Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

**Лабораторная работа № 4**

“Выполнение комплекса программ”

Вариант № 2308

Выполнил:

Сандов Кирилл Алекссевич

Группа:

P3113

Проверила:

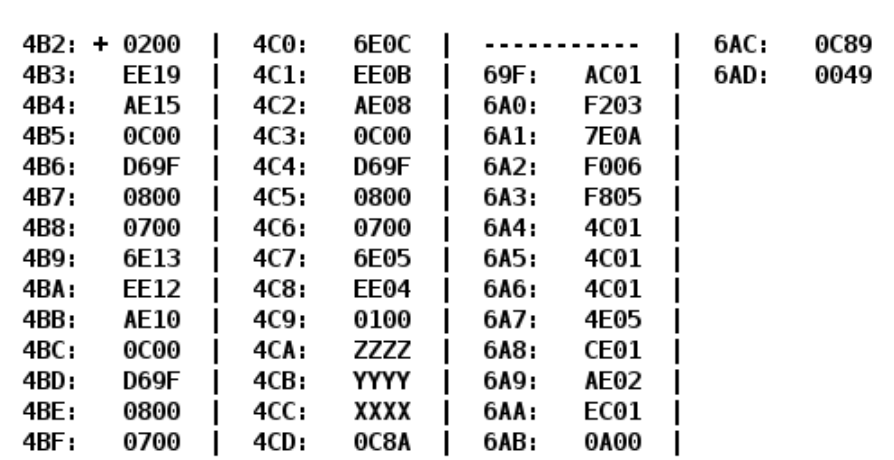
преподаватель Блохина Елена Николаевна

Санкт-Петербург

2023

# Задание

Восстановить текст заданного варианта программы и подпрограммы (Рисунок 1), определить предназначение и составить его описание, определить область представления и область допустимых значений исходных данных и результата, выполнить трассировку программного комплекса.



Рисунок

# Пункт 1

Запишем основную программу в виде таблицы (Таблица 1).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Адрес** | **Код команды** | **Мнемоника** | **Комментарии** |
| 4B2 | 0200 | CLA | Обнулить аккумулятор |
| 4B3 | EE19 | ST (IP+0x19) | Записать значение аккумулятора в ячейку памяти 4B3+1+19=4CD (с учётом предыдущей операции, запишется 0) |
| 4B4 | AE15 | LD (IP+0x15) | Загрузить в аккумулятор значение ячейки 4B4+1+15=4CA |
| 4B5 | 0C00 | PUSH | Положить на вершину стека значение из аккумулятора |
| 4B6 | D69F | CALL 0x69F | Перейти к выполнению подпрограммы, начинающейся с ячейки 69F |
| 4B7 | 0800 | POP | Записать значение с вершины стека в аккумулятор и увеличить SP на 1 |
| 4B8 | 0700 | INC | Увеличить значение аккумулятора на 1 |
| 4B9 | 6E13 | SUB (IP+0x13) | Вычесть из аккумулятора значение ячейки 4B9+1+13=4CD и записать эту разность в аккумулятор |
| 4BA | EE12 | ST (IP+0x12) | Записать значение из аккумулятора в ячейку памяти 4BA+1+12=4CD |
| 4BB | AE10 | LD (IP+0x10) | Загрузить в аккумулятор значение ячейки 4BB+1+10=4CC |
| 4BC | 0C00 | PUSH | Положить на вершину стека значение из аккумулятора |
| 4BD | D69F | CALL 0x69F | Перейти к выполнению подпрограммы, начинающейся с ячейки 69F |
| 4BE | 0800 | POP | Записать значение с вершины стека в аккумулятор и увеличить SP на 1 |
| 4BF | 0700 | INC | Увеличить значение аккумулятора на 1 |
| 4C0 | 6E0C | SUB (IP+0x0C) | Вычесть из аккумулятора значение ячейки 4C0+1+C=4CD и записать эту разность в аккумулятор |
| 4C1 | EE0B | ST (IP+0x0B) | Записать значение из аккумулятора в ячейку памяти 4C1+1+B=4CD |
| 4C2 | AE08 | LD (IP+0x08) | Загрузить в аккумулятор значение ячейки 4C2+1+8=4CB |
| 4C3 | 0C00 | PUSH | Положить на вершину стека значение из аккумулятора |
| 4C4 | D69F | CALL 0x69F | Перейти к выполнению подпрограммы, начинающейся с ячейки 69F |
| 4C5 | 0800 | POP | Записать значение с вершины стека в аккумулятор и увеличить SP на 1 |
| 4C6 | 0700 | INC | Увеличить значение аккумулятора на 1 |
| 4C7 | 6E05 | SUB (IP+0x05) | Вычесть из аккумулятора значение ячейки 4C7+1+5=4CD и записать эту разность в аккумулятор |
| 4C8 | EE04 | ST (IP+0x04) | Записать значение из аккумулятора в ячейку памяти 4C8+1+4=4CD |
| 4C9 | 0100 | HLT | Останов |

Таблица

Запишем подпрограмму в виде таблицы (Таблица 2).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Адрес** | **Код команды** | **Мнемоника** | **Комментарии** |
| 69F | AC01 | LD (SP+0x01) | Загрузить в аккумулятор второе значение из стека (т.е. идущее сразу после его вершины) |
| 6A0 | F203 | BMI (IP+0x03) | Перейти в ячейку памяти 6A0+1+3=6A4, если в аккумуляторе отрицательное число |
| 6A1 | 7E0A | CMP (IP+0x0A) | Установить флаги NZVC по результату операции разности между аккумулятором и значением ячейки 6A1+1+A=6AC |
| 6A2 | F006 | BEQ (IP+0x06) | Перейти в ячейку памяти 6A2+1+6=6A9, если флаг N равен 0 (т.е. если значение из аккумулятора равно значению из ячейки 6AC) |
| 6A3 | F805 | BLT (IP+0x05) | Перейти в ячейку памяти 6A3+1+5=6A9, если (т.е. если значение из аккумулятора строго меньше значения из ячейки 6AC) |
| 6A4 | 4C01 | ADD (SP+1) | Прибавить к аккумулятору второе значение из стека (т.е. идущее сразу после его вершины) и записать сумму в аккумулятор |
| 6A5 | 4C01 | ADD (SP+1) | Прибавить к аккумулятору второе значение из стека (т.е. идущее сразу после его вершины) и записать сумму в аккумулятор |
| 6A6 | 4C01 | ADD (SP+1) | Прибавить к аккумулятору второе значение из стека (т.е. идущее сразу после его вершины) и записать сумму в аккумулятор |
| 6A7 | 4E05 | ADD (IP+0x05) | Прибавить к аккумулятору значение из ячейки 6A7+1=5=6AD и записать сумму в аккумулятор |
| 6A8 | CE01 | JUMP (IP+1) | Перейти в ячейку 6A8+1+1=6AA |
| 6A9 | AE02 | LD (IP+2) | Записать значение из ячейки памяти 6A9+1+2=6AC в аккумулятор |
| 6AA | EC01 | ST (SP+1) | Записать значение из аккумулятора в ячейку второго элемента стека (т.е. идущего сразу после его вершины) |
| 6AB | 0A00 | RET | Выход из подпрограммы и возврат в основную программу |

Таблица

# Пункт 2

Описание программы:

* **Назначение программы:**

*Основная программа:* вызывает подпрограмму с аргументами A, C, B и обрабатывает каждый результат её работы;

*Подпрограмма:* вычисление значения функции

;

*Комплекс программ:* вычисление значения выражения

, где функция, вычисляемая подпрограммой;

* **Описание и назначение исходных данных, область представления и область допустимых значений исходных данных и результата:**

*Основная программа:*

- A, B, C – параметры основной программы (поочерёдно передаются в виде аргументов для подпрограммы); в каком диапазоне?

- f(A), f(B), f(C) – значения функции от параметров основной программы A, B, C соответственно;

*Подпрограмма:*

- Q, K – параметры подпрограммы;

*Комплекс программ:*

- R – переменная, хранящая результат работы комплекса программ;

Область представления:

* + A, B, C – знаковые 16-ти разрядные числа,

;

* + f(A), f(B), f(C) – знаковые 16-ти разрядные числа,

Q, K – знаковые 16-ти разрядные числа,

;

* + R – знаковое 16-ти разрядное число,

;

Область допустимых значений:

;

* **Расположение в памяти ЭВМ программы, исходных данных и результатов:**

Основная программа: в ячейках 4B2-4C9.

Исходные данные основной программы:

- A: в ячейке 4СA;

- B: в ячейке 4СB;

- C: в ячейке 4CC;

Результат комплекса программ: в ячейке 4CD;

Подпрограмма: в ячейках 69F-6AB;

Исходные данные подпрограммы:

- Q: в ячейке 6AC;

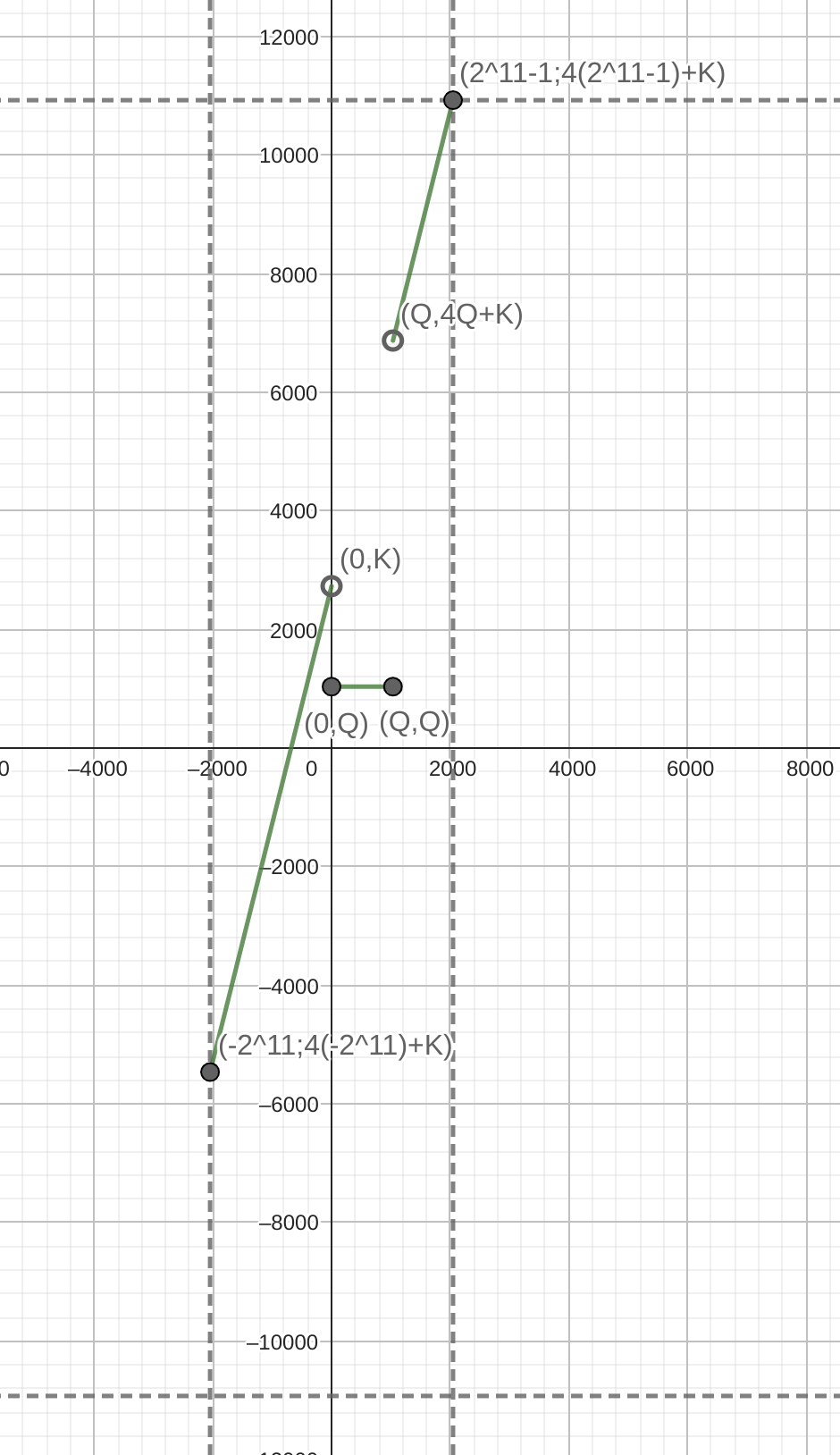
- K: в ячейке 6AD.

* **Адреса первой и последней выполняемой команд программы:**

Основной программы: первая – 4B2, последняя – 4C9

Подпрограммы: первая – 69F, последняя – 6AB

* **График функции, вычисляемой в подпрограмме (Рисунок 2**)**:**



Рисунок

# Пункт 3

Новые исходные данные значений массива для таблицы трассировки в 10-формате (Таблица 2):

|  |  |
| --- | --- |
| **Адрес** | **Значение** |
| 452 |  |
| 453 |  |
| 454 |  |
| 455 |  |
| 456 |  |

Таблица

Запишем таблицу трассировки программы (Таблица 3):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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 |
| 43F | AF40 | 440 | AF40 | 43F | 0040 | 000 | 0040 | 0040 | 0000 | - | - |
| 440 | 0680 | 441 | 0680 | 440 | 0680 | 000 | 0440 | 4000 | 0000 | - | - |
| 441 | 0500 | 442 | 0500 | 441 | 4000 | 000 | 0441 | 8000 | 1010 | - | - |
| 442 | EEFB | 443 | EEFB | 43E | 8000 | 000 | FFFB | 8000 | 1010 | 43E | 8000 |
| 443 | AF05 | 444 | AF05 | 443 | 0005 | 000 | 0005 | 0005 | 0000 | - | - |
| 444 | EEF8 | 445 | EEF8 | 43D | 0005 | 000 | FFF8 | 0005 | 0000 | 43D | 0005 |
| 445 | 4EF5 | 446 | 4EF5 | 43B | 0452 | 000 | FFF5 | 0457 | 0000 | - | - |
| 446 | EEF5 | 447 | EEF5 | 43C | 0457 | 000 | FFF5 | 0457 | 0000 | 43С | 0457 |
| 447 | ABF4 | 448 | ABF4 | 456 | 270F | 000 | FFF4 | 270F | 0000 | 43C | 0456 |
| 448 | 0480 | 449 | 0480 | 448 | 0480 | 000 | 0448 | 1387 | 0011 | - | - |
| 449 | F401 | 44B | F401 | 449 | F401 | 000 | 0001 | 1387 | 0011 | - | - |
| 44B | 0400 | 44C | 0400 | 44B | 0400 | 000 | 044B | 270F | 0000 | - | - |
| 44C | 7EF1 | 44D | 7EF1 | 43E | 8000 | 000 | FFF1 | 270F | 1010 | - | - |
| 44D | F801 | 44E | F801 | 44D | F801 | 000 | 044D | 270F | 1010 | - | - |
| 44E | EEEF | 44F | EEEF | 43E | 270F | 000 | FFEF | 270F | 1010 | 43E | 270F |
| 44F | 843D | 450 | 843D | 43D | 0004 | 000 | 0003 | 270F | 1010 | 43D | 0004 |
| 450 | CEF6 | 447 | CEF6 | 450 | 0447 | 000 | FFF6 | 270F | 1010 | - | - |
| 447 | ABF4 | 448 | ABF4 | 455 | 014D | 000 | FFF4 | 014D | 0000 | 43C | 0455 |
| 448 | 0480 | 449 | 0480 | 448 | 0480 | 000 | 0448 | 00A6 | 0011 | - | - |
| 449 | F401 | 44B | F401 | 449 | F401 | 000 | 0001 | 00A6 | 0011 | - | - |
| 44B | 0400 | 44C | 0400 | 44B | 0400 | 000 | 044B | 014D | 0000 | - | - |
| 44C | 7EF1 | 44D | 7EF1 | 43E | 270F | 000 | FFF1 | 014D | 1000 | - | - |
| 44D | F801 | 44F | F801 | 44D | F801 | 000 | 0001 | 014D | 1000 | - | - |
| 44F | 843D | 450 | 843D | 43D | 0003 | 000 | 0002 | 014D | 1000 | 43D | 0003 |
| 450 | CEF6 | 447 | CEF6 | 450 | 0447 | 000 | FFF6 | 014D | 1000 | - | - |
| 447 | ABF4 | 448 | ABF4 | 454 | 0000 | 000 | FFF4 | 0000 | 0100 | 43C | 0454 |
| 448 | 0480 | 449 | 0480 | 448 | 0480 | 000 | 0448 | 0000 | 0100 | - | - |
| 449 | F401 | 44A | F401 | 449 | F401 | 000 | 0449 | 0000 | 0100 | - | - |
| 44A | CE04 | 44F | CE04 | 44A | 044F | 000 | 0004 | 0000 | 0100 | - | - |
| 44F | 843D | 450 | 843D | 43D | 0002 | 000 | 0001 | 0000 | 0100 | 43D | 002 |
| 450 | CEF6 | 447 | CEF6 | 450 | 0447 | 000 | FFF6 | 0000 | 0100 | - | - |
| 447 | ABF4 | 448 | ABF4 | 453 | 012C | 000 | FFF4 | 012C | 0000 | 43C | 0453 |
| 448 | 0480 | 449 | 0480 | 448 | 0480 | 000 | 0448 | 0096 | 0000 | - | - |
| 449 | F401 | 44A | F401 | 449 | F401 | 000 | 0449 | 0096 | 0000 | - | - |
| 44A | CE04 | 44F | CE04 | 44A | 044F | 000 | 0004 | 0096 | 0000 | - | - |
| 44F | 843D | 450 | 843D | 43D | 0001 | 000 | 0000 | 0096 | 0000 | 43D | 0001 |
| 450 | CEF6 | 447 | CEF6 | 450 | 0447 | 000 | FFF6 | 0096 | 0000 | - | - |
| 447 | ABF4 | 448 | ABF4 | 452 | FFA6 | 000 | FFF4 | FFA6 | 1000 | 43C | 0452 |
| 448 | 0480 | 449 | 0480 | 448 | 0480 | 000 | 0448 | 7FD3 | 0000 | - | - |
| 449 | F401 | 44A | F401 | 449 | F401 | 000 | 0449 | 7FD3 | 0000 | - | - |
| 44A | CE04 | 44F | CE04 | 44A | 044F | 000 | 0004 | 7FD3 | 0000 | - | - |
| 44F | 843D | 451 | 843D | 43D | 0000 | 000 | FFFF | 7FD3 | 0000 | 43D | 0000 |
| 451 | 0100 | 452 | 0100 | 451 | 0100 | 000 | 0451 | 7FD3 | 0000 | - | - |

Таблица

# Заключение

В результате выполнения данной лабораторной работы получены знания о реализации функций и процедур (подпрограмм) в БЭВМ. Сперва были изучены команды для вызова подпрограммы и возврата в основную программу из неё. Далее была рассмотрена реализация стека в БЭВМ. Также были изучены методы передачи аргументов вызываемой подпрограмме и получения основной программой её результатов.