

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

Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Лабораторная работа №4

Выполнение комплекса программ

Вариант 16407

Выполнил:

Григорьев Даниил Александрович

Группа Р3116

Преподаватель:

Ткешелашвили Нино Мерабиевна

Санкт-Петербург 2025

## Содержание

<b><i>Задание</i></b> .....	<b>3</b>
<b><i>Описание программы</i></b> .....	<b>5</b>
<b><i>Область представления</i></b> .....	<b>5</b>
<b><i>Трассировка программы</i></b> .....	<b>9</b>
<b><i>Вывод</i></b> .....	<b>11</b>

### Задание

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.

039: + 0200		047: 0740		-----		757: 00A2
03A: EE19		048: 6E0B		74A: AC01		
03B: AE15		049: EE0A		74B: F207		
03C: 0700		04A: AE08		74C: 7E09		
03D: 0C00		04B: 0C00		74D: F905		
03E: D74A		04C: D74A		74E: 0500		
03F: 0800		04D: 0800		74F: 0500		
040: 0700		04E: 4E05		750: 4C01		
041: 4E12		04F: EE04		751: 4E05		
042: EE11		050: 0100		752: CE01		
043: AE0E		051: ZZZZ		753: AE02		
044: 0C00		052: YYYY		754: EC01		
045: D74A		053: XXXX		755: 0A00		
046: 0800		054: 009B		756: 0F7B		

**Таблица команд**

Адрес	Код команды	Мнемоника	Комментарии
039	0200	CLA	ОЧИСТКА АККУМУЛЯТОРА
03A	EE19	ST (IP+25)	ОЧИСТКА РЕЗУЛЬТАТА (R=0)
03B	AE15	LD (IP+21)	Загрузка Z в аккумулятор, инкремент $AC = Z + 1$
03C	0700	INC	
03D	0C00	PUSH	Вызов функции
03E	D74A	CALL (74A)	F (Z + 1)
03F	0800	POP	Загрузка результата в аккумулятор
040	0700	INC	Сложение возвращаемого значения функции с $R = 0 + 1$ , сохранение в R $R = F(Z + 1) + 1$
041	4E12	ADD (IP+18)	
042	EE11	ST (IP+17)	
043	AE0E	LD (IP+14)	Загрузка в аккумулятор $AC = Y$
044	0C00	PUSH	Вызов функции
045	D74A	CALL (74A)	F (Y)
046	0800	POP	Загрузка результата в аккумулятор
047	0740	DEC	Вычитание R из $(F(Y) - 1)$ , сохранение в R $R = F(Y) - 1 - (F(Z+1) + 1)$
048	6E0B	SUB (IP+11)	
049	EE0A	ST (IP+10)	
04A	AE08	LD (IP+8)	Загрузка в аккумулятор $AC = X$
04B	0C00	PUSH	Вызов функции
04C	D74A	CALL (74A)	(F(X))
04D	0800	POP	Загрузка результата в аккумулятор
04E	4E05	ADD (IP+5)	Сложение R к F(X), сохранение в R $R = F(X) + (F(Y) - 1 - (F(Z+1) + 1))$
04F	EE04	ST (IP+4)	
050	0100	HLT	ОСТАНОВКА ПРОГРАММЫ
051	ZZZZ	Z	Переменная Z
052	YYYY	Y	Переменная Y
053	XXXX	X	Переменная X
054	009B	R	РЕЗУЛЬТАТ
Подпрограмма:			
74A	AC01	LD (SP+1)	Загрузка аргумента
74B	F207	BMI 7	Если $AC < 0$ , то переход на 753
74C	7E09	CMP (IP + 9)	Если $AC \geq A$ , то переход на 753
74D	F905	BGE 5	
74E	0500	ASL	Умножение на 5
74F	0500	ASL	
750	4C01	ADD (SP+1)	
751	4E05	ADD (IP+5)	Сложение B
752	CE01	JUMP (IP+1)	Переход на 754
753	AE02	LD (IP+2)	Загрузка A
754	EC01	ST (SP+1)	Сохранение результата
755	0A00	RET	Возврат
756	0F7B	0F7B	Константа A = 3963
757	00A2	00A2	Константа B = 162

## Описание программы

Назначение программы: нахождение значения функции:

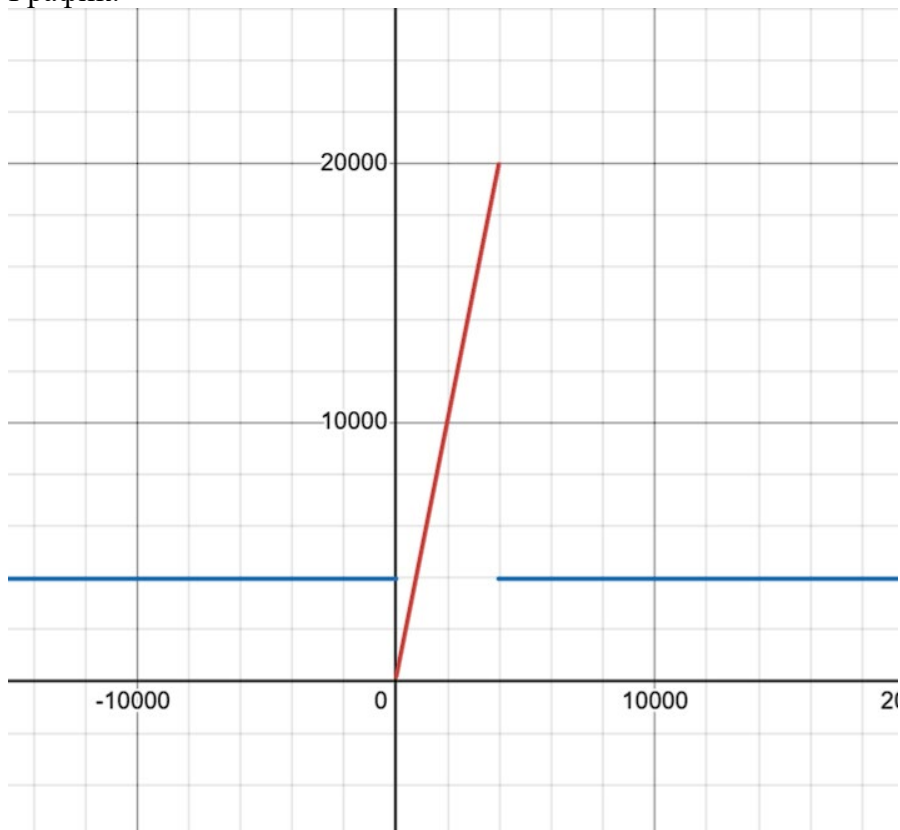
$$R = F(X) + (F(Y) - 1 - (F(Z+1) + 1))$$

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

$$R = F(X) + F(Y) - F(Z+1) - 2$$

$$f(x) = \begin{cases} 5x + B, & 0 \leq x < A \\ A, & x < 0, x \geq A \end{cases}$$

График:



## Область представления

X, Y, Z, A, B – 16 разрядные знаковые числа

### Область допустимых значений

$$A = 3963$$

$$B = 162$$

Для определения ОДЗ проанализируем функцию. При значении аргумента функции в промежутке  $(-\infty, 0) \cup [3963, +\infty)$  функция вернет значение выражения  $A$ . При использовании любого значения из заданного промежутка в функции не возникнет переполнения. При оставшихся значениях аргумента функция вернет  $5 \cdot x + B$ , что означает, что функция не переполняется на всем промежутке  $[0, 3963]$

$$f_{\min} = f(0) = 162$$

$$f_{\max} < 19972$$

Так как основная программа вычисляет следующее выражение:

$$R = f(X) + f(Y) - f(Z + 1) - 2$$

то минимально мы можем получить  $162 + 162 - 19972 - 2 = -19650 > -2^{15}$

а максимально  $39456 > 2^{15} - 1$

Переполнение возможно во втором случае

В функцию как аргументы мы передаем значение  $Z+1$ ,  $Y$ ,  $X$ . Значит ОДЗ:

$$R = F(X) + F(Y) - F(Z+1) - 2$$

$$f(x) = \begin{cases} 5x + B, & 0 \leq x < A \\ A, & x < 0, x \geq A \end{cases}$$

$$-19650 \leq R \leq 32767$$

$$1) \quad 3963 \cdot 5 + 162 + 3963 \cdot 5 + 162 - 1405 \cdot 5 - 162 = 32767 \text{ (худший случай)}$$

$$\begin{cases} 1405 \leq Z < 3963 \\ -2^{15} \leq X \leq 2^{15} - 1 \\ -2^{15} \leq Y \leq 2^{15} - 1 \end{cases}$$

$$2) \quad 3250 \cdot 5 + 162 + 3250 \cdot 5 + 162 - 0 \cdot 5 - 162 = 32662 \text{ (худший случай)}$$

$$\begin{cases} 0 \leq Z < 1405 \\ -2^{15} \leq X \leq 3250 \\ -2^{15} \leq Y \leq 3250 \end{cases}$$

$$3) \quad 3656 \cdot 5 + 162 + 3656 \cdot 5 + 162 - 3963 - 162 = 32759 \text{ (худший случай)}$$

$$\begin{cases} -2^{15} \leq Z < 0 \\ -2^{15} \leq X \leq 3656 \\ -2^{15} \leq Y \leq 3656 \end{cases}$$

4)  $3656 \cdot 5 + 162 + 3656 \cdot 5 + 162 - 3963 - 162 = 32759$  (худший случай)

$$\begin{cases} 3963 \leq Z < 2^{15} - 1 \\ -2^{15} \leq X \leq 3656 \\ -2^{15} \leq Y \leq 3656 \end{cases}$$

### **Расположение данных в памяти**

039-050 – размещение программы

051, 052, 053 – исходные данные

054 – итоговый результат

Подпрограмма:

74A – 755 – команды

756, 757 - константы

## Полученные числа и программа

$$X = -9$$

$$Y = 970$$

$$Z = 3963$$

$$R = 3963 + 5 \cdot 970 + 162 - 3963 - 2 = 5010$$

$$R = 5010_{10} - \text{это } 1392_{16}$$

$$R = F(X) + F(Y) - F(Z+1) - 2$$

$$f(x) = \begin{cases} 5x + B, & 0 \leq x < A \\ A, & x < 0, x \geq A \end{cases}$$



## Трассировка программы

Адр	Знчн	IP	CR	AR	DR	SP	BR	AC	PS	NZVC	Адр	Знчн
039	0200	039	0000	000	0000	000	0000	0000	4	100		
039	0200	03A	0200	039	0200	000	0039	0000	4	100		
03A	EE19	03B	EE19	054	0000	000	0019	0000	4	100	054	0000
03B	AE15	03C	AE15	051	0F7B	000	0015	0F7B	0	0		
		03										
03C	0700	D	0700	03C	0700	000	003C	0F7C	0	0		
03D	0C00	03E	0C00	7FF	0F7C	7FF	003D	0F7C	0	0	7FF	0F7C
		D74					D74					
03E	D74A	74A	A	7FE	003F	7FE	A	0F7C	0	0	7FE	003F
74A	AC01	74B	AC01	7FF	0F7C	7FE	0001	0F7C	0	0		
74B	F207	74C	F207	74B	F207	7FE	074B	0F7C	0	0		
		74										
74C	7E09	D	7E09	756	0F7B	7FE	0009	0F7C	1	1		
74D	F905	753	F905	74D	F905	7FE	0005	0F7C	1	1		
753	AE02	754	AE02	756	0F7B	7FE	0002	0F7B	1	1		
754	EC01	755	EC01	7FF	0F7B	7FE	0001	0F7B	1	1	7FF	0F7B
755	0A00	03F	0A00	7FE	003F	7FF	0755	0F7B	1	1		
03F	0800	040	0800	7FF	0F7B	000	003F	0F7B	1	1		
040	0700	041	0700	040	0700	000	0040	0F7C	0	0		
041	4E12	042	4E12	054	0000	000	0012	0F7C	0	0		
042	EE11	043	EE11	054	0F7C	000	0011	0F7C	0	0	054	0F7C
					03C			03C				
043	AE0E	044	AE0E	052	A	000	000E	A	0	0		
					03C			03C				
044	0C00	045	0C00	7FF	A	7FF	0044	A	0	0	7FF	03CA
		D74					D74	03C				
045	D74A	74A	A	7FE	0046	7FE	A	A	0	0	7FE	0046
					03C			03C				
74A	AC01	74B	AC01	7FF	A	7FE	0001	A	0	0		
					03C			03C				
74B	F207	74C	F207	74B	F207	7FE	074B	A	0	0		
		74						03C				
74C	7E09	D	7E09	756	0F7B	7FE	0009	A	8	1000		
								03C				
74D	F905	74E	F905	74D	F905	7FE	074D	A	8	1000		
					03C							
74E	0500	74F	0500	74E	A	7FE	074E	0794	0	0		
74F	0500	750	0500	74F	0794	7FE	074F	0F28	0	0		
					03C							
750	4C01	751	4C01	7FF	A	7FE	0001	12F2	0	0		
751	4E05	752	4E05	757	00A2	7FE	0005	1394	0	0		
752	CE01	754	CE01	752	0754	7FE	0001	1394	0	0		
754	EC01	755	EC01	7FF	1394	7FE	0001	1394	0	0	7FF	1394

755	0A00	046	0A00	7FE	0046	7FF	0755	1394	0	0		
046	0800	047	0800	7FF	1394	000	0046	1394	0	0		
047	0740	048	0740	047	0740	000	0047	1393	1	1		
048	6E0B	049	6E0B	054	0F7C	000	000B	0417	1	1		
049	EE0A	04A	EE0A	054	0417	000	000A	0417	1	1	054	0417
04A	AE08	04B	AE08	053	FFF7	000	0008	FFF7	9	1001		
04B	0C00	04C	0C00	7FF	FFF7	7FF	004B	FFF7	9	1001	7FF	FFF7
			D74		004		D74					
04C	D74A	74A	A	7FE	D	7FE	A	FFF7	9	1001	7FE	004D
74A	AC01	74B	AC01	7FF	FFF7	7FE	0001	FFF7	9	1001		
74B	F207	753	F207	74B	F207	7FE	0007	FFF7	9	1001		
753	AE02	754	AE02	756	0F7B	7FE	0002	0F7B	1	1		
754	EC01	755	EC01	7FF	0F7B	7FE	0001	0F7B	1	1	7FF	0F7B
		04			004							
755	0A00	D	0A00	7FE	D	7FF	0755	0F7B	1	1		
04D	0800	04E	0800	7FF	0F7B	000	004D	0F7B	1	1		
04E	4E05	04F	4E05	054	0417	000	0005	1392	0	0		
04F	EE04	050	EE04	054	1392	000	0004	1392	0	0	054	1392
050	0100	051	0100	050	0100	000	0050	1392	0	0		

## **Вывод**

В ходе работы над лабораторной работой я изучил, как работать в БЭВМ с массивами, а также с переадресацией, циклами и ЛУМРами. Попробовал поработать с ветвлениями и изучил их метод взаимодействия в программе.