

## *Лекция 13*

**Круговая интерполяция. Программирование сдвига нулевой точки. Программирование подачи и скорости главного движения. Коррекции при программировании.**

# Круговая интерполяция

Для задания **круговой интерполяции** в кадре должны быть указаны следующие данные (**способ 1 по проекциям радиус вектора**):

1. Рабочая плоскость (G17, G18, G19) и система отсчета (G90, G91) (если не были заданы ранее), направление обхода дуги (**G02** или **G03**). **G02 (G2)**—круговая интерполяция по часовой стрелке. За данное направление обработки принимается координированное перемещение по двум осям, при котором инструмент движется по отношению к заготовке по часовой стрелке, если смотреть в положительном направлении оси, перпендикулярной к этой плоскости, **G03 (G3)** — круговая интерполяция против часовой стрелки.

2. Координаты конечной точки интерполяции (**pk**) в относительных (**G91**) или абсолютных (**G90**) значениях (**Xk, Yk, Zk, Uk, Vk, Wk**). При задании перемещений в абсолютных размерах значения (**Xk, Yk, Zk, Uk, Vk, Wk**) задаются со знаком « + » или « —» в зависимости от того, в каком квадранте рабочей системы координат находится конечная точка интерполяции (**pk**). Если находится в 1-м квадранте, используется знак «+».

При задании перемещений в приращениях знак зависит от направления смещения конечной точки интерполяции относительно начальной. Координаты конечной точки и проекции ее радиуса-вектора задаются в кадре в явном виде даже тогда, когда их значения равны нулю.

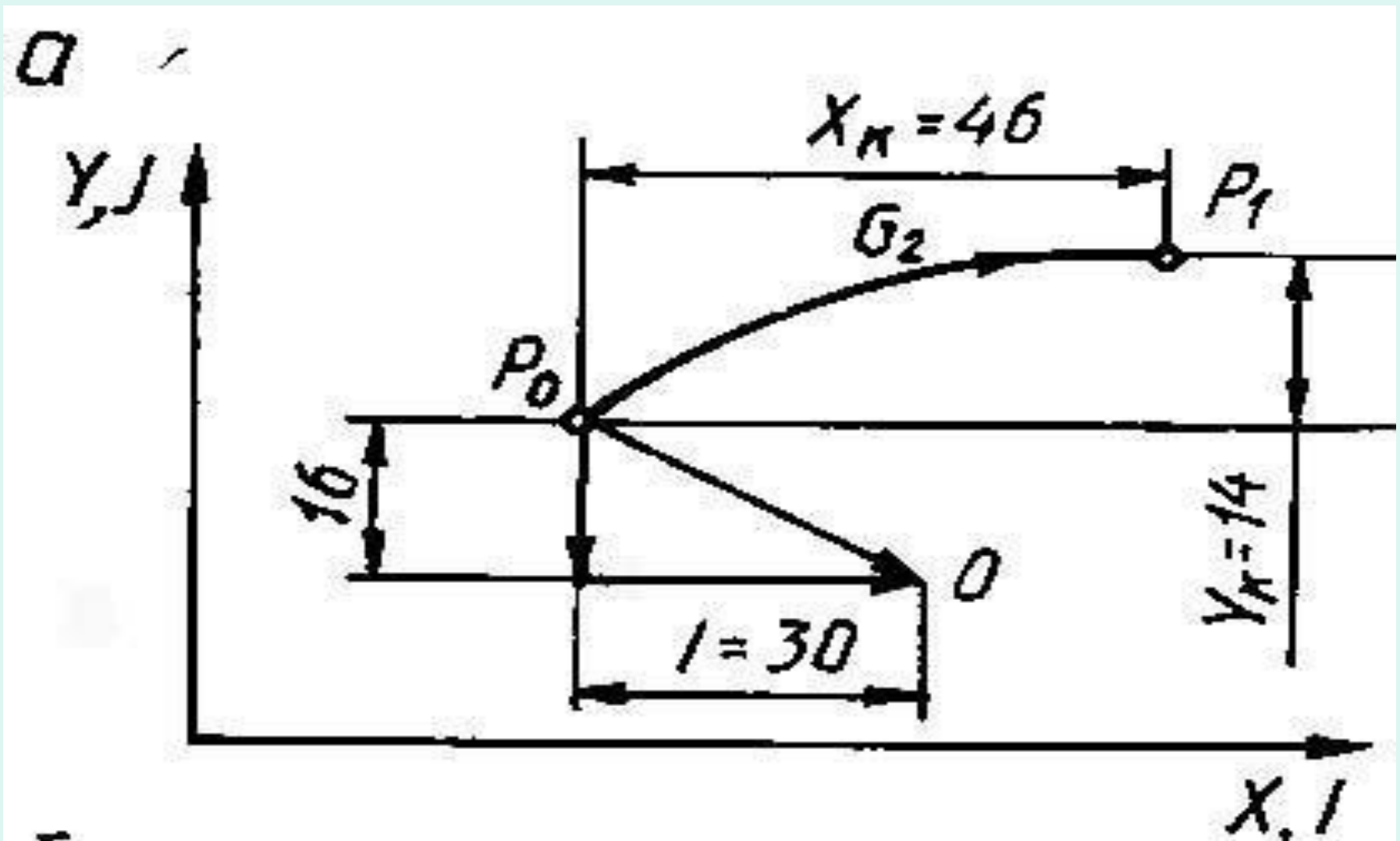
3. Проекция радиуса-вектора, проведенного из начальной точки интерполяции ( $P_0$ ) в центр кривизны ( $I, J, K$ ).

$I$  — проекция радиуса-вектора на ось  $X$  или  $U$ ;

$J$  — на ось  $Y$  или  $V$ ;

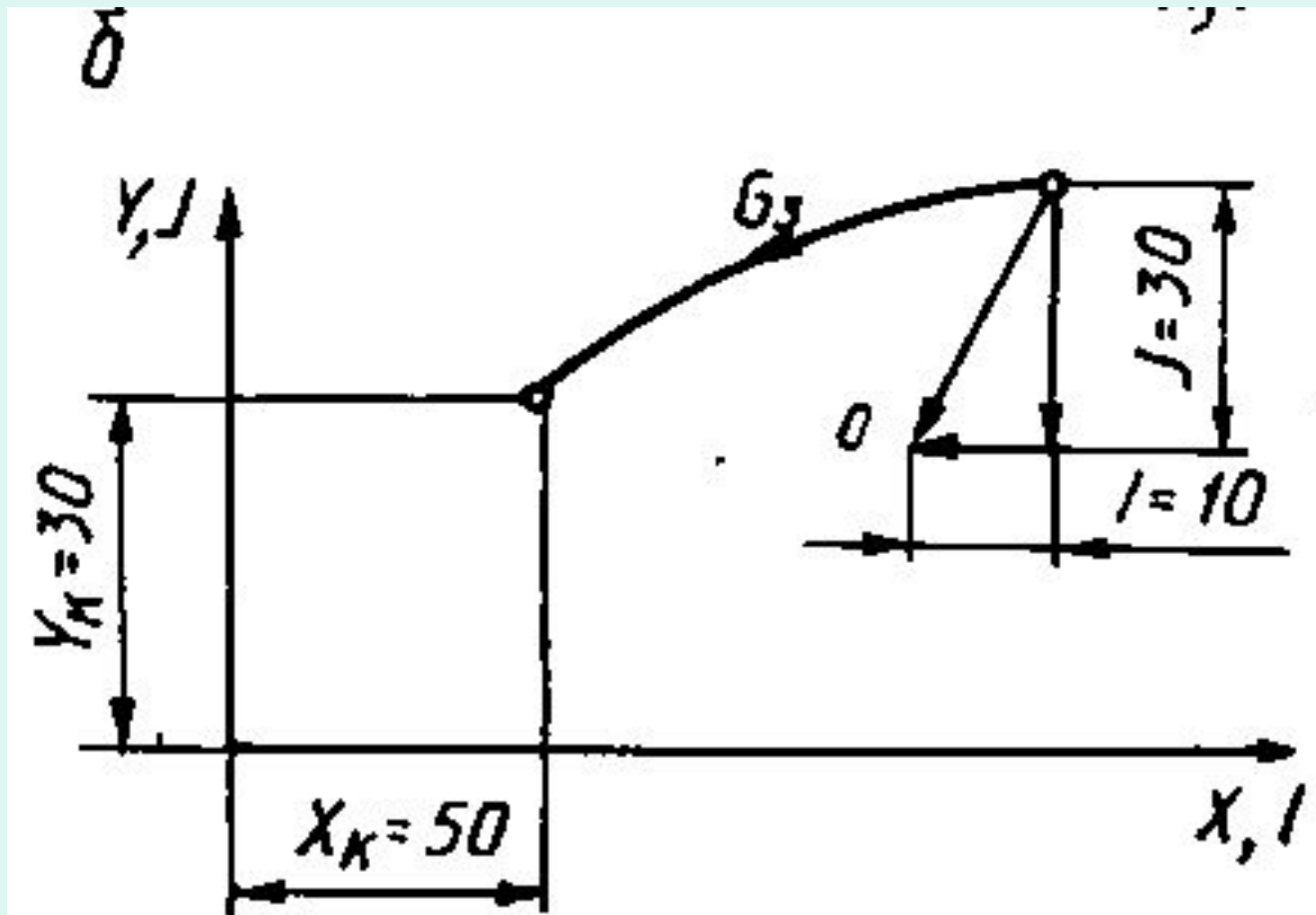
$K$  — на ось  $Z$  или  $W$ .

Значения при адресах  $I, J, K$  задаются со знаком « + » или « — » в зависимости от направления радиуса-вектора. Если оно совпадает с положительным направлением **соответствующей оси рабочей системы координат**, проекция ( $I, J, K$ ) берется с положительным знаком и наоборот.



**N10G91G2X46000Y14000I30000J-16000PS**

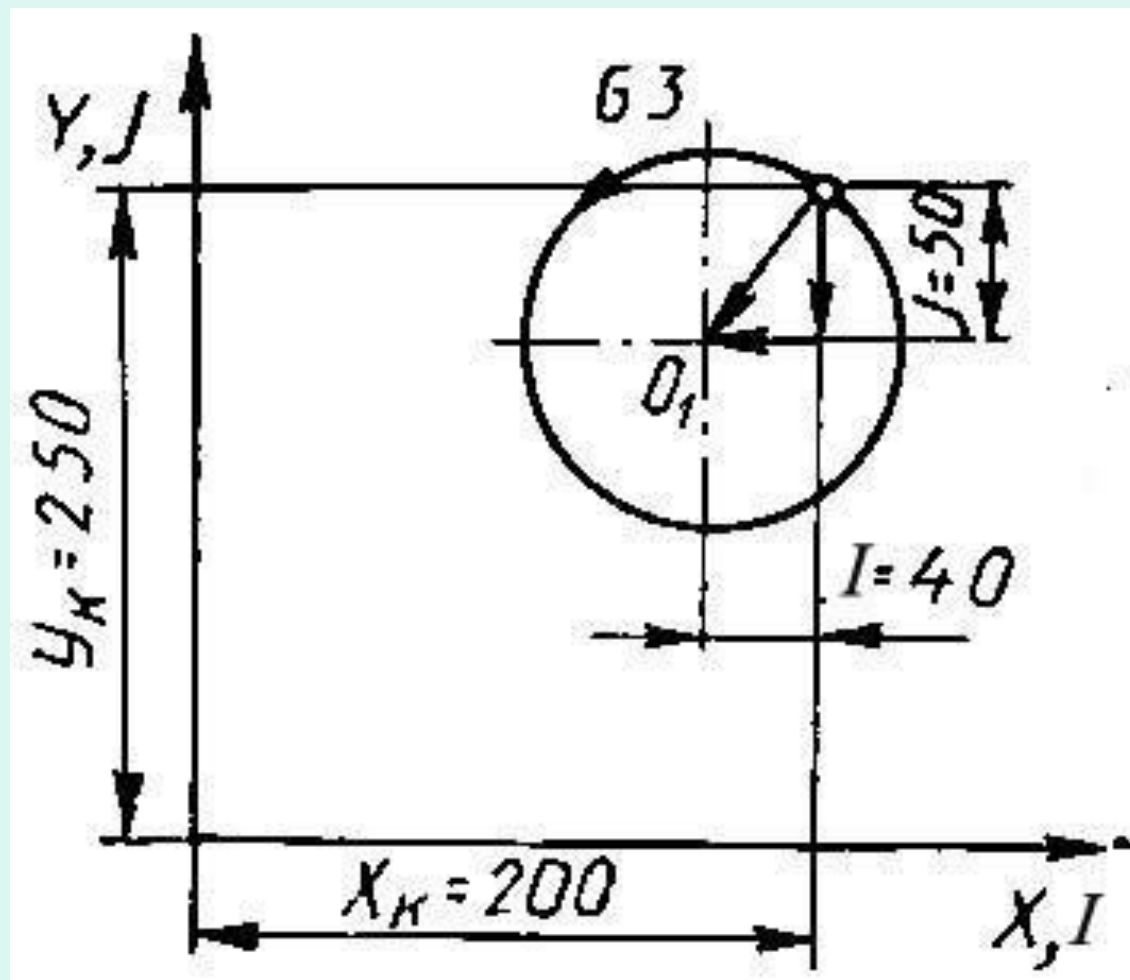
Интерполяция по часовой стрелке в приращениях



**N1069063X50000 Y30000 J-10000 J-30000 лс**

Интерполяция против часовой стрелки в абсолютных размерах

Интерполяция полного  
круга в относительных  
(1) и абсолютных (2)  
размерах



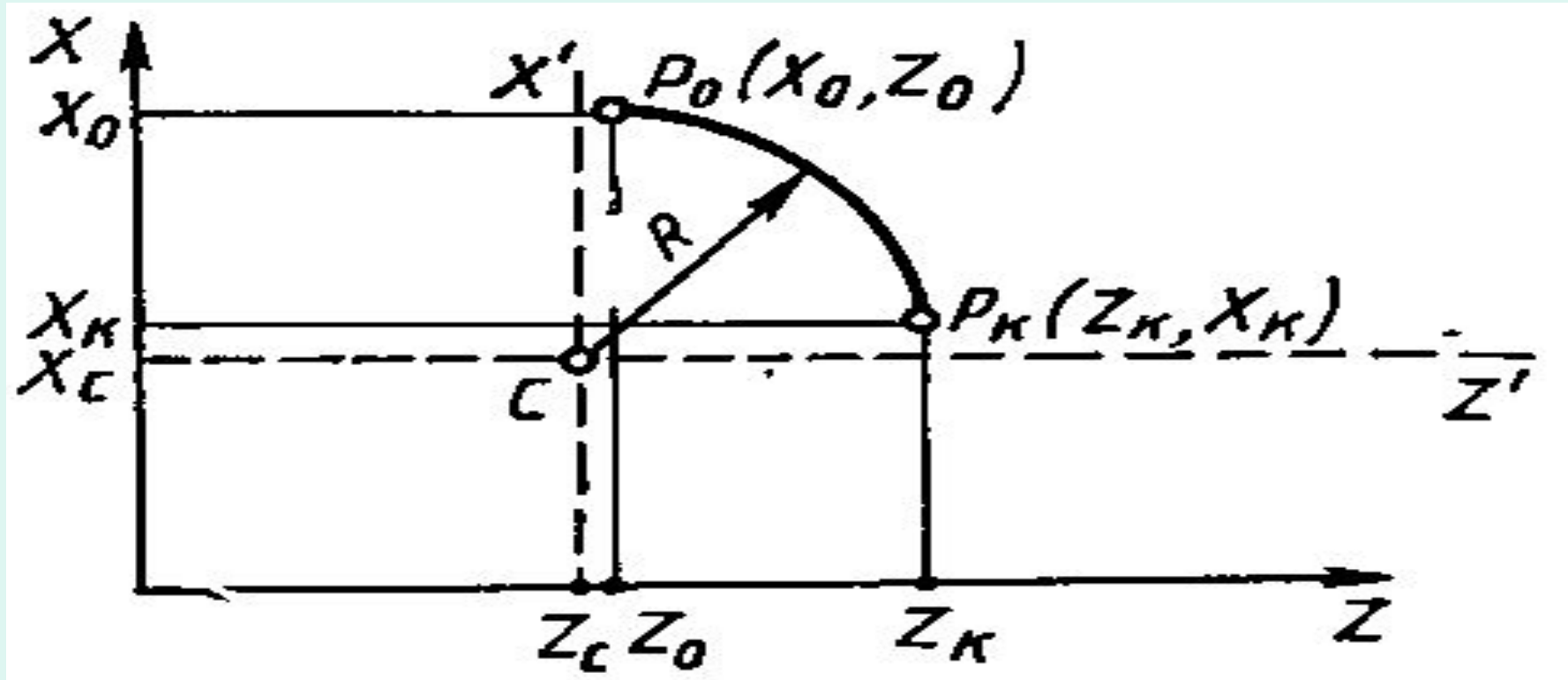
1) N1069163X0Y0I-40000J-50000NC

2) N1069063X200000Y250000I-40000J-50000NC

# Круговая интерполяция с указанием координат центра дуги

(способ 2)

На участке круговой интерполяции  $P_0P_k$  указывают координаты конечной точки дуги окружности и координаты центра дуги



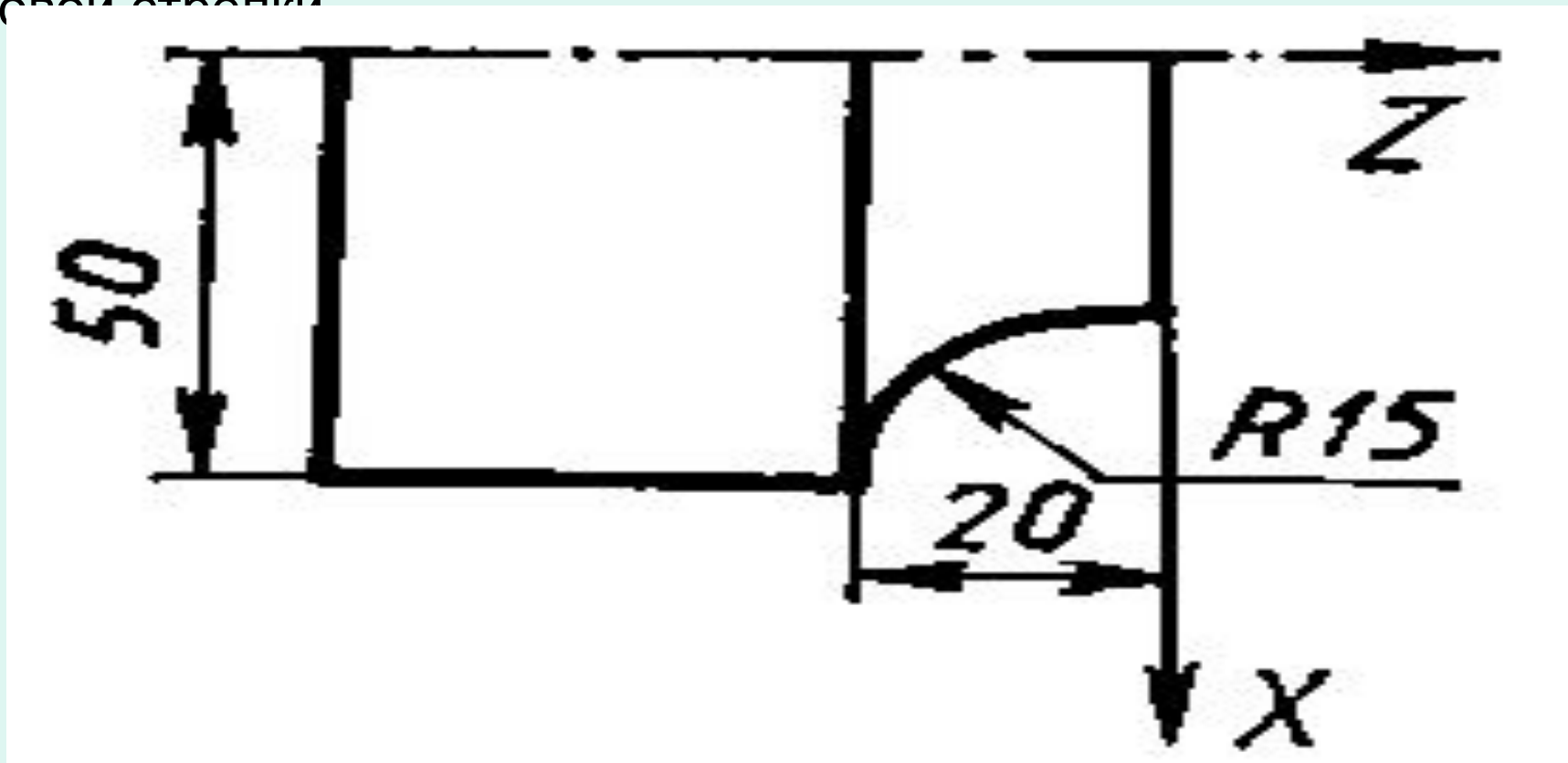
В абсолютной системе к-нат  $N...G2 X(Xk) Z(Zk) I Xc K Zc$

$Xc, Zc$  – координаты центра

В относительной системе к-нат  $N...G2 X(Xk-Xo) Z(Zk-Zo) I (Xc-Xo) K (Zc-Zo)$

# Круговая интерполяция с указанием радиуса кривизны (способ 3)

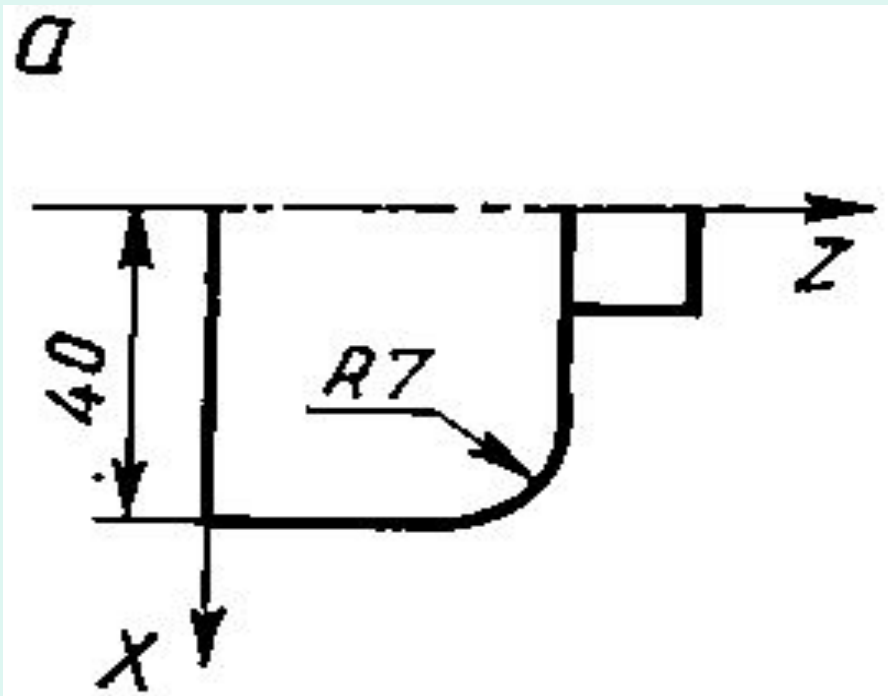
Указывают координаты конечной ее точки и радиус кривизны под адресом **R** со знаком « + » или « — ». Положительный знак используется при перемещении по часовой стрелке, отрицательный — против часовой стрелки.



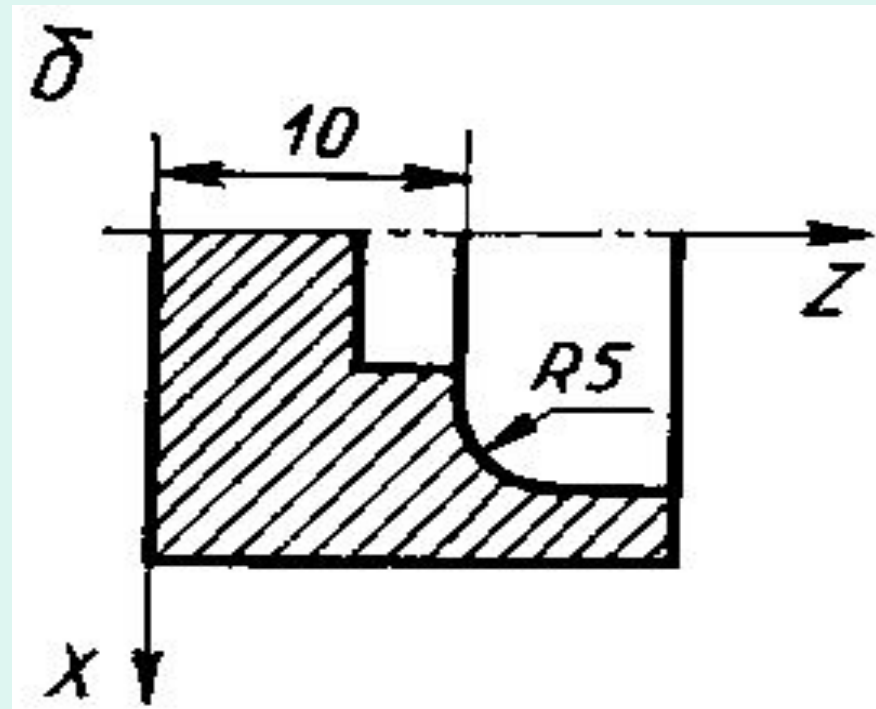
***N...G3 X50 Z -20 R -15 LF***



## Задание галтели



***N...X40 Q7 LF***

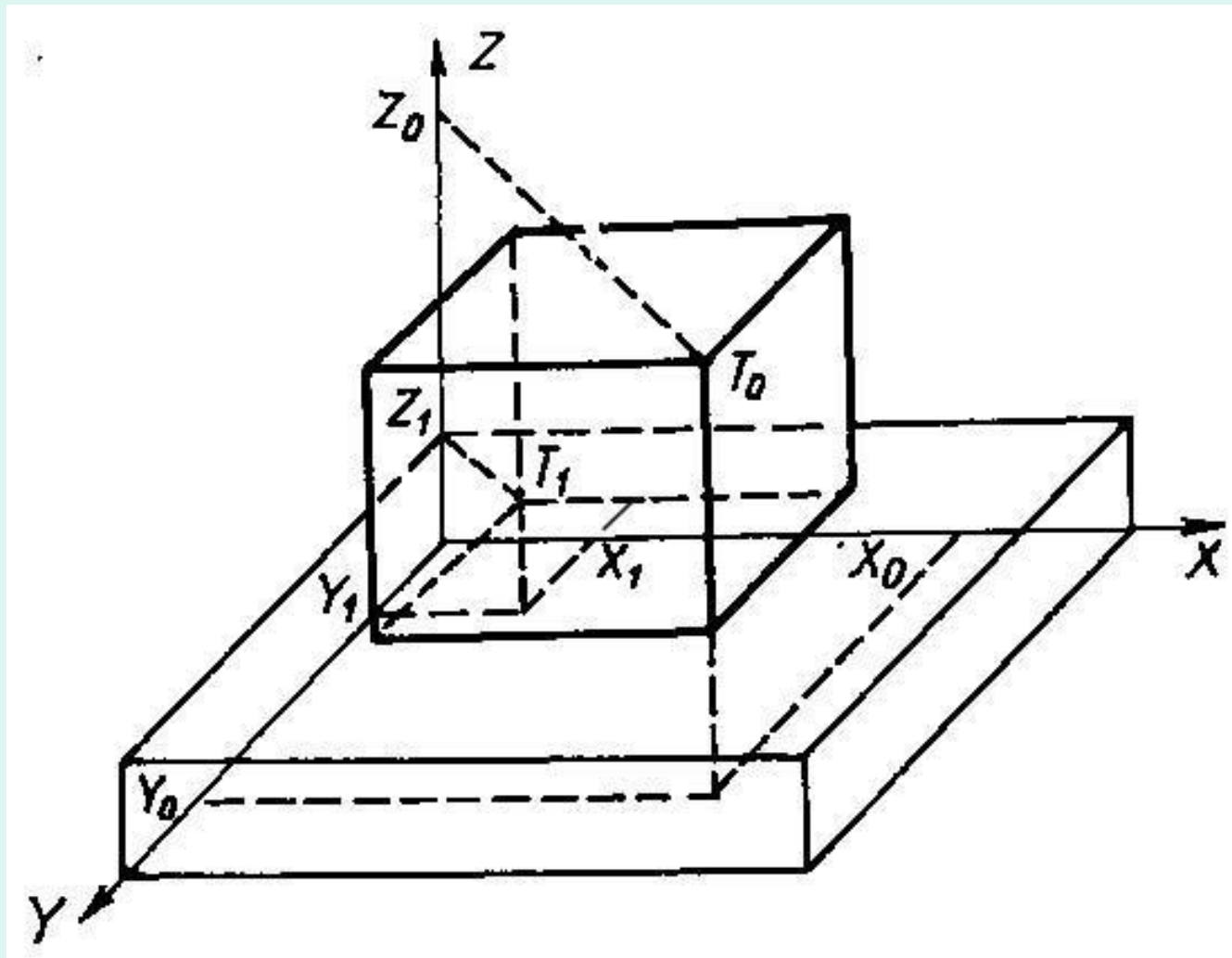


***N...Z10 Q-5 LF***

Галтель в кадре задается под адресом **Q** со знаком и конечным размером по той координате, по которой идет обработка детали. Знак после адреса **Q** при этом должен совпадать со знаком обработки по координате **X**. Направление по координате **Z** задается только в отрицательную сторону.

## Программирование сдвига нулевой точки

Применяют для согласования рабочей системы координат с системой координат станка (кодируется **G92**). В этом случае в кадре указываются координаты конечной точки участка контура относительно вновь созданной системы координат. Например, перенос начала отсчета абсолютных размеров из точки **T<sub>0</sub>** в точку **T<sub>1</sub>**



**$N...G92X(X_0-X_1) Y(Y_0-Y_1) Z(Z_0-Z_1)$**

## Подача и скорость главного движения

Кодируются числами, количество разрядов которых указано в формате конкретного устройства ЧПУ.

Выбор вида функционирования главного движения (**подачи**) должен осуществляться по одной из следующих подготовительных функций: *функций: **G93** (подача в функции, обратной времени), **G94** (подача в минуту), **G95** (подача на оборот)..*

*Выбор типа главного движения должен осуществляться одной из подготовительных функций: **G96** (постоянная скорость резания) или **G97** (обороты в минуту).* Кодирование подачи и частоты вращения шпинделя задается адресами **F** и **S** и соответственно. при этом могут использоваться методы прямого обозначения и геометрической прогрессии.

***В качестве основного метода кодирования подачи используется метод прямого обозначения, при котором должны применяться следующие единицы: миллиметр в минуту – подача не зависит от скорости главного движения; миллиметр на оборот – подача зависит от скорости главного движения; радиан в секунду (градус в минуту) – подача относится только к круговому перемещению.***

*При прямом кодировании скорости главного движения число обозначает угловую скорость шпинделя (радианах в секунду или оборотах в минуту) либо скорость резания (в метрах в минуту).*

*Например, если в программе частота вращения шпинделя задана как **S – 1000**, это означает, что шпиндель вращается по ходу часовой стрелки с частотой вращения 1000 об/мин. (Если минус отсутствует, значит, вращение шпинделя происходит против часовой стрелки).*

# Коррекции при программировании

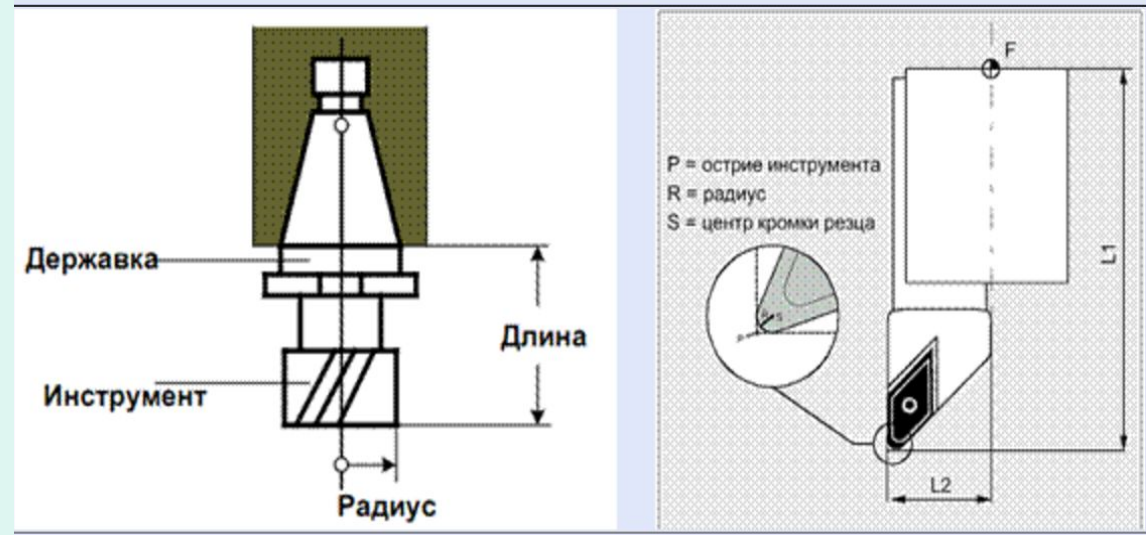
Коррекция инструмента – изменение при обработке УП запрограммированных размерных перемещений.

Значение коррекции представляет алгебраическую величину, определяемую как разность между фактическим и запрограммированным параметрами (координатами положения инструмента, его длиной или радиусом).

Задавать коррекцию на размер инструмента необходимо для связи систем координат станки, инструмента и детали.

При выполнении УП базовая позиция шпинделя (точка пересечения торца и оси вращения) определяется запрограммированными координатами. Проблема заключается в том, что в базовой позиции шпинделя

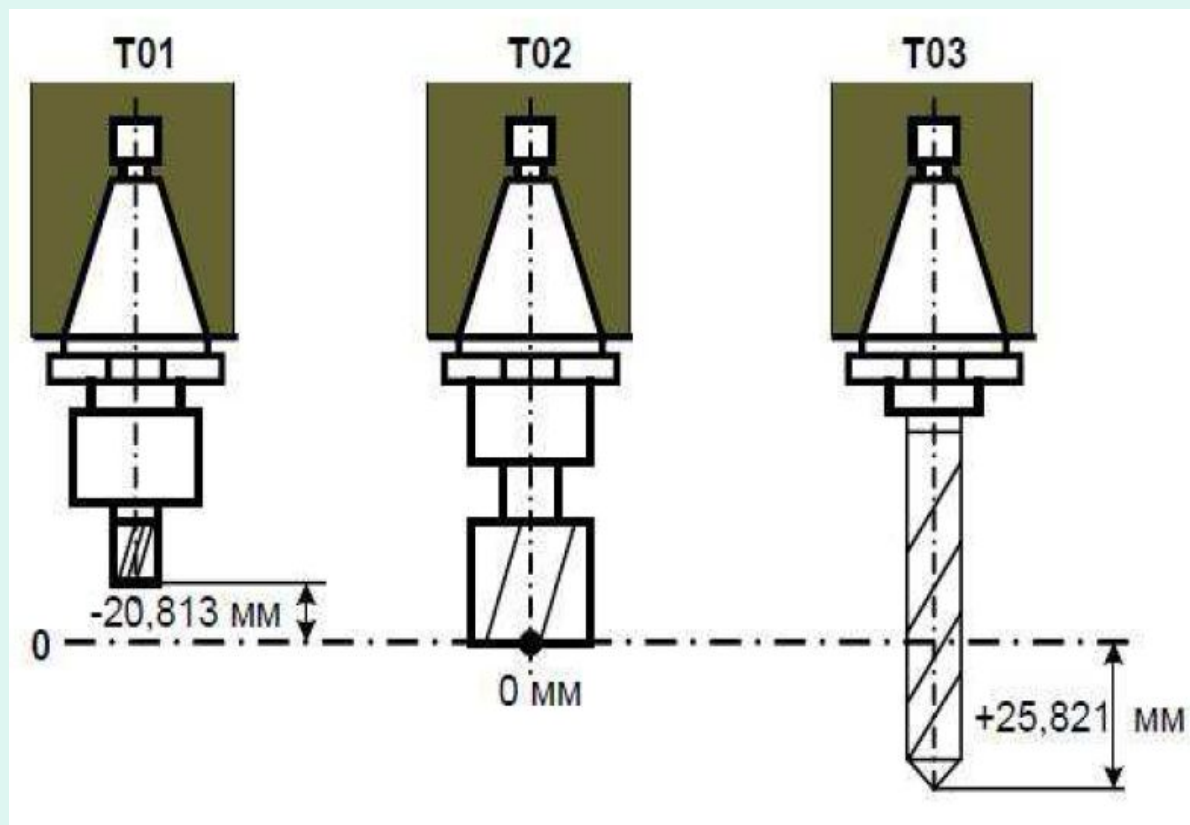
обработка резанием не осуществляется. Обработка производится кромкой режущего инструмента, которая находится на некотором расстоянии от базовой точки шпинделя. Для того чтобы, в запрограммированную координату приходила именно режущая кромка, а не шпиндель, необходимо "объяснить" СЧПУ на какую величину нужно сместить эту базовую точку.



## Пример коррекции длины фрезы по нулевому инструменту

Все фрезы, помещенные в магазине (если конструкцией станка он предусмотрен), имеют разную длину.

Для автоматической коррекции длины инструментов измеряют на станке с помощью датчика касания (можно и вне станка).. Для некоторого инструмента принимают отклонение длины равным нулю. Обычно коррекция отображается в УП либо словом с адресом **L**, либо подготовительными функциями группы **G40...G50**. Тогда по отношению к нему определяют отклонение длины: для короткого инструмента, например:



-20,813 мм, а длинного – +25,821 мм и т.д.

Полученные данные об отклонении длины фрезы заносятся в соответствующие ячейки таблицы корректора и хранятся в памяти системы ЧПУ станка. Торцовая поверхность нулевого инструмента служит для настройки станка. Для компенсации длины инструмента используется функция **H** (вызов корректора).

Пример: **N20 G01 X100 Y200 Z-20 H-20,813 F1000.**

Коррекция инструмента позволяет адаптировать разработанную УП к изменившимся условиям обработки или неучтенным при программировании факторам: изменение радиуса фрезы после переточки, выявление упругих деформаций элементов системы СПИД, учет которых на стадии программирования не представляется возможным и т.д.

Коррекция инструмента также позволяет применять очень удобное так называемое безэквидистантное программирование обработки, при котором на стадии программирования не учитываются параметры инструмента (радиус фрезы или радиус закругления резца, вылеты инструментов), а их учет осуществляется автоматически при отработке УП за счет коррекции. Обычно устройство ЧПУ имеет пульт коррекции инструмента для ввода величин, называемых значениями коррекции ***K***.

В микропроцессорных устройствах ЧПУ значения коррекции заносятся в отдельные маски (диалоговые окна) для описания параметров инструмента. При отработке УП с коррекцией инструмента запрограммированные размерные перемещения изменяются одновременно или порознь на величины ***KX***, ***KY***, ***KZ***, которые можно назвать поправками.

**Виды и схемы коррекции весьма разнообразны, поэтому и обозначения коррекции в УП различны.**

По своей технологической сущности значение коррекции может быть:

- значение коррекции положения инструмента;
- значение коррекции на длину инструмента;
- значение коррекции на радиус инструмента.

**Величина коррекции** (со знаком плюс или минус) вводится с пульта УЧПУ или с перфоленты в память ЭВМ УЧПУ и хранится там в своеобразном списке коррекции с адресом, указанным в конкретном устройстве ЧПУ (например: **D**) (линейные или диаметральные размеры) или (осевые размеры — перемещения)

Необходимая коррекция в кадре УП обычно вызывается какой-либо подготовительной функцией. Значения этих функций для ряда УЧПУ **G41** – коррекция слева контура; **G42**- коррекция справа от контура; **G45**- увеличение размера по абсолютной величине (величина коррекции прибавляется к заданным в определенном направлении в кадре УП значениям перемещений по осям); **G46** - уменьшение размера по абсолютной величине (величина коррекции вычитается из заданных в определенном направлении в кадре УП значений перемещения по осям); **G46** - увеличение размера по абсолютной величине на удвоенное значение коррекции указанного корректора; **G47** уменьшение размера по абсолютной величине на удвоенное значение коррекции указанного корректора

# Коррекция длины и положения инструмента

Существуют два способа задания коррекции длины и положения инструмента.

**1. Коррекция соответствует вылету инструмента.** Для станков токарной группы коррекция - это расстояние от базовой точки инструментального блока или центра револьверной головки до вершины инструмента, для сверлильно-фрезерно-расточных станков - расстояние от базового торца шпинделя до вершины инструмента. **Коррекции по вылету распределяются по осям и позициям инструмента и вводятся автоматически с вводом номера позиции инструмента по команде T.** При этом происходит автоматический пересчет координат вершины инструмента в соответствии с его вылетом. Значение каждой коррекции под соответствующим номером предварительно вводится в зону коррекций. Например, коррекция  $A = 180$  мм по оси  $X$  для резца №2, расположенного на второй позиции правой револьверной головки станка мод. 1A751Ф3 (рис, запишется следующим образом: **T2+ 180000**).

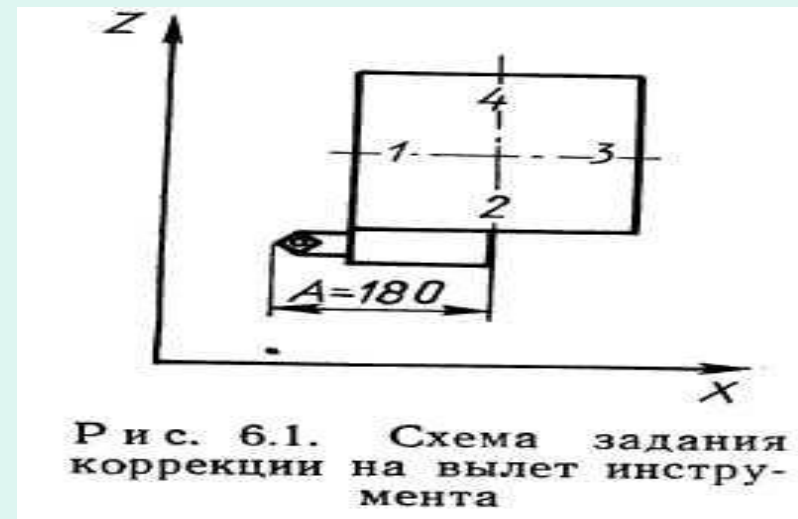


Рис. 6.1. Схема задания коррекции на вылет инструмента



**2. Коррекция положительная (отрицательная).** *Задается подготовительной функцией **G43 (G44)** и словом под адресом **D**.*

По командам **G43** и **G44** коррекция учитывается соответственно с положительным и отрицательным знаком, т. е. прибавляется к заданной в кадре координате или вычитается из нее.

В слове под адресом **D** цифровая информация указывает на порядковый номер коррекции (адрес ячейки) в массиве коррекций. Для большинства устройств ЧПУ максимальное количество коррекций в массиве равно **200**, максимальное значение каждой коррекции **99999**. Например, чтобы задать положительную коррекцию, равную 500 дискретам, с порядковым номером 12 в кадре программы записывается **D12**, в массив коррекций вводится: 12 + 500.

При работе в приращениях введенная один раз коррекция смещает все последующие размеры по данной оси (если не производилась установка исходного положения). Чтобы это исключить, следует воспользоваться операцией «**Отмена коррекций**», которая задается командой **G40** или **D00**. Функция **G40** отменяет все виды коррекций по всем координатам, заданным в кадре. Команда **D00** отменяет коррекцию только по той координате, перед которой она задана.

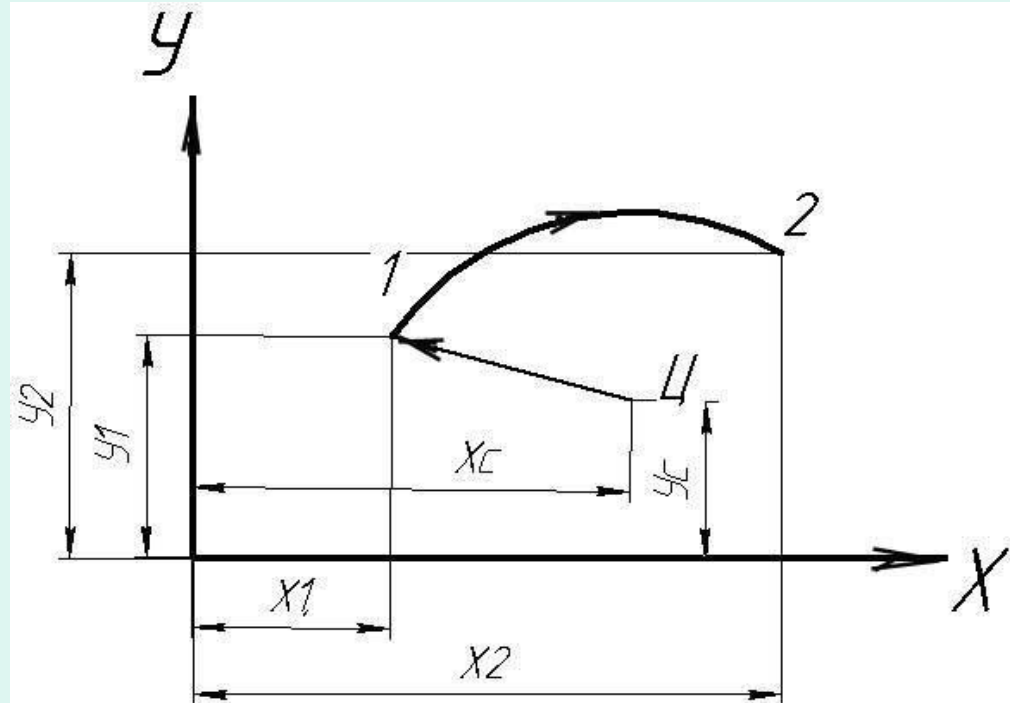
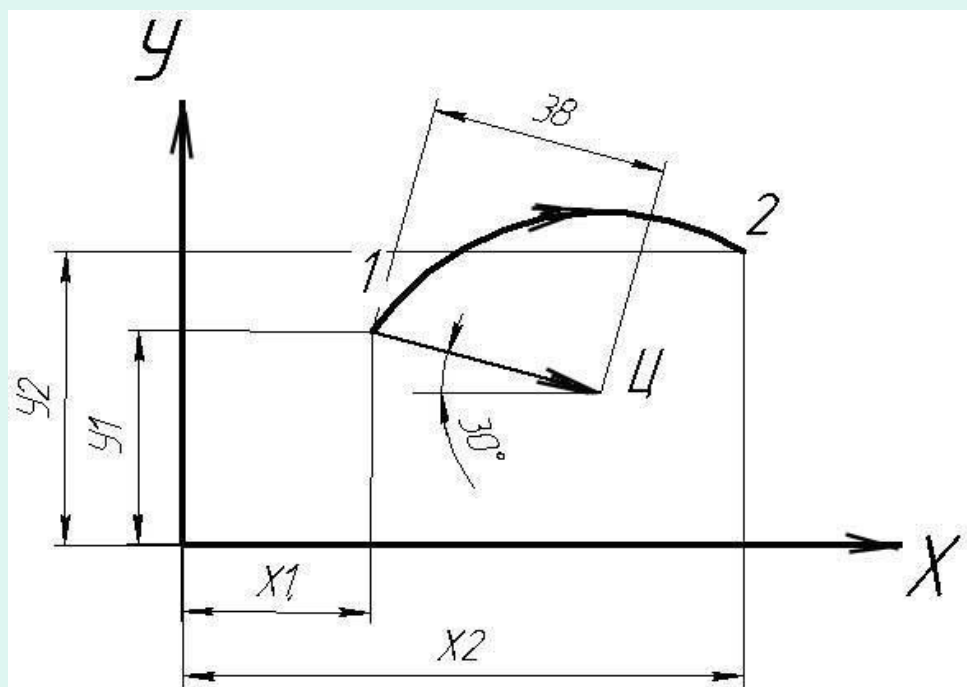
## Пример вызова коррекции

```
N10 G90 G00 X70. LF
      G43
N15 G41 D05 X80. Y30. LF
N20 G03 X130. Y80. I10. J-50. F500 LF
N25 G02 X170. Y80. I-80. J0 F60 LF
N30 G03 X80. Y130. I-60. J0 F500 LF
N35 G00 G40 X70. Y80. LF
N40 X0. M02 LF
```

Кадр №15: **G41** - коррекция слева контура; **G43** – коррекция положительная; слово с адресом **D** - цифровая информация указывает на порядковый номер коррекции (адрес ячейки) в массиве коррекций.

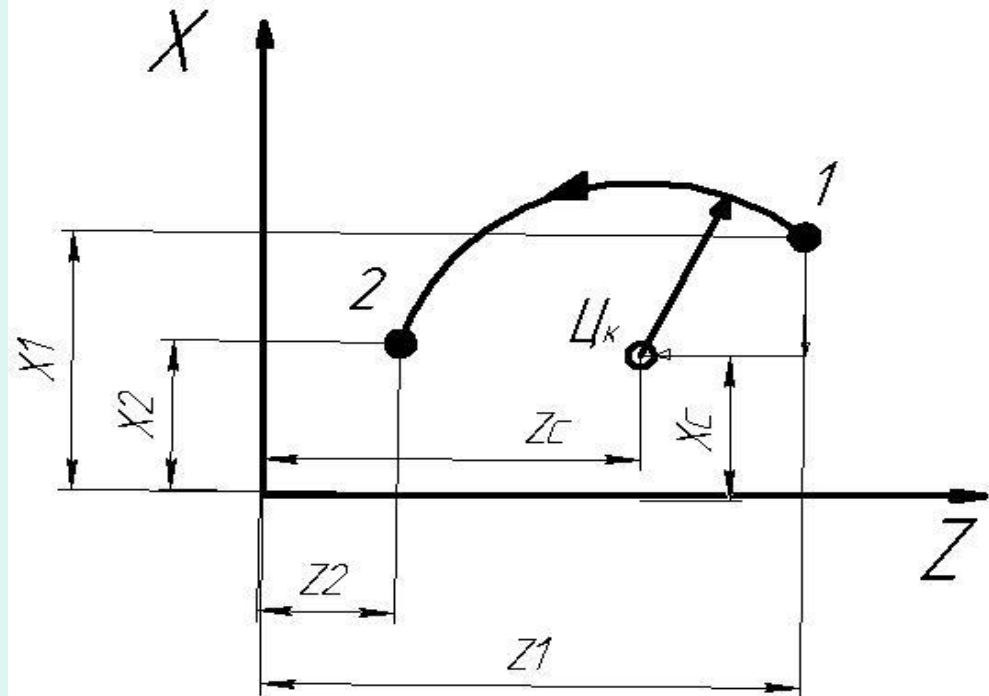
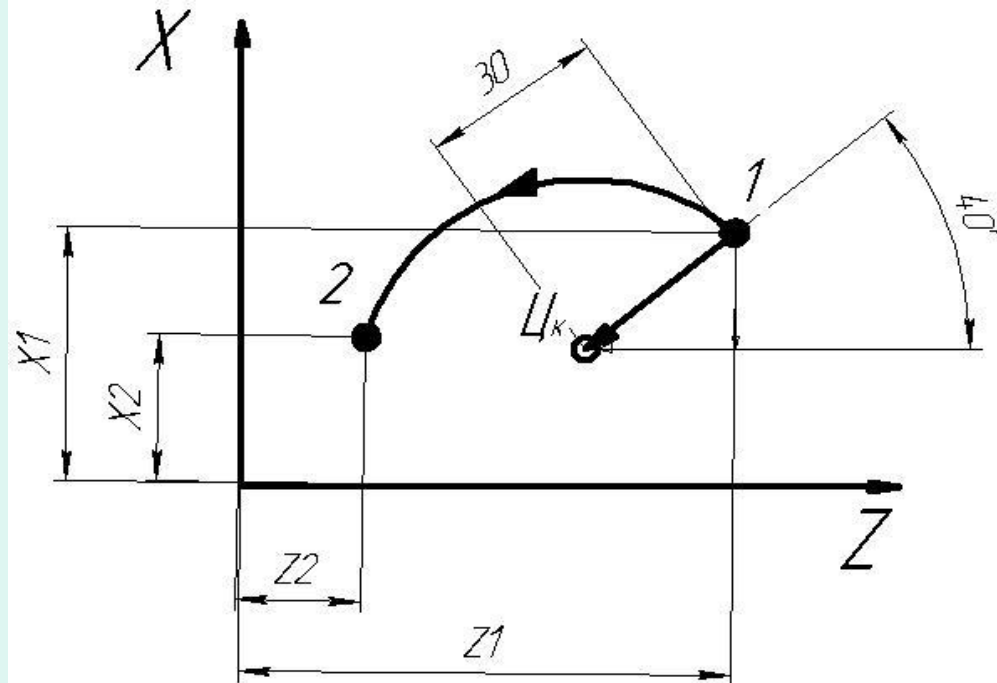
Вопросы для самоконтроля.

1. Назовите способы программирования круговой интерполяции?
2. С помощью какой подготовительной функции программируют сдвиг нулевой точки?
3. Как программируется подача в станках с ЧПУ?
4. Как программируется скорость главного движения в станках с ЧПУ?
5. Какие виды коррекций на инструмент существуют при программировании? Как они задаются?



Варианты	X1	Y1	X2	Y2
1	30	35	90	48
2	38	30	80	35
3	50	45	102	50
4	47	40	90	70
5	55	27	87	47
6	39	28	94	40
7	30	48	105	35
8	40	40	90	55

Варианты	X1	Y1	X2	Y2	<u>Xc</u>	<u>Yc</u>
1	30	35	90	48	67	25
2	38	30	80	35	55	20
3	50	45	102	50	75	30
4	47	40	90	70	60	35
5	55	27	87	47	65	30
6	39	28	94	40	70	28
7	30	48	105	35	50	15
8	40	40	90	55	72	28



Варианты	$X_1$	$Z_1$	$X_2$	$Z_2$	$X_c$	$Z_c$
1	43	77	25	20	22	52
2	48	75	20	15	25	45
3	40	65	22	20	30	40
4	47	70	30	25	20	55
5	35	55	30	17	25	40
6	39	68	25	20	20	58
7	40	68	25	15	30	55
8	40	70	15	28	22	58

2. Если на станке не предусмотрена опция автоматической коррекции радиуса фрезы, как учесть величину радиуса?
3. Как в управляющей программе обеспечивается автоматическая коррекция радиуса?
4. Как в управляющей программе обеспечивается автоматическая коррекция длины