

**Министр науки и высшего образования Российской
Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования**

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет информационных технологий и программирования

Домашнее задание № 4

Расширение системы команд ЭВМ

Выполнил студент группы № М3102

Харлуниин Александр Александрович



Проверил:

Повышев Владислав Вячеславович

Санкт-Петербург
2021

Текст задания
ВАРИАНТ 6

Цель задания - изучение микрокоманд базовой ЭВМ, микропрограмм выполнения отдельных команд, а так же овладение навыками составления микропрограмм для новых команд.

Часть I. Написать последовательность адресов микрокоманд, которые должны быть выполнены при реализации заданного фрагмента программы, начинающегося с команды, расположенной по адресу 002 (перед выполнением программы исполняется команда "Пуск", очищающая аккумулятор и регистр переноса)

Адрес Номер варианта

	1	2	3	4	5	6
1	0	1	1	1	1	1
2	CMA	INC	DEC	ADD 01 +	+ BEQ 05	CMC
3	BMI 05	BLP 05	BMI 05	BPL 05	NOP ADD	BCS 05
4	NOP	NOP	NOP	NOP DEC	01 INC	NOP
5	+ MOV 01	+ ADD 01	+ ADD 01			+ ADC 01

Результаты сводятся в таблицу вида:

Команда	Машинный цикл	Последовательность адресов
AND 01 (1001)	— Выборка команды Исполнение —	89 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 0C 1D, 1E, 1F, 20, 21, 24, 25, 26, 35, 36, 37, 8F 88
CLC (F300)	— Выборка команды —	89 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 0A, 5E, 61, 67, 68, 69, 79, 7A, 8F 88
...

В этой таблице символом "-" отмечены микрокоманды остановки и перехода к циклу "ВЫБОРКА КОМАНДЫ", используемые при пошаговом выполнении программы.

Кроме того необходимо описать поля шести последних микрокоманд цикла "ИСПОЛНЕНИЕ" команды, отмеченной знаком "+". Описания каждой микрокоманды выполнить в виде рисунков:

Команда	Машинный цикл	Последовательность адресов микрокоманд
CMC (F500)	- Выборка команды -	89 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 0A, 5E, 61, 62, 65, 7E, 80, 81, 8F, 88
BCS (8005)	- Выборка команды Исполнение -	89, 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 0C, 1D, 2D, 30, 33, 46, 47, 48, 49, 8F, 88
NOP (F100)	- Выборка команды -	89, 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 0A, 5E, 61, 67, 6A, 6B, 87, 8F, 88
ADC (5001)	- Выборка команды Исполнение -	89, 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 0C, 1D, 1E, 1F, 20, 27, 28, 2B, 2C, 3F, 40, 41, 42, 8F, 88

1.Микрокоманда: IF BIT(13,PK) = 0 THEN СУМ(2В)

- 882В 2000 - горизонтальная

1000	1000	0010	1011	0010	0000	0000	0000
------	------	------	------	------	------	------	------

Проверяем РК адрес перехода 2В проверяемый бит 13
(Управляющая микрокоманда, код операции-1)

- AD2В - вертикальная

10	10	11	01	00	10	10	11
----	----	----	----	----	----	----	----

Код операции - 1, Проверяемый регистр РК, адрес перехода 2В, проверяемый бит 13

2.Микрокоманда: IF BIT(12,PK) = 0 THEN ADD(3С)

- 883С 1000 - горизонтальная

1000	1000	0011	1100	0001	0000	0000	0000
------	------	------	------	------	------	------	------

Проверяем РК адрес перехода 3С проверяемый бит 12

(Управляющая микрокоманда, код операции-1)

- AC3С - вертикальная

10	10	00	11	00	11	0	11
----	----	----	----	----	----	---	----

Код операции - 1, Проверяемый регистр РК, адрес перехода 3С, проверяемый бит 12

3.Микрокоманда: GOTO ADC(3F)

- 823F 0000 - горизонтальная

1000	0010	0011	1111	0000	0000	0000	0000
------	------	------	------	------	------	------	------

Проверяем PC адрес перехода 3F
(Управляющая микрокоманда, код операции-1)

- 833F - вертикальная

10	00	00	11	00	11	11	11
----	----	----	----	----	----	----	----

Код операции - 1, Проверяемый регистр PC, адрес перехода 3F, биты не проверяются

4.Микрокоманда: IF BIT(0,PC) = 0 THEN ADD(3C)

- 823C 0001 - горизонтальная

1000	0010	0011	1100	0000	0000	0000	0001
------	------	------	------	------	------	------	------

Проверяем PC адрес перехода 3C проверяемый бит 0
(Управляющая микрокоманда, код операции-1)

- 803C - вертикальная

10	00	00	00	00	11	11	00
----	----	----	----	----	----	----	----

Код операции - 1, Проверяемый регистр PC, адрес перехода 3C, проверяемый бит 0

5.Микрокоманда: A+РД+1==>БР

- 0000 0412 - горизонтальная

0000	0000	0000	0000	0000	0100	0001	0010
------	------	------	------	------	------	------	------

Открыть В10, В4, В1
(операционная микрокоманда, код операции-0)

- 1110 - вертикальная

00	01	00	01	00	01	00	00
----	----	----	----	----	----	----	----

Код операции 0, на л. АЛУ подан 1, обр.код не вычислять, не сдвигать, без обмена инф.

6.Микрокоманда: A+РД+1==>БР

- 0040 E000 - горизонтальная

0000	0000	0100	0000	1110	0000	0000	0000
------	------	------	------	------	------	------	------

В22 (левый) Открыть В13, В14, В15
(операционная микрокоманда, код операции-0)

- 4075 - вертикальная

01	00	00	00	01	11	01	01
----	----	----	----	----	----	----	----

Код операции 0, на л. АЛУ подан 0, п. АЛУ не соединен, обр. код, сдвигать, обмен пам.

Часть 2

А. Написать завершающие вертикальные микрокоманды цикла "ИСПОЛНЕНИЕ" следующих команд:

Команда 7xxx

6 вариант - ПЕРЕСЫЛКА УДВОЕННАЯ (записать в ячейку памяти, на которую указывает адресная часть команды, удвоенное содержимое аккумулятора).

Команда Dxxx

Организовать переход к команде, расположенной по адресу, на которую указывает адресная часть команды, если:

6 вариант - 7-й бит аккумулятора равен единице;

Безадресные команды

6 вариант - циклический сдвиг вправо с очисткой регистра C(FE00);

Б. Написать тестовые программы для проверки правильности исполнения всех трех синтезированных команд базовой ЭВМ и подготовиться к выполнению лабораторной работы №8. Тестовые программы должны отвечать следующим требованиям:

1. Для синтезированных арифметических и без адресных команд результат их выполнения должен быть зафиксирован в памяти базовой ЭВМ, а не только в регистрах,
2. Если проверяемая арифметическая или безадресная команда устанавливает признаки результата (C,Z,N), необходимо проверить правильную установку одного из них, используя соответствующую команду перехода. Результат проверки признака зафиксировать в памяти базовой ЭВМ,
3. Для синтезированных команд переходов необходимо проверить команду как при выполнении условия перехода, так и при его невыполнении. Результат проверки в обоих случаях зафиксировать в памяти базовой ЭВМ.

Таким образом, после выполнения правильно разработанной тестовой программы в автоматическом режиме в памяти базовой ЭВМ будет размещена информация, позволяющая однозначно подтвердить правильность выполнения синтезированной команды.

В. При разработке микропрограмм заданных команд следует иметь в виду:

1. В процессе дешифрации команды 7xxx в РА записывается адрес операнда (может использоваться для команд пересылки), а в РД - сам операнд (может использоваться для команд загрузки и сравнения). Затем осуществляется переход к ячейке памяти микрокоманд ВО, где надо разместить первую синтезируемую микрокоманду команды 7xxx.

2. После выборки команды перехода xxx в РД сохраняется адрес перехода (адресная часть команды), который может быть переписан в СК при выполнении условия перехода. Последняя микрокоманда дешифрации команды Dxxx передает управление в ячейку с адресом D0, где надо разместить первую синтезируемую микрокоманду команды Dxxx.

3. Когда в процессе дешифрации безадресных команд выясняется, что в 10-м и 11-м разрядах РК содержатся единицы(т.е. выбрана одна из команд:FC00, FD00, FE00 или FF00), управление передается в ячейку с адресом E0. Здесь должны начинаться микрокоманды дополнительной дешифрации, выделяющие заданную команду путем анализа 9-го и 8-го разрядов РК и передающие управление в свободную область памяти микрокоманд(от Eх до FF), где следует разместить микрокоманды реализации безадресной команды.

4. Все микропрограммы реализуемых команд должны заканчиваться микрокомандой 838F (GOTO ПРЕ(8F)), осуществляющей переход к микрокомандам, завершающим исполнение любой команды базовой микро ЭВМ.

Команда 7xxx

ПЕРЕСЫЛКА УДВОЕННАЯ (записать в ячейку памяти, на которую указывает адресная часть команды, удвоенное содержимое аккумулятора).

Адрес МП	Микрокоманды	Комментарии
B0	1000	A ==> БР
B1	4002	БР ==> РД
B2	1100	A+РД==>БР
B3	4002	БР ==> РД
B4	0002	РД ==> ОП(РА)
B5	838F	GOTO ПРЕ (8F)

Команда Dxxx

Организовать переход к команде, расположенной по адресу, на которую указывает адресная часть команды, если:
7-й бит аккумулятора равен единице;

Адрес МП	Микрокоманды	Комментарии
D0	F7D2	If A[7] == 1 GOTO D2
D1	838F	GOTO ПРЕ (8F)
D2	0100	РД ==> БР
D3	4004	БР ==> СК
D4	838F	GOTO ПРЕ (8F)

Безадресные команды
циклический сдвиг вправо с очисткой регистра С(FE00);

Адрес МП	Микрокоманды	Комментарии
E0	E88F	If РК[8] == 1 GOTO 8F
E1	A98F	If РК[9] == 0 GOTO 8F
E2	0004	RAR(A) ==> БР, сдвиг вправо
E3	4075	БР ==> А, С, N, Z
E4	4080	0 ==> С
E5	838F	GOTO ПРЕ (8F)

Тестовая программа 1

"Адрес "	"Код команды"	"Мнемоника "	"Комментарии"
000	F200	CLA	0 → A
001	4007	ADD 07	(M) + (A) → A
002	7006	(Наша команда)	
003	F000	HLT	Остановить ЭВМ
004	...		
006	0000	Ячейка для хранения ответа	
007	0100	(256) ₁₀	(Значение)

Тестовая программа 2

"Адрес "	"Код команды"	"Мнемоника "	"Комментарии"
000	F200	CLA	0 → A
001	4007	ADD 07	(M) + (A) → A
002	D004	(Наша команда)	
003	F000	HLT	Остановить ЭВМ
004	0005	ISZ 005	
005	0000	Ячейка для хранения ответа	
006	F000	HLT	Остановить ЭВМ
007	0080	(128) ₁₀	(Значение)

Примечание: тк 7 бит аккумулятора равен единице, программа должна перейти к команде ISZ 005
Если 7 бит аккумулятора не равен 1, то команда завершается с нулевым значением в яч. 005

Тестовая программа 3

"Адрес "	"Код команды"	"Мнемоника "	"Комментарии"
000	F200	CLA	0 → A
001	4007	ADD 07	(M) + (A) → A
002	FC00	(Ошибочная команда – программа не реагирует)	
003	FE00	(Наша команда)	
004	3006	MOV 06	(A) → (M)
005	F000	HLT	Остановить ЭВМ
006	0000	Ячейка для хранения ответа	
007	FFFF	(65535) ₁₀	(Значение)

КОМАНДА 7006, РАСПОЛОЖЕННАЯ ПО АДРЕСУ 002

СчМК до выборки	Содержимое регистров после выборки и исполнения МК										
МК	ВМК	СК	РА	РК	РД	А	С	БР	N	Z	СчМК
1	300	2	7	4007	100	100	0	2	0	0	2
2	4001	2	2	4007	100	100	0	2	0	0	3
3	311	2	2	4007	7006	100	0	3	0	0	4
4	4004	3	2	4007	7006	100	0	3	0	0	5
5	100	3	2	4007	7006	100	0	7006	0	0	6
6	4003	3	2	7006	7006	100	0	7006	0	0	7
7	AF0C	3	2	7006	7006	100	0	7006	0	0	0C
0C	AB1D	3	2	7006	7006	100	0	7006	0	0	1D
1D	EF2D	3	2	7006	7006	100	0	7006	0	0	1E
1E	100	3	2	7006	7006	100	0	7006	0	0	1F
1F	4001	3	6	7006	7006	100	0	7006	0	0	20
20	EE27	3	6	7006	7006	100	0	7006	0	0	27
27	1	3	6	7006	0	100	0	0	0	0	28
28	AD2B	3	6	7006	0	100	0	0	0	0	29
29	AC43	3	6	7006	0	100	0	0	0	0	2A
2A	83B0	3	6	7006	0	100	0	0	0	0	B0
B0	1000	3	6	7006	0	100	0	100	0	0	B1
B1	4002	3	6	7006	100	100	0	100	0	0	B2
B2	1100	3	6	7006	100	100	0	200	0	0	B3
B3	4002	3	6	7006	200	100	0	200	0	0	B4
B4	2	3	6	7006	200	100	0	0	0	0	B5
B5	838F	3	6	7006	200	100	0	0	0	0	8F
8F	C591	3	6	7006	200	100	0	0	0	0	90
90	83F5	3	6	7006	200	100	0	0	0	0	F5
F5	8788	3	6	7006	200	100	0	0	0	0	88
88	4008	3	6	7006	200	100	0	0	0	0	89
89	8301	3	6	7006	200	100	0	0	0	0	1

КОМАНДА D002, РАСПОЛОЖЕННАЯ ПО АДРЕСУ 002

СчМК до выборки МК	Содержимое регистров после выборки и исполнения МК										
	ВМК	СК	РА	РК	РД	А	С	БР	N	Z	СчМК
1	300	2	7	4007	80	80	0	2	0	0	2
2	4001	2	2	4007	80	80	0	2	0	0	3
3	311	2	2	4007	D003	80	0	3	0	0	4
4	4004	3	2	4007	D003	80	0	3	0	0	5
5	100	3	2	4007	D003	80	0	D003	0	0	6
6	4003	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	7
7	AF0C	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	8
8	AE0C	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	9
9	AD0C	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	0C
0C	AB1D	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	1D
1D	EF2D	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	2D
2D	AE30	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	2E
2E	AC47	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	2F
2F	83D0	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	D0
D0	F7D2	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	D2
D2	100	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	D3
D3	4004	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	D4
D4	838F	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	8F
8F	C591	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	90
90	83F5	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	F5
F5	8788	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	88
88	4008	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	89
89	8301	3	2	D003	D003	80	0	D003	0	0	1

СчМК до выборки МК	Содержимое регистров после выборки и исполнения МК										
	ВМК	СК	РА	РК	РД	А	С	БР	N	Z	СчМК
0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	300	3	0	0	0	0	0	3	0	0	2
2	4001	3	3	0	0	0	0	3	0	0	3
3	311	3	3	0	FE00	0	0	4	0	0	4
4	4004	4	3	0	FE00	0	0	4	0	0	5
5	100	4	3	0	FE00	0	0	FE00	0	0	6
6	4003	4	3	FE00	FE00	0	0	FE00	0	0	7
7	AF0C	4	3	FE00	FE00	0	0	FE00	0	0	8
8	AE0C	4	3	FE00	FE00	0	0	FE00	0	0	9
9	AD0C	4	3	FE00	FE00	0	0	FE00	0	0	0A
0A	EC5E	4	3	FE00	FE00	0	0	FE00	0	0	05E
5E	AB61	4	3	FE00	FE00	0	0	FE00	0	0	5F
5F	AA6C	4	3	FE00	FE00	0	0	FE00	0	0	60
60	8,3E+0	4	3	FE00	FE00	0	0	FE00	0	0	E0
E0	E88F	4	3	FE00	FE00	0	0	FE00	0	0	E1
E1	A98F	4	3	FE00	FE00	0	0	FE00	0	0	E2
E2	4	4	3	FE00	FE00	0	0	0	0	0	E3
E3	4075	4	3	FE00	FE00	0	0	0	0	1	E4
E4	4080	4	3	FE00	FE00	0	0	0	0	1	E5
E5	838F	4	3	FE00	FE00	0	0	0	0	1	8F
8F	C591	4	3	FE00	FE00	0	0	0	0	1	90
90	83F5	4	3	FE00	FE00	0	0	0	0	1	F5
F5	8788	4	3	FE00	FE00	0	0	0	0	1	88
88	4008	4	3	FE00	FE00	0	0	0	0	1	89
89	8301	4	3	FE00	FE00	0	0	0	0	1	1