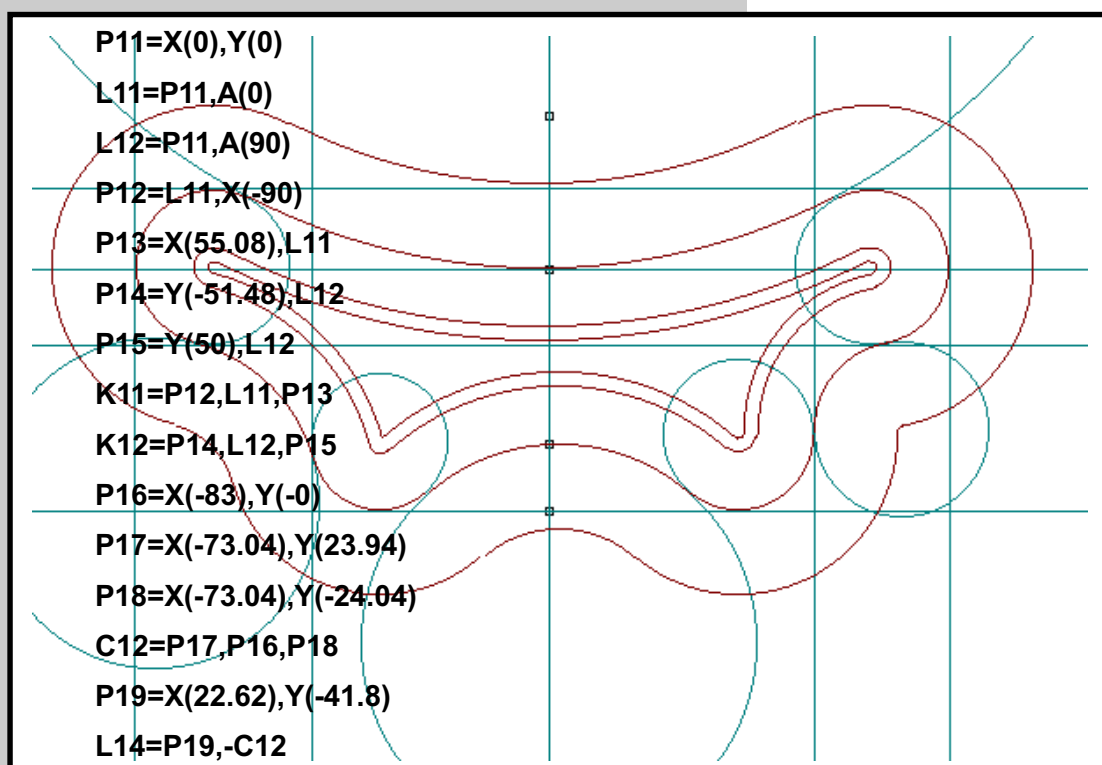


# Описание языка геометрического процессора



# Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>2-5</b>
Назначение и область применения .....	2-5
Единицы измерения .....	2-5
Обозначения применяемые в языке .....	2-6
Параметризация геометрических объектов .....	2-6
<b>1 ОПЕРАТОРЫ ЗАДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ .....</b>	<b>2-7</b>
<b>1.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>2-7</b>
1.1.1 Построение оператора, типы геометрических переменных .....	2-7
1.1.2 Направления прямых и окружностей .....	2-8
1.1.3 Задание системы координат .....	2-8
<b>1.2 ЗАДАНИЕ ТОЧКИ .....</b>	<b>2-11</b>
1.2.1 Задание точки прямоугольными координатами .....	2-11
1.2.2 Задание точки полярными координатами .....	2-12
1.2.3 Задание точки приращением координат относительно ранее определенной точки .....	2-13
1.2.4 Задание точки пересечением двух прямых .....	2-14
1.2.5 Точка, заданная полярными координатами относительно точки, заданной ранее .....	2-14
1.2.6 Точка, как центр ранее определенной окружности .....	2-14
1.2.7 Задание точки пересечением прямой и окружности .....	2-15
1.2.8 Задание точки пересечением двух окружностей .....	2-15
1.2.9 Задание точки осевой симметрией .....	2-16
1.2.10 Задание точки переносом в новую систему координат .....	2-17
1.2.11 Задание точки, лежащей на окружности под заданным центральным углом .....	2-18
1.2.12 Точка, заданная одной из координат и лежащая на прямой .....	2-19
1.2.13 Задание точки, лежащей на прямой, на расстоянии от ранее заданной точки .....	2-20
1.2.14 Точка, как узловая точка контура .....	2-20
1.2.15 Точка, заданная пересечением прямой и контура .....	2-20
1.2.16 Точка, заданная пересечением окружности и контура .....	2-21
1.2.17 Точка, заданная пересечением двух контуров .....	2-22
1.2.18 Точка, лежащая на контуре, ближайшая к исходной точке .....	2-22
1.2.19 Точка касания двух контуров при перемещении одного из них в указанном направлении до столкновения со вторым .....	2-23
1.2.20 Точка, лежащая на контуре, на указанном расстоянии по контуру от ранее определенной точки .....	2-23
1.2.21 Масштабирование точки .....	2-23
1.2.22 Проекция точки на окружность .....	2-24
<b>1.3 ЗАДАНИЕ ПРЯМОЙ .....</b>	<b>2-25</b>
1.3.1 Прямая, проходящая через две точки, заданные ранее .....	2-25
1.3.2 Прямая, проходящая через точку под заданным углом .....	2-25
1.3.3 Прямая, проходящая через точку, касательная к заданной окружности .....	2-26
1.3.4 Прямая, касательная к окружности под заданным углом .....	2-27

1.3.5 Задание прямой, касательной к двум окружностям.....	2-27
1.3.6 Задание прямой, параллельной данной прямой.....	2-28
1.3.7 Прямая, касательная к контуру под заданным углом.....	2-29
1.3.8 Прямая, проходящая через точку и касательная к контуру.....	2-30
1.3.9 Прямая, как элемент ранее определенного контура.....	2-30
1.3.10 Прямая, определяемая коэффициентами нормального уравнения прямой.....	2-31
1.3.11 Перенос линии.....	2-31
1.3.12 Поворот линии вокруг точки на заданный угол.....	2-31
1.3.13 Масштабирование линии.....	2-31
<b>1.4 ЗАДАНИЕ ОКРУЖНОСТИ.....</b>	<b>2-33</b>
1.4.1 Окружность, заданная центром и радиусом.....	2-33
1.4.2 Окружность, симметричная исходной окружности относительно прямой.....	2-34
1.4.3 Окружность, определяемая переносом исходной окружности.....	2-34
1.4.4 Окружность с заданным центром, касательная к прямой.....	2-35
1.4.5 Окружность с заданным центром, касательная к окружности.....	2-35
1.4.6 Окружность заданного радиуса, касательная к двум прямым.....	2-36
1.4.7 Окружность заданного радиуса, касательная к двум окружностям.....	2-36
1.4.8 Окружность заданного радиуса, касательная к прямой и окружности определенным ранее.....	2-37
1.4.9 Окружность заданного радиуса, проходящая через точку и касательная к прямой.....	2-38
1.4.10 Окружность заданного радиуса, проходящая через точку и касательная к окружности.....	2-38
1.4.11 Окружность заданного радиуса, проходящая через две точки.....	2-39
1.4.12 Окружность, концентричная данной окружности.....	2-40
1.4.13 Окружность с центром в заданной точке и касательная к контуру... ..	2-40
1.4.14 Окружность, как элемент ранее определенного контура.....	2-41
1.4.15 Поворот окружности вокруг точки на заданный угол.....	2-41
1.4.16 Масштабирование окружности.....	2-41
<b>1.5 ОКРУЖНОСТЬ, ОПРЕДЕЛЯЕМАЯ ПО УСЛОВИЮ ТРЕХ КАСАНИЙ.....</b>	<b>2-43</b>
1.5.1 Окружность, проходящая через две точки и касательная к данной окружности.....	2-43
1.5.2 Окружность, проходящая через две точки и касательная к данной прямой.....	2-44
1.5.3 Окружность, проходящая через точку и касательная к двум прямым... ..	2-44
1.5.4 Окружность, проходящая через точку и касательная к двум окружностям.....	2-45
1.5.5 Окружность, проходящая через точку и касательная к прямой и окружности.....	2-45
1.5.6 Окружность, касательная к двум окружностям и прямой.....	2-46
1.5.7 Окружность, касательная к двум прямым и окружности.....	2-46
1.5.8 Окружность, проходящая через три точки.....	2-47
1.5.9 Окружность, касательная к трем прямым.....	2-47
1.5.10 Окружность, касательная к трем окружностям.....	2-48
<b>1.6 КОНТУР.....</b>	<b>2-49</b>
1.6.1 Понятие контура.....	2-49
1.6.2 Формирование контура из заданных геометрических элементов.....	2-49

1.6.3 Радиус скругления .....	2-50
<b>1.7 КОНТУР, ЗАДАННЫЙ НА МНОЖЕСТВЕ ТОЧЕК .....</b>	<b>2-51</b>
1.7.1 Контур - ломаная .....	2-51
1.7.2 Сплайн .....	2-51
1.7.3 Аппроксимация дугами .....	2-52
1.7.4 Спираль Архимеда .....	2-52
<b>1.8 МОДИФИКАЦИЯ КОНТУРА .....</b>	<b>2-53</b>
1.8.1 Параллельный перенос .....	2-53
1.8.2 Перенос - поворот .....	2-54
1.8.3 Перенос контура в относительную систему координат .....	2-55
1.8.4 Задание контура осевой симметрией .....	2-56
1.8.5 Построение эквидистантного контура .....	2-57
1.8.6 Многократный поворот с объединением .....	2-57
1.8.7 Многократный перенос с объединением .....	2-58
1.8.8 Контур, заданный переносом исходного контура в указанном направлении до столкновения с другим контуром .....	2-58
1.8.9 Смена направления обхода .....	2-59
1.8.10 Объединение контуров .....	2-59
1.8.11 Контур, определяемый масштабированием исходного контура .....	2-59
1.8.12 Выделение контура, как подмножества исходного контура .....	2-60
1.8.13 Скругление в узловой точке исходного контура .....	2-60
<b>1.9 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ .....</b>	<b>2-61</b>
1.9.1 Функции преобразования параметров геометрических элементов в вещественный тип данных .....	2-61
1.9.2 Функции преобразования параметров взаимного расположения геометрических элементов в вещественный тип данных .....	2-61
1.9.3 Функции вычисления ортогонального расстояния по осям X,Y между двумя точками. ....	2-62



# ВВЕДЕНИЕ

---

## Назначение и область применения

Геометрический процессор предназначен для выполнения геометрических расчетов, связанных с определением на плоскости геометрических объектов, расчетом параметров их взаимного расположения и модификациями этих объектов. При работе в составе пакета геометрический процессор расширяет язык монитора следующими типами данных:

- точка;
- прямая;
- окружность;
- контур;
- система координат.

Наличие указанных типов данных позволяет оперировать геометрическими понятиями, чем и определяется проблемная ориентация языка.

Геометрический процессор может быть использован при решении широкого круга задач, связанных с геометрическими расчетами.

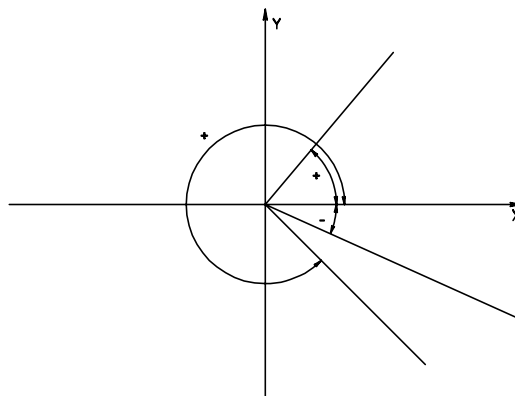
---

## Единицы измерения

В языке монитора принято задавать:

- линейные размеры в мм;
- углы в градусах, с десятичными долями, т.е. десятичным числом.

Угол положительный, если отсчитывается от положительного направления оси "X" против часовой стрелки. Угол отрицательный, если отсчитывается от положительного направления оси "X" по часовой стрелке.



## Обозначения применяемые в языке

Идентификаторы типов геометрических объектов имеют следующие обозначения:

O1, O2, O3...On	- системы координат;
P1, P2, P3...Pn	- точки;
L1, L2, L3...Ln	- прямые;
LX, LY	- оси координат базовой системы;
C1, C2, C3...Cn	- окружности;
K1, K2, K3...Kn	- контуры.

Идентификаторы геометрических функций имеют следующие обозначения:

X, Y	- координаты;
A	- угол;
M	- расстояние;
R	- радиус;
D	- диаметр;
N	- номер или количество.

При написании операторов различия между заглавными и прописными буквами не существует.

---

## Параметризация геометрических объектов

В любом операторе геометрического языка вместо любого числового значения могут быть использованы переменная или арифметическое выражение.

При этом переменная отделяется от идентификатора пробелом или точкой. Арифметическое выражение заключается в круглые скобки.

# 1 ОПЕРАТОРЫ ЗАДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

## 1.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1.1 Построение оператора, типы геометрических переменных

Задание геометрических элементов в языке монитора осуществляется посредством операторов расчета и присваивания значений переменным типов “точка”, “прямая”, “окружность”, “система координат”. В левой части оператора находится переменная, идентифицирующая задаваемый геометрический объект, а в правой - один из множества допустимых способов задания этого объекта. Типом переменной определяются ее возможные значения, операции определения переменной и характер ее использования. Существует строгая мнемоническая связь между типом переменной и ее обозначением. Например все переменные типа “прямая” имеют обозначение “L” с идентификационным номером. Поэтому обозначения переменных входят в словарь языка и являются служебными словами.

В общем виде оператор задания геометрического элемента имеет следующий формат:

---

*идентификатор типа с номером = список  
параметров в формате способа задания,*

---

или

---

*идентификатор типа с номером [список  
параметров в формате способа задания].*

---

Параметрами могут являться геометрические функции, идентификаторы ранее заданных геометрических элементов или вложенные операторы задания геометрических элементов. Форматы способов задания описаны в данном разделе. Если способ задания предусматривает указание координат по двум осям, то можно опустить идентификаторы “X” и “Y”. При этом первое число интерпретируется как координата по оси “X”, а второе - как координата по оси “Y”.

Если элемент использован (при задании контура или другого элемента), его можно переопределить, задав новый элемент с тем же идентификатором. Допустимо использование и переопределение в пределах одного оператора.

Пример:

$$L20 = L20, M50$$

/ \  
 задаваемая прямая      ранее заданная прямая



## 1.1.2 Направления прямых и окружностей

Задаваемые геометрические элементы находятся в текущей плоскости. Задание осуществляется в правосторонней прямоугольной системе координат.

Положительное направление прямой определяется при ее задании, и в дальнейшем не изменяется. Например, если прямая задана двумя точками, то положительным считается направление от первой точки ко второй; а если задана прямая параллельная ранее определенной, то считается, что положительные направления прямых совпадают, и т. д.

Положительным направлением окружности принято направление против часовой стрелки. Все заданные окружности принимают положительное направление независимо от направления их при задании.

## 1.1.3 Задание системы координат

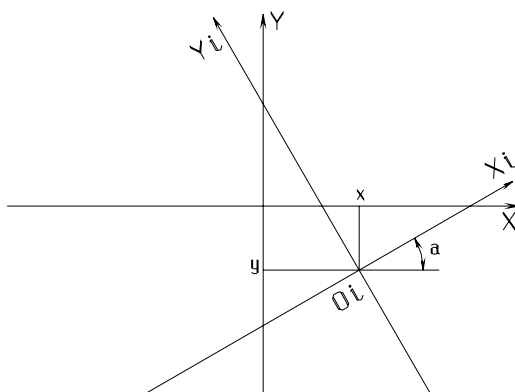
Исходная система координат принимается по умолчанию и является базовой. Все заданные системы координат являются относительными и лежат в исходной. Параметры всех геометрических элементов, задаваемых в относительной системе, автоматически пересчитываются в базовую систему координат. Предусмотрены два способа задания новой системы координат:

- **Задание новой системы координатами центра и углом поворота относительно базовой системы**

Формат:

$$O_i = X_x, Y_y, A_a$$

- $O_i$  - новая система координат;
- $X_x, Y_y$  - координаты центра;
- $A_a$  - угол поворота.



- Задание новой системы координат указанием идентификатора ранее заданной точки, в которой расположен центр и углом поворота относительно базовой системы

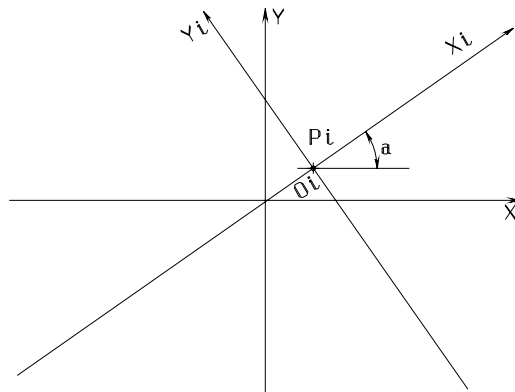
Формат:

---

$$O_i = P_j, A\alpha$$

---

$P_j$  - точка центра.





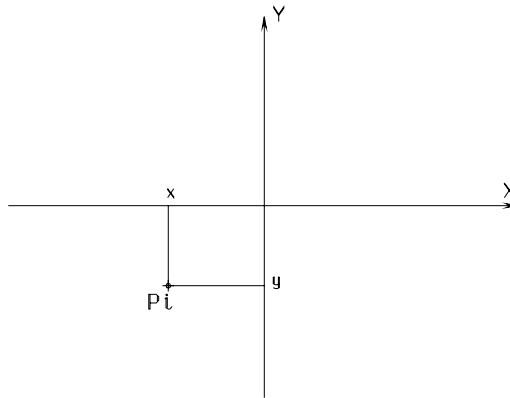
## 1.2 ЗАДАНИЕ ТОЧКИ

### 1.2.1 Задание точки прямоугольными координатами

- Задание точки координатами в базовой системе

Формат:

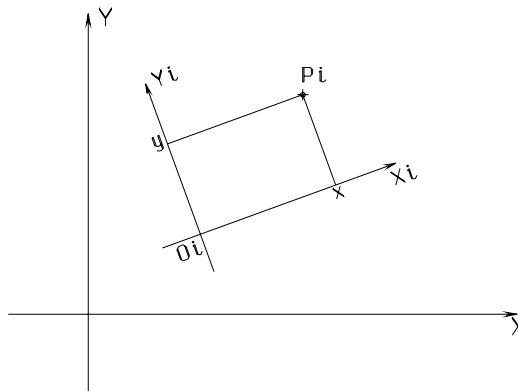
$$P_i = X_x, Y_y$$



- Определение точки координатами в заданной системе, отличной от базовой.

Формат:

$$P_i = X_x, Y_y, O_i$$



## 1.2.2 Задание точки полярными координатами

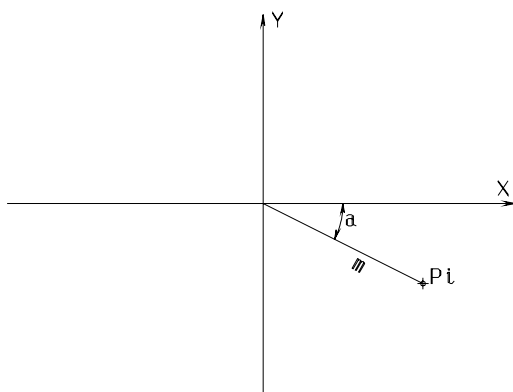
### ■ Относительно начала координат

Формат:

$$P_i = Mm, A\alpha$$

$Mm$  - длина вектора, соединяющего задаваемую точку с началом координат;

$A\alpha$  - угол между вектором и положительным направлением оси "X".



### ■ Относительно точки, заданной ранее

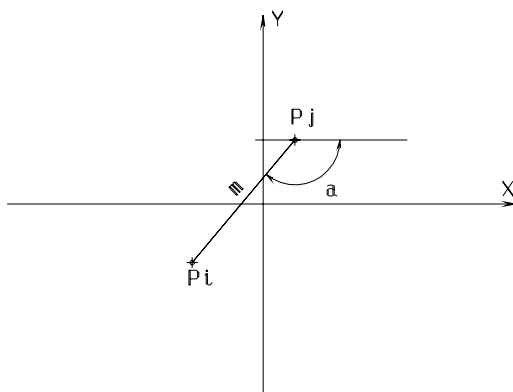
Формат:

$$P_i = Mm, A\alpha, P_j$$

$Mm$  - длина вектора, соединяющего задаваемую точку и точку заданную ранее;

$A\alpha$  - угол между вектором и положительным направлением оси "X";

$P_j$  - заданная ранее точка.



### ■ В относительной системе координат

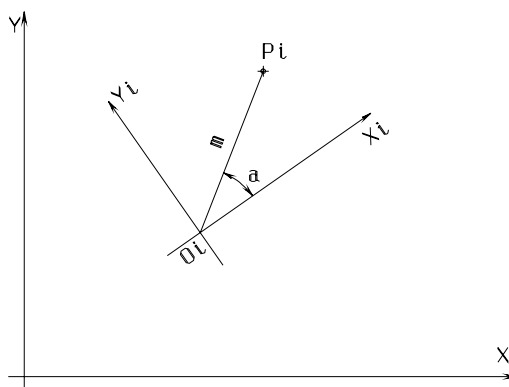
Формат:

$$P_j = Mm, Aa, O_i$$

$Mm$  - длина вектора, соединяющего задаваемую точку и точку заданную ранее;

$Aa$  - угол между вектором и положительным направлением оси "X";

$O_i$  - заданная ранее система координат.



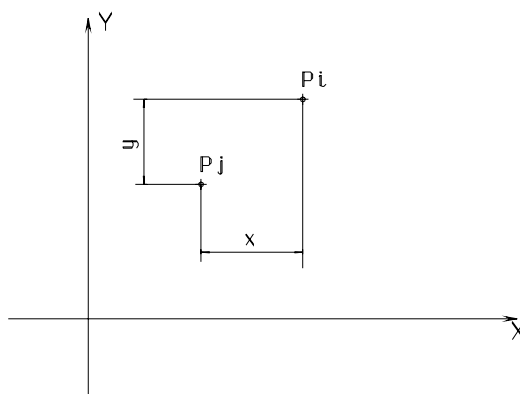
### 1.2.3 Задание точки приращением координат относительно ранее определенной точки

Формат:

$$P_i = P_j, X_x, Y_y$$

$P_j$  - заданная ранее точка;

$X_x, Y_y$  - смещение по координатам X и Y соответственно.

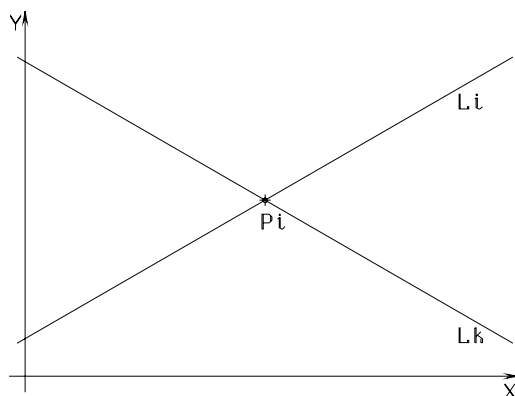


### 1.2.4 Задание точки пересечением двух прямых

Формат:

$$P_i = L_j, L_k$$

$L_i$  и  $L_k$  - ранее заданные прямые.



### 1.2.5 Точка, заданная полярными координатами относительно точки, заданной ранее

Формат:

$$P_i = P_j, P_k, A\alpha$$

$P_j$  - заданная ранее точка

$P_k$  - точка, расстояние до которой от точки  $P_j$  есть длина вектора

$A\alpha$  - угол между вектором и положительным направлением оси X

Пример:

```
for i=3 to 12 do p.i=p[0,0],p[-60,0],a(i*10)
```

### 1.2.6 Точка, как центр ранее определенной окружности

Формат:

$$P_i = C_j$$

### 1.2.7 Задание точки пересечением прямой и окружности

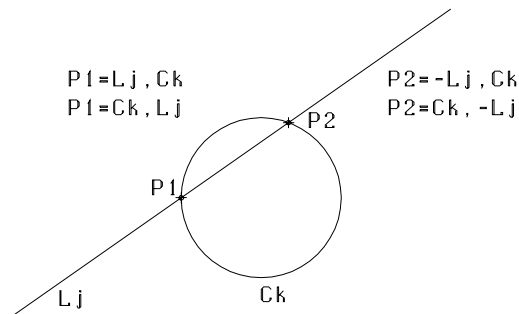
Прямая и окружность пересекаются в общем случае в двух точках. Для определения порядкового номера точки пересечения, необходимо смотреть вдоль прямой в том направлении, с которым она входит в оператор задания точки. Таким образом, одну из точек можно выбрать, указав соответствующий знак прямой в операторе задания точки. Положительное направление прямой в операторе принимается по умолчанию. Для указания отрицательного направления необходимо перед идентификатором прямой поставить знак "-".

Формат:

$$P_i = L_j, C_k$$

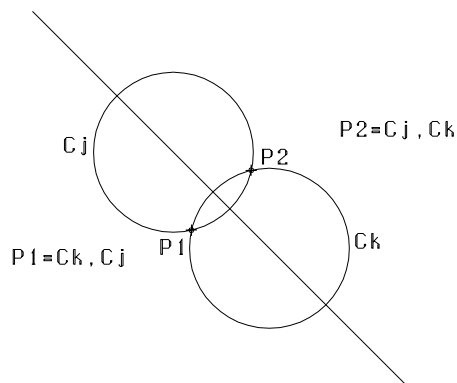
$L_j$  - ранее заданная прямая;

$C_k$  - ранее заданная окружность.



### 1.2.8 Задание точки пересечением двух окружностей

Две окружности, в общем случае, пересекаются в двух точках. Чтобы выбрать нужную точку, необходимо определить номер пересечения. Для этого, мысленно соединив центры окружностей прямой (вспомогательная прямая), направить взгляд вдоль этой прямой в направлении, совпадающем с порядком указания окружностей в операторе, т.е. от первой указанной окружности ко второй.





Задаваемая точка будет расположена при этом слева. Таким образом, порядок записи окружностей в операторе задания точки определяется расположением центров окружностей на вспомогательной прямой.

Формат:

$$P_i = C_j, C_k$$

$C_j$  и  $C_k$  - ранее заданные окружности.

### 1.2.9 Задание точки осевой симметрией

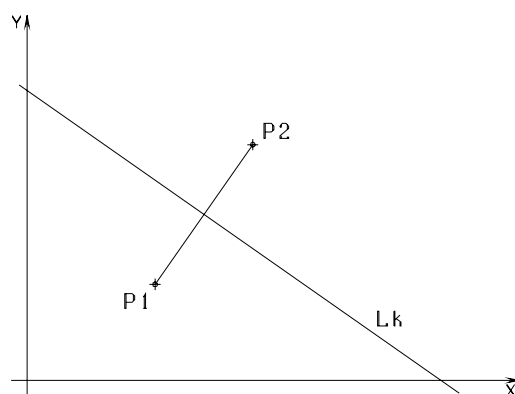
Этот способ позволяет задать точку, расположенную симметрично ранее заданной точке относительно произвольной заданной прямой или не заданной прямой, совпадающей с одной из осей координат.

#### ■ Точка, симметричная данной точке относительно произвольной прямой

Формат:

$$P_i = P_j, L_k \text{ <параметры>}$$

$P_j$  - ранее заданная точка;  
 $L_k$  - ранее заданная прямая.



■ Точка, симметричная данной точке относительно одной из осей координат

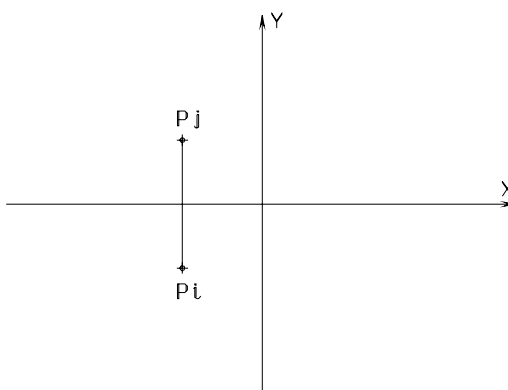
Форматы:

$$P_i = P_j, LX$$

$$P_i = P_j, LY$$

LX - ось "X" базовой системы координат;

LY - ось "Y" базовой системы координат.



1.2.10 Задание точки переносом в новую систему координат

Возможны два случая:

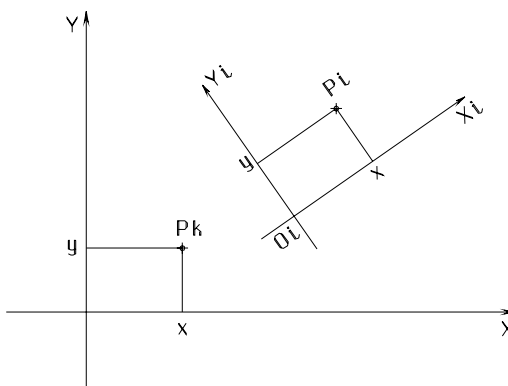
- задаваемая точка расположена в новой системе координат так же, как исходная точка - в базовой

Формат:

$$P_i = O_i, P_k$$

Pk - ранее заданная точка;

Oi - ранее заданная система координат.

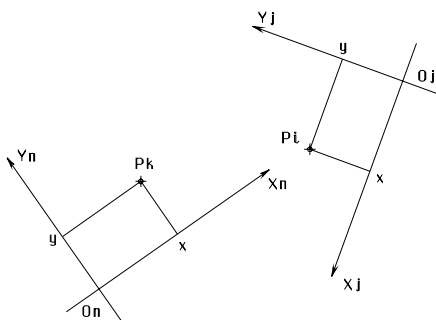


- задаваемая точка расположена в новой системе координат так же, как исходная точка в указанной заданной системе

Формат:

$$P_i = O_j, P_k, O_n$$

- $O_j$  - система, в которой располагается задаваемая точка;
- $O_n$  - система, в которой расположена исходная точка.

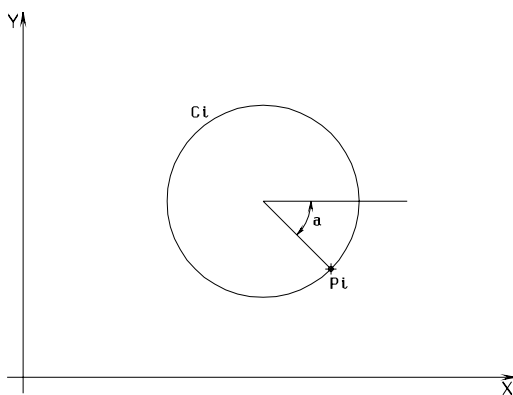


### 1.2.11 Задание точки, лежащей на окружности под заданным центральным углом

Формат:

$$P_i = C_i, A_a$$

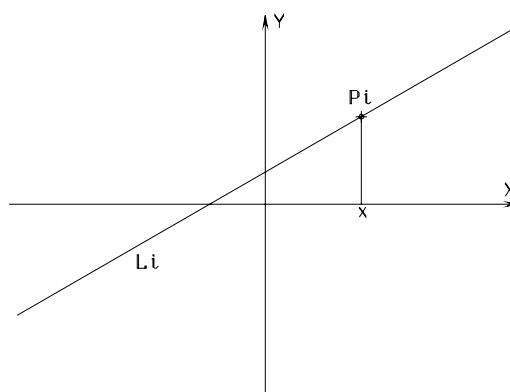
- $C$  - ранее заданная окружность;
- $A_a$  - угол вектора, соединяющего центр окружности и задаваемую точку.



**1.2.12 Точка, заданная одной из координат и лежащая на прямой****■ С заданной координатой X**

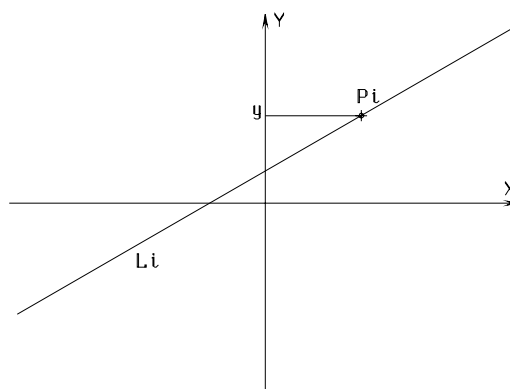
Формат:

$$P_i = X_x, L_i$$

 $X_x$  - координата X; $L_i$  - ранее заданная прямая.**■ С заданной координатой Y**

Формат:

$$P_i = Y_y, L_i$$

 $Y_y$  - координата Y; $L_i$  - ранее заданная прямая.

### 1.2.13 Задание точки, лежащей на прямой, на расстоянии от ранее заданной точки

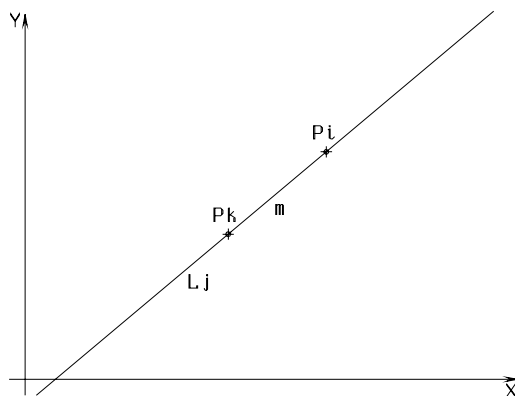
Формат:

$$P_i = L_j, M_m, P_k$$

$L_j$  - ранее заданная прямая;

$M_m$  - расстояние;

$P_k$  - ранее заданная точка.



### 1.2.14 Точка, как узловая точка контура

Оператор позволяет определить точку, как точку пересечения двух последовательных элементов контура.

Формат:

$$P_i = K_j, N_n$$

$K_j$  - ранее определенный контур;

$N_n$  - номер точки в контуре.

### 1.2.15 Точка, заданная пересечением прямой и контура

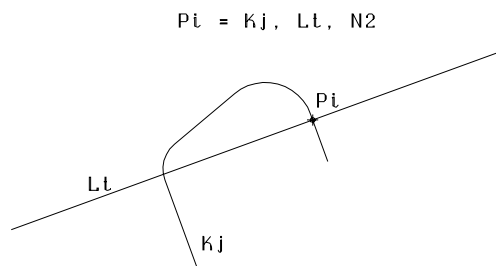
Для выбора одной из точек пересечения указывается порядковый номер искомой точки по направлению прямой. При подсчете точек пересечения необходимо учитывать следующие правила:

- если один из отрезков контура принадлежит прямой, точки пересечения - начальная и конечная точки отрезка;
- если прямая проходит через точку пересечения двух смежных элементов контура - засчитывается одна точка;
- если прямая проходит через точку пересечения двух не смежных элементов контура - засчитываются две точки.

Формат:

$$P_i = K_j, L_t, N_n$$

- $K_j$  - заданный контур;  
 $L_t$  - ранее заданная прямая;  
 $N_n$  - номер точки пересечения.



### 1.2.16 Точка, заданная пересечением окружности и контура

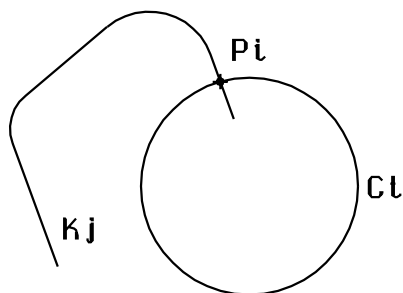
Для выбора одной из точек пересечения указывается порядковый номер искомой точки при обходе контура. При подсчете точек пересечения необходимо учитывать следующие правила:

- если одна из дуг контура принадлежит окружности, точки пересечения - начальная и конечная точки дуги;
- если окружность проходит через точку пересечения двух смежных элементов контура - засчитывается одна точка;
- если окружность проходит через точку пересечения двух не смежных элементов контура - засчитываются две точки.

Формат:

$$P_i = K_j, C_t, N_n$$

- $C_t$  - заданная окружность.



### 1.2.17 Точка, заданная пересечением двух контуров

Для выбора одной из точек пересечения указывается порядковый номер искомой точки при обходе по первому из указанных контуров. При подсчете точек пересечения необходимо учитывать следующие правила:

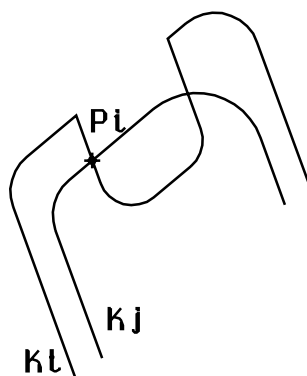
- если один из элементов контура принадлежит, совпадает или перекрывается с элементом другого контура, точки пересечения - начальная и конечная точки элементов, принадлежащие обоим контурам;
- если элемент проходит через точку пересечения двух смежных элементов другого контура - засчитывается одна точка;
- если элемент проходит через точку пересечения двух не смежных элементов другого контура - засчитываются две точки.

Формат:

$$P_i = K_j, K_t, N_n$$

$K_j, K_t$  - заданные контуры;

$N_n$  - номер точки пересечения.



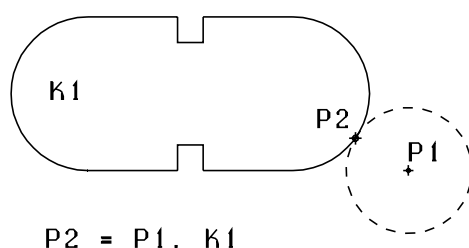
### 1.2.18 Точка, лежащая на контуре, ближайшая к исходной точке

Формат:

$$P_i = P_j, K_k$$

где:  $P_j$  - заданная ранее точка;

$K_k$  - заданный ранее контур.



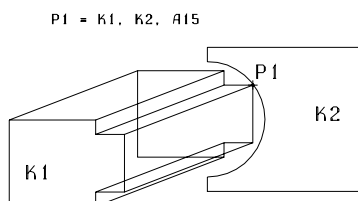
### 1.2.19 Точка касания двух контуров при перемещении одного из них в указанном направлении до столкновения со вторым

Формат:

$$P_i = K_j, K_k, A_a$$

$K_j, K_k$  - заданные ранее контуры;

$A_a$  - угол направления перемещения контура  $K_j$ .



### 1.2.20 Точка, лежащая на контуре, на указанном расстоянии по контуру от ранее определенной точки.

Формат:

$$P(i) = K(k), P(j), M m$$

$m$  - расстояние вдоль контура от точки  $P(j)$ ;

При отрицательном значении - расстояние против направления контура.

### 1.2.21 Масштабирование точки

Формат:

$$P_i = P_j, P_k, M m$$

$P_j$  - исходная точка

$P_k$  - точка центра масштабирования

$M m$  - масштабный коэффициент

Пример:

$$p1 = p2[0,0], p3[20,0], m5$$



## 1.2.22 Проекция точки на окружность

Формат:

---

 $P_i = P_j, C_k$ 

---

$P_j$  - исходная точка;

$C_k$  - окружность, на которую проецируется точка  $P_j$ .

Если перед  $C_k$  стоит знак «-», то находится дальняя из точек, иначе - ближняя.

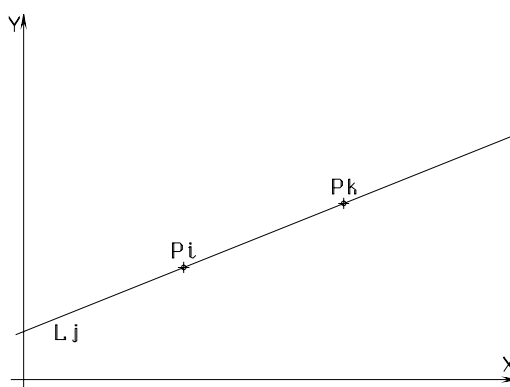
## 1.3 ЗАДАНИЕ ПРЯМОЙ

### 1.3.1 Прямая, проходящая через две точки, заданные ранее

Формат:

$$L_i = P_i, P_k$$

$P_i, P_k$  - ранее заданные точки.



### 1.3.2 Прямая, проходящая через точку под заданным углом

Если идентификатор угла "A" входит в оператор со знаком "-", то отсчет угла производится по часовой стрелке.

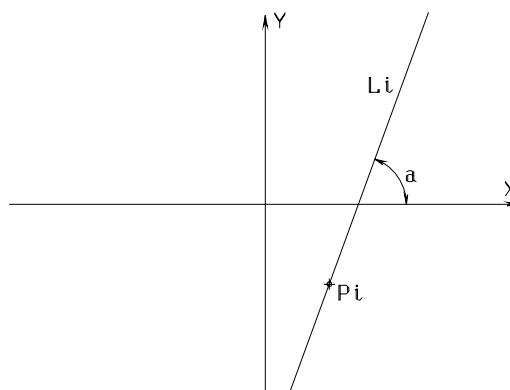
#### ■ Прямая, проходящая через точку под заданным углом к оси "X"

Формат:

$$L_i = P_i, A\alpha$$

$A\alpha$  - угол между задаваемой прямой и осью "X";

$P_i$  - ранее заданная точка.



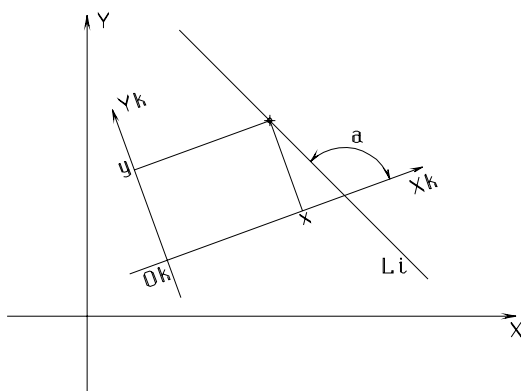
- Прямая, проходящая через точку, определяемую координатами, под заданным углом к оси "X", в относительной системе координат

Формат:

$$Li = Xx, Yy, Aa, Ok$$

Ok - система координат, заданная ранее;  
 Xx, Yy - координаты точки в системе "Ok";  
 Aa - угол между задаваемой прямой и осью "X" системы координат "Ok".

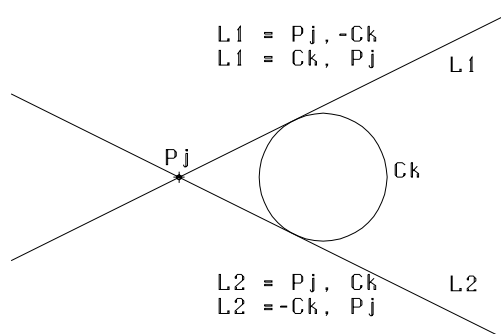
Если в операторе вместо координат указать ранее заданную точку, то значения ее координат будут интерпретироваться в системе "Ok".



### 1.3.3 Прямая, проходящая через точку, касательная к заданной окружности

В общем случае существуют две прямые, проходящие через точку и касательные к окружности. Для выбора одной из них необходимо определить, с каким знаком идентификатор окружности должен входить в оператор. Знак "+" необязателен. Окружность имеет знак "+", если в точке касания с прямой положительное направление окружности совпадает с направлением прямой. При этом направление прямой - от первого элемента ко второму.

Окружность имеет знак "-", если в точке касания с определяемой прямой направления противоположны.



Форматы:

$$Li = Pj, Ck$$

$$Li = Ck, Pj$$

$Pj$  - заданная точка;

$Ck$  - заданная окружность.

### 1.3.4 Прямая, касательная к окружности под заданным углом

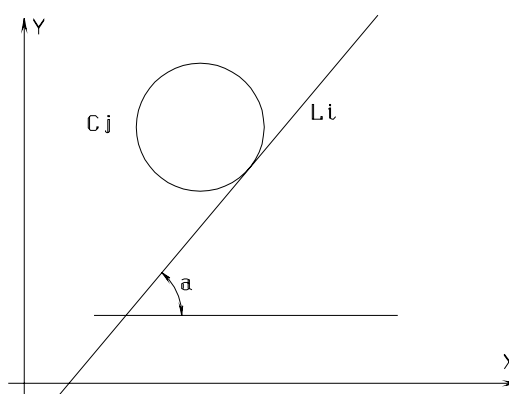
Возможны две прямые, касательные к окружности под заданным углом. Для выбора одной из них необходимо определить знак окружности аналогично предыдущему пункту.

Формат:

$$Li = Cj, Aa$$

$Cj$  - ранее заданная окружность;

$Aa$  - угол между положительным направлением оси "X" и задаваемой прямой.



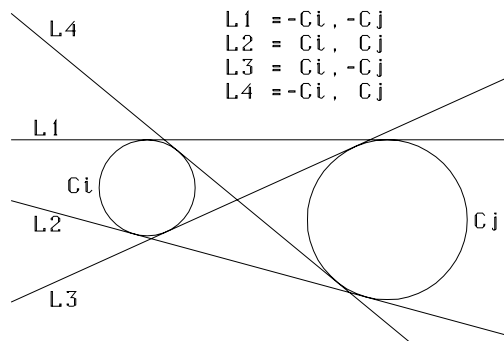
### 1.3.5 Задание прямой, касательной к двум окружностям

В общем случае существуют четыре прямые касательные к двум окружностям. Выбор одной из них осуществляется указанием знаков окружностей и порядком включения их в оператор. Для определения последовательности указания окружностей в операторе необходимо посмотреть вдоль положительного направления прямой. Порядок точек касания соответствует порядку указания окружностей в операторе.

Формат:

$$Li = Cj, Ck$$

$Cj$  и  $Ck$  - ранее заданные окружности.



### 1.3.6 Задание прямой, параллельной данной прямой

Параметр "М" - расстояние между прямыми. "М" положительно, если задаваемая прямая находится слева от исходной прямой, при совпадении взгляда и направления прямой. "М" отрицательно, если задаваемая прямая находится справа от исходной прямой, при совпадении взгляда и направления прямой.

- Прямая, параллельная одной из осей координат, проходящая на заданном расстоянии от оси.

Форматы:

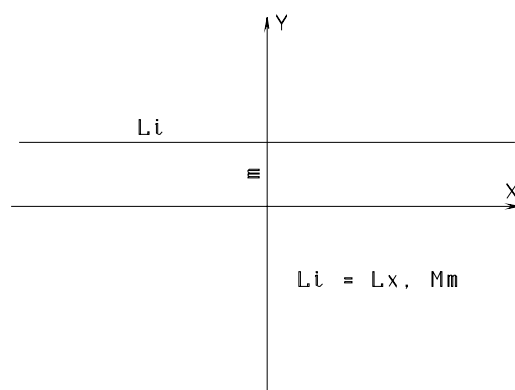
$$Li = Lx, Mm$$

$$Li = Ly, Mm$$

$Lx$  - ось "X" базовой системы координат;

$Ly$  - ось "Y" базовой системы координат;

$Mm$  - расстояние.

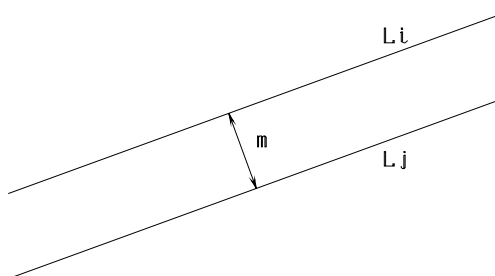


- Прямая, параллельная произвольной заданной прямой, проходящая на заданном расстоянии.

Формат:

$$Li = Lj, Mm$$

$Lj$  - ранее заданная прямая.



### 1.3.7 Прямая, касательная к контуру под заданным углом

Возможны две прямые, касательные к контуру под заданным углом. Для выбора одной из них необходимо определить знак контура в операторе.

Знак положительный, если задаваемая прямая находится слева от контура, при совпадении взгляда и положительного направления задаваемой прямой.

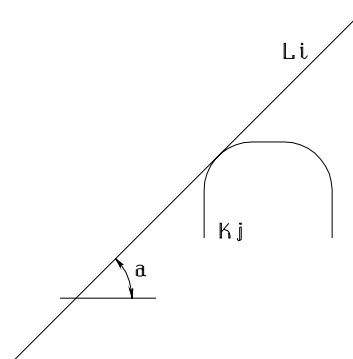
Знак отрицательный, если задаваемая прямая находится справа от контура, при совпадении взгляда и положительного направления задаваемой прямой.

Формат:

$$Li = Kj, Aa$$

$Kj$  - ранее заданный контур;

$Aa$  - угол между положительным направлением оси "X" и задаваемой прямой.



### 1.3.8 Прямая, проходящая через точку и касательная к контуру

Возможны две прямые, проходящие через точку и касательные к контуру. Для выбора одной из них необходимо определить знак контура в операторе.

Знак положительный, если задаваемая прямая находится слева от контура, при взгляде от точки к контуру.

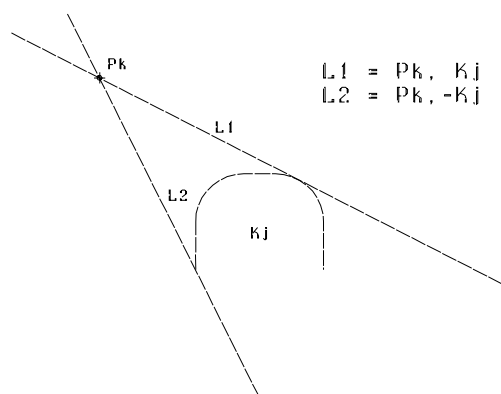
Знак отрицательный, если задаваемая прямая находится справа от контура, при взгляде от точки к контуру.

Формат:

$$Li = Pk, Kj$$

$Kj$  - ранее заданный контур;

$Pk$  - ранее заданная точка.



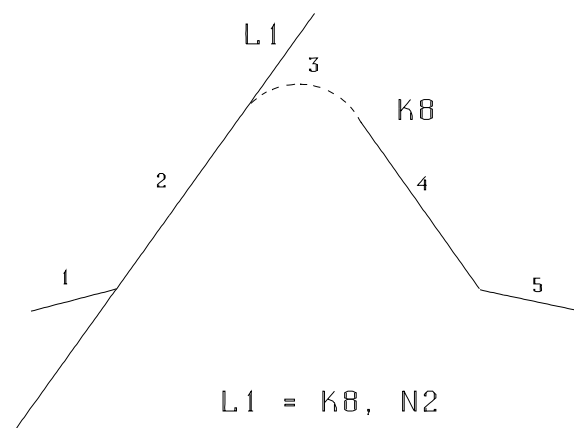
### 1.3.9 Прямая, как элемент ранее определенного контура

Формат:

$$Li = Kj, Nn$$

$Kj$  - ранее заданный контур;

$Nn$  - номер элемента контура.



### 1.3.10 Прямая, определяемая коэффициентами нормального уравнения прямой

Формат:

$$Li = a, b, c$$

a, b, c - коэффициенты нормального уравнения прямой.

### 1.3.11 Перенос линии

Формат:

$$Li=Lj,Xx,Yy$$

Lj - заданная ранее линия

Xx, Yy - смещения по координатам X, Y

Пример:

$$l2=l1[-0.7, 0.5, 10], X50, Y20$$

### 1.3.12 Поворот линии вокруг точки на заданный угол

Формат:

$$Li=Lj,Pk,Aa$$

Lj - исходная окружность

Pk - центр поворота

Aa - угол поворота

Пример:

$$l1=l3[ly, m0], p1[0, 0], a20$$

$$l2=l4[lx, m0], p1, a40$$

### 1.3.13 Масштабирование линии

Формат:

$$Li=Lj,Pk,Mm$$

Lj - исходная окружность

Pk - точка центра масштабирования

Mm - масштабный коэффициент



Пример:

$l1=l3[lx,m50],p1[0,0],m2$   
 $l2=l4[ly,m50],p1,m0.5$

## 1.4 ЗАДАНИЕ ОКРУЖНОСТИ

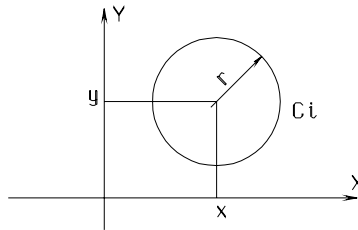
### 1.4.1 Окружность, заданная центром и радиусом

- Окружность, заданная координатами центра и радиусом.

Формат:

$$C_i = X_x, Y_y, R_r$$

$X_x$  и  $Y_y$  - координаты центра;  
 $R_r$  - радиус.

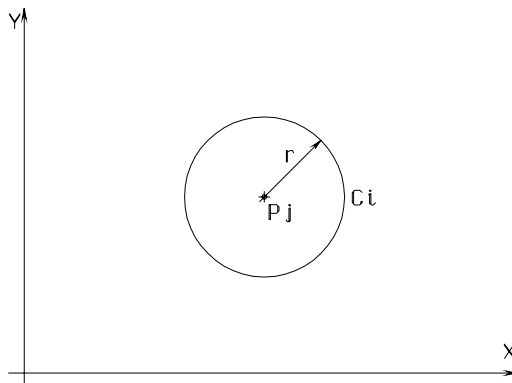


- Окружность, заданная точкой центра и радиусом.

Формат:

$$C_i = P_j, R_r$$

$P_j$  - ранее заданная точка.



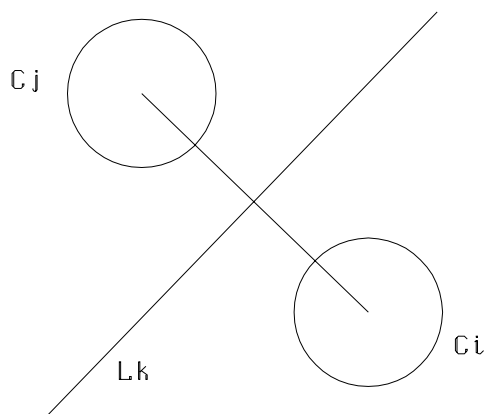
### 1.4.2 Окружность, симметричная исходной окружности относительно прямой

Формат:

$$C_i = C_j, L_k$$

$C_j$  - ранее заданная окружность;

$L_k$  - ранее заданная прямая.



### 1.4.3 Окружность, определяемая переносом исходной окружности

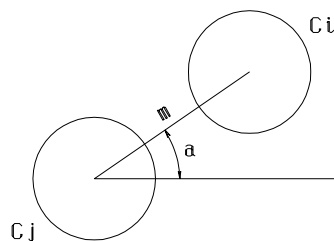
Формат:

$$C_i = C_j, M_m, A_a$$

$C_j$  - ранее заданная окружность;

$M_m$  - длина вектора переноса;

$A_a$  - угол вектора переноса.



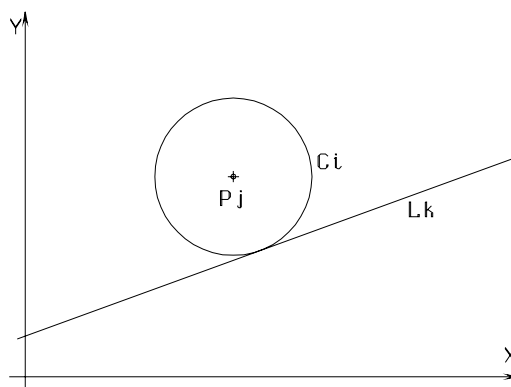
### 1.4.4 Окружность с заданным центром, касательная к прямой

Форматы:

$$Ci = Pj, Lk$$

$$Ci = Xx, Yy, Lk$$

$Pj$  - ранее заданная точка;  
 $Lk$  - ранее заданная прямая;  
 $Xx, Yy$  - координаты точки.



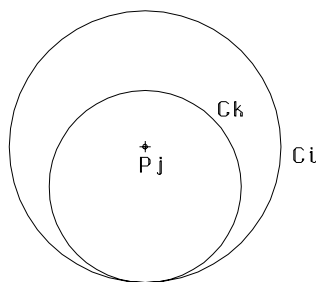
### 1.4.5 Окружность с заданным центром, касательная к окружности

В общем случае существуют две такие окружности. В одном варианте определяемая окружность имеет внешнее касание с ранее заданной, в другом внутреннее. Для выбора внешнего касания в операторе необходимо указать знак “-” для исходной окружности.

Формат:

$$Ci = Pj, Ck$$

$Ck$  - ранее заданная окружность;  
 $Pj$  - ранее заданная точка



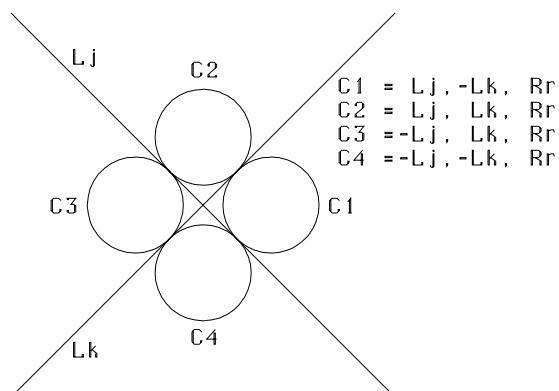
### 1.4.6 Окружность заданного радиуса, касательная к двум прямым

Порядок записи прямых не имеет значения. Знаки прямых в операторе задания окружности являются признаками совпадения или несовпадения направлений прямой и задаваемой окружности в точке касания. Если в точке касания направления не совпадают - прямая со знаком "-".

Формат:

$$C_i = L_j, L_k, R_r$$

$L_j, L_k$  - заданные прямые.

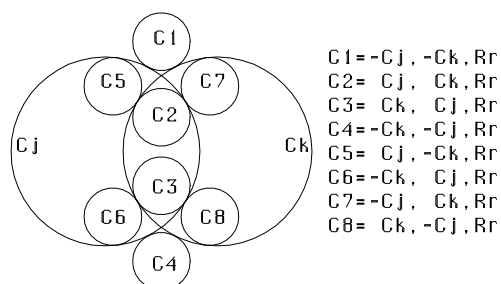


### 1.4.7 Окружность заданного радиуса, касательная к двум окружностям

Для выбора нужного варианта необходимо определить порядок указания исходных окружностей в операторе и их знаки. Порядок определяется так:

- центры исходных окружностей мысленно соединяются прямой;
- направление взгляда вдоль прямой должно быть выбрано так, чтобы центр задаваемой окружности находился слева;
- порядок указания окружностей в операторе должен совпадать с порядком расположения центров этих окружностей на прямой.

Знаки, с которыми исходные окружности входят в оператор, указывают на совпадение или несовпадение направлений в точке касания с задаваемой окружностью. При несовпадении направлений окружность входит в оператор со знаком "-".



Формат:

$$C_i = C_j, C_k, R_r$$

$C_i$  и  $C_k$  - ранее заданные окружности.

#### 1.4.8 Окружность заданного радиуса, касательная к прямой и окружности определенным ранее

Чтобы определить порядок записи элементов в операторе, необходимо:

- представить прямую, как дугу окружности бесконечного радиуса с центром слева от прямой (взгляд должен совпадать с положительным направлением прямой);
- мысленно соединить отрезком центр воображаемой дуги с центром заданной окружности;
- направление взгляда на отрезок необходимо выбрать так, чтобы определяемая окружность была слева.

Порядок записи элементов в операторе должен соответствовать расположению центров исходных элементов на воображаемом отрезке в направлении взгляда.

Определение знака прямой см. раздел “Окружность заданного радиуса, касательная к двум прямым”, знака окружности см. раздел “Окружность заданного радиуса, касательная к двум окружностям”.

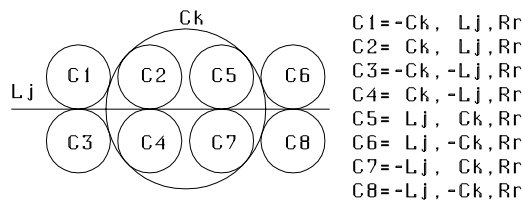
Форматы:

$$C_i = L_j, C_k, R_r$$

$$C_i = C_k, L_j, R_r$$

$C_k$  - ранее заданная окружность;

$L_j$  - ранее заданная линия.



$C1 = -C_k, L_j, R_r$   
 $C2 = C_k, L_j, R_r$   
 $C3 = -C_k, -L_j, R_r$   
 $C4 = C_k, -L_j, R_r$   
 $C5 = L_j, C_k, R_r$   
 $C6 = L_j, -C_k, R_r$   
 $C7 = -L_j, C_k, R_r$   
 $C8 = -L_j, -C_k, R_r$

### 1.4.9 Окружность заданного радиуса, проходящая через точку и касательная к прямой

Чтобы определить порядок записи элементов в операторе, необходимо:

- представить прямую, как дугу окружности бесконечного радиуса с центром слева от прямой (взгляд должен совпадать с положительным направлением прямой);
- мысленно соединить отрезком центр воображаемой дуги с заданной точкой;
- направление взгляда на отрезок необходимо выбрать так, чтобы центр определяемой окружности находился слева.

Порядок записи элементов в операторе должен соответствовать последовательности расположения их на воображаемом отрезке.

Правило определения знака прямой см. в разделе “Окружность заданного радиуса, касательная к двум прямым”.

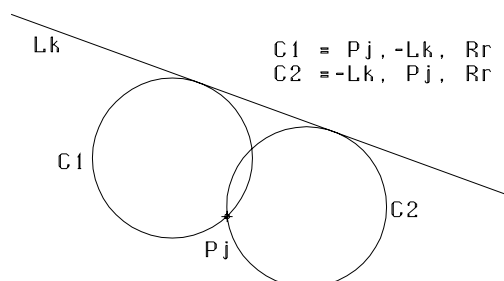
Форматы:

$$C_i = P_j, L_k, R_r$$

$$C_i = L_k, P_j, R_r$$

$P_j$  - ранее определенная точка;

$L_k$  - ранее заданная прямая.



### 1.4.10 Окружность заданного радиуса, проходящая через точку и касательная к окружности

Чтобы определить порядок записи элементов необходимо:

- мысленно соединить центр исходной окружности и точку отрезком;
- направление взгляда на отрезок необходимо выбрать так, чтобы центр задаваемой окружности находился слева.

Порядок записи элементов в операторе должен соответствовать последовательности расположения их на воображаемом отрезке.

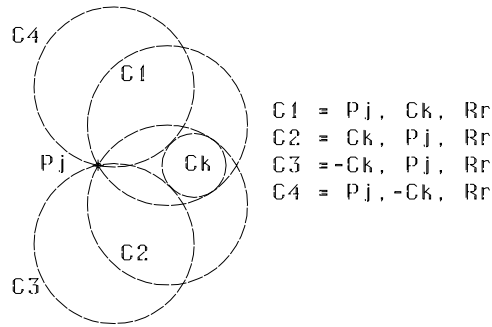
Форматы:

$$C_i = P_j, C_k, R_r$$

$$C_i = C_k, P_j, R_r$$

$P_j$  - ранее заданная точка;

$C_k$  - ранее заданная окружность.



### 1.4.11 Окружность заданного радиуса, проходящая через две точки

Для определения порядка указания точек в операторе необходимо:

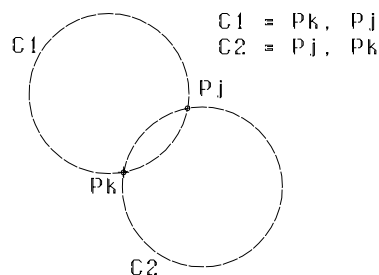
- соединить исходные точки отрезком;
- выбрать направление взгляда на отрезок так, чтобы центр задаваемой окружности находился слева.

Порядок записи точек в операторе должен соответствовать порядку расположения их на воображаемом отрезке.

Формат:

$$C_i = P_j, P_k, R_r$$

$P_j$  и  $P_k$  - ранее заданные точки.





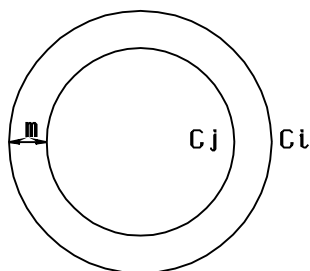
### 1.4.12 Окружность, concentричная данной окружности

Параметр "M" - разность радиусов исходной окружности и задаваемой. "M" - положительно, если исходная окружность является внутренней по отношению к задаваемой. "M" - отрицательно, если исходная окружность является внешней по отношению к задаваемой.

Формат:

$$C_i = C_j, Mm$$

$C_j$  - ранее заданная окружность.



### 1.4.13 Окружность с центром в заданной точке и касательная к контуру

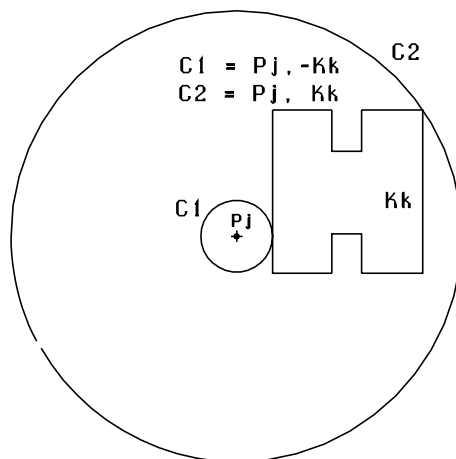
Если идентификатор контура входит в оператор со знаком "+", то касание внутреннее, иначе - внешнее.

Формат:

$$C_i = P_j, Kk$$

$P_j$  - ранее заданная точка;

$Kk$  - ранее заданный контур.



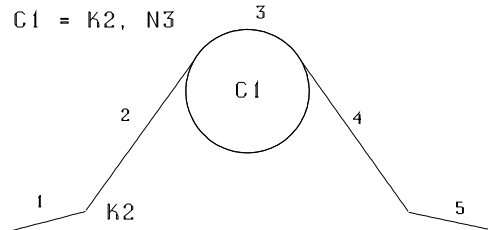
### 1.4.14 Окружность, как элемент ранее определенного контура

Формат:

$$C_i = K_j, N_n$$

$K_j$  - ранее заданный контур;

$N_n$  - номер элемента контура.



### 1.4.15 Поворот окружности вокруг точки на заданный угол

Формат:

$$C_i = C_j, P_k, A_a$$

$C_j$  - исходная окружность

$P_k$  - центр поворота

$A_a$  - угол поворота

Пример:

$$c_1 = c_3[0, 40, 30], p_1[0, 0], a_{20}$$

$$c_2 = c_4[60, 0, 50], p_1, a_{40}$$

### 1.4.16 Масштабирование окружности

Формат:

$$C_i = C_j, P_k, M_m$$

$C_j$  - исходная окружность

$P_k$  - точка центра масштабирования

$M_m$  - масштабный коэффициент

Пример:

$$c_1 = c_3[50, 0, 30], p_1[0, 0], m_{0.5}$$

$$c_2 = c_4[0, 50, 20], p_1, m_2$$



## 1.5 ОКРУЖНОСТЬ, ОПРЕДЕЛЯЕМАЯ ПО УСЛОВИЮ ТРЕХ КАСАНИЙ

Для выбора одной из возможных окружностей необходимо правильно указать знаки параметров ( если это не точки ) и их последовательность.

Определение знака прямой см. в разделе “Окружность заданного радиуса, касательная к двум прямым”, знака окружности см. раздел “Окружность заданного радиуса, касательная к двум окружностям”.

Для указания правильной последовательности параметров в операторе необходимо перечислить их, начиная с любого, в порядке касания с задаваемой окружностью при обходе против часовой стрелки.

### 1.5.1 Окружность, проходящая через две точки и касательная к данной окружности

Форматы:

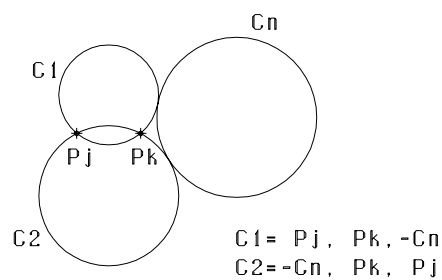
$$C_i = P_j, P_k, C_n$$

$$C_i = P_j, C_n, P_k$$

$$C_i = C_n, P_j, P_k$$

$P_j, P_k$  - ранее заданные точки;

$C_n$  - ранее заданная окружность.



### 1.5.2 Окружность, проходящая через две точки и касательная к данной прямой

Форматы:

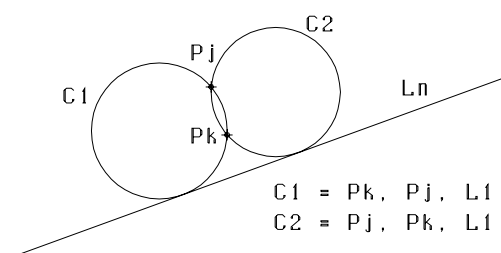
$$C_i = P_j, P_k, L_n$$

$$C_i = P_j, L_n, P_k$$

$$C_i = L_n, P_j, P_k$$

$P_j, P_k$  - ранее заданные точки;

$L_n$  - ранее заданная прямая.



### 1.5.3 Окружность, проходящая через точку и касательная к двум прямым

Форматы:

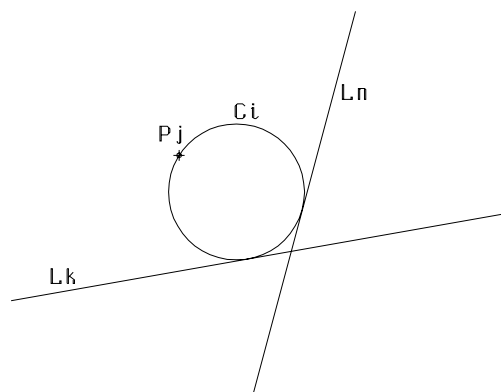
$$C_i = P_j, L_k, L_n$$

$$C_i = L_k, P_j, L_n$$

$$C_i = L_k, L_n, P_j$$

$P_j$  - ранее заданная точка;

$L_k, L_n$  - ранее заданные прямые.



### 1.5.4 Окружность, проходящая через точку и касательная к двум окружностям

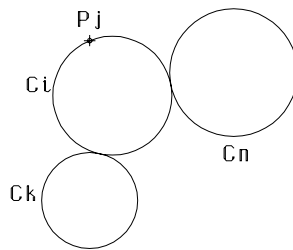
Форматы:

$$C_i = P_j, C_k, C_n$$

$$C_i = C_k, P_j, C_n$$

$$C_i = C_k, C_n, P_j$$

$P_j$  - ранее заданная точка;  
 $C_k, C_n$  - ранее заданные окружности.



### 1.5.5 Окружность, проходящая через точку и касательная к прямой и окружности

Форматы:

$$C_i = P_j, C_k, L_n$$

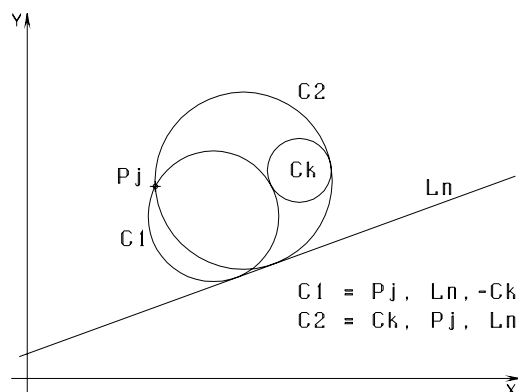
$$C_i = C_k, P_j, L_n$$

$$C_i = C_k, L_n, P_j$$

$$C_i = P_j, L_n, C_k$$

$$C_i = L_n, P_j, C_k$$

$P_j$  - ранее заданная точка;  
 $C_k$  - ранее заданная окружность;  
 $L_n$  - ранее заданная прямая.



### 1.5.6 Окружность, касательная к двум окружностям и прямой

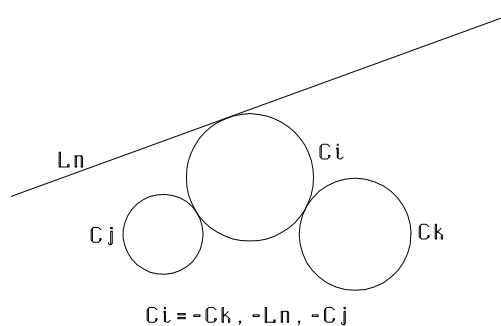
Форматы:

$$C_i = C_j, C_k, L_n$$

$$C_i = C_j, L_n, C_k$$

$$C_i = L_n, C_j, C_k$$

$C_j, C_k$  - ранее заданные окружности;  
 $L_n$  - ранее заданная прямая.



### 1.5.7 Окружность, касательная к двум прямым и окружности

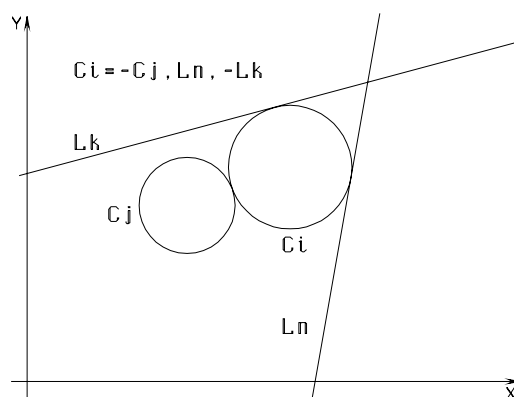
Формат:

$$C_i = C_j, L_k, L_n$$

$$C_i = L_k, C_j, L_n$$

$$C_i = L_k, L_n, C_j$$

$C_j$  - ранее заданная окружность;  
 $L_k, L_n$  - ранее заданные прямые.

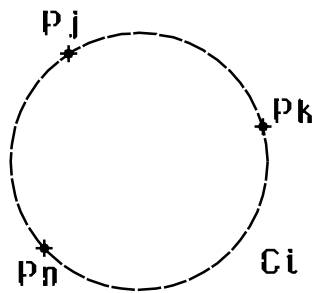


### 1.5.8 Окружность, проходящая через три точки

Формат:

$$C_i = P_j, P_k, P_n$$

$P_j, P_k, P_n$  - ранее заданные точки.

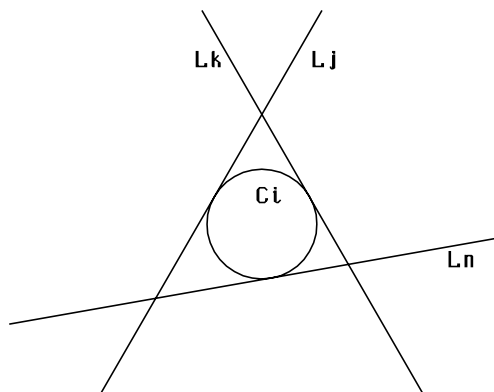


### 1.5.9 Окружность, касательная к трем прямым

Формат:

$$C_i = L_j, L_k, L_n$$

$L_j, L_k, L_n$  - ранее заданные прямые.





### 1.5.10 Окружность, касательная к трем окружностям

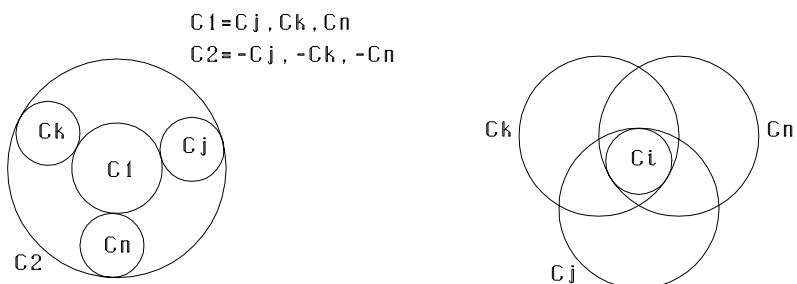
Формат:

$$C_i = C_j, C_k, C_n$$

$$C_i = C_j, C_k, C_n, N2$$

$C_j, C_k, C_n$  - ранее заданные окружности.

Возможен частный случай, при котором указанных условий для выбора одной из окружностей недостаточно. Для выбора внутренней окружности в операторе необходимо указать модификатор "N2".



## 1.6 КОНТУР

### 1.6.1 Понятие контура

Контуром в геометрическом процессоре является объединение сегментов геометрических элементов. Оператор задания в левой части содержит идентификатор контура - "К" с номером контура. В правой части - список параметров в соответствии с одним из допустимых способов задания.

Для контура существует понятие направления обхода. Таким образом, контур, описанный как:

$$K1 = P10, L1, -C10, -L12, P3$$

и контур:

$$K2 = P3, L12, C10, -L1, P10$$

имеют противоположные направления обхода.

Количество одновременно заданных контуров ограничивается только объемом оперативной памяти (для каждого контура в памяти хранится адрес начала и адрес конца контура в файле GPS.DAT ).

Переменные типа Контур являются глобальными

Возможно перезадание использованных контуров посредством присвоения идентификатору нового значения.

Допускается использование ранее описанного контура и переопределение контура с тем же идентификатором в пределах одного оператора.

Пример:

$$K10 = K10, M5$$

### 1.6.2 Формирование контура из заданных геометрических элементов

#### ■ Построение оператора

При этом способе задания правая часть оператора содержит перечисление элементов контура в той последовательности, в которой они входят в него. При этом для элементов необходимо указывать знаки, с которыми они входят в контур. Описание контура начинается с точки, лежащей на первом элементе (окружности или прямой) и заканчивается точкой, лежащей на последнем элементе.

Для описания контура необходимо предварительно задать все его элементы (иначе параметрами должны быть вложенные операторы задания этих элементов), кроме радиусов скругления, которые могут быть определены непосредственно в операторе задания контура (т.е. без задания соответствующей окружности).

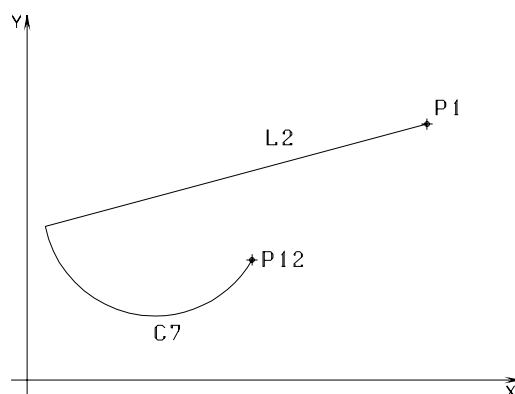
Если в контуре встречается пересечение прямой и окружности, следует определить номер точки пересечения, в которой необходимо осуществить переход с одного элемента на другой. Для этого нужно посмотреть вдоль прямой в направлении, с которым она входит в контур. Первая точка перехода принимается по умолчанию. Для задания второй точки необходимо указать модификатор "N2".

Если в операторе встречаются пересечения двух окружностей, следует определить номер точки пересечения, в которой необходимо осуществить переход с одной окружности на другую. Для этого нужно посмотреть вдоль прямой, соединяющей центры окружностей в направлении от первой окружности ко второй. Первая точка при этом будет находиться слева. Первая точка перехода принимается по умолчанию. Для задания второй точки необходимо указать модификатор "N2".

Первая и последняя точки в операторе задания контура могут не указываться. В этом случае первой точкой будет точка пересечения двух начальных элементов, а последней точкой будет точка пересечения двух конечных элементов контура.

Пример:

K23 = P1, -L2, N2, C7, P12



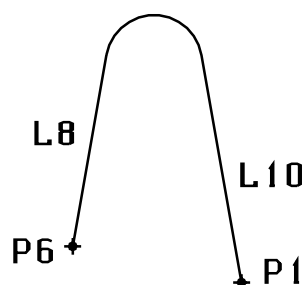
### 1.6.3 Радиус скругления

Под радиусом скругления понимается дуга окружности, сопрягающая пересекающиеся геометрические элементы. Идентификатор, указывающий на наличие скругления, вставляется в оператор задания контура между идентификаторами сопрягаемых элементов. При этом необходимо учитывать знак, с которым дуга входит в контур.

Если для сопрягаемых элементов указан номер точки пересечения, то идентификатор скругления вставляется после параметра "N".

Пример:

K10 = P6, L8, -R20, L10, P1



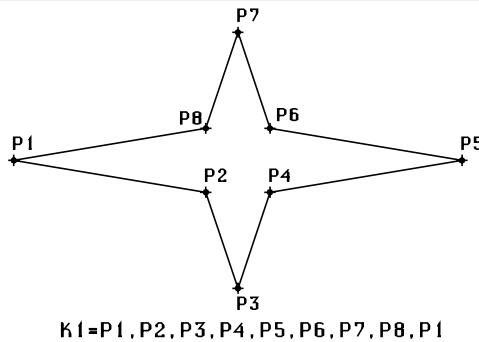
## 1.7 КОНТУР, ЗАДАННЫЙ НА МНОЖЕСТВЕ ТОЧЕК

### 1.7.1 Контур - ломаная

Правая часть оператора задания контура содержит перечисление точек в той последовательности, в которой они должны быть соединены отрезками.

Формат:

$$K_i = P_j, P_k, \dots, P_n$$



### 1.7.2 Сплайн

Первым параметром в операторе является идентификатор "M", который указывает величину отклонения при аппроксимации отрезками сплайн - кривой. Далее следует начальное условие (прямая или окружность), затем перечисление точек в той последовательности, в которой они должны быть соединены при интерполяции сплайн - кривой. Заканчивается оператор определением условия на конце сплайн - кривой (прямая или окружность).

Первая точка должна лежать на элементе, определяющем начальное условие.

Последняя точка должна лежать на элементе, определяющем конечное условие.

Формат:

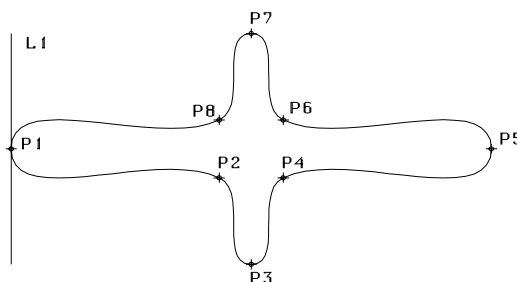
$$K_i = Mm, Lt, P_j, P_k, \dots, P_n, Lq$$

$$K_i = Mm, Ct, P_j, P_k, \dots, P_n, Lq$$

$$Mm, Ct, P_j, P_k, \dots, P_n, Cq$$

$$Lt, P_j, P_k, \dots, P_n, Cq$$

$$K_i = Mm, \\ K_i = Mm,$$



$$K1 = M0.1, -L1, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P1, -L1$$

### 1.7.3 Аппроксимация дугами

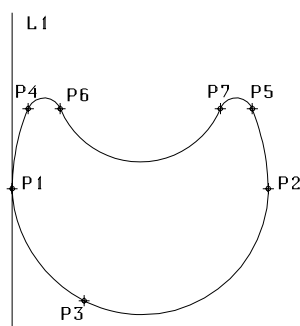
Этот способ задания позволяет определить на множестве точек сглаженный контур, элементами которого являются касательные дуги. Возможен случай, когда в исходных данных будут последовательно указаны три точки, лежащие на одной прямой. Тогда соответствующая дуга вырождается в отрезок прямой.

Первым параметром в операторе является идентификатор геометрического элемента ( прямой или окружности ), определяющего начальное условие. Далее следует перечисление точек в той последовательности, в которой они должны быть соединены дугами при аппроксимации.

Форматы:

$$K_i = Lt, P_j, P_k, \dots, P_n$$

$$K_i = Ct, P_j, P_k, \dots, P_n$$



$$K_1 = L1, P1, P4, P6, P7, P5, P2, P3, P1$$

### 1.7.4 Спираль Архимеда

Формат:

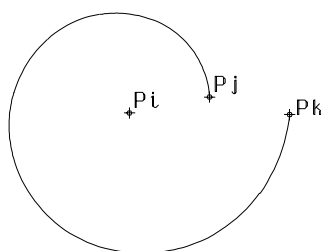
$$K_i = Mm, P_i, P_j, P_k$$

$Mm$  - величина отклонения определяемого контура от теоретической спирали Архимеда; при этом знак в операнде задает направление спирали;

$P_i$  - точка центра спирали;

$P_j$  - начальная точка;

$P_k$  - конечная точка спирали.



## 1.8 МОДИФИКАЦИЯ КОНТУРА

Геометрический процессор дает возможность задавать контуры, как модификацию ранее заданных контуров. Эта возможность включает следующие средства:

- параллельный перенос;
- перенос - поворот;
- перенос в относительную систему координат;
- осевая симметрия;
- построение эквидистантного контура;
- многократный поворот с объединением;
- многократный перенос с объединением;
- контур, заданный переносом исходного контура в указанном направлении до столкновения с другим контуром;
- смена направления обхода;
- объединение контуров;
- выделение контура, как подмножества ранее заданного контура.

### 1.8.1 Параллельный перенос

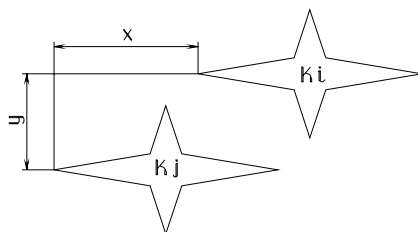
Определение контура параллельным переносом ранее заданного контура реализуется двумя способами:

- **Задание параллельного переноса перемещениями по осям "X" и "Y" исходного контура**

Формат:

$$K_i = K_j, X_x, Y_y$$

- $X_x$  - перемещение по оси "X";  
 $Y_y$  - перемещение по оси "Y".



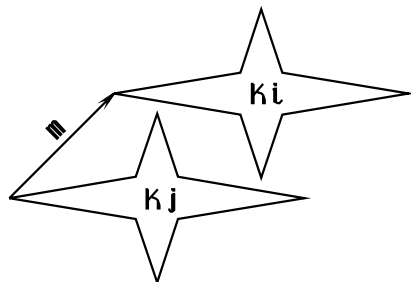
## ■ Задание параллельного переноса вектором

Формат:

$$Ki = Kj, A\alpha, Mm$$

$Mm$  - длина вектора переноса;

$A\alpha$  - угол между положительным направлением оси "X" и вектором.



### 1.8.2 Перенос - поворот

Для определения контура переносом-поворотом заданного контура вводится понятие точки центра поворота. Преобразование можно представить, как такую последовательность действий:

- поворот исходного контура вокруг точки центра поворота;
- параллельный перенос повернутого контура.

Параллельный перенос повернутого контура задается совмещением точки центра поворота с указанной точкой.

Формат:

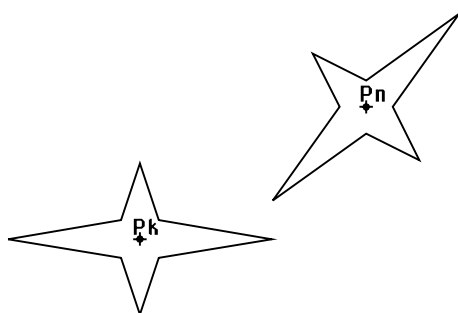
$$Ki = Kj, Pk, Pn, A\alpha$$

$Kj$  - исходный контур;

$Pk$  - точка центра поворота;

$Pn$  - точка, с которой совмещается "Pk" для задания переноса;

$A\alpha$  - угол поворота.



### 1.8.3 Перенос контура в относительную систему координат

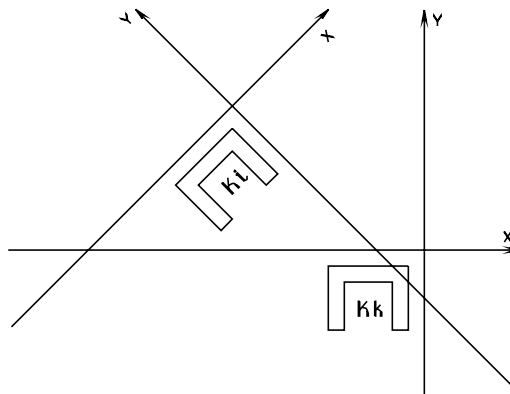
Задание контура переносом исходного контура в другую систему координат имеет в основе такую формулу: задаваемый контур расположен в указанной системе координат так же, как исходный контур расположен в исходной системе координат.

#### ■ Задание контура переносом исходного контура из базовой системы в относительную

Формат:

$$K_i = O_j, K_k$$

$O_j$  - ранее заданная относительная система координат.



#### ■ Задание контура переносом исходного контура из одной относительной системы координат в другую

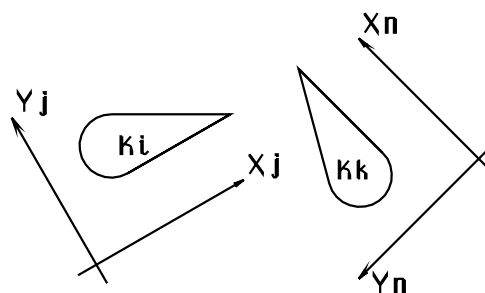
Формат:

$$K_i = O_j, K_k, O_n$$

$O_j$  - относительная система координат, в которую помещается задаваемый контур;

$K_k$  - исходный контур;

$O_n$  - относительная система координат, в которой размещается исходный контур.





### 1.8.4 Задание контура осевой симметрией

Осевая симметрия позволяет задать контур, симметричный данному относительно произвольной прямой. При этом у задаваемого контура меняется направление обхода по отношению к исходному контуру.

#### ■ Симметрия относительно одной из осей базовой системы координат

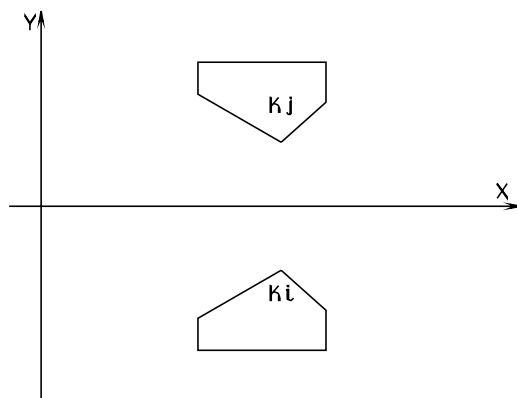
Формат:

$$K_i = K_j, L_x$$

$$K_i = K_j, L_y$$

$L_x$  - ось "X";

$L_y$  - ось "Y".

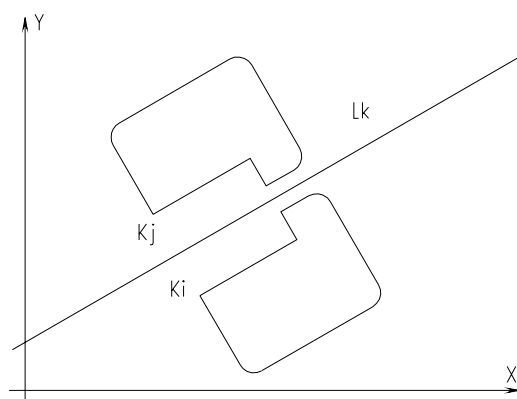


#### ■ Симметрия относительно произвольной прямой

Формат:

$$K_i = K_j, L_k$$

$L_k$  - заданная прямая.



### 1.8.5 Построение эквидистантного контура

Этот способ позволяет задать контур, эквидистантный исходному контуру.

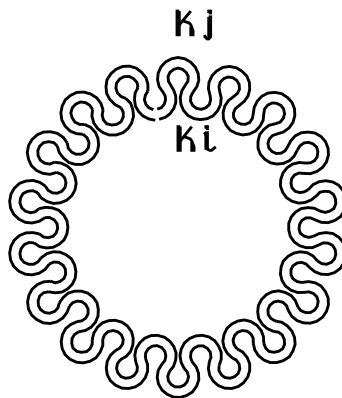
Формат:

$$K_i = K_j, M_m \{, ANG \alpha\}$$

$M_m$  - величина эквидистанты;

$\alpha$  - угол обката.

Если угол между соседними элементами меньше  $\alpha$ , то добавляется дуга обката.



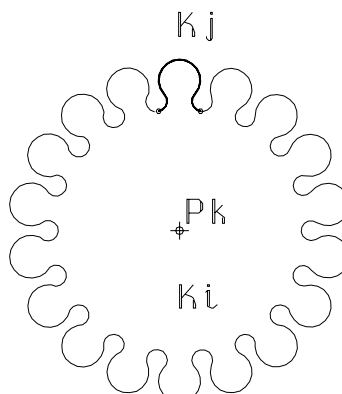
### 1.8.6 Многократный поворот с объединением

Построение контура этим способом можно представить как:

- многократный поворот исходного контура вокруг точки центра поворота таким образом, чтобы начальная точка каждого последующего контура совпала с конечной точкой предыдущего;
- объединение всех полученных поворотом контуров в результирующий контур.

Исходный контур является сегментом задаваемого. Центр поворота задается точкой. Для правильного задания необходимо выполнение следующих условий:

- не должны совпадать начальная точка контура, конечная точка контура, точка центра поворота;



- начальная и конечная точки исходного контура должны быть равноудалены от точки центра поворота.

Формат:

$$Ki = Kj, Pk, Nn$$

$Pk$  - заданная точка, являющаяся центром поворота;

$Nn$  - число поворотов.

### 1.8.7 Многократный перенос с объединением

Построение контура этим способом можно представить как:

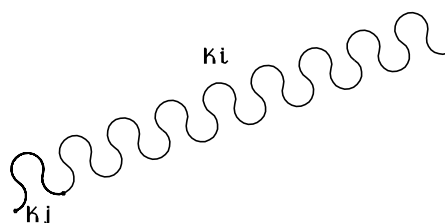
- многократный параллельный перенос исходного контура таким образом, чтобы начальная точка каждого последующего перенесенного контура совпала с конечной точкой предыдущего;
- объединение всех полученных переносом контуров в результирующий контур.

Исходный контур является сегментом задаваемого. Для правильного задания необходимо выполнение следующего условия: не должны совпадать начальная и конечная точки исходного контура.

Формат:

$$Ki = Kj, Nn$$

$Nn$  - число переносов.



### 1.8.8 Контур, заданный переносом исходного контура в указанном направлении до столкновения с другим контуром

Формат:

$$Ki = Kj, Kk, Aa$$

$Kj$  - исходный контур;

$Kk$  - ранее определенный контур;

$Aa$  - угол направления переноса исходного контура.

### 1.8.9 Смена направления обхода

Этот способ позволяет задать контур, совпадающий с исходным и имеющий противоположное направление обхода.

Формат:

$$K_i = - K_j$$

Если не будет указан знак "-", то задаваемый контур будет идентичен исходному.

### 1.8.10 Объединение контуров

Этот способ позволяет задать контур, как объединение ранее описанных контуров.

Формат:

$$K_i = K_j, K_k, \dots, K_n$$

Для правильного задания необходимо выполнение следующего условия: конечная точка каждого предыдущего контура должна совпадать с начальной точкой каждого последующего контура. При необходимости в операторе могут быть указаны параметры сопряжения дугами объединяемых контуров:  $K_i = K_j, R_r, K_k, R_s, \dots, K_n$

### 1.8.11 Контур, определяемый масштабированием исходного контура

Формат:

$$K_i = K_j, P_k, M_m$$

$K_j$  - исходный контур;

$P_k$  - точка центра масштабирования;

$M_m$  - масштабный коэффициент.

### 1.8.12 Выделение контура, как подмножества исходного контура

#### ■ Выделение подконтура по номерам элементов

Формат:

---

$$Ki = Kj, Nn, Nm$$

---

$Nn$  - номер начального элемента;

$Nm$  - номер конечного элемента.

#### ■ Выделение подконтура между двумя произвольными точками, лежащими на исходном контуре

Формат:

---

$$Ki = Kj, Pk, Pl$$

---

$Kj$  - исходный контур;

$Pk, Pl$  - начальная и конечная точки выделяемого контура.

### 1.8.13 Скругление в узловой точке исходного контура

Формат:

---

$$Ki = Kj, Nn, Rr$$

---

$Kj$  - исходный контур

$Nn$  - номер узловой точки

$Rr$  - радиус скругления

Пример:

$k1 = p[0,0], p[40,0], p[40,-50], p[-40,-50], p[-40,-70]$   
 $k2 = k1, n(2), r(10)$

## 1.9 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ

Геометрические функции предназначены для преобразования геометрических типов данных в данные вещественного типа. В языке диалогового монитора при дозагруженном геометрическом процессоре допустимо использование геометрических функций наравне со стандартными математическими функциями ( см. описание языка диалогового монитора пакета СПРУТ ).

### 1.9.1 Функции преобразования параметров геометрических элементов в вещественный тип данных

- 1)  $X[P_i]$  - координата X точки  $P_i$ ;
- 2)  $Y[P_i]$  - координата Y точки  $P_i$ ;
- 3)  $X[C_i]$  - координата X центра окружности  $C_i$ ;
- 4)  $Y[C_i]$  - координата Y центра окружности  $C_i$ ;
- 5)  $R[C_i]$  - радиус окружности  $C_i$ ;
- 6)  $A[L_i]$  - угол между положительным направлением оси " X " и прямой  $L_i$ ;

### 1.9.2 Функции преобразования параметров взаимного расположения геометрических элементов в вещественный тип данных

- 1)  $A[L_i, L_k]$  - угол между прямыми  $L_i$  и  $L_k$ ;
- 2)  $A[P_i]$  - центральный угол точки (угол наклона прямой, соединяющей начало системы координат с точкой  $P_i$ );
- 3)  $A[P_i, P_k]$  - угол наклона прямой, соединяющей точки  $P_i, P_k$ ;
- 4)  $M[P_i, P_k]$  - расстояние между точками  $P_i$  и  $P_k$ ;
- 5)  $M[P_i, L_k]$  - кратчайшее расстояние между прямой  $L_k$  и точкой  $P_i$ ;
- 6)  $M[L_i, L_k]$  - кратчайшее расстояние между прямыми  $L_i$  и  $L_k$ ;
- 7)  $M[L_i, C_k]$  - кратчайшее расстояние между прямой  $L_i$  и окружностью  $C_k$ ;
- 8)  $M[P_i, C_k]$  - кратчайшее расстояние между точкой  $P_i$  и окружностью  $C_k$ ;
- 9)  $M[C_i, C_k]$  - кратчайшее расстояние между окружностями  $C_i$  и  $C_k$ ;
- 10)  $M[P_i, K_j]$  - кратчайшее расстояние между точкой  $P_i$  и контуром  $K_j$ ;
- 11)  $M[K_i, P_j, P_k]$  - длина части контура  $K_i$ , заключенной между точками  $P_j$  и  $P_k$ ;
- 12)  $M[K_i, K_j, A_a]$  - расстояние между контурами  $K_i$  и  $K_j$  в направлении  $A_a$ ;

### 1.9.3 Функции вычисления ортогонального расстояния по осям X,Y между двумя точками.

Расстояние имеет знак соответствующий направлению от первой точки ко второй.

Формат:

$X[P_i, P_j],$	$Y[P_i, P_j],$
$X[P_i, C_j]$	$Y[P_i, C_j],$
$X[C_i, C_j],$	$Y[C_i, C_j]$

Пример:

```
p1=100,100
p2=-100,-100
c1=x50,y0,r50
c2=x-50,y0,r30
xPP=X[p1,p2]
yPP=Y[p1,p2]
xPC=X[c1,p1]
yPC=Y[p1,c1]
xCC=X[c1,c2]
yCC=Y[c1,c2]
```

