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’

Вариант №-81050

*Выполнил:*

Студент группы P3132

Копалина Майя Алексеевна

*Проверил:*

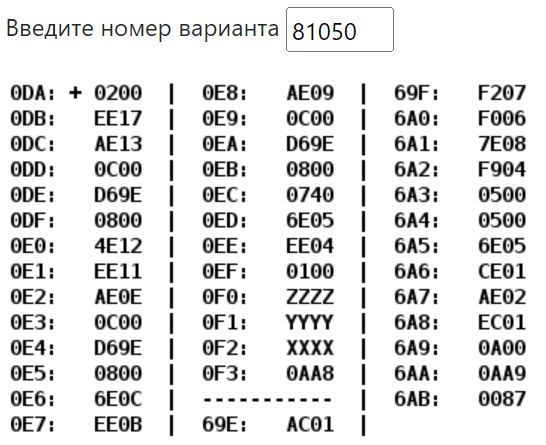
Барсуков Илья Александрович

г. Санкт-Петербург

2023 год

**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.

. 

**Выполнение**

Адресные команды

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код команды | Мнемоника | Комментарии | Вид адресации |
| 0DA | + 0200 | CLA | 0 -> AC | Безадресная |
| 0DB | EE17 | ST D  (IP+23+1) | AC = D -> 0  Адрес 0F3 | Прямая относительная |
| 0DC | AE13 | LD Z  (IP+19+1) | AC = Z  Адрес 0F0, загрузка аккумулятора | Прямая относительная |
| 0DD | 0C00 | PUSH | AC -> -(SP) | Безадресная |
| 0DE | D69E | CALL 69E | Вызов подпрограммы  F(Z) | Прямая абсолютная |
| 0DF | 0800 | POP | AC = SP  Загрузка результата в аккумулятор | Безадресная |
| 0E0 | 4E12 | ADD D (IP+18+1) | AC = F(Z) + D Он не имеет смысла, так как равен 0. | Прямая относительная |
| 0E1 | EE11 | ST D  (IP+17+1) | D -> F(Z) + 0  Адрес 0F3 | Прямая относительная |
| 0E2 | AE0E | LD Y  (IP+14+1) | AC = Y | Прямая относительная |
| 0E3 | 0C00 | PUSH | AC -> -(SP) | Безадресная |
| 0E4 | D69E | CALL 69E | Вызов подпрограммы  F(Y) | Прямая абсолютная |
| 0E5 | 0800 | POP | AC = SP | Безадресная |
| 0E6 | 6E0C | SUB D  (IP+12+1) | D -> F(Y) – F(Z) | Прямая относительная |
| 0E7 | EE0B | ST D (IP+11+1) | Прямая относительная |
| 0E8 | AE09 | LD X  (IP+9+1) | Загрузка значения (IP+10) в AC, запись в ячейку с адресом 0F2. | Прямая относительная |
| 0E9 | 0C00 | PUSH | AC -> -(SP) | Безадресная |
| 0EA | D69E | CALL 69E | Вызов подпрограммы  F(X) | Прямая абсолютная |
| 0EB | 0800 | POP | AC = SP | Безадресная |
| 0EC | 0740 | DEC | AC = F(X) - 1 | Безадресная |
| 0ED | 6E05 | SUB D  (IP+5+1) | D -> F(X) - 1   * (F(Y) – F(Z)) | Прямая относительная |
| 0EE | EE04 | ST D  (IP+4+1) | Прямая относительная |
| 0EF | 0100 | HLT | Остановка программы | Безадресная |
| 0F0 | ZZZZ | Z | Значение Z |  |
| 0F1 | YYYY | Y | Значение Y |  |
| 0F2 | XXXX | X | Значение X |  |
| 0F3 | 0AA8 | D | Значение D |  |
| 69E | AC01 | LD (SP+1) | Загрузка аргумента | |
| 69F | F207 | BMI 7 | Переход к ячейке 6A7, если минус или равенство. | |
| 6A0 | F006 | BEQ 6 |
| 6A1 | 7E08 | CMP E  (IP+8+1) | Если AC >= E, то переход к ячейке 6A7. | |
| 6A2 | F904 | BGE 4 |
| 6A3 | 0500 | ASL | Умножение на 2 | |
| 6A4 | 0500 | ASL | Умножение на 2 | |
| 6A5 | 6E05 | SUB F  (IP+5+1) | Вычитание значения F | |
| 6A6 | CE01 | JUMP (IP+1+1) | Переход на ячейку с адресом 6A8 | |
| 6A7 | AE02 | LD E  (IP+2+1) | Загрузка E (в случае AC >= E) | |
| 6A8 | EC01 | ST (SP+1) | Сохранение результата | |
| 6A9 | 0A00 | RET | Возврат | |
| 6AA | 0AA9 | 0AA9 | Значение E = 2729 | |
| 6AB | 0087 | 0087 | Значение F = 135 | |

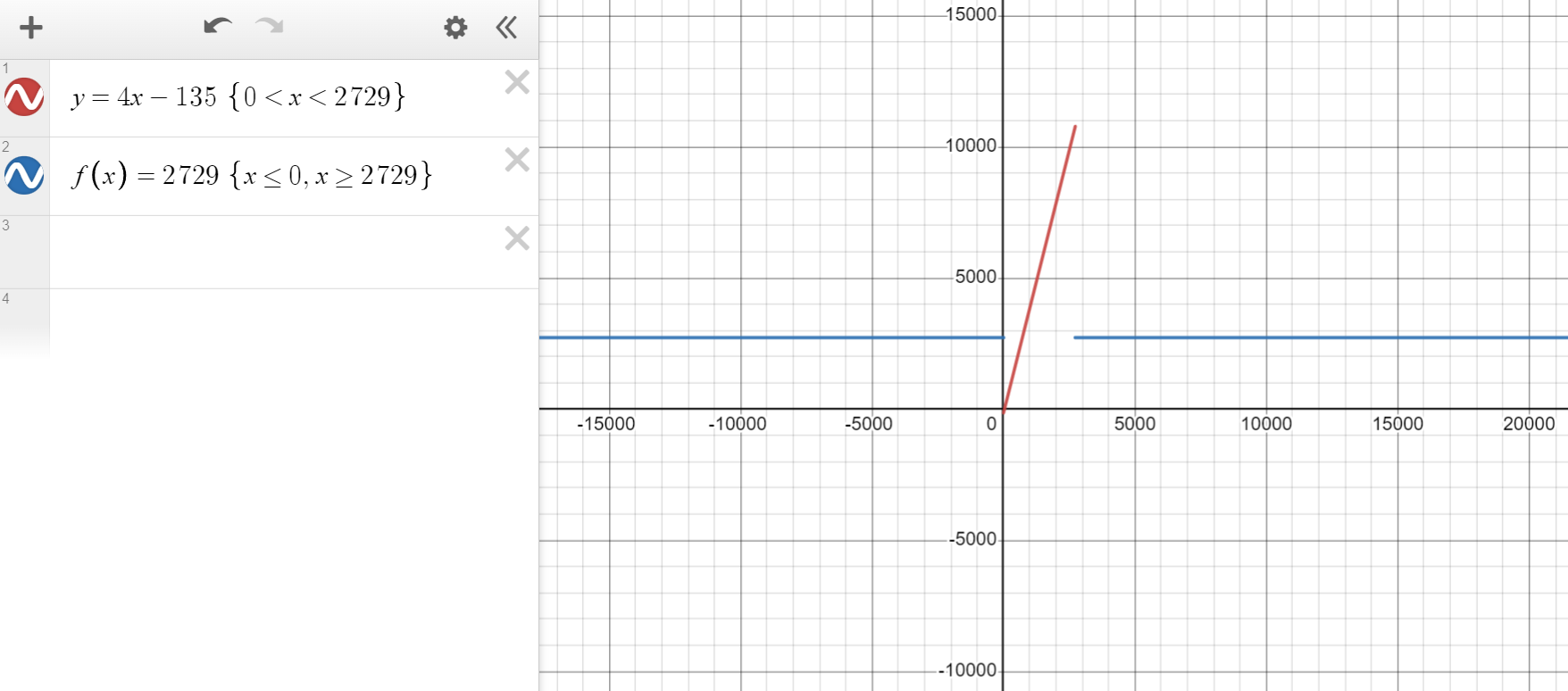
**Описание программы**:

* Подсчет функции от трех переменных по формуле:

D = F(X) – 1 – F(Y) + F(Z)

* D – результат подсчета
* Z, Y, X – исходные числа
* E, F – заданные константы функции

График подпрограммы:



**Область представления:**

Числа представлены в 16-ти разрядном дополнительном коде, первый разряд выделен под знак.

**Область допустимых значений:**

E=0AA916 = 13510

F=008716=272910

Функция возвращает значение 2729 при значении аргумента в промежутке [-215; 0] и [2729; 215-1]. При использовании любого значения из заданного промежутка в функции не возникнет переполнения.

Функция возвращает при оставшихся значениях. На промежутке [1; 2728] функция монотонно возрастает, а значит

и результат будет находиться на промежутке [-131; 10777].

ОДЗ:

**Трассировка**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код | IP | CR | AR | DR | SP | BR | AC | PS | NZVC | Адрес | Новый код |
| 0DA | 0200 | 0DA | 0000 | 000 | 0000 | 000 | 0000 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 0DA | 0200 | 0DB | 0200 | 0DA | 0200 | 000 | 00DA | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 0DB | EE17 | 0DC | EE17 | 0F3 | 0000 | 000 | 0017 | 0000 | 004 | 0100 | 0F3 | 0000 |
| 0DC | AE13 | 0DD | AE13 | 0F0 | 0001 | 000 | 0013 | 0001 | 000 | 0000 |  |  |
| 0DD | 0C00 | 0DE | 0C00 | 7FF | 0001 | 7FF | 00DD | 0001 | 000 | 0000 | 7FF | 0001 |
| 0DE | D69E | 69E | D69E | 7FE | 00DF | 7FE | D69E | 0001 | 000 | 0000 | 7FE | 00DF |
| 69E | AC01 | 69F | AC01 | 7FF | 0001 | 7FE | 0001 | 0001 | 000 | 0000 |  |  |
| 69F | F207 | 6A0 | F207 | 69F | F207 | 7FE | 069F | 0001 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A0 | F006 | 6A1 | F006 | 6A0 | F006 | 7FE | 06A0 | 0001 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A1 | 7E08 | 6A2 | 7E08 | 6AA | 0AA9 | 7FE | 0008 | 0001 | 008 | 1000 |  |  |
| 6A2 | F904 | 6A3 | F904 | 6A2 | F904 | 7FE | 06A2 | 0001 | 008 | 1000 |  |  |
| 6A3 | 0500 | 6A4 | 0500 | 6A3 | 0001 | 7FE | 06A3 | 0002 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A4 | 0500 | 6A5 | 0500 | 6A4 | 0002 | 7FE | 06A4 | 0004 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A5 | 6E05 | 6A6 | 6E05 | 6AB | 0087 | 7FE | 0005 | FF7D | 008 | 1000 |  |  |
| 6A6 | CE01 | 6A8 | CE01 | 6A6 | 06A8 | 7FE | 0001 | FF7D | 008 | 1000 |  |  |
| 6A8 | EC01 | 6A9 | EC01 | 7FF | FF7D | 7FE | 0001 | FF7D | 008 | 1000 | 7FF | FF7D |
| 6A9 | 0A00 | 0DF | 0A00 | 7FE | 00DF | 7FF | 06A9 | FF7D | 008 | 1000 |  |  |
| 0DF | 0800 | 0E0 | 0800 | 7FF | FF7D | 000 | 00DF | FF7D | 008 | 1000 |  |  |
| 0E0 | 4E12 | 0E1 | 4E12 | 0F3 | 0000 | 000 | 0012 | FF7D | 008 | 1000 |  |  |
| 0E1 | EE11 | 0E2 | EE11 | 0F3 | FF7D | 000 | 0011 | FF7D | 008 | 1000 | 0F3 | FF7D |
| 0E2 | AE0E | 0E3 | AE0E | 0F1 | 0002 | 000 | 000E | 0002 | 000 | 0000 |  |  |
| 0E3 | 0C00 | 0E4 | 0C00 | 7FF | 0002 | 7FF | 00E3 | 0002 | 000 | 0000 | 7FF | 0002 |
| 0E4 | D69E | 69E | D69E | 7FE | 00E5 | 7FE | D69E | 0002 | 000 | 0000 | 7FE | 00E5 |
| 69E | AC01 | 69F | AC01 | 7FF | 0002 | 7FE | 0001 | 0002 | 000 | 0000 |  |  |
| 69F | F207 | 6A0 | F207 | 69F | F207 | 7FE | 069F | 0002 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A0 | F006 | 6A1 | F006 | 6A0 | F006 | 7FE | 06A0 | 0002 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A1 | 7E08 | 6A2 | 7E08 | 6AA | 0AA9 | 7FE | 0008 | 0002 | 008 | 1000 |  |  |
| 6A2 | F904 | 6A3 | F904 | 6A2 | F904 | 7FE | 06A2 | 0002 | 008 | 1000 |  |  |
| 6A3 | 0500 | 6A4 | 0500 | 6A3 | 0002 | 7FE | 06A3 | 0004 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A4 | 0500 | 6A5 | 0500 | 6A4 | 0004 | 7FE | 06A4 | 0008 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A5 | 6E05 | 6A6 | 6E05 | 6AB | 0087 | 7FE | 0005 | FF81 | 008 | 1000 |  |  |
| 6A6 | CE01 | 6A8 | CE01 | 6A6 | 06A8 | 7FE | 0001 | FF81 | 008 | 1000 |  |  |
| 6A8 | EC01 | 6A9 | EC01 | 7FF | FF81 | 7FE | 0001 | FF81 | 008 | 1000 | 7FF | FF81 |
| 6A9 | 0A00 | 0E5 | 0A00 | 7FE | 00E5 | 7FF | 06A9 | FF81 | 008 | 1000 |  |  |
| 0E5 | 0800 | 0E6 | 0800 | 7FF | FF81 | 000 | 00E5 | FF81 | 008 | 1000 |  |  |
| 0E6 | 6E0C | 0E7 | 6E0C | 0F3 | FF7D | 000 | 000C | 0004 | 001 | 0001 |  |  |
| 0E7 | EE00 | 0E8 | EE00 | 0E8 | 0004 | 000 | 0000 | 0004 | 001 | 0001 | 0E8 | 0004 |
| 0E8 | 0004 | 0E9 | 0004 | 0E8 | 0004 | 000 | 00E8 | 0004 | 001 | 0001 |  |  |
| 0E9 | 0C00 | 0EA | 0C00 | 7FF | 0004 | 7FF | 00E9 | 0004 | 001 | 0001 | 7FF | 0004 |
| 0EA | D69E | 69E | D69E | 7FE | 00EB | 7FE | D69E | 0004 | 001 | 0001 | 7FE | 00EB |
| 69E | AC01 | 69F | AC01 | 7FF | 0004 | 7FE | 0001 | 0004 | 001 | 0001 |  |  |
| 69F | F207 | 6A0 | F207 | 69F | F207 | 7FE | 069F | 0004 | 001 | 0001 |  |  |
| 6A0 | F006 | 6A1 | F006 | 6A0 | F006 | 7FE | 06A0 | 0004 | 001 | 0001 |  |  |
| 6A1 | 7E08 | 6A2 | 7E08 | 6AA | 0AA9 | 7FE | 0008 | 0004 | 008 | 1000 |  |  |
| 6A2 | F904 | 6A3 | F904 | 6A2 | F904 | 7FE | 06A2 | 0004 | 008 | 1000 |  |  |
| 6A3 | 0500 | 6A4 | 0500 | 6A3 | 0004 | 7FE | 06A3 | 0008 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A4 | 0500 | 6A5 | 0500 | 6A4 | 0008 | 7FE | 06A4 | 0010 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A5 | 6E05 | 6A6 | 6E05 | 6AB | 0087 | 7FE | 0005 | FF89 | 008 | 1000 |  |  |
| 6A6 | CE01 | 6A8 | CE01 | 6A6 | 06A8 | 7FE | 0001 | FF89 | 008 | 1000 |  |  |
| 6A8 | EC01 | 6A9 | EC01 | 7FF | FF89 | 7FE | 0001 | FF89 | 008 | 1000 | 7FF | FF89 |
| 6A9 | 0A00 | 0EB | 0A00 | 7FE | 00EB | 7FF | 06A9 | FF89 | 008 | 1000 |  |  |
| 0EB | 0800 | 0EC | 0800 | 7FF | FF89 | 000 | 00EB | FF89 | 008 | 1000 |  |  |
| 0EC | 0740 | 0ED | 0740 | 0EC | 0740 | 000 | 00EC | FF88 | 009 | 1001 |  |  |
| 0ED | 6E05 | 0EE | 6E05 | 0F3 | FF7D | 000 | 0005 | 000B | 001 | 0001 |  |  |
| 0EE | EE04 | 0EF | EE04 | 0F3 | 000B | 000 | 0004 | 000B | 001 | 0001 | 0F3 | 000B |
| 0EF | 0100 | 0F0 | 0100 | 0EF | 0100 | 000 | 00EF | 000B | 001 | 0001 |  |  |

**Трассировка для новых чисел**

57C9, 32E8, 495A

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код | IP | CR | AR | DR | SP | BR | AC | PS | NZVC | Адрес | Новый код |
| 0DA | 0200 | 0DA | 0000 | 000 | 0000 | 000 | 0000 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 0DA | 0200 | 0DB | 0200 | 0DA | 0200 | 000 | 00DA | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 0DB | EE17 | 0DC | EE17 | 0F3 | 0000 | 000 | 0017 | 0000 | 004 | 0100 | 0F3 | 0000 |
| 0DC | AE13 | 0DD | AE13 | 0F0 | 57C9 | 000 | 0013 | 57C9 | 000 | 0000 |  |  |
| 0DD | 0C00 | 0DE | 0C00 | 7FF | 57C9 | 7FF | 00DD | 57C9 | 000 | 0000 | 7FF | 57C9 |
| 0DE | D69E | 69E | D69E | 7FE | 00DF | 7FE | D69E | 57C9 | 000 | 0000 | 7FE | 00DF |
| 69E | AC01 | 69F | AC01 | 7FF | 57C9 | 7FE | 0001 | 57C9 | 000 | 0000 |  |  |
| 69F | F207 | 6A0 | F207 | 69F | F207 | 7FE | 069F | 57C9 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A0 | F006 | 6A1 | F006 | 6A0 | F006 | 7FE | 06A0 | 57C9 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A1 | 7E08 | 6A2 | 7E08 | 6AA | 0AA9 | 7FE | 0008 | 57C9 | 001 | 0001 |  |  |
| 6A2 | F904 | 6A7 | F904 | 6A2 | F904 | 7FE | 0004 | 57C9 | 001 | 0001 |  |  |
| 6A7 | AE02 | 6A8 | AE02 | 6AA | 0AA9 | 7FE | 0002 | 0AA9 | 001 | 0001 |  |  |
| 6A8 | EC01 | 6A9 | EC01 | 7FF | 0AA9 | 7FE | 0001 | 0AA9 | 001 | 0001 | 7FF | 0AA9 |
| 6A9 | 0A00 | 0DF | 0A00 | 7FE | 00DF | 7FF | 06A9 | 0AA9 | 001 | 0001 |  |  |
| 0DF | 0800 | 0E0 | 0800 | 7FF | 0AA9 | 000 | 00DF | 0AA9 | 001 | 0001 |  |  |
| 0E0 | 4E12 | 0E1 | 4E12 | 0F3 | 0000 | 000 | 0012 | 0AA9 | 000 | 0000 |  |  |
| 0E1 | EE11 | 0E2 | EE11 | 0F3 | 0AA9 | 000 | 0011 | 0AA9 | 000 | 0000 | 0F3 | 0AA9 |
| 0E2 | AE0E | 0E3 | AE0E | 0F1 | 32E8 | 000 | 000E | 32E8 | 000 | 0000 |  |  |
| 0E3 | 0C00 | 0E4 | 0C00 | 7FF | 32E8 | 7FF | 00E3 | 32E8 | 000 | 0000 | 7FF | 32E8 |
| 0E4 | D69E | 69E | D69E | 7FE | 00E5 | 7FE | D69E | 32E8 | 000 | 0000 | 7FE | 00E5 |
| 69E | AC01 | 69F | AC01 | 7FF | 32E8 | 7FE | 0001 | 32E8 | 000 | 0000 |  |  |
| 69F | F207 | 6A0 | F207 | 69F | F207 | 7FE | 069F | 32E8 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A0 | F006 | 6A1 | F006 | 6A0 | F006 | 7FE | 06A0 | 32E8 | 000 | 0000 |  |  |
| 6A1 | 7E08 | 6A2 | 7E08 | 6AA | 0AA9 | 7FE | 0008 | 32E8 | 001 | 0001 |  |  |
| 6A2 | F904 | 6A7 | F904 | 6A2 | F904 | 7FE | 0004 | 32E8 | 001 | 0001 |  |  |
| 6A7 | AE02 | 6A8 | AE02 | 6AA | 0AA9 | 7FE | 0002 | 0AA9 | 001 | 0001 |  |  |
| 6A8 | EC01 | 6A9 | EC01 | 7FF | 0AA9 | 7FE | 0001 | 0AA9 | 001 | 0001 | 7FF | 0AA9 |
| 6A9 | 0A00 | 0E5 | 0A00 | 7FE | 00E5 | 7FF | 06A9 | 0AA9 | 001 | 0001 |  |  |
| 0E5 | 0800 | 0E6 | 0800 | 7FF | 0AA9 | 000 | 00E5 | 0AA9 | 001 | 0001 |  |  |
| 0E6 | 6E0C | 0E7 | 6E0C | 0F3 | 0AA9 | 000 | 000C | 0000 | 005 | 0101 |  |  |
| 0E7 | EE00 | 0E8 | EE00 | 0E8 | 0000 | 000 | 0000 | 0000 | 005 | 0101 | 0E8 | 0000 |
| 0E8 | 0000 | 0E9 | 0000 | 0E8 | 0000 | 000 | 00E8 | 0000 | 005 | 0101 |  |  |
| 0E9 | 0C00 | 0EA | 0C00 | 7FF | 0000 | 7FF | 00E9 | 0000 | 005 | 0101 | 7FF | 0000 |
| 0EA | D69E | 69E | D69E | 7FE | 00EB | 7FE | D69E | 0000 | 005 | 0101 | 7FE | 00EB |
| 69E | AC01 | 69F | AC01 | 7FF | 0000 | 7FE | 0001 | 0000 | 005 | 0101 |  |  |
| 69F | F207 | 6A0 | F207 | 69F | F207 | 7FE | 069F | 0000 | 005 | 0101 |  |  |
| 6A0 | F006 | 6A7 | F006 | 6A0 | F006 | 7FE | 0006 | 0000 | 005 | 0101 |  |  |
| 6A7 | AE02 | 6A8 | AE02 | 6AA | 0AA9 | 7FE | 0002 | 0AA9 | 001 | 0001 |  |  |
| 6A8 | EC01 | 6A9 | EC01 | 7FF | 0AA9 | 7FE | 0001 | 0AA9 | 001 | 0001 | 7FF | 0AA9 |
| 6A9 | 0A00 | 0EB | 0A00 | 7FE | 00EB | 7FF | 06A9 | 0AA9 | 001 | 0001 |  |  |
| 0EB | 0800 | 0EC | 0800 | 7FF | 0AA9 | 000 | 00EB | 0AA9 | 001 | 0001 |  |  |
| 0EC | 0740 | 0ED | 0740 | 0EC | 0740 | 000 | 00EC | 0AA8 | 001 | 0001 |  |  |
| 0ED | 6E05 | 0EE | 6E05 | 0F3 | 0AA9 | 000 | 0005 | FFFF | 008 | 1000 |  |  |
| 0EE | EE04 | 0EF | EE04 | 0F3 | FFFF | 000 | 0004 | FFFF | 008 | 1000 | 0F3 | FFFF |
| 0EF | 0100 | 0F0 | 0100 | 0EF | 0100 | 000 | 00EF | FFFF | 008 | 1000 |  |  |

**Программа на языке ассемблер**

ORG 0x0DA

START: ; D = f(X) – 1 – f(Y) + f(Z)

CLA

ST D

LD Z

PUSH

CALL $function

POP

ADD D

ST D

LD Y

PUSH

CALL $function

POP

SUB D

ST Dt

LD X

PUSH

CALL $function

POP

DEC

SUB D

ST D

HLT

Z: WORD 0x1

Y: WORD 0x2

X: WORD 0x3

D: WORD 0x0AA8 ; = 0

ORG 0x69E

function: ; f(X) = if (X <= 0 || X >= 0x0AA9) then return 0x0AA9 else return 4X - 0x0087

LD &1

BMI exit

BEQ exit

CMP var\_1

BGE exit

ASL

ASL

SUB var\_2

JUMP return

exit: LD var\_1

return: ST &1

RET

var\_1: WORD 0x0AA9

var\_2: WORD 0x0087