

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования “Национальный исследовательский университет ИТМО”

Факультет Программной Инженерии И Компьютерной Техники

Лабораторная работа №4

Выполнение циклических программ

Вариант 8313

Выполнила:

Абдуллаева София Улугбековна

Группа Р3108

Проверил:

Вербовой Александр Александрович

## Оглавление

Задание .....	3
Текст исходной программы.....	3
Описание программы .....	5
Назначение:.....	5
Область представления.....	6
Область допустимых значений .....	6
Расположение данных в памяти.....	7
Трассировка.....	8
Вывод.....	10

## 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.

## Текст исходной программы

Введите номер варианта

302: + 0200	310: 6E0C	-----	752: 078D
303: EE19	311: EE0B	745: AC01	753: 0036
304: AE15	312: AE08	746: F203	
305: 0C00	313: 0C00	747: 7E0A	
306: D745	314: D745	748: F006	
307: 0800	315: 0800	749: F805	
308: 4E14	316: 0700	74A: 0500	
309: EE13	317: 6E05	74B: 0500	
30A: AE11	318: EE04	74C: 6C01	
30B: 0740	319: 0100	74D: 4E05	
30C: 0C00	31A: ZZZZ	74E: CE01	
30D: D745	31B: YYY Y	74F: AE02	
30E: 0800	31C: XXXX	750: EC01	
30F: 0740	31D: 0EE9	751: 0A00	

Адрес	Код команды	Мнемоника	Описание
302	0200	CLA	Очистка аккумулятора: 0 => AC
303	EE19	ST(IP+25)	Прямое относительное сохранение: AC => MEM(31D) 0 => R
304	AE15	LD(IP+21)	Прямая относительная загрузка: MEM(31A) => AC Z => AC
305	0C00	PUSH	AC => -(SP) (кладём содержимое AC на вершину стека)
306	D745	CALL 745	SP-1 => SP, IP => MEM(SP), 745 => IP (вызов подпрограммы)
307	0800	POP	(SP)+ => AC (берём результат со стека)
308	4E14	ADD(IP+20)	Прямое относительное сложение: AC + MEM(31D) => AC

			$f(Z) + 0 \Rightarrow AC$
309	EE13	ST(IP+19)	Прямое относительное сохранение: $AC \Rightarrow MEM(31D)$ $f(Z) \Rightarrow R$
30A	AE11	LD(IP+17)	Прямая относительная загрузка: $MEM(31C) \Rightarrow AC$ $X \Rightarrow AC$
30B	0740	DEC	$AC - 1 \Rightarrow AC$ $X - 1 \Rightarrow AC$
30C	0C00	PUSH	$AC \Rightarrow -(SP)$ (кладём содержимое AC на вершину стека)
30D	D745	CALL 745	$SP-1 \Rightarrow SP$ , $IP \Rightarrow MEM(SP)$ , $745 \Rightarrow IP$ (вызов подпрограммы)
30E	0800	POP	$(SP)+ \Rightarrow AC$ (берём результат со стека)
30F	0740	DEC	$AC - 1 \Rightarrow AC$ $f(X-1) - 1 \Rightarrow AC$
310	6E0C	SUB(IP+12)	$AC - MEM(31D) \Rightarrow AC$ $(f(X-1) - 1) - f(Z) \Rightarrow AC$
311	EE0B	ST(IP+11)	Прямое относительное сохранение: $AC \Rightarrow MEM(31D)$ $(f(X-1) - 1) - f(Z) \Rightarrow R$
312	AE08	LD(IP+8)	Прямая относительная загрузка: $MEM(31B) \Rightarrow AC$ $Y \Rightarrow AC$
313	0C00	PUSH	$AC \Rightarrow -(SP)$ (кладём содержимое AC на вершину стека)
314	D745	CALL 745	$SP-1 \Rightarrow SP$ , $IP \Rightarrow MEM(SP)$ , $745 \Rightarrow IP$ (вызов подпрограммы)
315	0800	POP	$(SP)+ \Rightarrow AC$ (берём результат со стека)
316	0700	INC	$AC + 1 \Rightarrow AC$ $f(Y) + 1 \Rightarrow AC$
317	6E05	SUB(IP+5)	$AC - MEM(31D) \Rightarrow AC$ $f(Y) + 1 - R = f(Y) + 1 - ((f(X-1) - 1) - f(Z))$ $\Rightarrow AC$
318	EE04	ST(IP+4)	Прямое относительное сохранение: $AC \Rightarrow MEM(31D)$ $f(Y) + 1 - ((f(X-1) - 1) - f(Z)) \Rightarrow R$

319	0100	HLT	Остановка программы
31A	ZZZZ	Z	Значение Z
31B	YYYY	Y	Значение Y
31C	XXXX	X	Значения X
31D	0EE9	R	Результат
Подпрограмма			
745	AC01	LD(SP+1)	Загрузка аргумента: MEM(7FF) => AC
746	F203	BMI(IP+3)	Переход в (74A), если N == 1 (число ≤ 0)
747	7E0A	CMP(IP+10)	Установка признаков результата AC - A
748	F006	BEQ(IP+6)	Переход в (74F), если AC ≤ A
749	F805	BLT(IP+5)	
74A	0500	ASL	AC * 4 => AC
74B	0500	ASL	
74C	6C01	SUB(SP+1)	Вычитание переданного аргумента из AC: AC – MEM(7FF) => AC
74D	4E05	ADD(IP+5)	AC + B => AC
74E	CE01	JUMP(IP+1)	Прямой относительный прыжок (750)
74F	AE02	LD(IP+2)	Прямая относительная загрузка: A => AC (если AC ≤ A)
750	EC01	ST(SP+1)	Кладём результат на вершину стека: AC => 7FF
751	0A00	RET	Возврат из подпрограммы
752	078D	A	Константа для сравнения: A = 1933
753	0036	B	Константа для сравнения: B = 54

## Описание программы

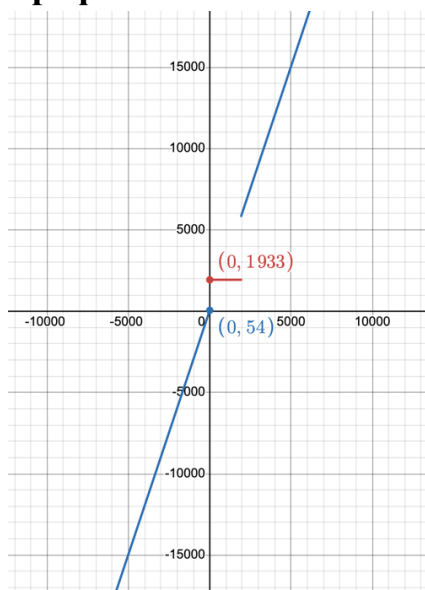
### Назначение:

Находит значение функции:

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

$$f(x) = \begin{cases} 3x + 54, & \text{если } x \leq 0 \text{ или } x > 1933 \\ 1933, & \text{если } 0 < x \leq 1933 \end{cases}$$

## График



<https://www.desmos.com/calculator/uhentis2jn?lang=ru>

## Область представления

$X, Y, Z, R, A, B$  – целые знаковые шестнадцатеричные числа  $[-2^{15}; 2^{15} - 1]$   
 $= [-32768; 32767]$

## Область допустимых значений

$$A = 078D_{16} = 1933_{10}$$

$$B = 0036_{16} = 54_{10}$$

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

При значении аргумента функции в промежутке  $(0; 1933]$  функция вернёт значение 1933, и при использовании любого значения из заданного промежутка функции не возникнет переполнения

Теперь рассмотрим промежуток  $[-2^{15}; 0]$  и  $(1933; 2^{15} - 1]$ , при значении аргумента в этом промежутке функция вернёт значение  $3x + 54$ .

Функция монотонно возрастает  $\Rightarrow f_{\min} = f(-2^{15}) = -98250$ ,  $f_{\max} = f(2^{15} - 1) = 98355 \Rightarrow \min$  значение  $R$ , которое мы можем получить:

$$-98250 - 98355 + (-98250) + 2 = -294853 < -2^{15}, \text{ max значение } R: 98355 - (-98250) + 98355 + 2 = 294962 > 2^{15} - 1$$

Может возникнуть переполнение

$$-32768 \leq 3x + 54 \leq 32767$$

1. При значении аргумента функции на промежутке  $[(-32768 - B)/3; 0] = [-10940; 0]$

$$f(-10940) = 3 * (-10940) + B = -32766$$

$$f(0) = B = 54$$

Получился промежуток **[-32766; B]**

2. При значении аргумента функции на промежутке (A; 10904]

$$f(A) = f(1993) = 3A + B$$

$$f(10904) = 3 * 10904 + B = 32766$$

Получился промежуток **(3A + B; 32766]**

Снова может возникнуть переполнение, т.к происходит сложение 3 результатов программ => нужно поделить крайние значения на 3

В функцию как аргументы мы передаём значения X-1, Y, Z

**Получим ОДЗ:**

$$\left\{ \begin{array}{l} -\frac{32767}{3 * 3} + 1 \leq X \leq \frac{32768 - B}{3 * 3} + 1 \\ \frac{-32768 - B}{3 * 3} \leq Y \leq \frac{32767}{3 * 3} \\ \frac{-32768 - B}{3 * 3} \leq Z \leq \frac{32767}{3 * 3} \\ R \in [-32766; B] \cup (3A + B; 32766] \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} -3639 \leq X \leq 3635 \\ -3646 \leq Y \leq 3640 \\ -3646 \leq Z \leq 3640 \\ R \in [-32766; B] \cup (3A + B; 32712] \end{array} \right.$$

Если учитывать 2 случая (без переполнения и с переполнением):

$$R \in [-32766; B] \cup \{A\} \cup (3A + B; 32712]$$

## Расположение данных в памяти

**Основная программа:**

302 – 319 – инструкции

31A – 31C – исходные данные

31D - результат

**Подпрограмма:**

745 – 751 – инструкции

752 – 753 – константы

# Трассировка

X = 3081

Y = -503, в доп.коде FAFD

Z = 1300

Выполняемая команда		Содержание регистров в процессоре после выполнения команды									Ячейка, содержащее которой изменилось после выполнения команды	
Адрес	Код	IP	CR	AR	DR	SP	BR	AC	PS	NZ VC	Адрес	Новый код
302	0200	302	0000	000	0000	000	0000	0000	004	0100		
302	0200	303	0200	302	0200	000	0302	0000	004	0100		
303	EE19	304	EE19	31D	0000	000	0019	0000	004	0100	31D	0000
304	AE15	305	AE15	31A	1300	000	0015	1300	000	0000		
305	0C00	306	0C00	7FF	1300	7FF	0305	1300	000	0000	7FF	1300
306	D745	745	D745	7FE	0307	7FE	D745	1300	000	0000	7FE	0307
745	AC01	746	AC01	7FF	1300	7FE	0001	1300	000	0000		
746	F203	747	F203	746	F203	7FE	0746	1300	000	0000		
747	7E0A	748	7E0A	752	078D	7FE	000A	1300	001	0001		
748	F006	749	F006	748	F006	7FE	0748	1300	001	0001		
749	F805	74A	F805	749	F805	7FE	0749	1300	001	0001		
74A	0500	74B	0500	74A	1300	7FE	074A	2600	000	0000		
74B	0500	74C	0500	74B	2600	7FE	074B	4C00	000	0000		
74C	6C01	74D	6C01	7FF	1300	7FE	0001	3900	001	0001		
74D	4E05	74E	4E05	753	0036	7FE	0005	3936	000	0000		



74E	CE01	750	CE01	74E	0750	7FE	0001	3936	000	0000		
750	EC01	751	EC01	7FF	3936	7FE	0001	3936	000	0000	7FF	3936
751	0A00	307	0A00	7FE	0307	7FF	0751	3936	000	0000		
307	0800	308	0800	7FF	3936	000	0307	3936	000	0000		
308	4E14	309	4E14	31D	0000	000	0014	3936	000	0000		
309	EE13	30A	EE13	31D	3936	000	0013	3936	000	0000	31D	3936
30A	AE11	30B	AE11	31C	3081	000	0011	3081	000	0000		
30B	0740	30C	0740	30B	0740	000	030B	3080	001	0001		
30C	0C00	30D	0C00	7FF	3080	7FF	030C	3080	001	0001	7FF	3080
30D	D745	745	D745	7FE	030E	7FE	D745	3080	001	0001	7FE	030E
745	AC01	746	AC01	7FF	3080	7FE	0001	3080	001	0001		
746	F203	747	F203	746	F203	7FE	0746	3080	001	0001		
747	7E0A	748	7E0A	752	078D	7FE	000A	3080	001	0001		
748	F006	749	F006	748	F006	7FE	0748	3080	001	0001		
749	F805	74A	F805	749	F805	7FE	0749	3080	001	0001		
74A	0500	74B	0500	74A	3080	7FE	074A	6100	000	0000		
74B	0500	74C	0500	74B	6100	7FE	074B	C200	00A	1010		
74C	6C01	74D	6C01	7FF	3080	7FE	0001	9180	009	1001		
74D	4E05	74E	4E05	753	0036	7FE	0005	91B6	008	1000		
74E	CE01	750	CE01	74E	0750	7FE	0001	91B6	008	1000		
750	EC01	751	EC01	7FF	91B6	7FE	0001	91B6	008	1000	7FF	91B6
751	0A00	30E	0A00	7FE	030E	7FF	0751	91B6	008	1000		
30E	0800	30F	0800	7FF	91B6	000	030E	91B6	008	1000		
30F	0740	310	0740	30F	0740	000	030F	91B5	009	1001		
310	6E0C	311	6E0C	31D	3936	000	000C	587F	003	0011		
311	EE0B	312	EE0B	31D	587F	000	000B	587F	003	0011	31D	587F
312	AE08	313	AE08	31B	FAFD	000	0008	FAFD	009	1001		
313	0C00	314	0C00	7FF	FAFD	7FF	0313	FAFD	009	1001	7FF	FAFD
314	D745	745	D745	7FE	0315	7FE	D745	FAFD	009	1001	7FE	0315
745	AC01	746	AC01	7FF	FAFD	7FE	0001	FAFD	009	1001		
746	F203	74A	F203	746	F203	7FE	0003	FAFD	009	1001		
74A	0500	74B	0500	74A	FAFD	7FE	074A	F5FA	009	1001		
74B	0500	74C	0500	74B	F5FA	7FE	074B	EBF4	009	1001		
74C	6C01	74D	6C01	7FF	FAFD	7FE	0001	F0F7	008	1000		

74D	4E05	74E	4E05	753	0036	7FE	0005	F12D	008	1000		
74E	CE01	750	CE01	74E	0750	7FE	0001	F12D	008	1000		
750	EC01	751	EC01	7FF	F12D	7FE	0001	F12D	008	1000	7FF	F12D
751	0A00	315	0A00	7FE	0315	7FF	0751	F12D	008	1000		
315	0800	316	0800	7FF	F12D	000	0315	F12D	008	1000		
316	0700	317	0700	316	0700	000	0316	F12E	008	1000		
317	6E05	318	6E05	31D	587F	000	0005	98AF	009	1001		
318	EE04	319	EE04	31D	98AF	000	0004	98AF	009	1001	31D	98AF
319	0100	31A	0100	319	0100	000	0319	98AF	009	1001		

## Вывод

В процессе выполнения лабораторной работы я познакомилась с реализацией подпрограмм в БЭВМ, научилась работать со стеком и изучила работу команд CALL, PUSH, POP и RET.