Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Вятский государственный университет»
Факультет автоматики и вычислительной техники
Кафедра электронных вычислительных машин

Отчет по лабораторной работе №5 по дисциплине «Организация ЭВМ и систем»

Вариант 4

Выполнил студент группы ИВТ-31_____/Крючков И. С/
Проверил_____/Клюкин В.Л./

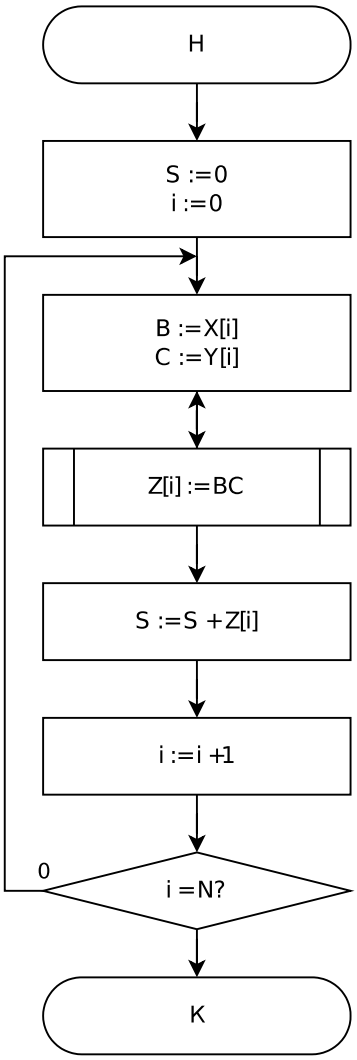
Киров 2022

1. Задание

Определить архитектуру, разработать и отладить микропрограмму командного цикла ЭВМ, составить и выполнить программу вычисления суммы произведений S = $\sum_{i=1}^{N} XY$, где XY (X и Y – целые числа от 0 до 255) произведение, получаемое путем Y кратного суммирования множимого X

2. Определение структуры и программирование

2.1 Схема алгоритма



2.2 Форматы данных

X и Y изменяются в пределах от 0 до 255, поэтому любое число можно представить 16 разрядным двоичным кодом без знака

2.3 Программно-доступные регистры

ЭВМ имеет девять программно-доступных регистров: шесть регистров общего назначения (r0-r5), программный счетчик – IP (r6), регистр признаков – FLAGS (r7), содержащий разряд признака нуля (Z), а также регистр указателя стека – SP (r8).

2.4 Система команд

Название	Мнемоника	Описание	Изменение признака Z
Суммирование	ADD r r*	r := r + r*, IP := IP + 1	+
Вычитание	SUB r r*	r := r – r*, IP := IP + 1	+
Добавление C	AD r C	r := r + C, IP := IP + 1	+
Вычитание C	SB r C	r := r – C, IP := IP + 1	+
Чтение в регистр	LD r A	r := M[A], IP := IP + 1	-
Запись регистра	MV r A	M[A] := r, IP := IP + 1	-
Чтение в регистр с индексацией	LDI r, r*	r := M[r*], IP := IP + 1	-
Запись в стек	PUSH r (SP)	M[SP] := r, SP := SP – 1, IP := IP + 1	-
Чтение из стека	POP r (SP)	SP := SP + 1, r := M[SP], IP := IP + 1	-
Переход	JMP A	IP := A	-
Переход, если нуль	JZ A	Если Z = 1, то IP := A, иначе IP := IP + 1	-
Обращение к подпрограмме	CALL (SP) A	M[SP] := IP, SP := SP – 1, IP := IP + 1	-
Возврат из подпрограммы	RET (SP)	SP := SP + 1, IP := M[SP]	-
Сдвиг вправо логический	SHR r r*	r := r* / 2, IP := IP + 1	+
Останов	HLT A	IP := A, останов	-

В описании системы команд приняты следующие обозначения:

— r, r*∈ {r0, r1, … r8} – программно-доступные регистры: регистр r* является источником данных, а регистр r – приемником результата, но может также служить источником второго операнда

— M[A] – ячейка памяти с адресом A

— Знак "+" в описании признаков означает, что устанавливается новое значение признака по результату выполнения команды, а знак "-" свидетельствует о сохранении старого значения признака

2.5 Программа

	LD r8 SP
	LD r5 Array
	LD r4 N

	SUB r3 r3
	LDI r0 (r5)+
	BEQ m3
m0	LDI r0 (r5)+
	BEQ m3
	CALL
	ADD r3 r2
m1	SB r4 1
	BEQ m2
	BR m0
m2	MV r3 SUM
	HLT
m3	AD r5 1
	BR m1

2.6 Распределение программно-доступных регистров ЭВМ

	Регистры ЭВМ		
r0	Xi		Число Xi
r1	Yi		Число Yi
r2	Zi		Результат Zi
r3	S		Сумма S
r4	N		Число повторений цикла N
r5	Array		Адрес массива
r6	IP		Программный счетчик
r7	FLAGS	Z	Регистр признаков
r8	SP		Регистр указателя стека

Подпрограмма

	SUB r2 r2
m4	ADD r2 r0
	SB r1 1

	BEQ m5
	BR m4
m5	POP r6

3. Кодирование программы и распределение памяти программ и данных

3.1 Форматы данных

Ф					
15	14..12	11..8	7..4	3..0	
0	K1		r	r*	ADD, SUB, LDI, PUSH, POP, SHR, RET
0	K2		A		JMP, JZ, HLT
1	K3	r	C		AD, SB
1	K4	r	A		LD, MV, CALL,

3.2 Коды операций

Название	Мнемоника	Код операции
Суммирование	ADD	0x01
Вычитание	SUB	0x02
Добавление С	AD	0x9
Вычитание С	SB	0xA
Чтение в регистр	LD	0xB

Название	Мнемоника	Код операции
Запись регистра	MV	0xC
Чтение в регистр с индексацией	LDI	0x0E
Запись в стек	PUSH	0x07
Чтение из стека	POP	0x06
Переход	JMP	0x03
Переход, если нуль	JZ	0x04
Обращение к подпрограмме	CALL	0xD
Возврат из подпрограммы	RET	0x05
Сдвиг вправо логический	SHR	0x08
Останов	HLT	0x00

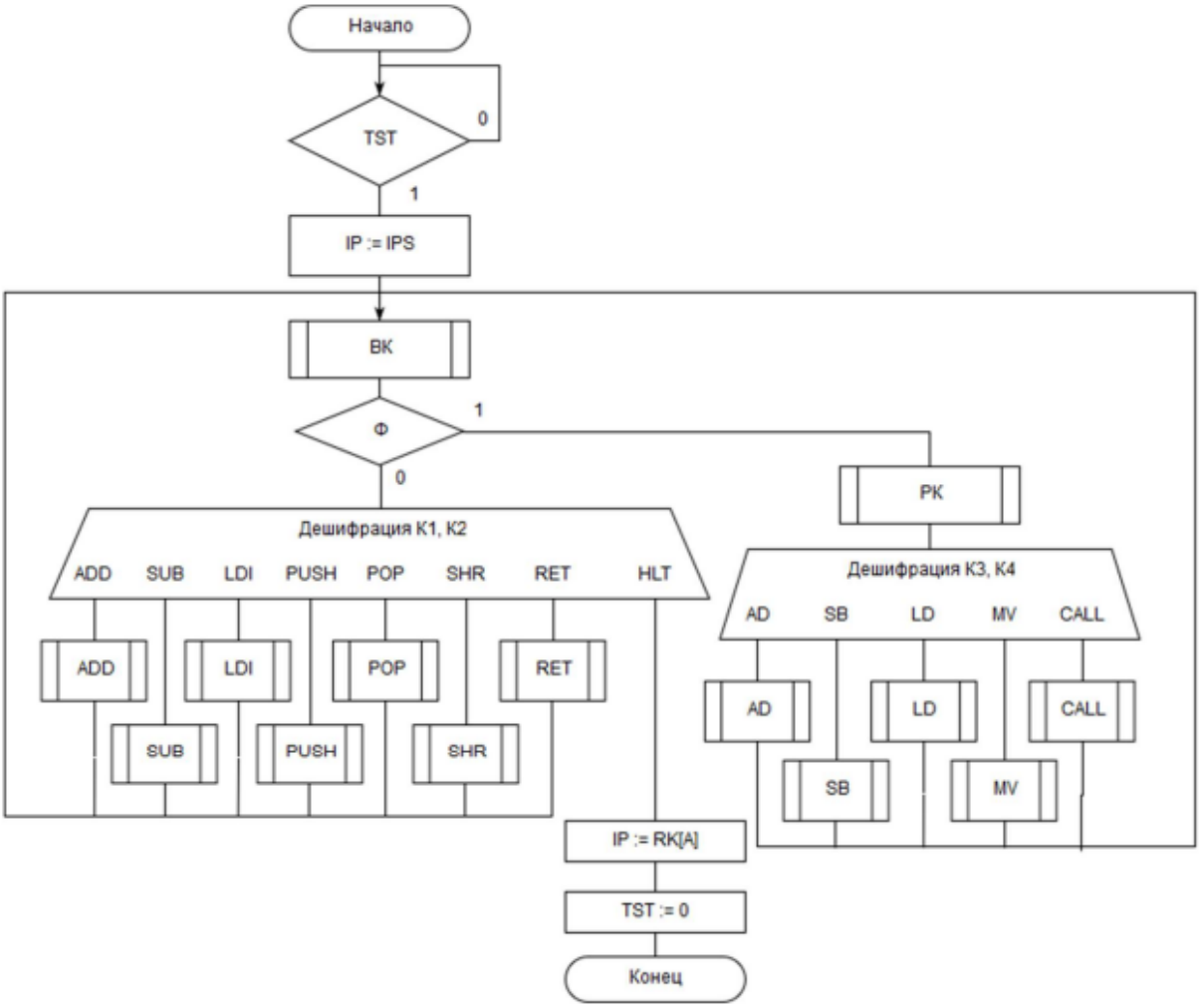
3.3 Распределение памяти

ОЗУ	Комментарии	ПНА
00: 0006	|PROGRAMM ADR.....	00: 31
01: 00FF	|STACK ADR.....	01: 18
02: 001D	|ARRAY ADR.....	02: 16
03: 0003	|N (LEN ARRAY).....	03: 24
04: 0010	|SUMMA.....	04: 27
05: 0000	|.....	05: 2B
06: B801	|LD R8 (SP RG).....	06: 2A
07: B502	|LD R5 (ARRAY ADR).....	07: 2E
08: B403	|LD R4 (N).....	08: 33
09: 0233	|R3:=0 (SUMMA).....	09: 1A
0A: 1005	|LDI R0 (R5)+ R0:=X.....	0A: 1C
0B: 0615	|BEQ (X = 0?).....	0B: 10
0C: 1015	|LDI R1 (R5)+ R1:=Y.....	0C: 13
0D: 0615	|BEQ (Y = 0?).....	0D: 00
0E: 892B	|CALL.....	0E: 00
0F: 0132	|ADD R3 R2 (S:=S+Z).....	0F: 00
10: A401	|SB R4 1 (N-1).....	10: 1E
11: 0713	|BEQ (N = 0?).....	11: 00
12: 050A	|BR.....	12: 00
13: C304	|S -> SUMMA.....	13: 00
14: 0007	|STOP.....	14: 00
15: 9501	|AD R5 1.....	15: 00
16: 0510	|BR.....	16: 00
17: 0000	|.....	17: 00
18: 0000	|.....	18: 00
19: 0000	|.....	19: 00
1A: 0000	|.....	1A: 00
1B: 0000	|.....	1B: 00
1C: 0000	|ARRAY.....	1C: 00
1D: 0002	|X1.....	1D: 00
1E: 0002	|Y1.....	1E: 00
1F: 0003	|X2.....	1F: 00
20: 0001	|Y2.....	20: 00
21: 0003	|X3.....	21: 00
22: 0003	|Y3.....	22: 00

ОЗУ	Комментарии
26: 0000	|.....
27: 0000	|.....
28: 0000	|.....
29: 0000	|.....
2A: 0000	|SUBPROGRAM.....
2B: 0222	|R2:=0 (Z).....
2C: 0120	|ADD R2 R0 (Z:=Z + X).....
2D: A101	|R1 - 1 (Y:=Y-1).....
2E: 0630	|BEQ (Y = 0?).....
2F: 052C	|BR.....
30: 0460	|POP R6.....
31: 0000	|.....

4. Разработка структуры и алгоритма работы

4.1 Граф-схема микропрограммы командного цикла



5.3 Микропрограмма командного цикла (выборка команды и установка признаков)

№	МИ	РЗУ		Упр. АЛУ			Упр. ОЗУ			Шина	МИ	Упр. усл.			Упр. УУ			Упр. РГК			Управление АП			
МК	I8-0	A	B	C0	^OE	SC	^CS	^W	^EA	D11-0	I3-0	A	U	^CCE	C0	^RLD	^OE	MS12	^LD	^OE	CZ	^OEV	^LM	^OEM
00:	571	E	E	0	0	00	1	1	1	006	C	000	0	0	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
01:	533	0	E	0	0	00	1	1	1	001	9	000	0	0	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
02:	143	0	6	0	0	00	1	1	0	000	E	000	0	0	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
03:	337	0	6	0	1	00	0	1	1	000	E	000	0	0	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
04:	203	6	6	1	0	00	1	1	0	000	E	000	0	0	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
05:	337	0	C	0	1	00	0	1	1	007	3	001	1	0	1	1	0	00	0	1	0	1	1	1
06:	345	E	F	0	1	00	1	1	1	000	2	000	0	0	1	1	0	00	1	0	0	1	1	1
07:	345	E	F	0	1	00	1	1	1	003	C	000	0	0	1	1	0	00	1	0	0	1	1	1
08:	533	0	C	0	0	00	1	1	1	008	9	000	0	0	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
09:	131	C	C	0	0	00	1	1	1	000	2	000	0	0	1	1	0	00	0	1	0	1	1	1
0A:	343	0	7	0	1	00	1	1	1	000	E	000	0	0	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
0B:	133	0	0	0	1	00	1	1	1	00E	3	000	1	0	1	1	0	01	1	1	0	1	1	1
0C:	133	0	0	0	1	00	1	1	1	004	3	001	0	0	1	1	0	01	1	1	0	1	1	1
0D:	503	0	7	1	1	01	1	1	1	004	3	000	0	1	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
0E:	303	0	7	1	1	00	1	1	1	004	3	000	0	1	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1

5.4Микропрограмма командного цикла (выполнение операций)

№	МИ	РЗУ		Упр. АЛУ			Упр. ОЗУ			Шина	МИ	Упр. усл.			Упр. УУ			Упр. РГК			Управление АП			
МК	I8-0	A	B	C0	^OE	SC	^CS	^W	^EA	D11-0	I3-0	A	U	^CCE	C0	^RLD	^OE	MS12	^LD	^OE	CZ	^OEV	^LM	^OEM
0F:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
10:	133	0	F	0	0	00	1	1	0	000	E	000	0	0	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
11:	337	0	0	0	1	00	0	1	1	00A	3	000	0	1	1	1	0	01	1	1	0	1	1	1
12:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
13:	133	0	F	0	0	00	1	1	0	000	E	000	0	0	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
14:	133	0	0	0	0	00	0	0	1	00A	3	000	0	1	1	1	0	01	1	1	0	1	1	1
15:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
16:	311	0	0	1	0	00	1	1	1	00A	3	000	0	1	1	1	0	11	1	1	0	1	1	1
17:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
18:	301	0	0	0	0	00	1	1	1	00A	3	000	0	1	1	1	0	11	1	1	0	1	1	1
19:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
1A:	301	F	0	0	0	00	1	1	1	00A	3	000	0	1	1	1	0	01	1	1	0	1	1	1
1B:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
1C:	311	F	0	1	0	00	1	1	1	00A	3	000	0	1	1	1	0	01	1	1	0	1	1	1
1D:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
1E:	104	0	0	0	0	00	1	1	0	000	E	000	0	0	1	1	0	11	1	1	0	1	1	1
1F:	337	0	0	0	1	00	0	1	1	004	C	000	0	1	1	1	0	11	1	1	0	1	1	1
20:	733	C	C	0	0	00	1	1	1	020	9	000	0	0	1	1	0	00	0	1	0	1	1	1
21:	303	0	0	1	1	00	1	1	1	000	E	000	0	0	1	1	0	11	1	1	0	1	1	1
22:	133	0	F	0	0	00	1	1	1	00A	3	000	0	1	1	1	0	00	0	1	0	1	1	1
23:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
24:	213	8	8	0	0	00	1	1	0	000	E	000	0	1	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
25:	133	0	0	0	0	00	0	0	1	004	3	000	0	1	1	1	0	11	1	1	0	1	1	1
26:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
27:	303	0	8	1	0	00	1	1	0	000	E	000	0	1	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
28:	337	0	0	0	1	00	0	1	1	004	3	000	0	1	1	1	0	11	1	1	0	1	1	1
29:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
2A:	113	0	7	0	1	00	1	1	1	004	3	000	0	0	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
2B:	334	F	6	0	1	00	1	1	1	004	3	000	0	1	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
2C:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
2D:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
2E:	113	0	7	0	1	00	1	1	1	004	3	001	1	0	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
2F:	334	F	6	0	1	00	1	1	1	004	3	000	0	1	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
30:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
31:	334	F	6	0	1	00	1	1	1	004	3	000	0	1	1	1	1	00	1	1	0	1	1	1
32:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.
33:	213	8	8	0	0	00	1	1	0	000	E	000	0	1	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
34:	133	0	6	0	0	00	0	0	1	000	E	000	0	1	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
35:	334	F	6	0	1	00	1	1	1	004	3	000	0	1	1	1	0	00	1	1	0	1	1	1
36:	...	.	.	.	.	..	.	.	.	...	.	...	.	.	.	.	.	..	.	.	.	.	.	.

6. Вывод

В ходе лабораторной работы была разработана и изучена учебная ЭВМ, разработана и реализована система команд, написана программа решения задачи, которая была помещена в ОЗУ. По сравнению с предыдущей лабораторной работой, система команд была расширена. В дополнение к прямой были добавлены следующие виды адресации; регистровая, неявная регистровая преинкрементная и постдекрементная, непосредственная. Введение различных видов адресации усложнило командный цикл, однако сделало написание программы удобнее и понятнее для программиста.