

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)

Кафедра “Автоматизация производственных процессов”

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к лабораторной работе

**“РЕАЛИЗАЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ  
В МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ МК51”**

по курсу

Микропроцессоры и микроконтроллеры в системах управления  
(Основы микропроцессорной техники)

Ростов-на-Дону, 2012

Составитель: доцент Тимофеев В.И.

Методические указания к лабораторной работе по курсу “Микропроцессоры и микроконтроллеры в системах управления”. ДГТУ, Ростов-на-Дону, 2012, 8 с.

Приведены логические команды микроконтроллеров семейства MCS-51: схема выполнения, размер и затраты времени на реализацию операций. Даны рекомендации по их применению и форме представления, методика исследования поведения микроконтроллера при выполнении команд, задания для работы, список рекомендуемой литературы.

Методические указания предназначены для студентов очного и заочного отделений по специальностям 220401, 220701, 220301 и 220201.

Печатается по решению методической комиссии факультета  
“Автоматика и информатика”.

Научный редактор	к.т.н., профессор Семко И.А.
Рецензент	доцент Анисимов В.Н.

Донской государственный технический университет, 2012.

### **Цель работы:**

1. Закрепление теоретических знаний о системе команд МК.
2. Привитие навыков работы с вычислительной техникой на базе МП.
3. Исследование возможностей МК при выполнении команд.

### **Материальное обеспечение:**

1. Лабораторный стенд для исследования МК серии MCS-51.
2. ПЭВМ IBM PC.
3. Программы - x8051.exe, Link.exe, Stend51.exe, FD51.exe и др.

### **Вопросы для проверки готовности к занятию:**

1. По каким признакам классифицируются команды МК серии MCS-51?
2. Какие команды относятся к арифметическим?
3. Какие из команд не изменяют состояние регистра признаков?
4. Какие Вы знаете двухбайтные арифметические команды?

## **ВВЕДЕНИЕ**

Выполнение логических операций в системах с использованием микроконтроллеров осуществляется под управлением программ, представляющих собой набор команд, входящих в систему команд выбранного для реализации системы контроллера.

Результат выполнения каждой логической команды всегда помещается в аккумулятор и оказывает влияние на состояние разрядов регистра признаков (флагов). Учет признаков условий может быть полезен при выполнении арифметических действий над многобайтными числами, при выполнении вычислений повышенной точности, при операциях с отрицательными числами. Флаг Z (нуля) и C (перенос) часто используют для контроля проверки выполнения условий до или после выполнения операций. Например, операция перехода по команде JZ может быть не выполнена, если не выполнено условие нуля а аккумуляторе после выполнения логической операции сравнения.

Флаги (биты) условий, помещенные в соответствующие разряды регистра PSW микроконтроллера МК-51: C - перенос; P - паритет (четность); AC - вспомогательный перенос; OV - потеря знака. Если флаг установлен, это означает, что его содержимое равно 1, иначе оно будет равно 0 (флаг сброшен).

Опранды:

Rr - один из регистров общего назначения (R0 - R7) или регистр B (кроме операций с относительной адресацией);

#data - байт данных;

dir (direct) - адрес, занимающий один или два байта;

@(Rr) - содержимое ячейки памяти, адресуемой регистром Rr.

Нумерация битов одного байта: >76543210<

Отрицательные числа в микропроцессорной технике представляются в дополнительном коде. Представление чисел в дополнительном коде позволяет дей-

ствие вычитания заменить действием сложения, что упрощает аппаратную часть. Д

Логические операции в микроконтроллерах выполняются с использованием команд логической обработки данных. Эти команды выполняются поразрядно, т.е. результат выполнения логических операций над одноименными разрядами двух операндов не влияет на соседние разряды. Однако в системе команд есть команды сдвига, которые влияют на соседние биты, а кроме того и на флаг переноса, в то время, как команды логических операций (И, ИЛИ, НЕРАВНОЗНАЧНОСТЬ) на флаг переноса не влияют, но могут изменить содержимое других флагов. Заметим, что некоторые логические команды выполняются над байтами данных, другие над - над отдельными разрядами слов.

Знание особенностей выполнения логических команд позволяет использовать их при решении многих задач таких, например, как формирование кодовой посылки в последовательном канале связи, инверсию сигнала управления объектом, определение факта изменения состояния битов, соответствующих состоянию датчиков в системе контроля, а также выявление характера этих изменений и т.д.

Размеры команд и время, затрачиваемое микроконтроллером на их выполнение, приведены в таблице 1.

Рассмотрим несколько примеров применения логических команд. Допустим, требуется преобразовать двоично-десятичный код в код ASCII. Для символов цифр коды ASCII представлены байтами, в которых старший полубайт – цифра 3, а младший полубайт - требуемая цифра.

К примеру, цифра 5 имеет код 35H, цифра 9 – код 39H и т.п. Таким образом, если требуется вывести на экран дисплея число 48 (оно может храниться в виде байта 48H, то предварительно его необходимо преобразовать в два байта 34H и 38H. Алгоритм действий при этом может быть следующим:

1. Переслать исходное число в аккумулятор.
2. Обнулить старший полубайт (логическое умножение числа с маской 0000 1111).
3. Записать в старший полубайт код 3 (логическое сложение полученного в п. 2 числа с маской 0011 0000).
4. Выполнить пункт 1.
5. Переместить старший полубайт на место младшего (выполнить 4 раза операцию сдвига).
6. Выполнить пункт 2.
7. Выполнить пункт 3.

После выполнения действий по п.п.1-3 будет сформирован код единиц исходного числа, по п.п. 4-7 – код десятков. Каждой логической операции соответствует логическая команда (см. таблицу 2).

**Таблица 2 - Команды логической обработки данных**

Мнемоника	Операнды	Кол. цикл	Схема выполнения	Мнемоника	Операнды	Кол. цикл	Схема выполнения
ANL	A,Rr	1	$(A) \leftarrow (A) \& (Rr)$	XRL	A,Rr	1	$(A) \leftarrow (A) \oplus (Rr)$
ANL	A,dir	1	$(A) \leftarrow (A) \& (dir)$	XRL	A,dir	1	$(A) \leftarrow (A) \oplus (dir)$
ANL	A,@Rr	1	$(A) \leftarrow (A) \& ((Rr))$	XRL	A,@Rr	1	$(A) \leftarrow (A) \oplus ((Rr))$
ANL	A,#data	1	$(A) \leftarrow (A) \& (data)$	XRL	A,#data	1	$(A) \leftarrow (A) \oplus (data)$
ANL	dir,A	1	$(dir) \leftarrow (A) \& (dir)$	XRL	dir,A	1	$(dir) \leftarrow (A) \oplus (dir)$
ANL	dir,#data	2	$(dir) \leftarrow (A) \& \#data$	XRL	dir,#data	2	$(dir) \leftarrow (A) \oplus \#data$
ORL	A,Rr	1	$(A) \leftarrow (A) \vee (Rr)$	CLR	A	1	$(A) \leftarrow 0$
ORL	A,dir	1	$(A) \leftarrow (A) \vee (dir)$	CPL	A	1	$(A) \leftarrow \text{NOT}(A)$
ORL	A,@Rr	1	$(A) \leftarrow (A) \vee ((Rr))$	RL	A	1	Цикл, сдвиг влево
ORL	A,#data	1	$(A) \leftarrow (A) \vee (data)$	RLC	A	1	Сдвиг $\leftarrow$ через (C)
ORL	dir,A	1	$(dir) \leftarrow (A) \vee (dir)$	RR	A	1	Цикл, сдвиг вправо
ORL	dir,#data	2	$(dir) \leftarrow (A) \vee \#data$	RRC	A	1	Сдвиг $\rightarrow$ через (C)
				SWAP	A	1	$(A3-0) \leftarrow (A7-4)$

В другой задаче требуется осуществить мажоритарное (т.е. по принципу 2 из трех) исправление ошибок при приеме данных из канала связи. Для этого потребуется передать каждый бит трижды, затем сравнить принятые биты и два одинаковых значения из трех принять за истинный результат приема.

Если обозначить принятые биты как  $X_1, X_2$  и  $X_3$ , а результат как  $Y$ , истинное значение можно описать как функцию  $Y = \varphi(X_1, X_2, X_3)$ .

$$Y = (\overline{X_1} \wedge X_2 \wedge X_3) \vee (X_1 \wedge \overline{X_2} \wedge X_3) \vee (X_1 \wedge X_2 \wedge \overline{X_3}) \vee (X_1 \wedge X_2 \wedge X_3)$$

Полученную функцию можно упростить, преобразовав ее с использованием известных законов булевой алгебры. Принцип исправления наглядно демонстрирует таблица возможных сочетаний принятых значений битов  $X_1, X_2$  и  $X_3$  (таблица 3).

Как видно из таблицы 3 истинным считается значение бита, которое имеет два одинаковых значения в трех повторах (соответствует одной строке таблицы), поэтому функцию истинного значения результата приема можно записать так:

$$Y = (X_2 X_3) \vee (X_1 X_3) \vee (X_1 X_2)$$

Применяя логические команды ANL и ORL, можно решить задачу исправления ошибки передачи бита данных программно.

**Таблица 3 - Функция трех переменных**

Значение переданного бита			Исправленный бит
X1	X2	X3	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

## ЗАДАНИЯ И ПОРЯДОК ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

**Задание № 1.** Исследовать функционирование МК51 при выполнении арифметических команд. Задание выполнять в отладчике.

Пусть необходимо сложить два десятичных числа 91 и 9. Для выполнения задания нужно поместить эти числа в регистры, причем одно из них должно быть размещено в регистре А. Поместим, например, число 91 - в регистр R1, число 9 - в аккумулятор. Предварительно числа нужно преобразовать в 16-ричный вид (в ассемблере преобразование выполняет компилятор, в отладчике - программист).

```
MOV R1,#5BH
MOV A,#09H
```

Просмотреть и записать начальное состояние регистра признаков. Выполнить команду: `ANL A,R1`

Просмотреть содержимое регистра А и F (аккумулятора и регистра флагов, соответственно).

Поместить в регистр R2 банка 1 число 22. Ввести команду логического сложения этого числа с аккумулятором.

Объяснить действие команды. Записать предполагаемый результат.

Выполнить команду и посмотреть результат. Сравнить с предсказанным.

Выполнить приведенные ниже команды. Просмотреть изменения регистра признаков, регистров и ячеек памяти, участвовавших в операциях.

```
ANL A,#21H
XRL A,@R2
ORL A,R#64H
CPL A,R2
```

При выполнении команд обратить внимание на влияние, оказываемое той или иной командой на регистр признаков (флагов). Убедиться в соответствии полученного результата Вашим представлениям о действиях микроконтроллера. В случае несоответствия - повторить выполнение операции, либо повторно изучить смысл команд.

**Задание № 2.** Исследовать функционирование микроконтроллера при выполнении программ, содержащих логические выражения для чего:

1. Составить программу вычисления арифметического выражения. Провести анализ результата выполнения каждой команды.

2. Сравнить полученный после выполнения логической операции результат с содержимым регистра R2.

3. Если результат операции меньше содержимого R2, поместить его в ячейку с адресом 0Ah, если больше - в ячейку 09, если числа равны - оставить в аккумуляторе...

**Задание № 3.** Исследовать функционирование микроконтроллера при выполнении программ, содержащих логические функции и выражения. Для этого:

а) составить программу вычисления логического выражения и набрать ее в текстовом редакторе, сохранив в файле с расширением ASM;

б) выполнить трансляцию в машинные коды с помощью компилятора x8051.exe;

в) провести анализ результата выполнения каждой команды.

Варианты логических выражений приведены в таблице №5.

Таблица 2 - Варианты заданий

Вариант	Выражение	Вариант	Выражение
1	$(A) \wedge ((R1) \vee 11H) \oplus (R4)$	5	$(R5) \wedge (A) \oplus 5EH \vee (R2)$
2	$(A) \oplus (R0) \vee 21H \wedge (R2)$	6	$(R6) \vee (R0) \vee (6CH \oplus (R2))$
3	$(R3) \oplus 3AH \vee (R2) \wedge (A)$	7	$(R7) \wedge 72H \oplus (A) \vee (R1)$
4	$(R2) \wedge (A) \oplus (42H \vee (R4))$	8	$(R0) \wedge (A) \oplus (8BH \vee (R2))$

**Содержание отчета:**

- 1 Схема и листинг программы.
- 2 Расчет времени выполнения программы.
- 3 Выводы.

**Литература:**

1. Боборыкин А.В., Липовецкий Г.П., Литвинский Г.В., Оксинь О.Н., Прохорчик С.В., Проценко Л.В., Петренко Н.В., Сергеев А.А., Сивобород П.В. Однокристалльные микроЭВМ. -М.: МИКАП, 1994. -400с.

2. Нерода В.Я., Торбинский В.Э., Шлыков Е.Л. Однокристалльные микроЭВМ MCS-51. – М.: Диджитал Компонентс, 1995, - 164 с.

Редактор Литвинова А.А.

---

ЛР №3 от 26.04.05. В набор 28.04.05. В печать 10.05.05.

Объем 0,5 усл.печ.л. 0,4 уч.-изд.л. Офсет. Формат 60X84.16

Бумага тип № 3. Заказ № 223. Тираж 150. Цена договорная.

---

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия

344010, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина 1.