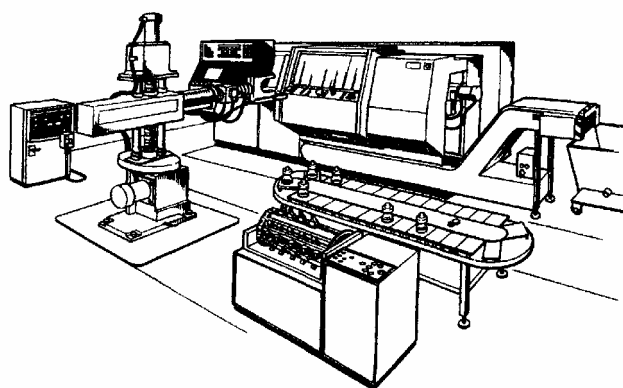


ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА РБ 241-02 ДЛЯ РАБОТЫ В СОСТАВЕ РТК



•Издательство ТГТУ •

УДК 621.865.8:681.3.06
ББК К 630.2-52я73-5
П78

Утверждено Редакционно-издательским советом университета

Рецензент
кандидат технических наук, доцент ТГТУ
Б. Г. Варфоломеев

П78

Программирование промышленного робота РБ 241-02 для работы в составе РТК: Метод. указания к лаб. работе / Сост.: Б. Н. Хва-тов, А. В. Хворов. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 40 с.

Приведены методические указания и порядок выполнения лабораторной работы по дисциплине «Основы автоматизации производственных процессов в машиностроении» для студентов 5 и 6 курсов всех форм обучения по специальности 120100.

УДК 621.865.8:681.3.06

ББК К 630.2-52я73-5

© Тамбовский государственный
технический университет
(ТГТУ), 2003

Учебное издание

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ
ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА РБ 241-02
ДЛЯ РАБОТЫ В СОСТАВЕ РТК**

Методические указания к лабораторной работе

Составители:

ХВАТОВ Борис Николаевич,
ХВОРОВ Алексей Валентинович

Редактор Т. М. Глинкина

Компьютерное макетирование И. В. Евсеевой

Подписано к печати 20.02.2003

Гарнитура Times New Roman. Формат 60 × 84/16. Бумага газетная.

Печать офсетная. Объем: 2,32 усл. печ. л.; 2,2 уч.-изд. л.

Тираж 100 экз. С. 127

Издательско-полиграфический центр ТГТУ

392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

Министерство образования Российской Федерации

Тамбовский государственный технический университет

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ
ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА
РБ 241-02 ДЛЯ РАБОТЫ
В СОСТАВЕ РТК**

Методические указания к лабораторной работе

Тамбов • Издательство ТГТУ • 2003

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА РБ 241-02 ДЛЯ РАБОТЫ В СОСТАВЕ РТК

Цель работы: изучение принципа работы и управления промышленным роботом РБ 241-02 и приобретение практических навыков в его программировании.

Оборудование и принадлежности: промышленный робот РБ 241-02 в составе действующего оборудования РТК, система ЧПУ типа «Изот» к нему, техническое описание и инструкция по программированию РБ 241-02, микрокалькулятор.

НАЗНАЧЕНИЕ И КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РОБОТА РБ 241-02

Промышленный робот (ПР) РБ 241-02 в составе роботизированного технологического комплекса (РТК), созданного нами на базе многоцелевого станка МС 12-250 [1], предназначен для автоматической установки-снятия заготовок со станка, транспортирования их к накопителю, установки-взятия их с накопителя, а также для управления работой основного и вспомогательного оборудования РТК.

Робот РБ 241-02 (рис. 1) является роботом напольной конструкции и основными механизмами его являются: вертикальная стойка 1 с двумя направляющими колоннами и приводами вертикального (ось Z) и кругового

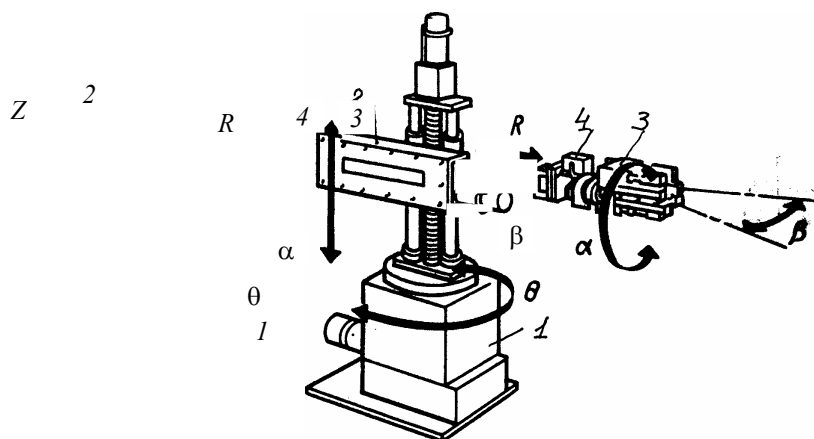


Рис. 1

(координата θ) перемещений руки робота, сама рука робота 2, обеспечивающая перемещения объекта в горизонтальном направлении (ось R), поворот его (кантование) в вертикальной плоскости (координата α) и некоторое покачивание (при установке) в горизонтальной плоскости (координата β). Рука робота заканчивается схватом 3 с двумя сменными кистями и механизмом 4 автоматического зажима заготовок в них.

Возможности роботов этой серии позволяют обслуживать одну или две единицы внешнего технологического оборудования и образовывать вместе с ними и накопительными устройствами РТК различного назначения.

Ниже приведены основные технические характеристики робота РБ 241-02.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТА РБ 241-02

Максимальная грузоподъемность, кг	47
Число степеней подвижности (Z, θ , R, α , β)	5

Перемещения:

по горизонтальной оси R , мм	1100
по вертикальной оси Z , мм	500
вращение вокруг вертикальной оси θ , град	300
угловое перемещение схвата относительно	
продольной оси α , град	-90 ... +180
покачивание схвата относительно поперечной	
оси β , град	$\pm 3,5$

Максимальные значения скоростей перемещений:

по горизонтальной оси, мм/с	1000
по вертикальной оси, мм/с	500
вращение вокруг вертикальной оси, град/с	60
угловых перемещений схвата относительно	
продольной оси, град/с	60

Покачивание схвата относительно поперечной оси, град/с 30

Наибольшая абсолютная ошибка позиционирования, мм ± 1

Усилие зажима схвата, Н 350 ... 500

Масса (без устройства ЧПУ), кг 570

УСТРОЙСТВО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ РБ 241-02

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Устройство программного управления «Изот» роботов серии РБ 241-02 представляет собой микро-процессорную систему, построенную на основе модулей «Изоматик» и унифицированных механических узлов и деталей. Система управления «Изот» является устройством позиционного типа и предназначено для управления перемещениями руки робота в цилиндрической системе координат с последовательным движением по осям Z , θ , R (рис. 1). Для управления кистями схвата ПР предусмотрено цикловое управление движениями по координатам α и β .

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТРОЙСТВА ЧПУ «ИЗОТ»

Тип системы управления	позиционная, числовая
Система отсчета	в абсолютных координатах
Число управляемых координат:	
от системы ЧПУ	3
от цикловой автоматики	1
Объем программной памяти, кадр	до 1500
Метод программирования	обучение
Точность позиционирования (дискретность), мм	± 1

Диапазон программируемой выдержки времени, с	0,1 ... 99,9
Число управляемых единиц внешнего оборудования	2
Число каналов связи с внешним оборудованием:	
входных	32
выходных	32
Потребляемая мощность (не более), кВт	1,5
Габариты, мм	780 × 910 × 1970
Масса, кг	180

Объем программной памяти устройства «Изот» позволяет вводить до 99 управляющих программ с длиной до 999 кадров каждая, хранить до 500 точек позиционирования, содержать программные комплексы обеспечения работы 5 палет. При этом общее число кадров программной памяти не должно превышать 1500 кадров. Для расширения объема памяти в устройстве предусмотрена возможность работы с внешним запоминающим устройством (ВЗУ) «Изоиск». С помощью одного магнитного диска можно достичь 8-кратного увеличения объема программной памяти.

Управляющее устройство обеспечивает связь с внешним оборудованием посредством 32 релейных выходов и 32 цифровых входов. Эти возможности гарантируют легкую организацию и быструю переналадку управления работой основного и транспортного оборудования РТК.

Система управления обеспечивает работу ПР в режимах: ОБУЧЕНИЕ и РЕДАКТИРОВАНИЕ, ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ, ДИАГНОСТИКА, РАБОТА с ВЗУ.

Устройство выполнено в виде электрического шкафа 780 × 910 × 1970 мм. На лицевой панели устройства (рис. 2) расположены пульт управления 1 ПР, пульт обучения 2 с кабелем дистанционного управления и таблица кодов ошибок 3.

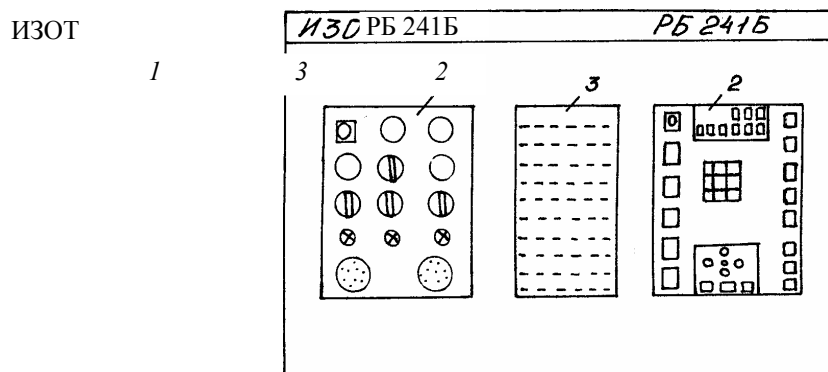


Рис. 2

Ниже рассмотрены устройство и функциональное назначение каждого из пультов.

2 ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЕ. НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

Пульт управления ПР служит для оперативного управления работой оборудования РТК во всех режимах и индикации состояний работы или аварии его основных систем.

С пульта управления можно осуществлять следующие операции: аварийный стоп в любом режиме работы, первичное включение и отключение системы ЧПУ, выбор ручного или автоматического режимов работы внешнего оборудования, ручное открытие и закрытие заградительных щитов в рабочей зоне станков, подачи сжатого воздуха к ним, вывод ПР в исходную нулевую позицию, связь с внешней ЭВМ.

На рис. 3 представлена схема расположения кнопок, переключателей и индикаторов на пульте управления РБ 241-02; в табл. 1 приведены их функциональные назначения.

Нажатие кнопки «Авт. стоп» останавливает работу ПР в аварийном режиме, но не выключает при этом питания электроники системы ЧПУ. Кнопка самофиксируется при включенном состоянии. Для расфиксации необходимо при нажатии повернуть кнопку против часовой стрелки.

Нажатие кнопки «Вкл.» включает напряжение, питающее электронику ЧПУ, нажатие кнопки «Выкл.» выключает электронику ЧПУ от сети. Кнопки во включенном состоянии светятся зеленым и красным цветами соответственно.

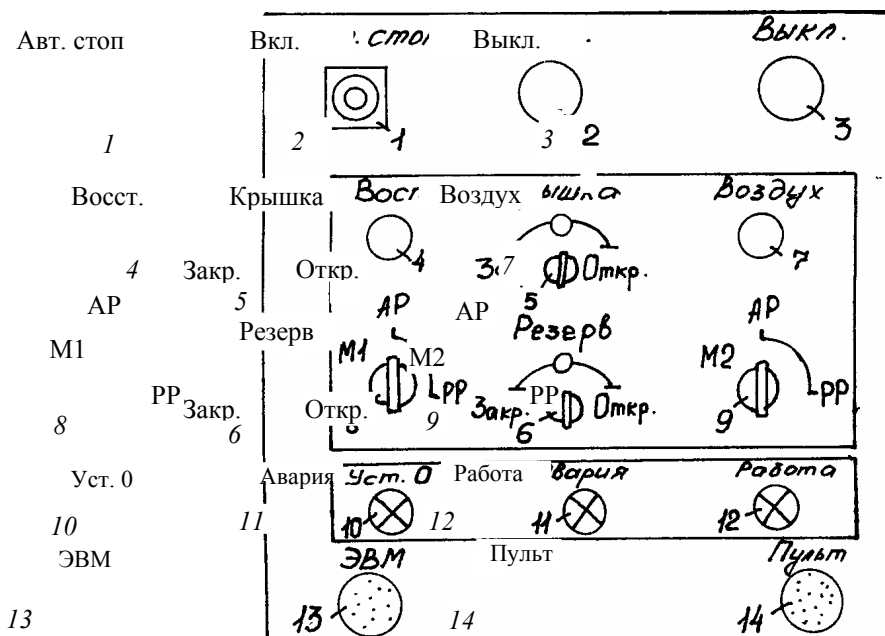


Рис. 3

1 Функциональное назначение кнопок, индикаторов и переключателей пульта управления РБ 241-02

№ поз. по рис. 3	Назначение
1	Кнопка «Авт. стоп», фиксируется. Предназначена для аварийной остановки ПР
2	Кнопка «Вкл.», светящаяся. Предназначена для первоначального включения системы ЧПУ работа
3	Кнопка «Выкл.», светящаяся. Предназначена для выключения системы ЧПУ
4	Кнопка «Восст.». Предназначена для вывода ПР из зоны конечных выключателей
5	Переключатель «Крышка», трехпозиционный. Предназначен для ручного открытия «Откр.» и закрытия «Закр.» заградительных щитов в рабочей зоне станка. Положение «0» – выключенное состояние переключателя
6	Переключатель «Резерв». Дублирует работу пере-

	ключателя «Крышка»
7	Кнопка «Воздух». Предназначена для подачи воздуха к станкам
8	Переключатель рода работы внешней машины М1, двухпозиционный. «АР» – автоматический режим, «РР» – ручной режим
9	То же, для машины М2
10	Индикатор «Уст. 0». Предназначен для индикации работ, связанных с установкой робота в нулевую позицию. Загорается при нажатии кнопки «Восст.»
11	Индикатор «Авария». Загорается при появлении ошибки в работе и при выходе ПР в зону конечных выключателей
12	Индикатор «Работа». Светится при работе ПР в автоматическом режиме
13	Разъем «ЭВМ». Предназначен для подключения кабеля связи с внешней ЭВМ
14	Разъем «Пульт». Предназначен для подключения кабеля пульта обучения ПР

Кнопка «Восст.» в сочетании с кнопками «+» и «-» на пульте обучения позволяют в режиме ДИАГНОСТИКА ручными перемещениями выводить робот из зоны крайних положений конечных выключателей.

Переключатель «Крышка» позволяет осуществлять в ручном режиме открытие или закрытие заградительных щитов в рабочей зоне станков. Функции переключателя «Крышка» продублированы переключателем «Резерв».

Кнопка «Воздух» служит для кратковременной (на момент нажатия) подачи сжатого воздуха к станкам.

Переключатели «М1» и «М2» позволяют выбрать режим работы машин (станков) 1 и 2 в автоматическом «АР» или ручном «РР» режимах.

Кнопка «Воздух» и переключатели «Крышка» и «Резерв» активны только в ручном «РР» режиме работы машин «М1» и «М2».

Индикаторная лампа «Уст.» («Установ.») светится при осуществлении работ связанных с нулированием робота, т.е. при включенной кнопке «Восст.» По окончанию нулирования лампа гаснет.

Лампа «Авария» светится красным цветом при появлении ошибки в работе ПР и при переходе им конечных выключателей крайних положений. Гаснет после устранения аварии.

Лампа «Работа» светится зеленым цветом при работе робота в автоматическом режиме.

Нижние разъемы на пульте управления служат для подключения системы к внешней ЭВМ (индекс «ЭВМ») и для подключения кабеля пульта обучения ПР (индекс «Пульт»).

3 ПУЛЬТ ОБУЧЕНИЯ. НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

3.1 Пульт обучения. Функциональное назначение клавиш и кнопок управления режимами работы ПР

Пульт обучения (рис. 4) служит для установления режима работы системы управления роботом; его обучение и программирование; ввода и коррекции управляющих программ, шагов и таблиц складирования; индикации текущей информации о работе и ошибках.

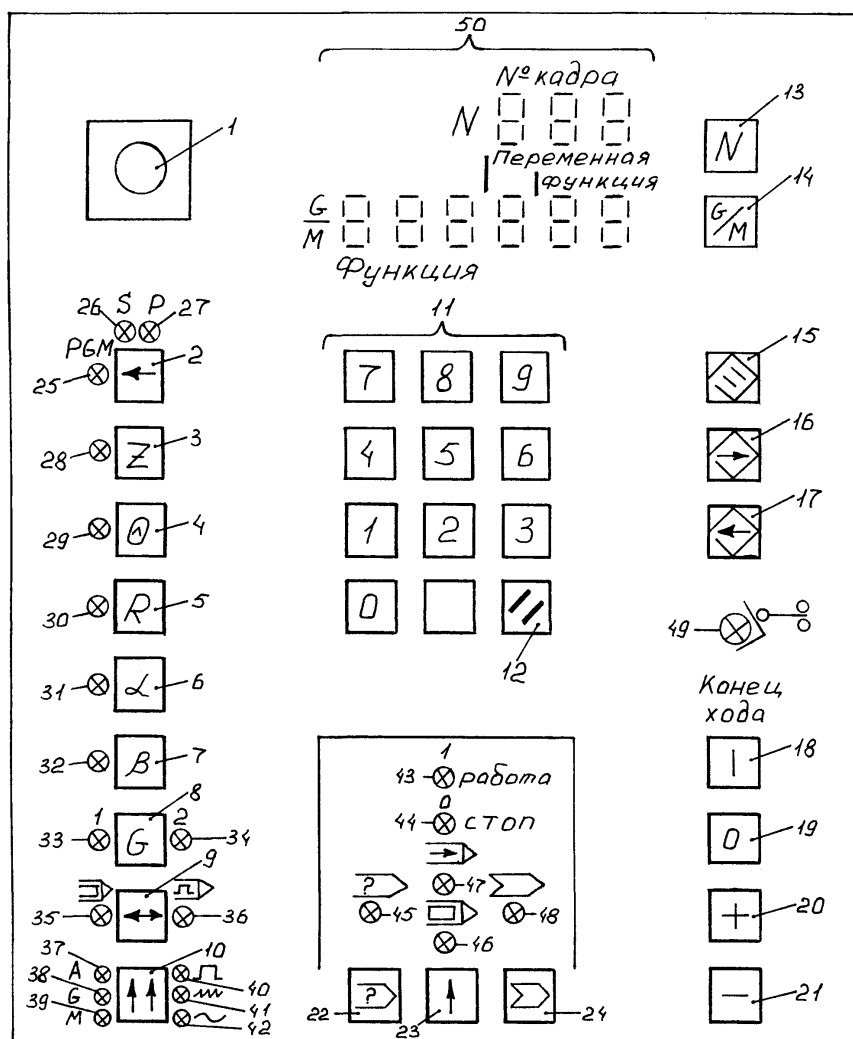


Рис. 4

В табл. 2 приведено функциональное назначение кнопок, клавиш и индикаторов на пульте обучения РБ 241-02.

2 Функциональное назначение кнопок, клавиш и индикаторов пульта обучения РБ 241-02

№ поз. по рис. 4	Назначение
1	Кнопка «Стоп». Предназначена для дистанционной остановки ПР. Фиксируется
2	Кнопка выбора подрежима работы с программой, шагом, точкой
3 ... 7	Кнопки выбора перемещений по осям Z, θ, R, α и β соответственно
8	Кнопка выбора кисти схвата ПР: левой «1» или правой «2»

9	Кнопка выбора автоматического или шагового выполнения программы
10	Кнопка выбора подрежима выполнения шагов программы (последовательное, <i>G</i> -команды, <i>M</i> -команды) и задания скорости перемещений (шаговое, медленное, быстрое)
11	Цифровые клавиши
12	Кнопка стирания последнего введенного символа
13	Кнопка выбора номера или шага параметра команды
14	Кнопка выбора команды « <i>G</i> » или « <i>M</i> »
15	Кнопка стирания программы, команды, точки, ошибки
16	Кнопка записи программы, команды, параметра, точки
17	Кнопка чтения программы, команды, параметра, точки
18	Кнопка «Старт». Предназначена для запуска программы, пошагового перемещения и нулирования робота
19	Кнопка «Стоп». Предназначена для остановки программы в любом месте
20	Кнопка «+». Предназначена для ручного перемещения исполнительных органов робота в положительном направлении
21	Кнопка «-». То же, в отрицательном направлении
22	Кнопка выбора режима ДИАГНОСТИКА

Продолжение табл. 2

№ поз. по рис. 4	Назначение
23	Кнопка выбора режимов ОБУЧЕНИЕ, РЕДАКТИРОВАНИЕ и ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ
24	Кнопка выбора режима РАБОТА с ВЗУ
25	Индикатор подрежима « <i>PGM</i> » – работа с программой
26	Индикатор подрежима « <i>S</i> » – работа с шагом (командой)
27	Индикатор подрежима « <i>P</i> » – работа с точкой, таблицей складирования
28 ... 32	Индикаторы выбора перемещений по осям <i>Z</i> , θ , <i>R</i> , α и β соответственно
33	Индикатор выбора схвата № 1

34	Индикатор выбора свата № 2
35	Индикатор автоматического выполнения программы
36	Индикатор шагового выполнения программы
37	Индикатор последовательного выполнения шагов программы
38	Индикатор выполнения только G-команд программы
39	Индикатор выполнения только M-команд программы
40	Индикатор шагового перемещения рабочих органов ПР в ручном режиме
41	Индикатор медленных перемещений ПР в ручном режиме
42	Индикатор быстрых перемещений ПР в ручном режиме
43	Индикатор работы ПР от программы в ручном режиме
44	Индикатор остановки (стопа) ПР
45	Индикатор работы робота в режиме ДИАГНОСТИКА
46	То же, в режиме ОБУЧЕНИЕ и РЕДАКТИРОВАНИЕ
47	То же, в режиме ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ
48	То же, в режиме РАБОТА с ВЗУ
49	Индикатор «Конец хода»
50	Дисплей

Пульт обучения смонтирован в отдельном блоке и съемно закрепляется в правой части лицевой панели шкафа системы ЧПУ (рис. 2). Пульт обучения снабжен дисплеем и клавиатурой управления режимами работы робота. Управление работой ПР можно осуществлять с расстояния до 7 м.

3.2 Дисплей пульта обучения

Дисплей предназначен для отображения вводимой в устройство ЧПУ информации, индикации параметров настройки системы, индикации текущих команд управляющей программы в автоматическом и ручном режимах работы, а также для индикации ошибок в работе.

Дисплей (рис. 5) представляет собой двухрядный 9-разрядный 7-сег-ментный полупроводниковый индикатор. Верхний ряд содержит три индикатора (разряда), нижний ряд – шесть.

Разряды дисплея с 1 по 3 предназначены для индикации текущего номера шага (кадра) управляющей программы, номера таблицы складирования, номера параметра настройки.

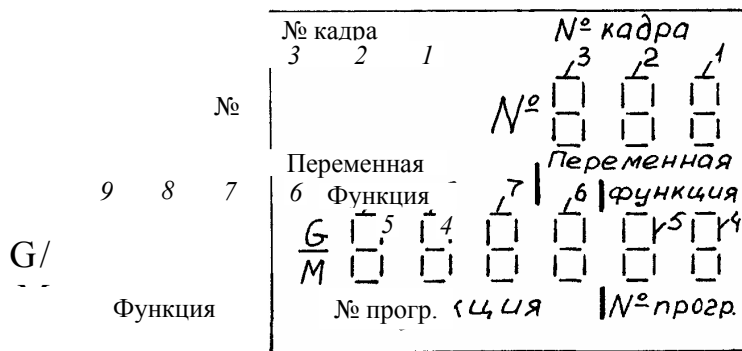


Рис. 5

Разряды дисплея 4 и 5 имеют тройственное назначение. Во-первых, они индицируют номер вводимой или вызываемой из памяти программы (с 01 по 99); во-вторых, они индицируют код вводимой команды *G* или *M* (с 00 по 99) и в-третьих, они индицируют код ошибки при программировании и работе устройства *E* (с 00 по 99).

Разряды дисплея с 4 по 6 индицируют значения переменных аргумента функции (команды) *P*, *U*, *T* и т.д. (с 000 по 999).

Разряды дисплея с 4 по 7 индицируют величину вводимой переменной при программировании таблицы складирования или величину параметра настройки системы.

Разряды дисплея 8 и 9 индицируют тип параметра при программировании таблицы складирования.

Последний левый нижний (девятый) разряд занимает по выполняемой нормативности особое место. Он индицирует тип вводимой команды, выполняемой команды, наличие или отсутствие программы, шага и т.д. под искомым номером, режим работы робота, ошибку.

В табл. 3 приведены символы условных обозначений встречающихся знаков, индицируемых в девятом разряде дисплея и их назначение.

3 Символы условных знаков и их назначение на дисплее

Знак	Назначение	Знак	Назначение
	Команда «G» (функция)		<i>P</i> -аргумент
	Команда «M» (функция)		<i>U</i> -аргумент
	Подтверждение наличия программы, команды (шага), точки в памяти устройства		<i>T</i> -аргумент
	Отсутствие программы, команды (шага), точки в памяти устройства		<i>J</i> -аргумент
	Стирание из памяти		<i>B</i> -аргумент
	Режим ДИАГНОСТИКА		<i>F</i> -аргумент
	РАБОТА с ВЗУ		<i>C</i> -аргумент

	Ошибка		L-аргумент
----------------------------------------------------------------------------------	--------	----------------------------------------------------------------------------------	------------

РАБОТА РОБОТА В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ

Как уже приводилось, система управления осуществляет работу ПР в одном из следующих режимов: ОБУЧЕНИЕ и РЕДАКТИРОВАНИЕ, ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ, ДИАГНОСТИКА, РАБОТА с ВЗУ.

Ниже рассмотрен порядок работы робота в каждом из приведенных режимов.



1 РАБОТА РОБОТА В РЕЖИМЕ ОБУЧЕНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ

В этом режиме можно выполнять следующие функции: ручное перемещение суставных элементов ПР с последующим вводом в память устройства координат точек позиционирования (операция обучения ПР); чтение, запись, коррекция, переименование и стирание программ, команд (шагов), точек и таблиц складирования; выполнения отдельных команд.

Выбор режима ОБУЧЕНИЕ и РЕДАКТИРОВАНИЕ осуществляется нажатием клавиши 23 «Обучение» (рис. 4), при этом сверху должен светиться индикатор 46 «Обучение и редактирование».

Последовательным нажатием кнопки 2 «Выбор подрежима» осуществляется выбор главных подрежимов работы системы: запись, стирание и переименование программ (светится индикатор «PGM»); запись, стирание и переименование программ (светится индикатор «S»); запись, стирание и коррекция точек, таблиц складирования (светится индикатор «P»).

1.1. Запись, коррекция и стирание программ (подрежим «PGM»)

Выбор этого подрежима происходит автоматически при первом нажатии клавиши 2 «Выбор подрежима» (рис. 4) или при последовательном ее нажатии до загорания слева индикатора «PGM». При этом индикация на дисплее имеет следующий вид (рис. 6), где «XX» – номер текущей программы; знак  в левом нижнем (девятом) разряде указывает на наличие в памяти под этим номером программы; знак  в этом же разряде указывает на ее отсутствие.

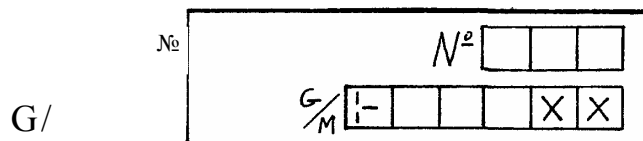



Рис. 6

В этом подрежиме можно последовательно прочесть номера всех введенных в память устройства программ. Для этого после входа в подрежим следует нажать кнопку 17 «Чтение» (рис. 4), после которой высветится номер первой программы. Последовательным многократным нажатием кнопки 17 «Чтение» можно прочесть все программы по порядку их ввода. После прочтения последней программы индицируется первая из них. Если на данный момент нет введенных программ, то в правых крайних разрядах нижнего дисплея высвечиваются «00» (рис. 7), а левом нижнем разряде – знак  отсутствия в памяти всяких программ.

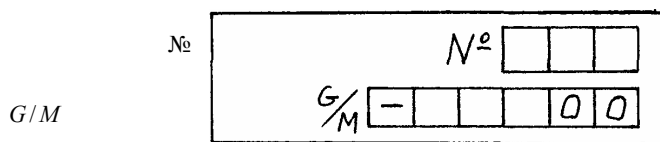






Рис. 7



Можно прочесть также любой номер программы вне зависимости от последовательного их ввода. Для этого с цифровой клавиатуры 11 (рис. 4) набирается интересующий номер программы (одной или двумя цифрами) и нажимается кнопка 17 «Чтение». При наличии программы она индицируется на дисплее со знаком  (рис. 6), при отсутствии – со знаком .

Программу можно стереть из памяти или присвоить ей другой номер. Для стирания программы набирается ее номер и последовательно нажимаются кнопки 15 «Стирание» и 16 «Запись», после которых на дисплее в левом нижнем разряде загорается сначала индикация  «Стирание», а потом  «Отсутствие». Последняя кнопка введена для избежания ошибочного стирания при невнимательной работе оператора. Если все же ошибка произошла, то для восстановления исходного состояния следует нажать кнопку 12 «Стирание последнего введенного символа», расположенную на цифровой клавиатуре. С помощью этой же кнопки можно произвести стирание всех программ, записанных в памяти. Для этого на клавиатуре следует набрать цифру «0» и последовательно нажать кнопки 15 «Стирание» и 16 «Запись».

Для переименования программы нужно набрать ее первый номер, нажать кнопку 17 «Чтение», затем набрать номер, который присваивается, и нажать кнопку 16 «Запись». Если в памяти содержится уже программа под набираемым номером, то на дисплее появляется сообщение ошибки E66. Нажатием кнопки 15 «Стирание» нужно вернуться в исходное состояние и повторить операцию присвоения номера программы.

1.2 Запись, коррекция и стирание команд (шагов) в программе (подрежим «S»)

Этот подрежим устанавливается автоматически после того, как набран номер управляющей программы или же последовательным нажатием клавиши 2 «Выбор подрежима» до загорания слева над ней индикатора «S».

Выход в этот подрежим сопровождается индикацией на дисплее, показанном на рис. 8, где «XXX» – текущий номер команды (шага) в программе (как правило, это первый номер команды, т.е. 001); «YY» – числовой код команды (с 00 до 99);  – условное обозначение M-функции (всегда появляется первой) или  – G-функции.

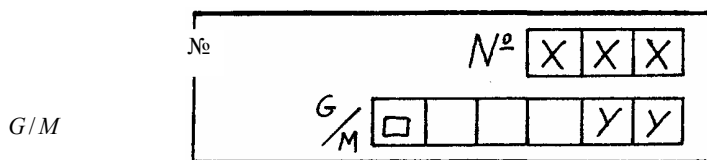


Рис. 8

Можно выбрать команду (шаг) под любым номером из программы. Для этого нажимают кнопку 13 «Номер шага», с цифровой клавиатуры набирают номер интересующей команды (шага) и нажимают кнопку 17 «Чтение». На дисплее появляется номер шага и код команды, как показано на рис. 8. Повторное нажатие кнопки 17 «Чтение» показывает остальные операнды шага под этой командой. При этом

имеется возможность их корректирования. После появления всех операндов автоматически индицируется следующий по порядку шаг программы.

Если набранный номер больше, чем существует в программе, то на верхнем дисплее индицируется номер шага на единицу больший, чем последний, а нижние разряды не светятся.

Можно вставить в программу дополнительную команду (шаг). Для этого с помощью кнопки *13* и клавиатуры набирается номер текущей команды (шага), перед которым надо ввести дополнительную команду, и нажимается кнопка *17* «Чтение». На дисплее высвечивается код действующей команды под этим номером в виде, показанном на рис. 7. Далее набирается код вводимой команды и нажимается кнопка *16* «Запись». Если код введен правильно, то на дисплее высвечивается тип операнда (*P, U, T* и др.), который нужно ввести. С цифровой клавиатуры вводится его величина и снова нажимается кнопка *16* «Запись». После того, как будут набраны все операнды на верхнем дисплее, индицируется следующий шаг программы, т.е. шаг, перед которым производился ввод, но с порядковым номером увеличенным на единицу.

При неправильно введенном коде команды в нижнем дисплее появляется сообщение ошибки *E68*. Следует нажать кнопку *12* «Стирание последнего введенного символа» и повторить набор кода.

Если в программу введено 999 шагов и будет сделана попытка ввести еще один шаг, то в этом случае индицируется ошибка *E69* и нажатием кнопки *15* «Стирание» необходимо восстановить предыдущее состояние системы.

Изменение операндов осуществляется аналогично их вводу. Набирается номер шага, повторным нажатием кнопки *17* «Чтение» доходят до нужного операнда, далее с цифровой клавиатуры набирается его новая величина и нажимается кнопка *16* «Запись». Если будет введена ошибочная величина операнда, она не воспринимается и переход к следующему шагу блокируется. Введенную информацию стирают нажатием кнопки *15* «Стирание» и повторяют набор операнда вновь.

Стирание команд осуществляется аналогично стиранию программ (п. 4.1.1). С помощью кнопки *13* и цифровой клавиатуры набирается номер команды, нажимается кнопка *17* «Чтение», затем кнопка *15* «Стирание» и *16* «Запись». Команда выводится из программы, а следующие за ней шаги нумеруются по-новому.

В этом подрежиме возможно выполнение отдельно взятой команды независимо от программы. Для этого нужно нажать кнопку *18* «Старт», набрать код, ввести операнды выполняемой команды и нажать кнопку *16* «Запись». При нажатии последней система выполнит введенную команду и возвратится в исходное состояние без записи информации в текущую программу.

На рис. 9 показан пример ввода первого шага *G01 U010* впервые вводимой программы под номером 01; на рис. 10 – пример вставления выполнения новой команды *M91 L006* перед текущим кадром 015 с командой *G04 T030* в программе 09.

Кнопки

Индикация	Индикация
	 N <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 0 0
<input type="text" value="1"/>	N <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1
	 N <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> G/M - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 0 1
	N 0 0 1 G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="text" value="1"/>	N 0 0 1 G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1
	N 0 0 1 G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0"/>	N 0 0 1 G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 0 1 0
	N 0 0 2 G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

Рис. 9

Кнопки

Индикация	Индикация
	 N <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 0 9
	 N 0 0 1 G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="text" value="N"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="5"/>	N 0 1 5 G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
	N 0 1 5 G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 0 4
<input type="text" value="9"/> <input type="text" value="1"/>	N 0 1 5 G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 9 1
	N 0 1 5 G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="text" value="6"/>	N 0 1 5 G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 0 0 6
	N 0 1 6 G/M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 0 4

Рис. 10

1.3 Запись, коррекция и стирание точек, таблиц складирования в программе (подрежим «P»)

Этот подрежим выбирается последовательным нажатием клавиши 2 «Выбор режима» до загорания справа над ней индикатора «P». На дисплее высвечивается индикация, вид которой показан на рис. 11,

где «XXX» означают номер текущей точки (таблицы складирования), знак  – ее наличие под данным номером; знак  означает ее отсутствие.

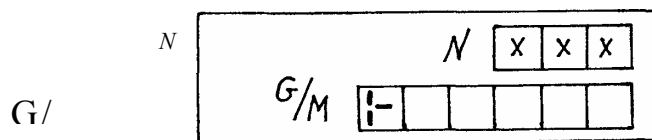


Рис. 11

Точки имеют запись с номеров 001 по 300, таблицы складирования – с номеров 301 по 305.

Точку можно считать с программы путем набора ее номера с помощью клавиатуры 11 и нажатия кнопки 17 «Чтение». Знак в нижнем левом разряде дисплея покажет ее наличие или отсутствие под данным номером. Повторное нажатие клавиши 17 выведет на дисплей следующую точку. Последовательным нажатием клавиши 17 можно вывести на дисплей все координаты записанной точки в последовательности осей Z , θ , R , α , β . При необходимости можно изменить координаты записанной точки. Для этого набирают цифры 1, 2, 3, ... , 9 в соответствии с приведенной последовательностью записи координат и вводят их значения с последовательным нажатием клавиши 16 «Запись» после каждой вводимой координаты. После просмотра всех координат на дисплее автоматически индицируется следующая точка по порядку.

Для ввода в управляющую программу дополнительной точки, набирают ее номер, выводят робот в ручном режиме в нужное положение и нажимают клавишу 16 «Запись». Таким образом, точка остается в памяти устройства.

Точку можно стереть из программы. Для этого набирается ее номер, и последовательно нажимают кнопки 15 «Стирание» и 16 «Запись». Можно стереть все точки сразу. Для этого на клавиатуре 11 набирается цифра «0» и последовательно нажимают кнопки 15 и 16.

2 РАБОТА РОБОТА В РЕЖИМЕ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

В режиме ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ робот автоматически осуществляет все манипулирования от команд, содержащихся в управляющей программе.

Выбор этого режима осуществляется последовательным нажатием на пульте обучения (рис. 4) клавиши 23 до загорания индикатора 47 «Воспроизведение».

Выбор управляющей программы осуществляется набором с помощью клавиатуры 11 ее номера и нажатием кнопки 17 «Чтение». При этом автоматически устанавливается первый шаг программы. Можно также начать выполнение программы с любого шага. Для этого с помощью кнопки 13 «Номер» и клавиатуры 11 нужно набрать номер интересующего шага и нажать кнопку 17 «Чтение».

Работа от управляющей программы может осуществляться в автоматическом режиме и в шаговом ее выполнении. Выбор режима осуществляется с помощью кнопки 9 «Выполнение».

Для автоматического выполнения программы последовательным нажатием клавиши 9 «Выполнение» добиваются загорания индикатора 35 слева от нее, свидетельствующего о выбранном режиме. При этом возможна работа в трех подрежимах: последовательное выполнение всех шагов программы (A -режим), последовательное выполнение только G -команд, связанных с движением робота (G -режим), и последовательное выполнение только M -команд при неподвижном роботе (M -режим).


Выбор каждого из подрежимов осуществляется последовательным нажатием кнопки 10 «Выбор подрежима» с соответствующим поочередным загоранием индикаторов «А», «G» или «М» слева от нее.

Для шагового выполнения программы нажатием кнопки 9 «Выполнение» добиваются загорания индикатора 36 справа от нее. Для отработки каждого шага программы последовательно нажимают кнопку 18 «Старт». Нажатие кнопки распространяется только на выполнение одного шага программы. В этом режиме также возможна работа в трех А, G и М-подрежимах.

Остановка робота осуществляется кнопкой 19 «Стоп».


3 РАБОТА РОБОТА В РЕЖИМЕ ДИАГНОСТИКА

Система управления в режиме ДИАГНОСТИКА может осуществлять следующие функции: «нулирование» робота (вывод его в нулевую позицию), вывод в ручном режиме робота из зоны крайних конечных положений и другие перемещения, чтение и коррекция параметров настройки, сброс аварийной ошибки, автоматическая коррекция суммарной ошибки при управлении, перевод базовых параметров из постоянной памяти в CMOS-памяти.

Режим ДИАГНОСТИКА устанавливается автоматически всякий раз после включения системы ЧПУ. В других случаях переход к нему осуществляется нажатием на пульте обучения клавиши 22 «ДИАГНОСТИКА» (рис. 4), при этом сверху над ней загорается индикатор 45, а в левом нижнем разряде дисплея высвечивается знак  работы системы в режиме ДИАГНОСТИКА. Установление робота в нулевую позицию в режиме ДИАГНОСТИКА («нулирование») осуществляется сразу после нажатия кнопки 18 «Старт». Остальные оперирования с роботом в этом режиме остаются аналогичными, что и в предыдущих режимах.

4 РЕЖИМ РАБОТЫ РОБОТА С ВЗУ

В режиме РАБОТА с ВЗУ система управления может осуществлять следующие функции: формирование гибкого магнитного диска (ГМД), запись и чтение файла с ГМД, сравнение файла ГМД с файлом в памяти управляющего устройства, стирание файла с ГМД.

Режим РАБОТА с ВЗУ устанавливается нажатием клавиши 24 «ВЗУ», при этом сверху над ней загорается индикатор 48, а в левом нижнем разряде дисплея высвечивается знак  работы системы с ВЗУ. Работа с ВЗУ используется в тех случаях, когда объем вводимой информации превышает установленный объем памяти устройства (2000 кадров), или для расширения объема архивируемых программ. Оперирование в этом режиме аналогично работе в режиме ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ.

5 РУЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ РОБОТА

Ручное движение робота осуществляется в режимах ДИАГНОСТИКА, ОБУЧЕНИЕ и РЕДАКТИРОВАНИЕ. В режиме ДИАГНОСТИКА осуществляется настройка робота и вывод его органов из зоны крайних выключателей и установка ПР в исходное положение (нулирование).

В режиме ОБУЧЕНИЕ и РЕДАКТИРОВАНИЕ с помощью ручного манипулирования осуществляется достижение необходимой точности позиционирования подвижных органов робота с последующим вводом их координат в память устройства (обучение).

Ручное перемещение суставов робота в обоих режимах идентично и осуществляется отдельно по каждой координате в следующей последовательности. Выбирают ось, по которой будет осуществляться движение посредством нажатия кнопок на пульте обучения в следующих приоритетах: 3, 4, 5, 6, 7 (рис. 4). При этом слева от них будут загораться индикаторы, соответствующие выбранной оси. Последовательным нажатием кнопки 8 осуществляют выбор схвата ПР: верхнего (загорается индикатор «1» слева от кнопки) или нижнего (индикатор «2» справа от кнопки). Выбирают скорость движения к точке позиционирования. Перемещения могут осуществляться на высокой скорости, малой и шаговыми перемещениями (при ручном позиционировании). Выбор скорости осуществляется последовательным нажатием кнопки 10 «Выбор подрежима» до загорания индикаторов, расположенных справа от нее. При этом загорание индикатора 40 будет соответствовать режиму шагового перемещения, загорание индикатора 41 – малой скорости и загорание индикатора 42 – высокой скорости перемещения.

Сами перемещения осуществляются нажатием кнопок 20, соответствующей перемещениям в положительном направлении, и 21, соответствующей перемещениям в отрицательном направлении (табл. 4).

ЯЗЫК И КОМАНДЫ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ РОБОТА РБ 241-02

Управляющие программы работой робота составляются на основе алгоритма управления, который включает в себя последовательность действия ПР в процессе обслуживания оборудования РТК. Алгоритм представляется в виде циклограммы перемещения суставных органов ПР во времени, которая разбивается на шаги, точки, паузы. Управляющая программа заносится в память управляющего устройства на программоносителе, в виде магнитной ленты, магнитного диска и т.п.



Полный кадр управляющей программы системы «ИЗОТ» выглядит следующим образом:

$$N\ 000\ G / M00\ R\ 000,$$

где $N\ 000$ – текущий номер шага, точки, таблицы складирования (с 001 по 999); $G / M00$ – технологические команды функций G или M со своими кодами (от 00 до 99); $R\ 000$ – аргумент функции со своими переменными значениями (от 000 до 999).

4 Схема направления перемещений по координатным осям при программировании робота РБ 241-02

Ось	Знак (кнопка)	
	<input type="checkbox"/> +	<input type="checkbox"/> -
Z	↑ (вверх)	↓ (вниз)
θ	↺ (против часовой стрелки)	↻ (по часовой стрелке)
R	→ (выдвижение)	← (вдвижение)
α	↻ (по часовой стрелке)	↺ (против часовой стрелки)

		ки)
β	 (по часовой стрелке)	 (против часовой стрелки)
G	Схват закрыт	Схват открыт

В зависимости от своего назначения в РБ 241-02 можно выделить следующие типы команд: команды движения робота (G -команды), команды управления внешним оборудованием, команды управления схватом ПР и команды управления программным ходом (все M -команды).

Переменными в командах могут быть: точки, скорость перемещений, задержка времени, таблицы складирования, внутренние регистры, входные и выходные сигналы, счетчики циклов, метки.

В табл. 5 приведены основные коды команд и их назначение, используемые при программировании робота РБ 241-02.

5 Коды команд и значения их переменных при программировании РБ 241-02

Код команды	Аргумент	Значения переменной	Действие команды
$G00$	P	001 ... 300	Движение робота до точки
$G01$	U	001 ... 100	Задание скорости в % от V_{\max}
$G04$	T	000 ... 999	Задержка времени от 0,1 до 99,9 с
$G67$	C	1 ... 5	Секторное складирование деталей
$G68$	C	1 ... 5	Прямоугольное складирования деталей
$G77$	C	1 ... 5	Секторное снятие деталей
$G78$	C	1 ... 5	Прямоугольное снятие деталей
$G90$	C	1 ... 5	Изменение текущих счетчиков
	Ni	1 ... 251	
$G91$	$P1$	0 ... 300	Присвоение точки точке
	$P2$	0 ... 300 $P1 \neq P2$	
$G92$	$F1$	1 ... 16	Присвоение регистра регистру
	$F2$	1 ... 16 $F1 \neq F2$	
$M00$			Программный стоп

M01			Аварийный программный стоп
M02			Стоп с возвращением в начало программы
M58	<i>F</i>	1 ... 16	Установка внутреннего регистра
	<i>B</i>	1 ... 16 $F = B$	
M59	<i>F</i>	1 ... 16 $F = F - 1$	Снятие внутреннего регистра

Продолжение табл. 5

Код команды	Аргумент	Значения переменной	Действие команды
M60	<i>R</i>	1 ... 13	Выдача импульсов по внутренним выходам
M61	<i>R</i>	1 ... 13	Выдача «1» (вход)
M62	<i>R</i>	1 ... 13	Выдача «0» (вход)
M63	<i>S</i>	1 ... 13	Ожидание «0» (вход)
M64	<i>S</i>	1 ... 13	Ожидание «1» (вход)
M66	<i>L</i>	1 ... 99	Закрытие схвата 1 с проверкой полного закрытия
M67	<i>L</i>	1 ... 99	Открытие схвата 1 с проверкой полного открытия
M68			Закрытие схвата 1
M69			Открытие схвата 1
M70	<i>L</i>	1 ... 99	Условный переход на «0» входа
	<i>S</i>	1 ... 13	
M71	<i>L</i>	1 ... 99	Условный переход на «1» входа
	<i>S</i>	1 ... 13	
M76	<i>L</i>	1 ... 99	Закрытие схвата 2 с проверкой полного закрытия
M77	<i>L</i>	1 ... 99	Открытие схвата 2 с проверкой полного открытия
M78			Закрытие схвата 2
M79			Открытие схвата 2
M80			Выдача импульсного сигнала

Продолжение табл. 5

Код команды	Аргумент	Значения переменной	Действие команды
M81			Выдача «1»
M82			Выдача «0»
M83			Ожидание входа «0»
M84			Ожидание входа «1»
M85			Чтение управляющего кода к машине 1
M86			Чтение управляющего кода к машине 2
M89	<i>L</i>	1 ... 99	Условный переход по внутреннему регистру $F=1 \rightarrow L$
	<i>F</i>	1 ... 16	
M90	<i>L</i>	1 ... 99	Условный переход при входном «0» $J=0 \rightarrow L$
	<i>J</i>		
M91	<i>L</i>	1 ... 99	Условный переход при входном «1» $J=1 \rightarrow L$
	<i>J</i>		
M92	<i>L</i>	1 ... 99	Безусловный переход
M93	<i>L</i>	1 ... 99	Переход к подпрограмме
M94	<i>B</i>	1 ... 255	Начало цикла
M95			Возвращение к программе
M96			Конец цикла
M97			Безусловный переход к началу программы
M98	<i>L</i>	1 ... 99	Безусловный переход к подпрограмме
M99	<i>L</i>	1 ... 99	Задание метки

Каждая точка представляет собой совокупность координат суставных органов ПР, определяющих их положение в пространстве на момент записи точки. Однажды записанные, они могут быть использованы в нескольких программах.

Скорость перемещений задается в процентном отношении от максимальной скорости перемещения по своей координате. Максимальная скорость определяется при настройке системы.

Задержка времени используется, если необходимо остановить действие программы робота. Это используется при выполнении визуальной проверки правильности выхода ПР в определенную точку. Дискретность задания составляет 0,1 с. Диапазон выдержки 0,1 ... 99,9 с.

Таблицы складирования представляют собой программное обеспечения операций, связанных с установкой и снятием заготовок с операционных накопителей. Сюда входят: описание типа палеты, детали и схвата ПР, указывается число палет, число деталей на палете, способ их установки и съема, скорость подхода и взятия.

Устройство РБ 241-02 позволяет адресовать 16 внутренних регистров, установить номер регистра, уменьшить внутренний регистр на единицу, осуществить переход по внутреннему регистру.

Возможности ЧПУ робота позволяют обработать информацию от 16 входных сигналов, к которым имеют доступ управляющие программы (от внешнего оборудования), а также выдать 16 выходных сигналов для управления внешним оборудованием.

Максимальное число считываемых циклов счетчиками в РБ 241-02 позволяет «метить» те участки управляющих программ, которые повторяются, и к которым нужно обращаться по тем или иным причинам. Обращение к этим участкам осуществляется по установленным меткам. Число меток возможно до 99 единиц программно.

ПОРЯДОК РАБОТЫ ОПЕРАТОРА С РОБОТОМ


Для работы с ПР допускается персонал, прошедший соответствующую подготовку по эксплуатации электронной и механической систем ПР. Работа с ПР осуществляется в следующей последовательности.

1 Включение робота

1.1 Включить главный прерыватель А1 в блоке питания ПР (при выполнении лабораторных работ с РТК он постоянно включен)

1.2 Проверить состояние ^{кнопки} кнопки 1 «Авт. стоп» (рис. 3) на пульте управления и кнопки 19 «Стоп» (рис. 4) на дистанционном пульте обучения ПР. Они должны находиться в отжатом состоянии.

1.3 Нажать кнопку 2 «Вкл» (рис. 3) на пульте управления, при этом она должна загореться зеленым цветом.


1.4 На пульте обучения должны светиться дисплей, индикатор режима ДИАГНОСТИКА 22 (рис. 4) и индикатор выбора оси Z. В левом нижнем разряде дисплея должен светиться знак . Робот находится в режиме ДИАГНОСТИКА.

1.5 Нажать кнопку 18 «Старт» на пульте обучения, запуская тем самым начальное установление робота в нулевую позицию (нулирование робота).

1.6 Перевести работу станка МС 12-250 и тактового стола в режим автоматической работы. На этом подготовительный этап запуска робота в работу заканчивается.

2 ^{в режиме} оператора в режиме автоматической работы робота

2.1 Нажать несколько раз кнопку 23 «Режим» (рис. 4) на пульте обучения до загорания индикатора 47, переводя таким образом систему управления ПР в режим ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ.

2.2 На дисплее в нижних правых разрядах должен высветиться номер управляющей программы, в левом нижнем разряде – знак , подтверждающий ее наличие в памяти устройства, а в верхних разрядах автоматически должен высветиться номер первого шага программы.

2.3 Нажатием кнопки 9 «Выполнение» установить автоматический режим выполнения программы. При этом слева от кнопки должен светиться индикатор с символом 47 «Автомат.».

2.4 Нажатием кнопки «Подрежим» установить подрежим последовательного выполнения всех кадров программы. При этом должен светиться индикатор с символом «А».

2.5 Нажать кнопку 18 «Старт», запуская таким образом управляющую программу в работу.

2.6 Индикация о работе и запрограммированных остановках ПР осуществляется с помощью двух индикаторов, расположенных на пульте обучения: «1» – РАБОТА и «0» – СТОП, и дисплея, на котором высвечиваются текущие номера и команды последовательно выполняемых кадров программы.

2.7 Остановка управляющей программы может быть осуществлена в конце каждого хода нажатием кнопки 19 «Стоп», запуск – нажатием кнопки 18 «Старт».

2.8 Конец хода руки ПР каждый раз подтверждается загоранием индикатора с символом 49 «Конец хода».

2.9 Остальные работы, связанные с вызовом другого номера программы, установки ее начала выполнения не с первого шага, отдельное выполнение только G- или M-команд, подробно рассмотрены ранее в п. 2 «Работа робота в режиме ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ».

в режиме 1 оператора в режиме обучения робота

Этот режим используется для непосредственного определения координат опорных точек траектории перемещений рабочих органов робота, связанных с установкой-снятием заготовок со станка, межстаночным их транспортированием, установкой-снятием в операционном накопителе и т.д. Режим осуществляется методом ручного перемещения оператором суставных элементов ПР по каждой координате последовательно от одной точки позиционирования к другой с внесением конечной координаты в память устройства. Последовательность выполнения этой работы заключается в следующем.

3.1 В соответствии с циклограммой разбить траекторию перемещений ПР на последовательно выполняемые шаги, начиная от нулевой позиции робота и кончая операционным накопителем, и присвоить им соответствующие номера точек позиционирования.

3.2 Нажать клавишу 23 «Режим» и вывести систему управления ПР в режим ОБУЧЕНИЕ и РЕДАКТИРОВАНИЕ перемещений по каждой точке позиционирования и нажатием кнопок 3, 4, 5, 6, 7 выбрать координату первого перемещения. Слева от кнопки должен светиться соответствующий индикатор.


3.3 Последовательным нажатием кнопки 8 «Схват» выбрать нужный вариант схвата ПР. Выбор схвата 1 или 2 будет подтверждаться свечением соответствующего индикатора соответственно справа и слева от кнопки.

3.4 Последовательно нажать кнопку 10 «Подрежим» и выбрать в зависимости от величины перемещения быструю, медленную или дискретную скорость движения по координате. При этом справа от кнопки должны светиться соответственно индикаторы 42 «Быстро», 41 «Медленно» и 40 «Дискретно».

3.5 Нажать кнопку 20 или 21 в соответствии с выбранным направлением перемещения и предварительно подвести ПР к заданной точке.

3.6 Варьируя подрежимами перемещения («Медленно» и «Дискретно»), осуществить точный вывод ПР в заданную точку.

3.7 Нажать кнопку 13 «Номер» и с помощью цифровой клавиатуры присвоить номер данной точки.

3.8 Нажать кнопку 16 «Запись» и тем самым ввести в память устройства координаты данной точки, под заданным номером. При этом в левом нижнем разряде дисплея должен появиться знак .

3.9 При необходимости можно считать координаты точки по осям при нажатии кнопки 17 «Чтение».

3.10 Последовательно выполняя п. 3.3 – 3.9, установить координаты всех точек позиционирования ПР, соответствующие циклограмме его работы.

6 Пример управляющей программы ПР при перемещении по траектории, приведенной на рис. 12

№ п/п	Команда	Описание
1	<i>G01 U50</i>	Задание скорости 50 % от максимального значения (V_{\max})
2	<i>G00 P1</i>	Подход к зоне загрузки операционного накопителя по намеченной траектории (точки 1 ... 3) с остановом в точке 3
3	<i>G00 P2</i>	
4	<i>G00 P3</i>	
5	<i>M99 L6</i>	Задание метки 6 с целью последующего возврата к ней (в начало рабочего цикла)
6	<i>G04 T100</i>	Задержка работы УП на 10 с (визуальный контроль выхода ПР в точке 3)
7	<i>M61 R1</i>	Выдача команды на подачу палеты в зону загрузки
8	<i>M64 S1</i>	Подтверждение нахождения палеты в зоне загрузки (разгрузки)
9	<i>M77 L1</i>	Открытие схвата с подтверждением полного открытия
10	<i>M01</i>	Аварийный стоп в случае нераскрытия схвата. Автоматически пропускается при открытом схвате
11	<i>M99 L1</i>	Задание метки 1 в случае рабочей ситуации
12	<i>G01 U10</i>	Задание скорости 10 % от максимальной (к подходу к точке 4)
13	<i>G00 P4</i>	Движение с остановом до точки 4
14	<i>M76 L2</i>	Закрытие схвата с подтверждением полного закрытия (взять деталь)
15	<i>M01</i>	Аварийный стоп в случае незакрытия схвата. Автоматически пропускается при закрытом схвате
16	<i>M99 L2</i>	Задание метки 2 в случае рабочей ситуа-

		ции
17	G00 P3	Съем детали с палеты с остановом в точке 3

Продолжение табл. 6

№ п/п	Команда	Описание
18	G01 U50	Задание скорости 50 % от максимального значения
19	G00 P2	Подход к зоне загрузки станка по точкам 2 ... 7 намеченной траектории с остановом в точке 7
20	G00 P5	
21	G00 P6	
22	G00 P7	
23	M61 R2	Выдача команды на поворот стола МЦС в зону загрузки и установки оправки-ключа
24	M64 S2	Подтверждение готовности станка к установке заготовки
25	G01 U10	Задание скорости 10 % от максимального значения
26	G00 P8	Подход к точке 8 (установить заготовку в приспособление МЦС)
27	M61 R2	Выдача команды на зажим заготовки
28	M64 S2	Подтверждение зажима заготовки
29	M77 L3	Открытие схвата (освобождение заготовки) с подтверждением полного открытия
30	M01	Аварийный стоп в случае нераскрытия схвата. Автоматически пропускается при открытом схвате
31	M99 L3	Задание метки 3 в случае рабочей ситуации
32	G00 P7	Сход схвата с заготовки в зону ожидания с остановкой в точке 7
33	M61 R2	Выдача команды на запуск УП механической обработки заготовки на станке
34	M64 S2	Подтверждение от станка окончания обработки и поворота стола в зону разгрузки
35	G00 P8	Вход схвата в зону захвата заготовки с остановкой в точке 8
36	M76 L4	Закрытие схвата с подтверждением захвата заготовки

Продолжение табл. 6

№ п/п	Команда	Описание
37	<i>M01</i>	Аварийный стоп в случае неполного закрытия схвата. Автоматически пропускается при закрытом схвате
38	<i>M99 L4</i>	Задание метки 4 в случае рабочей ситуации
39	<i>M61 R2</i>	Выдача команды на раскрепление заготовки
40	<i>M64 S2</i>	Подтверждение раскрепления заготовки
41	<i>G00 P7</i>	Снятие заготовки обратным ходом руки ПР с остановкой в точке 7
42	<i>G01 U50</i>	Задание скорости 50 % от максимального значения
43	<i>G00 P6</i>	Быстрый подход к зоне загрузки операционного накопителя по точкам 6 ... 10 намеченной траектории с остановом в точке 10
44	<i>G00 P5</i>	
45	<i>G00 P2</i>	
46	<i>G00 P9</i>	
47	<i>G00 P10</i>	
48	<i>G01 U10</i>	Задание скорости 10 % от максимального значения.
49	<i>G00 P11</i>	Перемещение в точку 11 с установкой обработанной заготовки на палету нижнего ряда накопителя
50	<i>M77 L5</i>	Открытие схвата с подтверждением полного открытия (освобождение заготовки)
51	<i>M01</i>	Аварийный стоп в случае неполного открытия схвата. Автоматически пропускается при открытом схвате
52	<i>M99 L5</i>	Задание метки 5 в случае рабочей ситуации
53	<i>G00 P10</i>	Сход схвата обратным ходом руки ПР с оставлением детали на палете с остановом в точке 10
54	<i>G01 U50</i>	Задание скорости 50 % от максимального значения.
55	<i>G00 P3</i>	Движение к точке загрузки с остановом в точке 3. Конец цикла
56	<i>M92 L6</i>	Переход по метке 6. Возобновление цикла

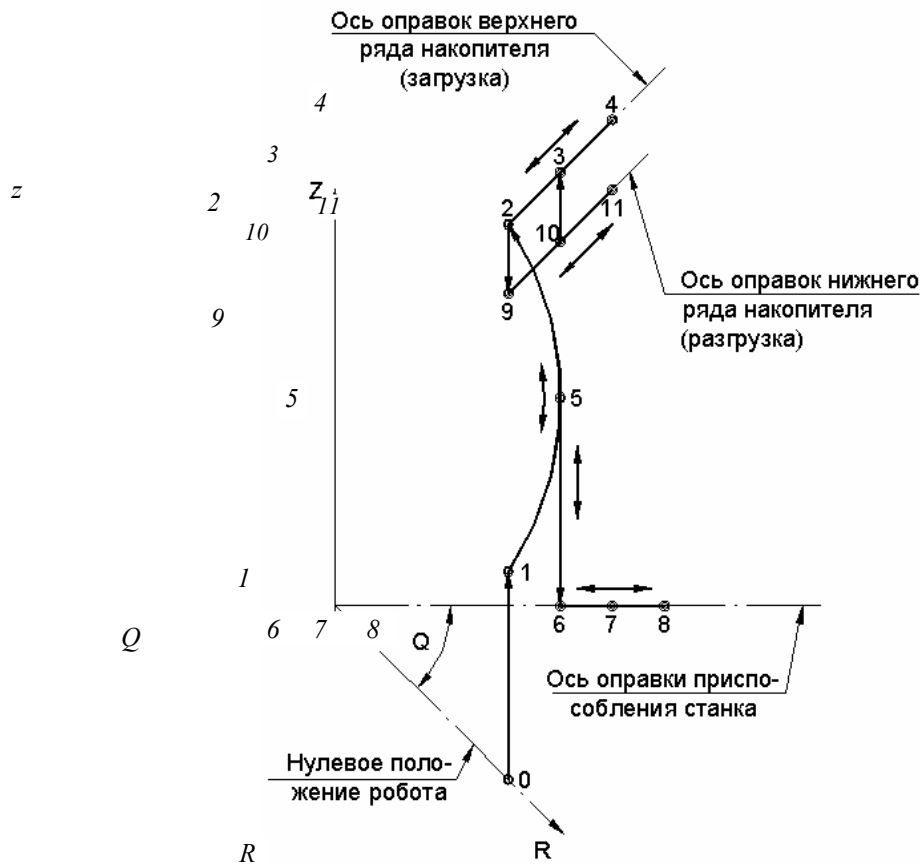


Рис. 12 Траектория перемещения руки ПР

ЗАДАНИЕ

В задание на выполнение лабораторной работы входит приобретение студентами практических навыков по осуществлению всего комплекса приведенных выше работ, связанных с программированием промышленного робота РБ 241-02 для его работы в составе РТК. При этом по полученному у преподавателя варианту задания студент должен самостоятельно составить наиболее рациональную траекторию перемещений суставных элементов (руки) ПР, разработать управляющую программу, включающую работу как самого ПР, так и управление им работой многоцелевого станка МС 12-250 и тактового стола (операционного накопителя).

Исходным материалом для программирования ПР являются варианты алгоритма работы РТК, приведенные ранее в лабораторной работе «Разработка циклограммы и алгоритма работы РТК» [1].

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Ознакомиться с методическими указаниями выполнения лабораторной работы.
- 2 Получить у преподавателя вариант задания.
- 3 Изучить расположение и функциональное назначение кнопок управления пультов обучения и управления ПР.
- 4 Изучить последовательность работы оператора в режимах обучения, воспроизведения и автоматической работы робота.

5 Разработать траекторию перемещений руки ПР для своего варианта задания и наметить на ней характерные точки, связанные с позиционированием руки ПР, изменением режима перемещений, остановками, паузами и др. функциями ПР.

6 Разработать управляющую программу перемещений руки ПР по данной траектории с включением кадров, связанных с управлением работой оборудования РТК – многоцелевым станком МС 12-250 и операционным накопителем.

7 Осуществить в ручном режиме (режим ОБУЧЕНИЕ) путем последовательного перемещения по намеченной траектории точное позиционирование схвата руки ПР в рабочих точках траектории с занесением в память устройства ЧПУ координат этих точек.

8 Набрать программу на пульте управления ПР и осуществить ее покадровую отладку.

9 Переключить работу робота в автоматический режим и осуществить работу всего оборудования РТК от управляющей программы.

10 Составить отчет, содержащий постановку цели и задачи работы, схему перемещений руки ПР с нанесением рабочих точек, управляющую программы, результаты покадровой отладки программы и общей работы РТК.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Приведите основные технические характеристики робота РБ 241-02 и его системы ЧПУ «Изот».

2 Приведите функциональное назначение пульта управления ПР и вида операций, осуществляемых с его помощью.

3 Приведите функциональное назначение пульта обучения ПР и виды операций, осуществляемых с его помощью.

4 Приведите описание дисплея пульта обучения ПР и перечислите виды информации, отражаемой на нем.

5 Опишите работу робота в режиме ОБУЧЕНИЕ и РЕДАКТИРОВАНИЕ.

6 Приведите последовательность работы оператора в различных подрежимах («PGM», «S», «P») работы робота.

7 Приведите последовательность работы робота в режимах ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ, ДИАГНОСТИКА, РАБОТА с ВЗУ.













8 Перечислите последовательность управления ПР в режиме ручного перемещения суставных элементов.

9 Приведите язык и перечислите основные команды языка программирования робота РБ 241-02.

10 Приведите управляющую программу и объясните назначение каждого ее кадра управления работой ПР и оборудованием РТК.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Разработка циклограммы и алгоритма работы РТК: Метод. указ. к лаб. работе / Сост. Б. Н. Хватов. Тамбов, 1996. 20 с.
- 2 Микропроцессорное управляющее устройство промышленных роботов типа РБ-241: Перечень эксплуатационных документов. ДСО «Изот», Болгария: 1984. 490 с.
- 3 Елизаров А. И., Шеин Н. Г. Промышленные роботы в химическом машиностроении. М.: Машиностроение, 1985. С. 130 – 140.

Знак	Назначение	Знак	Назначение
	Команда «G» (функция).		P-аргумент.
	Команда «M» (функция).		U-аргумент
	Подтверждение наличия программы, команды (шага), точки в памяти устройства.		T-аргумент.
	Отсутствие программы, команды (шага), точки в памяти устройства.		J-аргумент.
	Стирание из памяти.		B-аргумент.
	Режим ДИАГНОСТИКА.		F-аргумент.
	РАБОТА с ВЗУ.		C-аргумент.
	Ошибка.		L-аргумент.



