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)

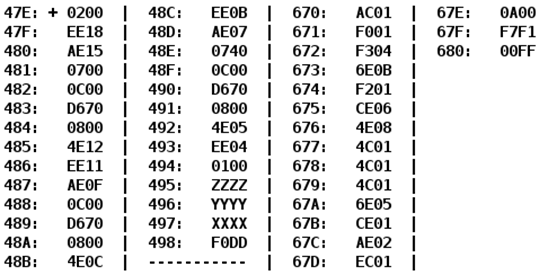
[Адреса первой и последней выполняемых команд 5](#_Toc96339229)

[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 | …. | Число (a) |  |
| 496 | …. | Число (b) |  |
| 497 | …. | 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)≠0:

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∊[-2666, 2794] (гарантирует отсутствие переполнения у результата)

2) если c=0:

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∊[-194, 7997] (a≠1, b≠-1)

3) если b=-1:

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

...

-388 ≤ (a+c-1) ≤ 15995

-387 ≤ (a+c) ≤ 15996

-193 ≤ ≤ 7998

a,c∊[-193, 7998] (a≠1, c≠0)

4) если a=1:

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

...

-388 ≤ (b+c+1) ≤ 15995

-389 ≤ (b+c) ≤ 15994

-194 ≤ ≤ 7997

b,c∊[-194, 7997] (b≠-1, c≠0)

5) a=1; b=-1:

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, т.е. в итоге: 7225 ≤ c ≤ 8191; c≠0

6) a=1; c=0

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, т.е: 7225 ≤ (b+1) ≤ 8191;

7224 ≤ b ≤ 8190; b≠-1

7) b=-1; c=0

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, т.е: 7225 ≤ (a-1) ≤ 8191;

7226 ≤ a ≤ 8192; a≠1

8) a=1; b=-1; c=0

R=3d

R=-92115; переполнение.

Итоговые варианты ОДЗ:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | c,(b+1),(a-1)≠0 | c=0 | b=-1 | a=1 |
| a: | [-2666, 1)(1, 2794] | [-194, 1)(1, 7997] | [-193, 1)(1, 7998] | {1} |
| b: | [-2666, -1)(-1, 2794] | [-194, -1)(-1, 7997] | {-1} | [-194, -1)(-1, 7997] |
| c: | [-2666, 0)(0, 2794] | {0} | [-193, 0)(0, 7998] | [-194, 0)(0, 7997] |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | a=1; b=-1 | a=1; c=0 | b=-1; c=0 | a=1; b=-1; c=0 |
| a: | {1} | {1} | [7226, 8192] | Не подходит |
| b: | {-1} | [7224, 8190] | {-1} |
| c: | [7225, 8191] | {0} | {0} |

## 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

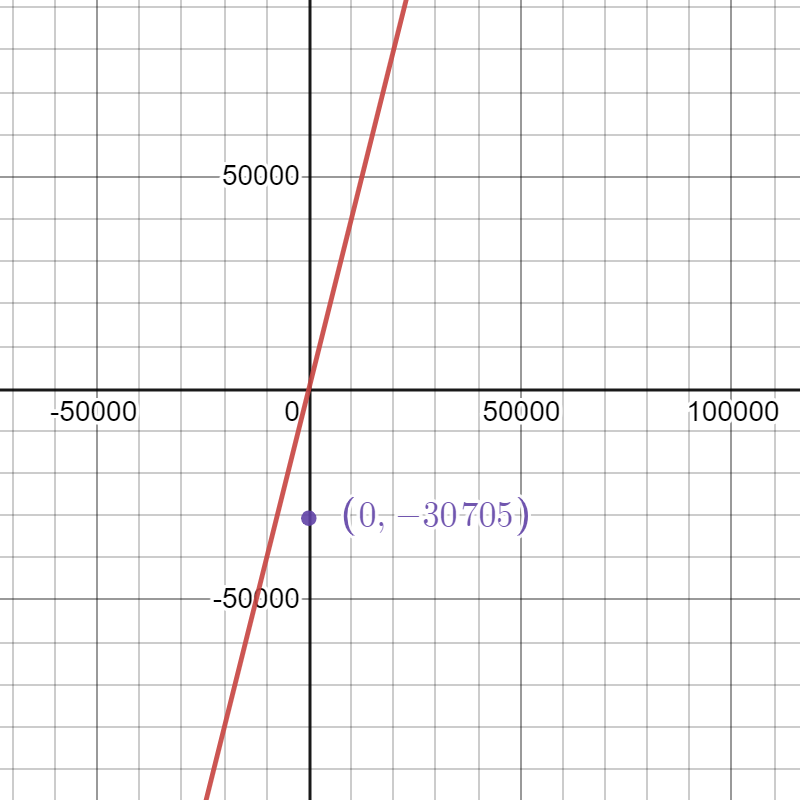
47E – первая

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 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