

У.9
Л.54

Солониха Л.У.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ~~Училища~~ *Воспитания* ~~Беларусь~~

~~НОВОПОЛОЦКИЙ ВОЛНТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ~~

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторной работы

"Код ISO для программирования обработки
на станках с ЧПУ"

по курсу "Станки с программным управлением"
для студентов специальности 0501.

Новополоцк 4 2006

110

УДК 621.9.06 - 529.001.3

Одобрены и рекомендованы к изданию
Методической комиссией машиностроительного факультета

Кафедра
Специальность: металлорежущих станков и инструментов

Составитель

А.И. Голембецкий, канд. техн. наук, *профессор*

Рецензент

В.А. Данилов, *док. техн. наук*, доцент



Полиграфическое издательство
Новосибирский политехнический университет, 1980

1. ВВЕДЕНИЕ

Цель настоящих Методических указаний — облегчить изучение кода ИСО для программирования обработки на станках с ЧПУ и принципов составления управляющих программ в этом коде для различных систем управления.

Кодирование в общем случае является представлением различных сообщений в форме, удобной для передачи их по какому-либо каналу связи. В станках с ЧПУ при помощи кодирования числовая информация о положении или перемещении рабочего органа передается от управляющей программы к исполнительным элементам станка.

Основой всех систем подобного рода являются системы счисления, состоящие из ограниченного числа символов, комбинируя которые можно зашифровать любую цифру или знак любого алфавита, используемого для записи управляющей программы. Для этих целей в машиностроении используется двоично-десятичная система счисления.

Для облегчения применения кодов, используемых в системах ЧПУ и станках с различными технологическими возможностями, проведена унификация языков программирования. Эта работа координируется специальным комитетом Международной организации по стандартизации (ИСО). Этой организацией предложен код ИСО — 7бит. В СССР на основании рекомендаций СЭВ этот код принят в качестве главного для систем ЧПУ.

2. АЛФАВИТ КОДА ИСО

В соответствии с ГОСТ 13052-74 и 19769-74 в табл. I приведен алфавит кода ИСО.

Каждая из восьми дорожек стандартной перфоленты шириной 25,4 мм несет единицу информации. Семь дорожек, четыре из которых имеют веса двоичного кода 8-4-2-1, а три определяют признаки соответствующих групп цифр и букв, используются для программирования обработки. Восьмая дорожка применяется для добавления проверочной восьмой единицы информации к каждой строке, состоящей из нечетного числа перфораций.

Алфавит кода ЦСО

Таблица 1

Код перфокарты		Символы		Содержание
Дорожки	Обозначение		4	
	Русское	Латинско-арабское		
8 7 6 5 4 3 2 1	2	3	4	
•••••		0	Нуль	
•••••		1	Единица	
•••••		2	Двойка	
•••••		3	Тройка	
•••••		4	Четверка	
•••••		5	Пятерка	
•••••		6	Шестерка	
•••••		7	Семерка	
•••••		8	Восьмерка	
•••••		9	Девятка	
•••••		%	Начало программы	

Продолжение таблицы 1

8 7 6 5 4 3 2 1	2	3	4
•••••		+	Плюс
•••••		-	Минус
•••••		/	Дробная черта. Пропуск подра
•••••		A	наибольший размер буквы оси X
•••••		B	наибольший размер буквы оси Y
•••••		C	наибольший размер буквы оси Z
•••••		D	функция подбора
•••••		E	функция подбора
•••••		F	функция подбора
•••••		G	двухзначная функция
•••••		H	картина начальной точки оси X
•••••		J	картина начальной точки оси Y
•••••		K	картина начальной точки оси Z
•••••		L	функция перемещения
•••••		M	двухзначная функция

Продолжение таблицы 1

И	2	3	4
● ● ● ● ●		N	Наиме. модели
● ● ● ● ●		S	Скорость вращения шпинделя
● ● ● ● ●		T	Функция шпинделя
● ● ● ● ●		X	Размер переднего подшипника по оси X
● ● ● ● ●		Y	Размер переднего подшипника по оси Y
● ● ● ● ●		Z	Размер переднего подшипника по оси Z
● ● ● ● ●		U	Размер вторичного подшипника по оси X
● ● ● ● ●		V	Размер вторичного подшипника по оси Y
● ● ● ● ●		W	Размер вторичного подшипника по оси Z
● ● ● ● ●		P	Размер третичного подшипника по оси X
● ● ● ● ●		Q	Размер третичного подшипника по оси Y
● ● ● ● ●		R	Размер третичного подшипника по оси Z
● ● ● ● ●	PUC	MUL	Пусть
● ● ● ● ●	PC	LF	Конеч. код
● ● ● ● ●	PT	HT	Таблица
● ● ● ● ●	3E	DEL	Забл

3. СОСТАВ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

3.1. Термины и определения

Программа - установленная последовательность рабочих информации. Она начинается символом "начало программы" и заканчивается символом "конец программы". Программа состоит из кадров.

Кадр - последовательность слов, содержащих полную информацию для какого-либо законченного технологического перехода. Кадр содержит не менее двух слов.

Слово - минимальный объем информации, занимающий несколько строк на ленте. Слово состоит из адреса, обозначающего буквой, и числа, отображающего либо величину перемещения, либо скорость подачи, либо код какой-то другой функции.

3.2. Структура кадра

Для четкого определения требований к системе ЧПУ и ее возможностей требуется определенный порядок расположения слов в кадре.

Каждый кадр (рис. 1) состоит из слов "номер кадра", слов основной информации и символа "конец кадра", после которого оставляют два-три пропуска. В кадре не допускается повторение слов. Каждое слово занимает строго определенное количество строк.

Номер кадра N. Номер всякого последовательного действия, связанного с выполнением перехода, записывается цифрами, начиная с 001 и далее 002, 003, ..., 999.

Подготовительная функция G. В зависимости от требуемого режима работы системы ЧПУ и числа разрезов в словах геометрической информации в кадре пробивают код подготовительной функции. Эти команды записываются двумя цифрами.

Команды группы G закреплены за определенными кодами. Наиболее часто применяются следующие:

- G01 - линейная интерполяция;
- G02 - круговая интерполяция против часовой стрелки;
- G03 - круговая интерполяция по часовой стрелке;

G04 - выдержка времени;

G17, G18, G19 - выбор плоскости обработки соответственно XY, XZ, YZ;

G40 - отмена коррекции;

G80 ... G99 - стандартные автоматические циклы.

Геометрическая информация. Информация о направлении и величине перемещения в приращениях задается адресом соответствующей координаты, знаком "+" или "-" и двумя цифрами, определяющими количество десятичных разрядов до и после запятой.

Для определения осей применимо правило правой руки (рис. 2):

большой палец - ось X, указательный - ось Y, средний - ось Z. Внешняя сторона ладони обращается к обрабатываемой плоскости детали. Ось X - всегда горизонтальна, ось Z совмещается с осью инструмента, ось Y - перпендикулярна к осям X и Z. Пальцы определяют положительное направление перемещения инструмента. При перемещении детали положительное направление меняется на противоположное, а оси обозначаются буквой со штрихом.

Режимы резания S и F. Круговая частота вращения шпинделя и подача выражают задание режимов резания соответственно адресам S и F с кодовым числом. По принятому в СССР способу задания код из двух цифр соответственно представляет $\log_{1,12} S$ и $\log_{1,12} F$, а все подачи и круговые частоты выбираются из ряда, представляющего целые степени числа 1,12. При этом 00 соответствует "остановке", а 99 - "быстрому ходу". Числа от 1,12 до 80000 ($1,12^{99}$) охватывают весь диапазон используемых подач и круговых частот вращения. В качестве примера в табл. 2 и 3 приведены фрагменты кодовых обозначений круговых частот вращения шпинделя и подач станка модели KC12-500.

Резущий инструмент T. Номер гнезда инструмента в зависимости от емкости магазина кодируется двумя или тремя цифрами (01, 02, ..., 99).

Вспомогательная функция M. Команды группы M определяют манипуляции, производимые станком. Они кодируются двумя цифрами. Наиболее часто применяются следующие команды:

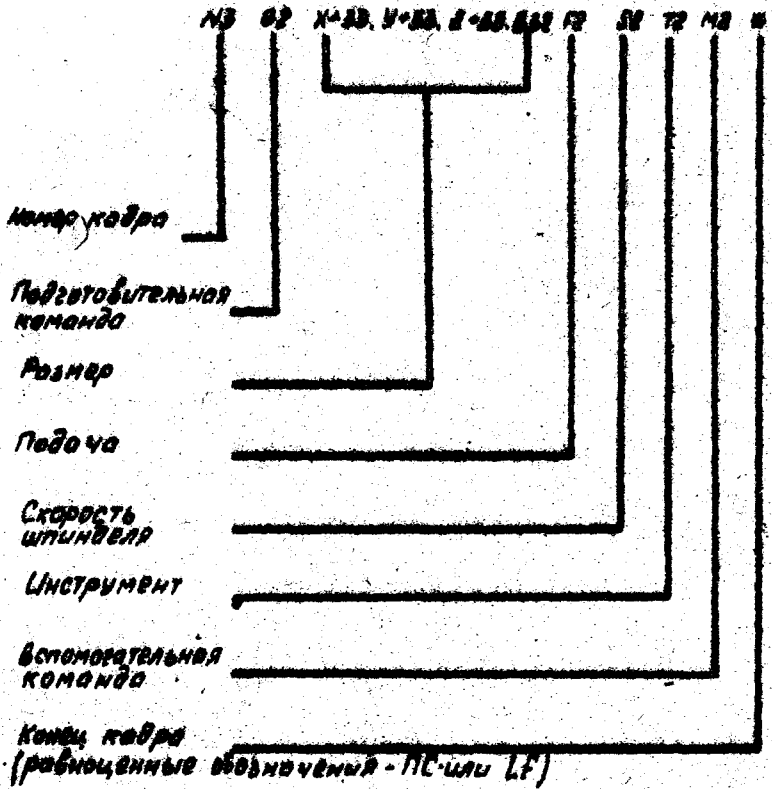


Рис. 1. Полная структура кадра



Рис. 2. Правила выбора координат в станках с ЧПУ

Таблица 2

Кодовые обозначения круговых частот вращения шпинделя

Код ступени	Круговая частота вращения шпинделя, об/мин
S 00	0
S 29	28,2
S 32	39,6
S 35	56,2
S 62	1260,0
S 65	1760,0
S 68	2510,0

Таблица 3

Кодовые обозначения скоростей подачи

Код ступени	Скорость подачи, мм/мин		
	X	Y	Z
F 00	0	0	0
F 26	-	-	20,0
F 28	-	-	25,1
F 30	31,6	31,6	31,6
F 32	-	-	39,8
F 34	50,1	50,1	50,1
F 58	794,0	794,0	794,0
F 60	-	-	1000,0
F 99	4000,0	Ускоренный ход	

MOO - запрограммированный останов. По этой команде после отработки кадра программа прерывается с остановом шпинделя. Для продолжения программы достаточно нажать кнопку на пульте.

MOI - останов с подтверждением. Эта команда отличается от предыдущей тем, что будет исполнена, если на пульте в любое время работы по программе до кадра с этой командой была нажата соответствующая кнопка.

MO2 - конец программы.

MO3 и MO4 - вращение шпинделя соответственно по и против часовой стрелки.

MO5 - останов шпинделя.

MO6 - смена инструмента.

MO7 - включение охлаждения.

4. ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ

4.1. Общие сведения

На содержание процесса подготовки программы значительное влияние оказывает тип станка и системы ЧПУ, сложность обрабатываемой детали. Обычно этот процесс включает следующие этапы: подготовку технологической данных и их математическую обработку; кодирование информации и запись ее на перфоленте; проверку качества программы и ее корректирование. Программа составляется на основе чертежа и разработанного технологического процесса. Для того чтобы чертеж детали можно было использовать при составлении программы, его обычно перерабатывают. Если деталь обрабатывают на станках с позиционной системой ЧПУ, то все размеры проотавляют или от одной базы (абсолютный метод отсчета), или цепочкой (метод отсчета в приращениях).

Для деталей, обрабатываемых на станках с контурной системой ЧПУ, определяют траекторию перемещения инструмента по контуру детали, ограниченному отрезками прямых и дуг.

Характер программирования дуг зависит от типа интерполятора - специального устройства, встроенного в управляемую машину с контурной системой управления.

Переработанный чертеж детали с указанием на нем последовательности обработки отдельных поверхностей является геометрическим планом обработки. Для корпусных деталей геометри-

ческий план вычерчивает на каждую сторону детали. Каждому отверстию (поверхности) на геометрическом плане присваивают порядковые номера. Нуль изделия (НИ) выбирает так, чтобы координаты отдельных поверхностей детали были одного знака. Начало координат цикла обработки - нуль цикла (НЦ) определяют таким образом, чтобы в конце цикла обработки деталь вместе со столом была сдвинута в сторону оператора.

4.2. Программирование для позиционной системы управления

На рис. 3 приведен переработанный чертеж детали, на котором указаны все необходимые данные для составления управляющей программы: нуль изделия (НИ), нуль цикла (НЦ), вид инструмента в исходном положении, последовательность обработки.

Программа:

X	PC				
X001	M03	PC			
X002	S44	T01	PC		
X003	X - 020000	Y + 040000	Z - 020000	F34	M07 PC
X004	Z - 045000	F34	PC		
X005	X - 015000	F30	PC		
X006	Z + 065000	F50	M05	PC	
X007	X - 020000	Y + 010000	Z - 010000	L II	F50 T02 PC
X008	M03	PC			
X009	Z - 050000	F42	S50	PC	
X010	Z + 050000	F38	PC		
X011	X - 020000	Y - 010000	F54	PC	
X012	Z - 040000	F42	PC		
X013	040 Z + 040000	F38	PC		
X014	X + 075000	Y - 040000	Z + 010000	L II	F54 M05 PC
X015	M02	PC			

4.3. Программирование дуг при линейной интерполяции

Линейный интерполятор позволяет отработать перемещение между двумя опорными точками только по прямой, соединяющей эти точки. Например, если задать координаты опорных точек

и 2 (рис. 4,а), — то режущий инструмент отработает траектория в прямой, соединяющей точки 1 и 2. При необходимости отработать эту траекторию по дуге требуется осуществить дополнительные расчеты.

Если на дуге окружности между точками 1 и 2 известны определенное число промежуточных точек (а, в, с, ...), рассчитать координаты этих точек и занести их на перфокарту, то линейный интерpolator позволит отработать перемещение по контуру многоугольника, вписанного в дугу окружности.

Замену одной функциональной зависимости при помощи другой функции называют аппроксимацией. В рассматриваемом примере дуге окружности аппроксимируется двойной линией. Участки между смежными точками называют участками аппроксимации, а величину центрального угла $\Delta\varphi$, соответствующую одному участку, — шагом аппроксимации.

Точность аппроксимации определяет стрелка прогиба δ — максимальным отклонением дуги окружности от прямой линии. При уменьшении шага точность аппроксимации возрастает.

Аппроксимация выполняется в таком порядке: определяют шаг, удовлетворяющий точности аппроксимации; находят координаты промежуточных точек и величины приращений координат для каждого участка.

Шаг аппроксимации при заданной точности δ определяют по формуле

$$\Delta\varphi = 2\alpha r \epsilon \cos\left(1 - \frac{\delta}{R}\right).$$

Обычно величину шага округляют до ближайшего меньшего значения, кратного половине градуса.

В табл. 4 приведены значения шага в зависимости от величины радиуса и точности аппроксимации.

Координаты промежуточных точек (рис. 4,б) определяют по формулам:

$$x_i = R \cos \varphi_i;$$

$$y_i = R \sin \varphi_i.$$

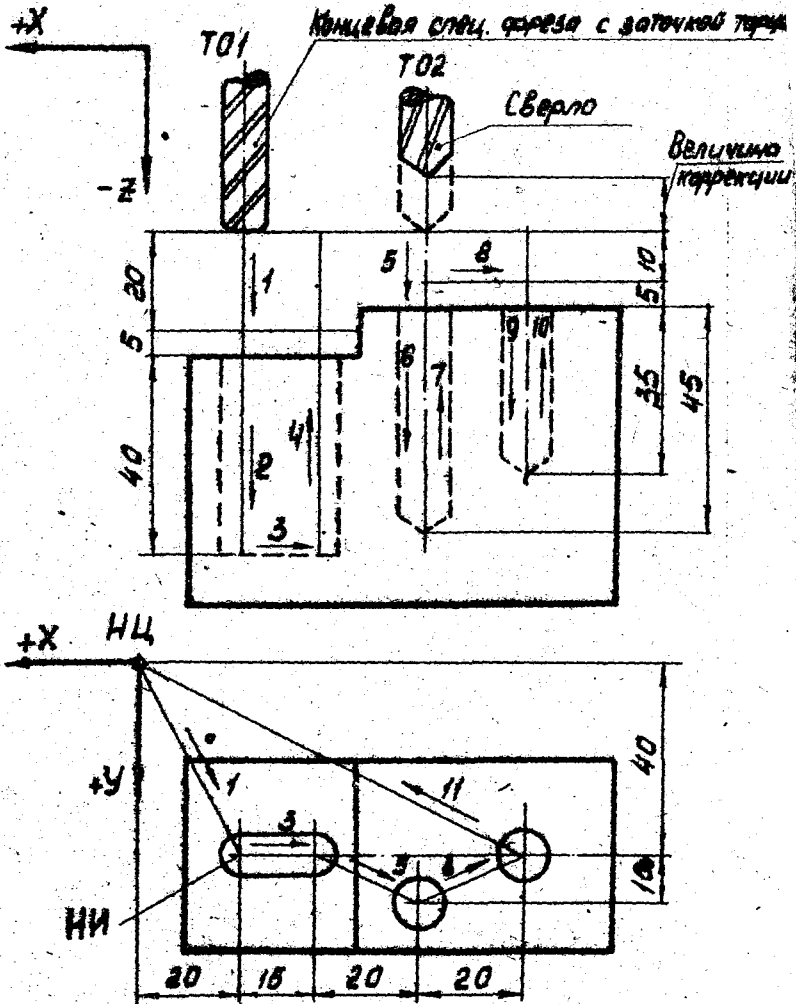


Рис. 3. Геометрический план обработки

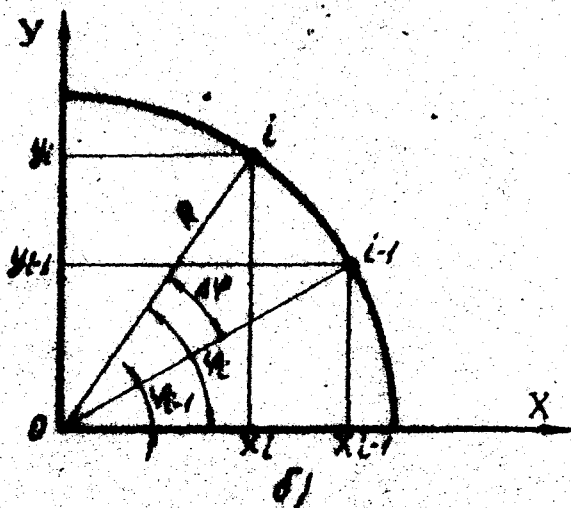
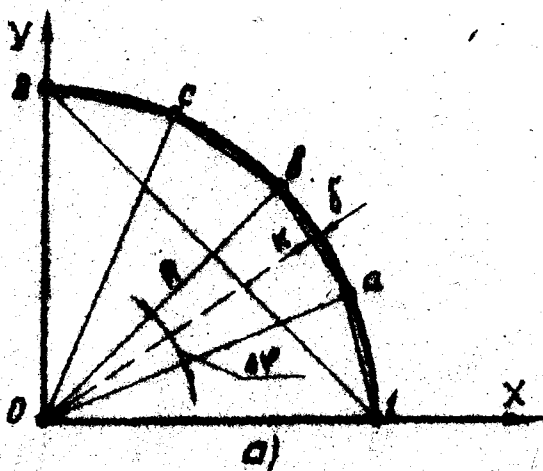


Рис. 4. Аппроксимация дуги окружности:
 а - общая схема; б - расчёт координат

Таблица 4

Значения $\Delta\varphi$, рад.

Радиус, мм	$\delta = 0,005$	$\delta = 0,01$	$\delta = 0,02$
50	0,028284745	0,040001005	0,056570379
100	0,020000252	0,028284745	0,040001005
150	0,016330115	0,023094336	0,032660503
200	0,014141228	0,020000252	0,028284745
250	0,012648295	0,017889091	0,025297896
300	0,011547116	0,016330115	0,023094336
350	0,010689352	0,015119024	0,021381580
400	0,010000836	0,014141228	0,020000252
450	0,009427126	0,013334220	0,018855882
500	0,008943685	0,012648295	0,017889091

Величину приращения по каждой координате вычисляют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= x_i - x_{i-1} = R(\cos \varphi_i - \cos \varphi_{i-1}) = R \Delta \cos \varphi_i; \\ \Delta y &= y_i - y_{i-1} = R(\sin \varphi_i - \sin \varphi_{i-1}) = R \Delta \sin \varphi_i; \end{aligned} \right\} (*)$$

где $\Delta \cos \varphi_i$, $\Delta \sin \varphi_i$ — приращение смежных значений функций.

Для упрощения расчетов радиус в формулах (*) выражают через число импульсов по формуле $R_n = R / q$, где q — цена одного импульса или разрешающая способность системы.

Пример. Аппроксимировать дугу окружности радиусом

$R = 80$ мм при шаге аппроксимации $\Delta\varphi = 5^\circ = 0,087(2)$ рад.

Начальный угол $\varphi_n = 0^\circ$, конечный угол $\varphi_k = 45^\circ$, разрешающая способность системы $q = 0,01$ мм.

Результаты расчетов приведены в табл. 5.

Аппроксимация дуги окружности

φ , град	$\Delta \cos \varphi$	$\Delta \sin \varphi$	Δx , мм	Δy , мм
0	-	-	-	-
5	-0,0086058	0,0871557	-40	400
10	-0,0113869	0,0864924	-91	799
15	-0,0188819	0,0851709	-151	798
20	-0,032332	0,0832011	-210	796
25	-0,0333848	0,0805981	-267	792
30	-0,0402824	0,0773817	-322	786
35	-0,0468734	0,0735764	-375	778
40	-0,0581076	0,0692112	-425	768
45	-0,0589377	0,0643192	-471	756
		Всего	-2352	2352

Фрагмент программы:

```

N003 G01 X - 00040 Y + 00697 F54 M07 PC
N004 X - 00091 Y + 00691 PC
N005 X - 00151 Y + 00681 PC
N006 X - 00210 Y + 00666 PC
N007 X - 00267 Y + 00645 PC

```

Необходимость аппроксимации дуг значительно усложняет трудоемкость ручного программирования для линейного интерполятора. Для исключения ручной работы можно использовать машинное программирование для обрабатывать детали со сложными контурами на станках, управляемых машинами, оснащенными круговым интерполятором.

4.4. Программирование дуг при круговой интерполяции

Линейный интерполятор позволяет отработать перемещение между опорными точками по дуге окружности. Управляющая программа обработки участка, ограниченного дугой окружности, при круговой интерполяции должна содержать: плоскость отработки, направление кругового движения, координаты конечной точки

дуги, заданные приращениями с их знаками.

Для иллюстрации приведем пример программы обработки контура кулачка (рис. 5) при круговой интерполяции. Обработка осуществляется фрезой диаметром 30 мм.

Программа:

```

% ПС
N001 X + 230000 Y + 100000 F 58 M03 ПС
N002 S 56 ПС
N003 G17 F 00 ПС
N004 Y + 210000 F 42 M07 ПС
N005 G03 X - 080000 Y + 080000 I + 080000 ПС
N006 G03 X - 110000 Y - 110000 J + 110000 ПС
N007 G03 X + 175000 Y - 175000 I + 175000 ПС
N008 X - 230000 Y - 100000 F 58 M05 ПС
N009 M02 ПС
  
```

5. Контрольные вопросы

- 5.1. Алфавит кода ISO.
- 5.2. Содержание понятий программа, кадр, слово.
- 5.3. Полная структура кадра.
- 5.4. Правило выбора осей координат для станков с ЧПУ.
- 5.5. Общие принципы подготовки управляющих программ.
- 5.6. Порядок аппроксимации кривых при линейной интерполяции.
- 5.7. Особенности программирования дуг окружностей при круговой интерполяции.

6. Порядок выполнения работы

- 6.1. Изучить алфавит кода ISO.
- 6.2. Изучить методику подготовки управляющих программ.
- 6.3. Ответить на контрольные вопросы.
- 6.4. Определить оси координат для двух-трех станков (по заданию преподавателя).
- 6.5. Аппроксимировать дугу окружности (по заданию преподавателя).

6.6. Закодировать дугу окружности по п. 6.5 при линейной и круговой интерполяции.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Маталин А.А. и др. Многооперационные станки.-

М.: Машиностроение, 1974. - 320 с.

2. Молчанов Г.Н. Повышение эффективности обработки

на станках с ЧПУ. - М.: Машиностроение, 1979. - 204 с.

3. Судоллатов И.П. Обработка деталей на станках с ЧПУ.-

М.: Машиностроение, 1976. - 102 с.

4. Шарин В.С. Подготовка программ для станков с ЧПУ.-

М.: Машиностроение, 1980. - 144 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	I
2. Алфавит кода ISO	I
3. Состав управляющей программы	5
3.1. Термины и определения	5
3.2. Структура кадра	5
4. Подготовка управляющих программ	10
4.1. Общие сведения	10
4.2. Программирование для позиционной системы управления	11
4.3. Программирование дуг при линейной интерполяции	11
4.4. Программирование дуг при круговой интерполяции	16
5. Контрольные вопросы	17
6. Порядок выполнения работы	17
Л и т е р а т у р а	19

Составитель - Анатолий Иосифович Голембиевский

Методические указания к выполнению лабораторной работы
"Код ISO для программирования обработки на станках с ЧПУ"
по курсу "Станки с программным управлением" для студентов
специальности С501

Подписано в печать 03. 06. 80. Формат 60x84/16. Печать офсетная.
Усл.печ.л. 1,16. Уч.-изд.л. 0,75. Тираж 100. Заказ № 99
Бесплатно

Отпечатано на ротационной ПИИ
211440, г.Новоболоцк, ул. Елохина, 29