Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

*Факультет программной инженерии и компьютерной техники*

**лабораторная работа №4**

**Исследование работы БЭВМ**

**Вариант №12350**

Выполнил: Пивоваров Р. Н.

Группа: Р3131

Проверил: Обляшевский С. А.

Г. Санкт-Петербург, 2024 г.

**Оглавление**

[Задание 3](#_Toc198056696)

[основные этапы выполнения 3](#_Toc198056697)

[Текст исходной программы 3](#_Toc198056698)

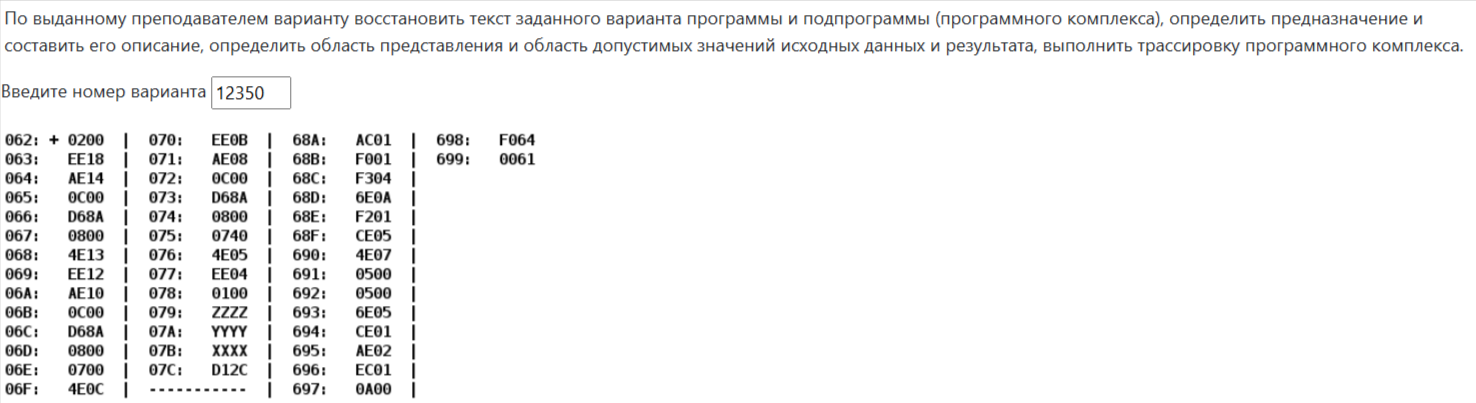
[Описание программы 4](#_Toc198056699)

[Таблица трассировки 4](#_Toc198056700)

[Дополнительное задание 6](#_Toc198056701)

[Заключение 6](#_Toc198056702)

# Задание



Рисунок

# основные этапы выполнения

## Текст исходной программы

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Адрес** | **Код** | **Мнемоника** | **Комментарии** |
| 062 | 0200 | CLA | Записать 0 в аккумулятор |
| 063 | EE18 | ST (IP + 24) | Записать содержимое AC в ячейку памяти IP + 24(SUM) |
| 064 | AE14 | LD (IP +20) | Записать значение ячейки (IP +20)(Z) в AC |
| 065 | 0C00 | PUSH | AC 🡪 -(SP) |
| 066 | D68A | CALL 68A | SP – 1 🡪 SP, IP 🡪 (SP), M 🡪 IP |
| 067 | 0800 | POP | (SP)+ 🡪 AC |
| 068 | 4E13 | ADD (IP + 19) | AC + (IP + 19)(SUM) |
| 069 | EE12 | ST (IP + 18) | Записать содержимое AC в ячейку памяти (IP + 18)(SUM) |
| 06A | AE10 | LD (IP + 16) | Записать значение ячейки (IP +16)(X) в AC |
| 06B | 0C00 | PUSH | AC 🡪 -(SP) |
| 06C | D68A | CALL 68A | (Вызов подпрограммы) |
| 06D | 0800 | POP | (SP)+ 🡪 AC |
| 06E | 0700 | INC | AC + 1 🡪 AC |
| 06F | 4E0C | ADD (IP + 12) | AC + (IP + 12)(SUM) 🡪 AC |
| 070 | EE0B | ST (IP + 11) | Записать содержимое AC в ячейку памяти (IP + 11)(SUM) |
| 071 | AE08 | LD (IP + 8) | Записать значение ячейки (IP +8)(Y) в AC |
| 072 | 0C00 | PUSH | AC 🡪 -(SP) |
| 073 | D68A | CALL 68A | (Вызов подпрограммы) |
| 074 | 0800 | POP | (SP)+ 🡪 AC |
| 075 | 0740 | DEC | AC – 1 🡪 AC |
| 076 | 4E05 | ADD (IP + 5) | AC + (IP + 5)(SUM) 🡪 AC |
| 077 | EE04 | ST (IP + 4) | Записать содержимое AC в ячейку памяти (IP + 4)(SUM) |
| 078 | 0100 | HLT | Остановка БВМ |
| 079 | AAAA | Z | данные |
| 07A | BBBB | Y | данные |
| 07B | CCCC | X | данные |
| 07C | D12C | SUM | данные |
| - | - | - | - |
| 68A | AC01 | LD &01 | Загружает ячейку sp + 1 в аккамулятор |
| 68B | F001 | BEQ | Переход на IP + 1 если z = 1 |
| 68C | F304 | BPL | Переход на IP + 4 если N = 0 |
| 68D | 6E0A | SUB (IP + 10) | AC - (IP + 10) Или AC –B |
| 68E | F201 | BMI | Переход на IP + 1 если N = 1 |
| 68F | CE05 | JUMP (IP + 5) | Переход на IP + 5 |
| 690 | 4E07 | ADD (IP + 7) | AC + (IP + 7) ИЛИ AC + B |
| 691 | 0500 | ASL | Арифметический сдвиг влево |
| 692 | 0500 | ASL | Арифметический сдвиг влево |
| 693 | 6E05 | SUB (IP + 5) | AC – (IP+5) или AC - A |
| 694 | CE01 | JUMP (IP + 1) |  |
| 695 | AE02 | LD (IP+2) | (IP + 2) 🡪 AC |
| 696 | EC01 | ST &01 | AC 🡪 (SP + 1) |
| 697 | 0A00 | RET | (SP)+ 🡪 IP |
| 698 | F064 | B | Данные(-3996) |
| 699 | 0061 | A | Данные(97) |

## Описание программы

1. Программа подсчитывает сумму значений функции от 3-х чисел (Z, X, Y).

Подпрограмма записывает в ячейку -3996 для чисел из промежутка [-3996;0] и M \* 4 - 97 для остальных чисел, где M – число. Т. Е. является кусочно-заданной функцией.

f(x) =

работу программы можно описать уровнением:

SUM = f(z) + f(x) + 1 + f(y) – 1.

Ячейка 07С выполняют служебную функцию:

SUM – хранит сумму.

Ячейки 079-07B – аргументы функции, исп. Для выч. суммы.

1. Область представления:

* A, B, X, Y, Z, SUM – знаковое, 16-разрядное число

1. Область допустимых значений:

A, B, X, Y, Z, SUM: [-32768;32767]

## Таблица трассировки

Таблица

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | |
| 062 | 0200 | 062 | 0000 | | 000 | 0000 | 000 | 0000 | 0000 | 0100 | |  | |  | |
| 062 | 0200 | 063 | 0200 | | 062 | 0200 | 000 | 0062 | 0000 | 0100 | |  | |  | |
| 063 | EE18 | 064 | EE18 | | 07C | 0000 | 000 | 0018 | 0000 | 0100 | | 07C | | 0000 | |
| 064 | AE14 | 065 | AE14 | | 079 | AAAA | 000 | 0014 | AAAA | 1000 | |  | |  | |
| 065 | 0C00 | 066 | 0C00 | | 7FF | AAAA | 7FF | 0065 | AAAA | 1000 | | 7FF | | AAAA | |
| 066 | D68A | 68A | D68A | | 7FE | 0067 | 7FE | D68A | AAAA | 1000 | | 7FE | | 0067 | |
| 68A | AC01 | 68B | AC01 | | 7FF | AAAA | 7FE | 0001 | AAAA | 1000 | |  | |  | |
| 68B | F001 | 68C | F001 | | 68B | F001 | 7FE | 068B | AAAA | 1000 | |  | |  | |
| 68C | F304 | 68D | F304 | | 68C | F304 | 7FE | 068C | AAAA | 1000 | |  | |  | |
| 68D | 6E0A | 68E | 6E0A | | 698 | F064 | 7FE | 000A | BA46 | 1000 | |  | |  | |
| 68E | F201 | 690 | F201 | | 68E | F201 | 7FE | 0001 | BA46 | 1000 | |  | |  | |
| 690 | 4E07 | 691 | 4E07 | | 698 | F064 | 7FE | 0007 | AAAA | 1001 | |  | |  | |
| 691 | 0500 | 692 | 0500 | | 691 | AAAA | 7FE | 0691 | 5554 | 0011 | |  | |  | |
| 692 | 0500 | 693 | 0500 | | 692 | 5554 | 7FE | 0692 | AAA8 | 1010 | |  | |  | |
| 693 | 6E05 | 694 | 6E05 | | 699 | 0061 | 7FE | 0005 | AA47 | 1001 | |  | |  | |
| 694 | CE01 | 696 | CE01 | | 694 | 0696 | 7FE | 0001 | AA47 | 1001 | |  | |  | |
| 696 | EC01 | 697 | EC01 | | 7FF | AA47 | 7FE | 0001 | AA47 | 1001 | | 7FF | | AA47 | |
| 697 | 0A00 | 067 | 0A00 | | 7FE | 0067 | 7FF | 0697 | AA47 | 1001 | |  | |  | |
| 067 | 0800 | 068 | 0800 | | 7FF | AA47 | 000 | 0067 | AA47 | 1001 | |  | |  | |
| 068 | 4E13 | 069 | 4E13 | | 07C | 0000 | 000 | 0013 | AA47 | 1000 | |  | |  | |
| 069 | EE12 | 06A | EE12 | | 07C | AA47 | 000 | 0012 | AA47 | 1000 | | 07C | | AA47 | |
| 06A | AE10 | 06B | AE10 | | 07B | CCCC | 000 | 0010 | CCCC | 1000 | |  | |  | |
| 06B | 0C00 | 06C | 0C00 | | 7FF | CCCC | 7FF | 006B | CCCC | 1000 | | 7FF | | CCCC | |
| 06C | D68A | 68A | D68A | | 7FE | 006D | 7FE | D68A | CCCC | 1000 | | 7FE | | 006D | |
| 68A | AC01 | 68B | AC01 | | 7FF | CCCC | 7FE | 0001 | CCCC | 1000 | |  | |  | |
| 68B | F001 | 68C | F001 | | 68B | F001 | 7FE | 068B | CCCC | 1000 | |  | |  | |
| 68C | F304 | 68D | F304 | | 68C | F304 | 7FE | 068C | CCCC | 1000 | |  | |  | |
| 68D | 6E0A | 68E | 6E0A | | 698 | F064 | 7FE | 000A | DC68 | 1000 | |  | |  | |
| 68E | F201 | 690 | F201 | | 68E | F201 | 7FE | 0001 | DC68 | 1000 | |  | |  | |
| 690 | 4E07 | 691 | 4E07 | | 698 | F064 | 7FE | 0007 | CCCC | 1001 | |  | |  | |
| 691 | 0500 | 692 | 0500 | | 691 | CCCC | 7FE | 0691 | 9998 | 1001 | |  | |  | |
| 692 | 0500 | 693 | 0500 | | 692 | 9998 | 7FE | 0692 | 3330 | 0011 | |  | |  | |
| 693 | 6E05 | 694 | 6E05 | | 699 | 0061 | 7FE | 0005 | 32CF | 001 | 0001 | |  | |  | |
| 694 | CE01 | 696 | CE01 | | 694 | 0696 | 7FE | 0001 | 32CF | 001 | 0001 | |  | |  | |
| 696 | EC01 | 697 | EC01 | | 7FF | 32CF | 7FE | 0001 | 32CF | 001 | 0001 | | 7FF | | 32CF | |
| 697 | 0A00 | 06D | 0A00 | | 7FE | 006D | 7FF | 0697 | 32CF | 001 | 0001 | |  | |  | |
| 06D | 0800 | 06E | 0800 | | 7FF | 32CF | 000 | 006D | 32CF | 001 | 0001 | |  | |  | |
| 06E | 0700 | 06F | 0700 | | 06E | 0700 | 000 | 006E | 32D0 | 000 | 0000 | |  | |  | |
| 06F | 4E0C | 070 | 4E0C | | 07C | AA47 | 000 | 000C | DD17 | 008 | 1000 | |  | |  | |
| 070 | EE0B | 071 | EE0B | | 07C | DD17 | 000 | 000B | DD17 | 008 | 1000 | | 07C | | DD17 | |
| 071 | AE08 | 072 | AE08 | | 07A | BBBB | 000 | 0008 | BBBB | 008 | 1000 | |  | |  | |
| 072 | 0C00 | 073 | 0C00 | | 7FF | BBBB | 7FF | 0072 | BBBB | 008 | 1000 | | 7FF | | BBBB | |
| 073 | D68A | 68A | D68A | | 7FE | 0074 | 7FE | D68A | BBBB | 008 | 1000 | | 7FE | | 0074 | |
| 68A | AC01 | 68B | AC01 | | 7FF | BBBB | 7FE | 0001 | BBBB | 008 | 1000 | |  | |  | |
| 68B | F001 | 68C | F001 | | 68B | F001 | 7FE | 068B | BBBB | 008 | 1000 | |  | |  | |
| 68C | F304 | 68D | F304 | | 68C | F304 | 7FE | 068C | BBBB | 008 | 1000 | |  | |  | |
| 68D | 6E0A | 68E | 6E0A | | 698 | F064 | 7FE | 000A | CB57 | 008 | 1000 | |  | |  | |
| 68E | F201 | 690 | F201 | | 68E | F201 | 7FE | 0001 | CB57 | 008 | 1000 | |  | |  | |
| 690 | 4E07 | 691 | 4E07 | | 698 | F064 | 7FE | 0007 | BBBB | 009 | 1001 | |  | |  | |
| 691 | 0500 | 692 | 0500 | | 691 | BBBB | 7FE | 0691 | 7776 | 003 | 0011 | |  | |  | |
| 692 | 0500 | 693 | 0500 | | 692 | 7776 | 7FE | 0692 | EEEC | 00A | 1010 | |  | |  | |
| 693 | 6E05 | 694 | 6E05 | | 699 | 0061 | 7FE | 0005 | EE8B | 009 | 1001 | |  | |  | |
| 694 | CE01 | 696 | CE01 | | 694 | 0696 | 7FE | 0001 | EE8B | 009 | 1001 | |  | |  | |
| 696 | EC01 | 697 | EC01 | | 7FF | EE8B | 7FE | 0001 | EE8B | 009 | 1001 | | 7FF | | EE8B | |
| 697 | 0A00 | 074 | 0A00 | | 7FE | 0074 | 7FF | 0697 | EE8B | 009 | 1001 | |  | |  | |
| 074 | 0800 | 075 | 0800 | | 7FF | EE8B | 000 | 0074 | EE8B | 009 | 1001 | |  | |  | |
| 075 | 0740 | 076 | 0740 | | 075 | 0740 | 000 | 0075 | EE8A | 009 | 1001 | |  | |  | |
| 076 | 4E05 | 077 | 4E05 | | 07C | DD17 | 000 | 0005 | CBA1 | 009 | 1001 | |  | |  | |
| 077 | EE04 | 078 | EE04 | | 07C | CBA1 | 000 | 0004 | CBA1 | 009 | 1001 | | 07C | | CBA1 | |
| 078 | 0100 | 079 | 0100 | | 078 | 0100 | 000 | 0078 | CBA1 | 009 | 1001 | |  | |  | |

# Дополнительное задание

Написать программу рекурсивно вычисляющую сумму дерева.

[Программа на гитхабе.](https://github.com/RomanPivovaroff/ITMO_LAB/blob/main/OPD/LAB4/script.asm)

# Заключение

В результате выполнения лабораторной работы я научился взаимодействовать со стеком и подпрограммами(функциями) в бвэм.