**Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю. А.»**

ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ МНОГОЦЕЛЕВОГО СТАНКА С ЧПУ

Методические указания
к выполнению практических занятий по дисциплине
"Автоматизация производственных процессов в машиностроении"
для студентов направления

(15.03.05) «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств» дневной и очно-заочной форм обучения

очной и заочной форм обучения

Энгельс 2025

1. СИСТЕМА КООРДИНАТ СТАНКА

Система координат станка приведена на рис.1.

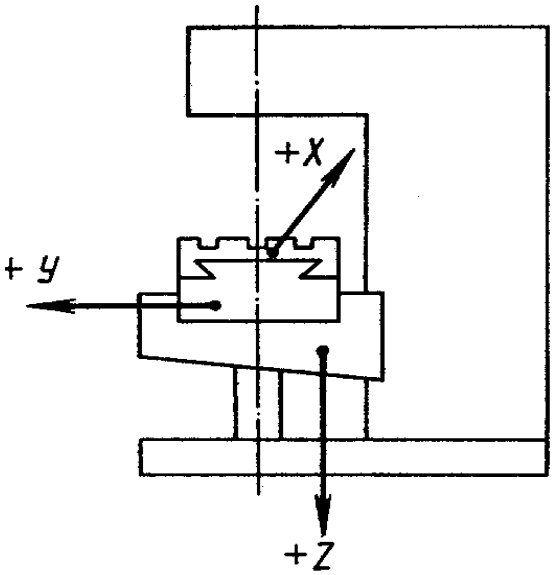

Рис.1. Система координат станка:
+ X – перемещение стола влево;
+ У – перемещение салазок на себя;
+ Z – перемещение консоли вниз.

2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА ЛКМО-61

Устройство индикации и управления ЛКМО-61 служит для позиционного программного управления на три оси координат с ручным вводом данных. Одновременное управление осуществляется по одной координате.

Устройство разработано для программирования оператором непосредственно у станка. Датчиками измерения являются линейные фотоимпульсные измерительные преобразователи с дискретностью 10 мкм.

Величина перемещений индицируется на цифровом табло в абсолютных координатах или приращениях, с учетом или без учета размеров инструмента.

В запоминающее устройство вводится до 100 (от №00 до №99) программных кадров обработки одной или нескольких деталей.

Память устройства энергонезависимая, защищенная буферной батареей.

Устройство дает возможность работать в режиме предварительного набора и обработки одиночных перемещений.

Программа вводится с помощью клавиатуры непосредственно по чертежу детали или по заранее подготовленной технологической карте, а также при обработке первой детали с помощью специальной кнопки «Автозапись».

Программирование и отработка перемещений выполняются раздельно по каждой оси.

В каждом кадре программируется:

а) номер кадра с двузначным номером, например, № 01, № 66 (от № 00 до № 99);

б) ось X, У или Z;

в) значение координаты точки позиционирования, например, + 500, причем знаковая кнопка +/- нажимается для смены знака на противоположный;

г) номер инструмента Т (от Т1 до Т8), при необходимости с коррекцией или без нее;

д) до 16 вспомогательных команд L;

е) признак конца программы в последнем кадре программы.

Запись содержания – свободная, в любой последовательности.

Имеется возможность просмотра и коррекции управляющей программы, причем редактирование программы – по частям кадра или из кадров. Программа может обрабатываться автоматически (весь цикл) или по отдельным кадрам.

При отработке программы полное содержание отражается на табло цифровой и мнемонической индикации.

Позиционирование в заданной координате осуществляется с четырьмя ступенями снижения скорости, причем точки снижения скорости регулируются по пути. Выбор величин упреждения по пути осуществляется переключателями а, в, с, d на заданной стенке устройства:

первая ступень (а) – 90-10 мкм (через 10 мм);

вторая ступень (в) – 9-1 мм (через 1 мм);

третья ступень (с) – 0,9-0,1 мм (через 0,1 мм);

четвертая ступень (d) – 0-100 мкм (через 10 мкм).

В моменты подачи трех первых команд на снижение скорости зажигаются красные сигнальные светодиоды (индикаторы) на специальной мнемосхеме, а в момент подачи команды на установку раздается звуковой сигнал.

Подробная инструкция по эксплуатации ЛКМО-61 прикладывается к системе. Прежде чем приступить к работе с ЛКМО-61, необходимо тщательно изучить инструкцию. Питание устройства рассчитано на напряжение 110 В и осуществляется от отдельного трансформатора.

3. ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ

Элементы управления и индикации показаны на рис. 2. Обозначения:

1- цифровое табло значения текущей координаты или расстояния до точки позиционирования по трем осям (АД);
2- вспомогательное табло контроля набора программируемых параметров (ИД);
3- табло диагностики;
4- мнемосхема индикации программируемого направления подхода к точке, индикации отработки упреждений;
5- мнемосхема учета диаметра инструмента и направления движения;

6- кнопки выбора режима обработки;
7- клавиатура программирования;
8- разъемы для подключения измерительных датчиков;
9- переключатели выбора направления отсчета по осям;
10-выбор величины упреждения (a, b, c);
11-упреждение точной остановки (d);
12-блок задания выдержки времени между кадрами (t);
13-переключение оси y/z;
14-разъемы для подключения входов и выходов (К1 и К2);
15-кабельное присоединение;
16-подсоединение сети;
17-звуковой сигнал.

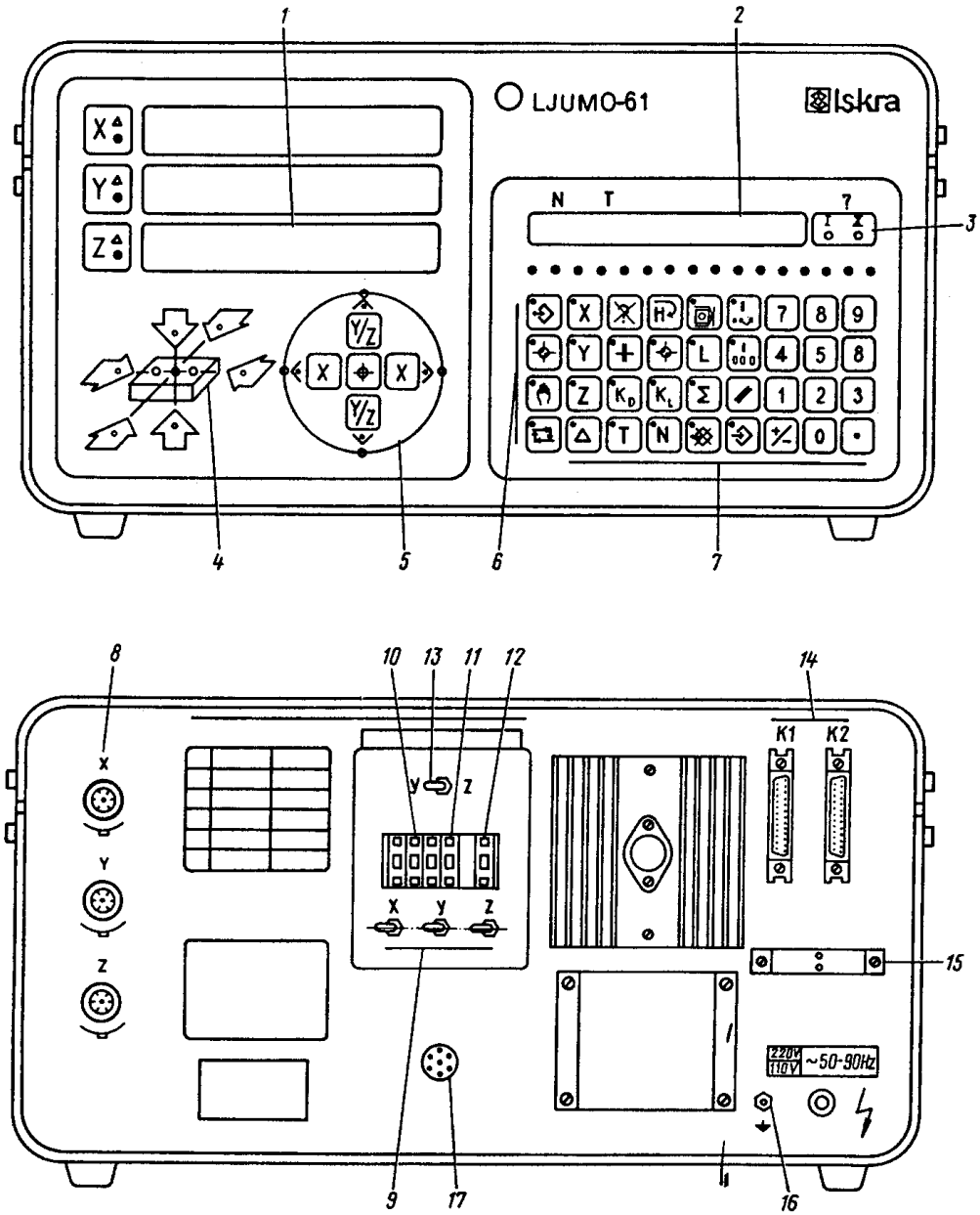

Рис.2. Элементы управления и индикации

4. КЛАВИАТУРА

Режимы работы:

ВВОД/ВЫВОД

МЕМО

РУЧНОЙ

АВТОМАТИЧЕСКИЙ

Адреса:

X–ось

Y–ось

Z–ось

T–инструмент

Коррекция диаметра инструмента

Коррекция длины инструмента

Дополнительные функции

Адрес блока

Символы:

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ (Работа в приращениях)

ДЕБЛОКАДА (Сброс сигнала ошибки)

ЗАЗОР ХОДОВОГО ВИНТА

АВТОЗАПИСЬ

ЗАПИСЬ абсолютных значений позиции в опорной точке (МЕМО)

КОНЕЦ ПРОГРАММЫ (МЗО)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА (ПРЕСЕТ) – запись значения позиции (АД)

АННУЛИРОВАНИЕ величины позиции (АД) (сброс на "0 ")

СТИРАНИЕ ЗАПИСИ НА ИД

ВВОД данных в запоминающее УСТРОЙСТВО

ЗАПРЕЩЕНИЕ ВЫВОДА данных из запоминающего устройства

СЛОЖЕНИЕ

4. РАБОТА УСТРОЙСТВА В РАЗНЫХ РЕЖИМАХ

5.1. Режим работы «ручной»

В этом режиме устройство работает как измеритель перемещения. При этом на основном табло АД индицируются абсолютные или относительные значения текущих координат по осям X, Y и Z.

С помощью кнопки “Предварительная установка» на основное табло АД можно записать любое число, предварительно набранное на контрольном дисплее ИД.
Например, по координате X на основном табло необходимо записать число 5 0 0. Нажимаем кнопку координаты X, затем на знакомых кнопках набираем 5 0 0 . Этот результат индицируется на табло ИД. Затем нажимаем кнопку “Предварительная установка» и число 500 с табло ИД переносится на АД. С помощью клавиши сброс на «0» значение текущей координаты на табло АД сбрасывается на «0» по соответствующей координате.

В этом режиме работы можно избрать также: номер инструмента «Т», коррекции инструмента K_D (мнемокруг) и функцию L.

В ручном режиме действует “автозапись”. Координаты точек позиционирования, полученные на АД в процессе обработки первой детали, вводится в память нажатием кнопки “Автозапись”. Предварительно определяется номер кадра, с которого записывается данная программа. Программа кадра дополняется остальными параметрами: номер инструмента, пуск шпинделя, коррекций, быстрый ход и др.

В последнем кадре записывается команда «Конец программы», шпиндель выключается.

В ручном режиме возможен быстрый предварительный набор. На универсальном дисплее набирают все параметры для одного прохода (например X – 123,7). По команде «Пуск» с пульта станка эта программа одного прохода отрабатывается автоматически. Причем переключатель режимов на пульте станка устанавливается в режим «Покадровая отработка». Далее набирают программу для следующего прохода и снова отрабатывают и т.д.

Таким образом, деталь отрабатывается в режиме предварительного набора с буферной памяти контрольного дисплея ИД без ввода в память устройства.

5.2. Режим восстановления координат опорных точек «MEMO»

Этот режим предназначен для восстановления абсолютных координат по отдельным осям с помощью функции «MEMO», так как при выключении напряжения и питания теряется информация о текущих координатах по всем осям.

На измерительном датчике (на линейке и считывающей головке) имеются опорные точки (RJ), отмеченные значком σ.

При включении напряжения питающей сети автоматически включается режим «MEMO». При этом пульсируют лампочки по осям X, Y и Z, которые сигнализируют, что не определены абсолютные величины позиций по отдельным осям.

Если такое определение не требуется, то перевод устройства из режима “МЕМО” осуществляется нажатием кнопки «Ручной ввод» или кнопками других режимов. Для осуществления функции «Опорная точка» выполняются следующие операции:

5.2.1. Определение абсолютных значений координат в опорных точках

Для этого определяется исходное состояние обрабатываемой детали по всем трем координатам в режиме «ручной ввод».

Предположим, что по оси X (стол) исходное состояние находится на расстоянии 300 мм от оси шпинделя. Находим это состояние или по касанию инструмента с деталью, или врезанию, или каким-либо другим способом.

В исходном состоянии сбрасываем показания табло АД на «0».

Затем переходим в режим «МЕМО» (мигают светодиоды по координатам). Перемещаем стол (X) с деталью таким образом, чтобы совпали метки опорной точки линейки и головки. В этом положении застывает размер перемещения по координате X на табло АД, хотя счетчик позиции при дальнейшем перемещении продолжает считать дальше.

5.2.2. Запись значений координат в опорных точках

Нажимаем кнопку «Автозапись» и размер, зафиксированный на АД, переносится в память. Это и есть абсолютное значение координаты X относительно опорной точки. После этого можно перейти в любой другой режимы и работать.

5.2.3. Восстановление исходного состояния после выключения напряжения.

Это восстановление осуществляется также в режиме «МЕМО». Перемещаем координату X (стол) до совпадения опорных точек на линейке и головке, предварительно нажав кнопку «Предварительная установка». При совпадении опорных точек на линейке и головке записанный размер абсолютного значения опорной точки по координате X переносится автоматически на табло АД. Координату останавливаем. Переходим в режим работы «Ручной», на табло ИД набираем «0» и нажимаем кнопку «Пуск» на пульте станка в режиме преднабора. Координата X приходит в исходное состояние. Координата X приходит в исходное состояние. Такие операции производятся, при необходимости, по каждой координате.

5.3. Режим работы ввод/вывод

Режим позволяет производить ввод программы с клавиатуры.

Пример записи программы на 50 кадров:

№ 00 X 500 L01 L04 T1

№ 01 Y 100 T1

……

……

№50 MO (Конец программы)

Нажимаем кнопку ввод/вывод – загорается сетодиод в этой кнопке. Затем нажимаем кнопку «Адрес блока» и два раза «0» на цифровых кнопках, затем нажимаем кнопку «X-ось» - загорается ее светодиод. Затем набираем размер 500 – он высветится на табло ИД, после этого нажимаем кнопку «Дополнительные функции» – загорается светодиод на L01, также набираем L04 и T1 - при этом светодиод горит постоянно. После набора полного требуемого кадра нажимаем кнопку “Ввод данных в запоминающее устройство”- светодиод в ней гаснет, происходит автоматическое переключение на кадр №01 – набираем его и вводим в память и т.д.

В конце программы в кадре №50 набираем конец программы, т.е. нажимаем кнопку M30 «Конец программы» и также вводим в память. Ввод окончен. Следует отметить, что введенные данные легко просматриваются и исправляются простым вписыванием новых или их удалением.

После этого переходим в режим «Отработка программы» и работаем в режимах покадровой или автоматической отработки, которые выбираются переключателем SA3 на пульте станка.

5.4. Режим «Работа по программе»

При подаче длительной команды «Пуск» осуществляется отработка записанной обрабатывающей программы от начала и до конца. При отработке на ИД индицируется содержание текущего кадра, а на АД – расстояние до точки позиционирования.

После отработки всей программы по команде «Конец программы», записанной в последнем кадре, происходит переключение на начало программы и остановка.

Переключение из одного кадра в последующий происходит с задержкой по времени 0…4,5 с (через 0,5 с, которая задается переключателем «t» (на задней стенке устройства).

6. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ L

Устройство индикации и управления ЛКМО-61 имеет 16 вспомогательных команд:

L01 – пуск шпинделя;
L02 – грубое позиционирование;
L03 – останов шпинделя;
L04 – ускоренное перемещение (быстрый ход);
L06 – цикл с повторением;
L07 – программируемый останов;
L10 – выбор регулятора подач 5…1000 мм/мин;
L11 – выбор регулятора подач 8…1600 мм/мин;
L12 – выбор регулятора подач 12,5…2000 мм/мин.

Команды L01, L03, L04 пояснения не требуют. Команда L02, грубое позиционирование, применяется в том случае, когда точность позиционирования не требуется. Например, при позиционировании на рабочих скоростях грубое позиционирование может осуществляться с точностью до 1 мм, а при позиционировании на быстром ходу позиционирование осуществляется с точностью 15-20 мм.

При использовании команды L02 подход к точке позиционирования осуществляется без ступеней замедления скорости, а останов происходит на выбеге за счет одной команды останова, при этом сокращается время на позиционирование. При программировании это необходимо учитывать.

Команда L06, цикл с повторением, применяется в основном для испытания станка на надежность, т.е. команда L06 осуществляет повторный запуск станка по циклу без нажатия кнопки «Пуск цикла». Программируется L06 или в предпоследнем отдельном кадре или в кадре вместе с командой окончания цикла.

Команда L07, программируемый стоп, применяется для останова в цикле, например, при смене инструмента.

Команды L10, L11 и L12 применяются для выбора регуляторов скорости. На станке имеются 4 регулятора скорости: основной RP1 с полным диапазоном величин подачи от 5 до 2000 мм/мин на 35 подач и 3 дополнительных RP2… RP4 на 11 подач каждый, установленные на станции управления.

Следует обратить внимание на то, что программирование перемещений на рабочих подачах следует осуществлять только с включением шпинделя, а программирование перемещений на быстром ходу возможно и без включения шпинделя.

7. КОРРЕКЦИЯ ИНСТРУМЕНТА

Коррекция инструмента состоит из коррекции по диаметру K_D и коррекции по длине K_L и представляет собой адрес и цифровую комбинацию. K_D - всегда положительна. K_L – может быть как положительной, так и отрицательной. Коррекции инструмента запоминаются в отдельном участке памяти. Величины K_D и K_L для

каждого из восьми инструментов T1…T8 записываются отдельно. Коррекция K_D представляет собой значение диаметра фрезы.

Коррекция по длине K_L задается по оси Z, коррекция K_D - по осям X и Y , переключатель 13 (рис.2) должен находиться в положении Z.

Компенсация диаметра выбирается кнопкой на мнемонической схеме 5. Это схема изображает фрезу с четырьмя возможными точками резания, в которых имеются красные светодиоды, зажигающиеся при выборе определенной точки резания соответствующей кнопкой. При этом вводится коррекция, равная $\pm\frac{K_D}{2}$. При нажатии центральной кнопки эта коррекция выводится (отключается), при этом красные светодиоды гаснут и табло показывает координаты центра фрезы.

В режиме ввод/вывод можно осуществить запись, контроль и корректировку величин коррекции (рис.3)

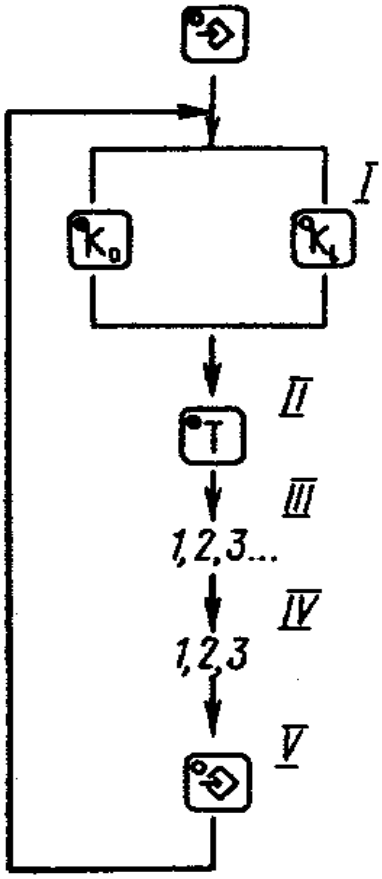

Рис. 3. Запись, контроль и корректировка величин коррекции

Для контроля записанных параметров кнопка «Запрещение выводов» должна быть выключена.

В ручном режиме тоже можно контролировать уже записанные в память параметры.

Нажимаем кнопку K_D, выбираем номер инструмента Т1…Т8 и набираем численную величину коррекции – диаметр фрезы.

Нажимаем кнопку «Ввод», записываем эту величину в память. Операцию повторяем для величины K_L – разницы между длиной данного инструмента и базового.

Как описано выше, в режиме ввод/вывод можно просмотреть записанные величины K_D и K_L и, при необходимости, скорректировать их.

8. ПРИМЕР СОСТАВЛЕНИЯ ПРОГРАММЫ

На рис.4 приведён пример составления программы обработки детали при фрезеровании и сверлении. Исходные данные: инструмент T_1 концевая фреза, коррекции K_D=20 K_L=0 ; T_2 сверло - K_D=0 K_L=50.

Таблица

Привязка инструмента Т1

№	Инструмент Т	Координата	Величина координаты	Точка фрезы мнемокруга	Дополнительные функции
00	1	Z	-5		L01,L04
01	1	Y	5	▤	L10
02	1	X	195,5	▤	L10
03	1	X	195	▤	L10
04	1	Y	105,5	▤	L10
05	1	Y	105	▤	L10
06	1	X	4,5	▤	L10
07	1	X	5	▤	L10
08	1	Y	4	▤	L10
09	1	Z	1		L04
10	1	X	25	▤	L04
11	1	Y	15	▤	L11
12	1	Z	-5		L11
13	1	Y	85	▤	L11
14	1	X	165	▤	L11
15	1	Z	100	▤	L04
16	1	-	-		L07
17	2	Z	10		L04
18	2	X	145	▤	L04
19	2	Y	30	▤	L04
20	2	Z	-10		L12,L01
21	2	Z	10		L04

22	2	X	85		L04
23	2	Z	-15		L12
24	2	Z	0		L04
25	2	Z	-35		L12,L03
26	2	Z	100		L04
27	2	X	-22	▤	L04
28	2	Y	-22	▤	L04
29	2	-	-		M30

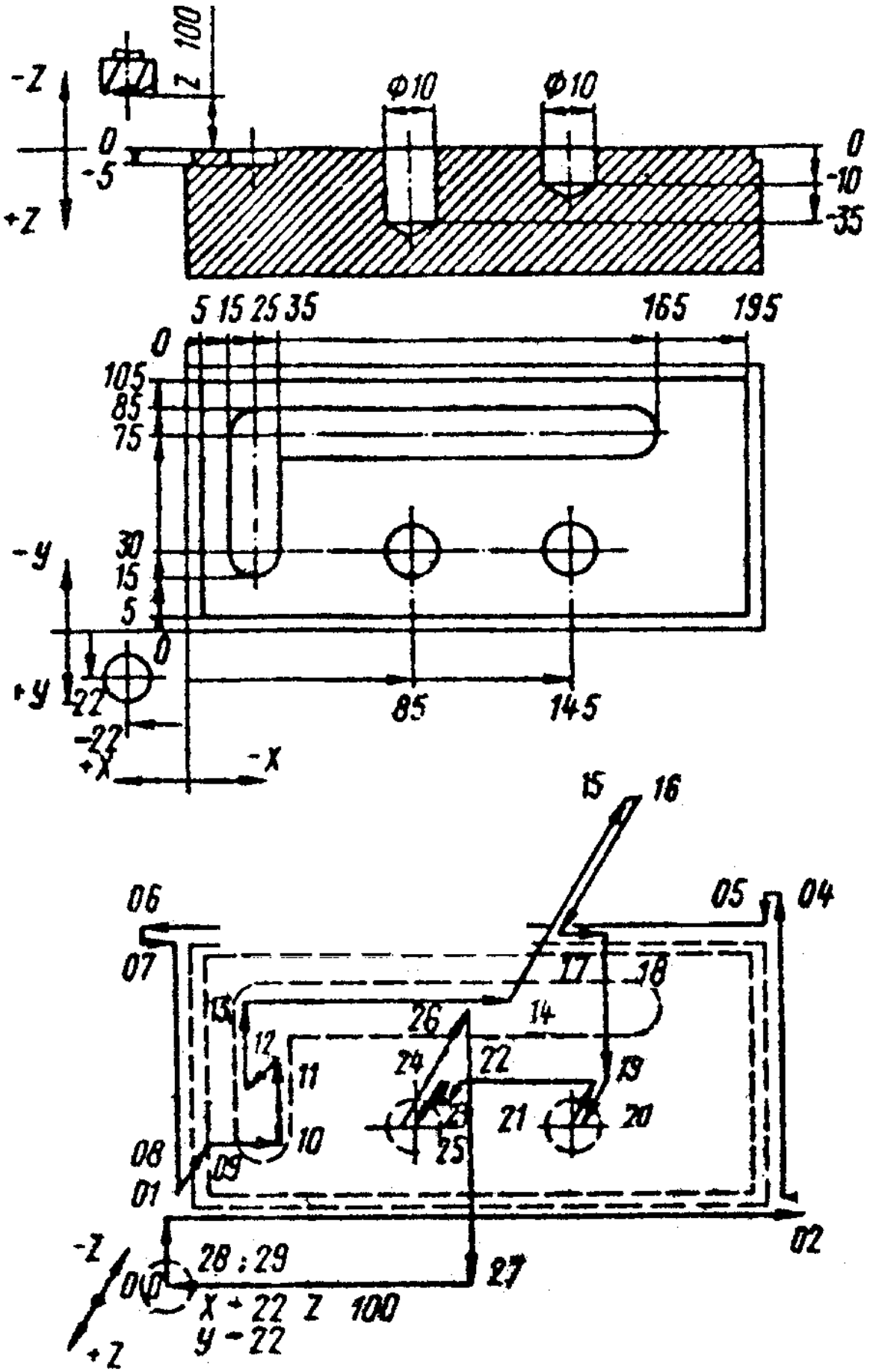

Рис. 4. Пример составления программы