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:*

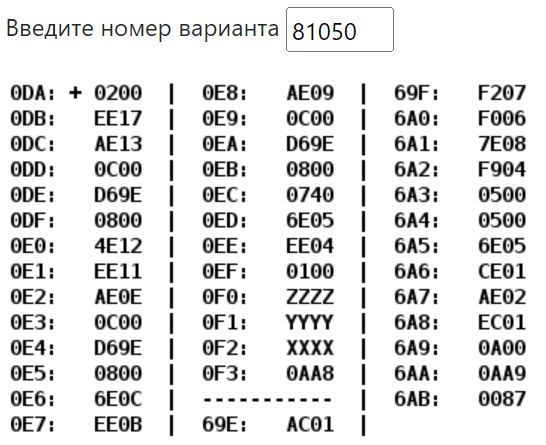
Барсуков Илья Александрович

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 |
| 4A3 | 04BA | A | Адрес 1 элемента массива. |
| 4A4 | 0200 | B | Ссылка на текущий адрес элемента. |
| 4A5 | E000 | C | Количество элементов массива. |
| 4A6 | E000 | D | Ячейка хранения результата. |
| 4A7 | + 0200 | CLA | 0 -> AC |
| 4A8 | EEFD | ST (IP-3) D | Прямая относительная адресация.  (IP-3+1) Сохранение AC → (4A6) |
| 4A9 | AF05 | LD 5 | Прямая загрузка.  Загрузка значения 5 в младший байт AC с расширением знака. |
| 4AA | EEFA | ST (IP-6)  C | Прямая относительная адресация.  (IP-6+1) Сохранение AC → (4A5) |
| 4AB | AEF7 | LD (IP-8)  A | Прямая относительная адресация.  Загрузка значения (IP-6) в AC, запись в ячейку с адресом 4A6. |
| 4AC | EEF7 | ST (IP-9)  B | Прямая относительная адресация.  (IP-9+1) Сохранение AC → (4A4) |
| 4AD | AAF6 | LD (IP-10)+  B | Косвенная (относительная) автоинкрементная адресация.  Загрузка значения (IP-10) в AC, запись в ячейку с адресом 4A4. |
| 4AE | F203 | BMI 03 | Переход к 4B2 (IP+3+1), если минус (N==1). |
| 4AF | F002 | BEQ 02 | Переход к 4B2 (IP+2+1), если равенство (Z==1). |
| 4B0 | 0300 | CLC | 0 -> C |
| 4B1 | 0380 | CMC | (^C) -> C |
| 4B2 | 0200 | CLA | 0 -> AC |
| 4B3 | 0280 | NOT | (^AC) -> AC |
| 4B4 | 2EF1 | AND 4A6 | Прямая относительная адресация.  4A6 & AC -> AC |
| 4B5 | 0400 | ROL | AC и C сдвигается влево. AC15 -> C,  C -> AC0. |
| 4B6 | EEEF | ST (IP-17) | Прямая относительная адресация.  (IP-17+1) Сохранение AC → (4A6).  Записать результат в ячейку 4A6. |
| 4B7 | 84A5 | LOOP 4A5 | Изменение счётчика.  Значение из 4A5-1 (декремент из ячейки 2С5 и пропуск), пока 4A5>0.  Элементы закончились? |
| 4B8 | CEF4 | JUMP(IP-12) | НЕТ  - Переход в ячейку (IP-12+1) 4AD. |
| 4B9 | 0100 | HLT | ДА  -Отключение ТГ, переход в пультовый режим |
| 4BA | 24A8 | - | Элемент массива 1. |
| 4BB | 0000 | - | Элемент массива 2. |
| 4BC | 0000 | - | Элемент массива 3. |
| 4BD | F300 | - | Элемент массива 4. |
| 4BE | B4B0 | - | Элемент массива 5. |

**Описание программы**:

Логическое умножение пяти элементов массива.

**Область представления:**

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

Для арифметических операций [-215; 215-1].

Для логических операций [0; 216-1].

**Область допустимых значений:**

, где R – результат выполнения.

Каждый элемент массива – знаковое число.

**Трассировка**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код | IP | CR | AR | DR | SP | BR | AC | PS | NZVC | Адрес | Новый код |
| 4A7 | 0200 | 4A7 | 0000 | 000 | 0000 | 000 | 0000 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4A7 | 0200 | 4A8 | 0200 | 4A7 | 0200 | 000 | 04A7 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4A8 | EEFD | 4A9 | EEFD | 4A6 | 0000 | 000 | FFFD | 0000 | 004 | 0100 | 4A6 | 0000 |
| 4A9 | AF05 | 4AA | AF05 | 4A9 | 0005 | 000 | 0005 | 0005 | 000 | 0000 |  |  |
| 4AA | EEFA | 4AB | EEFA | 4A5 | 0005 | 000 | FFFA | 0005 | 000 | 0000 | 4A5 | 0005 |
| 4AB | AEF7 | 4AC | AEF7 | 4A3 | 04BA | 000 | FFF7 | 04BA | 000 | 0000 |  |  |
| 4AC | EEF7 | 4AD | EEF7 | 4A4 | 04BA | 000 | FFF7 | 04BA | 000 | 0000 | 4A4 | 04BA |
| 4AD | AAF6 | 4AE | AAF6 | 4BA | 24A8 | 000 | FFF6 | 24A8 | 000 | 0000 | 4A4 | 04BB |
| 4AE | F203 | 4AF | F203 | 4AE | F203 | 000 | 04AE | 24A8 | 000 | 0000 |  |  |
| 4AF | F002 | 4B0 | F002 | 4AF | F002 | 000 | 04AF | 24A8 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B0 | 0300 | 4B1 | 0300 | 4B0 | 0300 | 000 | 04B0 | 24A8 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B1 | 0380 | 4B2 | 0380 | 4B1 | 0380 | 000 | 04B1 | 24A8 | 001 | 0001 |  |  |
| 4B2 | 0200 | 4B3 | 0200 | 4B2 | 0200 | 000 | 04B2 | 0000 | 005 | 0101 |  |  |
| 4B3 | 0280 | 4B4 | 0280 | 4B3 | 0280 | 000 | 04B3 | FFFF | 009 | 1001 |  |  |
| 4B4 | 24A6 | 4B5 | 24A6 | 4A6 | 0000 | 000 | 04B4 | 0000 | 005 | 0101 |  |  |
| 4B5 | 0400 | 4B6 | 0400 | 4B5 | 0400 | 000 | 04B5 | 0001 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B6 | EEEF | 4B7 | EEEF | 4A6 | 0001 | 000 | FFEF | 0001 | 000 | 0000 | 4A6 | 0001 |
| 4B7 | 84A5 | 4B8 | 84A5 | 4A5 | 0004 | 000 | 0003 | 0001 | 000 | 0000 | 4A5 | 0004 |
| 4B8 | CEF4 | 4AD | CEF4 | 4B8 | 04AD | 000 | FFF4 | 0001 | 000 | 0000 |  |  |
| 4AD | AAF6 | 4AE | AAF6 | 4BB | 0000 | 000 | FFF6 | 0000 | 004 | 0100 | 4A4 | 04BC |
| 4AE | F203 | 4AF | F203 | 4AE | F203 | 000 | 04AE | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4AF | F002 | 4B2 | F002 | 4AF | F002 | 000 | 0002 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4B2 | 0200 | 4B3 | 0200 | 4B2 | 0200 | 000 | 04B2 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4B3 | 0280 | 4B4 | 0280 | 4B3 | 0280 | 000 | 04B3 | FFFF | 008 | 1000 |  |  |
| 4B4 | 24A6 | 4B5 | 24A6 | 4A6 | 0001 | 000 | 04B4 | 0001 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B5 | 0400 | 4B6 | 0400 | 4B5 | 0400 | 000 | 04B5 | 0002 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B6 | EEEF | 4B7 | EEEF | 4A6 | 0002 | 000 | FFEF | 0002 | 000 | 0000 | 4A6 | 0002 |
| 4B7 | 84A5 | 4B8 | 84A5 | 4A5 | 0003 | 000 | 0002 | 0002 | 000 | 0000 | 4A5 | 0003 |
| 4B8 | CEF4 | 4AD | CEF4 | 4B8 | 04AD | 000 | FFF4 | 0002 | 000 | 0000 |  |  |
| 4AD | AAF6 | 4AE | AAF6 | 4BC | 0000 | 000 | FFF6 | 0000 | 004 | 0100 | 4A4 | 04BD |
| 4AE | F203 | 4AF | F203 | 4AE | F203 | 000 | 04AE | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4AF | F002 | 4B2 | F002 | 4AF | F002 | 000 | 0002 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4B2 | 0200 | 4B3 | 0200 | 4B2 | 0200 | 000 | 04B2 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4B3 | 0280 | 4B4 | 0280 | 4B3 | 0280 | 000 | 04B3 | FFFF | 008 | 1000 |  |  |
| 4B4 | 24A6 | 4B5 | 24A6 | 4A6 | 0002 | 000 | 04B4 | 0002 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B5 | 0400 | 4B6 | 0400 | 4B5 | 0400 | 000 | 04B5 | 0004 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B6 | EEEF | 4B7 | EEEF | 4A6 | 0004 | 000 | FFEF | 0004 | 000 | 0000 | 4A6 | 0004 |
| 4B7 | 84A5 | 4B8 | 84A5 | 4A5 | 0002 | 000 | 0001 | 0004 | 000 | 0000 | 4A5 | 0002 |
| 4B8 | CEF4 | 4AD | CEF4 | 4B8 | 04AD | 000 | FFF4 | 0004 | 000 | 0000 |  |  |
| 4AD | AAF6 | 4AE | AAF6 | 4BD | F300 | 000 | FFF6 | F300 | 008 | 1000 | 4A4 | 04BE |
| 4AE | F203 | 4B2 | F203 | 4AE | F203 | 000 | 0003 | F300 | 008 | 1000 |  |  |
| 4B2 | 0200 | 4B3 | 0200 | 4B2 | 0200 | 000 | 04B2 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4B3 | 0280 | 4B4 | 0280 | 4B3 | 0280 | 000 | 04B3 | FFFF | 008 | 1000 |  |  |
| 4B4 | 24A6 | 4B5 | 24A6 | 4A6 | 0004 | 000 | 04B4 | 0004 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B5 | 0400 | 4B6 | 0400 | 4B5 | 0400 | 000 | 04B5 | 0008 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B6 | EEEF | 4B7 | EEEF | 4A6 | 0008 | 000 | FFEF | 0008 | 000 | 0000 | 4A6 | 0008 |
| 4B7 | 84A5 | 4B8 | 84A5 | 4A5 | 0001 | 000 | 0000 | 0008 | 000 | 0000 | 4A5 | 0001 |
| 4B8 | CEF4 | 4AD | CEF4 | 4B8 | 04AD | 000 | FFF4 | 0008 | 000 | 0000 |  |  |
| 4AD | AAF6 | 4AE | AAF6 | 4BE | B4B0 | 000 | FFF6 | B4B0 | 008 | 1000 | 4A4 | 04BF |
| 4AE | F203 | 4B2 | F203 | 4AE | F203 | 000 | 0003 | B4B0 | 008 | 1000 |  |  |
| 4B2 | 0200 | 4B3 | 0200 | 4B2 | 0200 | 000 | 04B2 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4B3 | 0280 | 4B4 | 0280 | 4B3 | 0280 | 000 | 04B3 | FFFF | 008 | 1000 |  |  |
| 4B4 | 24A6 | 4B5 | 24A6 | 4A6 | 0008 | 000 | 04B4 | 0008 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B5 | 0400 | 4B6 | 0400 | 4B5 | 0400 | 000 | 04B5 | 0010 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B6 | EEEF | 4B7 | EEEF | 4A6 | 0010 | 000 | FFEF | 0010 | 000 | 0000 | 4A6 | 0010 |
| 4B7 | 84A5 | 4B9 | 84A5 | 4A5 | 0000 | 000 | FFFF | 0010 | 000 | 0000 | 4A5 | 0000 |

**Трассировка для новых чисел**

54C3, 5D95, B765, EA01, 1109

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код | IP | CR | AR | DR | SP | BR | AC | PS | NZVC | Адрес | Новый код |
| 4A7 | 0200 | 4A7 | 0000 | 000 | 0000 | 000 | 0000 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4A7 | 0200 | 4A8 | 0200 | 4A7 | 0200 | 000 | 04A7 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4A8 | EEFD | 4A9 | EEFD | 4A6 | 0000 | 000 | FFFD | 0000 | 004 | 0100 | 4A6 | 0000 |
| 4A9 | AF05 | 4AA | AF05 | 4A9 | 0005 | 000 | 0005 | 0005 | 000 | 0000 |  |  |
| 4AA | EEFA | 4AB | EEFA | 4A5 | 0005 | 000 | FFFA | 0005 | 000 | 0000 | 4A5 | 0005 |
| 4AB | AEF7 | 4AC | AEF7 | 4A3 | 04BA | 000 | FFF7 | 04BA | 000 | 0000 |  |  |
| 4AC | EEF7 | 4AD | EEF7 | 4A4 | 04BA | 000 | FFF7 | 04BA | 000 | 0000 | 4A4 | 04BA |
| 4AD | AAF6 | 4AE | AAF6 | 4BA | 54C3 | 000 | FFF6 | 54C3 | 000 | 0000 | 4A4 | 04BB |
| 4AE | F203 | 4AF | F203 | 4AE | F203 | 000 | 04AE | 54C3 | 000 | 0000 |  |  |
| 4AF | F002 | 4B0 | F002 | 4AF | F002 | 000 | 04AF | 54C3 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B0 | 0300 | 4B1 | 0300 | 4B0 | 0300 | 000 | 04B0 | 54C3 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B1 | 0380 | 4B2 | 0380 | 4B1 | 0380 | 000 | 04B1 | 54C3 | 001 | 0001 |  |  |
| 4B2 | 0200 | 4B3 | 0200 | 4B2 | 0200 | 000 | 04B2 | 0000 | 005 | 0101 |  |  |
| 4B3 | 0280 | 4B4 | 0280 | 4B3 | 0280 | 000 | 04B3 | FFFF | 009 | 1001 |  |  |
| 4B4 | 24A6 | 4B5 | 24A6 | 4A6 | 0000 | 000 | 04B4 | 0000 | 005 | 0101 |  |  |
| 4B5 | 0400 | 4B6 | 0400 | 4B5 | 0400 | 000 | 04B5 | 0001 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B6 | EEEF | 4B7 | EEEF | 4A6 | 0001 | 000 | FFEF | 0001 | 000 | 0000 | 4A6 | 0001 |
| 4B7 | 84A5 | 4B8 | 84A5 | 4A5 | 0004 | 000 | 0003 | 0001 | 000 | 0000 | 4A5 | 0004 |
| 4B8 | CEF4 | 4AD | CEF4 | 4B8 | 04AD | 000 | FFF4 | 0001 | 000 | 0000 |  |  |
| 4AD | AAF6 | 4AE | AAF6 | 4BB | 5D95 | 000 | FFF6 | 5D95 | 000 | 0000 | 4A4 | 04BC |
| 4AE | F203 | 4AF | F203 | 4AE | F203 | 000 | 04AE | 5D95 | 000 | 0000 |  |  |
| 4AF | F002 | 4B0 | F002 | 4AF | F002 | 000 | 04AF | 5D95 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B0 | 0300 | 4B1 | 0300 | 4B0 | 0300 | 000 | 04B0 | 5D95 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B1 | 0380 | 4B2 | 0380 | 4B1 | 0380 | 000 | 04B1 | 5D95 | 001 | 0001 |  |  |
| 4B2 | 0200 | 4B3 | 0200 | 4B2 | 0200 | 000 | 04B2 | 0000 | 005 | 0101 |  |  |
| 4B3 | 0280 | 4B4 | 0280 | 4B3 | 0280 | 000 | 04B3 | FFFF | 009 | 1001 |  |  |
| 4B4 | 24A6 | 4B5 | 24A6 | 4A6 | 0001 | 000 | 04B4 | 0001 | 001 | 0001 |  |  |
| 4B5 | 0400 | 4B6 | 0400 | 4B5 | 0400 | 000 | 04B5 | 0003 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B6 | EEEF | 4B7 | EEEF | 4A6 | 0003 | 000 | FFEF | 0003 | 000 | 0000 | 4A6 | 0003 |
| 4B7 | 84A5 | 4B8 | 84A5 | 4A5 | 0003 | 000 | 0002 | 0003 | 000 | 0000 | 4A5 | 0003 |
| 4B8 | CEF4 | 4AD | CEF4 | 4B8 | 04AD | 000 | FFF4 | 0003 | 000 | 0000 |  |  |
| 4AD | AAF6 | 4AE | AAF6 | 4BC | B765 | 000 | FFF6 | B765 | 008 | 1000 | 4A4 | 04BD |
| 4AE | F203 | 4B2 | F203 | 4AE | F203 | 000 | 0003 | B765 | 008 | 1000 |  |  |
| 4B2 | 0200 | 4B3 | 0200 | 4B2 | 0200 | 000 | 04B2 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4B3 | 0280 | 4B4 | 0280 | 4B3 | 0280 | 000 | 04B3 | FFFF | 008 | 1000 |  |  |
| 4B4 | 24A6 | 4B5 | 24A6 | 4A6 | 0003 | 000 | 04B4 | 0003 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B5 | 0400 | 4B6 | 0400 | 4B5 | 0400 | 000 | 04B5 | 0006 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B6 | EEEF | 4B7 | EEEF | 4A6 | 0006 | 000 | FFEF | 0006 | 000 | 0000 | 4A6 | 0006 |
| 4B7 | 84A5 | 4B8 | 84A5 | 4A5 | 0002 | 000 | 0001 | 0006 | 000 | 0000 | 4A5 | 0002 |
| 4B8 | CEF4 | 4AD | CEF4 | 4B8 | 04AD | 000 | FFF4 | 0006 | 000 | 0000 |  |  |
| 4AD | AAF6 | 4AE | AAF6 | 4BD | EA01 | 000 | FFF6 | EA01 | 008 | 1000 | 4A4 | 04BE |
| 4AE | F203 | 4B2 | F203 | 4AE | F203 | 000 | 0003 | EA01 | 008 | 1000 |  |  |
| 4B2 | 0200 | 4B3 | 0200 | 4B2 | 0200 | 000 | 04B2 | 0000 | 004 | 0100 |  |  |
| 4B3 | 0280 | 4B4 | 0280 | 4B3 | 0280 | 000 | 04B3 | FFFF | 008 | 1000 |  |  |
| 4B4 | 24A6 | 4B5 | 24A6 | 4A6 | 0006 | 000 | 04B4 | 0006 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B5 | 0400 | 4B6 | 0400 | 4B5 | 0400 | 000 | 04B5 | 000C | 000 | 0000 |  |  |
| 4B6 | EEEF | 4B7 | EEEF | 4A6 | 000C | 000 | FFEF | 000C | 000 | 0000 | 4A6 | 000C |
| 4B7 | 84A5 | 4B8 | 84A5 | 4A5 | 0001 | 000 | 0000 | 000C | 000 | 0000 | 4A5 | 0001 |
| 4B8 | CEF4 | 4AD | CEF4 | 4B8 | 04AD | 000 | FFF4 | 000C | 000 | 0000 |  |  |
| 4AD | AAF6 | 4AE | AAF6 | 4BE | 1109 | 000 | FFF6 | 1109 | 000 | 0000 | 4A4 | 04BF |
| 4AE | F203 | 4AF | F203 | 4AE | F203 | 000 | 04AE | 1109 | 000 | 0000 |  |  |
| 4AF | F002 | 4B0 | F002 | 4AF | F002 | 000 | 04AF | 1109 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B0 | 0300 | 4B1 | 0300 | 4B0 | 0300 | 000 | 04B0 | 1109 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B1 | 0380 | 4B2 | 0380 | 4B1 | 0380 | 000 | 04B1 | 1109 | 001 | 0001 |  |  |
| 4B2 | 0200 | 4B3 | 0200 | 4B2 | 0200 | 000 | 04B2 | 0000 | 005 | 0101 |  |  |
| 4B3 | 0280 | 4B4 | 0280 | 4B3 | 0280 | 000 | 04B3 | FFFF | 009 | 1001 |  |  |
| 4B4 | 24A6 | 4B5 | 24A6 | 4A6 | 000C | 000 | 04B4 | 000C | 001 | 0001 |  |  |
| 4B5 | 0400 | 4B6 | 0400 | 4B5 | 0400 | 000 | 04B5 | 0019 | 000 | 0000 |  |  |
| 4B6 | EEEF | 4B7 | EEEF | 4A6 | 0019 | 000 | FFEF | 0019 | 000 | 0000 | 4A6 | 0019 |
| 4B7 | 84A5 | 4B9 | 84A5 | 4A5 | 0000 | 000 | FFFF | 0019 | 000 | 0000 | 4A5 | 0000 |
| 4B9 | 0100 | 4BA | 0100 | 4B9 | 0100 | 000 | 04B9 | 0019 | 000 | 0000 |  |  |

**Программа на языке ассемблер**

ORG 0x4A3  
A: WORD 0x04BA  
B: WORD 0x0200  
C: WORD 0xE000  
D: WORD 0xE000  
  
  
ORG 0x4A7  
START:  
CLA  
ST D  
LD [#0x05](https://vk.com/im?sel=2000000218&st=%230x05)  
ST C  
LD A  
ST B  
LOOP1: LD (B)+  
BMI X  
BEQ X  
CLC  
CMC  
X: CLA  
NOT  
AND 4A6  
ROL  
ST D  
  
LOOP 4A5  
JUMP LOOP1  
HLT  
  
  
WORD 0x24A8  
WORD 0x0000  
WORD 0x0000  
WORD 0xF300  
WORD 0xB4B0