**Дон ГТУ**

**Лабораторная работа № 3**

**АКГ-05**

**АУТПТЭК**

**Программирование арифметических задач на Ассемблере для микропроцессора К580**

Цель лабораторной работы - рассмотреть особенности выполнения простейших арифметических операций над целыми числами без знака на микропроцессорных установках МИКРОЛАБ КР580ИК80 и ЭЛЕКТРОНИКА-580, познакомиться с программированием в машинных кодах и мнемокодах, научиться пользоваться средствами управления и клавиатурой устройств.

**1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**1.1 Представление чисел**

При программировании микро ЭВМ на МП БИС КР580ИК80 необходимо пользоваться способом представления чисел с фиксированной десятичной точкой. При этом знак числа и количество разрядов, занятых дробной частью числа, могут быть учтены при подготовке данных или программным путем.

Следует помнить, что коды команд, адреса и данные вводятся в микро ЭВМ числами в шестнадцатеричной системе счисления. Некоторой особенностью в лабораторных установках МИКРОЛАБ и ЭЛЕКТРОНИКА-580 является отображение чисел на дисплее (табл. I).

Для МП БИС КР580ИК80 можно представлять данные в виде двоично-десятичного числа, при этом каждый байт рассматривается как две тетрады (два полубайта), а каждая тетрада кодирует одну десятичную цифру.

Такое представление позволяет закодировать в одном байте десятичные числа от 0 до 99. Обратите внимание на то, что, используя для представления шестнадцатеричную систему счисления, в одном байте можно закодировать число от 0 до FF , что соответствует числам десятичной системы от 0 до 255.

Эти примеры показывают, что такое представление чисел более рационально: используется меньший объем памяти, сокращается программа.

Таблица 1- Представление чисел в различных системах счисления и отображение их на дисплее

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Десятичная  система  счисления | Восьмеричная  система  счисления | Двоичная сис­тема счисле­ния (по тетрадам) | Шестнадцате-ричная систе­ма счисления | Символы  на дисплее |
| 0 | 0 | 0000 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0001 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 0010 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 0011 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 0100 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 0101 | 5 | 5 |
| 6 | 6 | 0110 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 0111 | 7 | 7 |
| 8 | 10 | 1000 | 8 | 8 |
| 9 | 11 | 1001 | 9 | 9 |
| 10 | 12 | 1010 | А | А |
| 11 | 13 | 1011 | В | B |
| 12 | 14 | 1100 | С | С |
| 13 | 15 | 1101 | D | D |
| 14 | 16 | 1110 | Е | E |
| 15 | 17 | 1111 | F | F |

**1.2 Арифметические команды**

Основной арифметической функцией является сложение двух чисел. Команда, имеющая мнемокод ADD Rд, складывает данные регистра Rд и аккумулятора (регистра А) и результат сложения запоминает в аккумуляторе.

- CARRY - регистра признаков. Разряд (флаг) переноса играет большую роль при выполнении микропроцессором арифметических операций и работает девятым разрядом аккумулятора. По флагу командами IC и INC можно осуществить переход. Применяется он так же при сложении чисел длиннее восьми разрядов, выполняя функции связи между двумя байтами записи числа.

О состоянии флага переноса, как и других флагов регистра признаков в МИКРОЛАБе может сообщить ячейка памяти с адресом 83ЕА, где флаги за­писываются в последовательности, приведенной на рисунке 1.1.

В «ЭЛЕКТР0НИКЕ-580» разряд С высвечивается на панели установки.

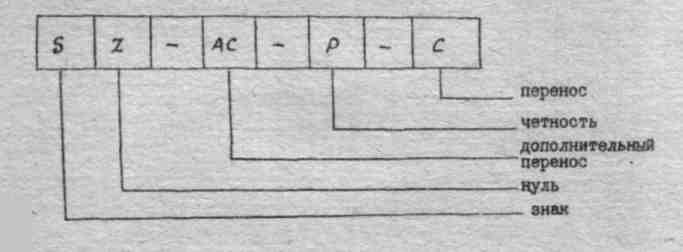


Рисунок 1.1 - Флаги № ШС КР580ИКБ0

Вычитание содержимого регистра Rд из содержимого аккумулятора производит команда SUB Rд. Например, команда SUB B вычитает из аккумулятора данные регистра В.

Команда вычитания использует флаг переноса как разряд заема. Если флаг переноса устанавливается после команды SUB Rд, значит, число в регистре Rд больше, чем в аккумуляторе.

После выполнения команды SUB Rд результат остается в аккумуля­торе, вызов содержимого которого на индикатор регистра данных осущест­вляется адресом 83ЕВ в "МИКРОЛАБе" и клавишами REC, А в "ЗЛЕКТРОНИКЕ-580".

**1.3 Программа сложения двух однобайтных чисел X и У**

Задача состоит в том, чтобы, выполнив занесение однобайтных чисел в регистры А и Rд, сложить их и поместить результат сложения в аккумулятор.

Задайтесь числовыми значениями Х = 38, Y = А3 и начальным адресом программы, приняв его равным 8200.

Обратите внимание на то, что все приведенные числа записаны в шестнадцатеричной системе счисления.

Включите лабораторную установку и, пользуясь листингом программы, приведенным в табл. 2, запишите в память ЭВМ по указанным адресам коды команд.

Таблица 1.2 - Программа PRG 1 сложения двух однобайтных чисел

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код команды | Метка | Мнемокод | Комментарий |
| 8200 | AF | PRG 1: | ХRА А | Очистить аккумулятор |
| 8201 | ЗЕ |  | MVI A, 38 | Записать в аккумулятор |
| 8202 | 38 |  |  | число X |
| 8203 | 06 |  | MVI B, A3 | Записать в регистр В |
| 8204 | A3 |  |  | число У |
| 8205 | 80 |  | ADD 8 | Сложить X и Y |
| 8206 | E7 |  | RST 7 | Прервать выполнение программы |

Выполнив запись программы, установите начальный адрес и запустите программу. После её исполнения на дисплее установится запись: 8207 DB\_ \_, показывающая результат вычисления DB по адресу 8207.

Для получения разности двух чисел X и Y можно использовать программу PRG 1, заменив в ней по адресу 8205 код команды 80 (ADD B) кодом 90 (SUB В) команды вычитания содержимого регистра В из содержимого аккумулятора, разместив предварительно в регистрах В и А соответственно вычитаемое и уменьшаемое. Разность будет записана в аккумуляторе.

**1.4 Сложение массива однобайтных чисел**

Массив однобайтных шестнадцатеричных чисел, например, 31, АВ, 86, разместите в последовательных адресах памяти, например, 8250, 8251, 8252, 8253.

В качестве входных параметров для выполнения программы необходи­мо иметь адрес первого слагаемого, например, 8250, записанный в регистрах H, L, и число слагаемых - в регистре С. Выходным параметром будет являться сумма, старший байт которой записан в регистре В, а младший байт - в аккумуляторе.

Таблица 1.3 – Программа PRG 2 сложения массива однобайтных чисел

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код  команды | Метка | Мнемоника | Комментарий |
| 8200  8201  8202 | 21  50  82 | PRG 2: | LXI H,8250 | Загрузить в регистры HL, адрес первого слагаемого |
| 8203  8204 | 0E  04 |  | MVI C, 04 | Загрузить в регистр С количество слагаемых |
| 8205 | AF |  | XRA A | Очистить аккумулятор |
| 8206 | 47 |  | MOV B, A | Очистить регистр В |
| 8207 | 86 | M1: | ADD M | Прибавить к содержимому аккумулятора число из массива слагаемых |
| 8208  8209  820А | D2  0D  82 |  | INC M2 | Если переноса нет, то идти на М2 |
| 820В  820С | 04  B7 |  | INR B  ORA A | Увеличить содержимое регистра В на I  Очистить флаг переноса |
| 820D | 23 | M2: | INX H | Указать на следующий адрес слагаемого |
| 820E | 0D |  | DCR C | Уменьшить содержимое регистра С на I |
| 820F  8210  8211 | C2  07  82 |  | INZ | Если не все слагаемые, то идти на MI |
| 8212 | FF |  | RST 7 | Прервать выполнение программы |

Выполнение программы с именем PRG 2 начинается с команды загрузки регистровой пары HL, 16-битным числом 8250 (адрес первого слагаемого). После выполнения второй команды (адреса 820З, 8204) в регистре С запишется число 4 (число слагаемых). Командами 8205 и 8206 производится обнуление регистров А, В и регистра признаков.

Командой 8207 с меткой MI начинается первый цикл этапа суммирования. В результате выполнения этой команды в регистр А заносится первое слагаемое (число 31) по адресу 8250, записанное в регистровой паре HL.

Так как переполнения аккумулятора нет, по команде 8208 осуществляется переход на метку М2 (адрес команды 820С), и к содержимому регистровой пары HL прибавляется I. Теперь здесь записан адрес 8251 второго слагаемого.

После выполнения команды 820Е число слагаемых (содержимое регистра С) становится равным 3 и по команде 820F осуществляется переход на MI- начало следующего цикла этапа суммирования.

Во втором цикле в регистр А записывается сумма DC чисел 31 и АВ, флаг переноса не устанавливается, уменьшается число слагаемых регистра С до 2.

В третьем цикле в аккумулятор записывается 62 (младший байт суммы чисел DC и 86) и устанавливается флаг переноса С. По команде 8208 осуществляется переход по адресу 820В и в регистр В записывается I. Содержимое регистровой пары HL равно 8253, содержимое регистра С – I.

В четвертом цикле после выполнения команды 8207 в аккумулятор записывается 56, флаг переноса установлен, содержимое регистра В равно 2.

По команде 820(Е) содержимое регистра С становится равным 0, и ко­манда 820F передает управление адресу 8212 - конец выполнения програм­мы.

**1.5 Вычитание одинаковых по длине чисел**

Рассмотрите программу получения разности двух чисел X и Y, имеющих одинаковую длину. Листинг программы приведен в табл. 1.4.

Входными параметрами программы будут являться: длина чисел в байтах, записанная в регистре В, адрес младшего байта вычитаемого - в регистровой паре HL, адрес младшего байта уменьшаемого - в регистровой паре DE . Результат вычисления заносится в область памяти, отведенную под вычитаемое.

Положим X = А304 и Y = 7E2I,

B области памяти записывается по адресам

8250 - 04 (младший байт уменьшаемого);

8251 - A3 (старший байт уменьшаемого);

8252 - 21 (младший байт вычитаемого);

8253 – 7E (старший байт вычитаемого).

В регистре B записано 2 - длина чисел X и Y в байтах.

Таблица 1.4 – Программа PRG 3 вычитание чисел

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код  команды | Метка | Мнемоника | Комментарий |
| 8200  8201 | 06  02 | PRG 3: | MVI B, 02 | Загрузить счетчик длины числа |
| 8202  8203  8204 | I I  50  82 |  | LXI D, X | Загрузить в регистры D, E адрес младшего байта уменьшаемого |
| 8205  8206  8207 | 21  52  C2 |  | LXI M, V | Загрузить в регистры H, L адрес младшего байта вычитаемого |
| 8208 | AF |  | XRA A | Очистить аккумулятор |
| 8209 | IA | M1: | LDAX D | Загрузить в аккумулятор уменьшаемое |
| 820A | 9E |  | SBB M | Вычесть из содержимого аккумулятора вычитаемое |
| 820В | 77 |  | MOV M, A | Записать разность на место вычитаемого |
| 820C | I3 |  | INX D | Указать на следующий байт уменьшаемого |
| 820D | 23 |  | INX H | Указать на следующий байт вычитаемого |
| 820E | 05 |  | DCR B | Уменьшить содержимое счетчика длины числа |
| 820F  8210  8211 | 02  09  82 |  | INZ M1 | Если не последний (старший) байт, то идти на MI |
| 8212 | FF |  | RST 7 | Прервать выполнение программы |

Обратите внимание на то, что по адресу 820А записана команда SBB. Она отличается от аналогичной команда SUB М тем, что из содержимого аккумулятора вычитается не только число, записанное в ячейке М по адресу, хранящемуся в регистровой паре HL, но и значение займа. Итоговое значение займа в результате выполнения операции фиксируется в разряде переноса регистра признаков.

**1.6 Сложение многобайтовых десятичных чисел**

В табл. 1.5 приведен листинг программы сложения чисел, представляемых в МП БИС КР580ИК80 в виде двоично-десятичных чисел. Так как такое представление чисел требует от ЭВМ преобразования данных, в программу необходимо ввести оператор DAA, который выполняет коррекцию результата операции по следующим правилам:

если значение младших 4 бит аккумулятора больше девяти или если признак дополнительного переноса АС равен I, то к содержимому аккумулятора добавляется число 6;

если значение старших 4 бит аккумулятора больше девяти или если признак переноса С равен I, то к содержимому старших 4 бит аккумулятора добавляется число 6.

Заметьте, что в предлагаемой программе, как и в предыдущей, рассматриваются числа с длиной больше машинного слова. Поэтому операции с такими числами МП БИС проводят по байтам, начиная с младших байтов.

Рассмотрите программу с именем PRG 4 для слагаемого Х=3045, размещенного побайтно в ячейках памяти 8050 и 8051, и слагаемого Y = 2071 - в ячейки памяти 8052 и 8053. Результат сложения размещается в ячейках, отведенных для второго слагаемого.

После выполнения программы вызовите последовательно ячейки 8053 и 8052 и запишите их содержимое. Это результат решения. Он должен быть равен десятичному числу 5116.

Таблица 1.5 - Программа PRG 4 сложения двух десятичных чисел

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код  команды | Метка | Мнемоника | Комментарий |
| 8200  8201  8202 | 21  50  82 | PRG 4: | LXI H, X | Загрузить в регистры младшие два разряда числа Х |
| 8203  8204  8205 | I I  52  80 |  | LXI D, Y | Загрузить в регистры младшие два разряда числа Y |
| 8206 | AF |  | XRA A | Очистить аккумулятор |
| 8207  8208 | 0E  02 |  | MVI C, 02 | Загрузить счетчик числа байтов |
| 8209 | IA | M1: | LDAX D | Загрузить в аккумулятор два разряда числа Y |
| 820A | 8E |  | ADC M | Прибавить к содержимому аккумулятора два разряда числа Х с учетом переноса |
| 820В | 27 |  | DAA | Преобразовать результат в десятичный код |
| 820C | 12 |  | STAX D | Передать результат в ячейку памяти, адресуемой регистровой парой DE |
| 820D | 13 |  | INX D | Указать на адрес следующих двух разрядов числе Y |
| 820E | 23 |  | INX H | Указать на адрес следующих двух разрядов числе Х |
| 820F | OD |  | DCR C | Уменьшить содержимое счетчика числа байтов |
| 8210  8211  8212 | C2  09  82 |  | INZ M1 | Если не последний (старший) байт, то идти на MI |
| 8213 | FF |  | RST 7 | Прервать выполнение программы |

**2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

**2.1 Выполним программу получения суммы двух чисел**

X=A+B, имеющих одинаковую длину. Листинг программы приведен в таблице 2.1.

A= B=

Результат сложения заносится в область памяти, отведенную под второе слагаемое.

В области памяти записывается по адресам

8250 – 87 (младший байт первого слагаемого)

8251 – 35 (старший байт первого слагаемого)

8252 – 87 (младший байт второго слагаемого)

8253 – 02 (старший байт второго слагаемого)

Таблица 2.1 – Программа сложения массива однобайтных чисел

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код  команды | Метка | Мнемоника | Комментарий |
| 8200  8201  8202 | 21  50  82 | PRG 1: | LXI H, X | Загрузить в регистры младшие два разряда числа А |
| 8203  8204  8205 | 11  52  80 |  | LXI D, Y | Загрузить в регистры младшие два разряда числа В |
| 8206 | AF |  | XRA A | Очистить аккумулятор |
| 8207  8208 | OE  02 |  | MVI C, 02 | Загрузить счетчик числа байтов |
| 8209 | 1A | M1: | LDAX D | Загрузить в аккумулятор два разряда числа А |
| 820А | 8E |  | ADC M | Прибавить к содержимому акумулятора два разряда числа В с учетом переноса |
| 820В | 27 |  | DAA | Преобразовать результат в десятичный код |
| 820C | 12 |  | STAX D | Передать результат в ячейку памяти, адресуемой регистровой парой DE |
| 820D | 13 |  | INX D | Указать на адрес следующих двух разрядов числа В |
| 820E | 23 |  | INX H | Указать на адрес следующих двух разрядов числа А |
| 820F | OD |  | DCR C | Уменьшить содержимое счетчика числа байтов |
| 8210  8211  8212 | C2  09  82 |  | INZ M1 | Если не последний (старший) байт, то идти на МI |
| 8213 | E7 |  | RST 7 | Прервать выполнение программы |

**2.2 Выполним программу получения разности двух чисел C и D**

Листинг программы приведен в таблице 2.2.

Входными параметрами программы будут являться: длина чисел в байтах, записанная в регистре В, адрес младшего байта вычитаемого – в регистровой паре HL, адрес младшего байта уменьшаемого – в регистровой паре DE. Результат вычисления заносится в область памяти, отведенную под вычитаемое. C=, D=. В регистре В записано 2 – длина чисел C и D в байтах. В области памяти записывается по адресам

8250 – Е1 (младший байт уменьшаемого);

8251 – 37 (старший байт уменьшаемого);

8252 – 75 (младший байт вычитаемого);

8253 – 08 (старший байт вычитаемого);

В регистре В записано 2 – длина чисел C и D в байтах.

Таблица 1.4 – Программа PRG 2 вычитание чисел

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код  команды | Метка | Мнемоника | Комментарий |
| 8200  8201 | 06  02 | PRG 2: | MVI B, 02 | Загрузить счетчик длины числа |
| 8202  8203  8204 | I I  50  82 |  | LXI D, X | Загрузить в регистры D, E адрес младшего байта уменьшаемого |
| 8205  8206  8207 | 21  52  C2 |  | LXI M, V | Загрузить в регистры H, L адрес младшего байта вычитаемого |
| 8208 | AF |  | XRA A | Очистить аккумулятор |
| 8209 | IA | M1: | LDAX D | Загрузить в аккумулятор уменьшаемое |
| 820A | 9E |  | SBB M | Вычесть из содержимого аккумулятора вычитаемое |
| 820В | 77 |  | MOV M, A | Записать разность на место вычитаемого |
| 820C | I3 |  | INX D | Указать на следующий байт уменьшаемого |
| 820D | 23 |  | INX H | Указать на следующий байт вычитаемого |
| 820E | 05 |  | DCR B | Уменьшить содержимое счетчика длины числа |
| 820F  8210  8211 | 02  09  82 |  | INZ M1 | Если не последний (старший) байт, то идти на MI |
| 8212 | Е7 |  | RST 7 | Прервать выполнение программы |

**ВЫВОД**

В ходе лабораторной работы рассмотрели особенности выполнения простейших арифметических операций над целыми числами без знака на микропроцессорных установках МИКРОЛАБ КР580ИК80 и ЭЛЕКТРОНИКА -580, познакомились с программированием в машинных кодах и мнемокодах, научились пользоваться средствами управления и клавиатурой устройств.