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 P3108

Проверил:

Вербовой Александр Александрович

**Оглавление**

[Задание 3](#_Toc191813897)

[Текст исходной программы 3](#_Toc191813898)

[Описание программы 5](#_Toc191813899)

[Назначение: 5](#_Toc191813900)

[Область представления 6](#_Toc191813901)

[Область допустимых значений 6](#_Toc191813902)

[Расположение данных в памяти 7](#_Toc191813903)

[Трассировка 8](#_Toc191813904)

[Вывод 8](#_Toc191813905)

# 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

A screenshot of a computer code

Description automatically generated

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

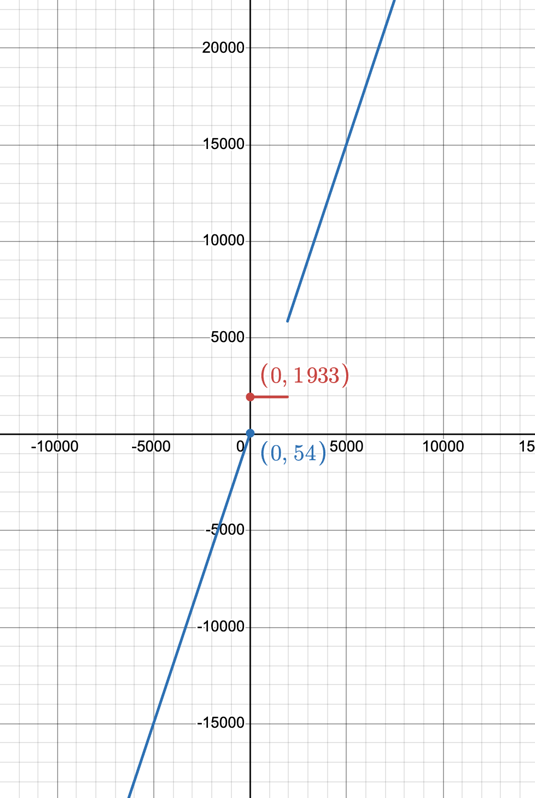
## Назначение:

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**

**График**

****

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

# Область представления

X, Y, Z, R, A, B – целые знаковые шестнадцатеричные числа [-215; 215 – 1] = [-32768; 32767]

# Область допустимых значений

A = 078D16 = 193310

B = 003616 = 5410

**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 [-215; 0] и (1933; 215 – 1], при значении аргумента в этом промежутке функция вернёт значение 3x + 54.

Функция монотонно возрастает => fmin = f (-215) = -98250, fmax = f (215 – 1) = = 98355 => min значение R, которое мы можем получить:

-98250 - 98355 + (-98250) + 2 = -294853 < -215 , max значение R: 98355 –

(-98250) + 98355 + 2 = 294962 > 215 - 1

Может возникнуть переполнение

-32768 3x + 54 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:**

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

# 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, содержимое которой изменилось после выполнения команды | |
| Адрес | Код | IP | CR | AR | DR | SP | BR | AC | PS | NZVC | 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.