

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

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА по ОПД №4**

**Вариант 8244**

Студент:	Кулагин Вячеслав Дмитриевич
Преподаватель:	Саржевский Иван Анатольевич
Поток:	1.9

Санкт-Петербург  
2024

# Содержание

<b>1</b>	<b>Задание</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Ход выполнения работы</b>	<b>3</b>
2.1	Текст исходной программы в виде таблицы . . . . .	3
2.2	Описание программы . . . . .	4
2.2.1	График подпрограммы . . . . .	4
2.3	Расположение данных в памяти . . . . .	5
2.4	Область представления . . . . .	5
2.5	Область допустимых значений . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Трассировка</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Заключение</b>	<b>7</b>

# 1 Задание

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.

**Исходные данные для варианта 8244:**

<b>1D5: + 0200</b>	<b> </b>	<b>1E3: 0700</b>	<b> </b>	<b>-----</b>	<b> </b>	<b>69B: FADA</b>
<b>1D6: EE19</b>	<b> </b>	<b>1E4: 6E0B</b>	<b> </b>	<b>68E: AC01</b>	<b> </b>	<b>69C: 0061</b>
<b>1D7: AE17</b>	<b> </b>	<b>1E5: EE0A</b>	<b> </b>	<b>68F: F303</b>	<b> </b>	
<b>1D8: 0700</b>	<b> </b>	<b>1E6: AE06</b>	<b> </b>	<b>690: 7E0A</b>	<b> </b>	
<b>1D9: 0C00</b>	<b> </b>	<b>1E7: 0C00</b>	<b> </b>	<b>691: F201</b>	<b> </b>	
<b>1DA: D68E</b>	<b> </b>	<b>1E8: D68E</b>	<b> </b>	<b>692: CE05</b>	<b> </b>	
<b>1DB: 0800</b>	<b> </b>	<b>1E9: 0800</b>	<b> </b>	<b>693: 0500</b>	<b> </b>	
<b>1DC: 6E13</b>	<b> </b>	<b>1EA: 4E05</b>	<b> </b>	<b>694: 0500</b>	<b> </b>	
<b>1DD: EE12</b>	<b> </b>	<b>1EB: EE04</b>	<b> </b>	<b>695: 6C01</b>	<b> </b>	
<b>1DE: AE0F</b>	<b> </b>	<b>1EC: 0100</b>	<b> </b>	<b>696: 6E05</b>	<b> </b>	
<b>1DF: 0740</b>	<b> </b>	<b>1ED: ZZZZ</b>	<b> </b>	<b>697: CE01</b>	<b> </b>	
<b>1E0: 0C00</b>	<b> </b>	<b>1EE: YYYY</b>	<b> </b>	<b>698: AE02</b>	<b> </b>	
<b>1E1: D68E</b>	<b> </b>	<b>1EF: XXXX</b>	<b> </b>	<b>699: EC01</b>	<b> </b>	
<b>1E2: 0800</b>	<b> </b>	<b>1F0: FAD8</b>	<b> </b>	<b>69A: 0A00</b>	<b> </b>	

## 2 Ход выполнения работы

### 2.1 Текст исходной программы в виде таблицы

Адрес	Код команды	Мнемоника	Комментарий
1D5	0200	CLA	Очистка AC и ячейки для хранения результата
1D6	EE19	ST (IP + 19)	
1D7	AE17	LD (IP + 17)	Загрузка в стек значения $X + 1$
1D8	0700	INC	
1D9	0C00	PUSH	
1DA	D68E	CALL \$68E	
1DB	0800	POP	Вызов $f(X + 1)$ и помещение результата в AC
1DC	6E13	SUB (IP + 13)	Сохранение в R результата $f(X + 1)$
1DD	EE12	ST (IP + 12)	
1DE	AE0F	LD (IP + F)	Загрузка в стек значения $Y - 1$
1DF	0740	DEC	
1E0	0C00	PUSH	
1E1	D68E	CALL \$68E	
1E2	0800	POP	Вызов $f(Y - 1)$ и помещение результата в AC
1E3	0700	INC	Сохранение в R результата операции: $(f(Y - 1) + 1) - f(X + 1)$
1E4	6E0B	SUB (IP + B)	
1E5	EE0A	ST (IP + A)	
1E6	AE06	LD (IP + 6)	Загрузка в стек значения $Z$
1E7	0C00	PUSH	
1E8	D68E	CALL \$68E	
1E9	0800	POP	Вызов $f(Z)$ и помещение результата в AC
1EA	4E05	ADD (IP + 5)	Прибавление к R результата функции $f(Z)$
1EB	EE04	ST (IP + 4)	В итоге в R получаем: $(f(Y - 1) + 1) - f(X + 1) + f(Z)$
1EC	0100	HLT	Останов
1ED	ZZZZ	Z	Данные для $f(n)$
1EE	YYYY	Y	
1EF	XXXX	X	
1F0	FAD8	R	Ячейка для хранения суммы результатов всех функций
Подпрограмма, выполняющая функцию $f(n)$			
68E	AC01	LD (SP + 1)	Загрузка $n$ из стека
68F	F303	BPL (IP + 3)	Проверка значения. Если $-1318 < n < 0$ , то переход к ячейке 698, иначе выполнение тела функции
690	7E0A	CMP (IP + A)	
691	F201	BMI (IP + 1)	
692	CE05	JUMP (IP + 5)	
693	0500	ASL	Умножение $n$ на 4
694	0500	ASL	
695	6C01	SUB (SP + 1)	Выполнение операции $4n - n - B = 3n - B$ , переход к ячейке 699
696	6E05	SUB (IP + 5)	
697	CE01	JUMP (IP + 1)	
698	AE02	LD (IP + 2)	Загрузка A, если $-1318 < n < 0$
699	EC01	ST (SP + 1)	Сохранение и возврат итогового значения
69A	0A00	RET	
69B	FADA	A	Константа A
69C	0061	B	Константа B

## 2.2 Описание программы

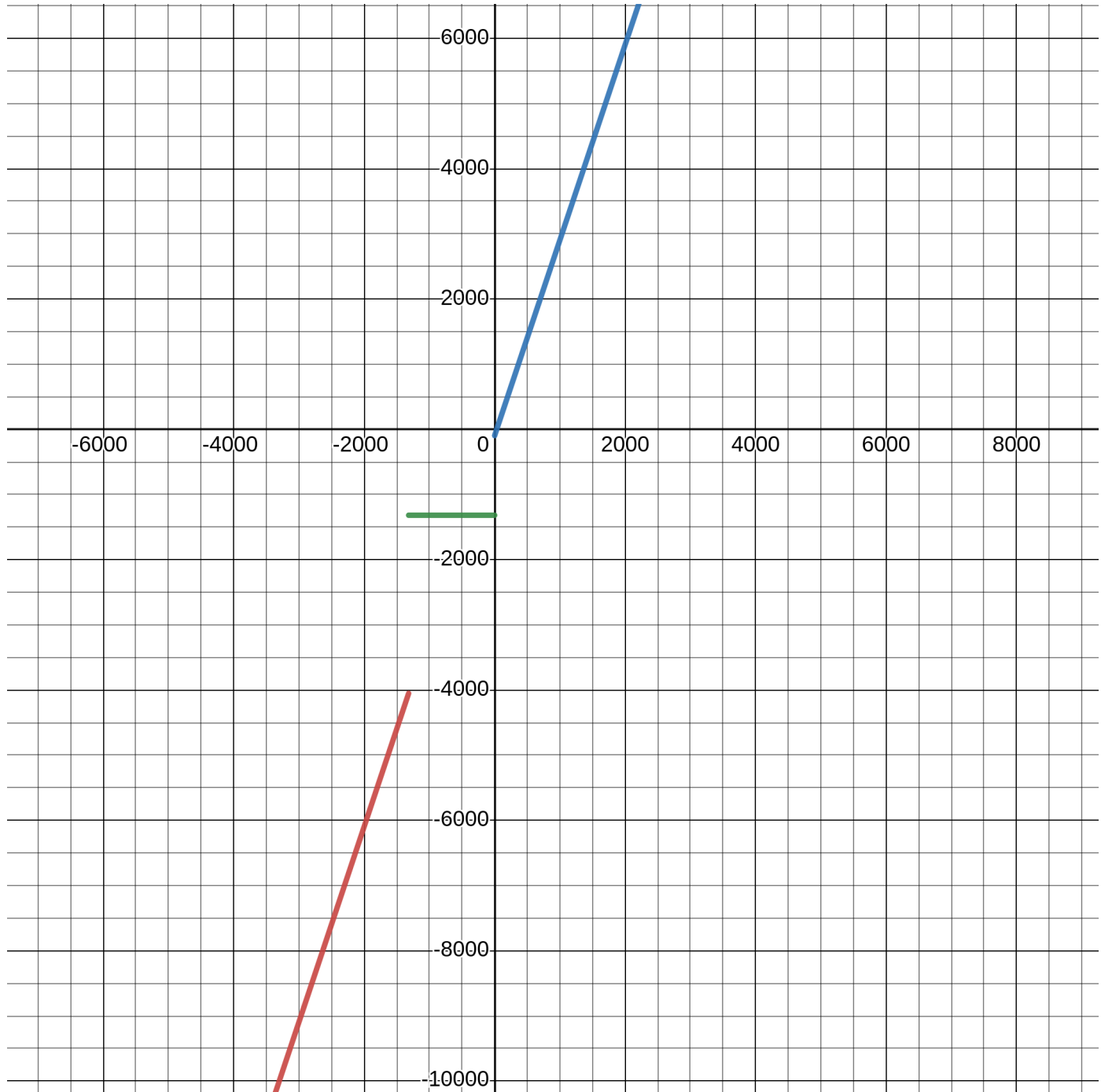
Программа выполняет следующие вычисления:

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

$$R = f(Y - 1) - f(X + 1) + f(Z) + 1, \text{ где}$$

$$f(n) = \begin{cases} -1318, & -1318 \leq n < 0 \\ 3n - 97, & (n < -1318) \cup (n \geq 0) \end{cases}$$

### 2.2.1 График подпрограммы



## 2.3 Расположение данных в памяти

- В ячейках 1D5..1EC представлены команды основной программы
- В ячейках 1ED..1F0 представлены исходные данные, а также результат
- В ячейках 68E..69A представлены команды подпрограммы
- В ячейках 69B..69C представлены константы для работы подпрограммы
- Первая команда находится в ячейке 1D5, последняя – в 1EC

## 2.4 Область представления

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

## 2.5 Область допустимых значений

Для нахождения ОДЗ необходимо рассмотреть подпрограмму, выраженную функцией  $f(n)$ . Эта функция может принять значения из диапазона  $[-10890; 10954]$ , это максимальный диапазон, при котором внутри подпрограммы не возникает переполнения. Объединяя другие необходимые условия, получаем:

$$\left\{ \begin{array}{l} -10889 \leq Y \leq 10955 \\ -10891 \leq X \leq 10953 \\ -10890 \leq Z \leq 10954 \\ -2^{15} - 1 \leq f(Y - 1) - f(X + 1) + f(Z) \leq 2^{15} - 2 \\ f(X), f(Y), f(Z) \in [-32767, -12250] \cup \{-1318\} \cup [-97, 32765] \end{array} \right.$$

Для того, чтобы избавиться от  $-2^{15} - 1 \leq f(Y - 1) - f(X + 1) + f(Z) \leq 2^{15} - 2$  и сделать ОДЗ проще, можно значительно уменьшить область определения X, Y, Z:

$$\left\{ \begin{array}{l} -3628 \leq Y \leq 3650 \\ -3629 \leq X \leq 3651 \\ -3630 \leq Z \leq 3650 \\ f(X), f(Y), f(Z) \in [-32767, -12250] \cup \{-1318\} \cup [-97, 32765] \end{array} \right.$$

### 3 Трассировка

Выполняемая команда		Содержание регистров после выполнения команды								Ячейка, содержание которой поменялось	
Адрес	Код	IP	CR	AR	DR	SP	BR	AC	N Z V C	Адрес	Новый код
1D5	0200	1D6	0200	1D5	0200	000	01D5	0000	- Z - -		
1D6	EE19	1D7	EE19	1F0	0000	000	0019	0000	- Z - -	1F0	0000
1D7	AE17	1D8	AE17	1EF	F1D3	000	0017	F1D3	N - - -		
1D8	0700	1D9	0700	1D8	0700	000	01D8	F1D4	N - - -		
1D9	0C00	1DA	0C00	7FF	F1D4	7FF	01D9	F1D4	N - - -	7FF	F1D4
1DA	D68E	68E	D68E	7FE	01DB	7FE	D68E	F1D4	N - - -	7FE	01DB
68E	AC01	68F	AC01	7FF	F1D4	7FE	0001	F1D4	N - - -		
68F	F303	690	F303	68F	F303	7FE	068F	F1D4	N - - -		
690	7E0A	691	7E0A	69B	FADA	7FE	000A	F1D4	N - - -		
691	F201	693	F201	691	F201	7FE	0001	F1D4	N - - -		
693	0500	694	0500	693	F1D4	7FE	0693	E3A8	N - - C		
694	0500	695	0500	694	E3A8	7FE	0694	C750	N - - C		
695	6C01	696	6C01	7FF	F1D4	7FE	0001	D57C	N - - -		
696	6E05	697	6E05	69C	0061	7FE	0005	D51B	N - - C		
697	CE01	699	CE01	697	0699	7FE	0001	D51B	N - - C		
699	EC01	69A	EC01	7FF	D51B	7FE	0001	D51B	N - - C	7FF	D51B
69A	0A00	1DB	0A00	7FE	01DB	7FF	069A	D51B	N - - C		
1DB	0800	1DC	0800	7FF	D51B	000	01DB	D51B	N - - C		
1DC	6E13	1DD	6E13	1F0	0000	000	0013	D51B	N - - C		
1DD	EE12	1DE	EE12	1F0	D51B	000	0012	D51B	N - - C	1F0	D51B
1DE	AE0F	1DF	AE0F	1EE	0E42	000	000F	0E42	- - - C		
1DF	0740	1E0	0740	1DF	0740	000	01DF	0E41	- - - C		
1E0	0C00	1E1	0C00	7FF	0E41	7FF	01E0	0E41	- - - C	7FF	0E41
1E1	D68E	68E	D68E	7FE	01E2	7FE	D68E	0E41	- - - C	7FE	01E2
68E	AC01	68F	AC01	7FF	0E41	7FE	0001	0E41	- - - C		
68F	F303	693	F303	68F	F303	7FE	0003	0E41	- - - C		
693	0500	694	0500	693	0E41	7FE	0693	1C82	- - - -		
694	0500	695	0500	694	1C82	7FE	0694	3904	- - - -		
695	6C01	696	6C01	7FF	0E41	7FE	0001	2AC3	- - - C		
696	6E05	697	6E05	69C	0061	7FE	0005	2A62	- - - C		
697	CE01	699	CE01	697	0699	7FE	0001	2A62	- - - C		
699	EC01	69A	EC01	7FF	2A62	7FE	0001	2A62	- - - C	7FF	2A62
69A	0A00	1E2	0A00	7FE	01E2	7FF	069A	2A62	- - - C		
1E2	0800	1E3	0800	7FF	2A62	000	01E2	2A62	- - - C		
1E3	0700	1E4	0700	1E3	0700	000	01E3	2A63	- - - -		
1E4	6E0B	1E5	6E0B	1F0	D51B	000	000B	5548	- - - -		
1E5	EE0A	1E6	EE0A	1F0	5548	000	000A	5548	- - - -	1F0	5548
1E6	AE06	1E7	AE06	1ED	0E42	000	0006	0E42	- - - -		
1E7	0C00	1E8	0C00	7FF	0E42	7FF	01E7	0E42	- - - -	7FF	0E42
1E8	D68E	68E	D68E	7FE	01E9	7FE	D68E	0E42	- - - -	7FE	01E9
68E	AC01	68F	AC01	7FF	0E42	7FE	0001	0E42	- - - -		

68F	F303	693	F303	68F	F303	7FE	0003	0E42	- - - -		
693	0500	694	0500	693	0E42	7FE	0693	1C84	- - - -		
694	0500	695	0500	694	1C84	7FE	0694	3908	- - - -		
695	6C01	696	6C01	7FF	0E42	7FE	0001	2AC6	- - - C		
696	6E05	697	6E05	69C	0061	7FE	0005	2A65	- - - C		
697	CE01	699	CE01	697	0699	7FE	0001	2A65	- - - C		
699	EC01	69A	EC01	7FF	2A65	7FE	0001	2A65	- - - C	7FF	2A65
69A	0A00	1E9	0A00	7FE	01E9	7FF	069A	2A65	- - - C		
1E9	0800	1EA	0800	7FF	2A65	000	01E9	2A65	- - - C		
1EA	4E05	1EB	4E05	1F0	5548	000	0005	7FAD	- - - -		
1EB	EE04	1EC	EE04	1F0	7FAD	000	0004	7FAD	- - - -	1F0	7FAD
1EC	0100	1ED	0100	1EC	0100	000	01EC	7FAD	- - - -		

## 4 Заключение

Проведя данную работу, я научился работать с подпрограммами и стеком в БЭВМ.