

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет программной инженерии и компьютерной техники
Направление подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» –
Системное и прикладное программное обеспечение

Отчёт
По лабораторной работе №4
«Выполнение комплекса программ»
По дисциплине «Основы профессиональной деятельности»
Вариант: 51123

Выполнил:
Ясаков Артем Андреевич

Группа: Р3113

Преподаватель:
Ермаков Михаил Константинович

Санкт-Петербург 2025 г.

Оглавление

Задание	3
Выполнение работы	3
Описание программы.....	5
1) Назначение программы:	5
2) ОП и ОДЗ исходных данных и результата:	5
3) Расположение в памяти ЭВМ программы, исходных данных и результатов:.....	5
4) Адреса первой и последней команды выполняемой команды.....	6
Таблица трассировки	6
Заключение	8

Задание

Лабораторная работа №4

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

Введите номер варианта

14A: + 0200	158: 4E0C	-----	6C3: 0A00
14B: EE19	159: EE0B	6B6: AC01	6C4: 0799
14C: AE15	15A: AE09	6B7: F204	6C5: 00D0
14D: 0C00	15B: 0700	6B8: F003	
14E: D6B6	15C: 0C00	6B9: 7E0A	
14F: 0800	15D: D6B6	6BA: F006	
150: 6E14	15E: 0800	6BB: F805	
151: EE13	15F: 4E05	6BC: 4C01	
152: AE10	160: EE04	6BD: 4C01	
153: 0740	161: 0100	6BE: 4C01	
154: 0C00	162: ZZZZ	6BF: 4E05	
155: D6B6	163: YYY	6C0: CE01	
156: 0800	164: XXXX	6C1: AE02	
157: 0700	165: 0936	6C2: EC01	

Выполнение работы

Адрес	Код команды	Мнемоника	Комментарий
14A	0200	CLA	Очистка аккумулятора
14B	EE19	ST (IP+25)	AC → MEM(IP+25=165) Загрузили 0000 в ячейку 165 (обнулили R)
14C	AE15	LD (IP+21)	MEM(IP+21=162) → AC Загрузили Z в аккумулятор
14D	0C00	PUSH	AC → -(SP) Положили содержимое AC на вершину стека
14E	D6B6	CALL 6B6	SP - 1 → SP IP → SP 6B6 → IP Вызов подпрограммы
14F	0800	POP	(SP)+ → AC Взяли результат со стека
150	6E14	SUB (IP+20)	AC - MEM(IP+20=165) → AC F(Z) - R → F(Z) - 0 → F(Z)
151	EE13	ST (IP+19)	AC → MEM(IP+19=165) R = F(Z)
152	AE10	LD (IP+16)	MEM(IP+16=163) → AC Загрузили Y в аккумулятор
153	0740	DEC	AC - 1 → AC Y - 1
154	0C00	PUSH	AC → -(SP) Положили содержимое AC на вершину стека
155	D6B6	CALL 6B6	SP - 1 → SP IP → SP 6B6 → IP Вызов подпрограммы
156	0800	POP	(SP)+ → AC Взяли результат со стека

157	0700	INC	$AC + 1 \rightarrow AC$ $F(Y - 1) + 1$
158	4E0C	ADD (IP+12)	$AC + MEM(IP+12=165) \rightarrow AC$ $F(Y - 1) + F(Z) + 1$
159	EE0B	ST (IP+11)	$AC \rightarrow MEM(IP+11=165)$ $R = F(Y - 1) + F(Z) + 1$
15A	AE09	LD (IP+9)	$MEM(IP+9=164) \rightarrow AC$ Загрузили X в аккумулятор
15B	0700	INC	$AC + 1 \rightarrow AC$ $X + 1$
15C	0C00	PUSH	$AC \rightarrow -(SP)$ Положили содержимое AC на вершину стека
15D	D6B6	CALL 6B6	$SP-1 \rightarrow SP$ $IP \rightarrow SP$ $6B6 \rightarrow IP$ Вызов подпрограммы
15E	0800	POP	$(SP)+ \rightarrow AC$ Взяли результат со стека
15F	4E05	ADD (IP+5)	$AC + MEM(IP+5=165) \rightarrow AC$ $F(X + 1) + F(Y - 1) + F(Z) + 1$
160	EE04	ST (IP+4)	$AC \rightarrow MEM(IP+4=165)$ $R = F(X + 1) + F(Y - 1) + F(Z) + 1$
161	0100	HLT	Остановка
162	ZZZZ	Z	Число
163	YYYY	Y	Число
164	XXXX	X	Число
165	0936	R	Число
Подпрограмма			
6B6	AC01	LD (ST+1)	$MEM(SP+1=7FF) \rightarrow AC$ Загрузили число NUM из стека
6B7	F204	BNS (IP+4)	Переход в (IP+4=6BC), если N==1 (NUM < 0)
6B8	F003	BZS (IP+3)	Переход в (IP+3=6BC), если Z==1 (NUM == 0)
6B9	7E0A	CMP (IP+10)	$AC - MEM(IP+10=6C4) \rightarrow N, Z, V, C$ Сравниваем с $0799_{16} = 1945_{10}$
6BA	F006	BZS (IP+6)	Переход в (IP+6=6C1), если Z==1 (NUM==1945)
6BB	F805	BLT (IP+5)	Переход в (IP+5=6C1), если N==1 (NUM < 1945)
6BC	4C01	ADD (SP+1)	$AC + MEM(SP+1=7FF) \rightarrow AC$ $NUM + NUM = 2*NUM$
6BD	4C01	ADD (SP+1)	$AC + MEM(SP+1=7FF) \rightarrow AC$ $2*NUM + NUM = 3*NUM$
6BE	4C01	ADD (SP+1)	$AC + MEM(SP+1=7FF) \rightarrow AC$ $3*NUM + NUM = 4*NUM$
6BF	4E05	ADD (IP+5)	$AC + MEM(IP+5=6C5) \rightarrow AC$ $4*NUM + 208 = 4*NUM + 208$
6C0	CE01	JUMP (IP+1)	Переход в (IP+1=6C2)
6C1	AE02	LD (IP+2)	$MEM(IP+2=6C4) \rightarrow AC$ return 1945
6C2	EC01	ST (SP+1)	$AC \rightarrow MEM(SP+1=7FF)$ Положим преобразованный NUM на вершину стека
6C3	0A00	RET	$(SP)+ \rightarrow IP$ Выход из подпрограммы
6C4	0799	A	Константа для сравнения

Описание программы

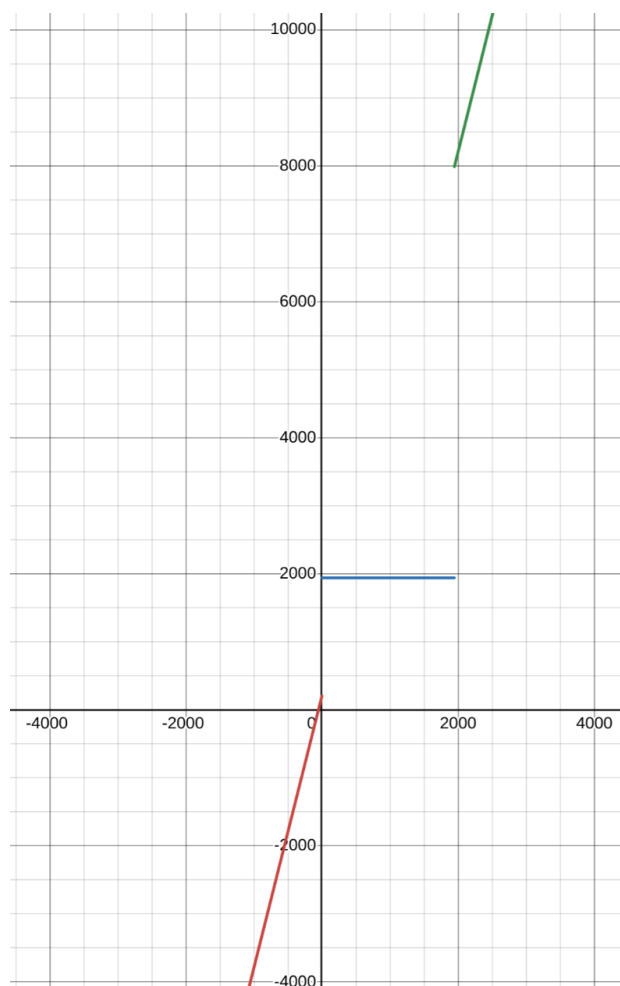
1) Назначение программы:

Нахождение значения функции:

$$R = f(X + 1) + f(Y - 1) + f(Z) + 1$$

$$F(n) = \begin{cases} 4n + 208, & \text{если } n \leq 0 \text{ или } n > 1945 \\ 1945, & \text{если } 0 < n \leq 1945 \end{cases}$$

График функции:



2) ОП и ОДЗ исходных данных и результата:

Область представления

X, Y, Z, R, A, B – целые знаковые шестнадцатеричные числа.

Область допустимых значений

$$A = 0799_{16} = 1945$$

$$B = 00D0_{16} = 208$$

Будем считать, что A и B можно поменять.

При значении аргумента функции в промежутке $[-2^{15}; 0]$ и $(A, 2^{15} - 1]$, функция вернет значение $4n + 208$. Функция монотонно возрастает, поэтому:

$$\begin{aligned} f_{min} &= f(-2^{15}) = -130864 \\ f_{max} &= f(2^{15} - 1) = 131276 \end{aligned}$$

Значит возможно возникновение переполнения, значит требуется ограничить значение операнда таким образом, чтобы в результате значения функции не выходило переполнение. Поскольку аргумент умножается на 4, то надо -32768 и $(32767 - B)$ поделить на 4

Тогда подставляя B получим, что:

- при значении аргумента функции в промежутке $[-32768/4; 0]$ результат будет $[-2^{15} + B; B]$ (в моём случае: $[-8192; 0]$)
- при значении аргумента функции в промежутке $(0; A]$ результат будет A
- при значении аргумента функции в промежутке $(A; (32767-B)/4]$ результат будет $(4 * A + B; 32764]$ (в моём случае: $[A; 8139]$)

Мы нашли ОДЗ для подпрограммы F(n) в общем виде. У нас вызывается подпрограмма 3 раза, так что ограничим результат F(n) в 3 раза, т. е. $[-32768/3; 32766/3]$, т. к. может возникнуть переполнение.

$$\begin{aligned} \frac{-32768}{3} \leq 4(X + 1) + 208 \leq \frac{32766}{3} &\Rightarrow \frac{\frac{-32768}{3} - 208}{4} - 1 \leq X \leq \frac{\frac{32766}{3} - 208}{4} - 1 \\ \left\{ \frac{-32768}{3} \leq 4(Y - 1) + 208 \leq \frac{32766}{3} \right\} &\Rightarrow \left\{ \frac{\frac{-32768}{3} - 208}{4} + 1 \leq Y \leq \frac{\frac{32766}{3} - 208}{4} + 1 \right. \\ \frac{-32768}{3} \leq 4(Z) + 208 \leq \frac{32766}{3} &\Rightarrow \frac{\frac{-32768}{3} - 208}{4} \leq Z \leq \frac{\frac{32766}{3} - 208}{4} \end{aligned}$$

В итоге мы получаем следующее ОДЗ на аргументы и результат:

$$\begin{aligned} -2783 &\leq X \leq 2677 \\ -2781 &\leq Y \leq 2679 \\ \{ -2782 &\leq Z \leq 2678 \\ R &\in [-32759; 32761] \end{aligned}$$

В принципе можно строго ограничить $-2^{11} \leq X, Y, Z \leq 2^{11} - 1$

3) Расположение в памяти ЭВМ программы, исходных данных и результатов:

Основная программа:

- 14A-161 — команды;
- 162-164 — исходные данные;
- 165 — результат.

Подпрограмма:

- 6B6-6C3 — команды;
- 6C4, 6C5 — константы.

Таблица трассировки

Доп. задание: под условие $0 < n \leq 1945$ подставить $3n+941$ и для новых значений сделать трассировку.

$$R = f(X + 1) + f(Y - 1) + f(Z) + 1$$

$$F(n) = \begin{cases} 4n + 208, & \text{если } n \leq 0 \text{ или } n > 1945 \\ 3n + 941, & \text{если } 0 < n \leq 1945 \end{cases}$$

Новые значения: $X = -99_{10} = \text{FF9D}_{16}$, $Y = 121_{10} = 0079_{16}$, $Z = 349_{10} = 015D_{16}$

$$R = (4 * (-99 + 1) + 208) + (3 * (121 - 1) + 941) + (3 * (349) + 941) + 1 = 3106_{10} = 0C22_{16}$$

Выполняемая команда	Содержимое регистров процессора после выполнения команды	Ячейка, содержимое которой изменилось после выполнения команды
---------------------	--	--

Адрес	Код	IP	CR	AR	DR	SP	BR	AC	NZVC	Адрес	Новый код
xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxx	xxxx
14A	0200	14A	0000	000	0000	000	0000	0000	0100		
14A	0200	14B	0200	14A	0200	000	014A	0000	0100		
14B	EE19	14C	EE19	165	0000	000	0019	0000	0100	165	0000
14C	AE15	14D	AE15	162	015D	000	0015	015D	0000		
14D	0C00	14E	0C00	7FF	015D	7FF	014D	015D	0000	7FF	015D
14E	D6B6	6B6	D6B6	7FE	014F	7FE	D6B6	015D	0000	7FE	014F
6B6	AC01	6B7	AC01	7FF	015D	7FE	0001	015D	0000		
6B7	F204	6B8	F204	6B7	F204	7FE	06B7	015D	0000		
6B8	F003	6B9	F003	6B8	F003	7FE	06B8	015D	0000		
6B9	7E0D	6BA	7E0D	6C7	03AD	7FE	000D	015D	1000		
6BA	F006	6BB	F006	6BA	F006	7FE	06BA	015D	1000		
6BB	F805	6C1	F805	6BB	F805	7FE	0005	015D	1000		
6C1	4C01	6C2	4C01	7FF	015D	7FE	0001	02BA	0000		
6C2	4C01	6C3	4C01	7FF	015D	7FE	0001	0417	0000		
6C3	4000	6C4	4000	6C7	03AD	7FE	0003	07C4	0000		
6C4	EC01	6C5	EC01	7FF	07C4	7FE	0001	07C4	0000	7FF	07C4
6C5	0A00	14F	0A00	7FE	014F	7FF	06C5	07C4	0000		
14F	0800	150	0800	7FF	07C4	000	014F	07C4	0000		
150	6E14	151	6E14	165	0000	000	0014	07C4	0001		
151	EE13	152	EE13	165	07C4	000	0013	07C4	0001	165	07C4
152	AE10	153	AE10	163	0079	000	0010	0079	0001		
153	0740	154	0740	153	0740	000	0153	0078	0001		
154	0C00	155	0C00	7FF	0078	7FF	0154	0078	0001	7FF	0078
155	D6B6	6B6	D6B6	7FE	0156	7FE	D6B6	0078	0001	7FE	0156
6B6	AC01	6B7	AC01	7FF	0078	7FE	0001	0078	0001		
6B7	F204	6B8	F204	6B7	F204	7FE	06B7	0078	0001		
6B8	F003	6B9	F003	6B8	F003	7FE	06B8	0078	0001		
6B9	7E0D	6BA	7E0D	6C7	03AD	7FE	000D	0078	1000		
6BA	F006	6BB	F006	6BA	F006	7FE	06BA	0078	1000		
6BB	F805	6C1	F805	6BB	F805	7FE	0005	0078	1000		
6C1	4C01	6C2	4C01	7FF	0078	7FE	0001	00F0	0000		
6C2	4C01	6C3	4C01	7FF	0078	7FE	0001	0168	0000		
6C3	4000	6C4	4000	6C7	03AD	7FE	0003	0515	0000		
6C4	EC01	6C5	EC01	7FF	0515	7FE	0001	0515	0000	7FF	0515
6C5	0A00	156	0A00	7FE	0156	7FF	06C5	0515	0000		
156	0800	157	0800	7FF	0515	000	0156	0515	0000		
157	0700	158	0700	157	0700	000	0157	0516	0000		
158	4E0C	159	4E0C	165	07C4	000	000C	0CDA	0000		
159	EE0B	15A	EE0B	165	0CDA	000	000B	0CDA	0000	165	0CDA
15A	AE09	15B	AE09	164	FF9D	000	0009	FF9D	1000		
15B	0700	15C	0700	15B	0700	000	015B	FF9E	1000		
15C	0C00	15D	0C00	7FF	FF9E	7FF	015C	FF9E	1000	7FF	FF9E
15D	D6B6	6B6	D6B6	7FE	015E	7FE	D6B6	FF9E	1000	7FE	015E
6B6	AC01	6B7	AC01	7FF	FF9E	7FE	0001	FF9E	1000		
6B7	F204	6BC	F204	6B7	F204	7FE	0004	FF9E	1000		
6BC	4C01	6BD	4C01	7FF	FF9E	7FE	0001	FF3C	1001		

6BD	4C01	6BE	4C01	7FF	FF9E	7FE	0001	FEDA	1001		
6BE	4C01	6BF	4C01	7FF	FF9E	7FE	0001	FE78	1001		
6BF	4E08	6C0	4E08	6C8	00D0	7FE	0008	FF48	1000		
6C0	CE03	6C4	CE03	6C0	06C4	7FE	0003	FF48	1000		
6C4	EC01	6C5	EC01	7FF	FF48	7FE	0001	FF48	1000	7FF	FF48
6C5	0A00	15E	0A00	7FE	015E	7FF	06C5	FF48	1000		
15E	0800	15F	0800	7FF	FF48	000	015E	FF48	1000		
15F	4E05	160	4E05	165	0CDA	000	0005	0C22	0001		
160	EE04	161	EE04	165	0C22	000	0004	0C22	0001	165	0C22
161	0100	162	0100	161	0100	000	0161	0C22	0001		

Вывод:

В ходе выполнения лабораторной работы я познакомился с реализацией подпрограмм в БЭВМ, познакомился с такой структурой данных, как стэк, повторил еще раз разные виды адресации.