

**Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский университет  
ИТМО»**

**Факультет информационных технологий и  
программирования**

Лабораторная работа №8

*Синтез команд базовой ЭВМ*

**Выполнил студент группы № М3111**

Гонтарь Тимур Сергеевич

**Подпись:**



**Проверил:**

Батоцыренов Павел Андреевич

Санкт-Петербург  
2023

## Вариант 3

- Часть 2 ДЗ №4. Микрокоманды цикла исполнение команд:

### 1. 7xxx – Сравнение аккумулятора и ячейки памяти (М - А, БР => С, N, Z)

Адрес микрокоманды	Микрокоманда	Комментарии
B0	1150 0001000101010000	!А + РД + 1 => БР, то же самое что БР = РД – А;  В АЛУ слева подается обратный код аккумулятора, справа РД, выполняется их сложение + 1, что значит разности РД и А. Результат записывается в буферный регистр.
B1	4070 0100000001110000	С = БР[15], N = (БР < 0), Z = (БР == 0);  Буферный регистр проверяется на признаки вычитания, в результате: в С записывается есть ли переполнение, в N записывается знак числа, в Z записывается 1 если БР стало 0. Сам результат из БР никуда не пересылается.
B2	838F 1000001110001111	GOTO ПРЕ(8F);  Осуществляет безусловный переход к микрокомандам, завершающим исполнение команды базовой микро ЭВМ

- ### 2. Dxxx – переход по адресу (указанному в РД), если выполняется условие, что значение А > 16383. Очевидно, что это выполняется если:
- 1) Аккумулятор больше 0
  - 2) 15 бит слева == 1

Адрес микрокоманды	Микрокоманда	Комментарии
D0	C28F 1100001010001111	if PC[2] == 1: GOTO 8F;  Проверка условия 1), если аккумулятор меньше 0 (регистр N равен 1), то завершение выполнения команды
D1	BE8F 1011111010001111	if A[14] == 0: GOTO 8F;  Проверка условия 2), если у аккумулятора 15 бит слева равен 0, то завершение выполнения команды
D2	0100 0000000100000000	БР = РД;  Если оба условия для проверки аккумулятора были выполнены, то пересылка регистра

		данных в буферный регистр.
D3	4004 0100000000000100	СК = БР; Пересылка регистра данных в счётчик команд
D4	838F 1000001110001111	ГОТО ПРЕ(8F); Осуществляет безусловный переход к микрокомандам, завершающим исполнение команды базовой микро ЭВМ

3. FE00 – безадресная команда, получение дополнительного кода аккумулятора. FE00 – 1111 1110 0000 0000, то есть необходимо чтобы 10 бит слева был 1, а 9 был 0. Для этого в процессе дешифрации сначала исключим факт 0 в 10 бите, затем исключим факт 1 в 9 бите. Это всё нужно, чтобы выполнялась именно команда FE00, а не какая-либо другая.

Адрес микрокоманды	Микрокоманда	Комментарии
E0	A98F 1010100110001111	if PK[9] == 0: ГОТО 008F; Проверка на условие 1, если 10 бит слева равен 0, то выход из команды
E1	E88F 1110100010001111	if PK[8] == 1: ГОТО 008F; Проверка на условие 2, если 9 бит слева равен 1, то выход из команды
E2	1050 0001000001010000	БР = !А + 1; Если предыдущие условия выполняются, и команда реально FE00, то в буферный регистр записывается обратный код аккумулятора + 1
E3	4075 0100000001110101	С = БР[15], N = (БР < 0), Z = (БР == 0), А = БР; Буферный регистр проверяется на признаки построения дополнительного кода, в результате: в С записывается есть ли переполнение, в N записывается знак числа, в Z записывается 1 если БР стало 0. Сам результат из БР пересылается в аккумулятор
E4	838F 1000001110001111	ГОТО ПРЕ(8F); Осуществляет безусловный переход к микрокомандам, завершающим исполнение команды базовой микро ЭВМ

- Проверка правильности исполнения синтезированных команды базовой ЭВМ

Адрес	Код	Мнемоника	Комментарии
010	7123	-	Ячейка, которая нужна для изначального заполнения аккумулятора
011	7000	-	Ячейка М, из которой будет вычитаться аккумулятор с помощью собственной команды 7xxx
012	0000	-	Ячейка для хранения результата проверки командой Dxxx, если значение в аккумуляторе подходит под условие
013	0000	-	Ячейка для хранения значения регистра знака N, после выполнения команды 7xxx
014	0000	-	Ячейка для хранения результата проверки командой Dxxx, если значение в аккумуляторе уже не подходит под условие
015	0000	-	Ячейка для хранения дополнительного кода, полученного в результате выполнения команды FE00
016	F200	CLA	Очистка аккумулятора
017	4010	ADD 010	Записать в аккумулятор значение ячейки 010
018	D01A	Dxxx	Проверка условия Dxxx (первая), в случае успеха переход на 01A
019	C01C	BR 01C	Безусловный переход на ячейку 01C
01A	0012	ISZ 012	Нарастить значение ячейки 012 на 1, СК++
01B	F100	NOP	Нет операции
01C	7011	7xxx	Вычесть из значения ячейки памяти 011 значение аккумулятора
01D	A01F	BMI 01F	Если аккумулятор меньше 0, то перейти по адресу 01F
01E	C021	BR 021	Безусловный переход по адресу 021
01F	0013	ISZ 013	Нарастить значение ячейки 013 на 1, СК++
020	F100	NOP	Нет операции
021	6011	SUB 011	А – М. После выполнения 7xxx поменялись биты РС, но сам аккумулятор не поменялся. Для повторной проверки команды Dxxx необходимо вычесть уже из самого

			аккумулятора это значение.
022	D024	Dxxx	Проверка условия Dxxx (вторая) , в случае успеха переход на 024
023	C026	BR 026	Безусловный переход на ячейку 026
024	0014	ISZ 014	Нарастить значение ячейки 014 на 1, СК++
025	F100	NOP	Нет операции
026	FE00	-	Выполнение собственной программы FE00, дополнительный код аккумулятора
027	3015	MOV 015	Значение аккумулятора записывается в ячейку памяти 015
028	F200	CLA	Очистка аккумулятора
	F000	HLT	Завершение программы

В ходе данной программы были выполнены действия: в аккумулятор записали число, удовлетворяющее условию Dxxx. Условие оказалось верным, в ячейку 012 записывается значение 1 как знак того что условие выполнилось. Затем выполняется команда 7xxx, в результате которой изменился регистр знака (значение аккумулятора в свою очередь не изменилось), в подтверждение этому выполняется проверка регистра N – и в ячейку 013 записывается значение 1 как правильный результат ( $N == 1$ ). Затем из аккумулятора вычитается значение M (011), ибо в результате 7xxx аккумулятор остался неизменным, а для повторной проверки Dxxx надо его поменять. Затем происходит повторная проверка Dxxx, в этот раз она не проходит и в ячейку 014 не записывается 1. После этого выполняется безадресная команда FE00, результат записывается в ячейку 015. После этого программы завершается.

- Таблица проверки и отладки программы:

СчМК до выборки МК	ВМК	СК	РА	РК	РД	А	С	БР	N	Z	СчМК
<b>Команда F200, расположенная по адресу 016</b>											
088	4008	017	016	F200	F200	0000	0	0000	0	1	089
<b>Команда 4010, расположенная по адресу 017</b>											
088	4008	018	010	4010	7123	7123	0	7123	0	0	089
<b>Команда D01A, расположенная по адресу 018</b>											
089	8301	018	010	4010	7123	7123	0	7123	0	0	001
001	0300	018	010	4010	7123	7123	0	0018	0	0	002
002	4001	018	018	4010	7123	7123	0	0018	0	0	003
003	0311	018	018	4010	D01A	7123	0	0019	0	0	004
004	4004	019	018	4010	D01A	7123	0	0019	0	0	005
005	0100	019	018	4010	D01A	7123	0	D01A	0	0	006

006	4003	019	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	007
007	AF0C	019	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	008
008	AE0C	019	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	009
009	AD0C	019	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	00C
00C	AB1D	019	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	01D
01D	EF2D	019	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	02D
02D	AE30	019	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	02E
02E	AC47	019	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	02F
02F	83D0	019	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	0D0
0D0	C28F	019	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	0D1
0D1	BE8F	019	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	0D2
0D2	0100	019	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	0D3
0D3	4004	01A	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	0D4
0D4	838F	01A	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	08F
08F	C591	01A	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	090
090	83F5	01A	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	0F5
0F5	8788	01A	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	088
088	4008	01A	018	D01A	D01A	7123	0	D01A	0	0	089
<b>Команда 0012, расположенная по адресу 01A</b>											
088	4008	01C	012	0012	0001	7123	0	001C	0	0	089
<b>Команда 7011, расположенная по адресу 01C</b>											
089	8301	01C	012	0012	0001	7123	0	001C	0	0	001
001	0300	01C	012	0012	0001	7123	0	001C	0	0	002
002	4001	01C	01C	0012	0001	7123	0	001C	0	0	003
003	0311	01C	01C	0012	7011	7123	0	001D	0	0	004
004	4004	01D	01C	0012	7011	7123	0	001D	0	0	005
005	0100	01D	01C	0012	7011	7123	0	7011	0	0	006
006	4003	01D	01C	7011	7011	7123	0	7011	0	0	007
007	AF0C	01D	01C	7011	7011	7123	0	7011	0	0	00C
00C	AB1D	01D	01C	7011	7011	7123	0	7011	0	0	01D
01D	EF2D	01D	01C	7011	7011	7123	0	7011	0	0	01E
01E	0100	01D	01C	7011	7011	7123	0	7011	0	0	01F
01F	4001	01D	011	7011	7011	7123	0	7011	0	0	020
020	EE27	01D	011	7011	7011	7123	0	7011	0	0	027
027	0001	01D	011	7011	7000	7123	0	0000	0	0	028
028	AD2B	01D	011	7011	7000	7123	0	0000	0	0	029
029	AC43	01D	011	7011	7000	7123	0	0000	0	0	02A
02A	83B0	01D	011	7011	7000	7123	0	0000	0	0	0B0
0B0	1150	01D	011	7011	7000	7123	0	FEDD	0	0	0B1

0B1	4070	01D	011	7011	7000	7123	0	FEDD	1	0	0B2
0B2	838F	01D	011	7011	7000	7123	0	FEDD	1	0	08F
08F	C591	01D	011	7011	7000	7123	0	FEDD	1	0	090
090	83F5	01D	011	7011	7000	7123	0	FEDD	1	0	0F5
0F5	8788	01D	011	7011	7000	7123	0	FEDD	1	0	088
088	4008	01D	011	7011	7000	7123	0	FEDD	1	0	089
<b>Команда A01F, расположенная по адресу 01D</b>											
088	4008	01F	01D	A01F	A01F	7123	0	A01F	1	0	089
<b>Команда 0013, расположенная по адресу 01F</b>											
088	4008	021	013	0013	0001	7123	0	0021	1	0	089
<b>Команда 6011, расположенная по адресу 021</b>											
088	4008	022	011	6011	7000	0123	1	0123	0	0	089
<b>Команда D024, расположенная по адресу 022</b>											
089	8301	022	011	6011	7000	0123	1	0123	0	0	001
001	0300	022	011	6011	7000	0123	1	0022	0	0	002
002	4001	022	022	6011	7000	0123	1	0022	0	0	003
003	0311	022	022	6011	D024	0123	1	0023	0	0	004
004	4004	023	022	6011	D024	0123	1	0023	0	0	005
005	0100	023	022	6011	D024	0123	1	D024	0	0	006
006	4003	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	007
007	AF0C	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	008
008	AE0C	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	009
009	AD0C	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	00C
00C	AB1D	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	01D
01D	EF2D	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	02D
02D	AE30	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	02E
02E	AC47	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	02F
02F	83D0	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	0D0
0D0	C28F	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	0D1
0D1	BE8F	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	08F
08F	C591	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	090
090	83F5	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	0F5
0F5	8788	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	088
088	4008	023	022	D024	D024	0123	1	D024	0	0	089
<b>Команда C026, расположенная по адресу 023</b>											
088	4008	026	023	C026	C026	0123	1	C026	0	0	089
<b>Команда FE00, расположенная по адресу 026</b>											
089	8301	026	023	C026	C026	0123	1	C026	0	0	001
001	0300	026	023	C026	C026	0123	1	0026	0	0	002

002	4001	026	026	C026	C026	0123	1	0026	0	0	003
003	0311	026	026	C026	FE00	0123	1	0027	0	0	004
004	4004	027	026	C026	FE00	0123	1	0027	0	0	005
005	0100	027	026	C026	FE00	0123	1	FE00	0	0	006
006	4003	027	026	FE00	FE00	0123	1	FE00	0	0	007
007	AF0C	027	026	FE00	FE00	0123	1	FE00	0	0	008
008	AE0C	027	026	FE00	FE00	0123	1	FE00	0	0	009
009	AD0C	027	026	FE00	FE00	0123	1	FE00	0	0	00A
00A	EC5E	027	026	FE00	FE00	0123	1	FE00	0	0	05E
05E	AB61	027	026	FE00	FE00	0123	1	FE00	0	0	05F
05F	AA6C	027	026	FE00	FE00	0123	1	FE00	0	0	060
060	83E0	027	026	FE00	FE00	0123	1	FE00	0	0	0E0
0E0	A98F	027	026	FE00	FE00	0123	1	FE00	0	0	0E1
0E1	E88F	027	026	FE00	FE00	0123	1	FE00	0	0	0E2
0E2	1050	027	026	FE00	FE00	0123	1	FEDD	0	0	0E3
0E3	4075	027	026	FE00	FE00	FEDD	1	FEDD	1	0	0E4
0E4	838F	027	026	FE00	FE00	FEDD	1	FEDD	1	0	08F
08F	C591	027	026	FE00	FE00	FEDD	1	FEDD	1	0	090
090	83F5	027	026	FE00	FE00	FEDD	1	FEDD	1	0	0F5
0F5	8788	027	026	FE00	FE00	FEDD	1	FEDD	1	0	088
088	4008	027	026	FE00	FE00	FEDD	1	FEDD	1	0	089
<b>Команда 3015, расположенная по адресу 027</b>											
088	4008	028	015	3015	FEDD	FEDD	1	0000	1	0	089
<b>Команда F200, расположенная по адресу 028</b>											
088	4008	029	028	F200	F200	0000	1	0000	0	1	089
<b>Команда F000, расположенная по адресу 029</b>											
Завершение программы.											

**Вывод:** в ходе выполнения данной лабораторной работы были загружены в память микропрограмм микрокоманды новых команд базовой ЭВМ, загружены в память ЭВМ программы для проверки правильности выполнения синтезированных команд, а также проверены и отлажены эти микропрограммы.