МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

ФАКУЛЬТЕТ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

по дисциплине

«Основы профессиональной деятельности»

Вариант № 34

***Выполнил:***

Студент группы P3130

Захра дарабзадех

***Преподаватель:***

Саржевский Иван Анатольевич

Воронина Дарья Сергеевна

Комлев Игорь Владимирович

Санкт-Петербург, 2025 г.

## Содержание

[Текст задания 3](#_Toc127113407)

[Описание программы 4](#_Toc127113408)

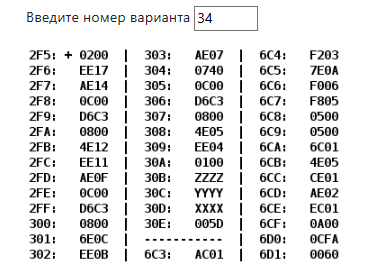
[Таблица трассировки 5](#_Toc127113409)

[Вывод 6](#_Toc127113410)

**Текст задания**

### **Лабораторная работа №4**

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.



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Адрес** | **Код команды** | **Мнемоника** | **Комментарии** |
| 2F5 | 0200 | CLA | Очистка аккумулятора |
| 2F6 | EE17 | ST IP+23 | Очистка аккумулятора R = 0 |
| 2F7 | AE14 | LD IP + 20 | Загрузка из ячейки 30C в AC (прямая относительная, 2F7 + 1 + 20) |
| 2F8 | 0C00 | PUSH | Запись в стек |
| 2F9 | D6C3 | CALL 6C3 | Вызов подпрограммы с ячейки 6C3 |
| 2FA | 0800 | POP | Чтение из стека |
| 2FB | 4E12 | ADD IP+18 | Сложение с ячейкой 30E (прямая относительная, 2FB + 1 + 18)  **AC** = F (Y(+ M (30E) = F(Y) |
| 2FC | EE11 | ST IP+17 | Сохранение в ячейку 30E (прямая относительная, 2FC + 1 +17 ) |
| 2FD | AE0F | LD IP+15 | Загрузка из ячейки 30D в AC (прямая относительная, 2FD + 1 + 15) |
| 2FE | 0C00 | PUSH | Запись в стек |
| 2FF | D6C3 | CALL 6C3 | Вызов подпрограммы с ячейки 6C3 |
| 300 | 0800 | POP | Чтение из стека |
| 301 | 6E0C | SUB IP +12 | Вычитание ячейки 30E (прямая относительная, 301 + 1 +12 )  AC = F(X) – M(30E) = F(X) – F(Y) |
| 302 | EE0B | ST IP+11 | Сохранение в ячейку 30E (прямая относительная, 302 + 1 + 11) |
| 303 | AE07 | LD IP + 7 | Загрузка из ячейки 30B  (прямая относительная, 303 + 1 + 7) |
| 304 | 0740 | DEC | Декремент |
| 305 | 0C00 | PUSH | Запись в стек |
| 306 | D6C3 | CALL 6C3 | Вызов подпрограммы с ячейки 6C3 |
| 307 | 0800 | POP | Чтение из стека |
| 308 | 4E05 | ADD IP+5 | Сложение с ячейкой 30E (прямая относительная, 308 + 1 + 5) |
| 309 | EE04 | ST IP+4 | Сохранение в ячейку 30E (прямая относительная, 309 + 1 + 4) |
| 30A | 0100 | HLT | Остановка программы |
| 30B | ZZZZ | Z | Значение Z |
| 30C | YYYY | Y | Значение Y |
| 30D | XXXX | X | Значение X |
| 30E | 005D | R | Результат |

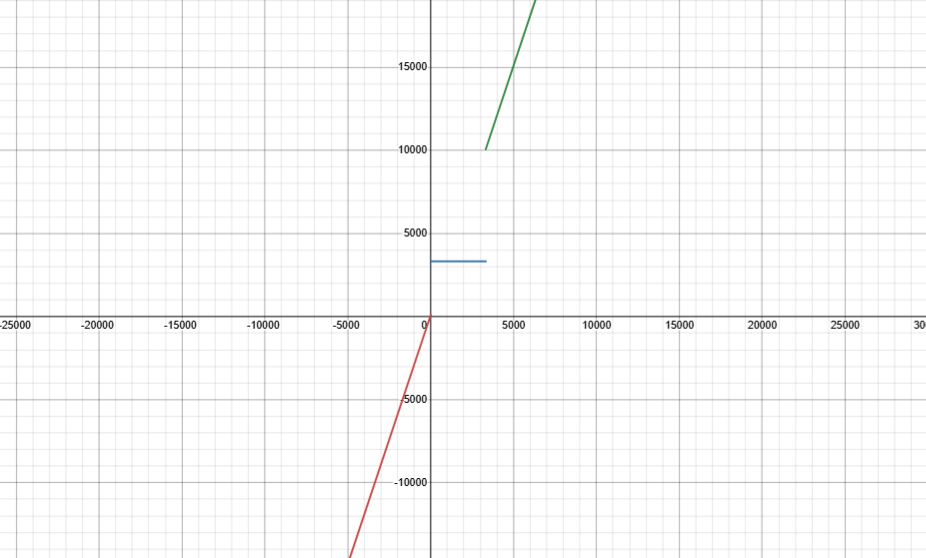
Подпрограмма:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Адрес** | **Код команды** | **Мнемоника** | **Комментарии** |
| 6C3 | AC01 | LD (SP+1) | Загрузка аргумента |
| 6C4 | F203 | BMI 3 | Если x < 0, переход к 6C8 (вычисление 3x + W) |
| 6C5 | 7E0A | CMP (IP+A) | Сравнение x с Q (адрес 6D0) |
| 6C6 | F006 | BEQ 6 | Если x == Q, переход к 6CD (результат = Q) |
| 6C7 | F805 | BLT 5 | Если x < Q, переход к 6CD (результат = Q) |
| 6C8 | 0500 | ASL | Сдвиг влево: AC = 2x |
| 6C9 | 0500 | ASL | Сдвиг влево: AC = 4x |
| 6CA | 6C01 | SUB (SP + 1) | Вычитание из AC значения из ячейки SP + 1 (4x-x=3x) |
| 6CB | 4E05 | ADD (IP + 5) | Сложение AC со значением ячейки 6D1 (3x + W)  AC = 3x+w |
| 6CC | CE01 | JUMP (IP + 1) | Переход на ячейку 6CE |
| 6CD | AE02 | LD (IP+2) | Загрузка Q в AC (адрес 6D0) |
| 6CE | EC01 | ST (SP+1) | Сохранение результата |
| 6CF | 0A00 | RET | Возврат |
| 6D0 | 0CFA |  | Константа Q=3322 |
| 6D1 | 0060 |  | Константа W=96 |

# Описание программы

Назначение программы: нахождения значения функции:

)



**Область представления**

* X, Y, Z, Q, W, R – целые знаковые шестнадцатеричные числа в дополнительном коде.

**Расположение данных в памяти**

**Основная программа:**

* 2F5-30A – команды;
* 30B, 30C, 30D – исходные данные;
* 30E – итоговый результат.

**Подпрограмма:**

* 6C3-6CF – команды;
* 6D0, 6D1 – константы.

**Адреса первой и последней выполняемой команды**

**Основная программа:**

* Адрес первой команды: 2F5
* Адрес последней команды: 30A

**Подпрограмма:**

* Адрес первой команды: 6C3
* Адрес последней команды: 6CF

**Область допустимых значений**

Для предотвращения переполнения 16-битного знакового регистра результат **R** должен находиться в диапазоне:

−32768≤R≤32767

Основная программа вычисляет значение:

R=f(X)−f(Y)+f(Z−1)

Функция f(x) определена следующим образом:

Если x < 0 или x > 3322: f(x)=3x+96

Если x ∈[0, 3322] : f(x)=3322

Чтобы гарантировать, что результат R останется в допустимом диапазоне, необходимо ограничить значения функции f(x) так, чтобы:

f(x), f(y), f(z−1)∈[−10922.66, 10922.33]

На основе этого были вычислены следующие допустимые диапазоны для входных переменных:

|  |  |
| --- | --- |
| Переменная | допустимый диапазон |
| X | [-3673, 3608] |
| Y | [-3673, 3608] |
| Z | [-3674, 3609] |

-Примечание: Для переменной **Z** учитывается сдвиг на 1 при вызове **f(Z - 1)**, поэтому её допустимый диапазон смещён относительно X и Y

Обоснование корректности ОДЗ:

1. Определение области допустимых значений для X и Y:

Для того чтобы f(x)∈[−10922.66, 10922.33] , рассмотрим 2 случая:

Если x < 0 или x>3322:

f(x)=3x+96

Тогда:

−10922.66≤3x+96≤10922.33

Решаем неравенства:

-Нижняя граница:

3x+96≥−10922.66⇒3x≥−11018.66⇒x≥−3672.88

-Верхняя граница:

3x+96≤10922.33⇒3x≤10826.33⇒x≤3608.78

Таким образом:

−3672.88≤x≤3608.78

(Число x – действительное (принадлежит множеству R))

Найдем пересечение с условиями x < 0 или x>3322

x∈ [-3673, 0) U (3322, 3608]

Если 3322 >= x >= 0:

f(x)=3322

Это значение всегда находится в допустимом диапазоне [−10922.66, 10922.33] .

X ∈ [0, 3322]

Таким образом, окончательный диапазон для X и Y:

X,Y∈[−3673, 3608]

2. Определение области допустимых значений для Z:

Для переменной Z используется выражение f(Z - 1). Следовательно, нужно учесть сдвиг на 1.

-Если Z∈[−3674, 3609] , то:

Z−1∈[−3673, 3608]

-Значение Z−1 должно удовлетворять тому же диапазону, что и X и Y, т.к. оно передается в функцию f(x).

Таким образом:

Z∈[−3674, 3609]

**Проверка результата R:**

Результат программы вычисляется как:

R=f(X)−f(Y)+f(Z−1)

Поскольку:

f(X),f(Y),f(Z−1) ∈[−10922.66, 10922.33]

Минимальное значение R:

Rmin = -10922,66 + (-10922,66) + (-10922,66) = -32767,98

Максимальное значение R:

Rmax = 10922,33 \* 3 = 32766,99

Таким образом:

R∈[-32767,98, 32766,99]

Это значение не превышает допустимый диапазон 16-битного знакового числа

[−32768, 32767] , что не приводит к переполнению.

А при Z = 3323, X = 3322, Y = 3322 имеем: f(x)-f(y)+f(z-1) = 3322-3322+3322 = 3322

Это значение всегда находится в допустимом диапазоне [−32768, 32767]].

\*Эти ограничения гарантируют, что результат программы **R** всегда будет находиться в пределах 16-битного целого числа со знаком и не произойдёт переполнения.

**Трассировка**

X = 3600 =0E10

Y = - 2650=F5A6

Z = 456=01D1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Адр | Знчн | IP | CR | AR | DR | SP | BR | AC | PS | NZVC | Адр | Знчн |
| 2F5 | 0200 | 2F5 | 0000 | 000 | 0000 | 000 | 0000 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 2F5 | 0200 | 2F6 | 0200 | 2F5 | 0200 | 000 | 02F5 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 2F6 | EE17 | 2F7 | EE17 | 30E | 0000 | 000 | 0017 | 0000 | 004 | 0100 | 30E | 0000 |
| 2F7 | AE14 | 2F8 | AE14 | 30C | F5A6 | 000 | 0014 | F5A6 | 008 | 1000 |  |  |
| 2F8R | 0C00 | 2F9 | 0C00 | 7FF | F5A6 | 7FF-1 | 02F8 | F5A6 | 008 | 1000 | 7FF | F5A6 |
| 2F9 | D6C3 | 6C3 | D6C3 | 7FE | 02FA | 7FE | D6C3 | F5A6 | 008 | 1000 | 7FE | 02FA |
| 6C3 | AC01 | 6C4 | AC01 | 7FF | F5A6 | 7FE | 0001 | F5A6 | 008 | 1000 |  |  |
| 6C4 | F203 | 6C8 | F203 | 6C4 | F203 | 7FE | 0003 | F5A6 | 008 | 1000 |  |  |
| 6C8 | 0500 | 6C9 | 0500 | 6C8 | F5A6 | 7FE | 06C8 | EB4C | 009 | 1001 |  |  |
| 6C9 | 0500 | 6CA | 0500 | 6C9 | EB4C | 7FE | 06C9 | D698 | 009 | 1001 |  |  |
| 6CA | 6C01 | 6CB | 6C01 | 7FF | F5A6 | 7FE | 0001 | E0F2 | 008 | 1000 |  |  |
| 6CB | 4E05 | 6CC | 4E05 | 6D1 | 0060 | 7FE | 0005 | E152 | 008 | 1000 |  |  |
| 6CC | CE01 | 6CE | CE01 | 6CC | 06CE | 7FE | 0001 | E152 | 008 | 1000 |  |  |
| 6CE | EC01 | 6CF | EC01 | 7FF | E152 | 7FE | 0001 | E152 | 008 | 1000 | 7FF | E152 |
| 6CF | 0A00 | 2FA | 0A00 | 7FE | 02FA | 7FF+1 | 06CF | E152 | 008 | 1000 |  |  |
| 2FA | 0800 | 2FB | 0800 | 7FF | E152 | 000 | 02FA | E152 | 008 | 1000 |  |  |
| 2FB | AE12 | 2FC | AE12 | 30E | 0000 | 000 | 0012 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 2FC | EE11 | 2FD | EE11 | 30E | 0000 | 000 | 0011 | 0000 | 004 | 0100 | 30E | 0000 |
| 2FD | AE0F | 2FE | AE0F | 30D | 0E10 | 000 | 000F | 0E10 | 000 | 0000 |  |  |
| 2FE | 0C00 | 2FF | 0C00 | 7FF | 0E10 | 7FF | 02FE | 0E10 | 000 | 0000 | 7FF | 0E10 |
| 2FF | D6C3 | 6C3 | D6C3 | 7FE | 0300 | 7FE | D6C3 | 0E10 | 000 | 0000 | 7FE | 0300 |
| 6C3 | AC01 | 6C4 | AC01 | 7FF | 0E10 | 7FE | 0001 | 0E10 | 000 | 0000 |  |  |
| 6C4 | F203 | 6C5 | F203 | 6C4 | F203 | 7FE | 06C4 | 0E10 | 000 | 0000 |  |  |
| 6C5 | 7E0A | 6C6 | 7E0A | 6D0 | 0CFA | 7FE | 000A | 0E10 | 001 | 0001 |  |  |
| 6C6 | F006 | 6C7 | F006 | 6C6 | F006 | 7FE | 06C6 | 0E10 | 001 | 0001 |  |  |
| 6C7 | F805 | 6C8 | F805 | 6C7 | F805 | 7FE | 06C7 | 0E10 | 001 | 0001 |  |  |
| 6C8 | 0500 | 6C9 | 0500 | 6C8 | 0E10 | 7FE | 06C8 | 1C20 | 000 | 0000 |  |  |
| 6C9 | 0500 | 6CA | 0500 | 6C9 | 1C20 | 7FE | 06C9 | 3840 | 000 | 0000 |  |  |
| 6CA | 6C01 | 6CB | 6C01 | 7FF | 0E10 | 7FE | 0001 | 2A30 | 001 | 0001 |  |  |
| 6CB | 4E05 | 6CC | 4E05 | 6D1 | 0060 | 7FE | 0005 | 2A90 | 000 | 0000 |  |  |
| 6CC | CE01 | 6CE | CE01 | 6CC | 06CE | 7FE | 0001 | 2A90 | 000 | 0000 |  |  |
| 6CE | EC01 | 6CF | EC01 | 7FF | 2A90 | 7FE | 0001 | 2A90 | 000 | 0000 | 7FF | 2A90 |
| 6CF | 0A00 | 300 | 0A00 | 7FE | 0300 | 7FF | 06CF | 2A90 | 000 | 0000 |  |  |
| 300 | 0800 | 301 | 0800 | 7FF | 2A90 | 000 | 0300 | 2A90 | 000 | 0000 |  |  |
| 301 | 6E0C | 302 | 6E0C | 30E | 0000 | 000 | 000C | 2A90 | 001 | 0001 |  |  |
| 302 | EE0B | 303 | EE0B | 30E | 2A90 | 000 | 000B | 2A90 | 001 | 0001 | 30E | 2A90 |
| 303 | AE07 | 304 | AE07 | 30B | 01D1 | 000 | 0007 | 01D1 | 001 | 0001 |  |  |
| 304 | 0740 | 305 | 0740 | 304 | 0740 | 000 | 0304 | 01D0 | 001 | 0001 |  |  |
| 305 | 0C00 | 306 | 0C00 | 7FF | 01D0 | 7FF | 0305 | 01D0 | 001 | 0001 | 7FF | 01D0 |
| 306 | D6C3 | 6C3 | D6C3 | 7FE | 0307 | 7FE | D6C3 | 01D0 | 001 | 0001 | 7FE | 0307 |
| 6C3 | AC01 | 6C4 | AC01 | 7FF | 01D0 | 7FE | 0001 | 01D0 | 001 | 0001 |  |  |
| 6C4 | F203 | 6C5 | F203 | 6C4 | F203 | 7FE | 06C4 | 01D0 | 001 | 0001 |  |  |
| 6C5 | 7E0A | 6C6 | 7E0A | 6D0 | 0CFA | 7FE | 000A | 01D0 | 008 | 1000 |  |  |
| 6C6 | F006 | 6C7 | F006 | 6C6 | F006 | 7FE | 06C6 | 01D0 | 008 | 1000 |  |  |
| 6C7 | F805 | 6CD | F805 | 6C7 | F805 | 7FE | 0005 | 01D0 | 008 | 1000 |  |  |
| 6CD | AE02 | 6CE | AE02 | 6D0 | 0CFA | 7FE | 0002 | 0CFA | 000 | 0000 |  |  |
| 6CE | EC01 | 6CF | EC01 | 7FF | 0CFA | 7FE | 0001 | 0CFA | 000 | 0000 | 7FF | 0CFA |
| 6CF | 0A00 | 307 | 0A00 | 7FE | 0307 | 7FF | 06CF | 0CFA | 000 | 0000 |  |  |
| 307 | 0800 | 308 | 0800 | 7FF | 0CFA | 000 | 0307 | 0CFA | 000 | 0000 |  |  |
| 308 | 4E05 | 309 | 4E05 | 30E | 2A90 | 000 | 0005 | 378A | 000 | 0000 |  |  |
| 309 | EE04 | 30A | EE04 | 30E | 378A | 000 | 0004 | 378A | 000 | 0000 | 30E | 378A |
| 30A | 0100 | 30B | 0100 | 30A | 0100 | 000 | 030A | 378A | 000 | 0000 |  |  |