МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

Высшего профессионального образования

**«Вятский государственный университет»**

**(ФГБОУ ВПО «ВятГУ»)**

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра электронных вычислительных машин

Микропрограммная реализация ЭВМ

Отчет по лабораторной работе №5 дисциплины

«Организация ЭВМ и систем»

Выполнил студент группы ИВТб-31\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Седов М.Д./

Проверил преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Клюкин В.Л./

Киров 2019

1. Задание на лабораторную работу

Подсчитать число одинаковых цифр, расположенных в одноименных разрядах xi и yi 8-разрядных двоичных чисел X[i] и Y[i].

1. Определение архитектуры и программирование

*Форматы данных.* Данные в примере являются целыми числами, изменяющимися в пределах от 0 до 32767. В этом случае любое число можно представить 16-разрядным двоичным кодом, старший разряд которого определяет знак числа.

*Программно – доступные регистры.* Программно – доступными регистрами МЭ, система команд которой состоит из одноадресных команд, можно считать: шесть регистров общего назначения (r0-r5), программый счетчик – PC (r6), регистр признаков – RP (r7), содержащий разряды двух признаков: нуля (PZ) и знака (PS), а также регистр указателя стека – rSP (r8).

*Система команд.* Разработка системы команд предполагает определение и кодирование операций, способов адресаций, модификаций и форматов данных.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Мнемоника | Описание | Признаки | |
| PZ | PS |
| СУММИРОВАНИЕ | ADD r r\* | r:=r+r\*, PC:=PC+1 | - | - |
| ВЫЧИТАНИЕ | SUB r r\* | r:=r-r\*, PC:=PC+1 | - | - |
| ДОБАВЛЕНИЕ С | AD r C | r:=r+C, PC:=PC+1 | - | - |
| ВЫЧИТАНИЕ С | SB r C | r:=r-C, PC:=PC+1 | + | - |
| ЧТЕНИЕ В РЕГИСТР | LD r A | r:=M[A], PC:=PC+1 | - | - |
| ЗАПИСЬ РЕГИСТРА | MV r A | M[A]:=r, PC:=PC+1 | - | - |
| ЧТЕНИЕ В РЕГИСТР  с индексацией | LDI r (r\*)+ | r:=M[r\*], r\*:=r\*+1;  PC:=PC+1 | - | - |
| ЗАПИСЬ В СТЕК | PUSH r (rSP)- | M[rSP]:=r;  rSP:=rSP-1, PC:=PC+1 | - | - |
| ЧТЕНИЕ ИЗ СТЕКА | POP r (rSP)+ | rSP:=rSP+1;  r:=M[rSP], PC:=PC+1 | - | - |
| ПЕРЕХОД | BR A | PC:=A | - | - |
| ПЕРЕХОД,  ЕСЛИ НУЛЬ | BEQ A | Если PZ=1, то PC:=A,  Иначе PC:=PC+1 | - | - |
| ОБРАЩЕНИЕ К ПОДПРОГРАММЕ | CALL (rSP)- A | M[rSP]:=PC;  rSP:=rSP-1, PC:=A | - | - |
| ОСТАНОВ | HLT A | PC:=A, останов | - | - |
| НЕ ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ | NXOR r r\* | r:=^(r xor r\*),  PC:=PC+1 | - | - |
| СДВИГ ВПРАВО | SHR r r\* | r:=r >> 1, PC:=PC+1 | + | - |

Таблица 1 – Система команд

Программа суммирования равных чисел в разрядах двух чисел c использованием символики ассемблера приведена на рисунке 1.

В программе приняты следующие обозначения:

AASP – адрес ячейки памяти, в которой находится адрес начала накопителя стека;

AAM – адрес ячейки памяти, в которой находится начальный адрес массива исходных данных (Y1, X1, Y2, X2, …, YN, XN);

AD – начальный адрес подпрограммы подсчета одинаковых чисел в разрядах;

AS – адрес ячейки, в которую записывается сумма S;

SA – начальный адрес программы суммирования.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | LD r8 AASP | Загрузка регистра указателя стека SP |
|  | LD r5 AAM | Загрузка адреса массива AM в регистр r5 |
|  | LD r4 AN | Загрузка числа повторений цикла |
|  | SUB r3 r3 | Очистка регистра r3 для суммы S |
| m1 | LDI r1 (r5)+ | Чтение Y в регистр r1 |
|  | LDI r0 (r5)+ | Чтение X в регистр r0 |
|  | CALL AD | Обращение к подпрограмме по адресу AD |
|  | ADD r3 r1 | Суммирование |
|  | SB r4 “1” | Вычитание единицы из числа повторений цикла |
|  | BEQ m2 | Если N=0, то переход на метку m2 |
|  | BR m1 | Переход на метку m1 |
| m2 | VM r3 AS | Запись суммы S адресу AS |
|  | HLT SA | Загрузка PC и останов |

Рис. 1 – Программа суммирования частных

Распределение программно – доступных регистров ЭВМ показано на рис. 2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Регистры ЭВМ | | |  |
| r0 | X | | | Первое число |
| r1 | Y | | | Второй число |
| r2 |  | | |  |
| r3 | S | | | Сумма S |
| r4 | N | | | Число повторений цикла N |
| r5 | AM | | | Адрес массива AM |
| r6 | PC | | | Программный счетчик |
| r7 | PS | RP | PZ | Регистр признаков |
| r8 | rSP | | | Регистр указателя стека |

Рис. 2 – Распределение регистров ЭВМ

Для вычисления количества одинаковых чисел в разрядах двух чисел основная программа обращается к подпрограмме подсчета одинаковых разрядов. Перед обращением число X помещается в регистр r0, а число Y – в регистр r1. Подпрограмма возвращает в основную программу число K с помощью регистра r1. Подпрограмма подсчета одинаковых чисел в разрядах приведена на рис. 3.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | SUB r2 r2 | Очистка регистра r2 |
|  | NXOR r0 r1 | Не исключающее или r0 и r1 |
| m1 | BEQ m2 | Если PZ=0, переход на метку m2 |
|  | SHR r0 r0 | Сдвиг r0 на 1 разряд вправо |
|  | AD r2 “1” | Увеличение на единицу r2 |
|  | BR m1 | Переход на метку m1 |
| m2 | SUB r1 r1 | Очистка регистра r1 |
|  | ADD r1 r2 | Запись в r1 значение из регистра r2 |
|  | POP r6 | Возврат из подпрограммы |

Рис. 3 – Программа подсчета равных чисел в разрядах двух чисел

Команды ЭВМ имеют четыре формата и в зависимости от признака формата (Ф) и кода операции (К) делятся на четыре группы (рис. 4).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ф |  | |  | |  |
| 15 | 14…12 | 11…8 | 7…4 | 3…0 |  |
| 0 | K1 | | r | r\* | ADD, SUB, LDI, PUSH, POP, NXOR, SHR |
|  |  | |  | |  |
| 0 | К2 | | А | | BR, BEQ, HLT |
|  |  | |  | |  |
| 1 | K3 | R | C | | AD, SB |
|  |  | |  | |  |
| 1 | K4 | r | A | | LD, MV, CALL |

Рис. 4 – Форматы команд

Наименования, мнемонические обозначения и коды операция приведены в табл. 2.

Табл. 2 – Коды операций

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Мнемоника | Код операции |
| СУММИРОВАНИЕ | ADD | 15 |
| ВЫЧИТАНИЕ | SUB | 14 |
| ДОБАВЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ | AD | 16 |
| ВЫЧИТАНИЕ КОНСТАНТЫ | SB | 17 |
| ЧТЕНИ В РЕГИСТР | LD | 10 |
| ЗАПИСЬ РЕГИСТРА | MV | 12 |
| ЧТЕНИЕ В РЕГИСТР  с индексацией | LDI | 18 |
| ЧТЕНИЕ ИЗ СТЕКА | POP | 1F |
| ПЕРЕХОД | BR | 22 |
| ПЕРЕХОД ЕСЛИ НУЛЬ | BEQ | 21 |
| ОБРАЩЕНИЕ К ПОДПРОГРАММЕ | CALL | 24 |
| ОСТАНОВ | HLT | 00 |
| НЕ ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ | NXOR | 27 |
| СДВИГ ВПРАВО | SHR | 28 |

Распределение памяти программ и данных приведено в табл. 3.

Табл. 3 – Распределение памяти программ и данных

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код | Мнемоника | Комментарий |
| 00 | 0006 | SA | Начальный адрес программы |
| 01 | 00FF | ASP | Начальный адрес области памяти стека |
| 02 | 0013 | AM | Начальный адрес массива |
| 03 | 0004 | N | Количество пар чисел в массиве |
| 04 |  | S | Результат |
| 05 |  |  |  |
| Программа суммирования количества одинаковых разрядов | | | |
| 06 | B801 | LD r8 AASP | Загрузка регистра указателя стека SP |
| 07 | B502 | LD r5 AAM | Загрузка адреса массива AM в регистр r5 |
| 08 | B403 | LD r4 AN | Загрузка числа повторений цикла |
| 09 | 0233 | SUB r3 r3 | Очистка регистра r3 для суммы S |
| 0A | 1015 | LDI r1 (r5)+ | Чтение Y в регистр r1 |
| 0B | 1005 | LDI r0 (r5)+ | Чтение X в регистр r0 |
| 0C | 8920 | CALL AD | Обращение к подпрограмме по адресу AD |
| 0D | 0131 | ADD r3 r1 | Суммирование |
| 0E | A401 | SB r4 “1” | Вычитание единицы из числа N |
| 0F | 0611 | BEQ m2 | Если N=0, то переход на метку m2 |
| 10 | 050A | BR m1 | Переход на метку m1 |
| 11 | C304 | VM r3 AS | Запись суммы S адресу AS |
| 12 | 0007 | HLT SA | Загрузка PC и останов |
| Массив исходных чисел | | | |
| 13 | 0000 | Y1 |  |
| 14 | FFFE | X1 |  |
| 15 | 0000 | Y2 |  |
| 16 | FFFC | X2 |  |
| 17 | 0000 | Y3 |  |
| 18 | FFF8 | X3 |  |
| 19 | 0000 | Y4 |  |
| 1A | FFF0 | X4 |  |
| … | … | … | … |
| Подпрограмма подсчета одинаковых значений в разрядах | | | |
| 20 | 0222 | SUB r2 r2 | Очистка регистра r2 |
| 21 | 1101 | NXOR r0 r1 | Не исключающее или r0 и r1 |
| 22 | 0626 | BEQ m2 | Если PZ=0, переход на метку m2 |
| 23 | 1200 | SHR r0 r0 | Сдвиг r0 на 1 разряд вправо |
| 24 | 9201 | AD r2 “1” | Увеличение на единицу r2 |
| 25 | 0522 | BR m1 | Переход на метку m1 |
| 26 | 0211 | SUB r1 r1 | Очистка регистра r1 |
| 27 | 0112 | ADD r1 r2 | Запись в r1 значение из регистра r2 |
| 28 | 0460 | POP r6 | Возврат из подпрограммы |
| … | … | … | … |
| Область памяти стека | | | |
| FC |  |  |  |
| FD |  |  |  |
| FE |  |  |  |
| FF |  |  |  |

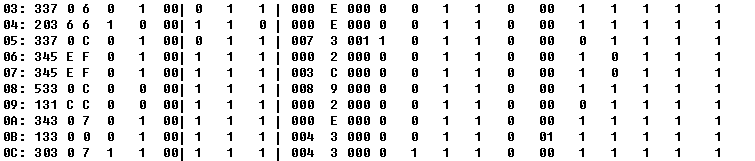


Рис. 5 – Микропрограмма командного цикла (выборка команды и установка признаков)

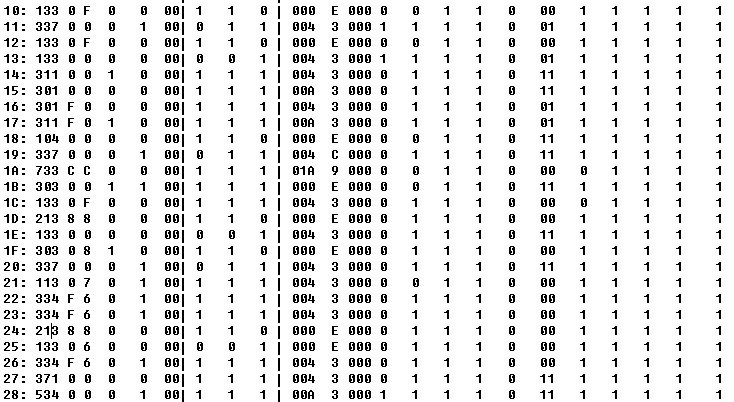


Рис. 6 – Микропрограмма командного цикла (выполнение операций)