

Лекция 12

Программирование обработки на многоцелевых станках

Формат кадра. Подготовительные функции: команды общего порядка, выбора плоскости обработки, коррекции инструмента, смещения нуля, постоянных автоматических циклов, задания размеров, режимов обработки. Вспомогательные функции. Программирование размерных перемещений.

Особенности программирования на многоцелевых станках

- 1. Разнообразие операций в цикле обработки одной детали (фрезерование, сверление, точение, резьбонарезание и др.);**
- 2. Большое количество вспомогательных переходов, связанных с заменой инструмента, смещениями и поворотами обрабатываемой детали, заменой столов-спутников, выводом элементов станка в заданные фиксируемые положения, целевым управлением отдельными приводами и др.**
- 3. Покадровое составление УП — крайне трудоемкий и сложный процесс вследствие сложности формата кадра УП, который может включать одновременно два-три десятка адресов, причем в кадре может быть несколько одинаковых адресов, в частности адресов подготовительных G и вспомогательной M функций.**

Формат кадра

Особенности кодирования информации УП для многоцелевых станков во многом определены форматом кадра и использованием при его формировании **ряда дополнительных знаков**. **Пример**, формат кадра может быть следующим:

Формат кадра УП предусматривает запись символов:

(%) - начала программы,
(:) – главного кадра; **/** - пропуска кадра;

DS - явной десятичной запятой

```
% : /DS N07 9G02 X+053 Y+053 Z+053  
I+043 R+043 J+043 K+043  
Q+043 W+043 V+043 B+7  
C+7 F41 S5 T4 6M02 25P7  
E7 H7 LF
```

Ведущие нули во всех словах, кроме слов с адресами **B** и **C** можно опускать, в том числе и в словах с адресами **G** и **M**. Знак плюс можно не указывать перед всеми адресами, кроме **B** и **C**. Число номеров кадров (**N07**) в одной УП может достигать **9999999**

В одном кадре допускается указывать до десяти подготовительных функций (адрес **G** из разных групп) и до шести вспомогательных функций - (адрес **M**). Кроме адресов геометрической информации (линейные **X, Y, Z, I, J, K, O, R, W, V** и угловые **B** и **C**) предусмотрены адреса для команд «выдержка времени (**E**)» «число повторений программы (**H**)», «формальный параметр (**P**)». Последних может быть до 25 в одном кадре.

Построение УП

В начале каждой УП указывают номер или модель станка, номер программы и, если необходимо, номер ленты, поскольку УП может состоять из нескольких лент.

% 2204 1835 01 LF

1835 Номер УП **2204ВМ1Ф4** Модель станка **01** Номер ленты

Если УП состоит из нескольких лент, то в конце информации на каждой из лент должен быть записан символ **КН** - конец носителя

При подготовке УП для многоцелевых станков с ЧПУ особое внимание уделяют выделению главных кадров - символ « : »; пропуска (выпадающих) кадров — символ « / », а также информации, заключаемой в круглые скобки,— символы « (» и «)»

Главный кадр – (:) характеризует исходное состояние СЧПУ перед началом или возобновлением какой-либо обработки, устанавливает **исходное состояние команд групп G и M** . В ряде случаев главный кадр в УП указывают **сразу после смены очередного инструмента, определяя обработку каждым инструментом как отдельную часть программы**. В главном кадре должна быть повторена информация, заданная ранее и необходимая для работы очередным инструментом.

Удобство применения главного кадра состоит в том, что после отключения станка оператор может начать обработку, ориентируясь на главный кадр без предварительного просмотра управляющей программы в поисках команд, необходимых для дальнейшей работы.

Выпадающие кадры (пропуски кадров с подтверждением) указывают символом (/). По необходимости они могут быть отработаны или не отработаны, на станке. Для соответствующей команды на пульте УЧПУ имеется кнопка с символом (/). При нажатии этой кнопки кадры программы (например, / **N40 G01...**, /**N41 X-...**) помеченные знаком (/) **выполняются**. Выпадающие кадры могут быть как главными, так и очередными; их обозначают соответственно (/ : **N**) и (/ **N**)

Использование в УП выпадающих кадров позволяет программисту **одной УП описать обработку деталей, отличающихся друг от друга каким-либо элементом**, включить дополнительные перемещения инструмента, необходимые при отладке программы, например отходы инструмента в фиксированные точки. Выпадающие кадры могут быть применены в случае, когда технолог-программист при составлении УП не может однозначно решить какие-либо вопросы, например, установить число рабочих ходов при фрезеровании, когда имеется значительный разброс припусков на обработку, либо определить условия обработки отверстий, связанных с сопряженными деталями, и т. д.

В первом случае необходимо заложить в УП число ходов фрезы по максимальному припуску, но первые ходы запрограммировать в кадрах со знаком (/).

Во втором случае обработка отверстий, вызывающих сомнение, программируется в выпадающих кадрах и т. п.

Для многоцелевых станков с ЧПУ кадры в исходной программе рекомендуется нумеровать так, чтобы младшая цифра в номере была равна нулю или пяти, т. е. через десять или через пять. Это позволяет при редактировании программ вставляемым кадрам присваивать номера, отличающиеся младшей цифрой. Например, до редакции было

N10, N20, N30, N40 стало **N10, N11, N20, N21, N22, N30**

Номера главного и последующих кадров должны иметь возрастающий порядок.

Для занесения в текст программы информации, не предназначенной для считывания системой ЧПУ, но необходимой в распечатке, ее заключают в скобки: левая круглая скобка «(» означает, что информация, следующая за ней, не предназначена для считывания и отработки, а правая круглая скобка «)» указывает, что последующая информация будет считываться устройством.

Информация, вносимая в скобки, может включать: **название инструмента в кадре смены, его запрограммированные размеры, вылеты по осям, координаты контрольных точек, дополнительные указания наладчику и т. п.** Информация в скобках должна кодироваться символами, входящими в набор символов кода ИСО, она может быть расположена **только в тексте основной программы.**

Команды, кодируемые подготовительными функциями G.

12 групп

Обозначение функции	Значение функции
G00	Позиционирование. Перемещение на быстром ходу в заданную точку. Ранее заданная рабочая подача не отменяется
G01	Линейная интерполяция. Перемещение с запрограммированной подачей по прямой к точке
G02,G03	Крутовая интерполяция соответственно по ходу и против хода часовой стрелки
G04	Задержка в обработке на определенное время, которое задается с пульта управления или в кадре
G05	Временный останов. Длительность останова не ограничена. В работу станок включается нажатием кнопки
G06	Параболическая интерполяция. Движение по параболе с запрограммированной подачей

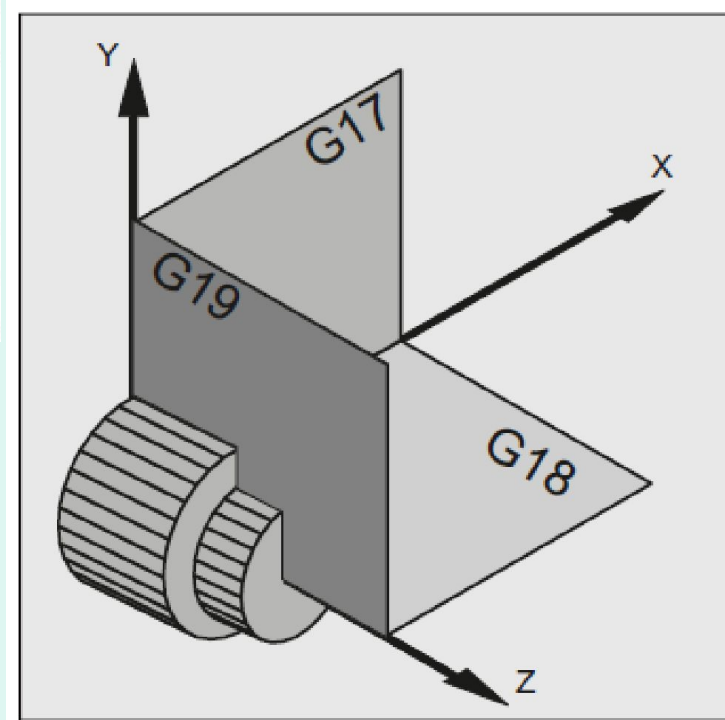
G08 Разгон Плавное увеличение скорости подачи до запрограммированного его значения в начале движения

G09 Торможение в конце кадра. Плавное уменьшение скорости подачи до фиксированного значения

G17,G18,G19 Плоскости интерполяции соответственно XY,XZ,YZ

или рабочие плоскости

Команда G	Рабочая плоскость	Направление подачи	Абсцисса	Ордината	Аппликата
G17	X/Y	Z	X	Y	Z
G18	Z/X	Y	Z	X	Y
G19	Y/Z	X	Y	Z	X



G33,G34,G35	Нарезание резьбы соответственно с постоянным, увеличивающимся и уменьшающимся шагом
G40	Отмена коррекции инструмента, заданного одной из функций G41- G52
G41,G42	Коррекция диаметра или радиуса инструмента при контурном управлении. Режущий инструмент расположен соответственно слева и справа от детали
G43,G44	Коррекция диаметра или радиуса инструмента соответственно положительная и отрицательная

G45-G52	Коррекция диаметра или радиуса инструмента при прямолинейном формообразовании: G45+/, G46+/-, G47-/-, G48-/, G49 0/+, G50 0/-, G51 +/0, G52-/0
G53	Отмена линейного сдвига, заданного одной из функций G54-G59
G54-G59	Линейный сдвиг по координатам X,Y,Z и в плоскостях XY,XZ,YZ соответственно
G63	Нарезание резьбы метчиком
G80	Отмена постоянного цикла, заданного одной из функций G81-G89
G81-G89	Постоянные циклы

G90	Абсолютный размер. Отсчет перемещений в абсолютной системе координат с началом в нулевой точке системы ЧПУ
G91	Размер в приращениях. Отсчет перемещений относительно предыдущей запрограммированной точки
G92	Установка абсолютных накопителей положения
G93	Скорость подачи в функции, обратной времени
G94,G95	Единица подачи соответственно в минуту и на оборот
G96	Единица скорости резания (м/мин)
G97	Единица главного движения (об/мин)

G07,G10-G16,G20,G32,G36-G39,G60-G62,G64-G79,G98,G99 – резервные коды.

Вспомогательные функции М

(9 групп и прочие)

Обозначение функции	Значение функции
М 00	Программируемый останов. Останов шпинделя, подачи и выключение охлаждения
М 01	Останов с подтверждением. То же, что М 00, но выполняется при предварительном нажатии соответствующей кнопки на пульте оператора
М 02	Конец программы. Останов шпинделя и выключение подачи СОЖ
М 03, М 04	Вращение шпинделя соответственно по ходу и против хода часовой стрелки
М 05	Останов шпинделя наиболее эффективным способом
М 06	Смена инструмента. Команда на смену инструмента подается вручную или автоматически
М 07, М 08	Включение охлаждения соответственно №2 и №1

М 09	Выключение охлаждения. Отменяет команды М07, М08, М50, М51
М 10, М 11	Зажим и разжим. Относится к зажимным приспособлениям столов станка, заготовки и т. д.
М 13, М 14	Вращение шпинделя по ходу и против часовой стрелки при одновременном включении охлаждения
М 15, М 16	Быстрое перемещение в «+» и «-»
М 17	Конец программы для устройства ЧПУ со встроенной памятью
М 19	Останов шпинделя в определенном угловом положении
М 20	Конец программы, которой является многократно считываемая глава программы
М 30	Конец информации
М 31	Обход блокировки. Команда на временную отмену блокировки
М 36, М 37	Диапазон подач соответственно №1 и №2

М 38, М 39	Диапазон вращения шпинделя соответственно №1 и №2
М 48	Отмена М 49
М 49	Отмена ручной коррекции
М 50, М 51	Выключение охлаждения соответственно №3 и №4
М 55, М 56	Линейное смещение инструмента в положении №1 и №2 соответственно
М 58	Отмена М 59
М 59	Постоянная скорость шпинделя
М 60	Смена заготовки
М 61, М 62	Линейное смещение заготовки в фиксированное положение 31 и №2 соответственно
М 68, М 69	Зажим и отжим заготовки
М 78, М 79	Зажим и отжим стола

Программирование размерных перемещений

Слова «Размерное перемещение» предназначены для задания геометрической информации и записываются в кадре с использованием следующих адресов: **X, Y, Z, U, P, Q, R, I, J, K, A, B, C, D, E**

При обработке детали траектория инструмента может включать участки перемещений **на быстром ходу, а также участки линейной, круговой и параболической интерполяции**, которые обрабатываются **на рабочей подаче**. Характер перемещения рабочего органа задается в кадре соответствующей подготовительной функцией **G00** (быстрое позиционирование), **G01** (линейная интерполяция), **G02, G03** (круговая интерполяция), **G06** (параболическая интерполяция), если она не была запрограммирована перед этим с адресами размерных перемещений (**X, Y, Z** и т. п.).

В связи с тем, что начальная точка каждого из участков траекторий режущего инструмента (за исключением начального) является одновременно и конечной точкой предыдущего участка, **в кадрах УП задается только информация о конечных точках**.

Позиционирование

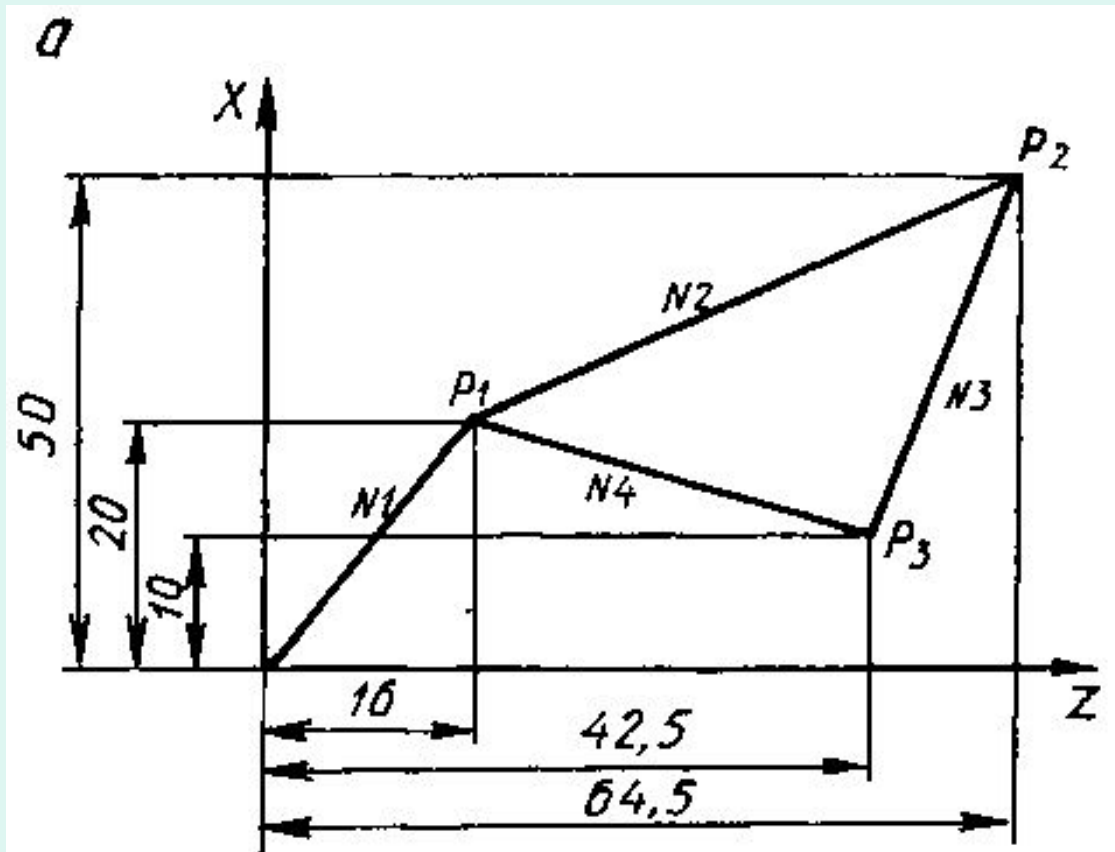
Под позиционированием подразумевают установочное перемещение рабочего органа станка к заданной точке на максимальной скорости.

Позиционирование программируют кадром, который должен содержать следующую информацию:

- подготовительную функцию выбора рабочей плоскости (**G17, G18, G19**)
- подготовительную функцию **G 00** — «Позиционирование»;
- размерные перемещения в абсолютных значениях (**G 90**) или в приращениях (**G91**) с соответствующими адресами перемещений X , Y, Z.

Ранее запрограммированная скорость подачи при позиционировании не действует, но сохраняется в памяти УЧПУ.

При задании позиционирования в абсолютных размерах знаки (« + » или « —») координат опорных точек зависят от квадранта системы координат. Например, в первом квадранте все абсолютные размеры являются положительными, во втором размеры по **Z** берутся со знаком « — », « — »,



В абсолютных размерах

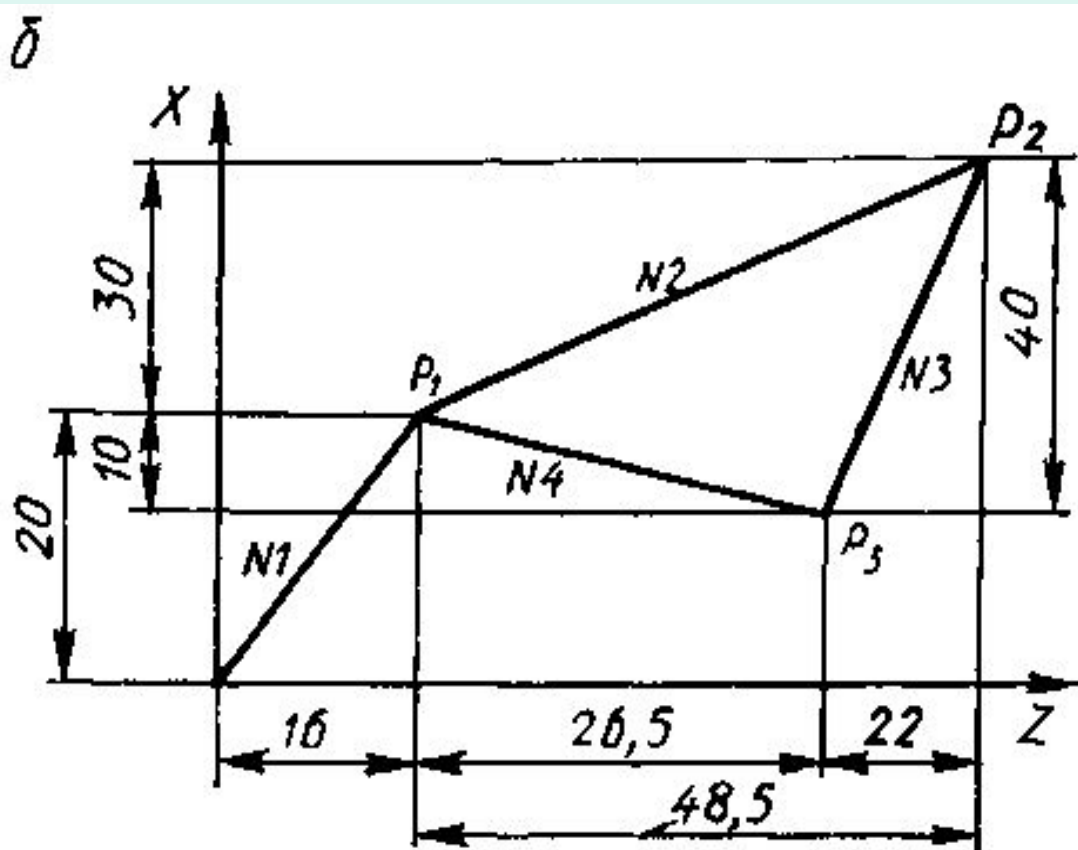
Содержание кадра

```
N 1 G90 G0 X20000 Z16000 F60
N 2 X50000 Z64500 F60
N 3 X10000 Z42500 F60
N 4 X20000 Z16000 F60
```

Линейная интерполяция (перемещение по прямой из **P1** в **P2** с запрограммированной скоростью)

F- скорость подачи 60 мм/мин

N1G90G1X50000Z64500F60P1C



В приращениях

Содержание кадра

N1G91G0X20000Z16000ПС

N2X30000Z48500ПС

N3X-40000Z-22000ПС

N4X+10000Z-26500ПС

N1G91G1X30000Z48500F60ПС

Все линейные перемещения должны быть выражены в миллиметрах и их десятичных долях. Все угловые размеры даются в радианах или градусах. Допускается выражение угловых размеров в десятичных долях оборота.

Линейная интерполяция

Под линейной интерполяцией подразумевается согласованное движение рабочего органа станка, осуществляемое таким образом, что скорость движения по каждой координате пропорциональна приращению координаты.

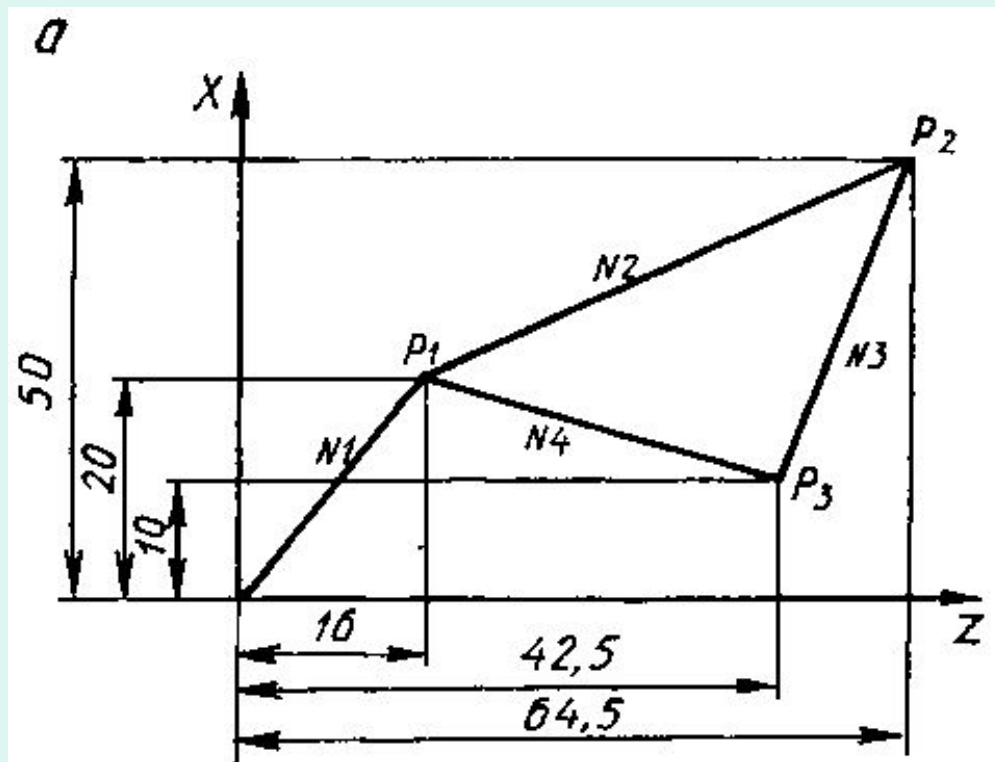
При линейной интерполяции воспроизводится перемещение инструмента относительно заготовки детали по отрезку прямой.

Линейную интерполяцию программируют кадром, который должен содержать следующую информацию:

- подготовительную функцию выбора рабочей плоскости (**G17**, **G18**, **G19**) *(если она не была задана при позиционировании)*
- подготовительную функцию **G01** «Линейная интерполяция», если она не была задана перед этим;
- размерные перемещения в абсолютных значениях (**G90**) или в приращениях (**G91**) с соответствующими адресами перемещений X, Y, Z.

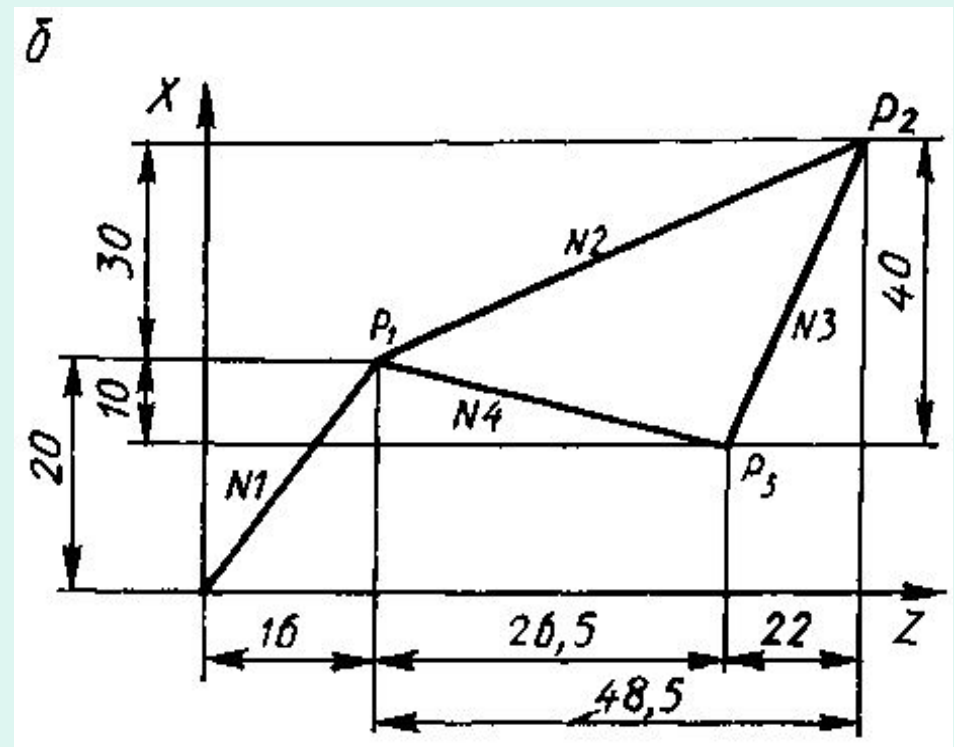
Задание линейной интерполяции

В абсолютных размерах



N1G90G1X50000Z64500F60ПC

В относительных размерах

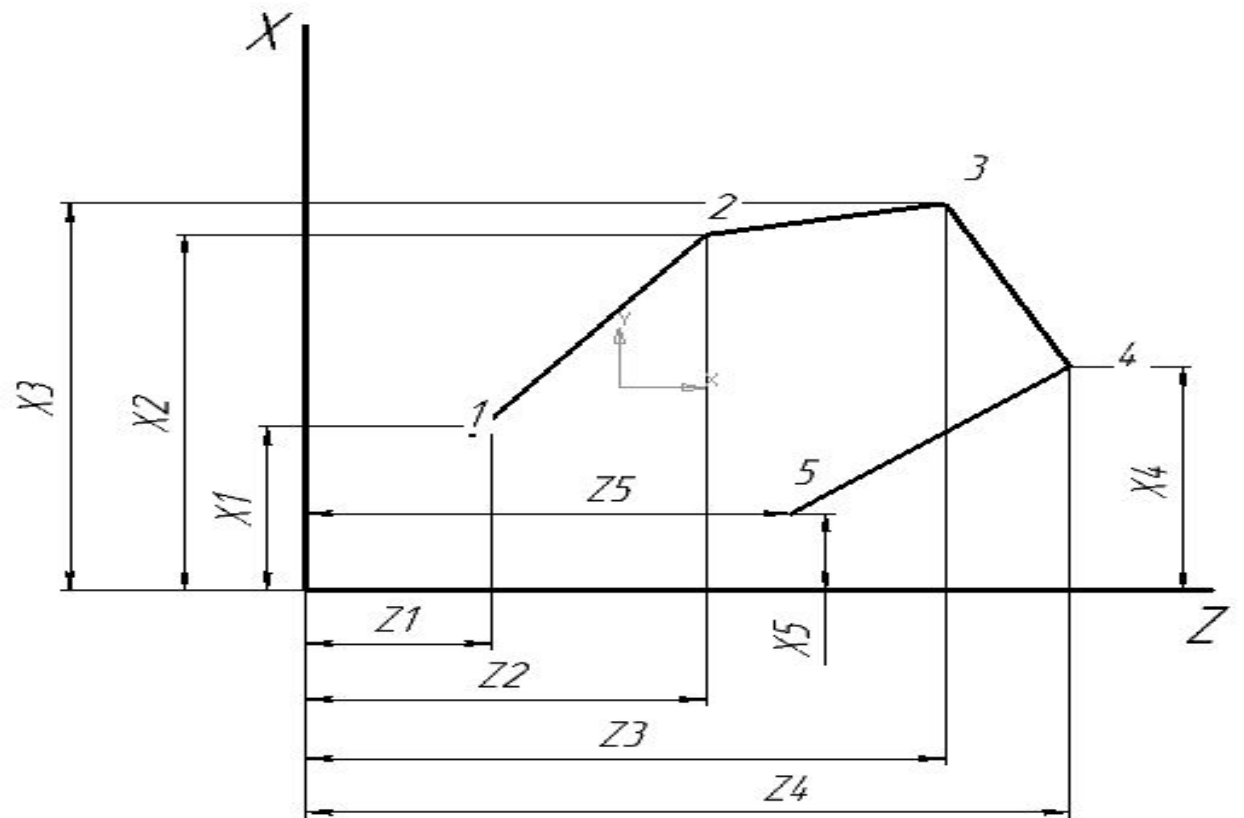


N1G91G1X30000Z48500F60ПC

Вопросы для самоконтроля.

1. В чем заключаются особенности программирования на многоцелевых станках и в чем состоит отличие формата кадра в многоцелевых станках?
2. Как обозначается и основное назначение главного кадра в УП?
3. Для чего и в каких случаях используют выпадающие кадры в УП?
4. Какую информацию в тексте управляющей программы вносят в скобки? Как рекомендуют нумеровать кадры в УП для многоцелевых станков?
5. Сколько групп подготовительных функций **G** существует для кодирования команд?
6. Сколько групп вспомогательных функций **M** существует для кодирования команд?
7. Что подразумевается под позиционированием и как программируется позиционирование?
8. Что подразумевается под линейной интерполяцией и как программируется линейная интерполяция?

Написать программу перемещения инструмента в абсолютных и относительных размерах по данным рисунка и таблицы



Варианты	X1	Z1	X2	Z2	X3	Z3	X4	Z4	X5	Z5
1	44	35	96	75	104	120	60	144	20	92
2	38	30	80	72	95	100	65	100	30	78
3	50	45	102	87	115	90	50	115	40	81
4	47	40	90	70	100	127	72	122	25	97
5	55	27	87	67	85	130	60	137	35	85
6	39	28	94	80	110	128	70	150	27	100
7	30	48	105	85	120	115	62	140	15	70
8	40	40	90	70	104	110	65	144	30	92

