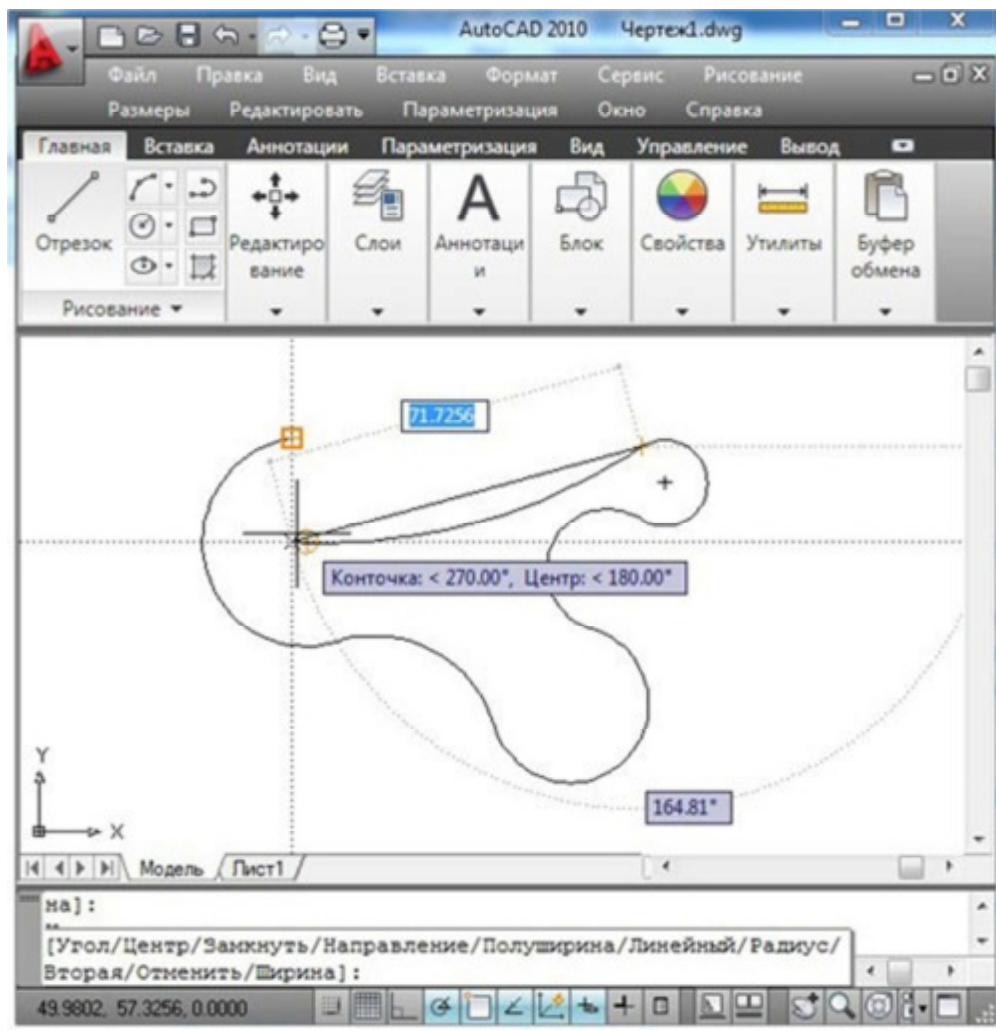
Первой в списке стоит опция **"Дуга"**.





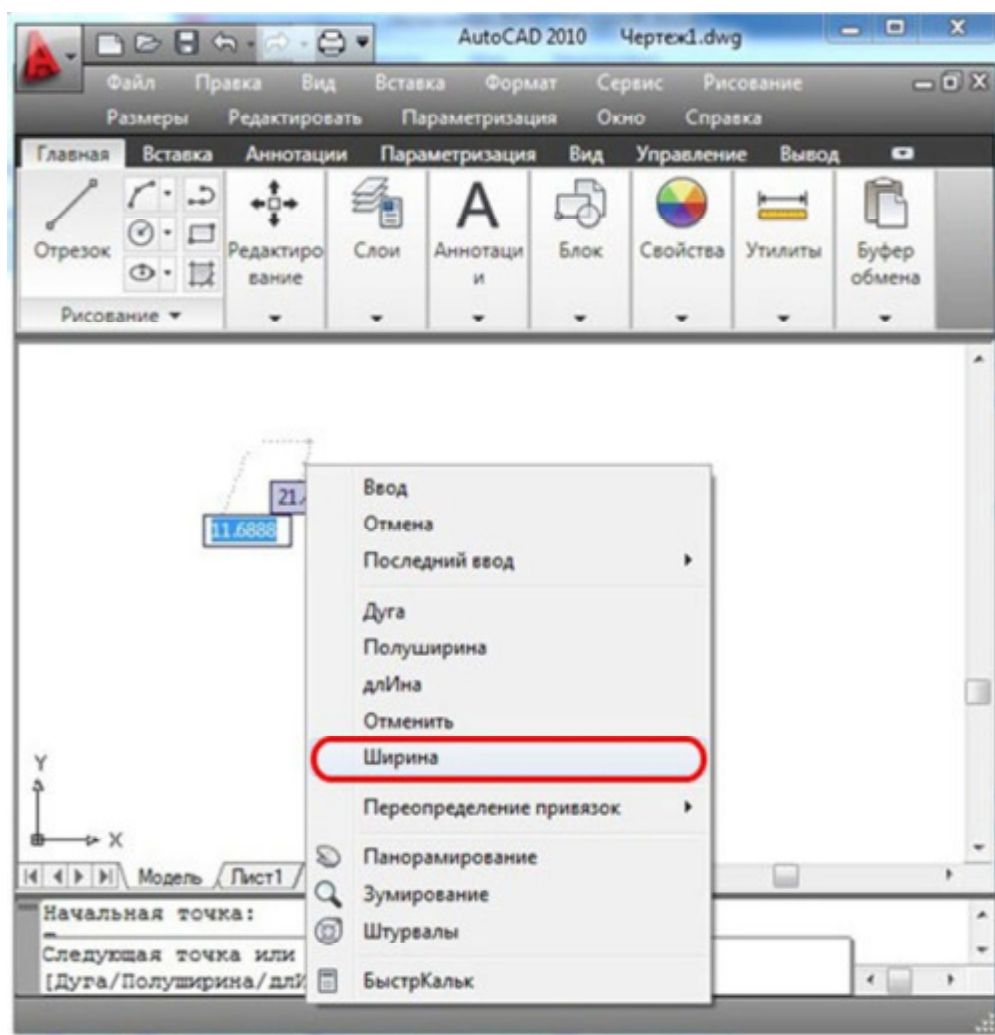
Эта команда переводит нас в режим построения дуговых сегментов полилинии. Создадим новую фигуру, воспользовавшись кнопкой "Дуга".



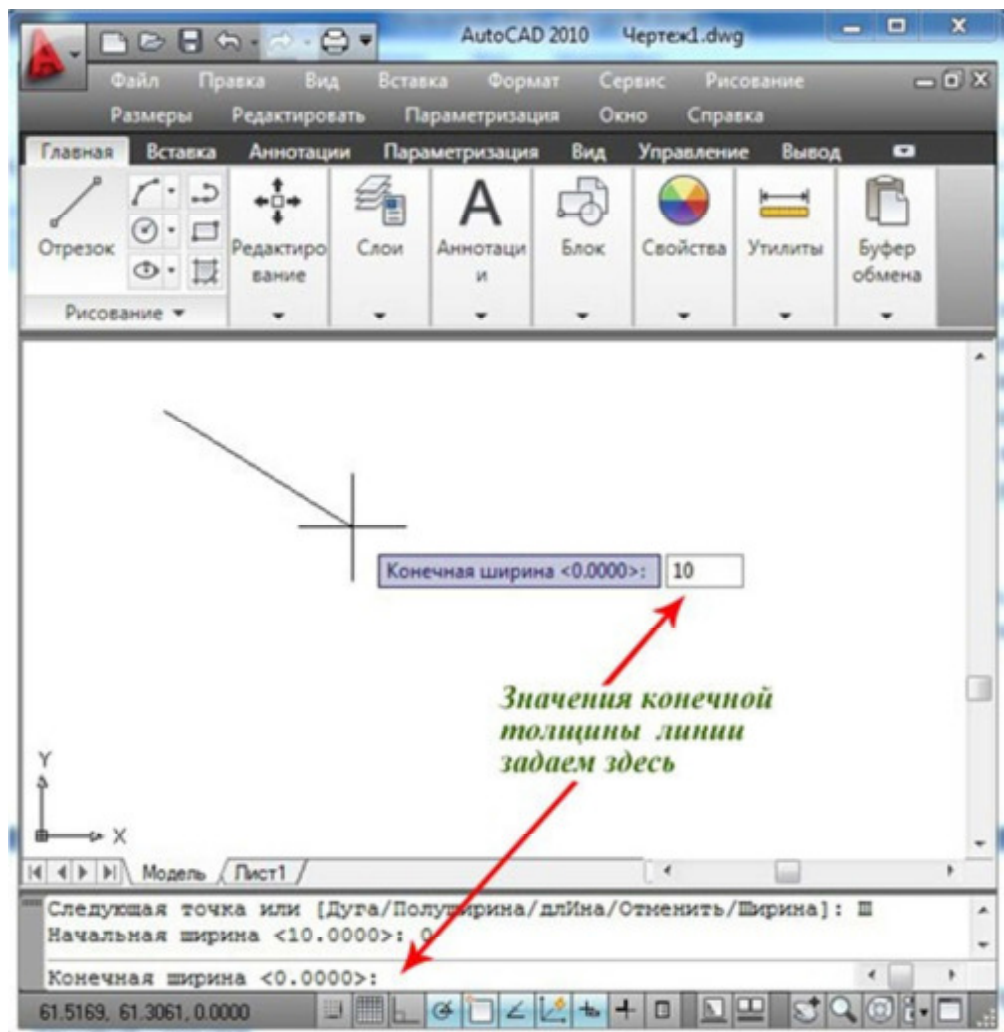


Завершаем построение нажатием кнопки "Замкнуть".

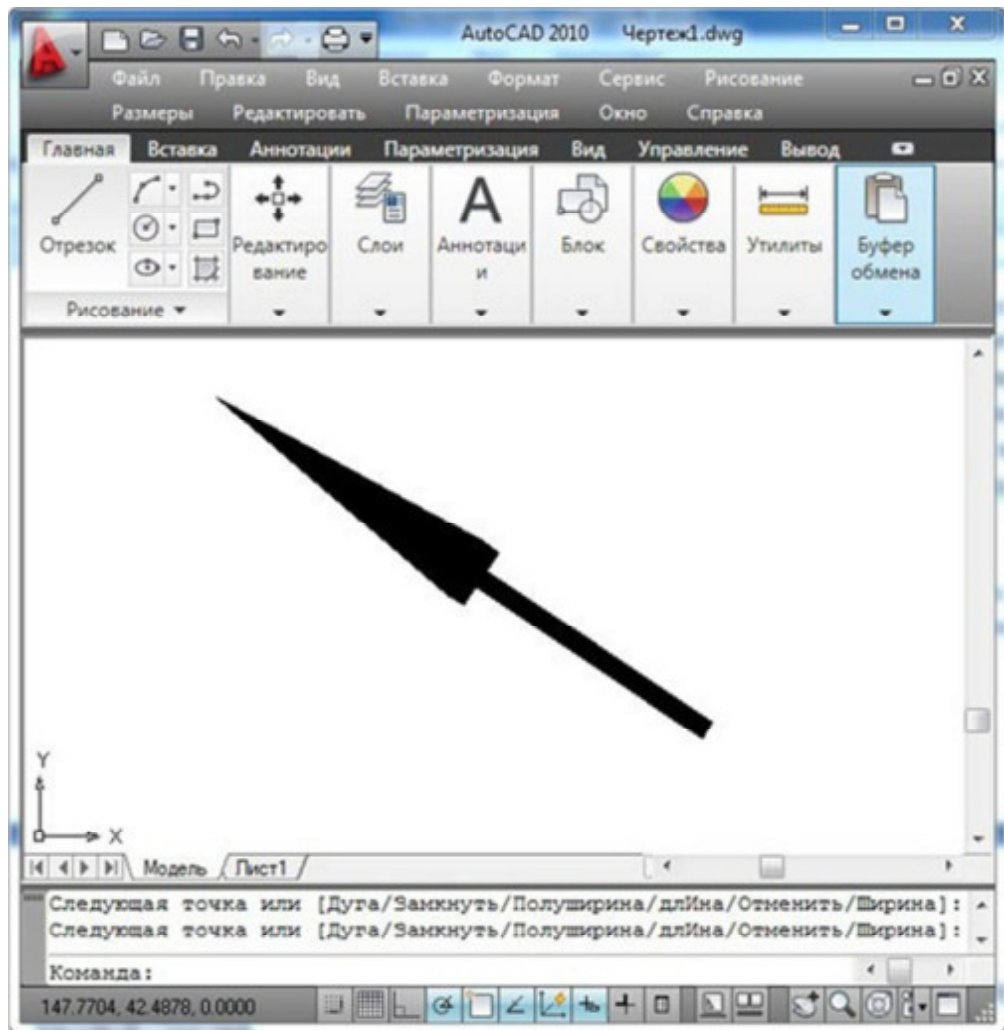
Рассмотрим еще одну опцию из контекстного меню "Ширина".



Данная команда позволяет задавать толщину линии для каждого последующего сегмента. При построении система предлагает задавать начальную и конечную толщину, что позволяет создавать сужающиеся и расширяющиеся сегменты. Когда нужна постоянная толщина задаются одинаковые значения начала и конца. Для примера построим стрелку. Нажимаем кнопку "**Полилиния**", указываем начальную точку и вызываем контекстное меню, выбираем команду "**Ширина**". Первому сегменту зададим начальную толщину равной **нулю**, конечную **10 мм** (после ввода каждого из значений нажимаем клавишу **Enter**). Простым растягиванием устанавливаем длину стрелки.

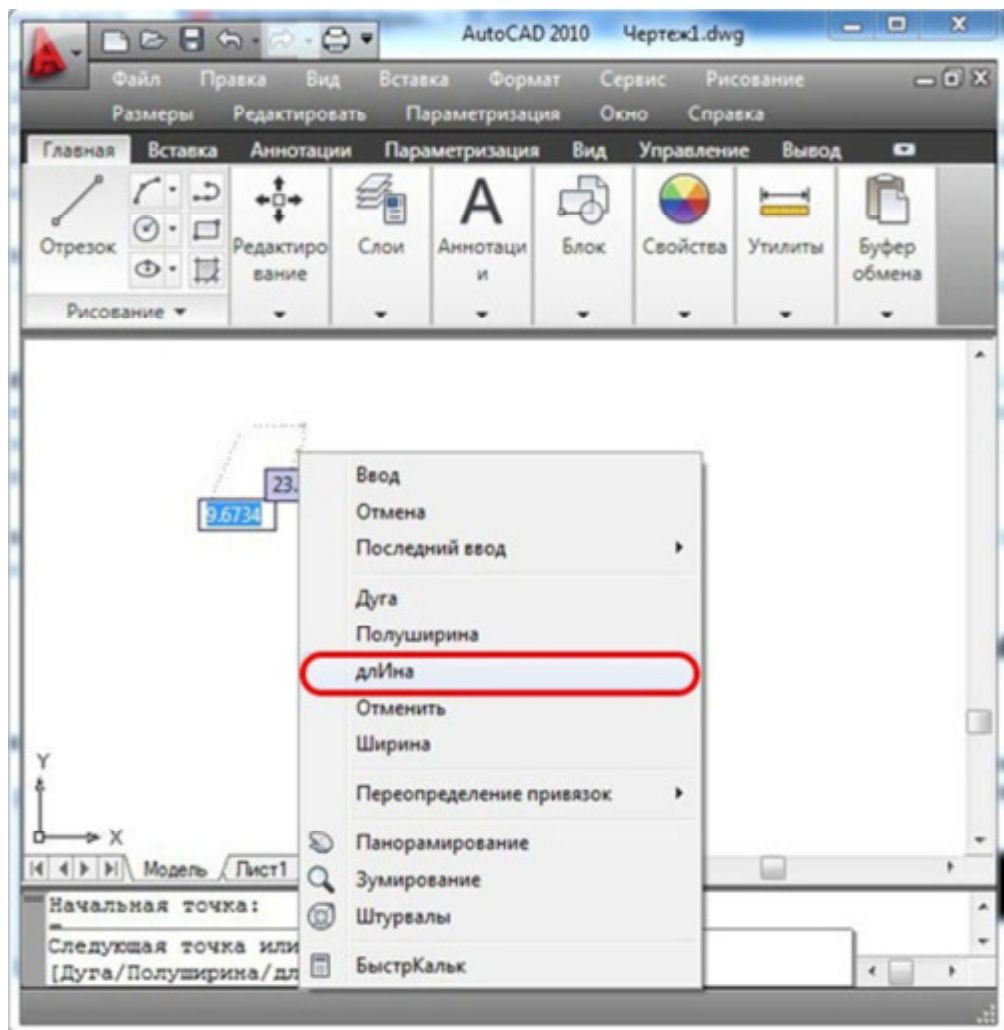


Повторно вызываем команду **"Ширина"** и вводим значения начальной и конечной толщины **3 мм**, растягиваем на нужную длину. Завершаем построение нажатием клавиши **ESC**.



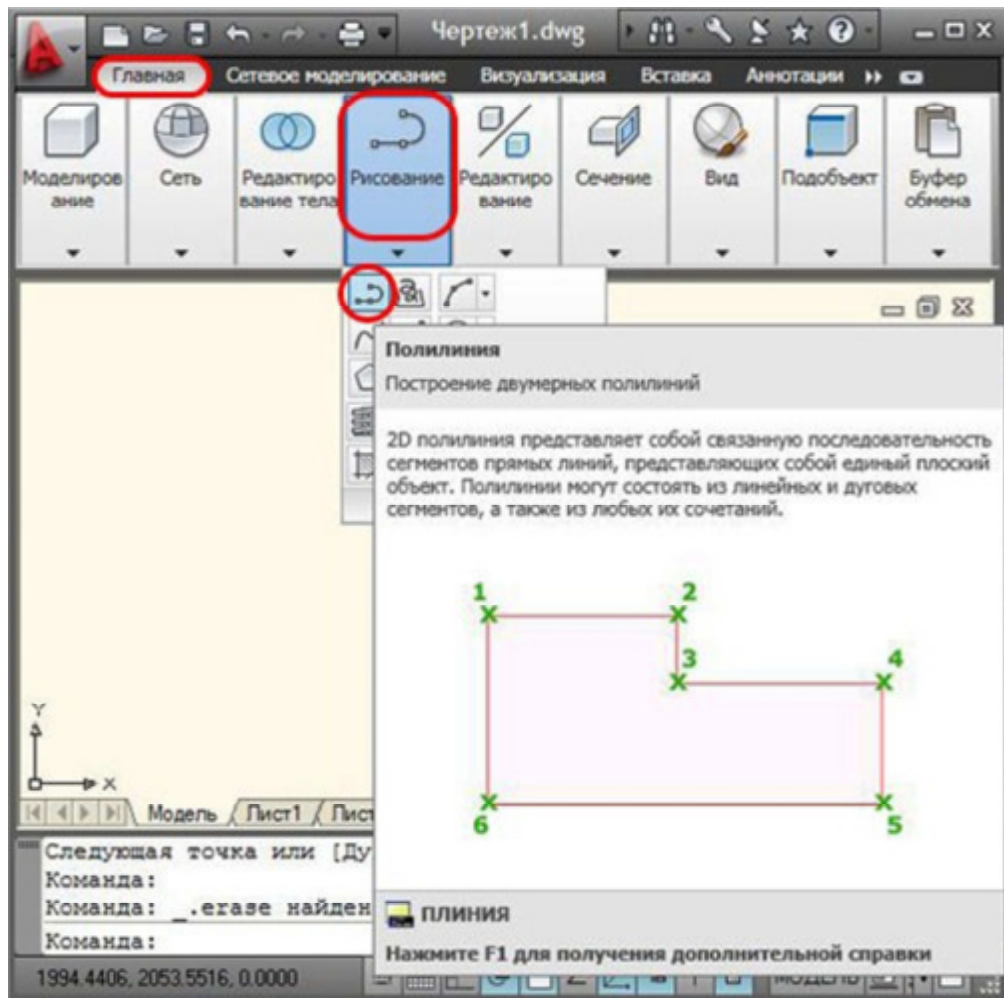
Опция "Полуширина" похожа на опцию **"Ширина"**, с той лишь разницей, что задает половинные размеры начальной и конечной толщины полилинии.

При помощи опции **"Длина"** можно точно задавать длину следующего сегмента полилинии.



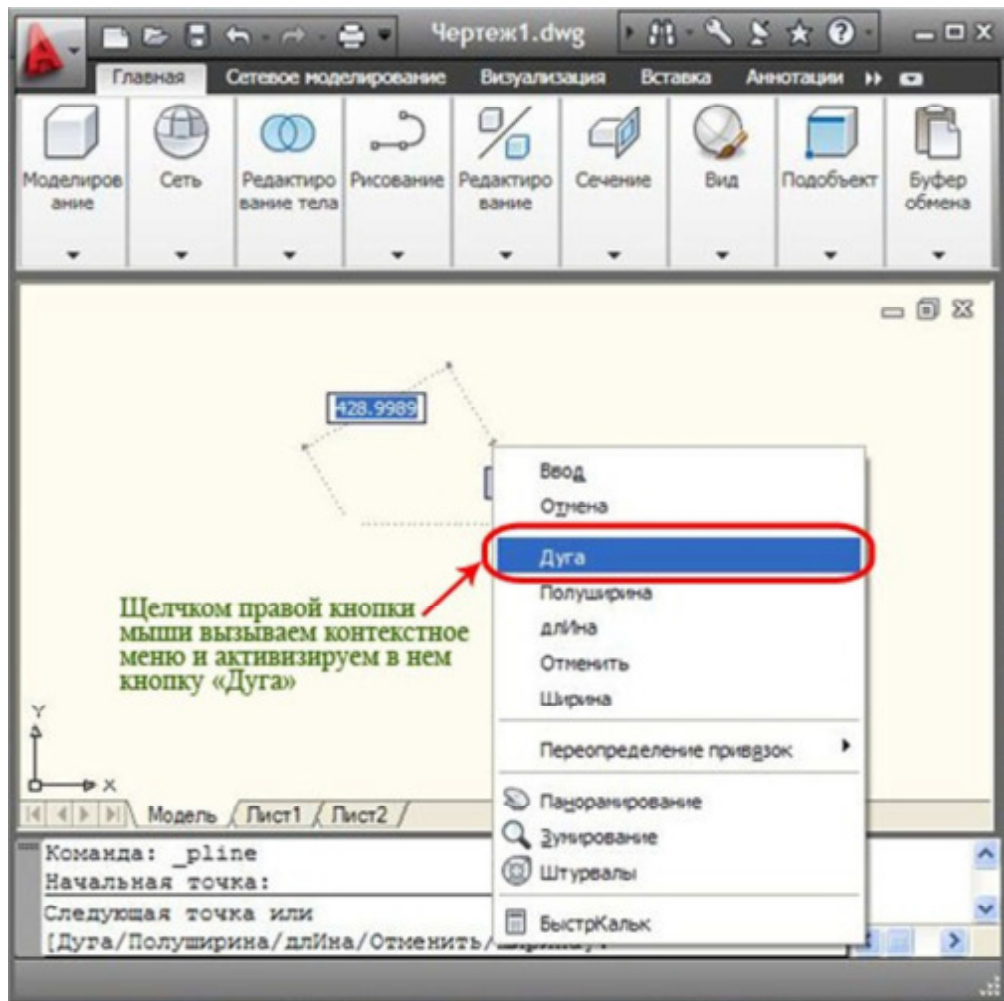
Следует иметь ввиду, что линия будет построена в том же направлении, что и предыдущая. Пример приводить не будем, поскольку построения несложные, поэкспериментируйте самостоятельно.

После выбора на вкладке "Главная" в панели "Рисование" команды "Полилиния"



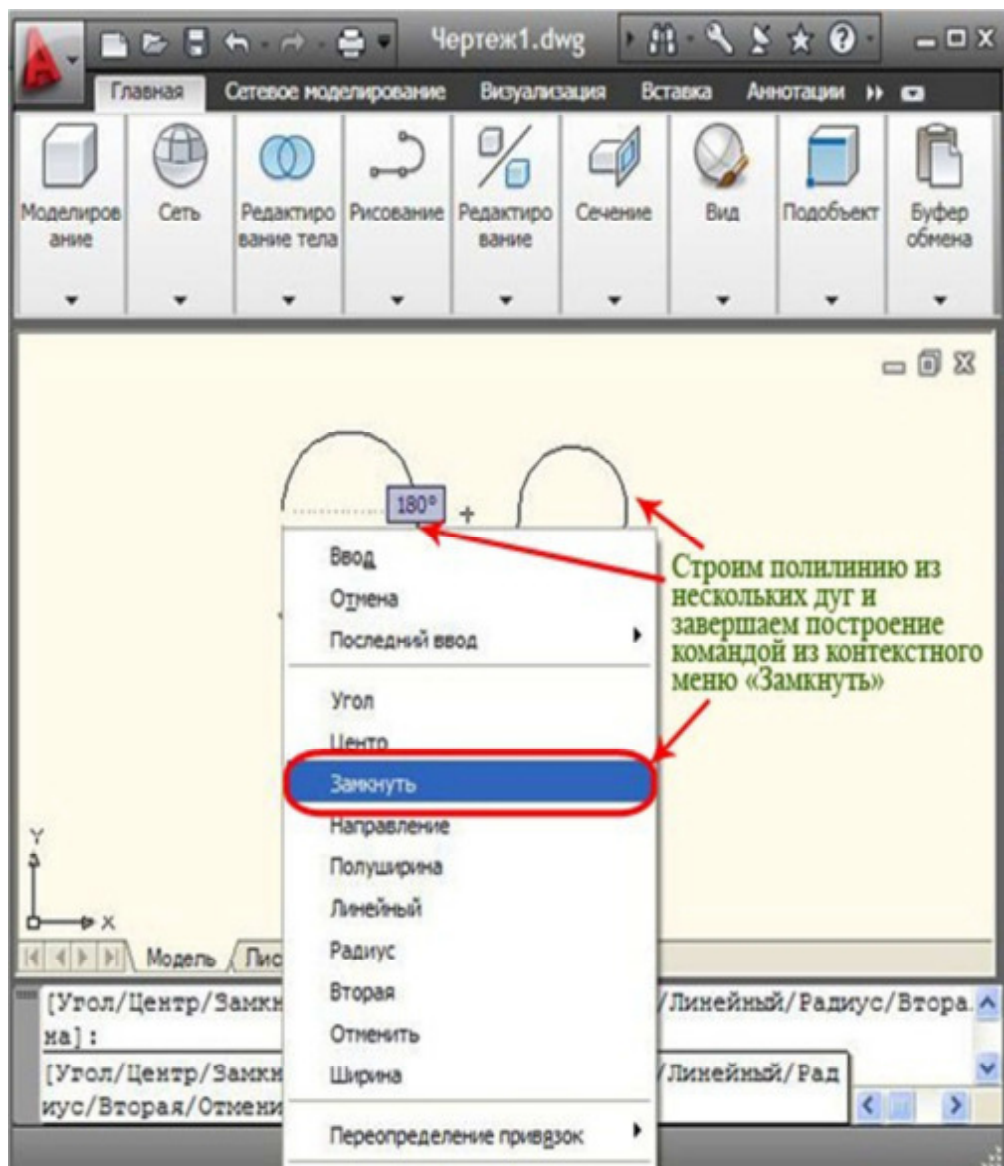
вызываем щелчком правой клавиши мыши контекстное меню, и активизируем в нем кнопку "Дуга" (в англоязычных версиях программы "Arc"). В командной строке появится надпись: Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]:. Для англоязычных версий: Specify endpoint of arc or [Angle/Center/Close/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Second pt/Undo/Width]:



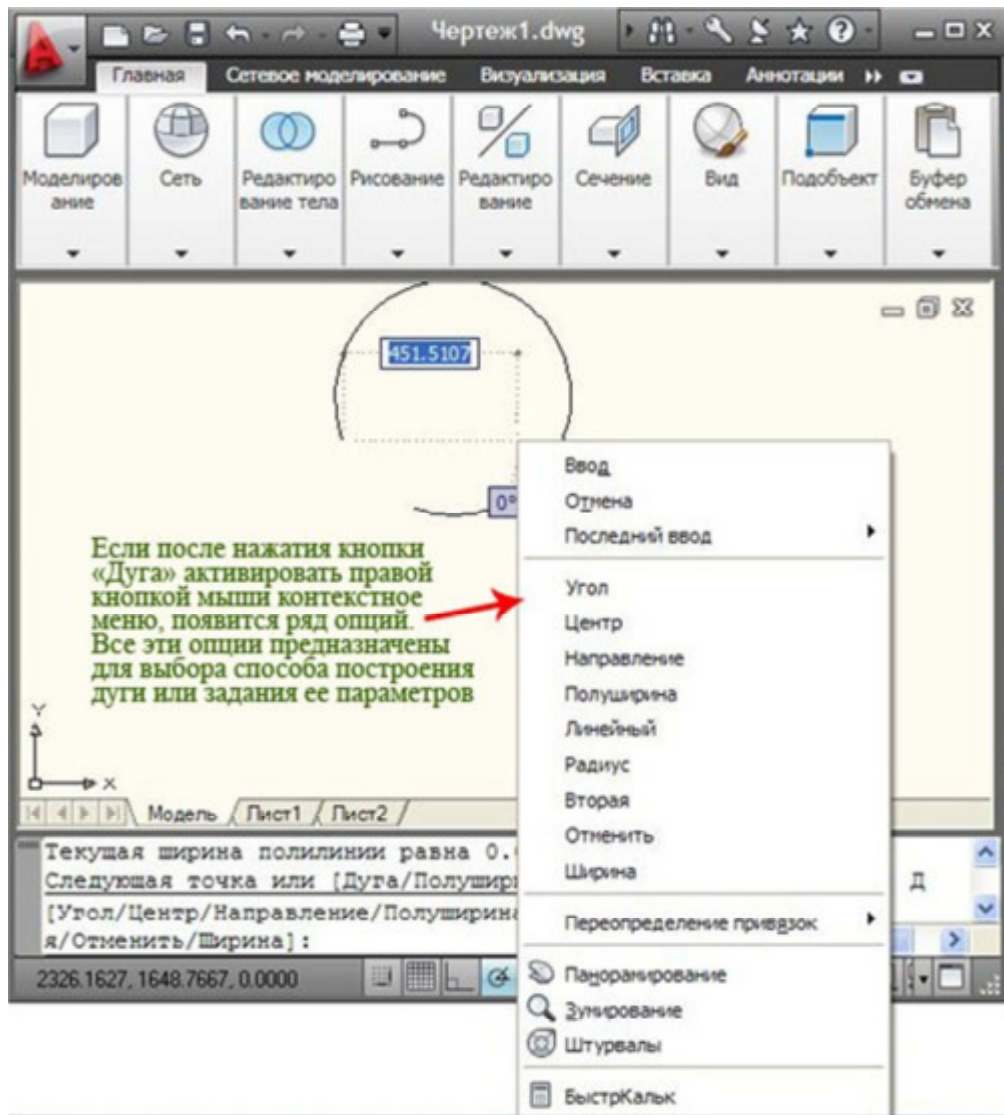


Давайте построим полилинию из нескольких дуг и завершим построение командой, из контекстного меню "Замкнуть" (для англоязычных "Close").





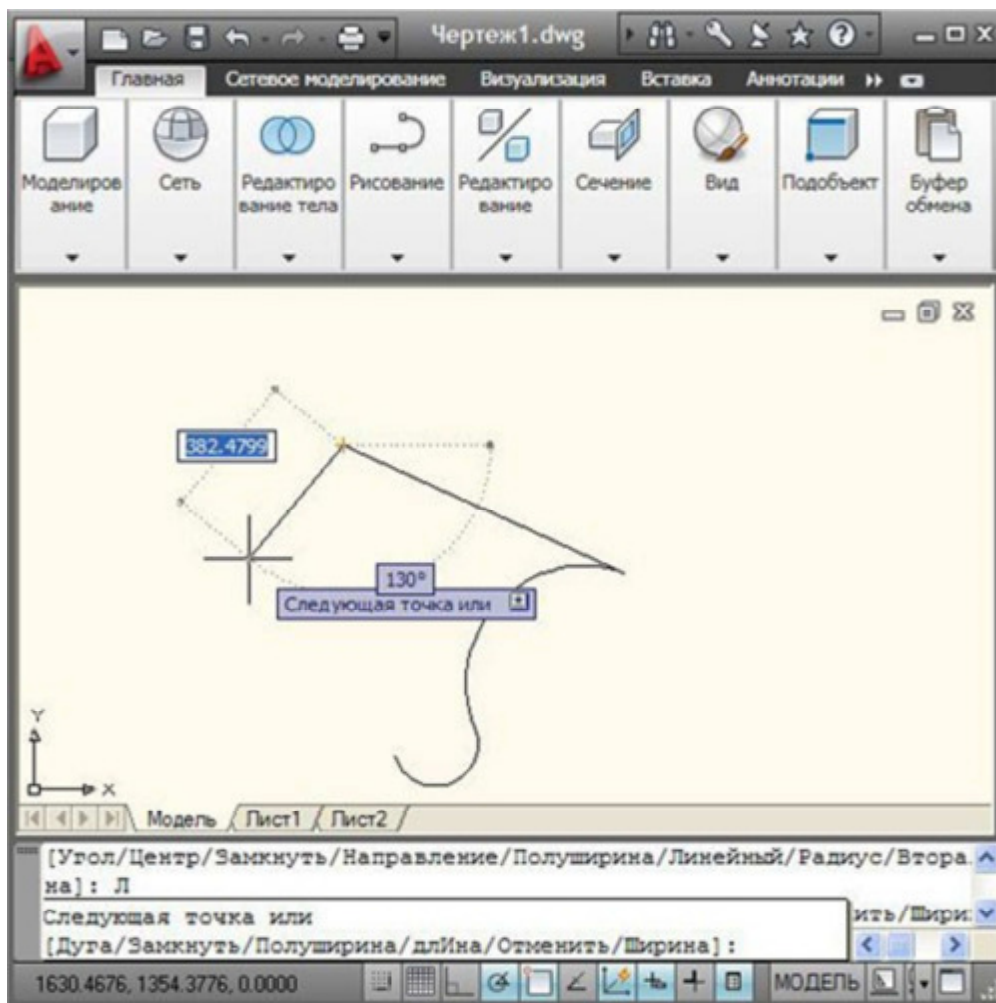
Если после нажатия кнопки "Дуга", активировать правой кнопкой мыши контекстное меню, то мы увидим следующее:



Мы видим ряд опций. Все они предназначены для выбора способа построения дуги или задания ее параметров.

- **Угол (Angle)** - задает внутренний угол дугового сегмента.
- **Центр (Center)** - задает центр дугового сегмента.
- **Замкнуть (Close)** - строит дуговой сегмент, замыкающий полилинию.
- **Направление (Direction)** - по умолчанию дуга строится таким образом, чтобы предыдущий сегмент был ее касательной. Данная опция позволяет задать иную касательную.
- **Радиус (Radius)** - задает радиус дугового сегмента.
- **Вторая (Second pt)** - позволяет задать вторую точку дугового сегмента для построения его по трем точкам.
- **Полуширина (Halfwidth), Ширина (Width), Отменить (Undo)** - идентичны одноименным опциям для линейного сегмента.

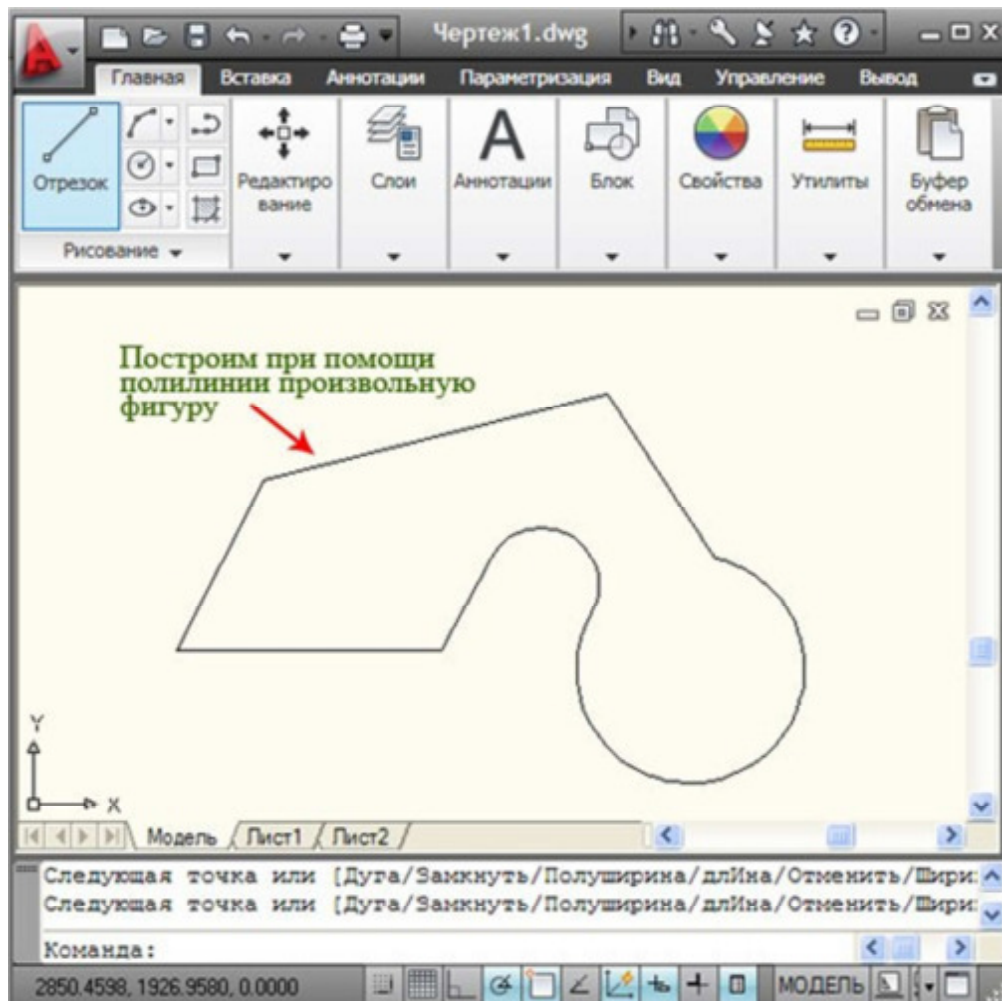
Кроме того есть еще одна опция "**Линейный**" или "**Line**", она возвращает систему в режим линейных построений сегментов полилинии.



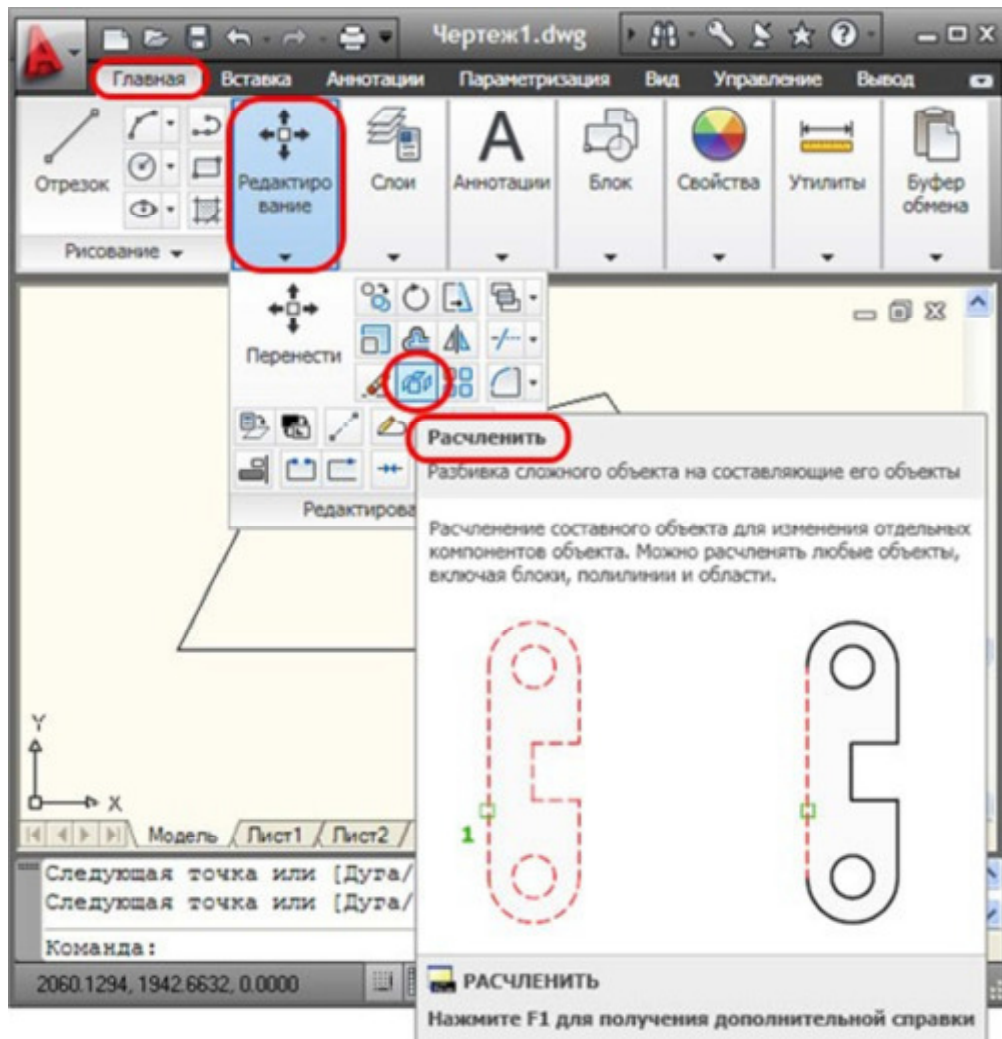
Остальные опции подробно рассматривать не будем, поскольку они разбирались ранее в разделах построения дуги окружности, и Вы без труда разберетесь самостоятельно.

В заключение давайте отметим особенности полилинии по сравнению с простыми примитивами:

- полилиния является единым объектом, что удобно для операций удаления или редактирования;
- полилиния удобна для рисования жирных линий чертежа;
- переменная ширина сегментов полилинии может быть использована для графических эффектов (построения стрелок и т. п.).
- При работе в AutoCAD с полилиниями, часто возникает необходимость преобразовать её в группу отрезков и дуг, из которых она составлена. Для этого служит команда **РАСЧЛЕНИТЬ (\_explode)**, рассмотрим данную команду. Сначала построим при помощи полилинии произвольную фигуру.

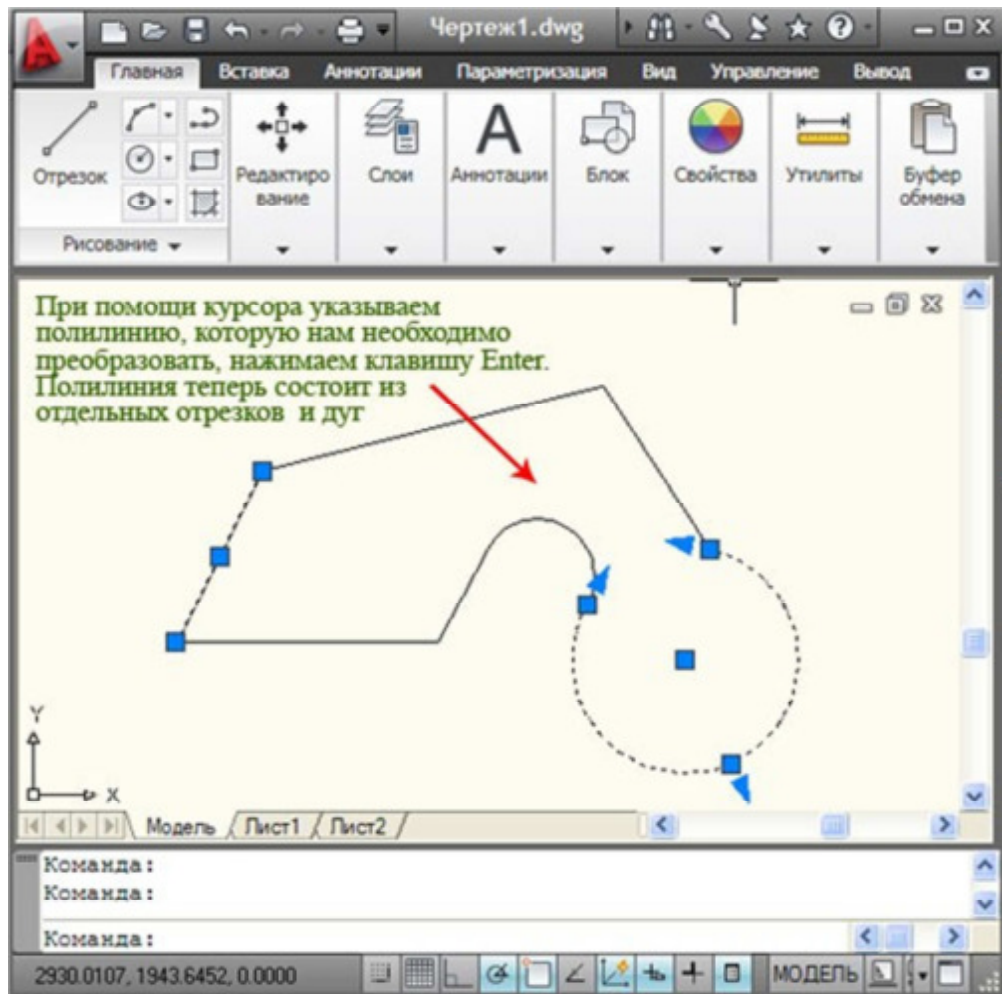


- 
- Теперь на вкладке "Главная" в панели "Редактирования" выбираем команду "Расчленить". Эту опцию можно вызывать из верхнего меню на вкладке "Редактирование", либо в командной строке набрать **РАСЧЛЕНИТЬ** (\_explode).



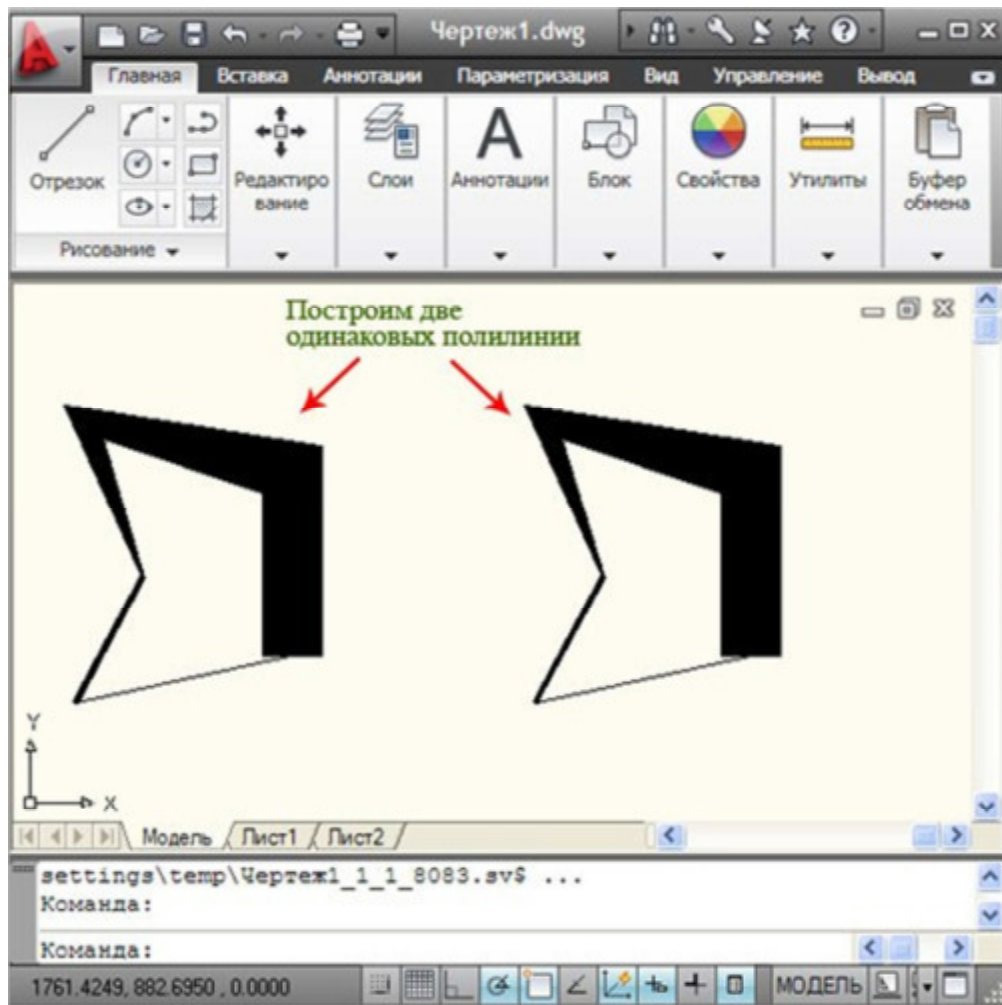
- 
- При помощи курсора указываем полилинию, которую нам необходимо преобразовать, нажимаем клавишу **Enter**. Вот мы и добились нужного результата, наша полилиния теперь состоит из отдельных отрезков и дуг.



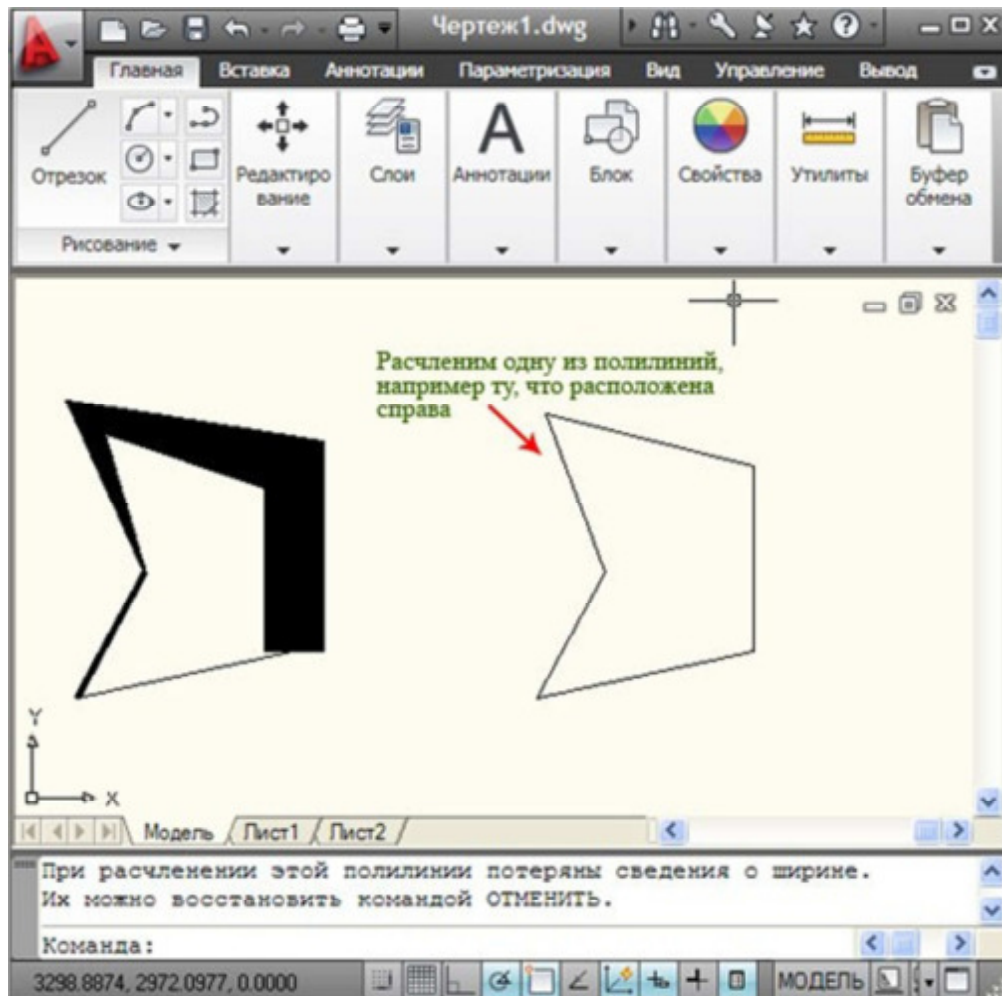


- 
- Следует помнить, что при выполнении операции расчленения теряется информация о ширине, поскольку получающиеся отрезки и дуги не могут иметь ненулевой ширины. Построим две одинаковых полилинии.

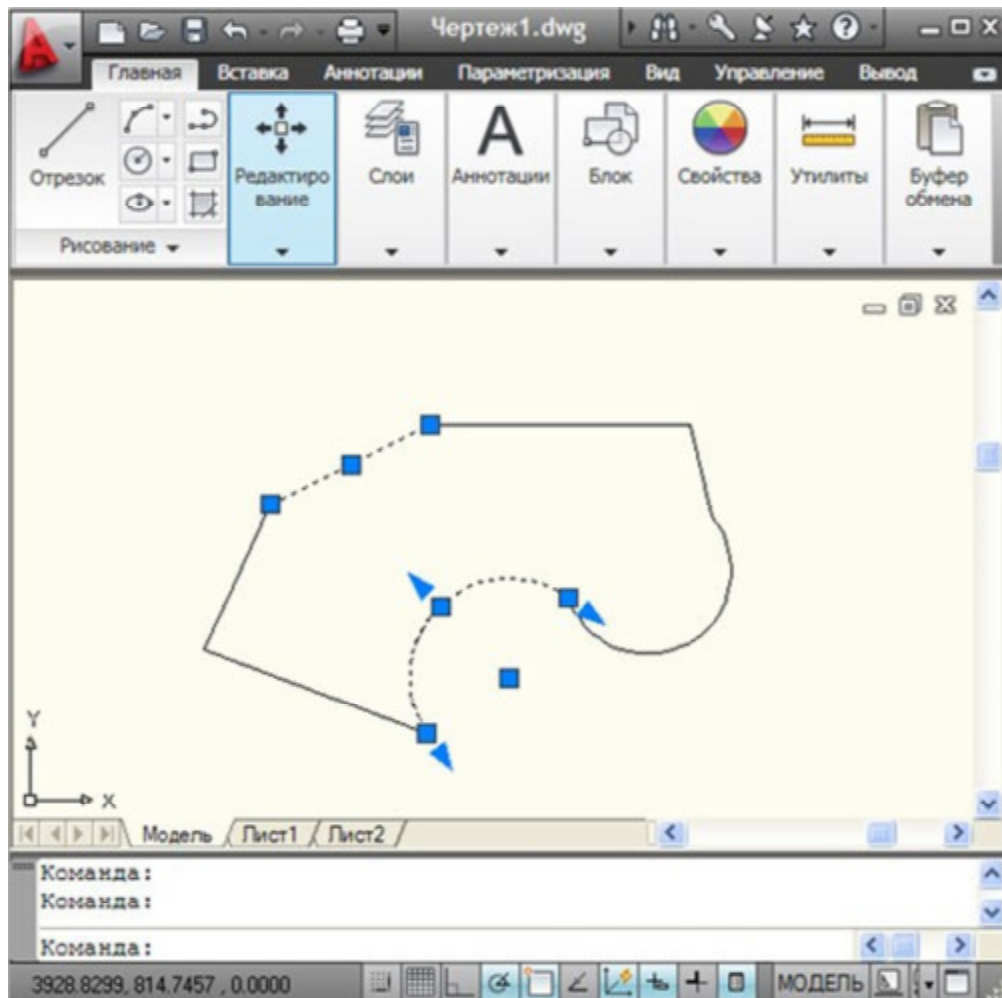




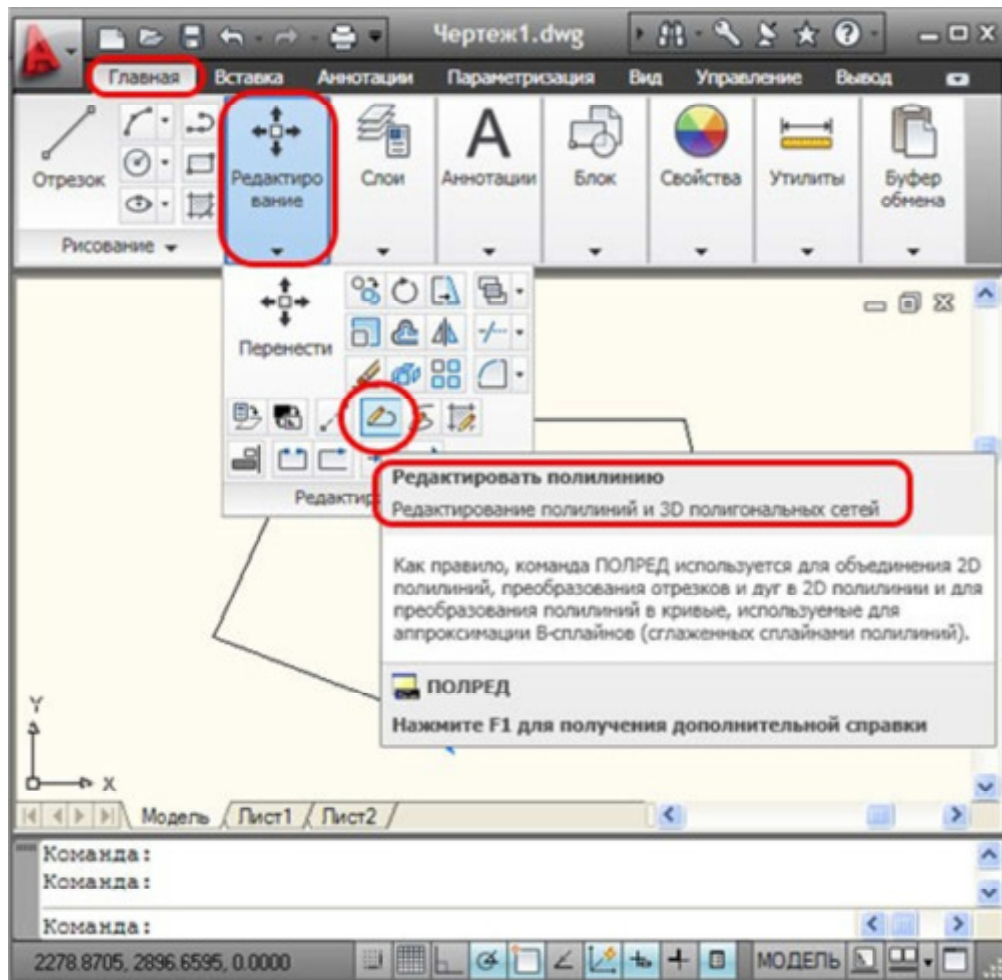
- 
- Расчленим одну из них, например ту, что расположена справа, полученный результат Вы видите на рисунке ниже.



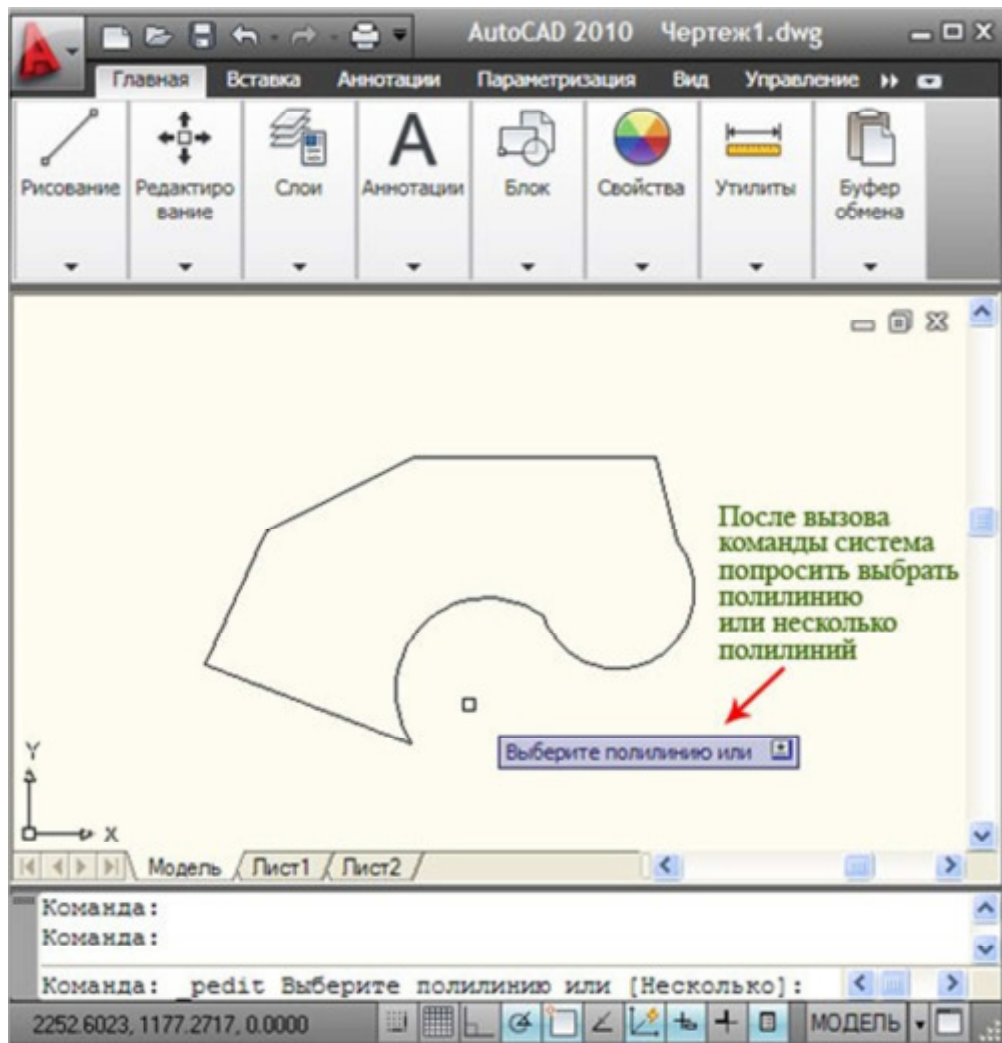
- 
- Так же в системе есть возможность объединить в полилинию ранее созданные, связанные между собой, отрезки и дуги. Для этого служит команда **ПОЛРЕД (\_pedit)**, рассмотрим данную команду. Сначала построим объект, созданный из нескольких примитивов – отрезков и дуг.



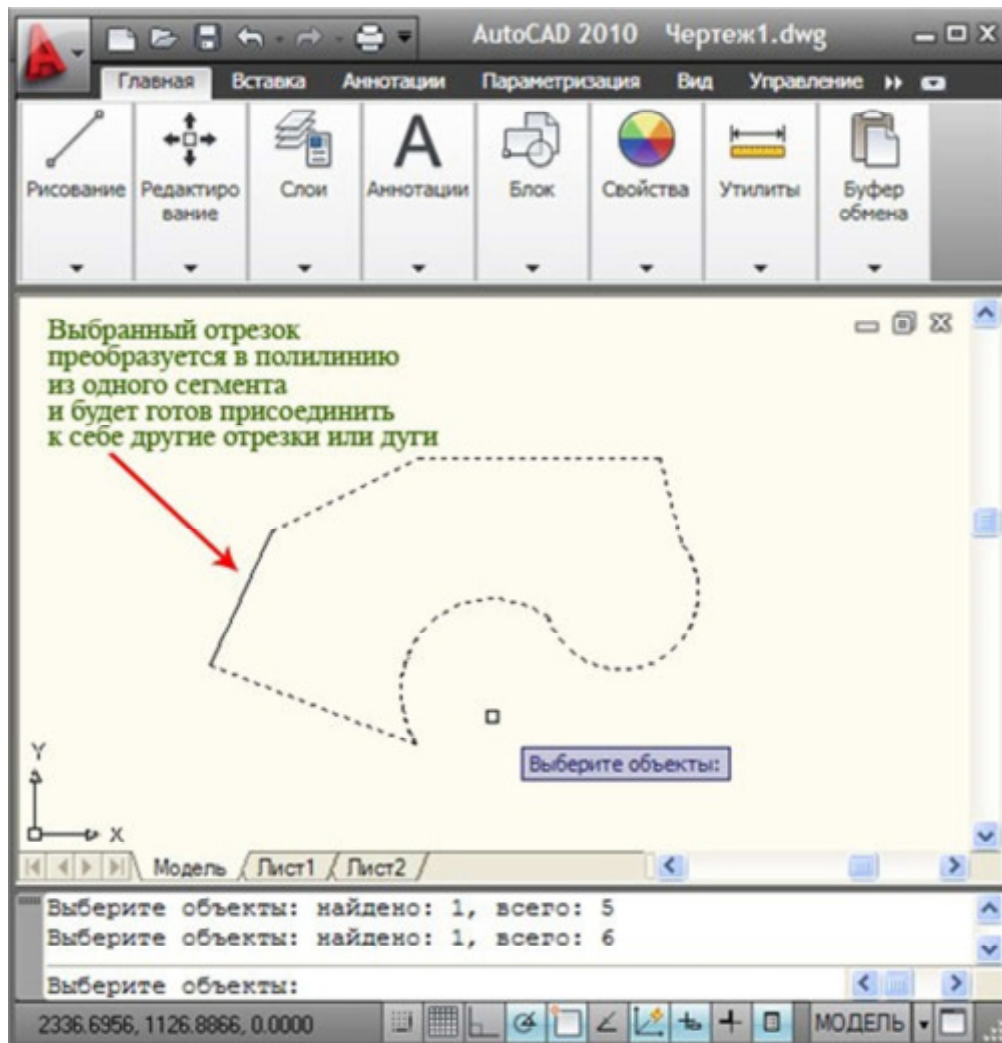
- Теперь на вкладке "Главная" в панели "Редактирования" выбираем команду "Редактировать полилинию". Эту опцию можно вызывать из верхнего меню на вкладке "Редактирование", либо в командной строке набрать ПОЛРЕД (\_pedit).



- После вызова команды система попросит выбрать полилинию или несколько.

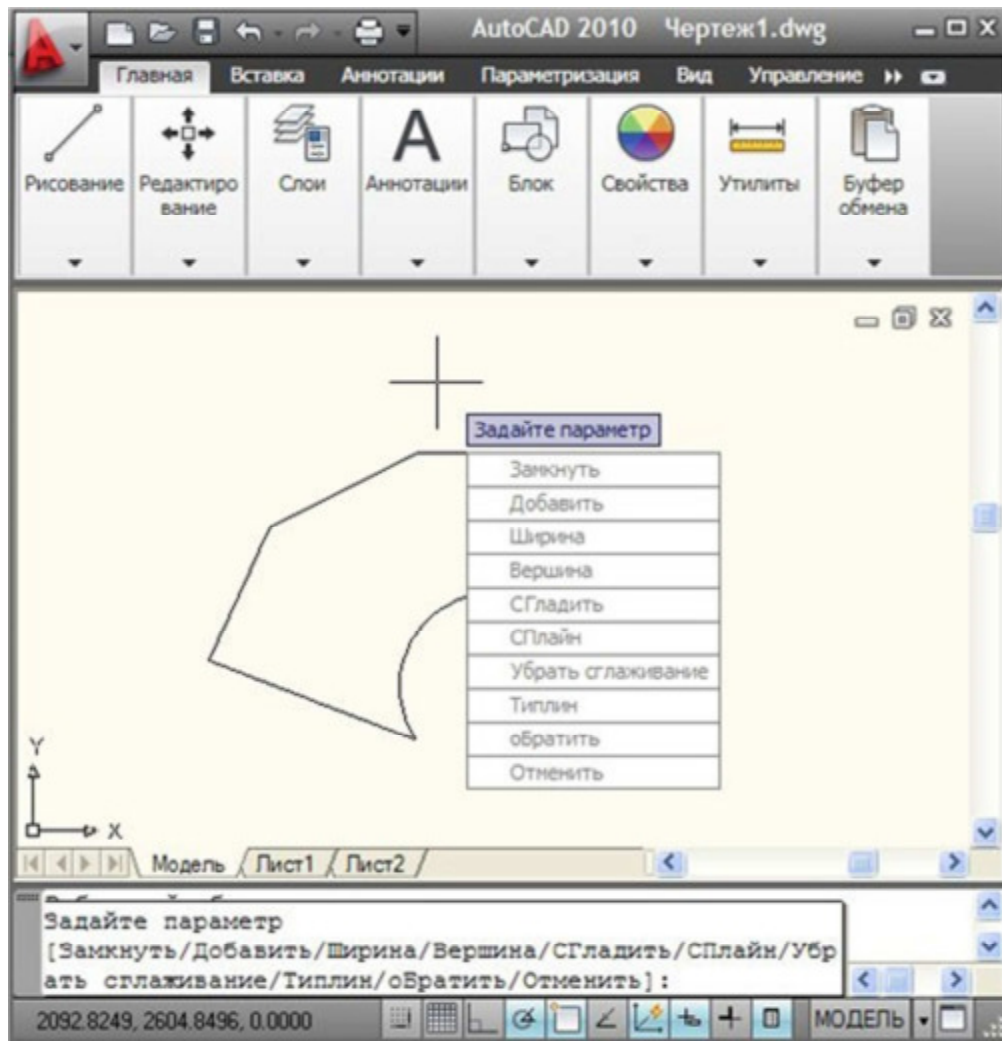


- Когда мы при помощи курсора укажем первый объект, появится запрос "Сделать его полилинией?<Д>". Нажимаем на клавишу или вводим Д (Y), нажимаем **Enter**, тогда выбранный отрезок преобразуется в полилинию из одного сегмента и будет готов присоединить к себе другие отрезки или дуги. Далее последует запрос:
- Задайте параметр
- [Замкнуть/Добавить/Ширина/Вершина/СГладить/СПлайн/Убрать сглаживание/Типлини/Отменить]:
- Для англоязычных версий программы:
- **Enter an option [Close/Join/Width/Edit vertex/FitSpline/Decurve/Ltype gen/Undo]:**

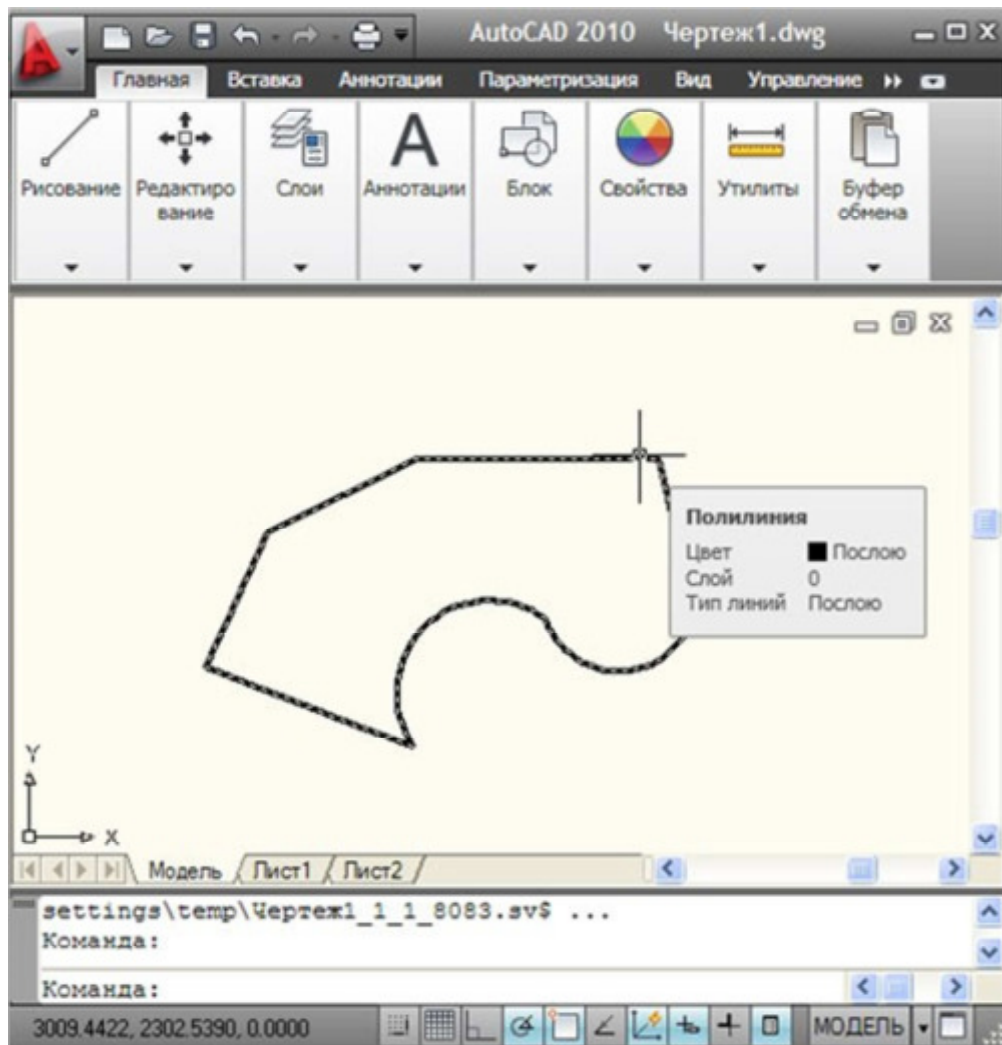


- Если необходимо добавить отрезок или дугу, выбираем "Добавить" или вводим Д (J). Теперь при помощи курсора выбираем объекты, которые нужно включить в состав полилинии, нажимаем клавишу **Enter**. AutoCAD повторит запрос **Задайте параметр [Замкнуть/Добавить/Ширина/Вершина/СГладить/СПлайн/Убрать сглаживание/Типлини/Отменить]:**





- 
- Для завершения построения еще раз нажимаем клавишу **Enter**. В итоге мы получили нужный результат, наши примитивы объединились и стали полилинией.



## 1.6 Лабораторная работа №6 (2 часа).

**Тема: «Построение сопряжений в графической среде AUTOCAD».**

**1.6.1 Цель работы:** Построение сопряжений в графической среде AUTOCAD

**1.6.2 Задачи работы:**

1. Изучить построение сопряжений в графической среде AUTOCAD

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

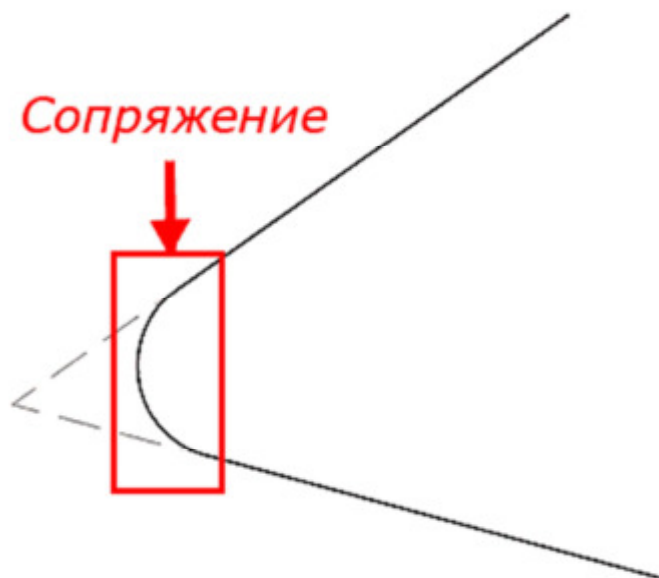
1. Персональный компьютер

**1.6.4 Описание (ход) работы:**

Сегодняшний урок я хочу посвятить одной весьма интересной теме - построений сопряжений в программе AutoCAD.

На первый взгляд эта тема кажется довольно простой, но на самом деле здесь есть очень много "подводных камней", о которых не знают даже многие опытные профессионалы.

Итак, что же такое сопряжение? Сопряжение - это плавный переход от одной линии в другую. Пример сопряжения Вы можете посмотреть на рисунке ниже.



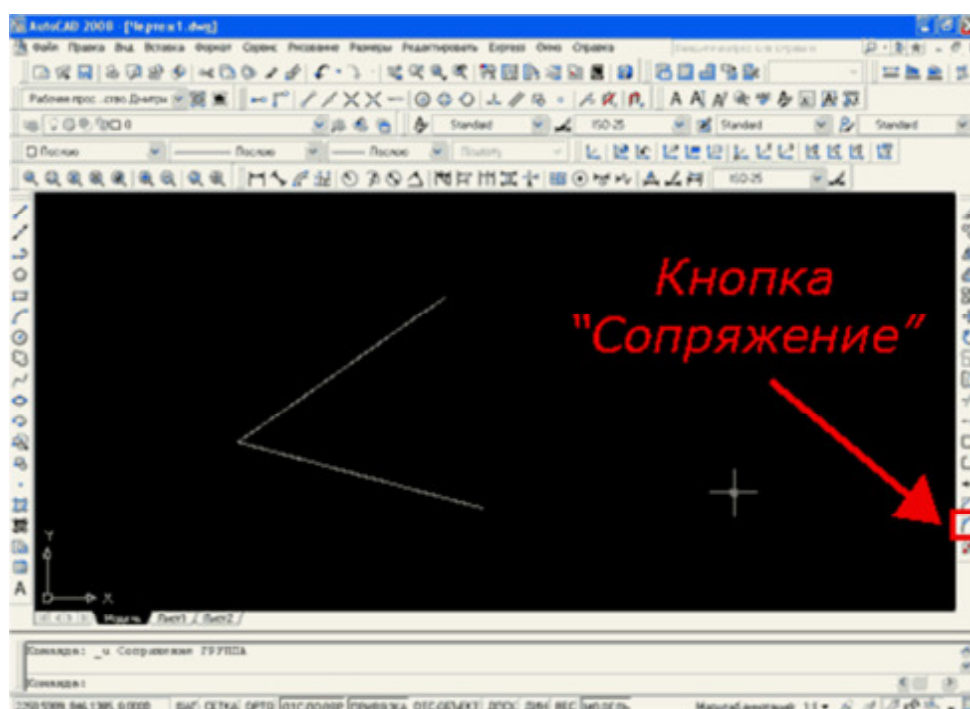
Проще говоря, сопряжение - это скругление угла, образованного двумя прямыми отрезками. Сопряжение представляет собой дугу окружности, а отрезки, образующие исходный угол, являются касательными к этой окружности.

В простейшем случае, когда нам заданы 2 отрезка, имеющие общую начальную точку и образующие определённый угол, сопряжение строится элементарно. Для этого на панели инструментов "редактирование" ("modify") есть специальная кнопка, которая так и называется "fillet".

Эта кнопка выглядит следующим образом:



Панель инструментов "редактирование" обычно располагается в правой части рабочего окна AutoCAD.



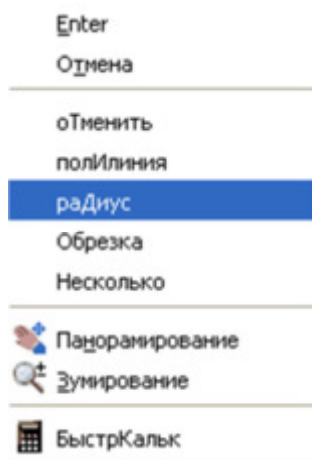
Нажатие по кнопке "Сопряжение" вызовет команду построения сопряжения. Эту команду можно также запустить введя с клавиатуры в командную строку следующее: "\_fillet" и нажав клавишу "Enter".

В командной строке выскочет следующее сообщение:

*Текущие настройки: Режим = С ОБРЕЗКОЙ, Радиус сопряжения = 0.0000*

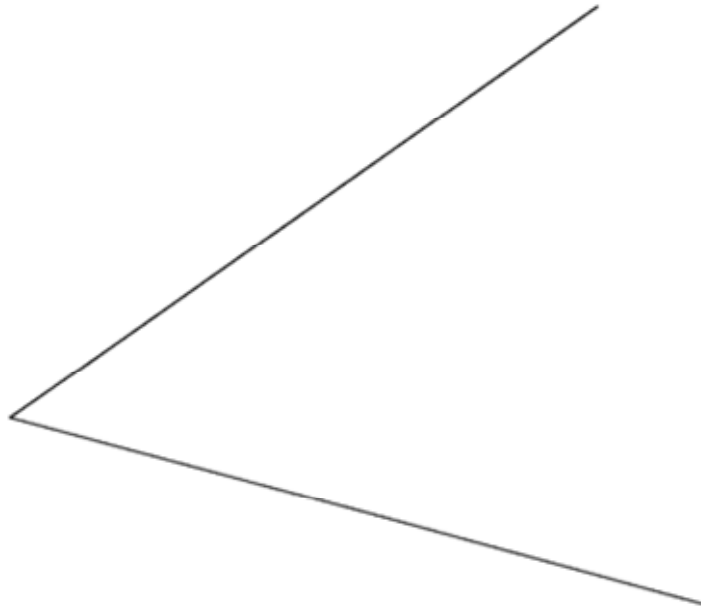
*Выберите первый объект или [Отменить/ Полилиния / раДиус/ Обрезка/ Несколько]:*

Следует обратить внимание на то значение, которое принимает по умолчанию радиус сопряжения. В командной строке написано: "*Радиус сопряжения = 0.0000*". Что это значит? Это означает, что если мы укажем отрезки, образующие угол, то у нас построится сопряжение, т.е. скругление в виде дуги с нулевым радиусом. А дуга с нулевым радиусом - это вообще ничто, пустое место. Т.е., если мы оставим радиус сопряжения равным нулю у нас вообще сопряжение не построится. Соответственно нам нужно поменять радиус сопряжения. Для этого подводим курсор к чёрному экранчику пространства модели и щёлкаем правой кнопкой мыши. Появляется список.

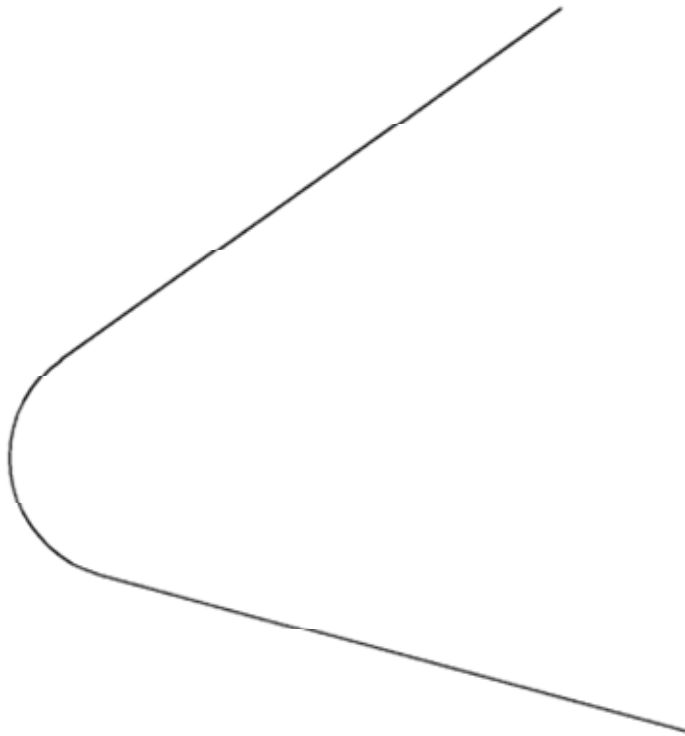


В этом списке выбираем пункт "радиус". В командной строке у нас запрашивается новое значение радиуса. Вводим, например, значение "10" и нажимаем клавишу "Enter". Теперь нам нужно подвести курсор, который принял форму квадратика, сначала к первому отрезку и нажать левую кнопку мыши, затем - к правому и тоже нажать левую кнопку мыши. Уголочек скруглится. Отрезки и сопряжение (дуга) преобразуются в единую полилинию. Сопряжение построено.

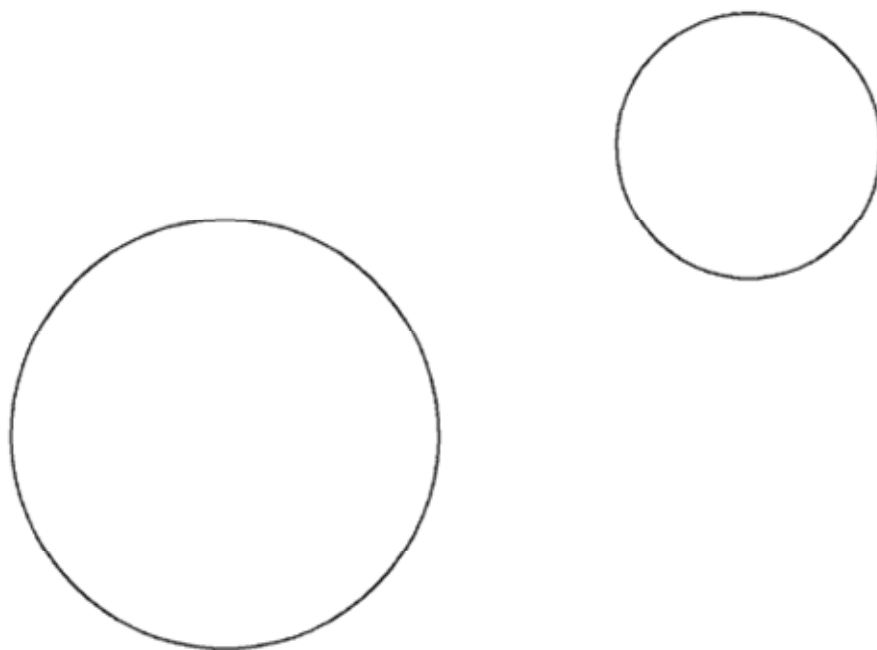
Было так:



Стало так:

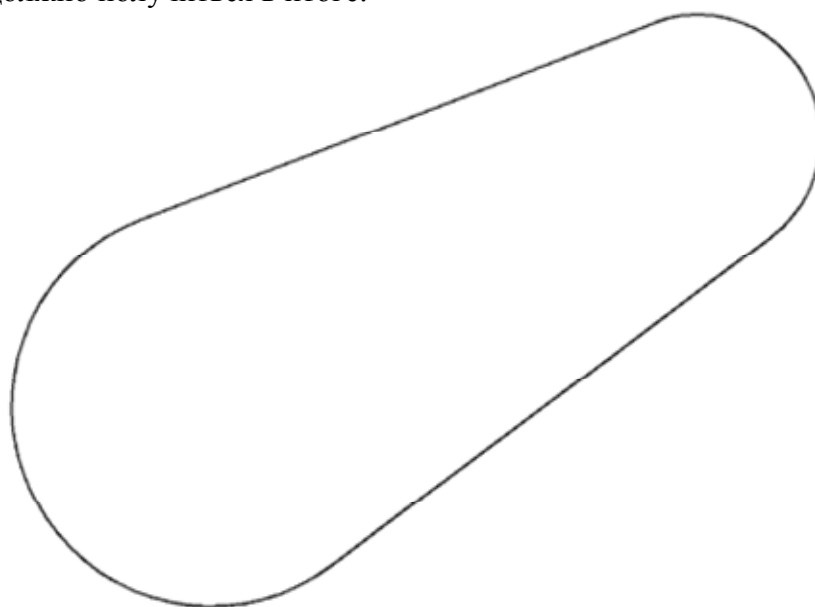


Ситуация следующая: у нас есть 2 окружности: одна побольше, другая поменьше. Радиусы окружностей взяты произвольно. Расположение этих окружностей - также произвольное.



Задача состоит в следующем: нужно построить 2 прямых отрезка. Эти отрезки должны быть касательными одновременно к каждой из двух окружностей. Т.е. начальные и конечные точки обоих отрезков должны быть точками касания к окружностям. Затем нужно лишние фрагменты окружности обрезать и получить на выходе замкнутый контур с двумя сопряжениями.

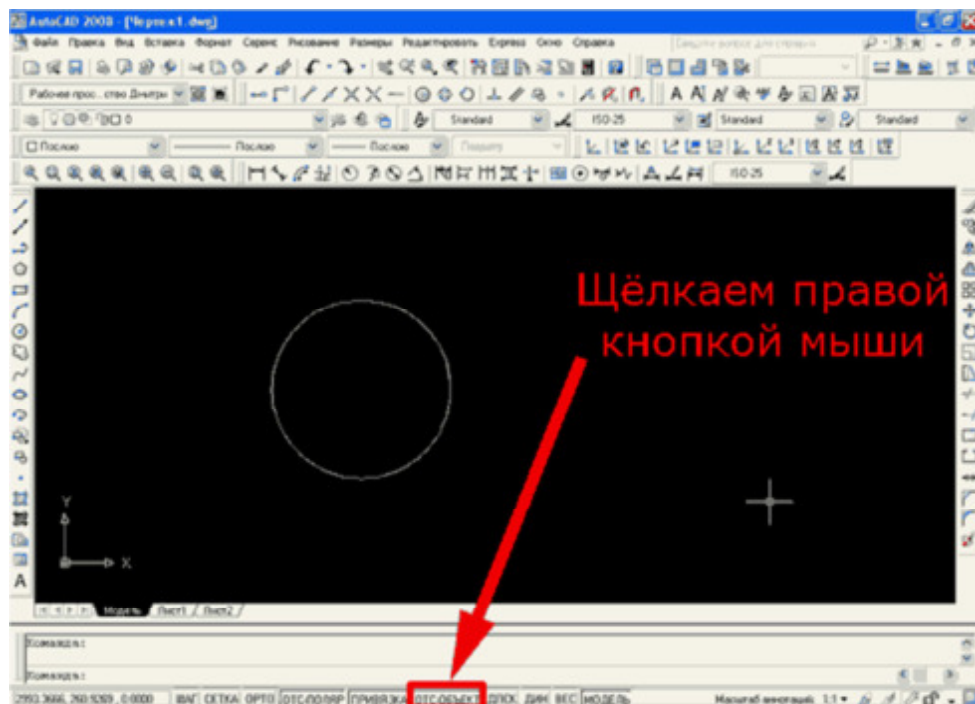
Вот что у нас должно получиться в итоге:



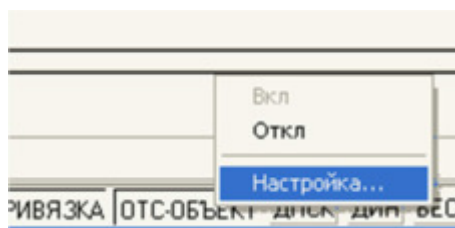
Для того, чтобы построить такое сопряжение нужно уметь работать с режимом объектного отслеживания "касательная".

Для начала нам нужно включить это режим. Делается это следующим образом. Сначала подводим курсор мыши к кнопке "ОТС-ОБЪЕКТ" или к кнопке "ПРИВЯЗКА" на строке состояния. Нужно проследить, чтобы кнопки "ПРИВЯЗКА" и "ОТС-ОБЪЕКТ" были вдавненными. Щёлкаем правой кнопкой мыши по одной из этих кнопок.

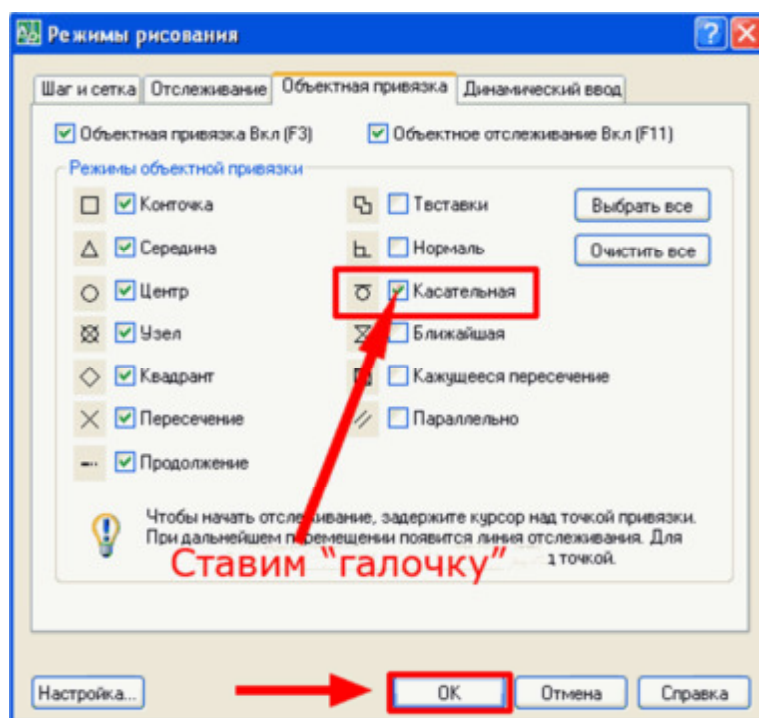




Выбираем из списка пункт "настройка".

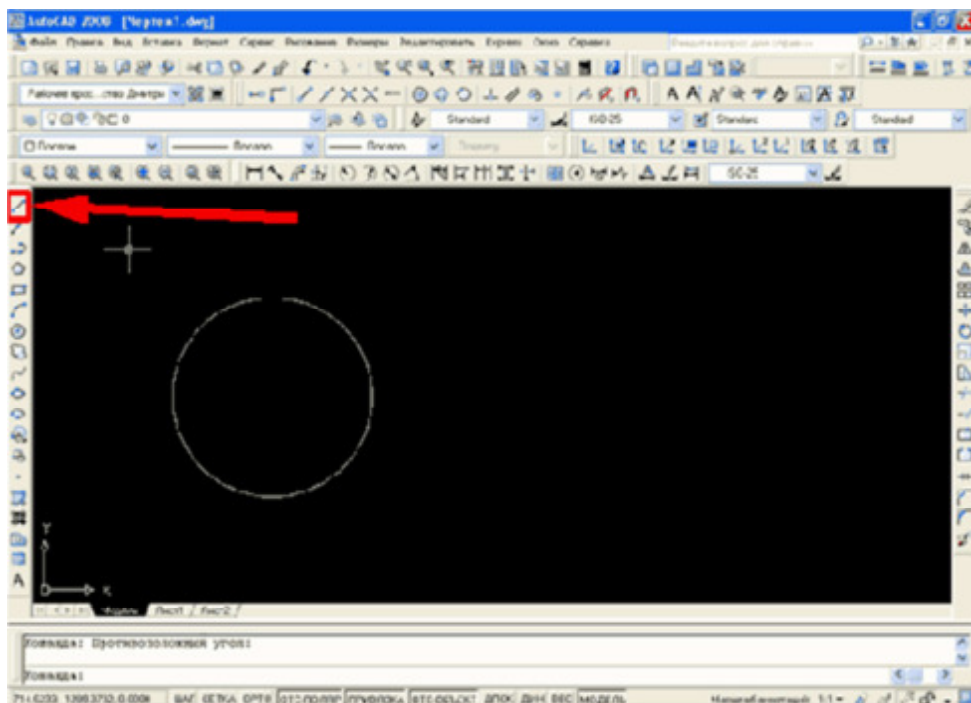


Открывается диалоговое окно настройки режимов черчения (рисования). С правой стороны находится список режимов объектного отслеживания. Нам нужно поставить галочку рядом с режимом черчения "касательная" и нажать кнопку "ОК".



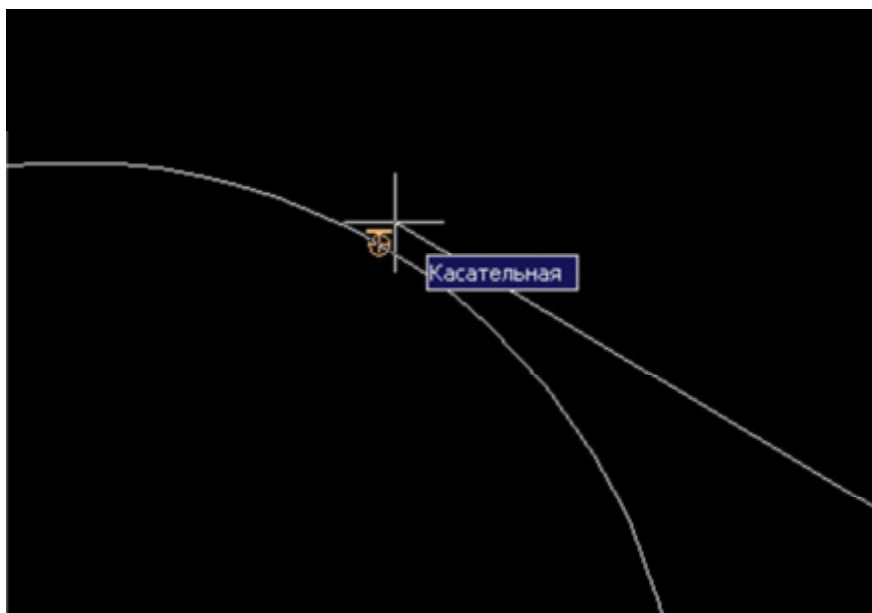
Теперь мы можем построить отрезок из какой-либо точки отрезком таким образом, чтобы его конечная точка совпадала с точкой касания к окружности.

Пусть у нас имеется какая-нибудь окружность произвольного радиуса. Построим отрезок, касательный к окружности. Нажмём на панели инструментов "рисование" кнопку "отрезок".

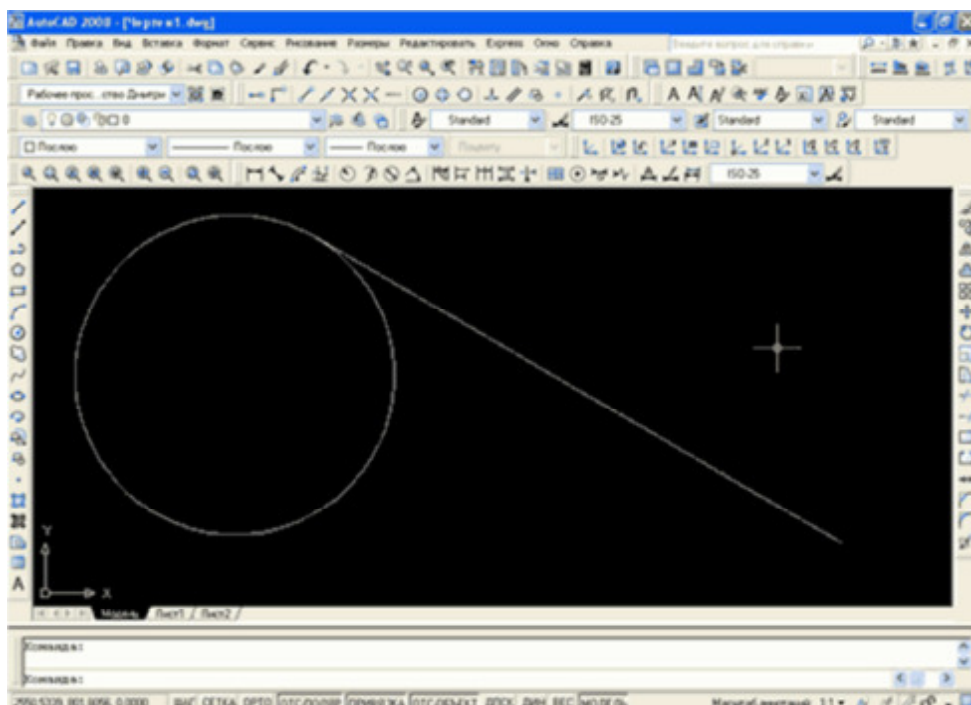


Запускается команда построения прямого отрезка. Укажем начальную точку отрезка щелкнув в произвольной точке на "чёрном экранчике" пространства модели. После этого нам нужно указать вторую точку, которая является точкой касания к окружности.

Подведём курсор мыши к окружности, приблизительно к тому месту, где должна располагаться точка касания. Появится жёлтый значок в виде маленького кружочка, над которым находится горизонтальная полоска. Также появится надпись с подсказкой "касательная".



Это означает, что сработал режим объектного отслеживания "касательная". Теперь нужно нажать левую кнопку мыши, затем клавишу "Enter" либо "Esc" для выхода из команды.



Построение касательной завершено.

Вернёмся к нашей задаче о построении сопряжения двух окружностей. Мы знаем как провести касательную к окружности. Но для того чтобы нам её провести, нужно знать где у нас будет располагаться начальная точка касательного отрезка. Вот тут и начинается геморрой... Ведь начальная точка этого отрезка является точкой касания ко второй окружности. А эта точка нам неизвестна.

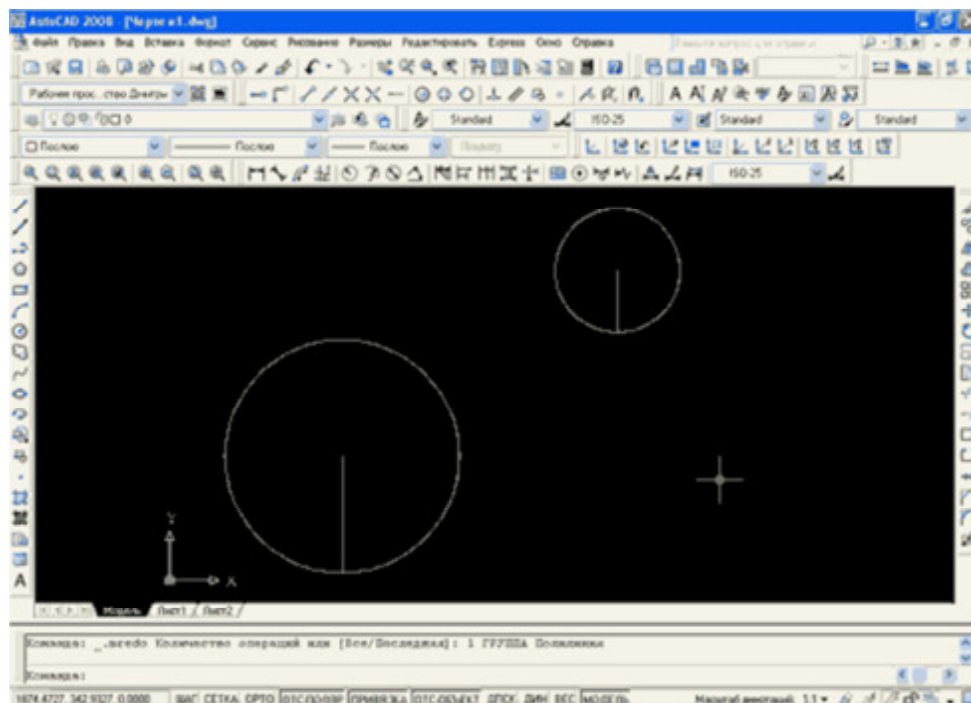


Сколько я не экспериментировал с объектными привязками и режимами объектного отслеживания, - так у меня и не получилось сопрячь две окружности средствами AutoCAD.

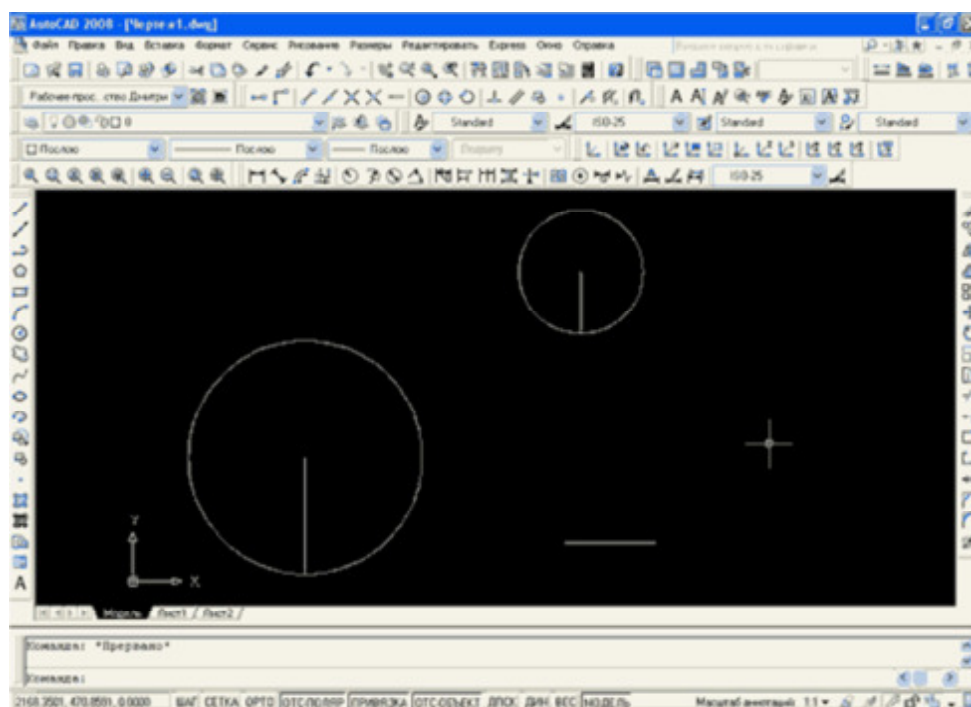
Пришлось мне покопаться в специальной литературе по начертательной геометрии. Спешу Вас обрадовать, решения я нашёл.

Итак, рассмотрим алгоритм построения сопряжения двух окружностей.

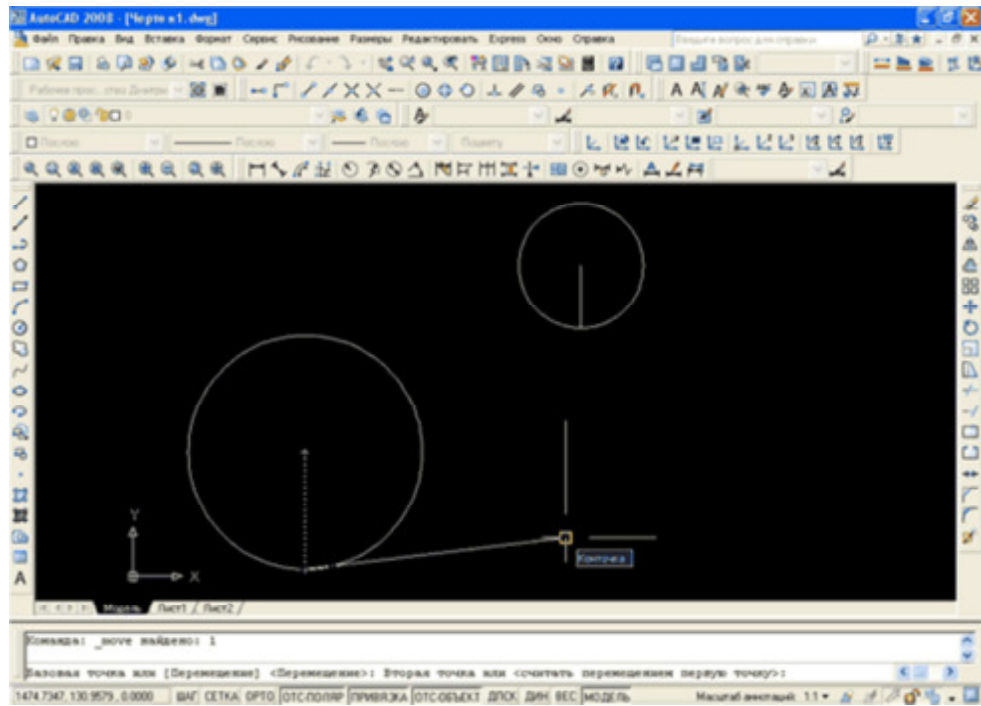
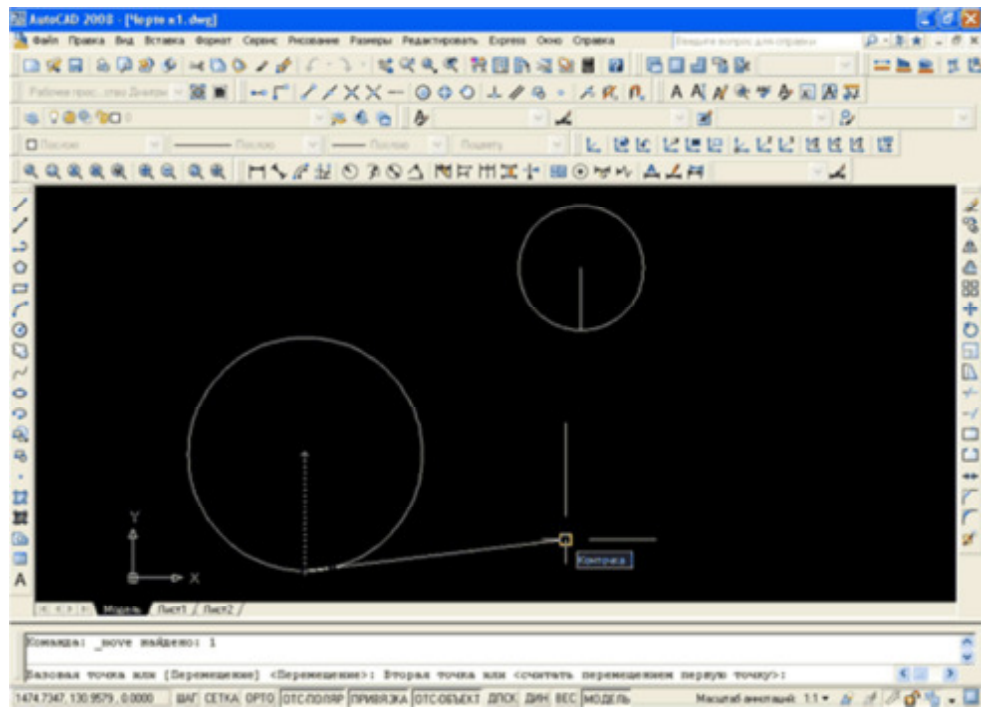
1) Проводим из центра каждой окружности вертикальные отрезки до пересечения с нижними точками этих окружностей. Для построения нам нужно включить объектные привязки "центр" и "квадрант" и режим от спольяр.



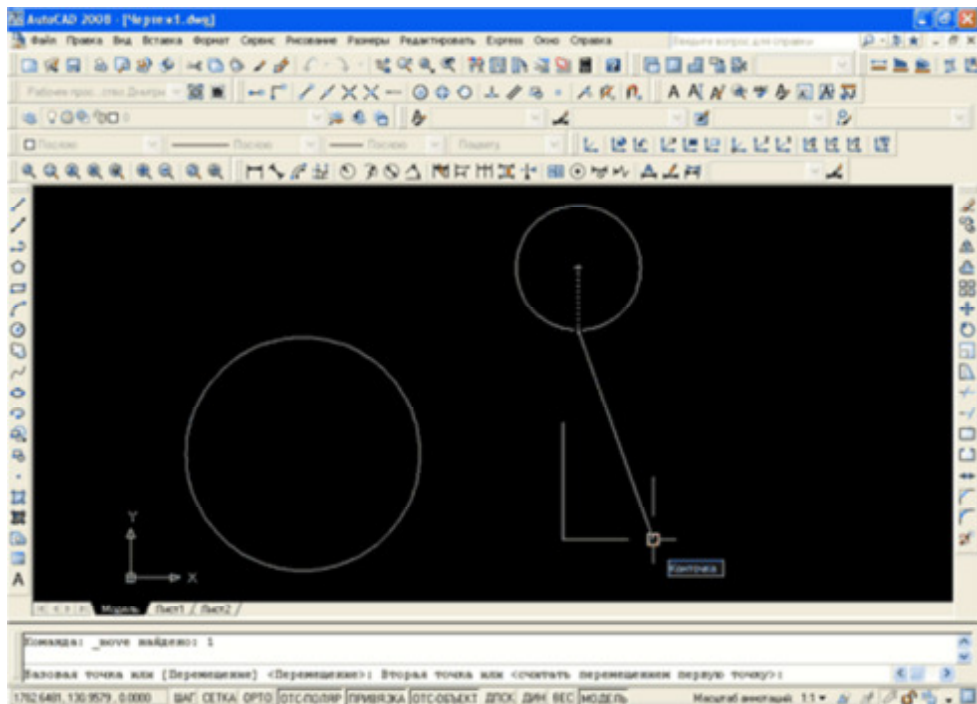
Строим где-нибудь в сторонке строго горизонтальный отрезок произвольного размера.



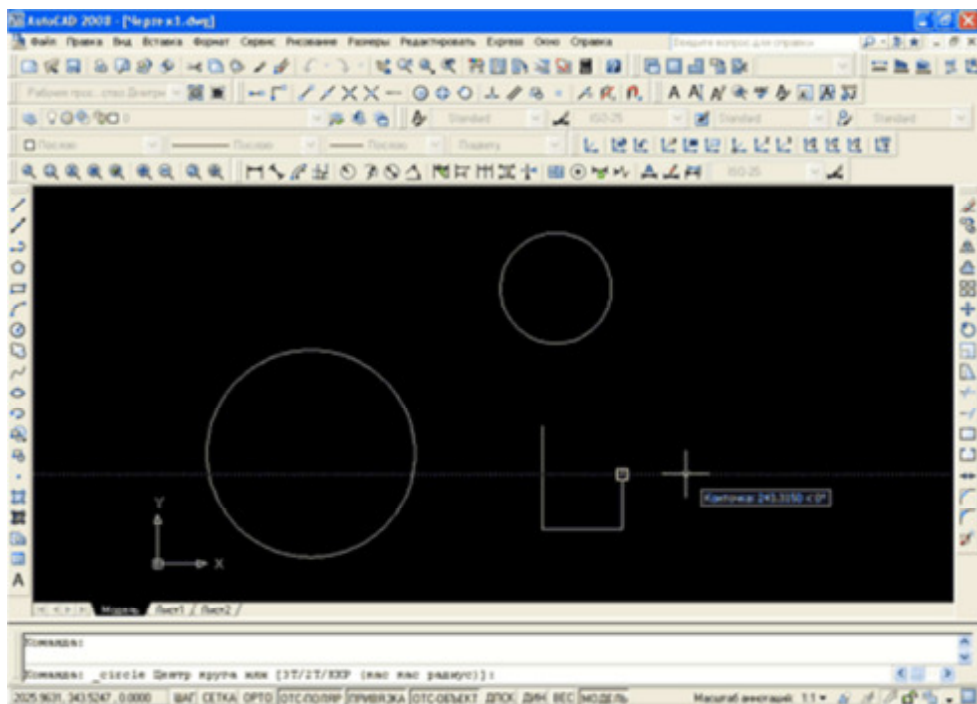
Переносим 2 построенных вертикальных отрезка соответственно в начальную и конечную точки горизонтального отрезка.





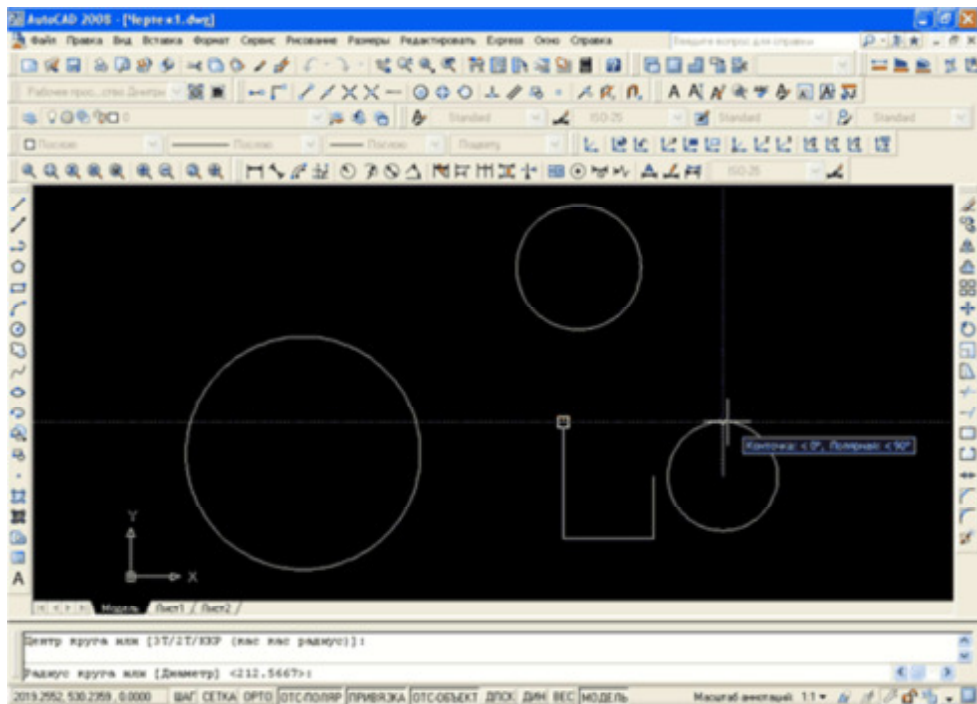


Вызываем команду построения окружности. Далее указываем центр окружности следующим образом. Накатываемся на верхнюю точку малого вертикального отрезка и отводим мышь немного вправо строго вдоль горизонтальной оси (проследите чтобы был включен режим "ОТС-ПОЛЯР"). Щёлкаем левой кнопкой мыши.



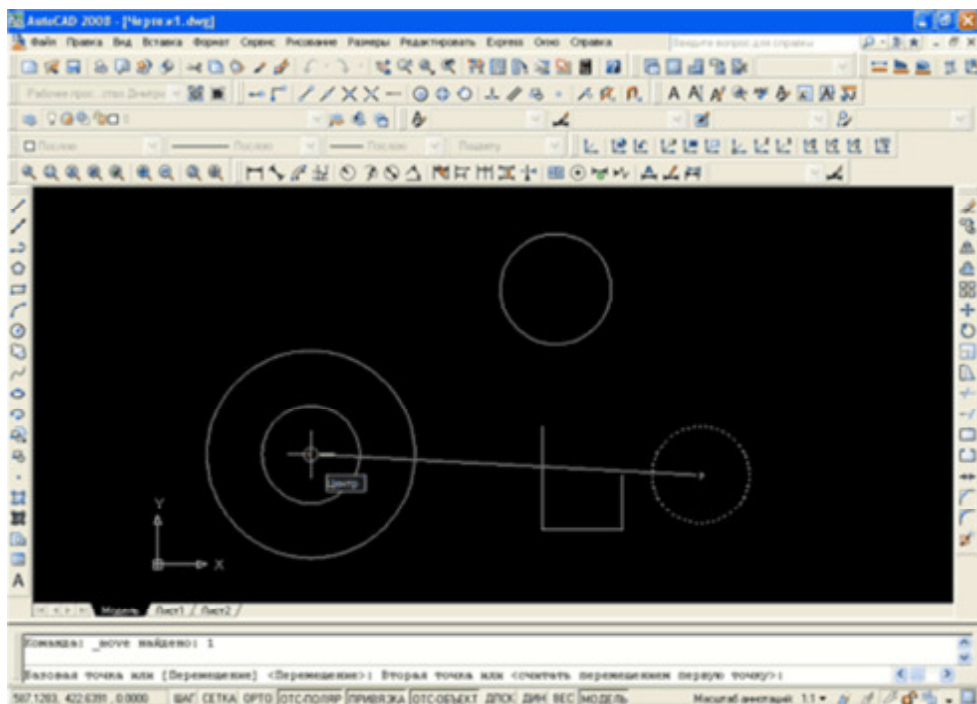
Далее нужно задать радиус окружности. Для этого накатываемся на верхнюю точку, перемещаем курсор горизонтально вправо вдоль горизонтальной пунктирной линии до пересечения с вертикальной пунктирной линией, т.е. указываем крайнюю верхнюю точку окружности. Щёлкаем левой кнопкой мыши.



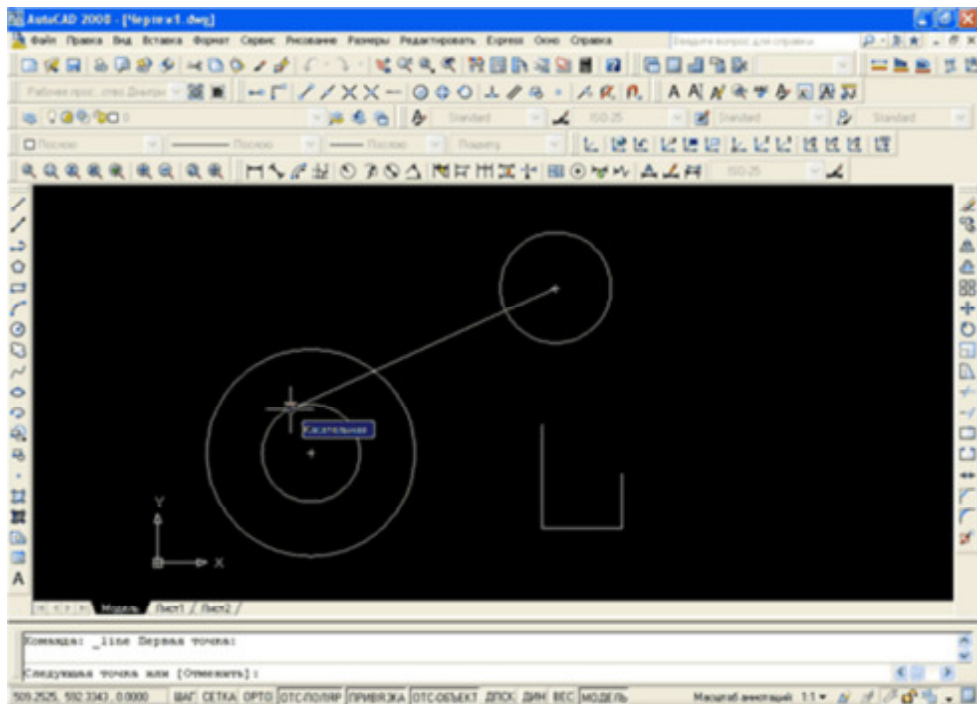


Выделяем только что построенную окружность.

Вызываем команду "перемещение", указываем базовую точку (за что берём). Базовой точкой у нас будет служить центр последней окружности. Указываем конечную точку перемещения (куда ставим). Конечной точкой будет служить будет служить центр большей окружности.

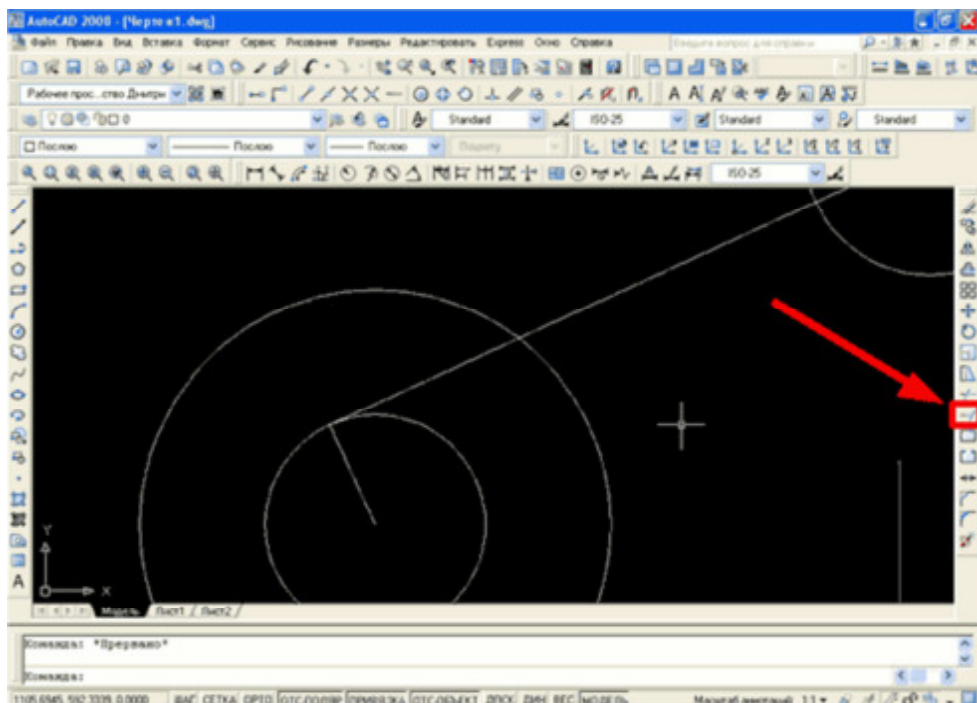


Теперь нам нужно построить касательную к перемещённой окружности из центра 1-ой маленькой окружности.



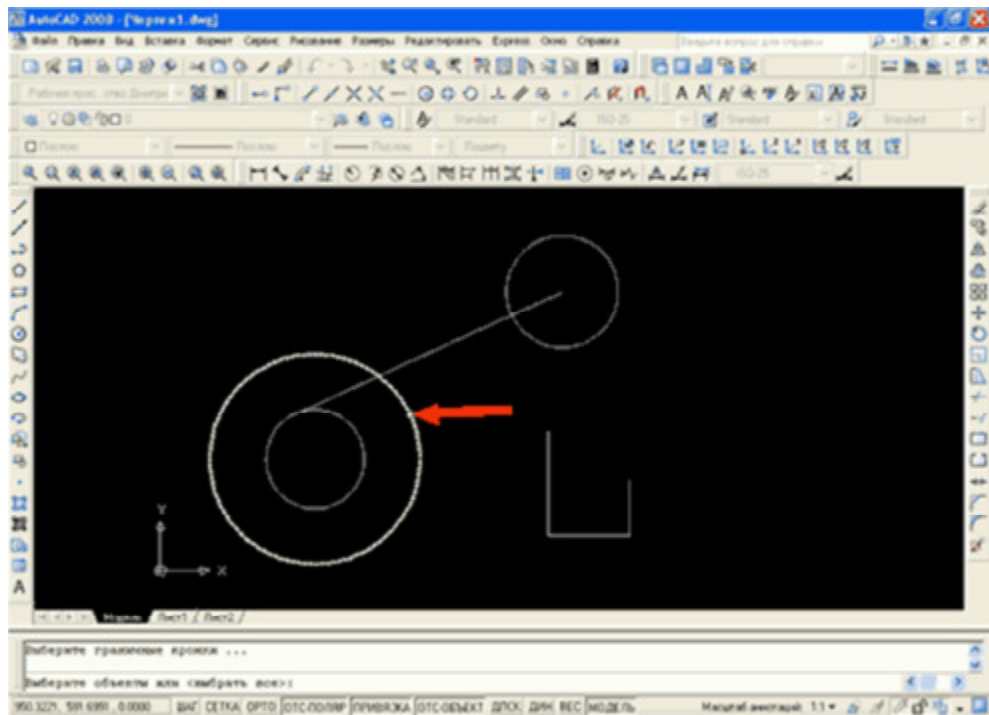
Далее строим из центра 3-ей окружности (которую мы перемещали) отрезок, конечная точка которого совпадает с конечной точкой только что проведённой касательной.

Теперь мы можем получить начальную точку из которой будем строить касательную к двум исходным окружностям. Для этого нажимаем кнопку "удлинить" на панели инструментов "редактирование".

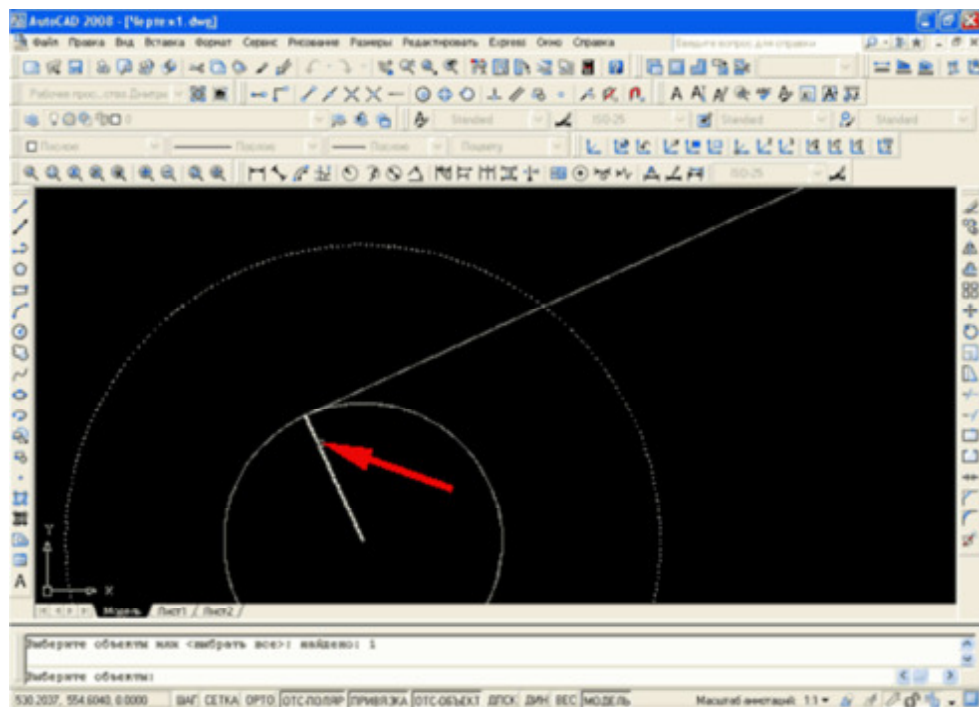


Запустится команда удлинения объектов.

Укажем граничные кромки. Для этого щёлкнем левой кнопкой мыши по исходной окружности большего диаметра. Затем нажимаем клавишу "Enter".



Указываем объекты для удлинения. Щёлкаем по маленькому отрезку.



Мы получили точку касания и начальную точку для построения касательного отрезка.