**Национальный исследовательский университет компьютерных технологий, механики и оптики**

**Факультет ПИиКТ**

**Лабораторная работа №3**

**«Исследование работы БЭВМ»**

Вариант №3010

Работу выполнил: Кулаков Никита

Группа: P3130

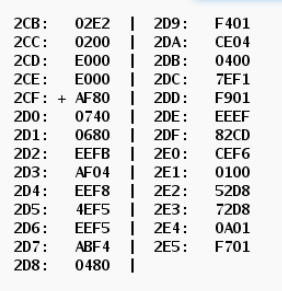
Преподаватель: Перминов И.В

Город: Санкт-Петербург

2020 год

Задание:

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.



Выполнение работы:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Адрес** | **Код команды** | **Мнемоника** | **Комментарий** |
| 2CF | AF80 | LD #0x80 | прямая загрузка числа FF80 в AC |
| 2DO | 0740 | DEC | декремент числа в AC |
| 2D1 | 0680 | SWAB | обмен байтов AC7..AC0 <-> AC15..AC8 |
| 2D2 | EEFB | ST (IP – 5) | прямая относительная адресация: сохранение в ячейку 2D3-5=2CE |
| 2D3 | AF04 | LD #0x04 | прямая загрузка числа 0004 в AC |
| 2D4 | EEF8 | ST (IP – 8) | прямая относительная адресация: сохранение в ячейку 2D5-8 = 2CD |
| 2D5 | 4EF5 | ADD (IP – 11) | прям. относит. адрес: сложение AC с числом из ячейки 2D6 – 11 = 2CB |
| 2D6 | EEF5 | ST (IP – 11) | прям. относит. адрес: сохранение в ячейку 2D7 – 11 = 2CC |
| 2D7 | ABF4 | LD – (IP – 12) | косвенная автодекр. адрес: загрузка данных из ячейки 2D8-12 = 2CC -> получаем адрес на ячейку 02E6 – 1 = 02E5 -> 2CC, загрузили в AC данные из ячейки 02E5. |
| 2D8 | 0480 | ROR | цилкический сдвиг вправо AC0 -> C; C -> AC15 |
| 2D9 | F401 | BLO 1 | переход если ниже (if C == 1) IP+1 +1 -> IP. Переход произошел |
| 2DB | 0400 | ROL | циклический сдвиг влево AC15->C; C -> AC0 |
| 2DC | 7EF1 | CMP (IP-15) | прям. относит. адрес: сравнение AC и M. Флаги по результату AC- 2CE |
| 2DD | F901 | BGE 1 | переход если больше и равно (N xor V == 0) |
| 2DE | EEEF | ST (IP -17) | прям. относит.адрес: сохранение в ячейку 2DF – 17 = 2CE |
| 2DF | 82CD | LOOP 02CD | прямая адресация: декремент и пропуск 2СD – 1 -> 2CD |
| 2E0 | CEF6 | JUMP (IP-10) | прям. относит. адресация: переход 2E1 – 10 -> IP |
| 2D7 | ABF4 | LD – (IP-12) | косвенная автодекр. адрес: загрузка данных из ячейки 2D8-12 = 2CC -> получаем адрес на ячейку 02E5 – 1 = 02E4 -> 2CC, загрузили в AC данные из ячейки 02E4 |
| 2D8 | 0480 | ROR | цилкический сдвиг вправо AC0 -> C; C -> AC15 |
| 2D9 | F401 | BLO 1 | переход если ниже (if C == 1) IP+1 +1 -> IP. Переход произошел |
| 2DB | 0400 | ROL | циклический сдвиг влево AC15->C; C -> AC0 |
| 2DC | 7EF1 | CMP (IP-15) | прям. относит. адрес: сравнение AC и M. Флаги по результату AC- 2CE |
| 2DD | F901 | BGE 1 | переход если больше и равно (N xor V == 0). Переход произошел: IP+1 +1 -> IP |
| 2DF | 82CD | LOOP 02CD | прямая адресация: декремент и пропуск 2СD – 1 -> 2CD |
| 2E0 | CEF6 | JUMP (IP-10) | прям. относит. адресация: переход 2E1 – 10 -> IP |
| 2D7 | ABF4 | LD – (IP – 12) | косвенная автодекр. адрес: загрузка данных из ячейки 2D8-12 = 2CC -> получаем адрес на ячейку 02E4 – 1 = 02E3 -> 2CC, загрузили в AC данные из ячейки 02E3. |
| 2D8 | 0480 | ROR | цилкический сдвиг вправо AC0 -> C; C -> AC15 |
| 2D9 | F401 | BLO 1 | переход если ниже (if C == 1) IP+1 +1 -> IP. |
| 2DA | CE04 | JUMP (IP+4) | прям. относит. адресация: переход 2DB + 4 -> IP |
| 2DF | 82CD | LOOP 02CD | прямая адресация: декремент и пропуск 2СD – 1 -> 2CD |
| 2E0 | CEF6 | JUMP (IP-10) | прям. относит. адресация: переход 2E1 – 10 -> IP |
| 2D7 | ABF4 | LD – (IP-12) | косвенная автодекр. адрес: загрузка данных из ячейки 2D8-12 = 2CC -> получаем адрес на ячейку 02E3 – 1 = 02E2 -> 2CC, 2D8 загрузили в AC данные из ячейки 02E2 |
| 2D8 | 0480 | ROR | цилкический сдвиг вправо AC0 -> C; C -> AC15 |
| 2D9 | F401 | BLO 1 | переход если ниже (if C == 1) IP+1 +1 -> IP. |
| 2DA | CE04 | JUMP (IP+4) | прям. относит. адресация: переход 2DB + 4 -> IP |
| 2DF | 82CD | LOOP 02CD | прямая адресация: декремент и пропуск 2СD – 1 -> 2CD. Так как 2CD = 0000, то IP+1 +1 -> IP |
| 2E1 | 0100 | HLT | Отключение ТГ, переход в пультовый режим |

Описание программы:

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение программы и реализуемая ею функция (формула): | Программа предназначена для нахождения минимального элемента массива, не кратного 2. |
| Область представления: | [-2^15..2^15-1] – ДК для 16 разрядов |
| Область допустимых значений: | [-2^15..2^15-1] – ДК для чисел массива, ячейка 2CE  [1-127] – 2CD, n – значение ячейки 2CD  [0..715 – n, 738..2048]– ячейка 2CB [0..716, 739..2048] – ячейка 2CC |
| Расположение в память ЭВМ программы, исходных данных и результата: | 2CB – хранит первый элемент массива  2CC – хранит ячейку памяти, из которой нужно взять значение. При помощи косвенной автодекрементной адресации значение этой ячейки уменьшается на 1.  2CD – хранит кол-во ячеек, которое осталось обойти (команда LOOP)  2CE – хранит результат работы программы, а именно минимальное число, не кратное 2. В начале программы хранит максимальное положительное число.  2E2 – 2E6 – ячейки массива, откуда берутся данные. |
| Адреса первой и последней выполняемой команд программы: | 2CF – начало.  2E1 – конец. |

Трассировка:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполняемая команда | | Содержимое регистров процессора после выполнения команды | | | | | | | | Ячейка, содержимое которой изменилось после выполнения | |
| Адрес | Данн. | IP | CR | AR | DR | SP | BR | AC | NZVC | Адрес(изм) | Новый код |
| 2CF | AF80 | 2D0 | AF80 | 2CF | FF80 | 000 | FF80 | FF80 | 1000 | - | - |
| 2DO | 0740 | 2D1 | 0740 | 2D0 | 0740 | 000 | 02D0 | FF7F | 1001 | - | - |
| 2D1 | 0680 | 2D2 | 0680 | 2D1 | 0680 | 000 | 02D1 | 7FFF | 0001 | - | - |
| 2D2 | EEFB | 2D3 | EEFB | 2CE | 7FFF | 000 | FFFB | 7FFF | 0001 | 2CE | 7FFF |
| 2D3 | AF04 | 2D4 | AF04 | 2D3 | 0004 | 000 | 0004 | 0004 | 0001 | - | - |
| 2D4 | EEF8 | 2D5 | EEF8 | 2CD | 0004 | 000 | FFF8 | 0004 | 0001 | 2CD | 0004 |
| 2D5 | 4EF5 | 2D6 | 4EF5 | 2CB | 02E2 | 000 | FFF5 | 02E6 | 0000 | - | - |
| 2D6 | EEF5 | 2D7 | EEF5 | 2CC | 02E6 | 000 | FFF5 | 02E6 | 0000 | 2CC | 02E6 |
| 2D7 | ABF4 | 2D8 | ABF4 | 2E5 | F701 | 000 | FFF4 | F701 | 1000 | 2CC | 02E5 |
| 2D8 | 0480 | 2D9 | 0480 | 2D8 | 0480 | 000 | 02D8 | 7B80 | 0011 | - | - |
| 2D9 | F401 | 2DB | F401 | 2D9 | F401 | 000 | 0001 | 7B80 | 0011 | - | - |
| 2DB | 0400 | 2DC | 0400 | 2DB | 0400 | 000 | 02DB | F701 | 1010 | - | - |
| 2DC | 7EF1 | 2DD | 7EF1 | 2CE | 7FFF | 000 | FFF1 | F701 | 0011 | - | - |
| 2DD | F901 | 2DE | F901 | 2DD | F901 | 000 | 02DD | F701 | 0011 | - | - |
| 2DE | EEEF | 2DF | EEEF | 2CE | F701 | 000 | FFEF | F701 | 0011 | 2CE | F701 |
| 2DF | 82CD | 2E0 | 82CD | 2CD | 0003 | 000 | 0002 | F701 | 0011 | 2CD | 0003 |
| 2E0 | CEF6 | 2D7 | CEF6 | 2E0 | 02D7 | 000 | FFF6 | F701 | 0011 | - | - |
| 2D7 | ABF4 | 2D8 | ABF4 | 2E4 | 0A01 | 000 | FFF4 | 0A01 | 0001 | 2CC | 02E4 |
| 2D8 | 0480 | 2D9 | 0480 | 2D8 | 0480 | 000 | 02D8 | 8500 | 1001 | - | - |
| 2D9 | F401 | 2DB | F401 | 2D9 | F401 | 000 | 0001 | 8500 | 1001 | - | - |
| 2DB | 0400 | 2DC | 0400 | 2DB | 0400 | 000 | 02DB | 0A01 | 0011 | - | - |
| 2DC | 7EF1 | 2DD | 7EF1 | 2CE | F701 | 000 | FFF1 | 0A01 | 0000 | - | - |
| 2DD | F901 | 2DF | F901 | 2DD | F901 | 000 | 0001 | 0A01 | 0000 | - | - |
| 2DF | 82CD | 2E0 | 82CD | 2CD | 0002 | 000 | 0001 | 0A01 | 0000 | 2CD | 0002 |
| 2E0 | CEF6 | 2D7 | CEF6 | 2E0 | 02D7 | 000 | FFF6 | 0A01 | 0000 | - | - |
| 2D7 | ABF4 | 2D8 | ABF4 | 2E3 | 72D8 | 000 | FFF4 | 72D8 | 0000 | 2CC | 02E3 |
| 2D8 | 0480 | 2D9 | 0480 | 2D8 | 0480 | 000 | 02D8 | 396C | 0000 | - | - |
| 2D9 | F401 | 2DA | F401 | 2D9 | F401 | 000 | 02D9 | 396C | 0000 | - | - |
| 2DA | CE04 | 2DF | CE04 | 2DA | 02DF | 000 | 0004 | 396C | 0000 | - | - |
| 2DF | 82CD | 2E0 | 82CD | 2CD | 0001 | 000 | 0000 | 396C | 0000 | 2CD | 0001 |
| 2E0 | CEF6 | 2D7 | CEF6 | 2E0 | 02D7 | 000 | FFF6 | 396C | 0000 | - | - |
| 2D7 | ABF4 | 2D8 | ABF4 | 2E2 | 52D8 | 000 | FFF4 | 52D8 | 0000 | 2CC | 02E2 |
| 2D8 | 0480 | 2D9 | 0480 | 2D8 | 0480 | 000 | 02D8 | 296C | 0000 | - | - |
| 2D9 | F401 | 2DA | F401 | 2D9 | F401 | 000 | 02D9 | 296C | 0000 | - | - |
| 2DA | CE04 | 2DF | CE04 | 2DA | 02DF | 000 | 0004 | 296C | 0000 | - | - |
| 2DF | 82CD | 2E1 | 82CD | 2CD | 0000 | 000 | FFFF | 296C | 0000 | 2CD | 0000 |
| 2E1 | 0100 | 2E2 | 0100 | 2E1 | 0010 | 000 | 02E1 | 296C | 0000 | - | - |

Программа с новыми значениями

Задание:

|  |  |
| --- | --- |
| 2CB: 7FFF | 2D9: F401 |
| 2CC: 0200 | 2DA: CE04 |
| 2CD: E000 | 2DB: 0400 |
| 2CE: E000 | 2DC: 7EF1 |
| 2CF:+7 AF80 | 2DD: F901 |
| 2D0: 0740 | 2DE: EEEF |
| 2D1: 0680 | 2DF: 82CD |
| 2D2: EEFB | 2E0: CEF6 |
| 2D3: AF04 | 2E1: 0100 |
| 2D4: EEF8 | 7FF: F666 |
| 2D5: 4EF5 | 000: F667 |
| 2D6: EEF5 | 001: 0000 |
| 2D7: ABF4 | 002: 0001 |
| 2D8: 0480 |  |

Выполнение программы:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Адрес** | **Код команды** | **Мнемоника** | **Комментарий** |
| 2CF | AF80 | LD #0x80 | Сохранение максимального положительного числа (7FFF) в ячейку 2CE |
| 2DO | 0740 | DEC |
| 2D1 | 0680 | SWAB |
| 2D2 | EEFB | ST (IP – 5) |
| 2D3 | AF04 | LD #0x04 | Сохранение размера массива в ячейку 2СD |
| 2D4 | EEF8 | ST (IP – 8) |
| 2D5 | 4EF5 | ADD (IP – 11) | Сохранение в ячейку 2CC значения последнего элемента массива +1 |
| 2D6 | EEF5 | ST (IP – 11) |
| 2D7 | ABF4 | LD – (IP – 12) | Загрузка данных элемента массива по адресу значения ячейки 2СС – 1. Значение ячейки 2CC уменьшается на 1. |
| 2D8 | 0480 | ROR | Цилкический сдвиг вправо. В CarryFlag находится AC0 до выполнения данной команды. |
| 2D9 | F401 | BLO 1 | переход если ниже (if C == 1) IP+1 +1 -> IP. Переход произошел |
| 2DB | 0400 | ROL | Циклический сдвиг влево. В AC0 записывается значение CarryFlag |
| 2DC | 7EF1 | CMP (IP-15) | прям. относит. адрес: сравнение AC и M. Флаги по результату AC- 2CE |
| 2DD | F901 | BGE 1 | переход если больше и равно (N xor V == 0). Переход не произведен. |
| 2DE | EEEF | ST (IP -17) | Сохранение в ячейку 2CE используемого в данной итерации элемента массива. |
| 2DF | 82CD | LOOP 02CD | прямая адресация: 2СD – 1 -> 2CD. |
| 2E0 | CEF6 | JUMP (IP-10) | прям. относит. адресация: переход к 2E1 – 10 (к началу итерации) |
| 2D7 | ABF4 | LD – (IP-12) | Загрузка данных элемента массива по адресу значения ячейки 2СС – 1. Значение ячейки 2CC уменьшается на 1. |
| 2D8 | 0480 | ROR | Цилкический сдвиг вправо. В CarryFlag находится AC0 до выполнения данной команды. |
| 2D9 | F401 | BLO 1 | переход если ниже (if C == 1) IP+1 +1 -> IP. Переход не произошел |
| 2DA | CE04 | JUMP (IP+4) | прям. относит. адресация: переход к ячейке 2DF |
| 2DF | 82CD | LOOP 02CD | прямая адресация: декремент и пропуск 2СD – 1 -> 2CD |
| 2E0 | CEF6 | JUMP (IP-10) | прям. относит. адресация: переход 2E1 – 10 -> IP |
| 2D7 | ABF4 | LD – (IP – 12) | Загрузка данных элемента массива по адресу значения ячейки 2СС – 1. Значение ячейки 2CC уменьшается на 1. |
| 2D8 | 0480 | ROR | Цилкический сдвиг вправо. В CarryFlag находится AC0 до выполнения данной команды. |
| 2D9 | F401 | BLO 1 | переход если ниже (if C == 1) IP+1 +1 -> IP. Переход произошел. |
| 2DB | CE04 | JUMP (IP+4) | прям. относит. адресация: переход к ячейке 2DF |
| 2DC | 7EF1 | CMP (IP-15) | прям. относит. адрес: сравнение AC и M. Флаги по результату AC- 2CE |
| 2DD | F901 | BGE 1 | переход если больше и равно (N xor V == 0). Переход не произведен. |
| 2DE | EEEF | ST (IP -17) | Сохранение в ячейку 2CE используемого в данной итерации элемента массива. |
| 2DF | 82CD | LOOP 02CD | прямая адресация: декремент и пропуск 2СD – 1 -> 2CD |
| 2E0 | CEF6 | JUMP (IP-10) | прям. относит. адресация: переход к 2E1 – 10 (к началу итерации) |
| 2D7 | ABF4 | LD – (IP-12) | Загрузка данных элемента массива по адресу значения ячейки 2СС – 1. Значение ячейки 2CC уменьшается на 1. |
| 2D8 | 0480 | ROR | Цилкический сдвиг вправо. В CarryFlag находится AC0 до выполнения данной команды. |
| 2D9 | F401 | BLO 1 | переход если ниже (if C == 1) IP+1 +1 -> IP. Переход не произошел |
| 2DA | CE04 | JUMP (IP+4) | прям. относит. адресация: переход к ячейке 2DF |
| 2DF | 82CD | LOOP 02CD | прямая адресация: декремент и пропуск 2СD – 1 -> 2CD. Так как 2CD = 0000, то IP+1 -> IP |
| 2E1 | 0100 | HLT | Отключение ТГ, переход в пультовый режим |

Трассировка:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполняемая команда | | Содержимое регистров процессора после выполнения команды | | | | | | | | Ячейка, содержимой которой изменилось после выполнения | |
| Адрес | Данн. | IP | CR | AR | DR | SP | BR | AC | NZVC |  |  |
| 2CF | AF80 | 2CF | 0000 | 000 | 0000 | 000 | 0000 | 0000 | 0100 | - | - |
| 2CF | AF80 | 2D0 | AF80 | 2CF | FF80 | 000 | FF80 | FF80 | 1000 | - | - |
| 2D0 | 0740 | 2D1 | 0740 | 2D0 | 0740 | 000 | 02D0 | FF7F | 1001 | - | - |
| 2D1 | 0680 | 2D2 | 0680 | 2D1 | 0680 | 000 | 02D1 | 7FFF | 0001 | - | - |
| 2D2 | EEFB | 2D3 | EEFB | 2CE | 7FFF | 000 | FFFB | 7FFF | 0001 | 2CE | 7FFF |
| 2D3 | AF04 | 2D4 | AF04 | 2D3 | 0004 | 000 | 0004 | 0004 | 0001 | - | - |
| 2D4 | EEF8 | 2D5 | EEF8 | 2CD | 0004 | 000 | FFF8 | 0004 | 0001 | 2CD | 0004 |
| 2D5 | 4EF5 | 2D6 | 4EF5 | 2CB | 7FFF | 000 | FFF5 | 8003 | 1010 | - | - |
| 2D6 | EEF5 | 2D7 | EEF5 | 2CC | 8003 | 000 | FFF5 | 8003 | 1010 | 2CC | 8003 |
| 2D7 | ABF4 | 2D8 | ABF4 | 002 | 0001 | 000 | FFF4 | 0001 | 0000 | 2CC | 8002 |
| 2D8 | 0480 | 2D9 | 0480 | 2D8 | 0480 | 000 | 02D8 | 0000 | 0111 | - | - |
| 2D9 | F401 | 2DB | F401 | 2D9 | F401 | 000 | 0001 | 0000 | 0111 | - |  |
| 2DB | 0400 | 2DC | 0400 | 2DB | 0400 | 000 | 02DB | 0001 | 0000 | - | - |
| 2DC | 7EF1 | 2DD | 7EF1 | 2CE | 7FFF | 000 | FFF1 | 0001 | 1000 | - | - |
| 2DD | F901 | 2DE | F901 | 2DD | F901 | 000 | 02DD | 0001 | 1000 | - | - |
| 2DE | EEEF | 2DF | EEEF | 2CE | 0001 | 000 | FFEF | 0001 | 1000 | 2CE | 0001 |
| 2DF | 82CD | 2E0 | 82CD | 2CD | 0003 | 000 | 0002 | 0001 | 1000 | 2CD | 0003 |
| 2E0 | CEF6 | 2D7 | CEF6 | 2E0 | 02D7 | 000 | FFF6 | 0001 | 1000 | - | - |
| 2D7 | ABF4 | 2D8 | ABF4 | 001 | 0000 | 000 | FFF4 | 0000 | 0100 | 2CC | 8001 |
| 2D8 | 0480 | 2D9 | 0480 | 2D8 | 0480 | 000 | 02D8 | 0000 | 0100 | - | - |
| 2D9 | F401 | 2DA | F401 | 2D9 | F401 | 000 | 02D9 | 0000 | 0100 | - | - |
| 2DA | CE04 | 2DF | CE04 | 2DA | 02DF | 000 | 0004 | 0000 | 0100 | - | - |
| 2DF | 82CD | 2E0 | 82CD | 2CD | 0002 | 000 | 0001 | 0000 | 0100 | 2CD | 0002 |
| 2E0 | CEF6 | 2D7 | CEF6 | 2E0 | 02D7 | 000 | FFF6 | 0000 | 0100 | - | - |
| 2D7 | ABF4 | 2D8 | ABF4 | 000 | F667 | 000 | FFF4 | F667 | 1000 | 2CC | 8000 |
| 2D8 | 0480 | 2D9 | 0480 | 2D8 | 0480 | 000 | 02D8 | 7B33 | 0011 | - | - |
| 2D9 | F401 | 2DB | F401 | 2D9 | F401 | 000 | 0001 | 7B33 | 0011 | - | - |
| 2DB | 0400 | 2DC | 0400 | 2DB | 0400 | 000 | 02DB | F667 | 1010 | - | - |
| 2DC | 7EF1 | 2DD | 7EF1 | 2CE | 0001 | 000 | FFF1 | F667 | 1001 | - | - |
| 2DD | F901 | 2DE | F901 | 2DD | F901 | 000 | 02DD | F667 | 1001 | - | - |
| 2DE | EEEF | 2DF | EEEF | 2CE | F667 | 000 | FFEF | F667 | 1001 | 2CE | F667 |
| 2DF | 82CD | 2E0 | 82CD | 2CD | 0001 | 000 | 0000 | F667 | 1001 | 2CD | 0001 |
| 2E0 | CEF6 | 2D7 | CEF6 | 2E0 | 02D7 | 000 | FFF6 | F667 | 1001 | - | - |
| 2D7 | ABF4 | 2D8 | ABF4 | 7FF | F666 | 000 | FFF4 | F666 | 1001 | 2CC | 7FFF |
| 2D8 | 0480 | 2D9 | 0480 | 2D8 | 0480 | 000 | 02D8 | FB33 | 1010 | - | - |
| 2D9 | F401 | 2DA | F401 | 2D9 | F401 | 000 | 02D9 | FB33 | 1010 | - | - |
| 2DA | CE04 | 2DF | CE04 | 2DA | 02DF | 000 | 0004 | FB33 | 1010 | - | - |
| 2DF | 82CD | 2E1 | 82CD | 2CD | 0000 | 000 | FFFF | FB33 | 1010 | 2CD | 0000 |
| 2E1 | 0100 | 2E2 | 0100 | 2E1 | 0100 | 000 | 02E1 | FB33 | 1010 | - | - |

Вывод:

­­В ходе выполнения данной лабораторной работы я познакомился с адресными командами LOOP, JUMP, CMP, безадресными командами ROL, ROR, SWAB, а также различными командами ветвления (BLO, BGE). Кроме этого изучил различные режимы адресации: косвенная относительная, косвенная автодекрементная, прямая относительная адресации и прямая загрузка.