

Министерство образования Российской Федерации  
Санкт-Петербургский государственный университет  
низкотемпературных и пищевых технологий



Кафедра автоматики и автоматизации  
производственных процессов

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПУСКА ДВУХСТУПЕНЧАТОГО КОМПРЕССОРА**

Методические указания  
по выполнению лабораторной работы  
для студентов специальностей 070200, 210200

Санкт-Петербург 2002

УДК 621.317

**Усачев Ю.А., Стегаличев Ю.Г., Замарашкина В.Н.**  
Автоматизация пуска двухступенчатого компрессора: Метод. указания по выполнению лабораторной работы для студентов спец. 070200, 210200. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2002. – 21 с.

Рассматривается технологическая схема двухступенчатого компрессора, автоматизация пуска компрессора с помощью программируемого контроллера, приводятся алгоритм и программа управления пуском.

Рецензент

Канд. техн. наук, доц. Л.А. Акулов

Одобрены к изданию советом факультета техники пищевых производств

© Санкт-Петербургский государственный  
университет низкотемпературных  
и пищевых технологий, 2002

## ВВЕДЕНИЕ

В общем объеме управляющих команд автоматизированного объекта на долю дискретных команд типа «включить–выключить», «Открыть–закрыть» и т. п. приходится около 90 %. Развитие микропроцессорной техники привело к созданию технических средств (контроллеров), которые позволяют сравнительно легко автоматизировать различные аппараты, управление которыми сводится к подаче дискретных команд в строго определенной последовательности.

Данная лабораторная работа на примере автоматизации пуска двухступенчатого компрессора знакомит студентов с техническими возможностями программируемого микроконтроллера МКП-1, способами разработки, введения и корректировки программ работы контроллера.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Технологическая схема компрессорной установки, состоящей из двухступенчатого воздушного компрессора и комплекта вспомогательного оборудования, приведена на рис. 1.

Компрессорная установка состоит из первой ступени сжатия I, маслоохладителя II и влагомаслоотделителя III первой ступени, второй ступени сжатия IV, маслоохладителя V и влагомаслоотделителя VI второй ступени, привода компрессора IX, привода валоповоротного устройства VII и муф-ты VIII.

Последовательность операций при ручном пуске установки сводится к следующему:

1. Открыть вентиль сброса воздуха в атмосферу на выходе второй ступени (K1).
2. Открыть вентиль подачи охлаждающей воды в холодильники маслоохладителей первой II и второй V ступеней, а также в охлаждающие рубашки цилиндров первой I и второй IV ступеней сжатия.
3. Убедиться, что есть сток воды в четырех точках установки: на выходе из маслоохладителей первой II и второй V ступеней (Д4 и Д6) и из охлаждающих рубашек цилиндров первой I и второй IV ступеней (Д3 и Д5).
4. Проверить уровень масла в картере (Д10).
5. Открыть продувочные вентили влагомаслоотделителей первой III и второй VI ступеней (K8, K9).
6. Провернуть каленвал компрессора на один-два оборота с помощью привода VII валоповоротного устройства.
7. Включить электропривод компрессора IX (МП1).

8. Через 75 с после включения электропривода IX проверить давление масла в системе смазки компрессора (Д7). Если оно ниже  $0,25 \div 0,3$  МПа, отключить электропривод.

9. Последовательно закрыть продувочные вентили влагомаслоотделителей III и VI, начиная с первой ступени (К8, К9).

10. Закрыть вентиль сброса воздуха в атмосферу на выходе второй ступени (К1).

Для того, чтобы все эти операции выполнялись автоматически в требуемой последовательности необходимо дополнить установку устройством автоматического управления (например, контроллером МКП-1), исполнительными механизмами (К1, К2, К8–К10), выполняющими команды МКП, и дополнительными датчика дистанционного контроля (уровня масла в картере компрессора Д10, реле потока охлаждающей жидкости из рубашек цилиндров Д3 и Д5 и маслоохладителей Д4 и Д6, давления масла в компрессоре Д7).

Для удобства разработки алгоритма и программы работы контроллера все каналы связи объекта с МКП сведены в таблицу информационного обеспечения процесса пуска компрессора, представленную в прил. 1 .

На основании заводской инструкции по эксплуатации компрессорной установки разрабатывается алгоритм автоматического пуска, представленный на рис. 2, а затем программа пуска в кодах операций, принятых для МКП-1.

Запись программы оформляется в виде таблицы, приведенной в прил. 2. В первой графе таблицы записывается номер реализуемой операции алгоритма пуска. Во второй графе указывается порядковый номер команды. В третьей графе в соответствии с кодовой системой МКП записывается код операции, а в четвертой графе – операнд команды. В пятой графе приводится краткое словесное описание команды.

Программа построена таким образом, что при поступлении на объект команды от МКП (например, на открытие клапана К1) на мнемосхеме имитатора загорается сигнальная лампочка, соответствующая этому исполнительному механизму. Поступление на вход контроллера сигнала от датчика (например, датчика Д1 положения клапана К1) имитируется ручным включением соответствующего тумблера на имитаторе.

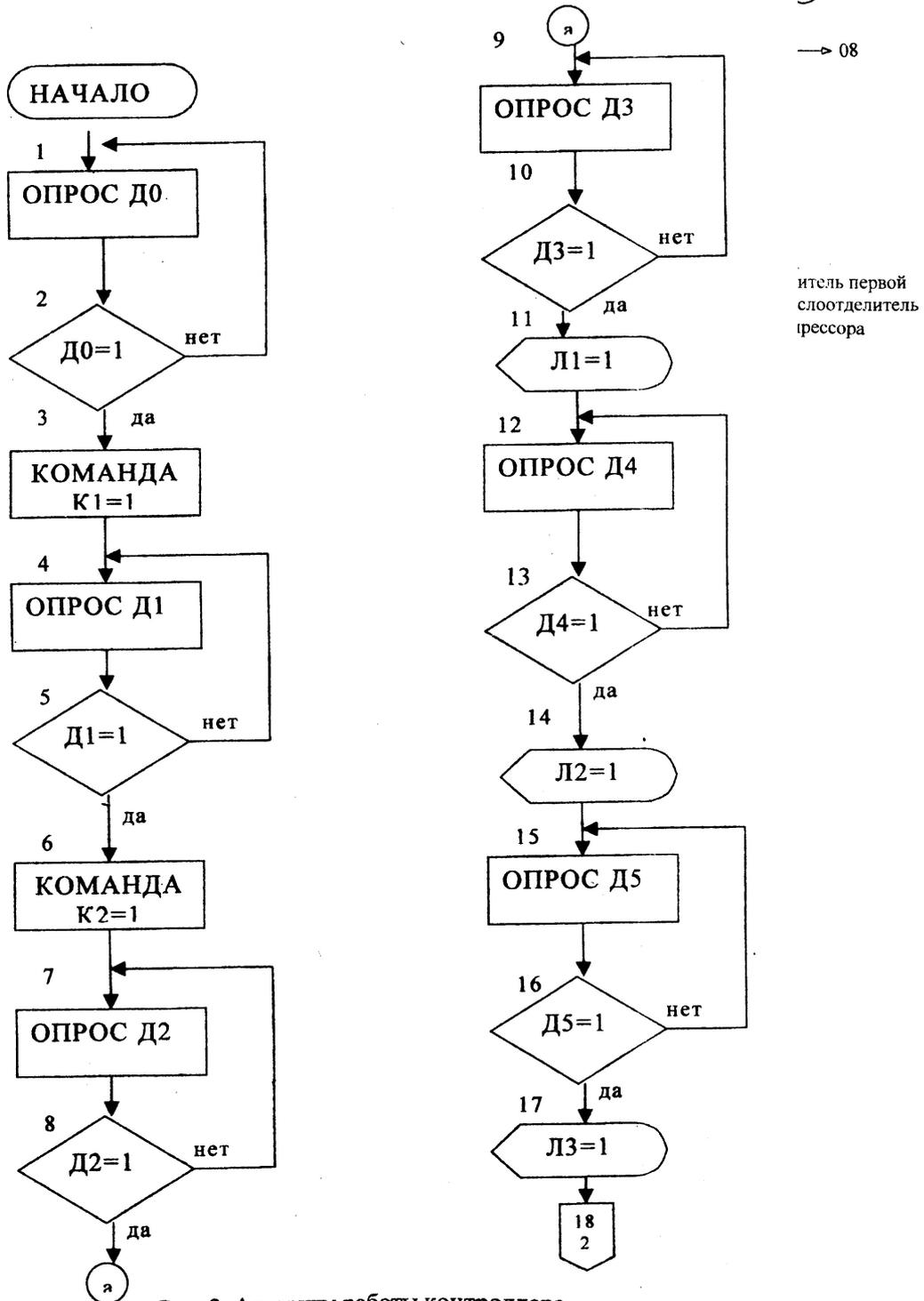
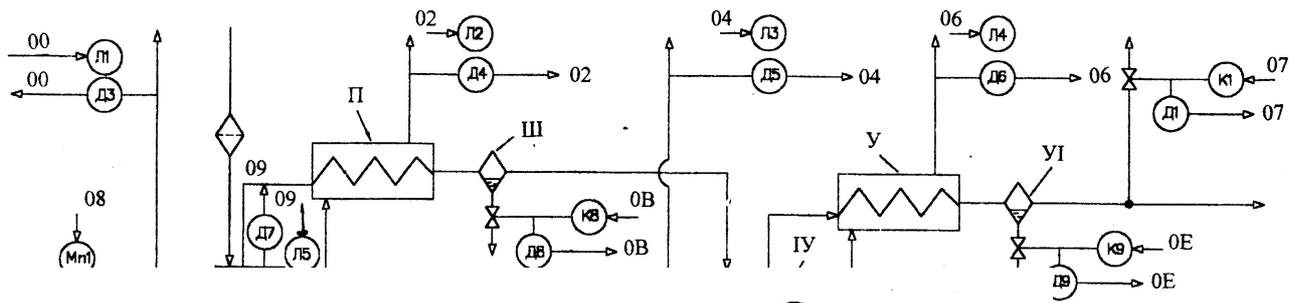


Рис. 2. Алгоритм работы контроллера

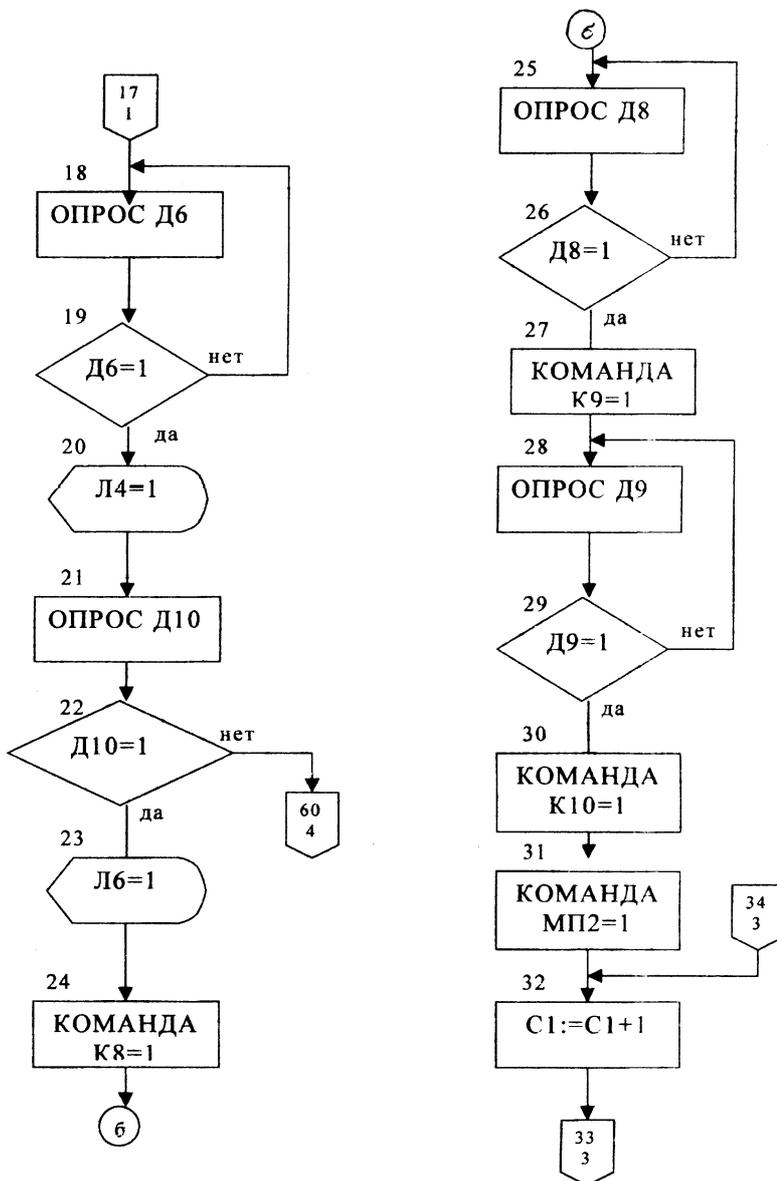


Рис. 2. Алгоритм работы контроллера (продолжение)

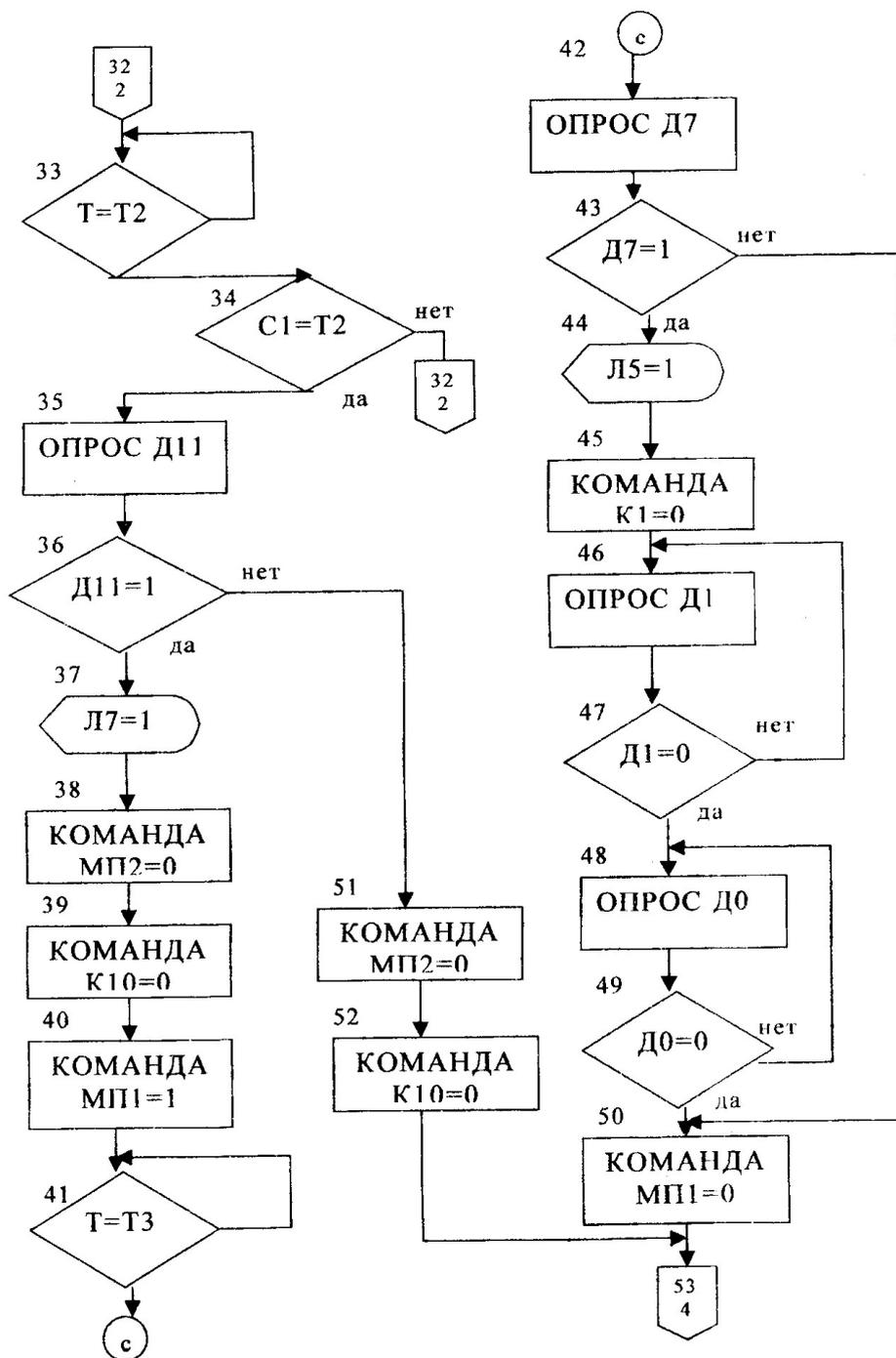


Рис. 2. Алгоритм работы контроллера (продолжение)

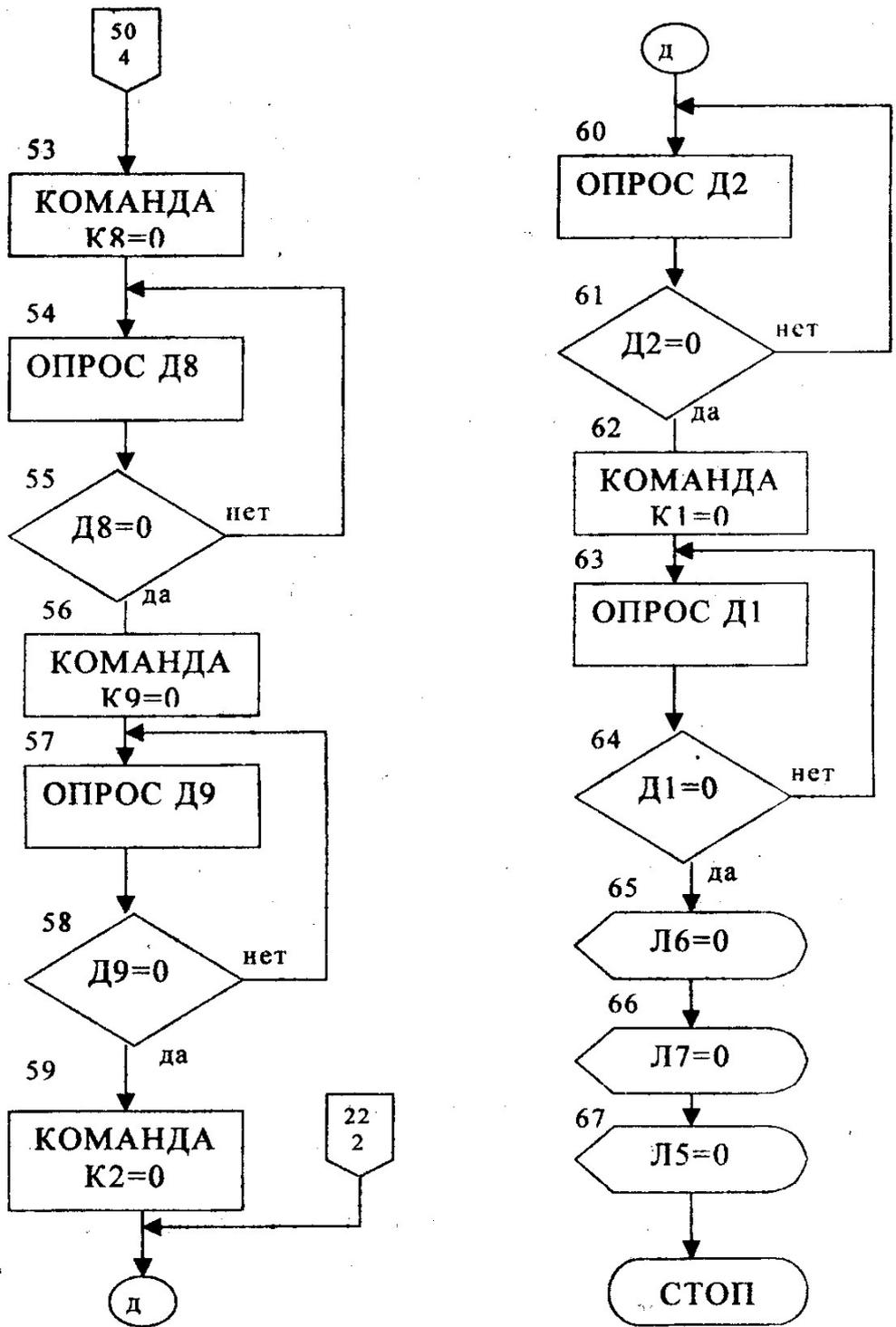


Рис. 2. Алгоритм работы контроллера (окончание)



## ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Лабораторная работа проводится на стенде, содержащем контроллер МКП-1, имитатор объекта и блок питания внешних устройств (24 В постоянного тока).

На лицевой панели имитатора расположена мнемосхема объекта управления. Внутри имитатора размещены в виде сетки сигнальные лампочки, включение и выключение которых информирует о появлении или исчезновении команд на выходе МКП. Маркировка лампочек имитатора соответствует маркировке выходных каналов МКП (00...2F). На верхней панели имитатора расположены тумблеры, позволяющие имитировать появление и исчезновение сигналов от первичных преобразователей (датчиков), размещенных на объекте управления. Тумблеры обеспечивают подключение и отключение напряжения 24 В на соответствующий вход МКП. Маркировка тумблеров соответствует маркировке входных каналов МКП (00...2F).

Устройство, способы программирования и порядок работы с контроллером МКП-1 приведены в литературе [1–2]. Список команд контроллера представлен в прил. 3 .

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с устройством МКП, способом его программирования и порядком работы.

2. Ознакомиться с технологической схемой двухступенчатого компрессора (см. рис. 1), информационным обеспечением (см. прил. 1), алгоритмом (см. рис. 2) и программой (см. прил. 2) его автоматического пуска.

3. Ввести программу пуска в память МКП-1 и проверить правильность прохождения всех операций с помощью имитатора объекта в автоматическом режиме.

4. Получить у преподавателя на группу индивидуальное задание.

5. Составить (или откорректировать) алгоритм управления пуском компрессора в соответствии с индивидуальным заданием.

6. Разработать (или откорректировать) информационное обеспечение.

7. Разработать программу в кодах МКП-1 в форме таблицы, приведенной в прил. 2. Список основных команд контроллера приведен в прил. 3.

8. Ввести программу в память контроллера и проверить ее в пошаговом и автоматическом режиме с использованием имитатора для формирования различных ситуаций на объекте.

9. Оформить отчет по работе, содержащий разделы 4–8.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Микроконтроллер программируемый МКП-1. Паспорт 4СМЗ.611.014.ПС. – Могилев: «Техноприбор», 1986.
2. Стегаличев Ю.Г., Добряков В.А., Григорьян Р.Г. Реализация программно-логических задач на контроллере МКП-1: Метод. указания.– СПб.: СПбГАХиПТ, 1995. – 50 с.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

### Информационное обеспечение процесса пуска двухступенчатого воздушного компрессора

Наименование канала	Обозначение канала на схеме	Состояние (значение)	Номер (адрес) входа или выхода
Кнопка автоматического пуска компрессора	Д0	0 – компрессор выключен 1 – запуск компрессора	08
Датчик положения клапана сброса воздуха в атмосферу	Д1	0 – клапан закрыт 1 – клапан открыт	07
Датчик положения клапана подачи охлаждающей воды	Д2	0 – клапан закрыт 1 – клапан открыт	1С
Датчик наличия потока воды из рубашек цилиндров	Д3 Д5	0 – потока воды нет 1 – поток воды есть	00 04
Датчик наличия потока воды из холодильников	Д4 Д6	0 – потока воды нет 1 – поток воды есть	02 06
Реле давления масла в компрессоре	Д7	0 – давление не в норме 1 – давление в норме	09
Датчик положения клапана продувочного вентиля	Д8 Д9	0 – клапан закрыт 1 – клапан открыт	0В 0Е
Реле уровня масла в картере	Д10	0 – уровень не позволяет осуществить пуск 1 – запуск возможен	18
Счетчик числа оборотов коленвала	Д11	0 – необходимое количество оборотов не сделано 1 – обороты выполнены	19
Команды управления исполнительными механизмами клапанов	К1 К2 К8 К9	0 – исполнительный механизм выключен 1 – исполнительный механизм включен	07 1С 0В 0Е
Команда управления электроприводом поворотного устройства	МП2	0 – электропривод выключен 1 – электропривод включен	1В

Наименование канала	Обозначение канала на схеме	Состояние (значение)	Номер (адрес) входа или выхода
Команда управления муфтой	К10	0 – муфта выключена 1 – муфта включена	1А
Команда управления электроприводом компрессора	МП1	0 – электропривод выключен 1 – электропривод включен	08
Время задержки программ	T1	T1 = 25 с	Команда 07
Период работы валоповоротного устройства	T2	T2=3	Счетчик 01
Период паузы для контроля давления масла	T3	T3=25 с	Команда 07
Лампы, символизирующие состояние датчиков наличия потока воды	Л1	0 – потока воды нет – лампа не горит 1 – поток воды есть – лампа горит	00
	Л2		02
	Л3		04
	Л4		06
Лампа давления масла в компрессоре	Л5	0 – давление не в норме – лампа не горит 1 – давление в норме – лампа горит	09
Лампа уровня масла в картере	Л6	0 – уровень не в норме – лампа не горит 1 – уровень в норме – лампа горит	18
Лампа числа оборотов коленвала	Л7	0 – обороты не выполнены – лампа не горит 1 – обороты выполнены – лампа горит	19

**Программное обеспечение процесса пуска двухступенчатого  
воздушного компрессора**

Номер блока алгоритма	Адрес команды	Формат команды		Содержание
		Код операции	Операнд	
1, 2	00	02	08	Ожидание пускового сигнала от Д0. Продолжение программы при Д0=1
3	01	05	07	Сигнал на открытие клапана К1 сброса воздуха в атмосферу
4, 5	02	02	07	Ожидание сигнала от датчика положения Д1 клапана К1. Продолжение программы при Д1=1
6	03	05	1С	Сигнал на включение клапана К2 подачи охлаждающей воды
7, 8	04	02	1С	Ожидание сигнала от датчика положения Д2 клапана К2. Продолжение программы при Д2=1
9, 10	05	02	00	Ожидание сигнала от датчика наличия потока Д3. Продолжение программы при Д3=1
11	06	05	00	Включение Л1 на мнемосхеме
12, 13	07	02	02	Ожидание сигнала от датчика наличия потока Д4. Продолжение программы при Д4=1
14	08	05	02	Включение Л2 на мнемосхеме
15, 16	09	02	04	Ожидание сигнала от датчика наличия потока Д5. Продолжение программы при Д5=1
17	0A	05	04	Включение Л3 на мнемосхеме
18, 19	0B	02	06	Ожидание сигнала от датчика наличия потока Д6. Продолжение при Д6=1
20	0C	05	06	Включение Л4 на мнемосхеме
21, 22	0D	04	18	Проверка входа на наличие сигнала от датчика уровня масла Д10. При Д10=1 бит условия БУ=1, при Д10=0 БУ=0.
	0E	0B	3C	Переход по адресу 30, если БУ=0, при БУ=1 продолжение программы

Продолжение прил. 2.

Номер		Формат команды	
-------	--	----------------	--

блока алгоритма	Адрес команды	Код операции	Операнд	Содержание
23	0F	05	18	Включение Л4 на мнемосхеме
24	10	05	0B	Сигнал на открытие продувочного клапана К8 влагомаслоотделителя первой ступени
25, 26	11	02	0B	Ожидание сигнала от датчика положения Д8 клапана К8. Продолжение программы при Д8=1
27	12	05	0E	Сигнал на открытие продувочного клапана К9 влагомаслоотделителя второй ступени П
28, 29	13	02	0E	Ожидание сигнала от датчика положения Д9 клапана К9. Продолжение программы при Д9=1
30	14	05	1A	Сигнал на включение муфты К10
31	15	05	1B	Сигнал на включение магнитного пускателя МП2
32	16	0C	01	Содержимое счетчика С1 увеличивается на 1 (начало формирования периода работы валоповоротного устройства)
33	17	07	FF	Задержка исполнения программы на время Т1= 25 с
34	18	0E	03	Если содержимое счетчика С1 равно уставке, то БУ=1, иначе БУ=0. Переход по адресу 16, если БУ=0. При БУ=1 – продолжение программы
	19	0B	16	
35, 36	1A	04	19	Проверка входа на наличие сигнала от счетчика оборотов коленвала Д11. При Д11=1 БУ=1, при Д11=0 БУ=0. Переход по адресу 29, если БУ=0. При БУ=1 – продолжение программы
	1B	0B	26	
37	1C	05	19	Включение Л7 на мнемосхеме
38	1D	06	1B	Сигнал на выключение магнитного пускателя МП1

Продолжение прил. 2

Номер блока алгоритма	Адрес команды	Формат команды		Содержание
		Код операции	Операнд	

39	1E	06	1A	Сигнал на выключение муфты К10
40	1F	05	08	Сигнал на включение магнитного пускателя МП1
41	20	07	FF	Задержка программы на время ТЗ=25 с
42, 43	21	04	09	Проверка входа на наличие сигнала от датчика давления Д7. При Д7=1 БУ=1, при Д7=0 БУ=0. Переход по адресу 24, если БУ=0. При БУ=1 – продолжение программы
	22	0B	32	
44	23	05	09	Включение Л5 на мнемосхеме
45	24	05	07	Сигнал на закрытие продувочного клапана К1
46, 47	25	01	0B	Ожидание отсутствия сигнала от датчика положения Д1 клапана К1. Продолжение программы при Д1=0
48, 49	26	01	08	Ожидание сигнала остановки компрессора от Д0. Продолжение программы при Д0=0
50	27	06	1B	Сигнал на выключение магнитного пускателя МП1.
	28	09	2B	Безусловный переход к выполнению команды, содержащейся по адресу 2B
51	29	06	1B	Сигнал на выключение магнитного пускателя МП2
52	2A	06	1A	Сигнал на выключение муфты К10
53	2B	05	0B	Сигнал на закрытие продувочного клапана К8
54, 55	2C	01	0B	Ожидание отсутствия сигнала от датчика Д8 клапана К8. Продолжение программы при Д8=0

Окончание прил. 2

Номер блока алгоритма	Адрес команды	Формат команды		Содержание
		Код операции	Операнд	
56	2D	05	0E	Сигнал на закрытие продувочного

				клапана К9
57, 58	2E	01	0E	Ожидание отсутствия сигнала от датчика Д9 клапана К9. Продолжение программы при Д9=0
59	2F	05	1C	Сигнал на закрытие клапана К2
60, 61	30	01	1C	Ожидание отсутствия сигнала от датчика Д2 положения клапана К2. Продолжение программы при Д2=0
62	31	05	07	Сигнал на закрытие клапана К1
63, 64	32	01	07	Ожидание отсутствия сигнала от датчика положения Д1 клапана К1. Продолжение программы при Д1=0
65	33	06	18	Выключение Л6 на мнемосхеме
66	34	06	19	Выключение Л7 на мнемосхеме
67	35	06	09	Выключение Л5 на мнемосхеме

## Приложение 3

### Система команд МКП-1

Сокращенное обозначение команды	Формат команды		Краткое содержание
	Код операции	Операнд	
Команды ввода-вывода			
ОЖ0	01	Адрес	Ожидание отсутствия входного сигнала. Пере-

		входа	ход к выполнению следующей команды программы происходит только при отсутствии сигнала на входе с заданным адресом
ОЖ1	02	Адрес входа	Ожидание наличия входного сигнала. Переход к выполнению следующей команды программы происходит при наличии сигнала на входе с заданным адресом
ПРО	03	Адрес входа	Проверка входа на отсутствие сигнала. При отсутствии сигнала на входе с заданным адресом бит условия сохраняет предыдущее значение, в противном случае бит условия равен нулю
ПР1	04	Адрес входа	Проверка входа на наличие сигнала. При наличии сигнала на входе с заданным адресом бит условия сохраняет предыдущее значение, в противном случае бит условия равен нулю
ВКЛ	05	Адрес выхода	Включить выход с заданным адресом
ВЫКЛ	06	Адрес выхода	Выключить выход с заданным адресом
Т	07	Т	Выдержка времени. Команда задержки выполнения управляющей программы на время $T=0,1$ с
Команды управления программой			
НОП	00	00	Нет операции. Безусловный переход к выполнению следующей команды программы
СТОП	08	00	Остановка программы
БУП	09	Адрес команды	Безусловный переход к выполнению следующей команды программы

Окончание прил. 3.

Сокращенное обозначение команды	Формат команды		Краткое содержание
	Код операции	Операнд	
УП1	0A	Адрес команды	Переход к выполнению команды содержащейся по указанному адресу, если в бите условия «1». В противном случае происходит выполнение следующей команды программы
УП0	0B	Адрес команды	Переход к выполнению команды, содержащейся по указанному адресу, если в бите

			условия «0». В противном случае происходит выполнение следующей команды программы
Команды управления счетчиками			
ССЧ	0D	Номер счетчика 0	Сброс счетчика
+ СЧ	0C	Номер счетчика 0	Содержимое счетчика с заданным номером увеличивается на 1
= СЧ	0E	Уставка Номер	Сравнение счетчика. Если содержимое счетчика с заданным номером равно уставке, то бит условия сохраняет свое предыдущее значение. В противном случае бит условия равен нулю

## СОДЕРЖАНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ.....</u>	<u>3</u>
<u>ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ</u>	<u>3</u>
<u>ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА.....</u>	<u>10</u>
<u>СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.....</u>	<u>10</u>
<u>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</u>	<u>11</u>
<u>Приложение 1.....</u>	<u>12</u>
<u>Приложение 2.....</u>	<u>13</u>
<u>Приложение 3.....</u>	<u>17</u>

Усачев Юрий Алексеевич  
Стегаличев Юрий Георгиевич  
Замарашкина Вероника Николаевна

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПУСКА ДВУХСТУПЕНЧАТОГО КОМПРЕССОРА**

Методические указания  
по выполнению лабораторной работы  
для студентов специальностей 070200, 210200

”

*Редактор*  
Е.С. Лаврентьева  
*Корректор*  
Н.И. Михайлова

---

ЛР № 020414 от 12.02.97

Подписано в печать 27.09.2001. Формат 60×84 1/16. Бум. писчая  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,16. Печ. л. 1,25. Уч.-изд. л. 1,19  
Тираж 150 экз. Заказ № С 7

---

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9  
ИПЦ СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9