

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Лабораторная работа по
Основам профессиональной деятельности №3
Вариант №20

Работу выполнил:

Агаев Х. Р.

Группа:

P3234

Санкт-Петербург,

2023

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1	Текст задания	3
2	Текст исходной программы	4
3	Описание программы	6
3.1	Реализуемая функция	6
3.2	Область представления данных (расположение данных в памяти)	7
3.3	Область допустимых значений	7
4	Трассировка программы	8
5	Дополнительное задание №1: трассировка программы с из- мененными значениями	10
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	13

1 Текст задания

По выданному преподавателем варианту восстановить текст заданного варианта программы, определить предназначение и составить описание программы, определить область представления и область допустимых значений исходных данных и результата, выполнить трассировку программы.

231:	0243		23F:	7AF4
232:	A000		240:	8233
233:	4000		241:	CEF9
234:	0200		242:	0100
235:	+ 0200		243:	623E
236:	EEFD		244:	F601
237:	AF05		245:	1000
238:	EEFA		246:	8234
239:	AEF7		247:	0380
23A:	EEF7			
23B:	AAF6			
23C:	0480			
23D:	F402			
23E:	0400			

Рисунок 1.1 — Программа в памяти

2 Текст исходной программы

Адрес	Код команды	Мнемоника	Комментарий
231	0243	-	Текущий указатель на элемент массива
232	A000	-	Указатель на начало массива
233	4000	-	Длина массива (изначально), по сути счетчик элементов, с которыми нужно произвести взаимодействие
234	0200	-	Результат, количество четных чисел, а также адрес на сверяемый элемент
235	+0200	CLA	0 -> AC
236	EEFD	ST IP-3	Прямая относительная адресация для сохранения AC: $AC \rightarrow M(IP-3) \Leftrightarrow AC \rightarrow M(234)$
237	AF05	LD 5	Прямая загрузка операнда 05 -> AC
238	EEFA	ST IP-6	Прямая относительная адресация для сохранения AC: $AC \rightarrow M(IP-6) \Leftrightarrow AC \rightarrow M(233)$
239	AEF7	LD IP-9	Прямая относительная адресация для загрузки операнда в AC: $M(IP-9) \rightarrow AC \Leftrightarrow M(231) \rightarrow AC$
23A	EEF7	ST IP-9	Прямая относительная адресация для сохранения AC: $AC \rightarrow M(IP-9) \Leftrightarrow AC \rightarrow M(232)$

23B	AAF6	LD [IP-A], [IP-A]+1 -> [IP-A]	Косвенная автоинкрементная адресация для загрузки элемента массива и увеличения текущего указателя на 1: $M([IP-A]) \rightarrow AC$, $[IP-A]+1 \rightarrow [IP-A] \Leftrightarrow M([231]) \rightarrow AC$, $M(231)+1 \rightarrow M(231)$
23C	0480	ROR	Циклический сдвиг вправо: $AC_0 \rightarrow C$, $C \rightarrow AC_{15}$
23D	F402	BCS IP+02	Если $C=1$, то переход в IP+2: $IP + 2 \rightarrow IP \Leftrightarrow 240 \rightarrow IP$
23E	0400	ROL	Циклический сдвиг влево: $AC_{15} \rightarrow C$, $C \rightarrow AC_0$
23F	7AF4	CMP [IP-C], [IP-C]+1 -> [IP-C]	Косвенная автоинкрементная адресация для установки флагов разности AC и значения, адрес которого лежит в IP-C: $AC - M([IP-C]) \Leftrightarrow AC - M([234])$
240	8233	LOOP 233	$M(233) - 1 \rightarrow M(233)$. Если $M(233) \leq 0$, $IP + 1 \rightarrow IP$
241	CEF9	JUMP IP-7	Прямая относительная адресация для прыжка: $IP-7 \rightarrow IP \Leftrightarrow 23B \rightarrow IP$
242	0100	HLT	Останов
243	623E	-	Элемент массива
244	F601	-	Элемент массива
245	1000	-	Элемент массива
246	8234	-	Элемент массива
247	0380	-	Элемент массива

3 Описание программы

3.1 Реализуемая функция

Последовательно распишем алгоритм, реализованный в программе:

1. $AC = 0$;
2. $M(IP - 3) = AC \Leftrightarrow M(234) = 0$;
3. $AC = 5$;
4. $M(IP - 6) = AC \Leftrightarrow M(233) = 5$ (длина массива);
5. $AC = M(IP - 9) = M(231) = 0243$;
6. $M(IP - 9) = AC \Leftrightarrow M(232) = M(231) = 0243$ (указатель на первый элемент массива);
7. $AC = M([IP - A]) = M([231])$, по сути в аккумулятор последовательно помещаются значения массива, $M(231) = M(231) + 1$, затем счетчик увеличивается на 1, чтобы указатель принимал значение адреса следующего элемента массива;
8. Циклический сдвиг вправо: $AC_0 -> C, C -> AC_{15}$. Нужен для того, чтобы сохранить нулевой разряд числа в C . Этот разряд показывает четность числа.
9. Если $C=1$ (элемент массива - нечетный), то $IP = IP + 2 \Leftrightarrow IP = 23E + 2 = 240$ (переход к п. 12);
10. Циклический сдвиг влево: $AC_{15} -> C, C -> AC_0$. Восстановление аккумулятора, то есть изначально проверяемого элемента массива.
11. Сравнение значения аккумулятора со значением, адрес которого находится в результате, увеличение результата на 1, установка флагов результата: $SMP[IP - C], [IP - C] + 1 -> [IP - C], AC - M([IP - C]) \Leftrightarrow AC - M([234])$. По сути, сравнивая значения по адресам $[0; 4]$, значения в которых равно нулю, мы ничего не добиваемся. В данной инструкции важно то, что значение счетчика по адресу $IP - C = 234$ увеличивается на 1, то есть при нахождении четного числа в массиве (при нечетном осуществляется переход к п.12), значение счетчика инкрементируется.
12. $M(233) = M(233) - 1$. Длина массива уменьшается, то есть количество элементов массива декрементируется для того, чтобы понять, сколько чисел осталось проверить. По сути это счетчик цикла. Если этот счет-

чик не больше 0, то $IP = IP + 1 = 242$, осуществляется переход в 242 (п.14).

13. $IP = IP - 7 = 23B$, безусловный переход в 23B (п.7).

14. Точка останова, завершение программы.

Как можно догадаться, данная функция подсчитывает количество четных элементов в массиве и записывает их в результат.

3.2 Область представления данных (расположение данных в памяти)

231, 232 - указатели на элементы массива (представляются как адрес); 233, 234 - счетчики (беззнаковые целые числа); 235-242 - операции программы, 243-247 - элементы массива (знаковые целые числа).

3.3 Область допустимых значений

Указатель на текущий элемент массива - AP ; длина массива (счетчик оставшихся элементов) - len ; количество четных чисел - $count$; A - массив, A_i - i -тый элемент массива, $i \in [1, 5]$.

$$0x243 \leq AP \leq 0x247;$$

$$0 \leq len \leq 5;$$

$$0 \leq count \leq 5;$$

$$-2^{15} \leq A_i \leq 2^{15} - 1.$$

4 Трассировка программы

Адрес	Код	IP	CR	AR	DR	SP	BR	AC	PS	NZVC	Адрес	Новый код
235	0200	235	0000	000	0000	000	0000	0000	004	0100		
235	0200	236	0200	235	0200	000	0235	0000	004	0100		
236	EEFD	237	EEFD	234	0000	000	FFFD	0000	004	0100	234	0000
237	AF05	238	AF05	237	0005	000	0005	0005	000	0000		
238	EEFA	239	EEFA	233	0005	000	FFFA	0005	000	0000	233	0005
239	AEF7	23A	AEF7	231	0243	000	FFF7	0243	000	0000		
23A	EEF7	23B	EEF7	232	0243	000	FFF7	0243	000	0000	232	0243
23B	AAF6	23C	AAF6	243	623E	000	FFF6	623E	000	0000	232	0244
23C	0480	23D	0480	23C	0480	000	023C	311F	000	0000		
23D	F402	23E	F402	23D	F402	000	023D	311F	000	0000		
23E	0400	23F	0400	23E	0400	000	023E	623E	000	0000		
23F	7AF4	240	7AF4	000	0000	000	FFF4	623E	001	0001	234	0001
240	8233	241	8233	233	0004	000	0003	623E	001	0001	233	0004
241	CEF9	23B	CEF9	241	023B	000	FFF9	623E	001	0001		
23B	AAF6	23C	AAF6	244	F601	000	FFF6	F601	009	1001	232	0245
23C	0480	23D	0480	23C	0480	000	023C	FB00	009	1001		
23D	F402	240	F402	23D	F402	000	0002	FB00	009	1001		
240	8233	241	8233	233	0003	000	0002	FB00	009	1001	233	0003
241	CEF9	23B	CEF9	241	023B	000	FFF9	FB00	009	1001		

23B	AAF6	23C	AAF6	245	1000	000	FFF6	1000	001	0001	232	0246
23C	0480	23D	0480	23C	0480	000	023C	8800	00A	1010		
23D	F402	23E	F402	23D	F402	000	023D	8800	00A	1010		
23E	0400	23F	0400	23E	0400	000	023E	1000	003	0011		
23F	7AF4	240	7AF4	001	0000	000	FFF4	1000	001	0001	234	0002
240	8233	241	8233	233	0002	000	0001	1000	001	0001	233	0002
241	CEF9	23B	CEF9	241	023B	000	FFF9	1000	001	0001		
23B	AAF6	23C	AAF6	246	8234	000	FFF6	8234	009	1001	232	0247
23C	0480	23D	0480	23C	0480	000	023C	C11A	00A	1010		
23D	F402	23E	F402	23D	F402	000	023D	C11A	00A	1010		
23E	0400	23F	0400	23E	0400	000	023E	8234	009	1001		
23F	7AF4	240	7AF4	002	0000	000	FFF4	8234	009	1001	234	0003
240	8233	241	8233	233	0001	000	0000	8234	009	1001	233	0001
241	CEF9	23B	CEF9	241	023B	000	FFF9	8234	009	1001		
23B	AAF6	23C	AAF6	247	0380	000	FFF6	0380	001	0001	232	0248
23C	0480	23D	0480	23C	0480	000	023C	81C0	00A	1010		
23D	F402	23E	F402	23D	F402	000	023D	81C0	00A	1010		
23E	0400	23F	0400	23E	0400	000	023E	0380	003	0011		
23F	7AF4	240	7AF4	003	0000	000	FFF4	0380	001	0001	234	0004
240	8233	242	8233	233	0000	000	FFFF	0380	001	0001	233	0000
242	0100	243	0100	242	0100	000	0242	0380	001	0001		

5 Дополнительное задание №1: трассировка программы с измененными значениями

В инструкции 237: AF05 было увеличено значение на 1 -> AF06, чтобы увеличить длину массива до 6. На вход программе подаем следующие числа: [-17, 0, 36, 12, 81, 4].

Адрес	Код	IP	CR	AR	DR	SP	BR	AC	PS	NZVC	Адрес	Новый код
235	0200	235	0000	000	0000	000	0000	0000	004	0100		
235	0200	236	0200	235	0200	000	0235	0000	004	0100		
236	EEFD	237	EEFD	234	0000	000	FFFD	0000	004	0100	234	0000
237	AF06	238	AF06	237	0006	000	0006	0006	000	0000		
238	EEFA	239	EEFA	233	0006	000	FFFA	0006	000	0000	233	0006
239	AEF7	23A	AEF7	231	0243	000	FFF7	0243	000	0000		
23A	EEF7	23B	EEF7	232	0243	000	FFF7	0243	000	0000	232	0243
23B	AAF6	23C	AAF6	243	FFEF	000	FFF6	FFEF	008	1000	232	0244
23C	0480	23D	0480	23C	0480	000	023C	7FF7	003	0011		
23D	F402	240	F402	23D	F402	000	0002	7FF7	003	0011		
240	8233	241	8233	233	0005	000	0004	7FF7	003	0011	233	0005
241	CEF9	23B	CEF9	241	023B	000	FFF9	7FF7	003	0011		
23B	AAF6	23C	AAF6	244	0000	000	FFF6	0000	005	0101	232	0245
23C	0480	23D	0480	23C	0480	000	023C	8000	00A	1010		
23D	F402	23E	F402	23D	F402	000	023D	8000	00A	1010		
23E	0400	23F	0400	23E	0400	000	023E	0000	007	0111		
23F	7AF4	240	7AF4	000	0000	000	FFF4	0000	005	0101	234	0001

240	8233	241	8233	233	0004	000	0003	0000	005	0101	233	0004
241	CEF9	23B	CEF9	241	023B	000	FFF9	0000	005	0101		
23B	AAF6	23C	AAF6	245	0024	000	FFF6	0024	001	0001	232	0246
23C	0480	23D	0480	23C	0480	000	023C	8012	00A	1010		
23D	F402	23E	F402	23D	F402	000	023D	8012	00A	1010		
23E	0400	23F	0400	23E	0400	000	023E	0024	003	0011		
23F	7AF4	240	7AF4	001	0000	000	FFF4	0024	001	0001	234	0002
240	8233	241	8233	233	0003	000	0002	0024	001	0001	233	0003
241	CEF9	23B	CEF9	241	023B	000	FFF9	0024	001	0001		
23B	AAF6	23C	AAF6	246	000C	000	FFF6	000C	001	0001	232	0247
23C	0480	23D	0480	23C	0480	000	023C	8006	00A	1010		
23D	F402	23E	F402	23D	F402	000	023D	8006	00A	1010		
23E	0400	23F	0400	23E	0400	000	023E	000C	003	0011		
23F	7AF4	240	7AF4	002	0000	000	FFF4	000C	001	0001	234	0003
240	8233	241	8233	233	0002	000	0001	000C	001	0001	233	0002
241	CEF9	23B	CEF9	241	023B	000	FFF9	000C	001	0001		
23B	AAF6	23C	AAF6	247	0051	000	FFF6	0051	001	0001	232	0248
23C	0480	23D	0480	23C	0480	000	023C	8028	009	1001		
23D	F402	240	F402	23D	F402	000	0002	8028	009	1001		
240	8233	241	8233	233	0001	000	0000	8028	009	1001	233	0001
241	CEF9	23B	CEF9	241	023B	000	FFF9	8028	009	1001		
23B	AAF6	23C	AAF6	248	0004	000	FFF6	0004	001	0001	232	0249

23C	0480	23D	0480	23C	0480	000	023C	8002	00A	1010		
23D	F402	23E	F402	23D	F402	000	023D	8002	00A	1010		
23E	0400	23F	0400	23E	0400	000	023E	0004	003	0011		
23F	7AF4	240	7AF4	003	0000	000	FFF4	0004	001	0001	234	0004
240	8233	242	8233	233	0000	000	FFFF	0004	001	0001	233	0000
242	0100	243	0100	242	0100	000	0242	0004	001	0001		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении данной лабораторной работы были получены навыки по работе с:

- операциями с относительной адресацией в различных режимах, а также с операциями с непосредственной загрузкой операнда;
- циклическими сдвигами;
- командами ветвления.