

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ
МИКРОПРОЦЕССОРОВ НА БАЗЕ
СХЕМ СЕРИИ K1804**

Учебно–методическое пособие
(специальность 010803 (014100)
"Микроэлектроника
и полупроводниковые приборы")

Воронеж
2005

Утверждено научно-методическим советом физического факультета от 16 февраля 2005 г. протокол № 2 .

Составители: Бормонтов Е.Н.
Быкадорова Г.В.
Николаенков Ю.К.

Учебно–методическое пособие подготовлено на кафедре физики полупроводников и микроэлектроники физического факультета Воронежского государственного университета.

Рекомендуется для студентов 4 и 5 курсов физического факультета специальности 010803 (014100) "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы", студентов 4 и 5 курсов, обучающихся в бакалавриате и магистратуре по направлению "Физика" (программа "Физика полупроводников. Микроэлектроника"), а также студентов специальности 210401 (2001) "Микроэлектроника и твердотельная электроника".

Содержание

1. Лабораторная работа №1. Организация работы с регистрами местной регистровой памяти	4
2. Лабораторная работа №2. Сдвиговые операции процессорного блока	9
3. Лабораторная работа №3. Исследование арифметических операций процессорного блока	13
4. Лабораторная работа №4. Исследование логических операций процессорного блока	18
5. Лабораторная работа №5. Исследование выполнения команд безусловных переходов	22
6. Лабораторная работа №6. Исследование выполнения команд условных переходов	24
7. Лабораторная работа №7. Организация циклов с помощью стека	27
8. Лабораторная работа №8. Организация подпрограмм	29
9. Лабораторная работа №9. Организация вложения подпрограмм	31
10. Лабораторная работа №10. Исследование алгоритма подсчета единиц в регистрах общего назначения	34
11. Лабораторная работа №11. Моделирование 16-битового двоичного счетчика	37
Литература	40

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

Организация работы с регистрами местной регистровой памяти

Цель работы

1. Изучить структуру и режимы работы операционного и управляющего блоков микротренажера МТ1804.
2. Изучить структуру и основы функционирования микросхемы К1804ВС1.
3. Исследовать работу микросхемы К1804ВС1 при загрузке регистров местной регистровой памяти.

При подготовке и проведении работы необходимо выполнить следующее.

1. Изучить структуру, принципиальные электрические схемы и режимы работы лабораторного стенда [1,3].
2. Изучить структуру и основы функционирования микросхемы К1804ВС1 [4].
3. Согласно заданному преподавателем варианту заданий (табл.1) составить микропрограмму загрузки регистров местной регистровой памяти указанными данными. Предусмотреть режим чтения данных из РОН на выходную шину БИС К1804ВС1.

Таблица 1

Варианты заданий

Номер варианта	Регистр общего назначения										
	RO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R13	R14	RQ
1	x	2	3	4	x	6	7	x	x	x	11
2	1	x	x	4	3	x	5	x	x	8	9
3	15	2	x	4	x	x	3	4	5	x	x
4	x	14	3	x	5	x	1	x	x	4	5
5	3	x	x	4	x	6	x	0	12	x	3
6	0	2	x	x	5	x	7	x	x	0	1
7	x	x	1	7	11	x	6	x	9	x	15
8	9	12	x	x	8	10	x	7	x	10	x
9	x	8	x	4	x	x	9	x	8	13	11
10	0	x	7	15	x	2	10	x	9	x	x
11	x	x	2	6	10	x	3	11	x	x	15
12	12	13	x	1	x	11	x	4	12	x	x

Порядок выполнения работы

1. Получить допуск к работе у преподавателя, предъявив домашнее задание и ответив на контрольные вопросы.
2. Записать составленную микропрограмму в память микропрограмм стенда в режиме ЗАГРУЗКА.
3. Выполнить в пошаговом режиме микропрограмму, контролируя с помощью индикаторов VD12÷VD9 прохождение данных. Работа считается выполненной при полном совпадении теоретических и экспериментальных результатов.
4. Составить и защитить отчет по лабораторной работе.

Методические указания к выполнению работы

Рассмотрим пример составления микропрограммы загрузки и чтения данных при следующих условиях: $0010_2 = 2_{16} \Rightarrow R0$; $0001_2 = 1_{16} \Rightarrow R1$; $0101_2 = 5_{16} \Rightarrow R6$.

Разместим микрокоманды в микропрограммной памяти последовательно, начиная с адреса 0000 (табл.2).

По условию первая микрокоманда по адресу 0000 должна загружать число 2_{16} в регистр R0 процессорного элемента. Поэтому в поле D записывается код 0010 (данные), в поле В – код 0000 (номер регистра приемника). Код источников операндов I2÷I0 принимаем равным 111 ($R=D$, $S=0$), а код функции АЛУ I5÷I3 – 011 (логическое сложение R и S). Следовательно, результат операции F будет равен коду числа D. Этот результат должен быть загружен в регистр с адресом В (0000), поэтому в поле I8÷I6 приемника результата записывается код 011. Состояние сигналов полей C0, S0, S1 в первой микрокоманде безразлично.

Вторая микрокоманда позволяет выбрать содержимое регистра R0 на выходную шину данных процессорного элемента, т.е. осуществить операции чтения R0. Код источников операндов I2÷I0 принят равным 011 ($R=0$, $S=R0$), код функции АЛУ остался равным 011 ($R \vee S$). В поле выбора приемника результата I8÷I6 размещаем код 001, поэтому полученный результат не записывается в РОН, а только выдается на выходную шину Y.

Микрокоманды 3 и 4 выполняют аналогичные операции с регистром R1, а микрокоманды 5 и 6 – с регистром R6. Загрузка и чтение содержимого регистра Q выполняется аналогичным способом. Для этого необходимо только изменить программирование приемника результата (разряды I8÷I6).

Запись разработанной программы в микропрограммную память осуществляется в режиме ЗАГРУЗКА.

Выполнение программы требует следующей установки переключателей: переключателя SA14 ЗАГР/РАБ в положение ЗАГРУЗКА; переключателей адреса SA11÷SA8 – положение 0000 (адрес первой микрокоманды).

Микропрограмма загрузки и чтения данных регистров местной регистровой памяти

Таблица 2

№ МК	Тетрады Адрес				101				100				011				010				001				000			
	3	2	1	0	S1	I8	I7	I6	S0	I2	I1	I0	C0	I5	I4	I3	A3	A2	A1	A0	B3	B2	B1	B0	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	0	x	0	1	1	x	1	1	1	x	0	1	1	x	x	x	x	0	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	x	0	0	1	x	0	1	1	x	0	1	1	x	x	x	x	0	0	0	0	x	x	x	x
3	0	0	1	0	x	0	1	1	x	1	1	1	x	0	1	1	x	x	x	x	0	0	0	1	0	0	0	1
4	0	0	1	1	x	0	0	1	x	0	1	1	x	0	1	1	x	x	x	x	0	0	0	1	x	x	x	x
5	0	1	0	0	x	0	1	1	x	1	1	1	x	0	1	1	x	x	x	x	0	1	1	0	0	1	0	1
6	0	1	0	1	x	0	0	1	x	0	1	1	x	0	1	1	x	x	x	x	0	1	1	0	x	x	x	x

Содержимое регистра микрокоманд и состояний устройства МТ1804

Таблица 3

Адрес МК	Выходная шина СУАМ К1804ВС1				Выходная шина К1804ВС1				Признаки ре- зультата выхода К1804ВС1				Признаки				Вых. сигналы регистра Rг сост				Входы/выходы сдвигателей				Вых. сигналы Y регистра RгD				Вых. сигналы Q регистра RгD			
	Y3	Y2	Y1	Y0	Y3	Y2	Y1	Y0	C4	ovr	F3	Z	C4*	TST	P	G	C4	ovr	F3	Z	PQ3	PQ2	PQ1	PQ0	Y3	Y2	Y1	Y0	Q3	Q2	Q1	Q0
0000	Теор. 0	1 Экс.																														
0001																																
0011																																
0100																																
0101																																
0110																																

Нажать кнопку SB2 (ПУСК) один раз. При нулевом значении адреса это приведет к записи в регистр микрокоманд первой микрокоманды и произойдет загрузка регистра R0 процессорного элемента.

Далее переключатели адреса SA11÷SA8 установить в положение 0001 и снова один раз нажать кнопку ПУСК. Это приведет к записи в RгМК из микропрограммной памяти второй микрокоманды. Содержимое R0 будет извлечено из регистровой памяти на выходную шину БИС K1804BC1. Остальные пары микрокоманд загрузки в РОН и проверки их содержимого выполняются аналогично.

Проконтролировать состояние устройства МТ1804 и результаты выполнения микрокоманд, записав в таблицу 3 теоретические и экспериментальные данные.

Контрольные вопросы

1. Опишите состав и назначение основных узлов микротренажера МТ1804.
2. Каким образом на стенде осуществляется индикация отображения регистра микрокоманд, микропрограммной памяти, флагов состояний процессорного элемента?
3. Перечислите основные режимы работы микротренажера МТ1804.
4. Какие действия необходимо выполнить для осуществления режима ЗАГРУЗКА?
5. Как осуществить запуск программы?
6. Опишите состав и назначение основных узлов микросхемы K1804BC1.
7. Какие данные могут быть поданы на входы АЛУ микросхемы K1804BC1?
8. Какие данные могут быть поданы на выход секции K1804BC1?
9. Какие регистры содержит регистровая часть секции K1804BC1?
10. Объясните назначение местной регистровой памяти секции K1804BC1?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

Сдвиговые операции процессорного блока

Цель работы: исследовать работу БИС К1804ВС1 при выполнении сдвиговых операций одинарной и двойной длины.

При подготовке и проведении работы необходимо выполнить следующее.

1. Изучить структуру и основы функционирования микросхемы К1804ВС1 при выполнении сдвиговых операций [2,4].
2. Согласно заданному преподавателем варианту заданий (табл.4), составить и исследовать на лабораторном стенде микропрограмму выполнения сдвиговых операций над содержимым одного из регистров общего назначения и регистром RrQ. Порядок выполнения сдвиговых операций определяется согласно варианту задания.

Таблица 4

Варианты заданий

Номер варианта	Алгоритм выполнения сдвиговых операций
1	(R1)= 1; (RQ)=8; LD; RDC; LC; R
2	(R2)= 2; (RQ)=7; R; LC; LDC; RD
3	(R3)= 3; (RQ)=6; L; LC; RDC; RD
4	(R4)= 4; (RQ)=5; RD; LD; RDC; LDC
5	(R5)= 5; (RQ)=4; RC; LC; RDC; L
6	(R6)= 6; (RQ)=3; LC; RC; LDC; R
7	(R7)= 7; (RQ)=2; RDC; R; L; RC
8	(R8)= 8; (RQ)=1; RDC; LC; RC; L
9	(R9)= 9; (RQ)=0; LD; RDC; L; RD
10	(R10)=10; (RQ)=4; RD; L; RC; LC
11	(R11)=11; (RQ)=8; L; RC; RDC; LD
12	(R12)=12; (RQ)=2; R; LDC; RD; L

В таблице 4 введены следующие обозначения: **L** – сдвиг влево одинарной длины; **R** – сдвиг вправо одинарной длины; **LD** – сдвиг влево двойной длины; **LC** – сдвиг влево одинарной длины, циклический; **LDC** – сдвиг влево двойной длины, циклический.

Порядок выполнения работы

1. Получить допуск к работе у преподавателя, предъявив домашнее задание и ответив на контрольные вопросы.
2. Записать составленную микропрограмму в память микропрограмм стенда в режиме ЗАГРУЗКА.
3. Выполнить в пошаговом режиме микропрограмму, контролируя с помощью индикаторов VD12÷VD9 прохождение данных. Работа считается выполненной при полном совпадении теоретических и экспериментальных результатов.
4. Составить и защитить отчет по лабораторной работе.

При подготовке к лабораторной работе необходимо составить таблицу показаний индикаторов VD12÷VD9 для каждого такта работы микропрограммы.

Получив допуск к работе, необходимо записать составленную микропрограмму в память микропрограмм и выполнить ее в пошаговом режиме. Работа считается выполненной при совпадении составленной таблицы и реального показания индикаторов.

Методические указания к выполнению работы

Поле управления сдвигом (S1 и S0) регистра микрокоманд задает связи между РОН и регистром Q при выполнении сдвиговых операций. Направление сдвига и сдвигаемые регистры, участвующие в микрооперации сдвига, задаются полем выбора приемника результата (табл.5).

Таблица 5

Зависимость сдвиговых операций от кода микрокоманд

S0	S1	Сдвиг вправо (I7=0)	Сдвиг влево (I7=1)
0	0	Сдвиг одинарной длины с вводом лог.0 в старшие разряды регистра общего назначения и Q-регистра	Сдвиг одинарной длины с вводом лог.0 в младшие разряды регистра общего назначения и Q-регистра
0	1	Циклический сдвиг одинарной длины	Циклический сдвиг одинарной длины
1	0	Циклический сдвиг двойной длины	Циклический сдвиг двойной длины
1	1	Арифметический сдвиг двойной длины с вводом значения знакового разряда в старший разряд регистра общего назначения	Арифметический сдвиг двойной длины с вводом лог. 0 в младший разряд Q-регистра

Микропрограмма выполнения сдвиговых операций, демонстрирующая выполнение сдвиговых операций одинарной и двойной длины, приведена в табл.6.

Микрокоманда 1 используется для загрузки в регистр R0 значения 2. Микрокоманда 2 выполняет циклический сдвиг содержимого R0 влево на один разряд. Следующая микрокоманда 3 циклически сдвигает содержимое R0 вправо на один разряд. Четвертая микрокоманда очищает Q регистр. Микрокоманда 5 выполняет циклический сдвиг двойной длины влево, а шестая микрокоманда – циклический сдвиг двойной длины вправо. Микрокоманда 7 является примером команды, не выполняющей никаких действий, т.е. она не меняет внутреннее состояние регистров и флагов БИС K1804BC1.

Программа выполняется в следующей последовательности:

- переключатель SA14 ЗАГР/РАБ установить в положение ЗАГРУЗКА;
- переключатели адреса SA8÷SA11 установить в положение 0000;
- нажать кнопку SB2 (ПУСК); при этом в регистр R0 будет записано число 2;
- переключатели адреса SA11÷SA8 установить в положение 0001;
- для индикации выходных шин БИС K1804BC1 переключатели SA3÷SA1 установить в положение 001;
- нажать кнопку ПУСК.

На светодиодах VD12÷VD9 должно высветиться число 0010. Если переключатели адреса оставить в положении 0001 и нажать SB2, то числа на индикации будут изменяться в последовательности: 4, 8, 1, 2, 4 и т.д., что означает выполнение циклического сдвига содержимого регистра R0 влево на один разряд за один такт.

Аналогичным образом осуществляется циклический сдвиг вправо при положении 0010 адресных переключателей SA11÷SA8.

При выполнении циклического сдвига двойной длины по микрокоманде 5 светодиоды VD12÷VD9 должны показывать: 2, 4, 8, 0, 0, 0, 0, 1, 2, 4 и т.д. При выполнении циклического сдвига двойной длины по микрокоманде 6 индикаторы покажут: 2, 1, 0, 0, 0, 0, 8, 4, 2 и т.д.

Контрольные вопросы

1. Как выполняются сдвиговые операции в процессорном элементе?
2. Объясните работу мультиплексоров сдвига устройства MT1804 при выполнении сдвиговых операций.
3. Чем определяется направление сдвига?

Программа выполнения сдвиговых операций

[illegible]

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

Исследование арифметических операций процессорного блока

Цель работы: изучить функциональные возможности блока АЛУ БИС K1804BC1 и исследовать работу блока при выполнении арифметических операций.

При подготовке и проведении работы необходимо выполнить следующее.

1. Изучить структуру и основы функционирования АЛУ схемы K1804BC1 при выполнении арифметических операций [4,5].
2. Согласно заданному преподавателем варианту заданий (табл.7), составить и исследовать на лабораторном стенде микропрограмму выполнения арифметических операций над содержимым регистров общего назначения. Микропрограмма должна выполнять следующие действия:
 - прием в регистр R_i кода числа j с проверкой на выходе Y ;
 - прием в регистр Q кода числа n с проверкой на выходе Y ;
 - сложение содержимого регистра R_i с константой k_1 , запись результата в регистр R_i с одновременной выдачей на выходы Y микросхемы;
 - вычитание из содержимого регистра Q числа k_2 , запись результата в регистр Q с одновременной выдачей на выходы Y ;
 - сложение содержимого регистра R_i с содержимым регистра Q , запись результата в регистр R_{i+1} и выдача результата на выход Y ;
 - арифметический сдвиг двойной длины вправо содержимого регистров R_{i+1} и Q ; выдача содержимого регистра Q на выходы Y микросхемы.

Составить таблицу прохождения данных при выполнении микропрограммы. Порядок выполнения арифметических операций определяется согласно варианту задания из таблицы 7.

Порядок выполнения работы

1. Получить допуск к работе у преподавателя, предъявив домашнее задание и ответив на контрольные вопросы.
2. Записать составленную микропрограмму в память микропрограмм стенда в режиме ЗАГРУЗКА.
3. Выполнить в пошаговом режиме микропрограмму, контролируя с помощью индикаторов VD12÷VD9 прохождение данных. Работа считается выполненной при полном совпадении теоретических и экспериментальных результатов.
4. Составить и защитить отчет по лабораторной работе.

Варианты заданий

номер варианта	R_i	j	n	k_1	k_2
1	R0	5	12	1	4
2	R5	6	10	2	5
3	R3	4	11	3	6
4	R6	3	13	1	7
5	R6	2	14	2	8
6	R4	0	9	3	4
7	R0	1	8	1	5
8	R1	7	7	2	6
9	R2	8	6	3	7
10	R3	9	5	1	8
11	R5	6	2	2	4
12	R4	4	1	3	5

Методические указания к выполнению работы

Рассмотрим пример составления микропрограммы при следующих исходных данных: $i=6$; $j=11_{10}$; $k_1=12_{10}$; $k_2=1010$; $n=9$.

Разместим микрокоманды последовательно в памяти микропрограмм, начиная с адреса 0000 (табл.8).

Первая микрокоманда осуществляет загрузку числа $j=1011$ в регистр R6, поэтому в поле D записываем код 1011, а в поле В – код 0110 (номер регистра приемника). По второй микрокоманде происходит загрузка кода числа 9_{10} в регистр Q. При этом состояние сигналов поля В безразлично, а в поле выбора приемника результата записывается код 000.

Рассмотрим составление пятой микрокоманды, которая должна суммировать содержимое регистров R6 и Q, а результат операции записывать в регистр R7. Поле $I5 \div I3$ (функция АЛУ) должно содержать код 000 (операция $R + S + C0$), при этом поле входа переноса $C0$ должно содержать 0. Код источников операндов $I2 \div I0$ выбираем равным 000 ($R=A$, $S=Q$), а в поле А записываем адрес 0110 шестого регистра. Так как результат необходимо записать в седьмой регистр, в поле выбора приемника $I8 \div I6$ размещаем код 011, а в поле В – код 0111. Состояние сигналов полей D, S0, S1 для пятой микрокоманды безразлично.

Аналогично записываются и остальные микрокоманды. В шестой микрокоманде $S0=1$ и $S1=1$ задают арифметический сдвиг, а код $I8 \div I6 = 100$ – сдвиг результата (содержимого В и Q) вправо.

Составит таблицу прохождения данных для выходных сигналов процессорного элемента при выполнении каждой микрокоманды.

Рассмотрим заполнение таблицы на примере третьей микрокоманды, задающей сложение содержимого регистра R6 с числом 12 и запись результата в регистр R7.

$$\begin{array}{r}
 R6 \quad 1\ 0\ 1\ 1 \\
 12_{10}^+ 1\ 1\ 0\ 0 \\
 \hline
 1\ 0\ 1\ 1\ 1
 \end{array}$$

Следовательно, результат операции будет равен 0111, сигнал $Z=0$ (результат операции не равен нулю), знаковый сигнал $F3=0$, сигнал переполнения $OVR=1$ (нет переноса в старший разряд, а перенос из старшего разряда есть), сигнал переноса $C4 = 1$.

Так как сдвиг в данной операции не происходит, то выходы PQ0, PR0, PQ3, PR3 находятся в третьем состоянии.

Для выполнения микропрограммы, которая предварительно должна быть записана в микропрограммную память, в шаговом режиме необходимо выполнить следующие действия:

- переключатель ШАГ/АВТ установить в положение ШАГ;
- переключатель ЗАГР/РАБ установить в положение ЗАГРУЗКА;
- переключателями адреса SA11÷SA8 установить адрес той микрокоманды, которую необходимо выполнить;
- нажать кнопку ПУСК.

Микропрограмма для исследования арифметических операций

[illegible]

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

Исследование логических операций процессорного блока

Цель работы: изучить функциональные возможности блока АЛУ БИС К1804ВС1 и исследовать его работу при выполнении логических операций.

При подготовке и проведении работы необходимо выполнить следующее.

1. Изучить структуру и основы функционирования АЛУ схемы К1804ВС1 [2,4].
2. Согласно заданному преподавателем варианту заданий (табл.9), составить и исследовать на лабораторном стенде микропрограмму выполнения логических операций над содержимым одного из регистров общего назначения. Микропрограмма должна выполнять следующие действия:
 - прием в регистр R_i кода числа j с проверкой на выходе Y ;
 - прием в регистр R_n кода числа m с проверкой на выходе Y ;
 - выполнение логической операции FL1 между числом в R_i и числом D1 с шины данных, запись результата в регистр R_i с одновременной выдачей на выходы Y ;
 - выполнение логической операции FL2 между числом в R_n и числом D2 с шины данных, запись результата в регистр R_n с одновременной выдачей на выходы Y .

Составить таблицу прохождения данных при выполнении микропрограммы.

Порядок выполнения логических операций определяется согласно варианту задания из таблицы 9.

Порядок выполнения работы

1. Получить допуск к работе у преподавателя, предъявив домашнее задание и ответив на контрольные вопросы.
2. Записать составленную микропрограмму в память микропрограмм стенда в режиме ЗАГРУЗКА.
3. Выполнить в пошаговом режиме микропрограмму, контролируя с помощью индикаторов VD12÷VD9 прохождение данных. Работа считается выполненной при полном совпадении теоретических и экспериментальных результатов.
4. Составить и защитить отчет по лабораторной работе.

Методические указания к выполнению работы

Рассмотрим пример составления микропрограммы при следующих исходных данных: $(R3)=1010_2$; $(R7)=0001_2$; $D1=0100_2$; $D2=1101_2$; $FL1 = R3 \wedge \overline{D1}$; $FL2 = R7 \vee D2$.

Варианты заданий

номер варианта	R_i	j	R_n	m	D1	D2	FL1	FL2
1	R3	10	R1	12	1	4	$\overline{R_i} \oplus D1$	$R_n \vee D2$
2	R0	5	R7	10	2	5	$R_i \wedge D1$	$R_n \oplus D2$
3	R5	4	R4	11	3	6	$\overline{R_i} \vee D1$	$R_n \wedge D2$
4	R7	3	R0	13	1	7	$R_i \wedge D1$	$\overline{R_n \vee D2}$
5	R3	2	R5	14	2	8	$\overline{R_i} \wedge D1$	$R_n \oplus D2$
6	R1	0	R1	9	3	4	$R_i \oplus D1$	$R_n \wedge \overline{D2}$
7	R0	1	R3	8	1	5	$\overline{R_i} \vee D1$	$\overline{R_n \wedge D2}$
8	R6	7	R2	7	2	6	$R_i \wedge D1$	$\overline{R_n \oplus D2}$
9	R4	8	R6	6	3	7	$\overline{R_i} \wedge D1$	$R_n \vee D2$
10	R2	9	R0	5	1	8	$\overline{R_i} \oplus D1$	$R_n \wedge D2$
11	R5	6	R5	2	2	4	$R_i \vee D1$	$\overline{R_n \wedge D2}$
12	R1	4	R4	1	3	5	$\overline{R_i} \vee D1$	$R_n \vee D2$

Разместим микрокоманды последовательно в памяти микропрограмм, начиная с адреса 0000 (табл.10).

Первая микрокоманда осуществляет загрузку числа 1010 в регистр R3. Поэтому в поле данных D записываем код 1010, а в поле адреса приемника В – код 0011 (номер регистра приемника).

По второй микрокоманде осуществляется операция логического умножения $\overline{R3} \wedge D1$ между значением содержимого регистра R3 и инвертированным числом D1, которое установлено на шине данных D (код 0100). Результат промежуточной операции записывается в регистр RgQ.

Следующая команда выполняет инвертирование полученного промежуточного результата с помощью операции ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ с инверсией между содержимым регистра RgQ и логическим нулем: $\overline{Q} \oplus 0$.

Четвертая команда осуществляет загрузку числа 0001 в регистр R7. Поэтому в поле данных D записываем код 0001, а в поле адреса приемника В – код 0111 (номер регистра приемника).

По пятой микрокоманде осуществляется операция логического сложения $R7 \vee D2$ между значением содержимого регистра R7 и числом D2 с шины данных, которое установлено на шине D (код 1101). Результат операции записывается в регистр R7 и одновременно выдается на выходную шину Y.

Микропрограмма для исследования логических операций

Таблица 10

№ МК	Тетрады				101				100				011				010				001				000			
	3	2	1	0	S1	I8	I7	I6	S0	I2	I1	I0	C0	I5	I4	I3	A3	A2	A1	A0	B3	B2	B1	B0	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	0	x	0	1	1	x	1	1	1	x	0	1	1	x	x	x	x	0	0	1	1	1	0	1	0
2	0	0	0	1	x	0	0	0	x	1	0	1	x	1	0	1	0	0	1	1	x	x	x	x	0	1	0	0
3	0	0	1	0	x	0	1	1	x	0	1	0	x	1	1	1	x	x	x	x	0	0	1	1	x	x	x	x
4	0	0	1	1	x	0	1	1	x	1	1	1	x	0	1	1	x	x	x	x	0	1	1	1	0	0	0	1
5	0	1	0	0	x	0	1	1	x	1	0	1	x	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

Исследование выполнения команд безусловных переходов

Цель работы

1. Изучить структуру и основы функционирования микросхемы K1804BY2.
2. Исследовать работу блока микропрограммного управления при выполнении команды безусловного перехода.

При подготовке и проведении работы необходимо выполнить следующее.

1. Изучить структуру, назначение входных и выходных сигналов, а также основы функционирования микросхемы K1804BY2 [4,5].
2. По принципиальным электрическим схемам, приведенным в [1], изучить работу блока микропрограммного управления микротренажера МТ1804 при выполнении команд безусловных переходов.

Порядок выполнения работы

1. Получить допуск к работе у преподавателя, предъявив домашнее задание и ответив на контрольные вопросы.
2. Записать составленную микропрограмму в память микропрограмм стенда.
3. Выполнить микропрограмму в пошаговом режиме, контролируя с помощью индикаторов ход ее выполнения.
4. Нарисовать блок-схему программы.
5. Составить и защитить отчет по лабораторной работе.

Методические указания к выполнению работы

Программа управления безусловными переходами приведена в табл.11 и предназначена для демонстрации выполнения операций управления следующей микрокоманды.

Загрузка программы в микропрограммную память осуществляется в режиме ЗАГРУЗКА. Для запуска программы необходимо ввести в РГМК в режиме ЗАГРУЗКА микрокоманду, соответствующую стартовому адресу (с помощью переключателей SA11÷SA8 и кнопки ПУСК). Затем установить переключатель ЗАГР/РАБ в положение РАБОТА.

При установке переключателей SA3÷SA1 в положение 000 на светодиодах VD12÷VD9 будет высвечиваться содержимое шин адреса K1804BY1.

Микрокоманды 0, 3, 6, 9 и 15 выполняют безусловный переход, микрокоманды 10, 11, 12, 13 и 14 выполняют переход "Продолжить". При последовательном нажатии кнопки ПУСК (SB2) на светодиодах VD12÷VD9 будет высвечиваться последовательно 9, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 3, 0, 9, 6 и т.д.

Таблица 11

Программа управления безусловными переходами

№ мк	Тетрады				111				110				Примечание
	Адрес				R3	R2	R1	R0	P3	P2	P1	P0	
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	БП на 9
1	0	0	0	1									
2	0	0	1	0									
3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	БП на 0
4	0	1	0	0									
5	0	1	0	1									
6	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	БП на 10
7	0	1	1	1									
8	1	0	0	0									
9	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	БП на 6
10	1	0	1	0					0	0	1	0	Продолжить
11	1	0	1	1					0	0	1	0	Продолжить
12	1	1	0	0					0	0	1	0	Продолжить
13	1	1	0	1					0	0	1	0	Продолжить
14	1	1	1	0					0	0	1	0	Продолжить
15	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	БП на 3

Контрольные вопросы

1. Как выполняются команды безусловных переходов?
2. Сколько команд безусловных переходов в системе микрокоманд устройства MT1804?
3. Сколько команд безусловных переходов может быть в программе?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

Исследование выполнения команд условных переходов

Цель работы

1. Изучить структуру и основы функционирования микросхемы K1804BY2.
2. Исследовать работу блока микропрограммного управления при выполнении команд условных переходов.

При подготовке и проведении работы необходимо выполнить следующее.

1. Изучить структуру, назначение входных и выходных сигналов, а также основы функционирования микросхемы K1804BY1(2) [1,4].
2. По принципиальным электрическим схемам, приведенным в [1,4], изучить работу блока микропрограммного управления микротренажера МТ1804.

Порядок выполнения работы

1. Получить допуск к работе у преподавателя, предъявив домашнюю подготовку и ответив на контрольные вопросы.
2. Записать составленную микропрограмму в память микропрограмм стенда и выполнить микропрограмму в пошаговом режиме, контролируя с помощью индикаторов ход ее выполнения.
3. Составить и защитить отчет по лабораторной работе.

Методические указания к выполнению работы

Программа управления условными переходами приведена в табл.12 и предназначена для демонстрации выполнения операций управления следующей микрокоманды.

Загрузка программы в микропрограммную память осуществляется в режиме ЗАГРУЗКА. Для запуска программы необходимо ввести в РгМК в режиме ЗАГРУЗКА микрокоманду, соответствующую стартовому адресу (с помощью переключателей SA11÷SA8 и кнопки ПУСК). Затем установить переключатель ЗАГР/РАБ в положение РАБОТА.

При установке переключателей SA3÷SA1 в положение 000 на светодиодах VD12÷VD9 будет высвечиваться содержимое шин адреса K1804BY1.

Программа организации условных переходов, приведенная в табл.12, предназначена для демонстрации условных переходов во взаимодействии K1804BC1 и K1804BY1.

Выполнить загрузку и начальную установку. Установить переключатели в положение РАБОТА и ШАГ. Микрокоманда 0 выполняет инкрементирование R0 и передает управление следующей микрокоманде. Микрокоманда 1 проверяет состояние выходного переноса АЛУ С4. При установленном флаге С4 выполняется переход на адрес 15, в противном случае – к следующей микрокоманде.

Программа организации условных переходов

Таблица 12

Адрес ПМК	Номера тетрад и назначение разрядов МК								Комментарии
	111	110	101	100	011	010	001	000	
	R3R2R1R0	P3P2P1P0	S11S17I6	S0I2I1I0	C0I5I4I3	A3A2A1A0	B3B2B1B0	D3D2D1D0	
0000	X	0010	x011	x011	1000	X	0000	X	R0+1
0001	1111	1111	x001	X	X	X	X	X	Усл. переход на 15
0010	0000	0001	x001	X	X	X	X	X	Переход на 0
.									
.									
1111	X	0010	x001	X	X	X	X	X	Продолжить. Нет оп.

Примечание. X – безразличное состояние

Микрокоманда 2 не выполняет каких-либо функций в АЛУ, но безусловно переходит к адресу 0.

При наблюдении за модификацией адреса на индикаторах должна циклически высвечиваться последовательность 0, 1, 2, 15 раз. Затем будут показаны числа 0, 1, 15 и вновь цикл.

Контрольные вопросы

1. Как выполняются команды условных переходов?
2. Сколько команд условных переходов содержит система микрокоманд устройства МТ1804?
3. Сколько команд условных переходов может содержать программа?
4. Какие условия (сигналы АЛУ) могут использоваться в командах условных переходов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

Организация циклов с помощью стека

Цель работы: изучение и исследование на микротренажере МТ1804 методов организации циклов.

Задание

1. Выполнить анализ приведенной ниже программы организации цикла с помощью стека.
2. Исследовать программу организации цикла с помощью стека на микротренажере МТ1804.

При подготовке и проведении работы необходимо выполнить следующее.

1. Изучить структуру, назначение входных и выходных сигналов, а также основы функционирования микросхемы К1804ВУ1(2) [1,4].
2. По принципиальным электрическим схемам, приведенным в [1,5], изучить работу блока микропрограммного управления микротренажера МТ1804.

Порядок выполнения работы

1. Получить допуск к работе у преподавателя, предъявив домашнее задание и ответив на контрольные вопросы.
2. Записать составленную микропрограмму в память микропрограмм стенда.
3. Выполнить микропрограмму в пошаговом режиме, контролируя с помощью индикаторов ход ее выполнения.
4. Составить и защитить отчет по лабораторной работе.

Методические указания к выполнению работы

Программа организации цикла с помощью стека приведена в табл.13 и предназначена для демонстрации метода организации цикла.

Загрузить программу в микропрограммную память и выполнить начальную установку РМК (загрузить пусковой адрес). Установить переключатель ЗАГР/РАБ в положение РАБОТА. Будем рассматривать работу микропрограммы в режиме ШАГ. Переключатели SA3÷SA1 установить в положение 000 для наблюдения за состоянием шины адреса К1804ВУ1. При последовательном нажатии кнопки ПУСК на индикаторах VD12÷VD9 будем наблюдать 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 3, 4, 5 и т.д.

Нужно отметить, что программа не демонстрирует способы выхода из цикла. Он может быть осуществлен при кодировании $P3 \div P0 = 1000$ (проверка конца цикла, если $F=0$) и 1011 (то же, если $C4=0$) или при помощи условных переходов.

Программа организации цикла с помощью стека

№ МК	Тетрады Адрес				111				110				Примечание
	3	2	1	0	R3	R2	R1	R0	P3	P2	P1	P0	
0	0	0	0	0					0	0	1	0	Продолжить
1	0	0	0	1					0	0	1	0	Продолжить
2	0	0	1	0					1	0	0	1	Загруз. стек
3	0	0	1	1					0	0	1	0	Продолжить
4	0	1	0	0					0	0	1	0	Продолжить
5	0	1	0	1					0	0	1	0	Продолжить
6	0	1	1	0					0	0	1	0	Продолжить
7	0	1	1	1					0	0	1	0	Продолжить
8	1	0	0	0					0	0	1	0	Продолжить
9	1	0	0	1					0	0	1	0	Продолжить
10	1	0	1	0					0	0	1	0	Продолжить
11	1	0	1	1					0	1	1	1	Пер. по стеку
12	1	1	0	0									
13	1	1	0	1									
14	1	1	1	0									
15	1	1	1	1									

Контрольные вопросы

1. Какие существуют способы реализации стеков?
2. Что такое указатель стека?
3. Что понимают под глубиной стека?
4. Как работает стек магазинного типа?
5. Как работает кольцевой стек?
6. Какой стек реализован в микросхемах серии K1804?
7. Какие операции управления стеком есть в системе команд тренажера МТ1804?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8

Организация подпрограмм

Цель работы: изучение и исследование на микротренажере МТ1804 методов обращения к подпрограммам.

Задание

1. Выполнить анализ приведенной ниже программы обращения к подпрограммам.
2. Исследовать программу обращения к подпрограммам на микротренажере МТ1804.

При подготовке и проведении работы необходимо выполнить следующее.

1. Изучить структуру, назначение входных и выходных сигналов, а также основы функционирования микросхемы К1804ВУ1 [1,4].
2. По принципиальным электрическим схемам, приведенным в [1], изучить работу блока микропрограммного управления микротренажера МТ1804.

Порядок выполнения работы

1. Получить допуск к работе у преподавателя, предъявив домашнее задание и ответив на контрольные вопросы.
2. Записать составленную микропрограмму в память микропрограмм стенда.
3. Выполнить микропрограмму в пошаговом режиме, контролируя с помощью индикаторов ход ее выполнения.
4. Составить и защитить отчет по лабораторной работе.

Методические указания к выполнению работы

Программа перехода к подпрограмме приведена в табл. 14 и предназначена для демонстрации обращения к подпрограмме и возврата из нее.

Загрузить программу и выполнить начальную установку. Установить переключатели в положение РАБОТА и ШАГ. Микрокоманда 3 осуществляет переход к подпрограмме, начальный адрес которой равен 12. Подпрограмма занимает адреса 12÷14. При положении SA3÷SA1 в позиции 000 на VD12÷VD9 будем наблюдать: 1, 2, 3, 12, 13, 14, 4, 5, 6, 0, 1, 2, 3, 12 и т.д.

Таблица 14

Программа перехода к подпрограмме

№ МК	Тетрады Адрес				111				110				Примечание
	3	2	1	0	R3	R2	R1	R0	P3	P2	P1	P0	
0	0	0	0	0	x	x	x	x	0	0	1	0	Продолжить
1	0	0	0	1	x	x	x	x	0	0	1	0	Продолжить
2	0	0	1	0	x	x	x	x	0	0	1	0	Продолжить
3	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	Переход к пп 12
4	0	1	0	0	x	x	x	x	0	0	1	0	Продолжить
5	0	1	0	1	x	x	x	x	0	0	1	0	Продолжить
6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Переход на 0
7	0	1	1	1									
8	1	0	0	0									
9	1	0	0	1									
10	1	0	1	0									
11	1	0	1	1									
12	1	1	0	0	x	x	x	x	0	0	1	0	Продолжить
13	1	1	0	1	x	x	x	x	0	0	1	0	Продолжить
14	1	1	1	0	x	x	x	x	0	1	1	0	Возврат
15	1	1	1	1									

Контрольные вопросы

1. Сколько команд обращения к подпрограмме существует в системе команд тренажера МТ1804?
2. Какую роль играет стек в организации подпрограмм?
3. В какой микросхеме серии К1804 находится стек? Указатель стека?
4. Какие способы организации стека Вы знаете?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9

Организация вложения подпрограмм

Цель работы: изучение и исследование на микротренажере МТ1804 методов организация вложения подпрограмм.

Задание

1. Выполнить анализ приведенной ниже программы организация вложения подпрограмм.
2. Исследовать программу организации вложения подпрограмм на микротренажере МТ1804.

При подготовке и проведении работы необходимо выполнить следующее.

1. Изучить структуру, назначение входных и выходных сигналов, а также основы функционирования микросхемы К1804ВУ1 [1,4].
2. По принципиальным электрическим схемам, приведенным в [1], изучить работу блока микропрограммного управления микротренажера МТ1804.

Порядок выполнения работы

1. Получить допуск к работе у преподавателя, предъявив домашнее задание и ответив на контрольные вопросы.
2. Записать составленную микропрограмму в память микропрограмм стенда.
3. Выполнить микропрограмму в пошаговом режиме, контролируя с помощью индикаторов ход ее выполнения.
4. Составить и защитить отчет по лабораторной работе.

Методические указания к выполнению работы

Программа организации вложения подпрограмм, приведенная в табл.15, предназначена для демонстрации организации вложенных подпрограмм. Кроме того, она позволяет рассмотреть работу стека.

Выполнить загрузку и начальную установку. Установить переключатели в положение РАБОТА и ШАГ. Основная часть программы находится по адресам 13, 14 и 15. БИС К1804ВУ1 генерирует последовательность адреса: 13, 14, 0, 12, 1, 6, 12, 7, 3, 12, 4, 9, 10, 5, 8, 2, 15, 13 и т.д. Блок-схема программы организации вложения подпрограмм рис.1.

Контрольные вопросы

1. Какова может быть глубина вложения подпрограмм в устройстве МТ1804?
2. Сколько обращений к подпрограмме может быть в пределах одной программы?

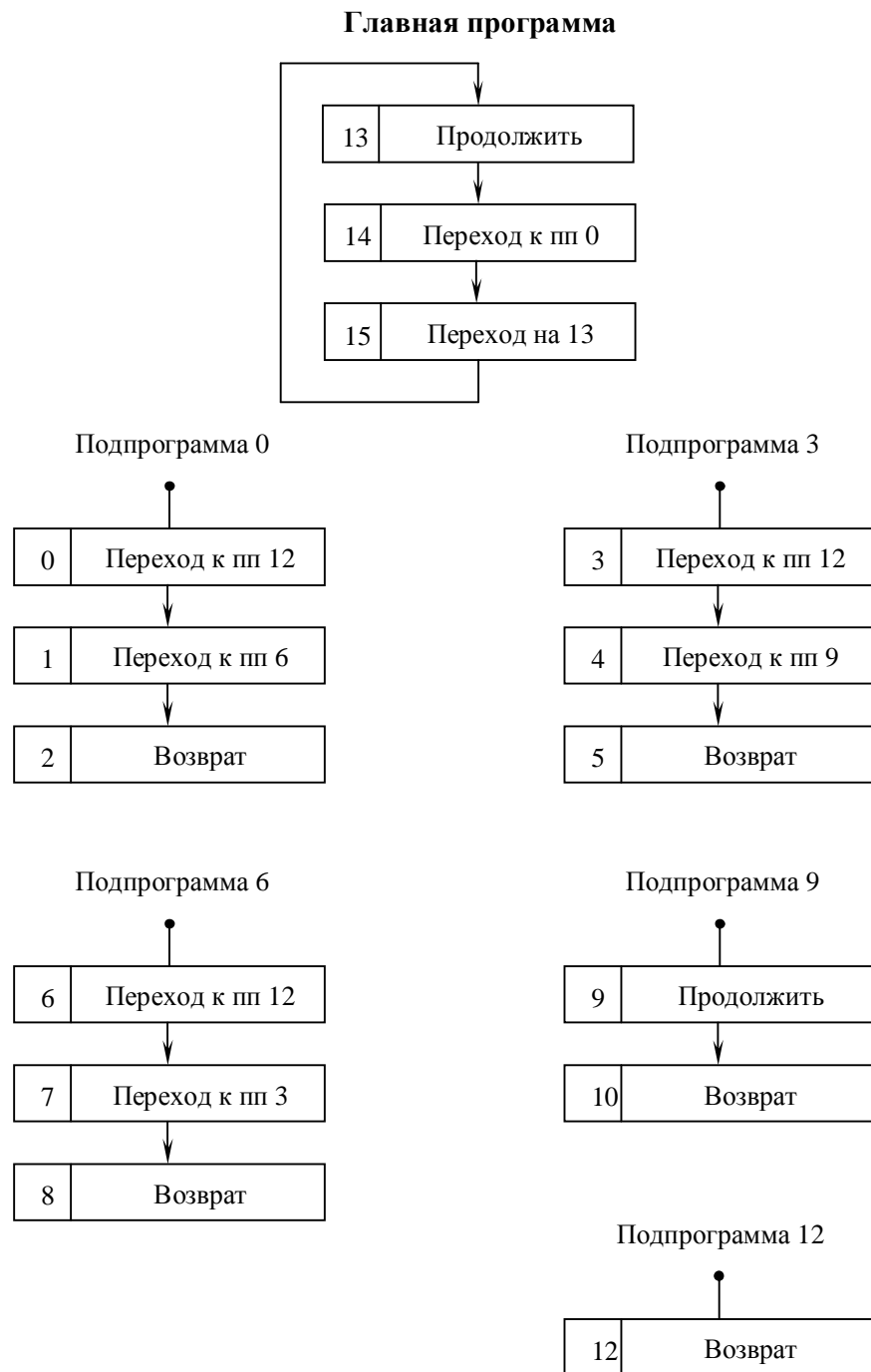


Рис.1. Блок-схема программы организации вложения подпрограмм.

Таблица 15

Программа организации вложения подпрограмм

№ МК	Тетрады Адрес				111				110				Примечание
	3	2	1	0	R3	R2	R1	R0	P3	P2	P1	P0	
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	Переход к подпрогр. 12
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	Переход к подпрогр. 6
2	0	0	1	0					0	1	1	0	Возврат
3	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	Переход к подпрогр. 12
4	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	Переход к подпрогр. 9
5	0	1	0	1					0	1	1	0	Возврат
6	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	Переход к подпрогр. 12
7	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	Переход к подпрогр. 3
8	1	0	0	0					0	1	1	0	Возврат
9	1	0	0	1					0	0	1	0	Продолжить
10	1	0	1	0					0	1	1	0	Возврат
11	1	0	1	1									
12	1	1	0	0					0	1	1	0	Возврат
13	1	1	0	1					0	0	1	0	Продолжить
14	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	Переход к подпрогр. 0
15	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	Переход к подпрогр. 13

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10

Исследование алгоритма подсчета единиц в регистрах общего назначения

Цель работы: изучение и исследование на микротренажере МТ1804 программы подсчета количества единиц в трех регистрах общего назначения.

Задание

1. Выполнить анализ приведенной ниже программы подсчета количества единиц в трех регистрах общего назначения.
2. Исследовать работу рассмотренной программы на микротренажере МТ1804.

Методические указания

Программа подсчета количества единиц в трех регистрах приведена в табл.16 и предназначена для демонстрации условных переходов к подпрограмме.

Загрузить программу и выполнить начальную установку. Установить переключатели в положение РАБОТА и ШАГ. Величины V0, V1, V2 обозначают три произвольных числа, которые загружаются в R0, R1 и R2 соответственно микрокомандами 0, 1 и 2.

Регистр R3 используется как счетчик полного числа единиц в числах V0, V1, V2. Регистр R4 является рабочим регистром и используется как счетчик цикла программ. Значения R0, R1 и R2 не сохраняются в процессе выполнения программы. Данные с входа D используются для маскирования.

Программа заканчивает свою работу по адресу 15. Микрокоманда 15 выполняет чтение R3 для отображения результата работы программы на индикаторах. Если изменить значение поля 6 микрокоманды 15 на 0010 (продолжить), то программа сможет работать в динамическом режиме. Блок-схема программы подсчета единиц приведена на рисунке 2.

Контрольные вопросы

1. Для чего используется маска в операции логического умножения?
2. Опишите алгоритм выполнения команды условного перехода, используемой в данной программе.
3. Может ли быть переполнение в регистре общего назначения R3 при выполнении данной программы?

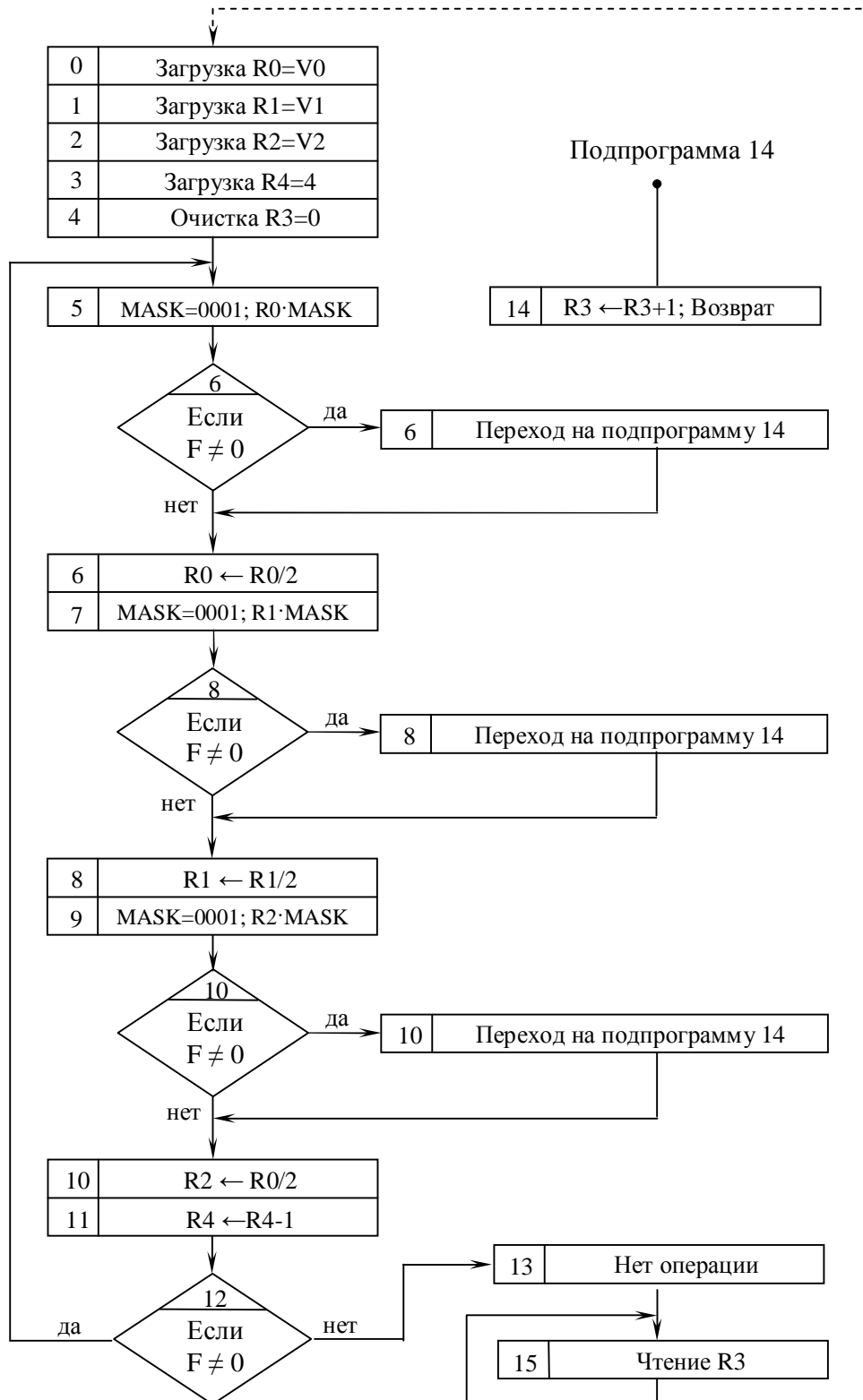


Рис.2. Блок-схема программы подсчета единиц.

Программа подсчета количества единиц в регистрах общего назначения Таблица 16

Адрес ПМК	Номер тетрад и назначение разрядов микрокоманд								Примечание
	111	110	101	100	011	010	001	000	
	R3R2R1R0	P3P2P1P0	S1I8I7I6	S0I2I1I0	C0I5I4I3	A3A2A1A0	B3B2B1B0	D3D2D1D0	
0000	X	0010	X011	X111	X011	X	0000	V0	Загрузка V0 в R0
0001	X	0010	X011	X111	X011	X	0001	V1	Загрузка V1 в R1
0010	X	0010	X011	X111	X011	X	0010	V2	Загрузка V2 в R2
0011	X	0010	X011	X111	X011	X	0100	0100	Загрузка R4=4
0100	X	0010	X011	X011	X100	X	0011	X	Загрузить R3=0
0101	X	0010	X001	X101	X100	0000	0000	0001	R0·MASK
0110	1110	0100	X101	X011	X011	X	0000	X	Пер. к пп 14 (F≠0); R0←R0/2
0111	X	0010	X001	X101	X100	0001	0001	0001	R1·MASK
1000	1110	0100	X101	X011	X011	X	0001	X	Пер. к пп 14 (F≠0); R1←R1/2
1001	X	0010	X001	X101	X100	0010	0010	0001	R2·MASK
1010	1110	0100	X101	X011	X011	X	0010	X	Пер. к пп 14 (F≠0); R2←R2/2
1011	X	0010	X011	X011	0001	X	0100	X	R4←R4+1
1100	0101	0000	X001	X	X	X	X	X	Переход на 5 (F≠0)
1101	1111	0001	X001	X	X	X	X	X	Переход на 15
1110	X	0110	X011	X011	1000	X	0011	X	Возврат; R3+1
1111	1111	0001	X001	X011	X011	X	0011	X	Пер. на 15; чтение R3

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11

Моделирование 16-битового двоичного счетчика

Цель работы: изучение и исследование на микротренажере МТ1804 программы моделирования 16-битового двоичного счетчика.

Задание

1. Выполнить анализ приведенной ниже программы моделирования 16-битового двоичного счетчика.
2. Исследовать работу рассмотренной программы на микротренажере МТ1804.

Методические указания

Программа моделирования 16-битового двоичного счетчика приведена в табл.17 и предназначена для демонстрации метода моделирования с помощью РОН 16-битового программируемого двоичного счетчика.

Загрузить программу и выполнить начальную установку. Установить переключатели SA12 и SA13 в положения РАБОТА и АВТОМАТ соответственно. В программе регистр R0 содержит младшие четыре бита счетчика, R1 – вторую тетраду, R2 – третью, R3 – старшие биты. При достижении адреса 15 все внутренние регистры устанавливаются в нулевое положение. Блок-схема программы представлена на рисунке 3.

Контрольные вопросы

1. Какое максимальное количество бит может содержать двоичный счетчик, реализуемый в устройстве МТ1804?

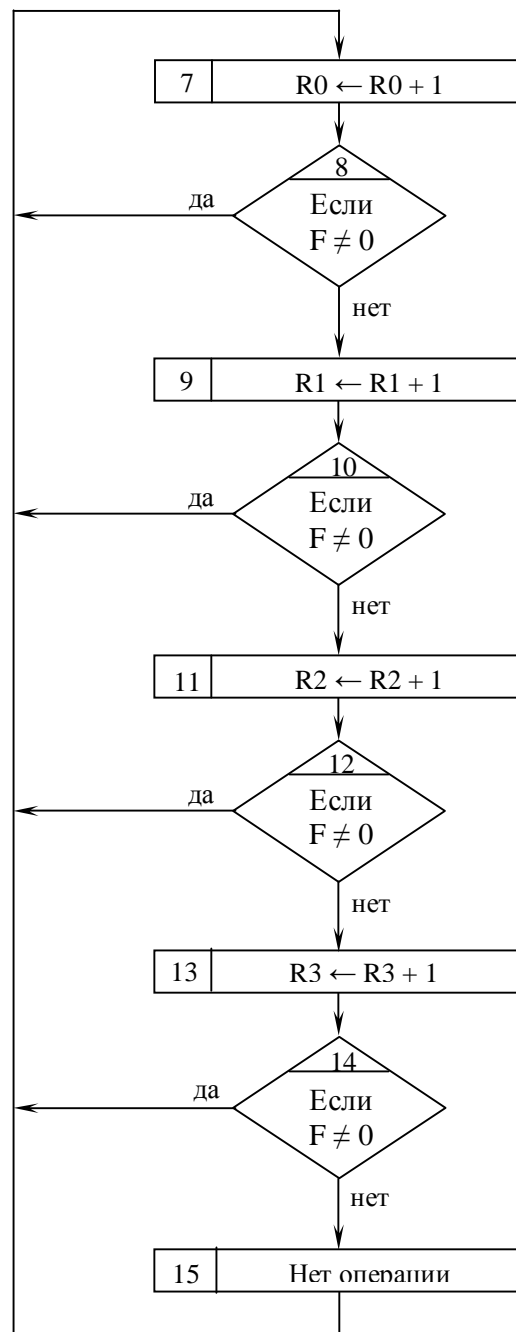


Рис.3. Блок-схема программы моделирования 16-битового двоичного счетчика.

Программа моделирования 16-битового счетчика

Адрес ПМК	Номера тетрад и назначение разрядов микрокоманд								Примечание
	111	110	101	100	011	010	001	000	
	R3R2R1R0	P3P2P1P0	S1I8I7I6	S1I2I1I0	C0I5I4I3	A3A2A1A0	B3B2B1B0	D3D2D1D0	
0110									
0111	X	0010	X011	X011	1000	X	0000	X	R0←R0+1
1000	0111	0000	X001	X	X	X	X	X	Переход на 7 (F≠0)
1001	X	0010	X011	X011	1000	X	0001	X	R1←R1+1
1010	0111	0000	X001	X	X	X	X	X	Переход на 7 (F≠0)
1011	X	0010	X011	X011	1000	X	0100	X	R2←R2+1
1100	0111	0000	X001	X	X	X	X	X	Переход на 7 (F≠0)
1101	X	0010	X011	X011	1000	X	0011	X	Переход на 15
1110	0111	0000	X001	X	X	X	X	X	Переход на 7 (F≠0)
1111	0111	0001	X001	X	X	X	X	X	Переход на 7

Литература

1. Основы функционирования и программирования микротренажера МТ1804. Мет. Указания / Сост.: Бормонтов Е.Н., Быкадорова Г.В. – Воронеж: ВГУ, 2005
2. Методические указания и задания к лабораторным работам по курсу “Теория проектирования ЭВМ и систем”. Раздел “Микропроцессорные БИС серии К1804” / Сост.: В.В. Лапко, Ю.В. Губарь. – Донецк: ДГТУ, 2001
3. Микротренажеры МТ1804. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Воронеж, 1984
4. Комплект БИС К1804 в процессорах и контроллерах / В.М. Мещеряков, И.Е. Лобов, С.С. Глебов и др.; под ред. В.Б. Смолова. – М.: Радио и связь, 1990
5. Медяников А. В. Разработка и исследование алгоритмов автоматизированной системы обучения. - <http://www.masters.donntu.edu.ua/t2004/fvti/medyanikovav/diss/index.htm>

Электронный каталог Научной библиотеки ВГУ – (<http://www.lib.vsu.ru>)

Для заметок

Для заметок

Составители: Бормонтов Евгений Николаевич
Быкадорова Галина Владимировна
Николаенков Юрий Кимович

Редактор Тихомирова О.А.