

ГОУВПО
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных и вычислительных систем

473-2009

МИКРОПРОГРАММНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ

по дисциплине «Микропроцессорные системы»

для студентов специальности 230101

“Вычислительные машины, комплексы, системы и сети”

очной и очной сокращенной форм обучения

Воронеж 2009

Составители: канд. техн. наук Г.В.Петрухнова, канд. техн. наук С.В. Тюрин

УДК 681.32

Микропрограммные вычислители: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине “Микропроцессорные системы” для студентов специальности 230101 “Вычислительные машины, комплексы, системы и сети” очной и очной сокращенной форм обучения/Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Г.В. Петрухнова, С. В. Тюрин. Воронеж, 2001. 41 с.

Методические указания содержат теоретические и практические сведения об основных БИС микропроцессорного комплекта серии К1804 и основах микропрограммного управления вычислительными устройствами.

Методические указания предназначены для студентов третьего курса.

Табл. 9. Ил. 2. Библиогр.: 3 назв.

Рецензент д-р. техн. наук, проф. А.М. Литвиненко

Ответственный за выпуск зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. С.Л. Подвальный

Печатается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

© ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2009

ВВЕДЕНИЕ

Микропрограммные автоматы, являясь одной из разновидностей цифровых автоматов с памятью, составляют основу современной цифровой вычислительной техники, в том числе, и микропроцессорной. Микропрограммные автоматы могут быть реализованы как схемно (говорят "на жесткой логике"), так и использованием специальной памяти, (говорят "микропрограммная память"), каждое слово которой содержит исчерпывающую для одновременного исполнения автоматом информацию, которую называют микрокомандой.

Данные методические указания предназначены для более глубокого изучения основ микропрограммного управления вычислительными устройствами на примере микропроцессорного комплекта серии K1804.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ПРИНЦИПА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОТРЕНАЖЕРА МТ1804

I. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Целью лабораторной работы является изучение структуры микротренажера МТ1804 и основных принципов организации микропрограммного управления в вычислительных системах. Для успешного выполнения лабораторной работы необходимо тщательное изучение материалов приложений 1 и 2. При подготовке к работе может быть использована дополнительная литература [1 – 3].

2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1. Изучите структуру микротренажера МТ1804 по приложению 2, а также структуру и назначение полей

микрокоманд МТ1804 (рис.П2.3). С целью самоконтроля разберите микропрограмму, представленную в табл.1.

2.2. Изучите расположение органов управления, индикации и переключателей микротренажера МТ1804.

~~2.3. Загрузите в память МТ1804 микропрограмму, представленную в табл.1 домашнего задания, и выполните ее в пошаговом режиме. С помощью индикации проследите за вводом и выполнением микропрограммы.~~

Для анализа результатов выполнения программы нужно иметь в виду, что числа представлены в формате, где старший разряд – знаковый, последующие – значащие разряды.

Вспомните представление чисел в дополнительном коде. При выполнении задания считать, что знак числа кодируется

Таблица 1

Адр. УП	УСА (P8..P0)	Приемн. I8-I6	Источн. I2-I0	КОП	Рег. А	Рег. В	Рег. D	Примечание
0	0010	011	111	0011	0000	0000	0010	Загр2 в R0
1	0010	011	111	0011	0000	0001	0100	Загр4 в R1
2	0010	011	101	0000	0000	0000	0011	R0+3→ R0
3	0010	011	001	0000	0001	0000		R0+R1→ R0
4	0010	001	011	0011	0000	0000	0100	Чтение R0

старшим разрядом F3. Не забывайте, что в АЛУ K1804BC1 арифметические операции выполняются по правилам дополнительного кода для отрицательных чисел.

Например, для строки 5 из табл. 3 имеем :
 $S - R - 1 + CO = S + (-R) - 1 + CO = 0011 + (1011) - 1 + 1 = 1110$ доп.

Величина 1110доп. является кодом отрицательного числа (-2).
 Т. к. $F \neq 0$, то признак $Z = 0$, $F3 = 1$, переноса нет ($C4 = 0$).

Обратите внимание на то, что полученный результат $F=1110$ совпадает с результатом прямого вычитания $S-R=0011-0101=1110$.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

3.1. Поясните, какой смысл имеют признаки $C4$, Z , $F3$, OVR . В чем разница между признаками переноса ($C4$) и переполнения (OVR)?

3.2. Поясните процедуру загрузки микрокоманд в память МТ1804.

3.3. Какие разряды микрокоманды МТ1804 управляют кодом операции АЛУ, источником операндов и приемником результата?

3.4. Для чего в АЛУ вырабатываются признаки Z , $F3$, OVR , $C4$?

3.5. С помощью какой операции можно в коде числа выделить для анализа определенный разряд?

3.6. С какой целью выполняется начальная установка перед выполнением микрокоманд?

4. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

4.6. Изучите структуру и назначение выводов БИС 1804BC1.

4.7. Для 3-4 комбинаций входных сигналов, заданных в табл.2, запишите действия, а также значения выходных сигналов БИС К1804BC1.

Значения входных сигналов в таблице представлены в десятичной форме.

В качестве примера рассмотрим функционирование БИС К1804BC1 для комбинации входных сигналов, заданных в строке 1 табл.2. Пользуясь схемой (рис.П1.1) и таблицами (рис.П2.3), устанавливаем следующее:

- выполняется операция $R+S+CO$ (код операции (КОП) = 0);
- в качестве операндов взяты содержимое $POH5$ и $POH6$, номера которых записаны соответственно в поля A и B ;
- на выходе $У3 - У0$ БИС К1804BC1 имеем результат вычисления $POH5 + POH6 + CO$;
- результат этой операции будет также записан в $POH6$.

Таблица 2

№ комбин.	Входные сигналы							Выход У3- У0
	Прием 18-16	КОП 15-13	Источ 12-10	Рег. А А3-В0	Рег. В В3-В0	ДЗ-Д0	OE	
1	3	0	1	5	6	3	0	
2	0	1	3	8	3	4	0	
3	1	2	7	1	1	5	0	
4	5	3	4	3	3	6	0	
5	6	0	2	6	4	7	1	
6	7	4	1	7	10	8	0	
7	3	5	4	2	2	9	0	
8	4	2	6	10	13	2	0	
9	2	7	5	12	5	1	1	

Признаки, вырабатываемые К1804BC1, будут определяться исходя из конкретных значений операндов, хранящихся в $POH5$ и $POH6$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ПРИНЦИПА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИС K1804BC1

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Целью лабораторной работы является изучение структуры и принципа функционирования БИС K1804BC1, а также приобретение навыков составления несложных линейных микропрограмм.

2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАДАНИЯ И УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1. Вспомните представление целых чисел в прямом, обратном и дополнительном кодах. Для 2-3 комбинаций выполните и запишите результат выполнения арифметических и логических операций над четырехразрядными числами, представленными в табл.3.

Составьте микропрограмму для проверки полученных Вами результатов. Сопоставьте результаты, полученные Вами вручную, с результатами, полученными при выполнении микропрограммы.

2.2. Составьте микропрограмму для задачи, заданной преподавателем. Введите программу в память МТ1804 и выполните ее в пошаговом режиме. Микропрограмму и результаты выполнения каждой микрокоманды оформите в виде таблицы. Дайте пояснение получившимся результатам.

3. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

3.1. Отчет по лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с обще факультетскими требованиями к отчетам по лабораторным работам.

3.2. В отчете должны быть представлены результаты выполнения всех пунктов домашних и лабораторных заданий.

Таблица 3

№ комб.	Операнды			КОП I5-I3	Рез-тар FO	Признаки			
	R	S	CO			Z	F3	OVR	C4
1	0101	0010	0	000					
2	0101	0111	0	000					
3	1001	1001	1	001					
4	0010	0111	1	001					
5	0101	0011	1	001	1110	0	1	0	0
6	1001	0110	0	011					
7	0110	1001	0	100					
8	0110	1111	0	110					
9	0011	1111	0	111					
10	0011	1111	0	101					

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

4.1. Назовите особенности структурной схемы БИС K1804BC1.

4.2. Какой смысл имеет термин " Вентиль с тремя состояниями выхода"?

4.3. С какой целью в микросхеме K1804BC1 сделано два адресных входа А0 –А3 и В0 – В3?

4.4. Назовите источники, из которых могут быть извлечены операнды для выполнения операции в АЛУ K1804BC1 .

4.5. Почему комплект К1804 относится к секционным микро- программируемым микропроцессорным наборам?

5. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

5.1. Изучите структуру БИС К1804ВУ1 и назначение всех выводов схемы.

5.2. Для 3-4 комбинаций входных сигналов, заданных в табл.1, определите значения выходных сигналов и выполняемые действия в БИС К1804ВУ1. Результаты запишите в заготовленную дома табл.4.

Для выполнения задания используйте материал приложения 1. В качестве примера рассмотрим функционирование К1804ВУ1 для комбинации 7 входных сигналов. Будем полагать, что выполнялась микрокоманда с адресом N . Так как $SO = S1 = 1$, то на выходе К1804ВУ1 имеем код $D = 0010$. Содержимое счетчика микрокоманд (СчМК), равное $(N+1)$, будет записано в стек, т.к. $\overline{FE} = 0$ и $PUP = 1$. Новым значением СчМК будет величина $0010 + 1 = 0011$ (3).

5.3. Изучите структуру блока микропрограммного управления микротренажера МТ1804 (приложение 2), а также структуру и назначение полей микрокоманды, управляющих формированием адреса следующей микрокоманды МТ1804 (рис.7).

При выполнении задания основное внимание обратить на назначение полей УСА ($P3...P0$), адреса перехода ($BP3..BP0$) микрокоманды.

5.4. Дайте содержательное толкование и объяснение реализации функций, задаваемых полем 6 управления следующим адресом (УСА) микрокоманды, пользуясь рис. П2.3. и схемой БИС К1804ВУ1 (рис. 1.2).

Таблица 4

№ комб.	Входные сигналы							Вых. данные	Примечание
	S1	S0	\overline{FE}	PUP	DO-D3	\overline{ZA}	C0		
1	1	0	0	0	8	1	1		
2	1	1	1	0	8	1	1		
3	0	0	1	1	7	1	1		
4	0	1	1	1	7	1	0		
5	1	0	0	1	13	1	1		
6	0	0	1	0	13	0	1		
7	1	1	0	1	2	1	1	0010	СчМК = N+1 → стек
8	1	0	0	0	2	1	1		

В качестве примера рассмотрим 3 микрокоманды, в поле УСА которых записаны коды $P3P2P1P0$, равные 0010, 0011 и 0001. В случае кода 0010 ПЗУ должно сформировать такие управляющие сигналы для К1804ВУ1, чтобы на выходе появился адрес следующей $(N + 1)$ микрокоманды, выбираемой из СчМК. При $P3P2P1P0 = 0011$ должен быть сформирован сигнал $\overline{ZA} = 0$ и на выходе К1804ВУ1 должен быть код 0000 (переход на нулевой адрес). При $P3P2P1P0 = 0001$ схема К1804ВУ1 должна выдавать адрес (код), поступающий на ее вход по каналу $DO..D3$. Информация на

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ПРИНЦИПА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЛОКА МИКРОПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ БИС К1804ВУ1

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Целью лабораторной работы является изучение структуры и принципа функционирования схемы управления БИС К1804ВУ1 блока микропрограммного управления микротренажера МТ1804, а также приобретение навыков составления несложных линейных и разветвляющихся микропрограмм. В данной работе основное внимание уделяется работе управляющего блока микропроцессорного вычислителя, поэтому на значение полей микрокоманд, управляющих работой операционного узла (К1804ВС1), можно внимания не обращать. В связи с этим в примерах лабораторных заданий значения указанных полей в микрокомандах не приведены, но это не препятствует совместному функционированию БИС К1804ВС1 и К1804ВУ1.

2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1. ~~Загрузите в МПЗУ МТ1804 микрокоманды, представленные в табл.5 п. 5.5. домашнего задания. Выполните программу в пошаговом режиме. Проследите по показаниям светодиодов VD9..VD12 за последовательностью формирования нужных адресов микрокоманды на выходе К1804ВУ1. Не забудьте перед выполнением программы сделать начальную установку (п.3.18 Прилож. 2.). При последовательном нажатии на кнопку ПУСК (SB2) на~~

этот вход схемы К1804ВУ1 поступает из поля 7 микрокоманды, где записан адрес перехода ВР3..ВР0.

5.5. Запишите в рабочую тетрадь и проанализируйте порядок выполнения последовательности микрокоманд, представленной в табл.5.

При выполнении задания не обращайтесь внимания на неопределенность значения других полей микрокоманды. В данном случае нас интересуют только переходы в микрокомандах (безусловные).

Таблица 5

Поле МК	7	6	5..0	Пояснение
Адрес МПЗУ	Адрес перехода	УСА		
0	1001	0001		
1				
2				
3	0000	0001		
4				
5				
6	1010	0001		
7				
8				
9	0110	0001		
10		0010		
11		0010		
12		0010		
13		0010		
14		0010		
15	0011	0001		

индикаторах VD9...VD12 высвечивается последовательность : 9, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 3, 0, 9, 6 и т.д.

2.2. Разберитесь с микропрограммой, представленной в табл.3, в которой показан пример организации переходов к подпрограммам. Загрузите программу в МПЗУ MT1804 и выполните в пошаговом режиме. По показаниям светодиодов VD9...VD12 контролируйте формирование адреса очередной микрокоманды. Запишите адреса на выходе K1804BY1 после каждого шага. Для реализации обращения к подпрограмме нужно сохранить в стеке адрес микрокоманды, к которой нужно будет возвратиться из подпрограммы после ее выполнения.

Таблица 6

Поле МК	7	6	5..0	Примечание
Адрес МПЗУ	Адрес перехода	УСА		
0		0010		Продолжить
1		0010		"
2		0010		"
3	1100	0101		Переход к п12, (N+1) = 4 →Ст0
4		0010		Продолжить
5		0010		"
6	0000	0001		Переход к 0 адресу
12		0010		Продолжить
13		0010		"
14		0110		Возврат из п/п(Ст0)→СчМК

Это можно сделать, используя возможности K1804BY1. В табл.6 микрокоманда с адресом 3 осуществляет запись адресов следующей микрокоманды в стек и реализует переход к подпрограмме, начинающейся микрокомандой с адресом 12. После ее выполнения по микрокоманде с адресом 14 происходит возврат к основной программе.

2.3. Проанализируйте микропрограмму, представленную в табл. 7, демонстрирующую организацию условных переходов. Запишите программу в рабочей тетради и дайте краткие пояснения к каждой микрокоманде в графе "Примечание".

Таблица 7

Поле МК	7	6	5		4		3		1	Примечание
	Адрес перехода	УСА	Приемник операндов	Источник операндов	Сo	КОП	В			
BR1-BR0	P3..P0	I8I7I6	I2I1I0		I5I4I3	V3..V0				
0		0010	011	011	0	100	0010	0→R2		
1		0010	011	011	1	000	0010	R2+I →R2		
2	1110	1111	001							
3	0001	0011	001							
.....										
14	0001	0001	001							

2.4. Задайтесь значениями пар операндов, хранящихся в регистрах R1 и R2 ПЗУ К1804ВС1, такими, чтобы при выполнении арифметических операций формировались признаки : Z (признак нуля), OVR (переполнение) и F3 (знак).

Составьте микропрограмму, формирующие этих признаки. Программа должна выполняться следующим образом.

- Загрузка операндов в R1 и R2, выполнение операции, формирующей признак Z.
- Проверка условия Z и переход на адрес 15, если этот признак установлен.
- Переход на блок проверки признака OVR.
- Загрузка операндов в R1 и R2, выполнение операции, формирующей признак OVR..
- Проверка условия OVR и переход на адрес 14, если этот признак установлен.
- Переход на блок проверки признака F3
- Загрузка операндов в R1 и R2, выполнение операции, формирующей признак F3..
- Проверка условия F3 и переход на адрес 13, если этот признак установлен; в противном случае – переход на начало программы. С адреса 13 переходим на начало программы

3. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

3.1. Отчет по лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с общефакультетскими требованиями к отчетам по лабораторным работам.

3.2. В отчете должны быть представлены результаты выполнения всех пунктов домашних и лабораторных заданий. Микропрограммы необходимо оформить в виде таблицы с кратким пояснением каждой микрокоманды в графе " Примечание ".

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

4.1. Назовите особенности структурной схемы БИС К1804ВУ1.

4.2. Какие функции по реализации переходов в микропрограммах можно реализовать с помощью БИС К1804ВУ1?

4.3. Назовите источники информации, из которых может быть извлечен адрес следующей микрокоманды в блоке микропрограммного управления (БМУ) на основе К1804ВУ1.

4.4. Назовите преимущества и недостатки принципа микропрограммного управления по сравнению со схемным управлением (" жесткая логика ").

4.5. В чем смысл "вертикального", "горизонтального" и "смешанного" принципов микропрограммирования? Какой способ используется в тренажере МТ1804?

4.6. Как можно организовать безусловные переходы и обращения к подпрограммам в БМУ на основе БИС К1804ВУ1?

4.7. Объясните механизм реализации микрокоманды "Возврат из микропрограммы ".

4.8. Поясните назначение в структуре управляющего блока МТ1804 ПЗУ 31*8.

4.9. Одна БИС К1804ВУ1 позволяет сформировать адрес МПЗУ, объемом не более 16 микрокоманд. Что нужно сделать, чтобы можно было адресовать МПЗУ объемом 4096 слов ?

4.10. Объясните назначение инкремента в схеме К1804ВУ1.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДПРОГРАММ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Целью лабораторной работы является приобретение и закрепление навыков составления разветвляющихся микропрограмм и организации переходов к подпрограммам на базе микротренажера МТ1804.

В лабораторных работах № 1, 2 основное внимание уделялось изучению функционирования основных БИС микропроцессорного набора серии К1804, таких как К1804ВС1 и К1804ВУ1. В данной работе уделяется внимание совместному функционированию этих БИС, образующих типовую структуру микропроцессорного вычислителя.

2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1. Проанализируйте и выполните микропрограмму по организации вложенных подпрограмм, представленную в табл. 2.

Представленная в табл. 8 микропрограмма состоит из главной части (13 –15 МК) и четырех подпрограмм, структуры которых приведены на рисунке 1.

При выполнении микропрограммы в пошаговом режиме, начиная с адреса 13, на выходе БИС К1804ВУ1 должна появиться такая последовательность адресов: 13, 14, 0, 12, 1, 6, 12, 7, 3, 12, 4, 9, 10, 5, 8, 2, 15, 13 и т.д.

Таблица 8

Номер тетрады	7	6	Примечание	
	Адрес перехода	Упр-ние след. адресом	Адрес следующей МК	КОП
Адрес памяти	R3R2 R1 R0	R3R2 R1R0		
0	1100	0101	Переход к п/п 12	
1	0110	0101	Переход к п/п 6	
2		0110	Возврат	
3	1100	0101	Переход к п/п 12	
4	1001	0101	Переход к п/п 9	
5		0110	Возврат	
6	1100	0101	Переход к п/п 12	
7	0011	0101	Переход к п/п 3	
8		0110	Возврат	
9		0010	Продолжить	
10		0110	Возврат	
11				
12		0110	Возврат	
13		0010	Продолжить	
14	0000	0101	Переход к п/п 0	
15	1101	0001	Переход к п/п 13	

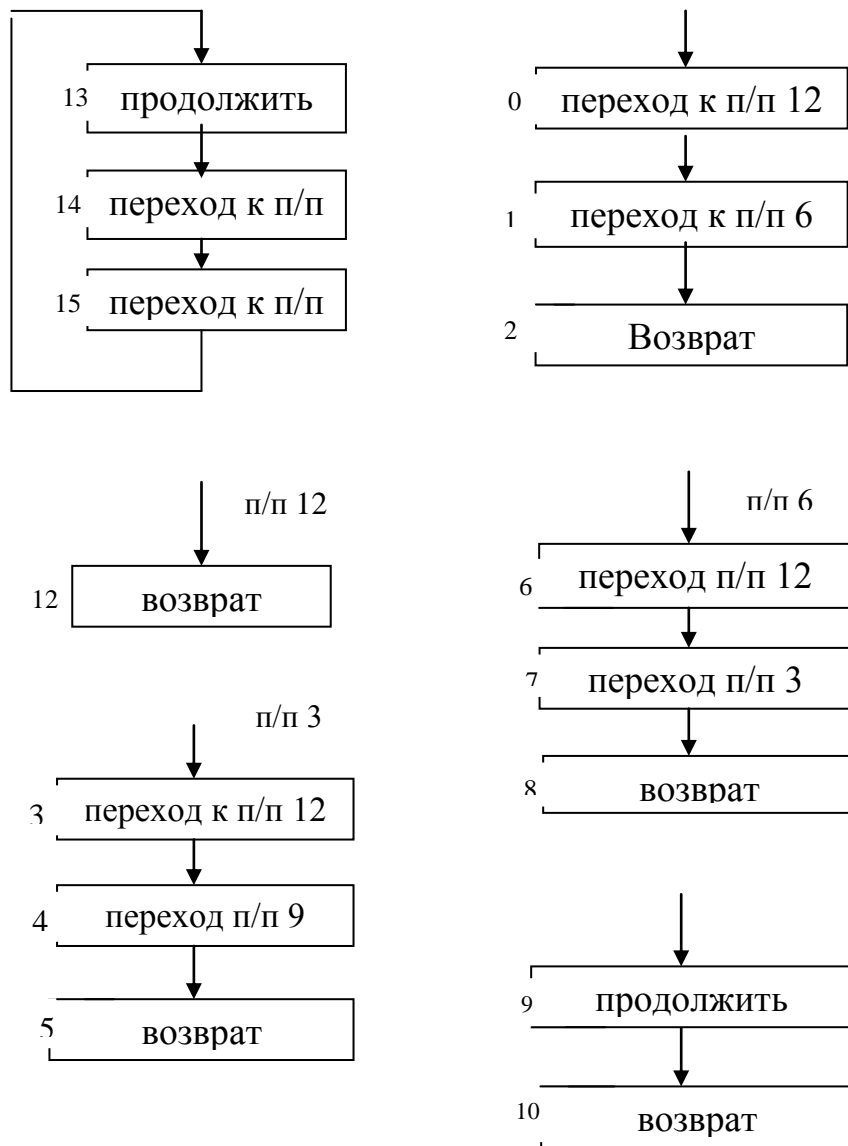


Рис. 1. Структуры главной программы (13-15 мк) и ее подпрограмм к лабораторной работе №4

2.2. Напишите программу организации циклов с помощью счетчика с использованием одного из регистров РЗУ (например, Р3).

В структуре микропрограммы должна быть предусмотрена загрузка регистра – счетчика циклов, заданным числом повторений цикла.

2.3. Запишите и разберите микропрограмму определения количества единиц в коде, записанном в трех регистрах.

В графе "Примечание" запишите краткие пояснения по каждой микрокоманде.

При выполнении этого задания используйте схему алгоритма, представленную на рисунке 2.

В регистрах R0, R1, R2 хранятся три числа (кода), регистр R3 используется как счетчик числа единиц, а R4 – в качестве счетчика числа повторений цикла.

Данные со входа Д используются для маскирования (выделения) нужного разряда в коде.

Обратите внимание на то, что для сдвига кода числа в регистрах R0, R1, R2 используется поле 5 микрокоманды (18 ... 16 = 101, т.е. F/2→B), а для выделения нужного разряда в коде используется операция конъюнкции (15 ... 13 = 0100, т.е. R&S).

В графе "Примечание" запишите краткие пояснения по каждой микрокоманде.

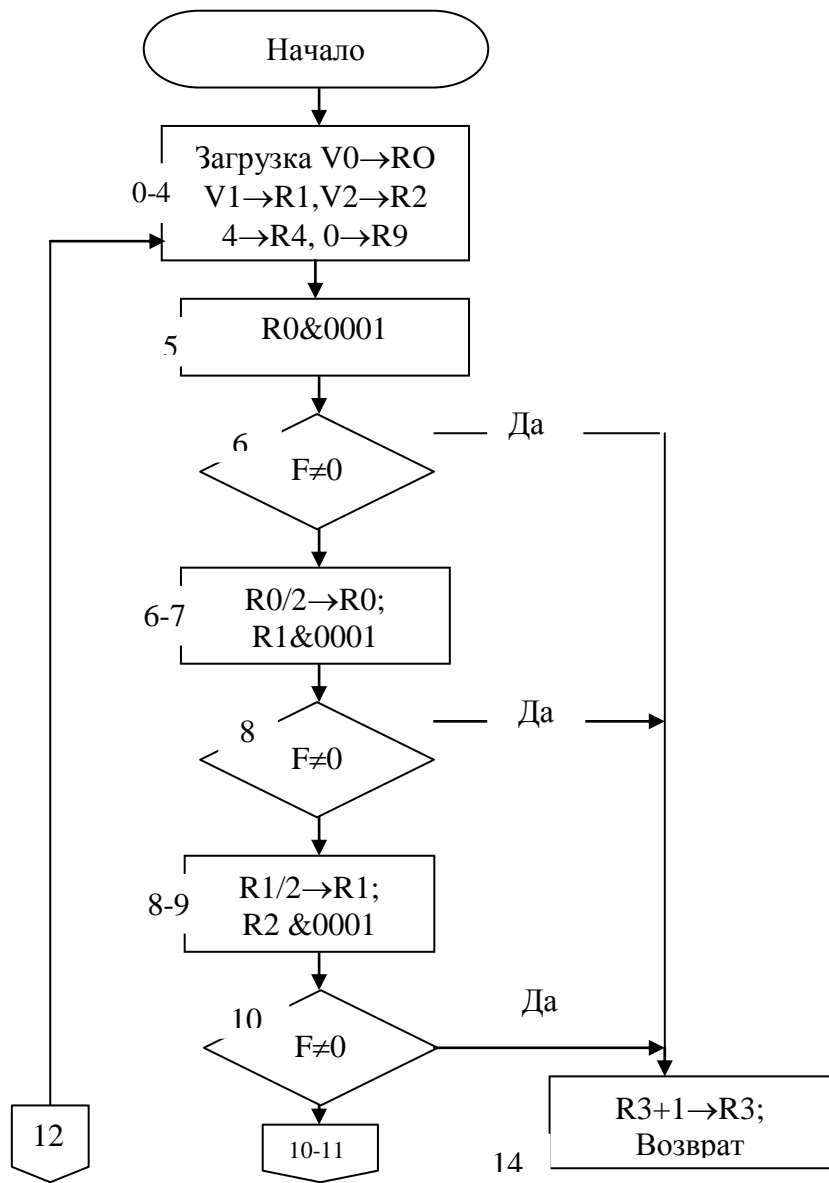


Рис.2 Схема алгоритма циклической микропрограммы к лабораторной работе № 4

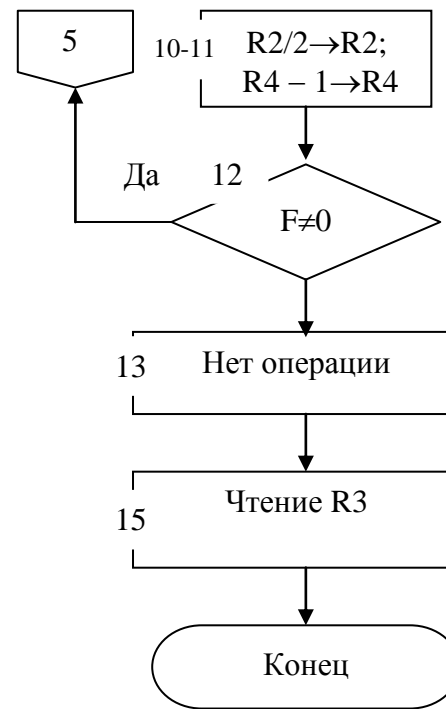


Рис. 2. Продолжение

Таблица 9

Адрес памяти	Номер тетрады							Адрес след. МК	Выполн. операция		
	7	6	5	4	3	2	1			0	
Адр. пере-хода	Упр. сл. ад-ресом	С Фнк	Прием. рез-тов	С Фнк	Ист. опе-ранд	СО	КОП	А	В	D	
Б..Б0	Р3..Р0	18/7/6	12/1/0	1/1/1	1/1/1	1/1/1	1/1/1	А3А0	В3В0	D3D0	
0	0010	011	011	111	011	011	011	0000	0000	V0	Продолж. 3арV0 в R0
1	0010	011	011	111	011	011	011	0001	0001	V1	3арV1 в R1
2	0010	011	011	111	011	011	011	0010	0010	V2	3арV2 в R2
3	0010	011	011	111	011	011	011	0100	0100	0100	R4=4
4	0010	011	011	101	011	100	100	0011	0011	0011	R3=0
5	0010	001	001	101	101	100	100	0000	0000	0001	R0&D
6	1110	0100	101	011	011	011	011	0000	0000	0000	Пер.к/п/п 14 R0/2→R0 (F≠0)
7	0010	001	001	101	101	100	100	0001	0001	0001	Продолж. R1&D
8	1110	0100	101	011	011	011	011	0001	0001	0001	Пер.к/п/п14 R1/2→R1 14 (F≠0)
9	0010	001	001	101	101	100	100	0010	0010	0001	Продолж. R2&D
10	1110	0100	101	011	011	011	011	0010	0010	0010	Пер.к/п/п R2/2→R2 14 (F≠0)
11	0010	011	011	011	011	0001	0001	0100	0100	0100	Продолж. R4-I
12	0101	0000	001	001	001	001	001	001	001	001	Пер.на5(F≠0) Нет операции
13	1111	0001	001	001	001	001	001	001	001	001	Пер. на 15 То же
14	0110	011	011	011	011	1000	1000	0011	0011	0011	Возврат R3+1
15	1111	0001	001	011	011	011	011	0011	0011	0011	Пер. на 15 Чтение R3

2.4. Задавшись значением трех четырехразрядных кодов (чисел), реализуйте на МТ1804 программу подсчета количества единиц в трех числах (п. 2.3).

Контролируйте и анализируйте результат каждой микрокоманды при выполнении микропрограммы.

2.5. Сравните алгоритмы двух программ, одна из которых представлена в кодах К1804 (рис.2, табл.9), вторая – один из вариантов, представленных ниже.

Вариант1.

Ниже представлен фрагмент программы подсчета единиц в трех восьмиразрядных словах, реализованной на Ассемблере КР580ВМ80А (INTEL 8080). Адрес ячейки памяти, хранящей первое слово, находится в регистровой паре HL.

- MVI E,0 ; обнуление счетчика бит: E← 0
- MVI B,3 ; инициализация счетчика циклов (счет - ; чика слов): B← 3
- M4: MVI C,8 ; инициализация счетчика внутренних ; циклов (счетчика бит слова) : C←8
- MOV A, M ; занести в аккумулятор очередное слово ; из памяти: A← (M(HL))
- M2: RLC ; циклический сдвиг влево
- JNC M1 ; проверяется признак выходного переноса ; на равенство нулю. Если выходной пере- ; нос установлен в 0 (т.е. до сдвига старший ; бит был установлен в 0), то осуществляется ; переход на метку M1
- INR E ; подсчет единиц: E← E+1
- M1: DCR C ; уменьшить на 1 счетчик бит: C ← (C)-1
- JNZ M2 ; проверяется признак нулевого результата ; Если результат предыдущей операции не ; равен 0, то осуществляется переход на ; метку M2

DCR B ; счетчик слов уменьшается на 1: $B \leftarrow (B)-1$
 JZ M3 ; переход на метку M3, если рассмотрены
 ; все слова
 INX H ; формирование адреса следующего слова
 ; в регистровой паре HL
 JMP M4 ; безусловный переход на метку M4
 M3: NOP

DEC DX ; уменьшить на 1 счетчик слов:
 ; $DX \leftarrow (DX)-1$
 JNE CIKL ; проверка признака нулевого резуль-
 ; тата, если результат предыдущей
 ; операции не равен 0, то осуществляется
 ; переход на метку CIKL.

Вариант 2

Ниже представлен фрагмент программы подсчета единиц в трех шест-надцатиразрядных словах, реализованной на Ассемблере K1810 VM86 (Intel 8086). Адрес ячейки памяти, содержащей первое слово, находится в регистре SI.

MOV BX,0 ; обнуление счетчика единиц: $BX \leftarrow 0$
 MOV DX,3 ; инициализация счетчика слов: $DX \leftarrow 3$
 CIKL: MOV CX,16 ; инициализация счетчика бит: $CX \leftarrow 16$
 MOV AX,[SI] ; записать в аккумулятор очередное
 ; слово : $AX \leftarrow (SI)$
 AFOR: TEST AX,1 ; проверка бита: $(AX) \& 01H$. Резуль-
 ; тат операции никуда не заносится,
 ; устанавливаются лишь флаги.
 JE NOT ; если бит не установлен в единицу,
 ; то осуществляется переход на метку
 ; NOT.
 INC BX ; подсчет единиц: $BX \leftarrow (BX)+1$.
 NOT: ROR AX,1 ; сдвиг содержимого аккумулятора на
 ; один разряд вправо.
 LOOP AFOR ; $CX \leftarrow (CX)-$ – если $CX=0$, то осущест-
 ; вляется переход на метку AFOR.
 ADD SI,2 ; вычисление адреса следующего
 ; слова.

23

3. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

3.1. Отчет по лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с общефакультетскими требованиями и должен содержать результаты выполнения всех пунктов домашних и лабораторных заданий.

3.2. Микропрограмма должна быть представлена в отчете в виде таблицы с кратким пояснением каждой микрокоманды в графе "Примечание".

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 4.1. Что такое стек?
- 4.2. Что такое указатель стека?
- 4.3. Что такое программный счетчик? Как реализуется программный счетчик в тренажере MT1804?
- 4.4. Поясните алгоритм каждой из представленных программ?
- 4.5. Поясните, как организуется переход к подпрограмме и возврат из нее с помощью схемы K1804 ВУ1.
- 4.6. Какую глубину вложения подпрограмм можно реализовать в MT804? Чем это определяется?
- 4.7. Каким образом осуществляется подсчет единиц в регистре в рассмотренной вами программе?
- 4.8. Что нужно изменить в фрагменте программы варианта 1 (варианта 2) для подсчета нулей? подсчета единиц (нулей) в четных разрядах? подсчета единиц (нулей) в нечетных разрядах?

24

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

СТРУКТУРА ОСНОВНЫХ БИС МИКРОПРОЦЕССОРНОГО НАБОРА СЕРИИ 1804

Серия К1804 представляет собой микропроцессорный комплект (МПК) БИС, выполненных по технологии ТТЛ с диодами Шоттки (ТТЛШ) и предназначенных для построения быстродействующих контроллеров и специализированных вычислительных устройств.

В данное время в состав МПК входят следующие БИС:
1804BC1, 1804BC2 – 4-разрядные микропроцессорные секции (МПС);
1804BU1, 1804BU2, 1804BU3, 1804BU4, 1804BU5 – секции управления адресом микрокоманд;
1804BP1 – схема ускоренного переноса;
1804BP2 – схема для организации сдвигов в МПС;
1804IP1 – 4-разрядный регистр;
1804ГГ1 – тактовый генератор.

1. МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СЕКЦИЯ 1804BC1

Структурная схема К1804BC1 представлена на рис. 3.

МПС имеет следующие особенности:
микропрограммное управление;
возможность наращивания разрядности ($n \times 4$);
регистровое запоминающее устройство (РЗУ) на 16 четырехразрядных слов с 2 каналами считывания;
дополнительный регистр Q с собственными цепями сдвига;
сдвигатели данных для результата операции АЛУ при записи информации в РЗУ;
выработка в АЛУ 4 признаков (переноса, переполнения, знака числа и нулевого результата);
наличие тристабильной шины вывода.

Назначение сигналов на выводах К1804BC1 следующее:	
A0...A3, B0...B3	– адреса ячеек РЗУ по входам А и В;
I0...I8	– код микрокоманды (I0...I2)-источник операндов, (I3...I5)-код операции АЛУ, (I6...I8)-приемник результата;
D0...D3	– входные сигналы внешних данных;
Y0...Y3	– выходные сигналы тристабильной шины;
\overline{OE}	– сигнал разрешения Y0...Y3 выходов;
T	– тактовый сигнал;
C0, C4	– входной и выходной переносы в АЛУ;
\overline{P} , \overline{G}	– сигналы генерации и распространения (используются для ускоренного переноса);
F3	– старший (знаковый) разряд АЛУ;
OVR	– сигнал переполнения (“исключающее ИЛИ” сигналов выходного переноса и переноса старшего разряда в АЛУ);
Z	– сигнал нулевого результата операции в АЛУ ($F = 0$);
PR0, PR3, RQ0, RQ3	– сигналы на двунаправленных выводах МПС при сдвиге перед записью в РЗУ и PгА.

2. СЕКЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ АДРЕСОМ МИКРОКОМАНДЫ 1804BU1 (СУАМ)

Структурная схема БИС К1804BU1 представлена на рис. 4.
БИС К1804BU1 имеет следующие особенности:
наличие внутреннего регистра адреса (PгА);
наличие стека, глубиной 4;
наличие наращиваемого четырехразрядного счетчика микрокоманд;
наличие входа установки нулевого адреса;

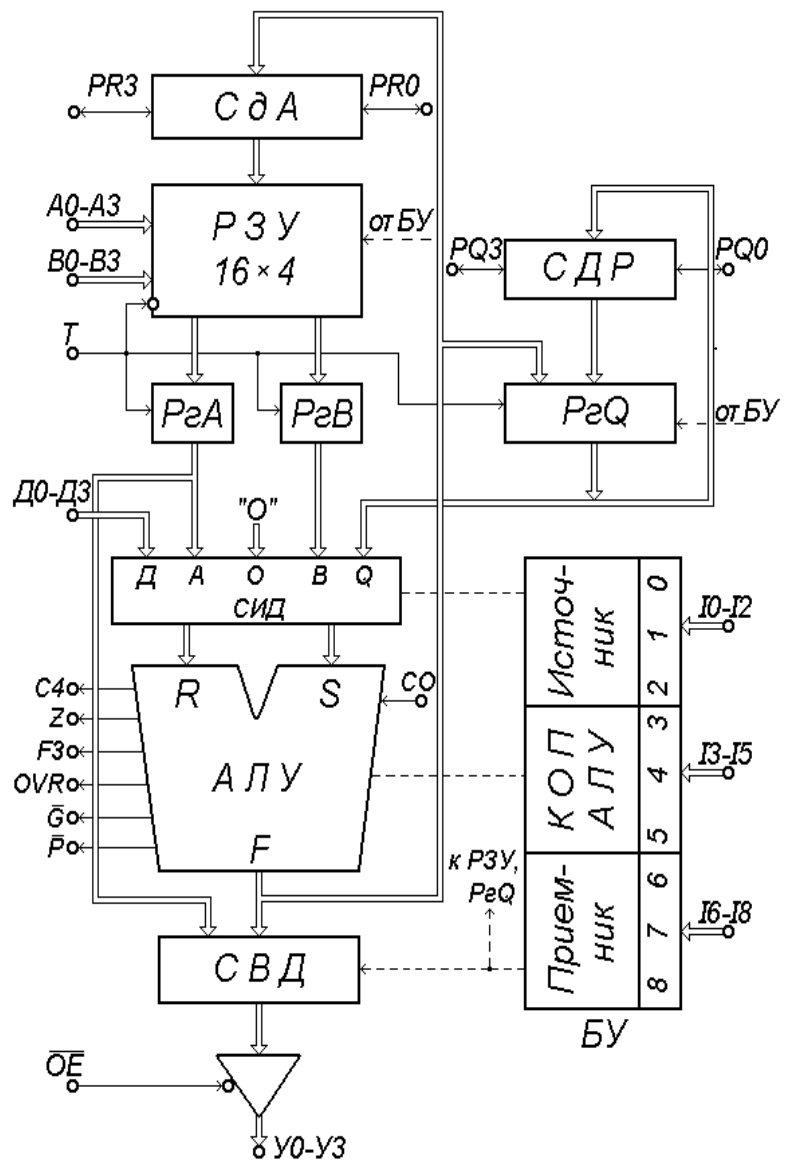


Рис. П1.1 Структурная схема К1804BC1

наличие входов маски OR0...OR3 для модификации адреса;

наличие тристабильных выходов.

Назначение сигналов на выводах БИС К1804BY1:

- D0...D3 – входы адреса микрокоманды из внешнего источника
- P0...P3 – вход регистра адреса;
- \overline{RE} – сигнал разрешения записи в PгA;
- \overline{ZA} – сигнал установки нулевого адреса;
- OR0...OR3 – вход маски;
- S0, S1 – входы выбора источника адреса микрокоманды (МК);
- \overline{FE} , PUP – сигналы управления стеком;
- C0, C4 – сигналы входного и выходного переносов в счетчик микрокоманды (СчМК);
- Y0...Y3 – выходные сигналы тристабильной шины Y;
- T – тактовый сигнал.

Функционирование БИС К1804BY1 определяется таблицами П1.1, П1.2, П1.3, представленными ниже.

С помощью инкремента (ИНК) при C0 = 1 в регистр СчМК записывается следующий, увеличенный на 1, адрес микрокоманды. Этот адрес при соответствующих сигналах управления стеком может быть записан в стек (при прерываниях и при переходах к подпрограммам).

Таким образом, схема К1804BY1 позволяет сформировать очередной адрес микрокоманды (МК), извлекая его из СчМК или из стека, или из PгA, или из внешнего источника (адрес перехода в МК).

Кроме того, в схеме К1804BY1 имеется возможность модификации (маскирования) адреса МК путем логического сложения кода адреса и кода маски, подаваемого на входы OR0...OR3.

В схеме К1804BY1 имеется возможность формирования нулевого адреса с помощью сигнала \overline{ZA} .

Таблица П1.1

S1	S0	Источник адреса
0	0	Счетчик микрокоманд
0	1	Регистр адреса
1	0	Стек
1	1	Входная шина Д0-Д3

Таблица П1.2

OR0-OR3	ZA	OE	Адрес на выходе Y3:Y0
*	*	0	Высокоимпендансное состояние
*	1	1	0000
1111	0	1	1111
0000	0	1	Адрес, поступающий с мультиплексора в зависимости от комбинации сигналов S0, S1

Таблица П1.3

FE	PUP	Состояние стека
0	*	Режим хранения и чтения информации без изменения содержимого указателя стека
1	0	Увеличивается содержимое указателя стека на 1; запись в стек содержимого счетчика микрокоманд
1	1	Уменьшается содержимое указателя стека на 1; выталкивание информации из стека (режим чтения)

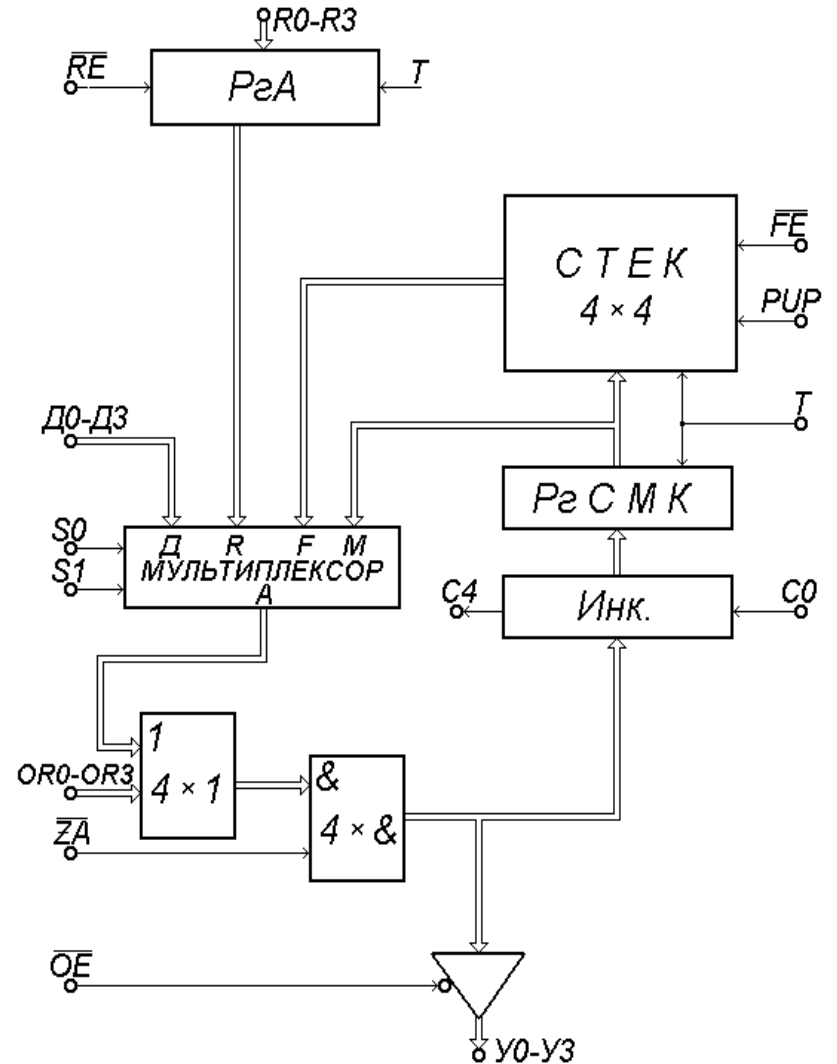


Рис. П1.2 Структурная схема К1804ВУ1

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

УСТРОЙСТВО ОБУЧАЮЩЕЕ МИКРОТРЕНАЖЕР МТ1804

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Устройство предназначено для изучения архитектуры, основ микропрограммирования и принципов применения МПК серии К1804.

1.2. Для работы устройства необходим источник питания постоянного тока напряжением плюс $5В \pm 5\%$ и максимальным током не менее 2.5А.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Устройство работает в двух режимах:
пошаговом;
автоматическом.

2.2. Внутренний тактовый генератор обеспечивает частоту 1 МГц.

2.3. Устройство обеспечивает возможность подключения внешнего тактового генератора, для чего в нем предусмотрена коммутация источника синхросигнала: внешний/внутренний.

2.4. Устройство имеет три контрольные точки для:
контроля тактовых импульсов;
синхронизации сигналом переноса;
синхронизации выходным сигналом компаратора сравнения текущего адреса памяти и адреса, заданного тумблерами.

3. ВНУТРЕННЯЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И РАБОТА УСТРОЙСТВА

3.1. Структурная схема устройства приведена на рис.П2.1, расположение органов управления и индикации – на рис.П2.2. Внутренняя организация устройства соответствует типовой архитектуре микроконтроллера, выполненного на базе МПК серии К1804.

Функционально устройство делится на узел управления и операционный узел.

3.2. Узел управления содержит:

БИС управления адресом микрокоманды К1804ВУ1 (DD22);

микропрограммную память на шестнадцать 32-разрядных слов (DD3...DD10);

32-разрядный регистр микрокоманд (DD11...DD18);

схему управления выборкой следующего адреса (DD23);

переключатели задания адреса и данных;

органы управления режимами загрузки в память и синхронизации.

3.3. Микропрограммная память выполнена в виде ОЗУ для обеспечения возможности ручного программирования.

3.4. Операционный узел содержит:

БИС центрального процессора К1804ВС1 (DD29);

регистр состояния (DD32) и коммутатор флагов состояния (DD38);

мультиплексоры сдвига (DD30, DD35);

регистр выходных данных (DD36).

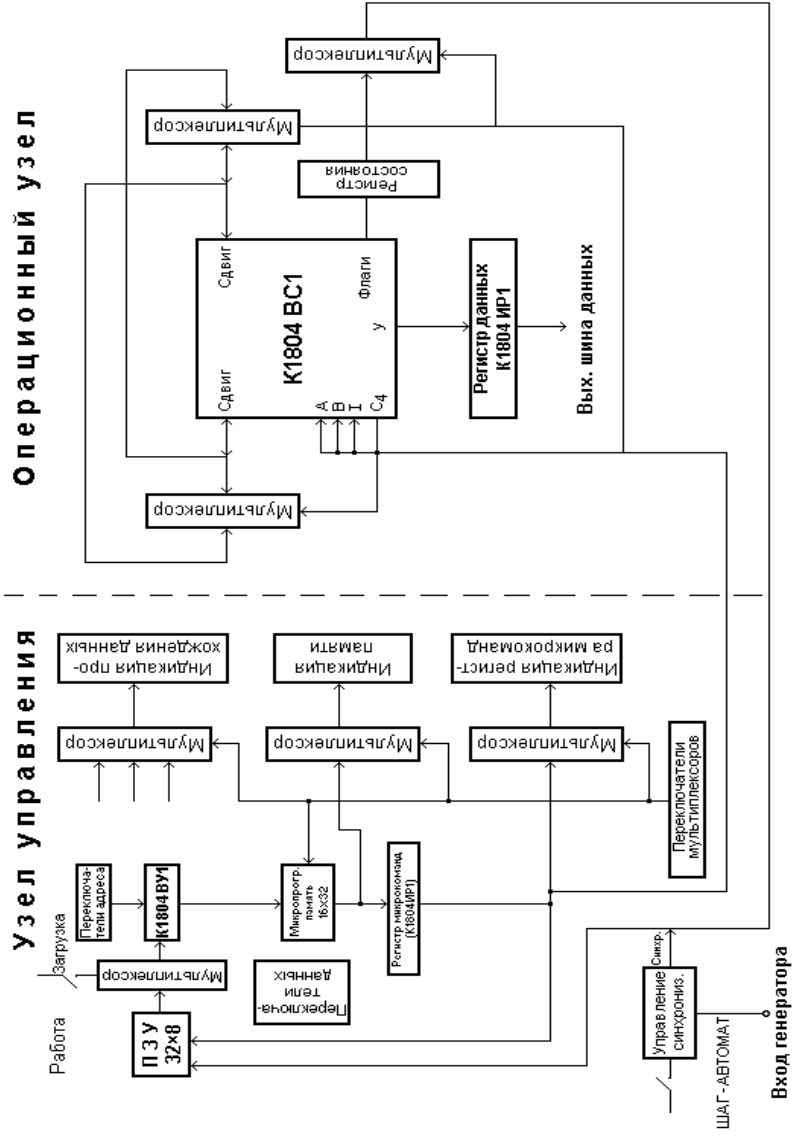


Рис. П2.1 Структурная схема устройства обучающего микротренажера МГ1804

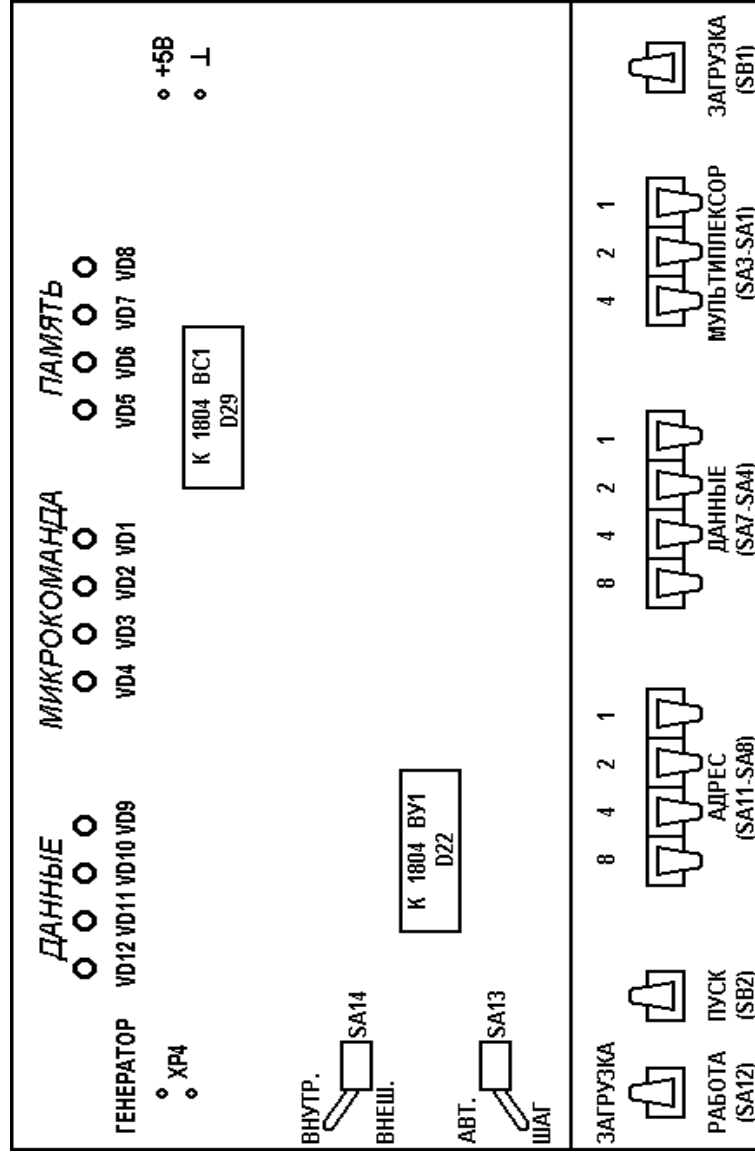


Рис. П2.2 Органы управления и индикации

3.5. В устройстве применяются 32-разрядные микрокоманды. Формат микрокоманды показан на рис. П2.3.

Таблица П2.1

Назначение битов микрокоманды:

Номер бита	Назначение
0-3	Входные данные в АЛУ
4-7	Адрес В ячейки РЗУ
8-11	Адрес А ячейки РЗУ
12-14	Функция АЛУ (КОП)
15	Значение входного переноса
16-18	Источник операндов для АЛУ
19	Разряд S1 управления мультиплексорами сдвига
20-22	Приемник результата операции
23	Разряд S2 управления мультиплексорами сдвига
24-27	Управление выборкой следующего адреса микрокоманды
28-31	Адрес перехода

3.6. Для обеспечения 16 функций перехода к адресу следующей микрокоманды БИС K1804ВУ1 требуется набор управляющих сигналов.

Эти сигналы формируются на выходе схемы DD23, которая дешифрует код P₃P₂P₁P₀ в необходимый набор управляющих сигналов и выполнена в виде ПЗУ на 32 восьмиразрядных слова.

3.7. В регистре состояния DD32 хранится слово состояния центрального процессора DD29. Слово состояния зависит от состояния четырех флагов: нулевого результата Z, знака результата F3, переполнения OVR, выходного переноса C4.

Мультиплексор DD38 позволяет выбрать для проверки нужное условие. БИС DD29 предназначена для выполнения сдвиговых операций.

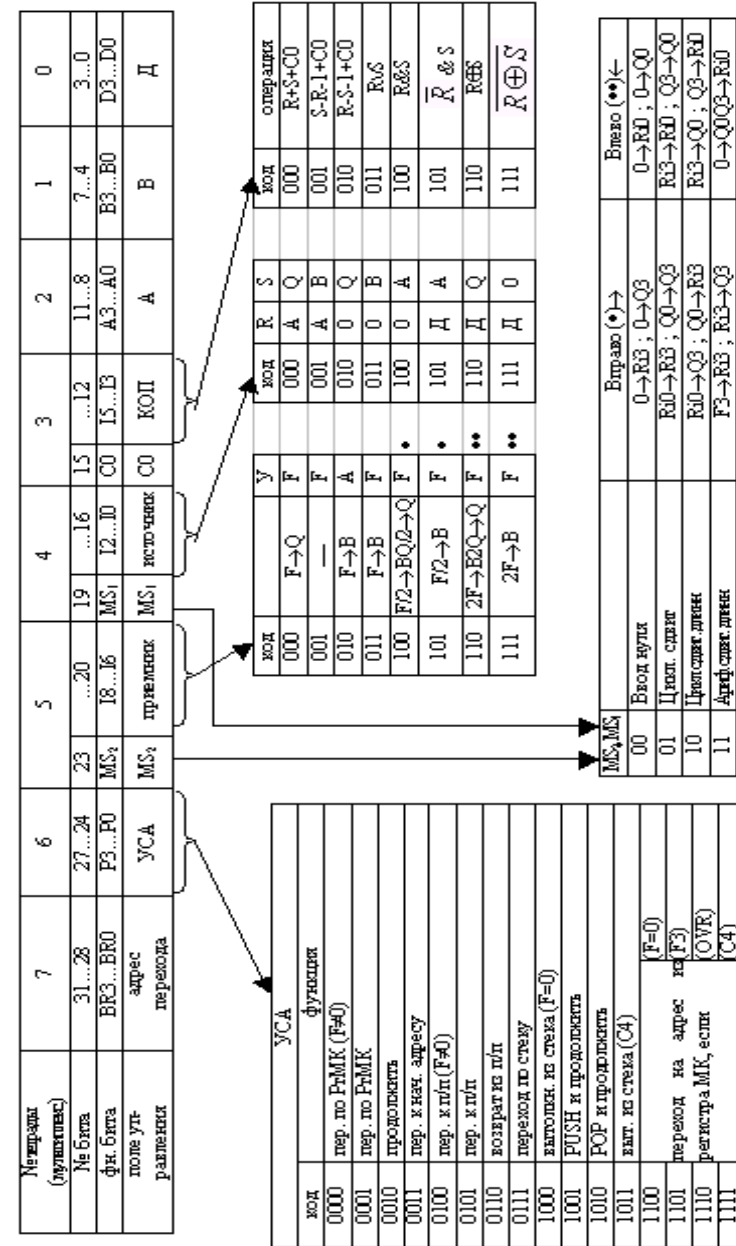


Рис. П. 2.3 Формат микрокоманды МТ1804

3.8. Мультиплексоры DD30, DD35, обеспечивают нужную коммутацию сдвиговых входов/выходов PR3, PR0, RQ0, PQ0

3.9. Микросхема DD36 выполняет функцию выходного регистра данных.

3.10. Устройство имеет три контрольные точки:

XP2 – сигнал переноса из счетчика микрокоманд микросхемы DD22 (K1804BY1);

XP3 – сигнал сравнения текущего адреса микропрограммы с адресом, заданным переключателями АДРЕСА (SA8...SA11);

XP5 – сигнал внутренней синхронизации устройства.

3.11. Устройство имеет три переключателя МУЛЬТИПЛЕКСОР (SA1...SA3), четыре переключателя ДАННЫЕ (SA4...SA7), четыре переключателя АДРЕС (SA8...SA11).

Кроме того, устройство содержит:

переключатель режимов ЗАГРУЗКА/РАБОТА (SA12);

переключатель режимов работы ШАГ/АВТОМАТ (SA13);

переключатель генератора синхросигнала ВНУТРЕННИЙ/ВНЕШНИЙ (SA14);

кнопку ЗАГРУЗКА SB1;

кнопку ПУСК SB2.

3.12. Светодиодные индикаторы МИКРОКОМАНДА (VD1...VD4) предназначены для индикации содержимого регистра микрокоманд. Индикация 32-разрядного слова осуществляется потетрадно.

Номер тетрады, выводимой на индикатор, определяется положением переключателей МУЛЬТИПЛЕКСОР (SA1...SA3). Верхнее положение переключателя соответствует логической единице.

3.13. Светодиодные индикаторы ПАМЯТЬ (VD5...VD8) предназначены для индикации микропрограммной памяти.

3.14. Светодиодные индикаторы ДАННЫЕ (VD9...VD12) предназначены для индикации прохождения данных в 8 узлах схемы устройства. Коммутация сигналов осуществляется

мультиплексорами DD39...DD42. Эти мультиплексоры управляются переключателями МУЛЬТИПЛЕКСОР (SA1...SA3). Точки подключения индикаторов VD9...VD12 определяют по табл. П2.2.

Таблица П2.2

SA1...SA3	Индикаторы данных				Функция
	VD12	VD11	VD10	VD9	
	8	4	2	1	
000	Y ₃	Y ₂	Y ₁	Y ₀	Выход K1804BY1
001	Y ₃	Y ₂	Y ₁	Y ₀	Выход K1804BC1
010	C ₄	OVR	F3	Z	Флаги K1804BC1 CCE – выход коммутатора флагов состояния
011	C ₄	CCE	P	G	Выход регистра состояния
100	ST ₃	ST ₂	ST ₁	ST ₀	Входы/выходы сдвига K1804BC1
101	PQ ₃	PQ ₀	PR ₃	PR ₀	Выход регистра выходных данных K1804IP1 (DD36)
110	Y ₄	Y ₃	Y ₂	Y ₁	Выход с тремя состояниями регистра выходных данных (DD36)
111	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁	

3.15. Устройство может работать в режиме ЗАГРУЗКА при осуществлении ручного программирования памяти и в режиме РАБОТА – при выполнении программы.

3.16. Для выполнения режима ЗАГРУЗКА необходимо: переключатель SA12 установить в положение ЗАГРУЗКА;

переключателями АДРЕС набрать нужный адрес;
переключателями МУЛЬТИПЛЕКСОР установить номер тетрады;

переключателями ДАННЫЕ набрать необходимый код данных для записи в выбранную тетраду;
нажатием кнопки ЗАГРУЗКА (SB1) произвести запись;
осуществлять контроль за записываемой информацией по показателям VD5, VD6, VD7, VD8.

Повторить эти действия для всех тетрад микропрограммы, переключая переключатели МУЛЬТИПЛЕКСОР.

3.17. В режиме РАБОТА устройство может выполнять программу по шагам или автоматически. Для выполнения программы в пошаговом режиме необходимо переключатель SA13 установить в положение ШАГ. При этом синхронизация устройства будет осуществляться от кнопки ПУСК (SB2). При однократном нажатии SB2 выполняется одна микрокоманда.

Для автоматического выполнения программы переключатель SA13 необходимо установить в положение АВТОМАТ.

3.18. Для запуска программы нужно произвести начальную установку, т.е. ввести в регистр МК микрокоманду, соответствующую стартовому адресу микропрограммы. Для этого после окончания загрузки микропрограммы переключателями АДРЕС установить значение стартового адреса, а затем нажать один раз кнопку ПУСК. При этом в регистр МК будет записана микрокоманда, соответствующая стартовому адресу микропрограммы. Затем для дальнейшего выполнения микропрограммы необходимо переключатель SA12 перевести в положение РАБОТА. При последующем нажатии кнопки ПУСК в пошаговом режиме будет выполнена стартовая команда микропрограммы. В автоматическом режиме нажатие клавиши ПУСК приводит к выполнению всей микропрограммы.

ПРИМЕНЯЕМЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

БИС – большая интегральная схема
КОП – код операции
РЗУ – регистровое запоминающее устройство
АЛУ – арифметико-логическое устройство
РОН – регистр общего назначения
С0 – входной перенос в АЛУ
F3 – флаг знакового разряда (старший разряд АЛУ)
OVR – флаг переполнения АЛУ
С4 – флаг выходного переноса АЛУ
Z – флаг нулевого результата в АЛУ
УСА – управление следующим адресом
УП – управляющая память

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нестеров П.В. и др. Архитектура и проектирование микро-ЭВМ. Организация вычислительных процессов: Учебник для вузов. В 3-х кн. /П.В. Нестеров и др. М.: Высш. шк., 1986. Кн.1. 495 с.
2. Проектирование цифровых систем на комплектах микропрограммируемых БИС/ Булгаков С.С. и др. М.: Радио и связь, 1984. 240 с.
3. Устройство обучающее микротренажер МТ1804. Паспорт 5.858.059 ПС, 1983.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	1
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ПРИНЦИПА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОТРЕНАЖЕРА МТ1804.....	1
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ПРИНЦИПА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИС К1804ВС1.....	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ПРИНЦИПА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЛОКА МИКРОПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ БИС К1804ВУ1.....	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДПРОГРАММ.....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СТРУКТУРА ОСНОВНЫХ БИС МИКРОПРОЦЕССОРНОГО НАБОРА СЕРИИ 1804.....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. УСТРОЙСТВО ОБУЧАЮЩЕЕ МИКРОТРЕНАЖЕР МТ1804.....	31
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	40
ПРИМЕНЯЕМЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	40

“МИКРОПРОГРАММНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛИ“
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
по дисциплине “ Микропроцессорные системы”
для студентов специальности 230101
“Вычислительные машины, комплексы, системы и сети”
очной и очной сокращенной форм обучения

Составители

Галина Викторовна Петрухнова
Сергей Владимирович Тюрин

Компьютерный набор В.В. Вовка, О.И. Спиридоновой,
А.А. Титова

В авторской редакции

Подписано в печать 16.12.2009.

Формат 60x84/16. Бумага для множительных аппаратов.

Усл. печ. л. 2,7 Уч.-изд. л. 2.5 . Тираж 60 экз. "С"
Зак. №

ГОУВПО

«Воронежский государственный технический
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14