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 №3107

Группа: P3131

Выполнил: Хайкин О. И.

Проверил:

Перцев Тимофей Сергеевич

Санкт-Петербург

2022г

Оглавление

[Задание 3](#_Toc96339222)

[Выполнение работы 3](#_Toc96339223)

[Исходная программа 3](#_Toc96339224)

[Назначение программы и реализуемые ею функции 4](#_Toc96339225)

[Область представления исходных данных и результата 4](#_Toc96339226)

[Область допустимых значений исходных данных и результата 4](#_Toc96339227)

[Расположение в памяти ЭВМ программы, исходных данных и результата 5](#_Toc96339228)

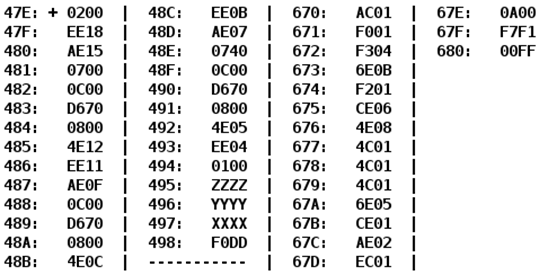
[Адреса первой и последней выполняемых команд 5](#_Toc96339229)

[Таблица трассировки 6](#_Toc96339230)

[Диапазон ячеек памяти для размещения массива 7](#_Toc96339231)

[Вывод 7](#_Toc96339232)

# 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 работы

## Исходная программа

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код команды | Мнемоника | Комментарии |
| 47E | 0200 | CLA | Очистка аккумулятора |
| 47F | EE18 | ST (IP+18) | Сохранение текущего значения аккумулятора (0) в ячейку 498 |
| 480 | AE15 | LD (IP+15) | Загрузка значения из ячейки 496 в аккумулятор |
| 481 | 0700 | INC | Инкремент |
| 482 | 0C00 | PUSH | Кладём значение на аккумуляторе в стек |
| 483 | D670 | CALL 670 | Вызываем подпрограмму по адресу 670 |
| 484 | 0800 | POP | Достаём значение с вершины стека в аккумулятор |
| 485 | 4E12 | ADD (IP+12) | Сложить значение на аккумуляторе со значением из ячейки 498 |
| 486 | EE11 | ST (IP+11) | Сохранение текущего значения аккумулятора в ячейку 498 |
| 487 | AE0F | LD (IP+F) | Загрузка значения из ячейки 497 в аккумулятор |
| 488 | 0C00 | PUSH | Кладём значение на аккумуляторе в стек |
| 489 | D670 | CALL 670 | Вызываем подпрограмму по адресу 670 |
| 48A | 0800 | POP | Достаём значение с вершины стека в аккумулятор |
| 48B | 4E0C | ADD (IP+C) | Сложить значение на аккумуляторе со значением из ячейки 498 |
| 48C | EE0B | ST (IP+B) | Сохранение текущего значения аккумулятора в ячейку 498 |
| 48D | AE07 | LD (IP+7) | Загрузка значения из ячейки 495 в аккумулятор |
| 48E | 0740 | DEC | Декремент |
| 48F | 0C00 | PUSH | Кладём значение на аккумуляторе в стек |
| 490 | D670 | CALL 670 | Вызываем подпрограмму по адресу 670 |
| 491 | 0800 | POP | Достаём значение с вершины стека в аккумулятор |
| 492 | 4E05 | ADD (IP+5) | Сложить значение на аккумуляторе со значением из ячейки 498 |
| 493 | EE04 | ST (IP+4) | Сохранение текущего значения аккумулятора в ячейку 498 |
| 494 | 0100 | HLT | Останов |
| 495 | 8008 | Число (a) |  |
| 496 | FFFE | Число (b) |  |
| 497 | 0045 | Число (c) |  |
| 498 | …. | Число (R) | результат |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код команды | Мнемоника | Комментарии |
| 670 | AC01 | LD (SP+1) | Загрузка значения из предпоследней ячейки стека в аккумулятор |
| 671 | F001 | BEQ IP+1 | Операция ветвления, совершающая переход на ячейку 673, если (Z==1) |
| 672 | F304 | BPL IP+4 | Операция ветвления, совершающая переход на ячейку 677, если (N==0) |
| 673 | 6E0B | SUB (IP+B) | Вычесть из значения на аккумуляторе значение из ячейки 67F |
| 674 | F201 | BMI IP+1 | Операция ветвления, совершающая переход на ячейку 676, если (N==1) |
| 675 | CE06 | JUMP (IP+6) | Прыжок, переходит к выполнению команды по адресу 67C |
| 676 | 4E08 | ADD (IP+8) | Сложить значение на аккумуляторе со значением из ячейки 67F |
| 677 | 4C01 | ADD (SP+1) | Сложить значение на аккумуляторе со значением из предпоследней ячейки стека |
| 678 | 4C01 | ADD (SP+1) | Сложить значение на аккумуляторе со значением из предпоследней ячейки стека |
| 679 | 4C01 | ADD (SP+1) | Сложить значение на аккумуляторе со значением из предпоследней ячейки стека |
| 67A | 6E05 | SUB (IP+5) | Вычесть из значения на аккумуляторе значение из ячейки 680 |
| 67B | CE01 | JUMP (IP+1) | Прыжок, переходит к выполнению команды по адресу 67D |
| 67C | AE02 | LD (IP+2) | Загрузка значения из ячейки 67F в аккумулятор |
| 67D | EC01 | ST (SP+1) | Сохранение текущего значения аккумулятора в предпоследнюю ячейку стека |
| 67E | 0A00 | RET | Возвращение из подпрограммы к основной программе |
| 67F | F7F1 | число (d) | -30705 |
| 680 | 00FF | Число (e) | 255 |

## Назначение программы и реализуемые ею функции

Назначение: высчитывание результата по формуле R=f(c)+f(b+1)+f(a-1), где a, b и с – числа, а f(x) определена как:

, где d и e – определённые числа.

## Область представления исходных данных и результата

Результат (498): знаковое 16-разрядное число

Исходные числа (495-497): знаковые 16-разрядные числа

Константы (67F-680): знаковые 16-разрядные числа

## Область допустимых значений исходных данных и результата

Результат: -215 ≤ R ≤ 215-1

ОДЗ исходных данных:

1) если c,(b+1),(a-1)∊():

R=4(c+b+1+a-1)-3e

R=4(a+b+c)-3e

R=4(a+b+c)-765

-215 ≤ 4(a+b+c)-765 ≤ 215-1

-8000 ≤ (a+b+c) ≤ 8383

-2666 ≤ ≤ 2794

a,b,c∊[2, 2794] (гарантирует отсутствие переполнения у результата)

2) если c∊[d, 0]; (b+1),(a-1)∊():

R=4(a+b)-2e+d

R=4(a+b)-510-30705

R=4(a+b)-31215

-215 ≤ 4(a+b)-31215 ≤ 215-1

-388 ≤ (a+b) ≤ 15995

-194 ≤ ≤ 7997

a,b∊[2, 7997]

3) если b+1∊[d, 0]; (c),(a-1)∊():

R=4(a+c-1)-2e+d

...

-388 ≤ (a+c-1) ≤ 15995

-387 ≤ (a+c) ≤ 15996

-193 ≤ ≤ 7998

a,c∊[2, 7998]

b∊[d-1, -1]

4) если a-1∊[d, 0]; (c),(b+1)∊():

R=4(b+c+1)-2e+s

...

-388 ≤ (b+c+1) ≤ 15995

-389 ≤ (b+c) ≤ 15994

-194 ≤ ≤ 7997

b,c∊[1, 7997]

a∊[d+1, 1]

5) если (a-1),(b+1)∊[d, 0]; (c)∊():

R=4c-e+2d

R=4c-255-30705\*2

R=4c-61665

…

7225 ≤ c ≤ 23608

НО: при вычислении f(c) не должно случиться переполнения, т.е. -215 ≤ 4c ≤ 215-1,

-215 ≤ 4c-e ≤ 215-1 т.е. в итоге: 7225 ≤ c ≤ 8191.

c∊[7225, 8191]

a∊[d+1, 1]

b∊[d-1, -1]

6) если (a-1),(c)∊[d, 0]; (b+1)∊():

R=4(b+1)-e+2d

R=4(b+1)-255-30705\*2

R=4(b+1)-61665

…

7225 ≤ (b+1) ≤ 23608

НО: при вычислении f(b+1) не должно случиться переполнения, т.е. -215 ≤ 4(b+1) ≤ 215-1, -215 ≤ 4(b+1)-e ≤ 215-1 т.е: 7225 ≤ (b+1) ≤ 8191; 7224 ≤ b ≤ 8190

b∊[7224, 8190]

a∊[d+1, 1]

c∊[d, 0]

7) если (b+1),(c)∊[d, 0]; (a-1)∊():

R=4(a-1)-e+2d

R=4(a-1)-255-30705\*2

R=4(a-1)-61665

…

7225 ≤ (a-1) ≤ 23608

НО: при вычислении f(a-1) не должно случиться переполнения, т.е. -215 ≤ 4(a-1) ≤ 215-1, -215 ≤ 4(a-1)-e ≤ 215-1 т.е: 7225 ≤ (a-1) ≤ 8191; 7226 ≤ a ≤ 8192

a∊[7226, 8192]

b∊[d-1, -1]

c∊[d, 0]

8) (a-1),(b+1),c∊[d, 0]:

R=3d

R=-92115; переполнение.

Итоговые варианты ОДЗ:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| a,b,c∊[2, 2794] | a,b∊[2, 7997]  c∊[-30705, 0] | a,c∊[2, 7998]  b∊[-30706, -1] | b,c∊[1, 7997]  a∊[-30704, 1] | c∊[7225, 8191]  a∊[-30704, 1]  b∊[-30706, -1] | b∊[7224, 8190]  a∊[-30704, 1]  c∊[-30705, 0] | a∊[7226, 8192]  b∊[-30706, -1]  c∊[-30705, 0] |

«Минимизированная версия»:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| a,b,c∊[2, 2794] | Если один из операндов  ∊[-30704, -1], то остальные два  ∊[2, 7997] | Если два операнда  ∊[-30704, -1], то оставшийся  ∊[7226, 8190] |

## Расположение в памяти ЭВМ программы, исходных данных и результата

**Исходные данные:**

495-497 – исходные числа a,b,c

67F, 680 – константы d,e

**Результат:**

498

**Команды:**

47E-494; 670-67E

## Адреса первой и последней выполняемых команд

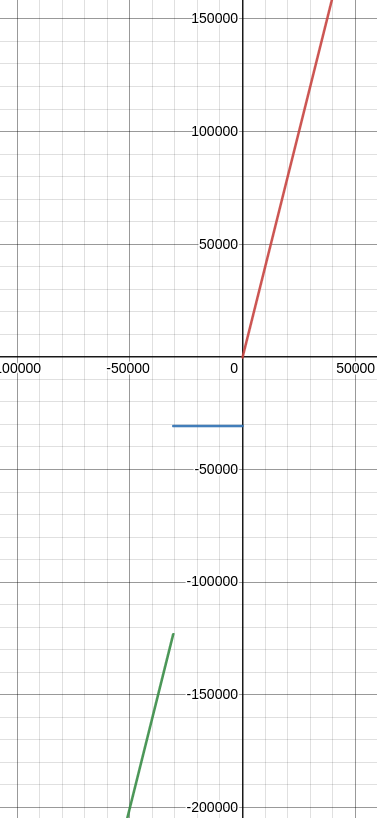
47E – первая

494 – последняя

## Таблица трассировки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполняемая команда | | Содержимое регистров после выполнения команды | | | | | | | | Ячейка, содержимое которой изменилось после выполнения команды | |
| Адрес | Код | IP | CR | AR | DR | SP | BR | AC | NZVC | Адрес | Новый код |
| 47E | 0200 | 47E | 0000 | 000 | 0000 | 000 | 0000 | 0000 | 0100 |  |  |
| 47E | 0200 | 47F | 0200 | 47E | 0200 | 000 | 047E | 0000 | 0100 |  |  |
| 47F | EE18 | 480 | EE18 | 498 | 0000 | 000 | 0018 | 0000 | 0100 | 498 | 0000 |
| 480 | AE15 | 481 | AE15 | 496 | 0004 | 000 | 0015 | 0004 | 0000 |  |  |
| 481 | 0700 | 482 | 0700 | 481 | 0700 | 000 | 0481 | 0005 | 0000 |  |  |
| 482 | 0C00 | 483 | 0C00 | 7FF | 0005 | 7FF | 0482 | 0005 | 0000 | 7FF | 0005 |
| 483 | D670 | 670 | D670 | 7FE | 0484 | 7FE | D670 | 0005 | 0000 | 7FE | 0484 |
| 670 | AC01 | 671 | AC01 | 7FF | 0005 | 7FE | 0001 | 0005 | 0000 |  |  |
| 671 | F001 | 672 | F001 | 671 | F001 | 7FE | 0671 | 0005 | 0000 |  |  |
| 672 | F304 | 677 | F304 | 672 | F304 | 7FE | 0004 | 0005 | 0000 |  |  |
| 677 | 4C01 | 678 | 4C01 | 7FF | 0005 | 7FE | 0001 | 000A | 0000 |  |  |
| 678 | 4C01 | 679 | 4C01 | 7FF | 0005 | 7FE | 0001 | 000F | 0000 |  |  |
| 679 | 4C01 | 67A | 4C01 | 7FF | 0005 | 7FE | 0001 | 0014 | 0000 |  |  |
| 67A | 6E05 | 67B | 6E05 | 680 | 00FF | 7FE | 0005 | FF15 | 1000 |  |  |
| 67B | CE01 | 67D | CE01 | 67B | 067D | 7FE | 0001 | FF15 | 1000 |  |  |
| 67D | EC01 | 67E | EC01 | 7FF | FF15 | 7FE | 0001 | FF15 | 1000 | 7FF | FF15 |
| 67E | 0A00 | 484 | 0A00 | 7FE | 0484 | 7FF | 067E | FF15 | 1000 |  |  |
| 484 | 0800 | 485 | 0800 | 7FF | FF15 | 000 | 0484 | FF15 | 1000 |  |  |
| 485 | 4E12 | 486 | 4E12 | 498 | 0000 | 000 | 0012 | FF15 | 1000 |  |  |
| 486 | EE11 | 487 | EE11 | 498 | FF15 | 000 | 0011 | FF15 | 1000 | 498 | FF15 |
| 487 | AE0F | 488 | AE0F | 497 | 0004 | 000 | 000F | 0004 | 0000 |  |  |
| 488 | 0C00 | 489 | 0C00 | 7FF | 0004 | 7FF | 0488 | 0004 | 0000 | 7FF | 0004 |
| 489 | D670 | 670 | D670 | 7FE | 048A | 7FE | D670 | 0004 | 0000 | 7FE | 048A |
| 670 | AC01 | 671 | AC01 | 7FF | 0004 | 7FE | 0001 | 0004 | 0000 |  |  |
| 671 | F001 | 672 | F001 | 671 | F001 | 7FE | 0671 | 0004 | 0000 |  |  |
| 672 | F304 | 677 | F304 | 672 | F304 | 7FE | 0004 | 0004 | 0000 |  |  |
| 677 | 4C01 | 678 | 4C01 | 7FF | 0004 | 7FE | 0001 | 0008 | 0000 |  |  |
| 678 | 4C01 | 679 | 4C01 | 7FF | 0004 | 7FE | 0001 | 000C | 0000 |  |  |
| 679 | 4C01 | 67A | 4C01 | 7FF | 0004 | 7FE | 0001 | 0010 | 0000 |  |  |
| 67A | 6E05 | 67B | 6E05 | 680 | 00FF | 7FE | 0005 | FF11 | 1000 |  |  |
| 67B | CE01 | 67D | CE01 | 67B | 067D | 7FE | 0001 | FF11 | 1000 |  |  |
| 67D | EC01 | 67E | EC01 | 7FF | FF11 | 7FE | 0001 | FF11 | 1000 | 7FF | FF11 |
| 67E | 0A00 | 48A | 0A00 | 7FE | 048A | 7FF | 067E | FF11 | 1000 |  |  |
| 48A | 0800 | 48B | 0800 | 7FF | FF11 | 000 | 048A | FF11 | 1000 |  |  |
| 48B | 4E0C | 48C | 4E0C | 498 | FF15 | 000 | 000C | FE26 | 1001 |  |  |
| 48C | EE0B | 48D | EE0B | 498 | FE26 | 000 | 000B | FE26 | 1001 | 498 | FE26 |
| 48D | AE07 | 48E | AE07 | 495 | 0004 | 000 | 0007 | 0004 | 0001 |  |  |
| 48E | 0740 | 48F | 0740 | 48E | 0740 | 000 | 048E | 0003 | 0001 |  |  |
| 48F | 0C00 | 490 | 0C00 | 7FF | 0003 | 7FF | 048F | 0003 | 0001 | 7FF | 0003 |
| 490 | D670 | 670 | D670 | 7FE | 0491 | 7FE | D670 | 0003 | 0001 | 7FE | 0491 |
| 670 | AC01 | 671 | AC01 | 7FF | 0003 | 7FE | 0001 | 0003 | 0001 |  |  |
| 671 | F001 | 672 | F001 | 671 | F001 | 7FE | 0671 | 0003 | 0001 |  |  |
| 672 | F304 | 677 | F304 | 672 | F304 | 7FE | 0004 | 0003 | 0001 |  |  |
| 677 | 4C01 | 678 | 4C01 | 7FF | 0003 | 7FE | 0001 | 0006 | 0000 |  |  |
| 678 | 4C01 | 679 | 4C01 | 7FF | 0003 | 7FE | 0001 | 0009 | 0000 |  |  |
| 679 | 4C01 | 67A | 4C01 | 7FF | 0003 | 7FE | 0001 | 000C | 0000 |  |  |
| 67A | 6E05 | 67B | 6E05 | 680 | 00FF | 7FE | 0005 | FF0D | 1000 |  |  |
| 67B | CE01 | 67D | CE01 | 67B | 067D | 7FE | 0001 | FF0D | 1000 |  |  |
| 67D | EC01 | 67E | EC01 | 7FF | FF0D | 7FE | 0001 | FF0D | 1000 | 7FF | FF0D |
| 67E | 0A00 | 491 | 0A00 | 7FE | 0491 | 7FF | 067E | FF0D | 1000 |  |  |
| 491 | 0800 | 492 | 0800 | 7FF | FF0D | 000 | 0491 | FF0D | 1000 |  |  |
| 492 | 4E05 | 493 | 4E05 | 498 | FE26 | 000 | 0005 | FD33 | 1001 |  |  |
| 493 | EE04 | 494 | EE04 | 498 | FD33 | 000 | 0004 | FD33 | 1001 | 498 | FD33 |
| 494 | 0100 | 495 | 0100 | 494 | 0100 | 000 | 0494 | FD33 | 1001 |  |  |

## График функции



# Вывод

В ходе выполнения четвёртой лабораторной работы я изучил способы связей между командными модулями и команды обращения к подпрограмме в БЭВМ

47E 0200 47F 0200 47E 0200 000 047E 0000 0100

47F EE18 480 EE18 498 0000 000 0018 0000 0100 498 0000

480 AE15 481 AE15 496 FFFE 000 0015 FFFE 1000

481 0700 482 0700 481 0700 000 0481 FFFF 1000

482 0C00 483 0C00 7FF FFFF 7FF 0482 FFFF 1000 7FF FFFF

483 D670 670 D670 7FE 0484 7FE D670 FFFF 1000 7FE 0484

670 AC01 671 AC01 7FF FFFF 7FE 0001 FFFF 1000

671 F001 672 F001 671 F001 7FE 0671 FFFF 1000

672 F304 673 F304 672 F304 7FE 0672 FFFF 1000

673 6E0B 674 6E0B 67F F7F1 7FE 000B 080E 0001

674 F201 675 F201 674 F201 7FE 0674 080E 0001

675 CE06 67C CE06 675 067C 7FE 0006 080E 0001

67C AE02 67D AE02 67F F7F1 7FE 0002 F7F1 1001

67D EC01 67E EC01 7FF F7F1 7FE 0001 F7F1 1001 7FF F7F1

67E 0A00 484 0A00 7FE 0484 7FF 067E F7F1 1001

484 0800 485 0800 7FF F7F1 000 0484 F7F1 1001

485 4E12 486 4E12 498 0000 000 0012 F7F1 1000

486 EE11 487 EE11 498 F7F1 000 0011 F7F1 1000 498 F7F1

487 AE0F 488 AE0F 497 0045 000 000F 0045 0000

488 0C00 489 0C00 7FF 0045 7FF 0488 0045 0000 7FF 0045

489 D670 670 D670 7FE 048A 7FE D670 0045 0000 7FE 048A

670 AC01 671 AC01 7FF 0045 7FE 0001 0045 0000

671 F001 672 F001 671 F001 7FE 0671 0045 0000

672 F304 677 F304 672 F304 7FE 0004 0045 0000

677 4C01 678 4C01 7FF 0045 7FE 0001 008A 0000

678 4C01 679 4C01 7FF 0045 7FE 0001 00CF 0000

679 4C01 67A 4C01 7FF 0045 7FE 0001 0114 0000

67A 6E05 67B 6E05 680 00FF 7FE 0005 0015 0001

67B CE01 67D CE01 67B 067D 7FE 0001 0015 0001

67D EC01 67E EC01 7FF 0015 7FE 0001 0015 0001 7FF 0015

67E 0A00 48A 0A00 7FE 048A 7FF 067E 0015 0001

48A 0800 48B 0800 7FF 0015 000 048A 0015 0001

48B 4E0C 48C 4E0C 498 F7F1 000 000C F806 1000

48C EE0B 48D EE0B 498 F806 000 000B F806 1000 498 F806

48D AE07 48E AE07 495 8008 000 0007 8008 1000

48E 0740 48F 0740 48E 0740 000 048E 8007 1001

48F 0C00 490 0C00 7FF 8007 7FF 048F 8007 1001 7FF 8007

490 D670 670 D670 7FE 0491 7FE D670 8007 1001 7FE 0491

670 AC01 671 AC01 7FF 8007 7FE 0001 8007 1001

671 F001 672 F001 671 F001 7FE 0671 8007 1001

672 F304 673 F304 672 F304 7FE 0672 8007 1001

673 6E0B 674 6E0B 67F F7F1 7FE 000B 8816 1000

674 F201 676 F201 674 F201 7FE 0001 8816 1000

676 4E08 677 4E08 67F F7F1 7FE 0008 8007 1001

677 4C01 678 4C01 7FF 8007 7FE 0001 000E 0011

678 4C01 679 4C01 7FF 8007 7FE 0001 8015 1000

679 4C01 67A 4C01 7FF 8007 7FE 0001 001C 0011

67A 6E05 67B 6E05 680 00FF 7FE 0005 FF1D 1000

67B CE01 67D CE01 67B 067D 7FE 0001 FF1D 1000

67D EC01 67E EC01 7FF FF1D 7FE 0001 FF1D 1000 7FF FF1D

67E 0A00 491 0A00 7FE 0491 7FF 067E FF1D 1000

491 0800 492 0800 7FF FF1D 000 0491 FF1D 1000

492 4E05 493 4E05 498 F806 000 0005 F723 1001

493 EE04 494 EE04 498 F723 000 0004 F723 1001 498 F723

494 0100 495 0100 494 0100 000 0494 F723 1001