Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

**факультет программной инженерии и компьютерной техники**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3**

**"Исследование работы БЭВМ"**

по дисциплине

«ОСНОВЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Вариант №18220

*Выполнил:*

Студент группы P3118

Шипунов Илья Михайлович

*Преподаватель:*

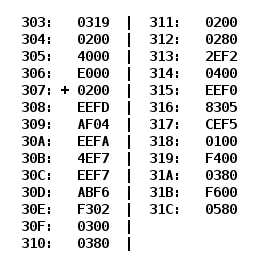
Перминов Илья Валентинович

Санкт-Петербург

2022

Задание и основные этапы выполнения

По выданному преподавателем варианту восстановить текст заданного варианта программы, определить предназначение и составить описание программы, определить область представления и область допустимых значений исходных данных и результата, выполнить трассировку программы.



**1. Программа.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 303 | 0319 |  | Эта ячейка не изменит своего значения после выполнения программы. Указывает на начало массива. |
| 304 | 0200 |  | С помощью этой ячейки происходит перебор значений массива (0319 – 031C). |
| 305 | 4000 |  | В этой ячейке находится счётчик, определяющий сколько итераций цикла ещё предстоит. |
| 306 | E000 |  | В эту ячейку помещается результат выполнения программы. |
| 307 | 0200 | CLA | Очистить содержимое аккумулятора.  AC = 0000…0 |
| 308 | EEFD | ST EFD | Команда с прямой относительной адресацией.  Записать содержимое аккумулятора в ячейку 306.  306 = AC = 0000…0 |
| 309 | AF04 | LD F04 | Команда с прямой загрузкой операнда.  Записать 04 в аккумулятор с расширением знака.  AC = 0004 |
| 30A | EEFA | ST EFA | Команда с прямой относительной адресацией.  Записать содержимое аккумулятора в ячейку 305.  305 = AC = 0004 |
| 30B | 4EF7 | ADD EF7 | Команда с прямой относительной адресацией.  Добавить содержимое ячейки памяти 303 к аккумулятору.  AC = AC + 303 |
| 30C | EEF7 | ST EF7 | Команда с прямой относительной адресацией.  Записать содержимое аккумулятора в ячейку 304.  304 = AC |
| 30D | ABF6 | LD BF6 | Команда с косвенной автодекрементной адресацией.  Происходит обращение к содержимому ячейки 304, его уменьшение на 1, после чего следует обращение к ячейке с адресом, значение которого равно значению в ячейке 304, значение в этой ячейке помещается в аккумулятор. |
| 30E | F302 | BPL 02 | IP + 1 + 2, если N == 0.  Если данный элемент массива отрицателен => выполнение 30F и 310, иначе переход на 311. |
| 30F | 0300 | CLC | Очистить содержимое бита переноса.  С = 0 |
| 310 | 0380 | CMC | Инвертировать содержимое бита переноса.  С = 1 |
| 311 | 0200 | CLA | Очистить содержимое аккумулятора.  AC = 0000…0 |
| 312 | 0280 | NOT | Инвертировать содержимое аккумулятора.  AC = 1111…1 |
| 313 | 2EF2 | AND EF2 | Команда с прямой относительной адресацией.  Логическое умножение содержимого аккумулятора и ячейки памяти 306.  В аккумулятор помещается значение ячейки 306.  AC = 306 |
| 314 | 0400 | ROL | Циклический сдвиг влево.  AC = AC\*2 + AC // 216 |
| 315 | EEF0 | ST EF0 | Команда с прямой относительной адресацией.  Записать содержимое аккумулятора в ячейку 306.  306 = AC |
| 316 | 8305 | LOOP 305 | Декремент с пропуском, если 305 <= 0. |
| 317 | CEF5 | JUMP EF5 | Команда с прямой относительной адресацией.  Переход на адрес 30D.  IP = 30D. |
| 318 | 0100 | HLT | Останов. |
| 319 | F400 |  | Значение A. |
| 31A | 0380 |  | Значение B. |
| 31B | F600 |  | Значение С. |
| 31C | 0580 |  | Значение D. |

**2. Описание программы.**

Программа выполняет функцию проверки чисел из массива: являются они положительными или отрицательными.

Выходное значение, находящееся в ячейке 306, (в зависимости от количества чисел в массиве) представляет из себя набор 0 и 1, которые располагаются на позициях соответствующих элементов массива.

Выполнение программы можно разделить на два этапа: инициализация элементов, необходимых для корректной работы программы (307-30С) и её непосредственное исполнение (30В-318).

**Расположение в памяти БЭВМ программы, исходных данных и результатов:**

319, 31A, 31B, 31C – исходные данные.

303 – указатель на начало массива.

304 – значение элемента массива на текущей итерации цикла.

305 – счётчик.

306 – результат.

307 – 318 – инструкции.

319 – 31С – массив.

**Адреса первой и последней выполняемой инструкции программы.**

307 – адрес первой инструкции.

318 – адрес последней инструкции.

**Область представления для элементов массива:**

A, B, C, D – знаковые 16-ти разрядные числа.

**Область допустимых значений для элементов массива:**

Так как с элементами массива не происходит никаких арифметических операций и никаких ограничений на их значения нет =>

-215 ≤ A, B, C, D ≤ 215 + 1.

С учётом возможности изменения данных о расположении массива или количества элементов в нём пользователем:

Количество элементов в массиве = количество итераций.

Количество элементов в массиве: [1, 127] (максимальное значение такого, потому что при числах > 7F16 из-за расширения знака в ячейку 305 попадут отрицательные значения).

С учётом вышеописанных рассуждений и расположения информации о программе и инструкций по адресам 303 – 318, можно сделать вывод о том, что первая ячейка массива может располагаться в адресах: [0, 284) или (318, 780].

**3. Трассировка**

**1) Изначальная программа.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Выполняемая**  **команда** | | **Содержимое регистров процессора после выполнения команды.** | | | | | | | | **Ячейка, содержимое которой изменилось после выполнения команды.** | |
| Адрес | Код | IP | CR | AR | DR | SP | BR | AC | NZVC | Адрес | Новый код |
| 307 | 0200 | 308 | 0200 | 307 | 0200 | 000 | 0307 | 0000 | 0100 |  |  |
| 308 | EEFD | 309 | EEFD | 306 | 0000 | 000 | FFFD | 0000 | 0100 | 306 | 0000 |
| 309 | AF04 | 30A | AF04 | 309 | 0004 | 000 | 0004 | 0004 | 0000 |  |  |
| 30A | EEFA | 30B | EEFA | 305 | 0004 | 000 | FFFA | 0004 | 0000 | 305 | 0004 |
| 30B | 4EF7 | 30C | 4EF7 | 303 | 0319 | 000 | FFF7 | 031D | 0000 |  |  |
| 30C | EEF7 | 30D | EEF7 | 304 | 031D | 000 | FFF7 | 031D | 0000 | 304 | 031D |
| 30D | ABF6 | 30E | ABF6 | 31C | 0580 | 000 | FFF6 | 0580 | 0000 | 304 | 031C |
| 30E | F302 | 311 | F302 | 30E | F302 | 000 | 0002 | 0580 | 0000 |  |  |
| 311 | 0200 | 312 | 0200 | 311 | 0200 | 000 | 0311 | 0000 | 0100 |  |  |
| 312 | 0280 | 313 | 0280 | 312 | 0280 | 000 | 0312 | FFFF | 1000 |  |  |
| 313 | 2EF2 | 314 | 2EF2 | 306 | 0000 | 000 | FFF2 | 0000 | 0100 |  |  |
| 314 | 0400 | 315 | 0400 | 314 | 0400 | 000 | 0314 | 0000 | 0100 |  |  |
| 315 | EEF0 | 316 | EEF0 | 306 | 0000 | 000 | FFF0 | 0000 | 0100 | 306 | 0000 |
| 316 | 8305 | 317 | 8305 | 305 | 0003 | 000 | 0002 | 0000 | 0100 | 305 | 0003 |
| 317 | CEF5 | 30D | CEF5 | 317 | 030D | 000 | FFF5 | 0000 | 0100 |  |  |
| 30D | ABF6 | 30E | ABF6 | 31B | F600 | 000 | FFF6 | F600 | 1000 | 304 | 031B |
| 30E | F302 | 30F | F302 | 30E | F302 | 000 | 030E | F600 | 1000 |  |  |
| 30F | 0300 | 310 | 0300 | 30F | 0300 | 000 | 030F | F600 | 1000 |  |  |
| 310 | 0380 | 311 | 0380 | 310 | 0380 | 000 | 0310 | F600 | 1001 |  |  |
| 311 | 0200 | 312 | 0200 | 311 | 0400 | 000 | 0311 | 0000 | 0101 |  |  |
| 312 | 0280 | 313 | 0280 | 312 | 0280 | 000 | 0312 | FFFF | 1001 |  |  |
| 313 | 2EF2 | 314 | 2EF2 | 306 | 0000 | 000 | FFF2 | 0000 | 0101 |  |  |
| 314 | 0400 | 315 | 0400 | 314 | 0400 | 000 | 0314 | 0001 | 0000 |  |  |
| 315 | EEF0 | 316 | EEF0 | 306 | 0001 | 000 | FFF0 | 0001 | 0000 | 306 | 0001 |
| 316 | 8305 | 317 | 8305 | 305 | 0002 | 000 | 0001 | 0001 | 0000 | 305 | 0002 |
| 317 | CEF5 | 30D | CEF5 | 317 | 030D | 000 | FFF5 | 0001 | 0000 |  |  |
| 30D | ABF6 | 30E | ABF6 | 31A | 0380 | 000 | FFF6 | 0380 | 0000 | 304 | 031A |
| 30E | F302 | 311 | F302 | 30E | F302 | 000 | 0002 | 0380 | 0000 |  |  |
| 311 | 0200 | 312 | 0200 | 311 | 0200 | 000 | 0311 | 0000 | 0100 |  |  |
| 312 | 0280 | 313 | 0280 | 312 | 0280 | 000 | 0312 | FFFF | 1000 |  |  |
| 313 | 2EF2 | 314 | 2EF2 | 306 | 0001 | 000 | FFF2 | 0001 | 0000 |  |  |
| 314 | 0400 | 315 | 0400 | 314 | 0400 | 000 | 0314 | 0002 | 0000 |  |  |
| 315 | EEF0 | 316 | EEF0 | 306 | 0002 | 000 | FFF0 | 0002 | 0000 | 306 | 0002 |
| 316 | 8305 | 317 | 8305 | 305 | 0001 | 000 | 0000 | 0002 | 0000 | 305 | 0001 |
| 317 | CEF5 | 30D | CEF5 | 317 | 030D | 000 | FFF5 | 0002 | 0000 |  |  |
| 30D | ABF6 | 30E | ABF6 | 319 | F400 | 000 | FFF6 | F400 | 1000 | 304 | 0319 |
| 30E | F302 | 30F | F302 | 30E | F302 | 000 | 030E | F400 | 1000 |  |  |
| 30F | 0300 | 310 | 0300 | 30F | 0300 | 000 | 030F | F400 | 1000 |  |  |
| 310 | 0380 | 311 | 0380 | 310 | 0380 | 000 | 0310 | F400 | 1001 |  |  |
| 311 | 0200 | 312 | 0200 | 311 | 0200 | 000 | 0311 | 0000 | 0101 |  |  |
| 312 | 0280 | 313 | 0280 | 312 | 0280 | 000 | 0312 | FFFF | 1001 |  |  |
| 313 | 2EF2 | 314 | 2EF2 | 306 | 0002 | 000 | FFF2 | 0002 | 0001 |  |  |
| 314 | 0400 | 315 | 0400 | 314 | 0400 | 000 | 0314 | 0005 | 0000 |  |  |
| 315 | EEF0 | 316 | EEF0 | 306 | 0005 | 000 | FFF0 | 0005 | 0000 | 306 | 0005 |
| 316 | 8305 | 318 | 8305 | 305 | 0000 | 000 | FFFF | 0005 | 0000 | 305 | 0000 |
| 318 | 0100 | 319 | 0100 | 318 | 0100 | 000 | 0318 | 0005 | 0000 |  |  |

2) **Новые данные.**

**n = 6; a = [0, 1, -2, 3, -4, 5]**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Выполняемая**  **команда** | | **Содержимое регистров процессора после выполнения команды.** | | | | | | | | **Ячейка, содержимое которой изменилось после выполнения команды.** | |
| Адрес | Код | IP | CR | AR | DR | SP | BR | AC | NZVC | Адрес | Новый код |
| 307 | 0200 | 308 | 0200 | 307 | 0200 | 000 | 0307 | 0000 | 0100 |  |  |
| 308 | EEFD | 309 | EEFD | 306 | 0000 | 000 | FFFD | 0000 | 0100 | 306 | 0000 |
| 309 | AF06 | 30A | AF06 | 309 | 0006 | 000 | 0006 | 0006 | 0000 |  |  |
| 30A | EEFA | 30B | EEFA | 305 | 0006 | 000 | FFFA | 0006 | 0000 | 305 | 0006 |
| 30B | 4EF7 | 30C | 4EF7 | 303 | 0319 | 000 | FFF7 | 031F | 0000 |  |  |
| 30C | EEF7 | 30D | EEF7 | 304 | 031F | 000 | FFF7 | 031F | 0000 | 304 | 031F |
| 30D | ABF6 | 30E | ABF6 | 31E | 0005 | 000 | FFF6 | 0005 | 0000 | 304 | 031E |
| 30E | F302 | 311 | F302 | 30E | F302 | 000 | 0002 | 0005 | 0000 |  |  |
| 311 | 0200 | 312 | 0200 | 311 | 0200 | 000 | 0311 | 0000 | 0100 |  |  |
| 312 | 0280 | 313 | 0280 | 312 | 0280 | 000 | 0312 | FFFF | 1000 |  |  |
| 313 | 2EF2 | 314 | 2EF2 | 306 | 0000 | 000 | FFF2 | 0000 | 0100 |  |  |
| 314 | 0400 | 315 | 0400 | 314 | 0400 | 000 | 0314 | 0000 | 0100 |  |  |
| 315 | EEF0 | 316 | EEF0 | 306 | 0000 | 000 | FFF0 | 0000 | 0100 | 306 | 0000 |
| 316 | 8305 | 317 | 8305 | 305 | 0005 | 000 | 0004 | 0000 | 0100 | 305 | 0005 |
| 317 | CEF5 | 30D | CEF5 | 317 | 030D | 000 | FFF5 | 0000 | 0100 |  |  |
| 30D | ABF6 | 30E | ABF6 | 31D | FFFC | 000 | FFF6 | FFFC | 1000 | 304 | 031D |
| 30E | F302 | 30F | F302 | 30E | F302 | 000 | 030E | FFFC | 1000 |  |  |
| 30F | 0300 | 310 | 0300 | 30F | 0300 | 000 | 030F | FFFC | 1000 |  |  |
| 310 | 0380 | 311 | 0380 | 310 | 0380 | 000 | 0310 | FFFC | 1001 |  |  |
| 311 | 0200 | 312 | 0200 | 311 | 0200 | 000 | 0311 | 0000 | 0101 |  |  |
| 312 | 0280 | 313 | 0280 | 312 | 0280 | 000 | 0312 | FFFF | 1001 |  |  |
| 313 | 2EF2 | 314 | 2EF2 | 306 | 0000 | 000 | FFF2 | 0000 | 0101 |  |  |
| 314 | 0400 | 315 | 0400 | 314 | 0400 | 000 | 0314 | 0001 | 0000 |  |  |
| 315 | EEF0 | 316 | EEF0 | 306 | 0001 | 000 | FFF0 | 0001 | 0000 | 306 | 0001 |
| 316 | 8305 | 317 | 8305 | 305 | 0004 | 000 | 0003 | 0001 | 0000 | 305 | 0004 |
| 317 | CEF5 | 30D | CEF5 | 317 | 030D | 000 | FFF5 | 0001 | 0000 |  |  |
| 30D | ABF6 | 30E | ABF6 | 31C | 0003 | 000 | FFF6 | 0003 | 0000 | 304 | 031C |
| 30E | F302 | 311 | F302 | 30E | F302 | 000 | 0002 | 0003 | 0000 |  |  |
| 311 | 0200 | 312 | 0200 | 311 | 0200 | 000 | 0311 | 0000 | 0100 |  |  |
| 312 | 0280 | 313 | 0280 | 312 | 0280 | 000 | 0312 | FFFF | 1000 |  |  |
| 313 | 2EF2 | 314 | 2EF2 | 306 | 0001 | 000 | FFF2 | 0001 | 0000 |  |  |
| 314 | 0400 | 315 | 0400 | 314 | 0400 | 000 | 0314 | 0002 | 0000 |  |  |
| 315 | EEF0 | 316 | EEF0 | 306 | 0002 | 000 | FFF0 | 0002 | 0000 | 306 | 0002 |
| 316 | 8305 | 317 | 8305 | 305 | 0003 | 000 | 0002 | 0002 | 0000 | 305 | 0003 |
| 317 | CEF5 | 30D | CEF5 | 317 | 030D | 000 | FFF5 | 0002 | 0000 |  |  |
| 30D | ABF6 | 30E | ABF6 | 31B | FFFE | 000 | FFF6 | FFFE | 1000 | 304 | 031B |
| 30E | F302 | 30F | F302 | 30E | F302 | 000 | 030E | FFFE | 1000 |  |  |
| 30F | 0300 | 310 | 0300 | 30F | 0300 | 000 | 030F | FFFE | 1000 |  |  |
| 310 | 0380 | 311 | 0380 | 310 | 0380 | 000 | 0310 | FFFE | 1001 |  |  |
| 311 | 0200 | 312 | 0200 | 311 | 0200 | 000 | 0311 | 0000 | 0101 |  |  |
| 312 | 0280 | 313 | 0280 | 312 | 0280 | 000 | 0312 | FFFF | 1001 |  |  |
| 313 | 2EF2 | 314 | 2EF2 | 306 | 0002 | 000 | FFF2 | 0002 | 0001 |  |  |
| 314 | 0400 | 315 | 0400 | 314 | 0400 | 000 | 0314 | 0005 | 0000 |  |  |
| 315 | EEF0 | 316 | EEF0 | 306 | 0005 | 000 | FFF0 | 0005 | 0000 | 306 | 0005 |
| 316 | 8305 | 317 | 8305 | 305 | 0002 | 000 | 0001 | 0005 | 0000 | 305 | 0002 |
| 317 | CEF5 | 30D | CEF5 | 317 | 030D | 000 | FFF5 | 0005 | 0000 |  |  |
| 30D | ABF6 | 30E | ABF6 | 31A | 0001 | 000 | FFF6 | 0001 | 0000 | 304 | 031A |
| 30E | F302 | 311 | F302 | 30E | F302 | 000 | 0002 | 0001 | 0000 |  |  |
| 311 | 0200 | 312 | 0200 | 311 | 0200 | 000 | 0311 | 0000 | 0100 |  |  |
| 312 | 0280 | 313 | 0280 | 312 | 0280 | 000 | 0312 | FFFF | 1000 |  |  |
| 313 | 2EF2 | 314 | 2EF2 | 306 | 0005 | 000 | FFF2 | 0005 | 0000 |  |  |
| 314 | 0400 | 315 | 0400 | 314 | 0400 | 000 | 0314 | 000A | 0000 |  |  |
| 315 | EEF0 | 316 | EEF0 | 306 | 000A | 000 | FFF0 | 000A | 0000 | 306 | 000A |
| 316 | 8305 | 317 | 8305 | 305 | 0001 | 000 | 0000 | 000A | 0000 | 305 | 0001 |
| 317 | CEF5 | 30D | CEF5 | 317 | 030D | 000 | FFF5 | 000A | 0000 |  |  |
| 30D | ABF6 | 30E | ABF6 | 319 | 0000 | 000 | FFF6 | 0000 | 0100 | 304 | 0319 |
| 30E | F302 | 311 | F302 | 30E | F302 | 000 | 0002 | 0000 | 0100 |  |  |
| 311 | 0200 | 312 | 0200 | 311 | 0200 | 000 | 0311 | 0000 | 0100 |  |  |
| 312 | 0280 | 313 | 0280 | 312 | 0280 | 000 | 0312 | FFFF | 1000 |  |  |
| 313 | 2EF2 | 314 | 2EF2 | 306 | 000A | 000 | FFF2 | 000A | 0000 |  |  |
| 314 | 0400 | 315 | 0400 | 314 | 0400 | 000 | 0314 | 0014 | 0000 |  |  |
| 315 | EEF0 | 316 | EEF0 | 306 | 0014 | 000 | FFF0 | 0014 | 0000 | 306 | 0014 |
| 316 | 8305 | 318 | 8305 | 305 | 0000 | 000 | FFFF | 0014 | 0000 | 305 | 0000 |
| 318 | 0100 | 319 | 0100 | 318 | 0100 | 000 | 0318 | 0014 | 0000 |  |  |

**4. Вывод**

В ходе выполнения лабораторной работы я изучил принцип работы команд ветвления в БЭВМ, ознакомился с циклами, массивами и методами их обработки.