



# УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

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

**ФАКУЛЬТЕТ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ**

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

по дисциплине  
“ОСНОВЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ”  
Тема: «Выполнение комплекса программ».

Вариант: 1379.

*выполнил:*

Студент группы Р3130

**Птицын Максим Евгеньевич**

*Преподаватель*

**Ткешелашвили Нино Мерабиевна**

г. Санкт-Петербург  
2022 г.

## 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.

1D9: + 0200	1E7: 4E0D	1F5: FDE8	729: EC01
1DA: EE1A	1E8: EE0C	-----	72A: 0A00
1DB: AE18	1E9: AE09	71D: AC01	72B: FF06
1DC: 0700	1EA: 0740	71E: F001	72C: 0027
1DD: 0C00	1EB: 0C00	71F: F304	
1DE: D71D	1EC: D71D	720: 6E0A	
1DF: 0800	1ED: 0800	721: F201	
1E0: 6E14	1EE: 0740	722: CE05	
1E1: EE13	1EF: 4E05	723: 4E07	
1E2: AE0F	1F0: EE04	724: 0500	
1E3: 0740	1F1: 0100	725: 0500	
1E4: 0C00	1F2: ZZZZ	726: 6E05	
1E5: D71D	1F3: YYYYY	727: CE01	
1E6: 0800	1F4: XXXX	728: AE02	

## 2 Программа

### 2.1 Основная:

Cell Address	Cell Content	Mnemonics	Comments
1D9	+ 0200	CLA	Очистка аккумулятора.
1DA	EE1A	ST (IP+26)	Сохранение аккумулятора в ячейку 1F5 (R).
1DB	AE18	LD (IP+24)	Загрузка в аккумулятор данных из ячейки 1F4 (X).
1DC	0700	INC	Инкрементация значения в аккумуляторе.
1DD	0C00	PUSH	Загрузка содержимого АС в подпрограмму.
1DE	D71D	CALL 71D	Вызов подпрограммы с началом в ячейке 71D.
1DF	0800	POP	Выгрузка результата подпрограммы в АС.
1E0	6E14	SUB (IP+20)	Вычитание из аккумулятора значение ячейки 1F5 (R).
1E1	EE13	ST (IP+19)	Сохранение результата в ячейку 1F5 (R).
1E2	AE0F	LD (IP+15)	Загрузка в аккумулятор данных из ячейки 1F2 (Z).
1E3	0740	DEC	Декрементация значения в аккумуляторе.
1E4	0C00	PUSH	Загрузка содержимого АС в подпрограмму.
1E5	D71D	CALL 71D	Вызов подпрограммы в ячейке 71D.
1E6	0800	POP	Выгрузка результата подпрограммы в АС.
1E7	4E0D	ADD (IP+13)	Сложение значения из ячейки 1F5 (R) с аккумулятором.
1E8	EE0C	ST (IP+12)	Сохранение результата в ячейку 1F5 (R).
1E9	AE09	LD (IP+9)	Загрузка в аккумулятор значение из ячейки 1F3 (Y).
1EA	0740	DEC	Декрементация значения в аккумуляторе.
1EB	0C00	PUSH	Загрузка содержимого АС в подпрограмму.
1EC	D71D	CALL 71D	Вызов подпрограммы в ячейке 71D.
1ED	0800	POP	Выгрузка результата подпрограммы в АС.
1EE	0740	DEC	Декрементация значения в аккумуляторе.
1EF	4E05	ADD (IP+5)	Сложение с аккумулятором значения из ячейки 1F5 (R).
1F0	EE04	ST (IP+4)	Сохранение результата в ячейку 1F5 (R).
1F1	0100	HLT	Остановка.
1F2	0008	Z	Переменная Z. Значение 8.
1F3	FFF1	Y	Переменная Y. Значение -15.
1F4	FFEC	X	Переменная X. Значение -20.
1F5	FDE8	R	Ячейка для хранения результата (R).

## 2.2 Подпрограмма:

Cell Address	Cell Content	Mnemonics	Comments
71D	AC01	LD (SP+1)	Загрузка в аккумулятор последнего сохранённого в стек числа.
71E	F001	BEQ (IP+1)	IF Z==1 THEN 720 -> IP (skip next).
71F	F304	BPL (IP+4)	IF N==0 THEN 724 -> IP.
720	6E0A	SUB (IP+10)	AC-MEM(72B).
721	F201	BMI (IP+1)	IF N==1 THEN 723 -> IP (skip next).
722	CE05	JUMP (IP+5)	728 -> IP.
723	4E07	ADD (IP+7)	Сложение с аккумулятором значения из ячейки 72B (V).
724	0500	ASL	Арифметический сдвиг влево
725	0500	ASL	( $AC_{15} \rightarrow C$ ; $AC_i = AC_{i-1}$ ; $0 \rightarrow AC_0$ ).
726	6E05	SUB (IP+5)	Вычитание из аккумулятора значения ячейки 72C (B).
727	CE01	JUMP (IP+1)	729 -> IP (skip next).
728	AE02	LD (IP+2)	Загрузка в аккумулятор значения ячейки 72B (V).
729	EC01	ST (SP+1)	Сохранение результата в стек (SP)+.
72A	0A00	RET	Возвращение из подпрограммы.
72B	FF06	V	Локальная переменная подпрограммы (-250).
72C	0027	B	Локальная переменная подпрограммы (39).

## 3 Функция, реализуемая программой

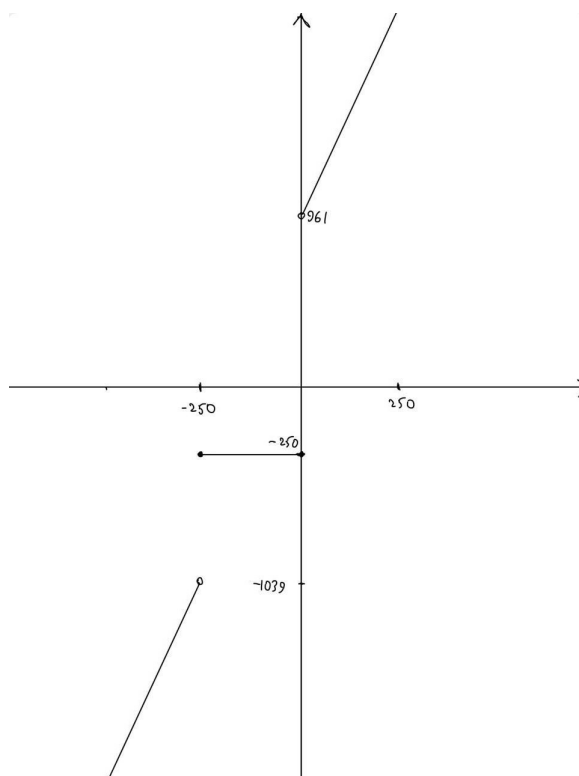
### 3.1 Основная программа:

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

### 3.2 Подпрограмма:

$$F(t) = \begin{cases} 4t - 39 & , \text{ if } t < -250 ; \\ -250 & , \text{ if } -250 \leq t \leq 0 ; \\ 4t - 39 & , \text{ if } t > 0 . \end{cases}$$

### 3.3 График функции подпрограммы:



## 4 Область представления данных и область допустимых значений

### 4.1 Область представления:

В ячейках X, Y, Z, V, B, R находятся знаковые 16-ричные целые числа.

### 4.2 ОДЗ

#### 4.2.1 Подпрограммы:

$$F(x) \in \left[ \frac{-2^{15}+1}{3}; \frac{2^{15}}{3} \right]$$

#### 4.2.2 X:

$$\frac{-2^{15}+118}{12} - 1 \leq X \leq \frac{2^{15}+117}{12} - 1$$

or

$$-2721 \leq X \leq 2739$$

#### 4.2.3 Y:

$$\frac{-2^{15}+118}{12} + 1 \leq Y \leq \frac{2^{15}+117}{12} + 1$$

or

$$-2719 \leq Y \leq 2741$$

#### 4.2.4 Z:

$$\frac{-2^{15}+118}{12} + 1 \leq Z \leq \frac{2^{15}+117}{12} + 1$$

or

$$-2719 \leq Z \leq 2741$$

#### 4.2.5 Результаты:

$$-2^{15} \leq R \leq 2^{15} - 1$$

## 5 Расположение программы в памяти БЭВМ:

Основной программы - **1D9-1F1** .  
Первый аргумент программы - **1F2** .  
Второй аргумент программы - **1F3** .  
Третий аргумент программы - **1F4** .  
Результат программы - **1F5** .  
Подпрограммы - **71D-72A** .  
Вспомогательная переменная подпрограммы - **72B** .  
Вспомогательная переменная подпрограммы - **72C** .

## 6 Трассировка

Адр	Знач	IP	CR	AR	DR	SP	BR	AC	PS	NZVC	Адр	Знач
1D9	0200	1DA	0200	1D9	0000	000	0000	0000	0000	0000	004	0100
1D9	0200	1DA	0200	1D9	0000	000	0000	0000	0000	004	0100	0100
1DA	EE1A	1DB	EE1A	1F5	0000	000	001A	0000	004	0100	1F5	0000
1DB	AE18	1DC	AE18	1F4	FFEC	000	0018	FFEC	008	1000		
1DC	0700	1DD	0700	1DC	0700	000	01DC	FFED	008	1000		
1DD	0C00	1DE	0C00	7FF	FFED	7FF	01DD	FFED	008	1000	7FF	FFED
1DE	D71D	71D	D71D	7FE	01DF	7FE	D71D	FFED	008	1000	7FE	01DF
71D	AC01	71E	AC01	7FF	FFED	7FE	0001	FFED	008	1000		
71E	F001	71F	F001	71E	F001	7FE	071E	FFED	008	1000		
71F	F304	720	F304	71F	F304	7FE	071F	FFED	008	1000		
720	6E0A	721	6E0A	72B	FF06	7FE	000A	00E7	001	0001		
721	F201	722	F201	721	F201	7FE	0721	00E7	001	0001		
722	CE05	728	CE05	722	0728	7FE	0005	00E7	001	0001		
728	AE02	729	AE02	72B	FF06	7FE	0002	FF06	009	1001		
729	EC01	72A	EC01	7FF	FF06	7FE	0001	FF06	009	1001	7FF	FF06
72A	0A00	1DF	0A00	7FE	01DF	7FF	072A	FF06	009	1001		
1DF	0800	1E0	0800	7FF	FF06	000	01DF	FF06	009	1001		
1E0	6E14	1E1	6E14	1F5	0000	000	0014	FF06	009	1001		
1E1	EE13	1E2	EE13	1F5	FF06	000	0013	FF06	009	1001	1F5	FF06
1E2	AE0F	1E3	AE0F	1F2	0008	000	000F	0008	001	0001		
1E3	0740	1E4	0740	1E3	0740	000	01E3	0007	001	0001		
1E4	0C00	1E5	0C00	7FF	0007	7FF	01E4	0007	001	0001	7FF	0007
1E5	D71D	71D	D71D	7FE	01E5	7FE	D71D	0007	001	0001	7FE	01E5
71D	AC01	71E	AC01	7FF	0007	7FE	0001	0007	001	0001		
71E	F001	71F	F001	71E	F001	7FE	071E	0007	001	0001		
71F	F304	724	F304	71F	F304	7FE	0004	0007	001	0001		
724	0500	725	0500	724	0007	7FE	0724	000E	000	0000		
725	0500	726	0500	725	000E	7FE	0725	001C	000	0000		
726	6E05	727	6E05	72C	0027	7FE	0005	FFF5	008	1000		
727	CE01	729	CE01	727	0729	7FE	0001	FFF5	008	1000		
729	EC01	72A	EC01	7FF	FFF5	7FE	0001	FFF5	008	1000	7FF	FFF5
72A	0A00	1E6	0A00	7FE	01E6	7FF	072A	FFF5	008	1000		
1E6	0800	1E7	0800	7FF	FFF5	000	01E6	FFF5	008	1000		
1E7	4E0D	1E8	4E0D	1F5	FF06	000	000D	FEFB	009	1001		
1E8	EE0C	1E9	EE0C	1F5	FEFB	000	000C	FEFB	009	1001	1F5	FEFB
1E9	AE09	1EA	AE09	1F3	FFF1	000	0009	FFF1	009	1001		
1EA	0740	1EB	0740	1EA	0740	000	01EA	FFF0	009	1001		
1EB	0C00	1EC	0C00	7FF	FFF0	7FF	01EB	FFF0	009	1001	7FF	FFF0
1EC	D71D	71D	D71D	7FE	01ED	7FE	D71D	FFF0	009	1001	7FE	01ED
71D	AC01	71E	AC01	7FF	FFF0	7FE	0001	FFF0	009	1001		
71E	F001	71F	F001	71E	F001	7FE	071E	FFF0	009	1001		
71F	F304	720	F304	71F	F304	7FE	071F	FFF0	009	1001		
720	6E0A	721	6E0A	72B	FF06	7FE	000A	00EA	001	0001		
721	F201	722	F201	721	F201	7FE	0721	00EA	001	0001		
722	CE05	728	CE05	722	0728	7FE	0005	00EA	001	0001		
728	AE02	729	AE02	72B	FF06	7FE	0002	FF06	009	1001		
729	EC01	72A	EC01	7FF	FF06	7FE	0001	FF06	009	1001	7FF	FF06
72A	0A00	1DF	0A00	7FE	01DF	7FF	072A	FF06	009	1001		
1DF	0800	1E0	0800	7FF	FF06	000	01DF	FF06	009	1001		
1E0	6E14	1E1	6E14	1F5	0000	000	0014	FF06	009	1001		
1E1	EE13	1E2	EE13	1F5	FF06	000	0013	FF06	009	1001	1F5	FF06
1E2	AE0F	1E3	AE0F	1F2	0008	000	000F	0008	001	0001		
1E3	0740	1E4	0740	1E3	0740	000	01E3	0007	001	0001		
1E4	0C00	1E5	0C00	7FF	0007	7FF	01E4	0007	001	0001	7FF	0007
1E5	D71D	71D	D71D	7FE	01E5	7FE	D71D	0007	001	0001	7FE	01E5
71D	AC01	71E	AC01	7FF	0007	7FE	0001	0007	001	0001		
71E	F001	71F	F001	71E	F001	7FE	071E	0007	001	0001		
71F	F304	724	F304	71F	F304	7FE	0004	0007	001	0001		
724	0500	725	0500	724	0007	7FE	0724	000E	000	0000		
725	0500	726	0500	725	000E	7FE	0725	001C	000	0000		
726	6E05	727	6E05	72C	0027	7FE	0005	FFF5	008	1000		
727	CE01	729	CE01	727	0729	7FE	0001	FFF5	008	1000		
729	EC01	72A	EC01	7FF	FFF5	7FE	0001	FFF5	008	1000	7FF	FFF5
72A	0A00	1E6	0A00	7FE	01E6	7FF	072A	FFF5	008	1000		
1E6	0800	1E7	0800	7FF	FFF5	000	01E6	FFF5	008	1000		
1E7	4E0D	1E8	4E0D	1F5	FF06	000	000D	FEFB	009	1001		
1E8	EE0C	1E9	EE0C	1F5	FEFB	000	000C	FEFB	009	1001	1F5	FEFB
1E9	AE09	1EA	AE09	1F3	FFF1	000	0009	FFF1	009	1001		
1EA	0740	1EB	0740	1EA	0740	000	01EA	FFF0	009	1001		
1EB	0C00	1EC	0C00	7FF	FFF0	7FF	01EB	FFF0	009	1001	7FF	FFF0
1EC	D71D	71D	D71D	7FE	01ED	7FE	D71D	FFF0	009	1001	7FE	01ED
71D	AC01	71E	AC01	7FF	FFF0	7FE	0001	FFF0	009	1001		
71E	F001	71F	F001	71E	F001	7FE	071E	FFF0	009	1001		
71F	F304	724	F304	71F	F304	7FE	071F	FFF0	009	1001		
724	0500	725	0500	724	0007	7FE	0724	000E	000	0000		
725	0500	726	0500	725	000E	7FE	0725	001C	000	0000		
726	6E05	727	6E05	72C	0027	7FE	0005	FFF5	008	1000		
727	CE01	729	CE01	727	0729	7FE	0001	FFF5	008	1000		
729	EC01	72A	EC01	7FF	FFF5	7FE	0001	FFF5	008	1000	7FF	FFF5
72A	0A00	1E6	0A00	7FE	01E6	7FF	072A	FFF5	008	1000		
1E6	0800	1E7	0800	7FF	FFF5	000	01E6	FFF5	008	1000		
1E7	4E0D	1E8	4E0D	1F5	FF06	000	000D	FEFB	009	1001		
1E8	EE0C	1E9	EE0C	1F5	FEFB	000	000C	FEFB	009	1001	1F5	FEFB
1E9	AE09	1EA	AE09	1F3	FFF1	000	0009	FFF1	009	1001		
1EA	0740	1EB	0740	1EA	0740	000	01EA	FFF0	009	1001		
1EB	0C00	1EC	0C00	7FF	FFF0	7FF	01EB	FFF0	009	1001	7FF	FFF0
1EC	D71D	71D	D71D	7FE	01ED	7FE	D71D	FFF0	009	1001	7FE	01ED
71D	AC01	71E	AC01	7FF	FFF0	7FE	0001	FFF0	009	1001		
71E	F001	71F	F001	71E	F001	7FE	071E	FFF0	009	1001		
71F	F304	724	F304	71F	F304	7FE	071F	FFF0	009	1001		
724	0500	725	0500	724	0007	7FE	0724	000E	000	0000		
725	0500	726	0500	725	000E	7FE	0725	001C	000	0000		
726	6E05	727	6E05	72C	0027	7FE	0005	FFF5	008	1000		
727	CE01	729	CE01	727	0729	7FE	0001	FFF5	008	1000		
729	EC01	72A	EC01	7FF	FFF5	7FE	0001	FFF5	008	1000	7FF	FFF5
72A	0A00	1E6	0A00	7FE	01E6	7FF	072A	FFF5	008	1000		
1E6	0800	1E7	0800	7FF	FFF5	000	01E6	FFF5	008	1000		
1E7	4E0D	1E8	4E0D	1F5	FF06	000	000D	FEFB	009	1001		
1E8	EE0C	1E9	EE0C	1F5	FEFB	000	000C	FEFB	009	1001	1F5	FEFB
1E9	AE09	1EA	AE09	1F3	FFF1	000	0009	FFF1	009	1001		
1EA	0740	1EB	0740	1EA	0740	000	01EA	FFF0	009	1001		
1EB	0C00	1EC	0C00	7FF	FFF0	7FF	01EB	FFF0	009	1001	7FF	FFF0
1EC	D71D	71D	D71D	7FE	01ED	7FE	D71D	FFF0	009	1001	7FE	01ED
71D	AC01	71E	AC01	7FF	FFF0	7FE	0001	FFF0	009	1001		
71E	F001	71F	F001	71E	F001	7FE	071E	FFF0	009	1001		
71F	F304	724	F304	71F	F304	7FE	071F	FFF0	009	1001		
724	0500	725	0500	724	0007	7FE	0724	000E	000	0000		
725	0500	726	0500	725	000E	7FE	0725	001C	000	0000		
726	6E05	727	6E05	72C	0027	7FE	0005	FFF5	008	1000		
727	CE01	729	CE01	727	0729	7FE	0001	FFF5	008	1000		
729	EC01	72A	EC01	7FF	FFF5	7FE	0001	FFF5	008	1000	7FF	FFF5
72A	0A00	1E6	0A00	7FE	01E6	7FF	072A	FFF5	008	1000		
1E6	0800	1E7	0800	7FF	FFF5	000	01E6	FFF5	008	1000		
1E7	4E0D	1E8	4E0D	1F5	FF06	000	000D	FEFB	009	1001		
1E8	EE0C	1E9	EE0C	1F5	FEFB	000	000C	FEFB	009	1001	1F5	FEFB
1E9	AE09	1EA	AE09	1F3	FFF1	000	0009	FFF1	009	1001		
1EA	0740	1EB	0740	1EA	0740	000	01EA	FFF0	009	1001		
1EB	0C00	1EC	0C00	7FF	FFF0	7FF	01EB	FFF0	009	1001	7FF	FFF0
1EC	D71D	71D	D71D									

## 6.1 Проверка программы:

$F(-20+1) = -250$  ;

$F(8-1) = 7*4 - 39 = -11$  ;

$F(-15-1) = -250$  ;

$Result = (-250) + (-11) + (-250) - 1 = -512 = FE00$  .

## 7 Доп. задание

Написать программу, реализующую пробег по двум массивам, сравнивая объекты в них: если  $i$ -ый номер во втором массиве равен нулю, то  $i$ -тый номер в первом массиве необходимо записать.

### 7.1 Программа

<i>Cell Address</i>	<i>Cell Content</i>	<i>Mnemonics</i>	<i>Comments</i>
001	0016	Addr $M_1$	Адрес начала массива №1
002	001B	Addr $M_2$	Адрес начала массива №2
003	FFFF	$M_{1,i}caller$	Ячейка, в которую сохраняется адрес для обращения к элементу массива №1
004	FFFF	$M_{2caller}$	Ячейка, в которую сохраняется адрес для обращения к элементу массива №2
005	FFFF	iterator	Итератор цикла
006	+0200	CLA	Очистка аккумулятора
007	AF05	LD 5	Прямая загрузка числа 5 в АС
008	E005	ST 5	Сохранение 5 в ячейку итератора
009	4002	ADD 2	АС + Адрес начала $M_2$
00A	E004	ST 4	Сохранить АС в $M_{2caller}$
00B	ABF8	LD -(IP-8)	Загрузка в аккумулятор значения, на которую указывает $M_{2caller}$
00C	F106	BNE 6	IF Z == 0 THEN IP+6
00D	A001	LD 1	Загрузка в АС адреса начала массива №1
00E	0740	DEC	Декрементация значения в АС
00F	4005	ADD 5	АС + iterator
010	E003	ST 3	Сохранить АС в $M_{1,i}caller$
011	A8F1	LD (IP-15)	Загрузка в аккумулятор ячейки, на которую указывает $M_{1,i}caller$
012	0C00	PUSH	Запись в стек значения из аккумулятора
013	8005	LOOP 5	LOOP итератора
014	C00B	JUMP 00B	Возврат на ячейку 00B для следующего цикла
015	0100	HLT	Остановка программы
016	0001	$M_{1,1}$	
017	0002	$M_{1,2}$	
018	0003	$M_{1,3}$	
019	0004	$M_{1,4}$	
01A	0005	$M_{1,5}$	
01B	00FF	$M_{2,1}$	
01C	0000	$M_{2,2}$	
01D	5555	$M_{2,3}$	
01E	0000	$M_{2,4}$	
01F	1234	$M_{2,5}$	

### 7.2 Описание программы:

Пробегают по массиву №2, если  $i$ -ый элемент равен нулю, то она вычисляет адрес  $i$ -го элемента в массиве №1, загружает его в аккумулятор и записывает в стек. По завершении программы в стеке лежит список элементов массива №1, порядковый номер которых соответствует нулю в массиве №2