

## МОДУЛЬ 6. МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СРЕДСТВА

В результате изучения модуля студенты должны:

- **знать** системы счисления, основные команды языка Ассемблер, понятие интерфейса;
- **характеризовать** основные блоки микропроцессора и микропроцессорной системы;
- **оценивать** возможность и необходимость применения микропроцессоров при разработке автоматизированных систем управления.
- **уметь** составлять простейшие программы на Ассемблере;

Изучение модуля должно способствовать формированию у студента стремления к самоанализу, исполнительности, мобильности.

### НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ

#### Словарь основных понятий

##### *Новые понятия*

**Трансляция** – перевод программ в машинные коды.

**Бит** – единица измерения информации («0» или «1»).

**Шина** – совокупность проводников, каждый из которых предназначен для передачи соответствующего бита информации.

**Булевы переменные** – переменные, отображающие истинную или ложную информацию и принимающие два фиксированных значения: **да** или **нет**.

**Флаг** – показатель, который определяет состояние полученного в результате вычислений двоичного числа посредством булевых переменных.

**Интерфейс** – совокупность правил, устанавливающих единые принципы взаимодействия узлов и блоков микропроцессорной (МП) системы.

##### *Понятия для повторения*

**БИС** – большая интегральная схема, содержащая до  $10^4$  элементов на кристалле;

**Фотошаблон** – стеклянная пластина с нанесенным маскирующим слоем, образующим трафарет;

**Операции «И» и «ИЛИ»** – операции логического умножения и логического сложения;

**Регистры** – устройства, предназначенные для приема, хранения, передачи и преобразования информации в виде двоичного числа или другой кодовой комбинации.

## ОСНОВНОЙ ТЕКСТ

### Лекция 1. Арифметические и логические основы микропроцессорной (МП) техники

#### *План лекции:*

1. Основные понятия.
2. Арифметические и логические основы МП-техники.
3. Архитектура и структура микропроцессорной (МП) системы.

#### **Основные понятия**

Микропроцессор (МП) – это программно-управляемое устройство обработки информации, выполненное конструктивно в виде единой или нескольких больших интегральных схем (БИС).

Набор совместимых БИС с согласованными связями, предназначенный для построения микропроцессорных систем, называют микропроцессорным комплектом (МПК). Типовой МПК содержит следующие основные типы БИС: микропроцессор (МП), запоминающее устройство (ЗУ), программируемый периферийный интерфейс ввода и вывода (ППИ).

Технические средства обработки цифровой информации, созданные на базе микропроцессорных комплектов БИС, называют микропроцессорными устройствами (МП-устройства).

Собранная в единое целое совокупность взаимодействующих БИС микропроцессорного комплекта, организованная в систему обработки информации, образует микропроцессорную систему (МП - система).

Конструктивно законченная МП-система, реализованная на базе микропроцессорного комплекта БИС и имеющая свой источник питания, пульт управления, устройства ввода и вывода информации, которые позволяют использовать ее в качестве автономного устройства со своим программным обеспечением, называется микропроцессорной электронной вычислительной машиной, или микроЭВМ.

Устройство логического управления, выполненное на основе одного или нескольких микропроцессорных устройств, называют микроконтроллером. Он может быть программируемым и непро-

граммируемым. Совокупность технических и программных средств, предназначенных для автоматизации сбора, хранения, преобразования и вывода информации по заданной программе, построенная на базе МПК БИС и оснащенная специальным программным обеспечением, называется микропроцессорной техникой (МПТ) [1, 2, 4].

В системах автоматического управления микропроцессорные устройства и микроЭВМ, как правило, встраиваются непосредственно в контур объектов и являются их частью. Поэтому они оснащаются памятью, устройствами ввода-вывода и программным обеспечением, необходимым для выполнения функций управления. Применение микропроцессорной техники привело к расширению возможностей, изменению состава и способов разработки, резкому уменьшению габаритов и стоимости систем автоматизации управления различными технологическими процессами (в том числе и в сельском хозяйстве).

#### Арифметические и логические основы МП-техники

##### Способы представления информации.

Универсальным способом отображения информации при ее сборе, передаче, хранении и обработке является кодирование. Для представления числовой, буквенной, символьной, логической и др. информации в микропроцессорных системах применяются двоичные позиционные коды, в которых используются только два символа (0 и 1). Двоичные коды в микропроцессорной технике реализуются благодаря дискретному представлению электрических и других сигналов в виде импульсов или перепадов. Поэтому такую информацию называют цифровой, а соответствующие системы обработки – дискретными или цифровыми.

Один разряд двоичного кода несет информацию в 1 бит. Бит определяет содержательность информации, единичный элемент которой может принимать лишь два различных равновероятных значения 0 или 1. Для хранения 1 бита информации требуется один элемент памяти, например триггер любого типа. 1 байт = 8 бит – это восьмиразрядная двоичная информация, составляющая минимально адресуемый объем информации в большинстве вычислительных систем. Для удобства подсчета больших объемов двоичной информации вводят условные единицы 1 Кбайт = 1024 байт ( $2^{10}$ ) и Мбайт – 1024 Кбайт. Например, 64 Кбайт =  $64 \times 1024$  байт = 65 536 байт ( $2^{16}$ ).

Последовательность двоичных символов определенной длины или сигналов, направляющих эти символы, образует «слово». В общем случае «слово» имеет переменную длину. Число двоичных разрядов в слове зависит от технических возможностей МП. Количество битов в слове зависит от типа микропроцессора. Количество битов в «слове» определяется, например, числом разрядов приемных регистров, входящих в оперативную память микропроцессора. Кроме того, количество битов в «слове», предназначенное для передачи данных, равно числу проводников, составляющих тракт передачи команд и данных МП.

Пример двухбайтового слова 0100110011100111 8-разрядной микропроцессорной системы представлен на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 – Структура «слова»

##### Взаимосвязь различных систем счисления.

Любое число  $N_b$ , записанное в позиционной системе счисления, может быть представлено в виде степенного разложения:

$$N_b = K_N K_{N-1} \dots K_1 K_0 K_{-1} \dots K_{-M} = K_N b^N + K_{N-1} b^{N-1} + \dots + K_1 b^1 + K_0 b^0 + K_{-1} b^{-1} + \dots + K_{-M} b^{-M} = \sum K_i b^i,$$

где  $b$  – основание системы счисления, в качестве которого может быть принято любое число;

$K_i$  – цифры или символы числа ( $0 \leq K_i \leq b-1$ );

$n, m$  – соответственно количество целых и дробных разрядов;

$i$  – номер разряда.

Для записи числа в различных системах используются следующие цифры и символы: десятичной ( $b = 10$ ) – 0, 1...9; двоичной ( $b = 2$ ) – 0, 1; восьмеричной ( $b = 8$ ) – 0, 1 ... 7; шестнадцатеричной ( $b = 16$ ) – 0, 1 ... 9, A, B, C, D, E, F.

теричной ( $b = 16$ ) – 0, 1 ... 9, A, B, C, D, E, F. Как видно, в шестнадцатеричной системе счисления записи чисел кроме цифр десятичной системы используются буквы A, B, C, D, E, F, соответствующие числам 10, 11, 12, 13, 14, 15.

Чтобы перейти из двоичной системы в десятичную, надо числа в строке двоичного числа сложить поразрядно, например,  $11001 = 1 \times 2^0 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^4 = 1 + 0 + 0 + 0 + 8 + 16 = 25$ , т. е. двоичное число 11001 равно числу 25 в десятичной системе.

Чтобы перейти из десятичной системы в двоичную необходимо десятичное число разделить на 2, остаток от деления при этом становится младшим разрядом результата. Далее результат деления снова делится на 2, остаток будет вторым разрядом результата. Этот процесс продолжается до тех пор, пока в результате деления частное от деления станет равным нулю. Например,

$$\begin{array}{l}
 13 : 2 = 6 \text{ остаток } 1 \\
 6 : 2 = 3 \text{ остаток } 0 \\
 3 : 2 = 1 \text{ остаток } 1 \\
 1 : 2 = 0 \text{ остаток } 1
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \longleftarrow \\
 \longleftarrow \\
 \longleftarrow \\
 \longleftarrow
 \end{array}
 \Rightarrow 13_{10} = 1101_2.$$

Но так как двоичные числа содержат больше цифр, чем их десятичный эквивалент, то при записи двоичного числа легко ошибиться. Для того, чтобы этого избежать используют более компактное представление чисел в восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления, так как преобразование из десятичной системы в двоичную систему неудобно.

Чтобы перевести двоичное число в восьмеричную систему его разбивают на группы по 3 разряда, начиная справа. Каждая группа заменяется ее восьмеричным эквивалентом. Например,

$$\underbrace{011}_3 \mid \underbrace{110}_6 \mid \underbrace{010}_2 = 362_8.$$

Еще более компактным представлением двоичных чисел является их представление в шестнадцатеричной системе счисления.

Чтобы преобразовать двоичное число в шестнадцатеричную систему это число делится на группы по 4 разряда и каждая группа преобразуется в соответствующий символ. Чтобы произвести обратное преобразование, каждый символ заменяется четырьмя разрядами. Например,

$$\underbrace{1111}_F \mid \underbrace{0010}_6 = F6_{16}.$$

Информация, представленная в числовом варианте, представляется машинным кодом, т. е. машинным языком, понятным МП.

Обычно эти коды записывают сокращенными английскими словами в виде мнемокода или мнемоники. Программы, написанные с использованием мнемоники, называют программами, написанными на языке Ассемблер – языке нижнего уровня.

Кроме алфавитно-цифровой информации, которая представляется двоичными константами 1 и 0, в микропроцессорной технике применяется логическая информация. В зависимости от того, истинно ли какое-то событие или нет, переменная, отображающая эту информацию, может принимать два фиксированных значения: **да** или **нет**, **истина** или **ложь**. Такие переменные называются логическими (булевыми) переменными.

### Архитектура и структура МП-системы

Под архитектурой МП-систем понимается абстрактное представление о системе, определяющее ее возможности по аппаратурной и программной реализации необходимых функций. Архитекту-

ра объединяет аппаратные, микропрограммные и программные средства микропроцессорной техники.

Микропроцессорная система (рисунок 6.2) или микроЭВМ включает в себя один или несколько микропроцессоров, БИС постоянной (ПЗУ) и оперативной памяти (ОЗУ), БИС управления вводом и выводом информации, генератор тактовых импульсов и некоторые другие схемы. Связаны эти устройства между собой посредством системы шин. Шина – это совокупность проводников, каждый из которых предназначен для передачи соответствующего бита информации. Обработка в МП-системе информация вводится или выводится с помощью специальных устройств ввода и вывода информации, называемых периферийными устройствами (ПУ). Информация, необходимая для функционирования МП-системы (программы и данные), хранится в блоке памяти (в ОЗУ и ПЗУ).

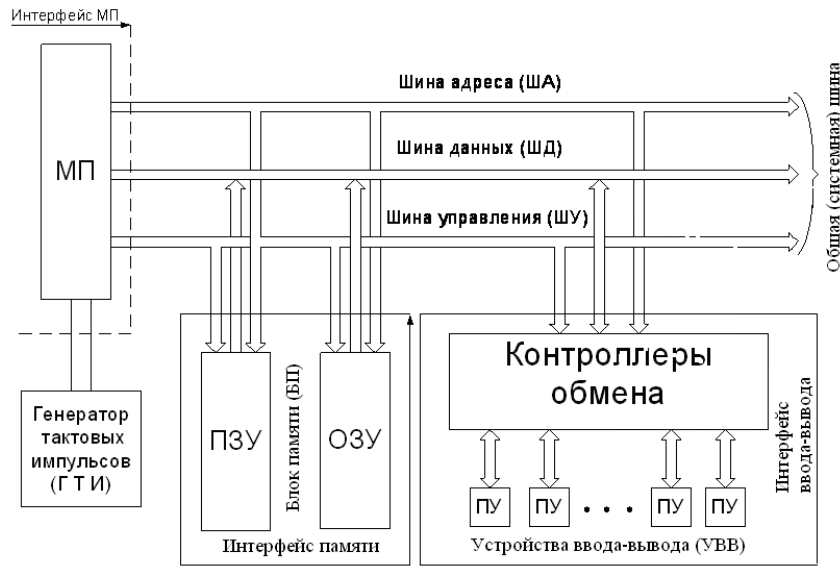


Рисунок 6.2 – Структура МП-системы

**ПЗУ** – постоянное запоминающее устройство, которое в процессе работы микропроцессорной системы позволяет осуществлять только чтение заранее записанных данных, имеет высокую скорость работы и является энергонезависимым, т. е. сохраняет информацию при выключении питания.

По способу занесения информации ПЗУ делятся на два вида:

1) неперепрограммируемые ПЗУ:

- а) программируемые маской на предприятии-изготовителе;
  - б) ПЗУ, однократно программируемые пользователем;
- 2) перепрограммируемые ПЗУ (ППЗУ).

В случае (а) информация заносится в процессе изготовления микросхемы с помощью соответствующих фотошаблонов. В случае (б) запись информации производится пользователем с помощью специальных устройств (программаторов).

Перепрограммируемые ПЗУ допускают стирание записанной и запись новой информации.

**ОЗУ** работает в режимах оперативной (т. е. совпадающим с темпом работы МП) записи и чтения данных. ОЗУ энергозависимы, т. е. информация теряется при выключении питания. Объем памяти ОЗУ, применяемых в микросхемах памяти, зависит от количества разрядов линий передачи адреса. Например, для организации памяти общим объемом 256 слов по восемь разрядов на базе микросхем памяти, содержащих 256 элементов памяти, требуется восемь адресных линий (от  $A_0$  до  $A_7$ ).

Существует два типа полупроводниковых ОЗУ:

- 1) статические ОЗУ;
- 2) динамические ОЗУ.

Блок памяти содержит большое количество ячеек, каждая из которых хранит 1 бит информации. Эти ячейки связаны в группы фиксированных размеров, которые называются «словами». Чтобы облегчить доступ к любому «слову» памяти, с каждым положением «слова» связано некоторое имя. Эти имена являются числами, которые указывают положение «слова» и называются «адресами».

Объем памяти применяемых микросхем памяти зависит от количества разрядов линий передачи адреса. Для организации памяти общим объемом 256 слов по восемь разрядов на базе микросхем памяти, содержащих 256 элементов памяти, требуется восемь адресных линий (от  $A_0$  до  $A_7$ ). Для организации памяти объемом 1024 восьмиразрядных слов на базе микросхем, содержащих 1024 элемента памяти, требуется десять адресных линий (от  $A_0$  до  $A_9$ ).

**Устройства ввода-вывода (УВВ)** – это технические средства, способные воспринимать данные, передаваемые извне в регистры МП или в память (порты ввода), а также передаваемые из регистров МП и ячеек памяти (порты вывода) на периферийные устройства (ПУ).

Функционирование всех узлов и блоков МП-системы осуществляется с помощью **ГТИ** – генератора тактовых импульсов (или синхронизатора).

Для выполнения МП одной команды, хранящейся в блоке памяти, требуются несколько периодов тактовых импульсов (рисунок 6.3).

Время выполнения команды называется командным циклом, который может включать один или несколько машинных циклов, который в свою очередь, состоит из цикла выборки и исполнительного цикла.

Во время цикла выборки МП определяет адрес команды, находящейся в ЗУ, и считывает эту команду в МП. За время исполнительного цикла МП осуществляет выполнение считанной команды.

**Блок МП** – это устройство, выполняющее функции программной обработки информации и реализованное по одной схеме большой степени интеграции (БИС) или в виде модуля, содержащего несколько БИС. МП является основой, «мозгом» МП-системы.

**Шина данных** – служит для обмена операциями (исходными элементами данных), под которыми понимаются числовые данные или команды, которые также представляются числами.

**Шина адреса** – служит для передачи адресов, т. е. для указания местоположения ячейки памяти в блоке памяти.

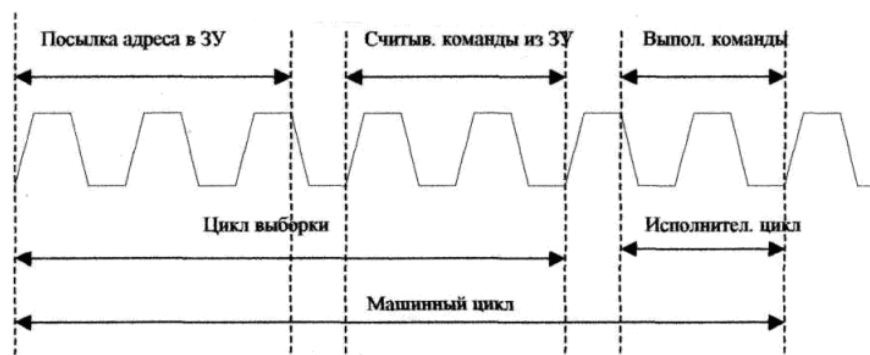


Рисунок 6.3 – Структура машинного цикла, вырабатываемого ГТИ

**Шина управления** - служит для обмена между блоками сигналами управления.

### **Организация работы микропроцессорной системы.**

В ходе работы МП-системы МП на шину адреса выдает адрес ячейки памяти (ОЗУ и ПЗУ), в которой хранится очередная команда. По шине управления туда поступают сигналы, обеспечивающие чтение содержимого, указываемой шиной адреса, ячейки памяти. Запрошенная команда выдается на шину данных, откуда она принимается в МП. Здесь команда расшифровывается. Если данные, действия над которыми предусматривает команда, находятся в регистрах МП, то он приступает к выполнению указанной в команде операции. Если же при расшифровке команды выясняется, что участвующие в операции данные находятся в памяти, то МП выставляет адрес ячейки операнда на шину адреса. После выдачи данных из памяти через шину данных над ними выполняются операции. После завершения выполнения текущей команды на шину адреса выдается адрес следующей команды и процесс повторяется [3, 5, 6].

В процессе работы МП-системы результаты по мере необходимости могут выдаваться на ПУ (для управления объектами, отображения на экране дисплея и т. д.) либо вводиться с ПУ (например, с датчиков, после некоторых преобразований, с клавиатуры и т. д.).

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Что такое микропроцессор, микропроцессорный комплект, микропроцессорные устройства, микроЭВМ?
2. Что такое бит, байт, двоичное «слово»?
3. Как осуществить преобразование двоичной информации в десятичную форму счисления и наоборот?
4. Как осуществить преобразование десятичной информации в шестнадцатеричную форму счисления и наоборот?
5. Приведите структуру и назовите назначение блока памяти.
6. Назовите назначение и принцип работы генератора тактовых импульсов.
7. Приведите структуру и назовите назначение различных шин МП-системы.

### **Лекция 2. Микропроцессоры (МП)**

#### **План лекции:**

1. Архитектура и структура МП.
2. Сопряжение МП с внешними устройствами. Понятие интерфейса.
3. Системы команд микропроцессора.

## Архитектура и структура МП

Основным модулем любого МП (рисунок 6.4) является арифметико-логическое устройство (АЛУ), выполняющее операции сложения, вычитания, а также логические операции «И», «ИЛИ» над двумя числами (операндами) с выдачей результата по одному выходу. Ввод данных осуществляется с помощью аккумулятора А и регистра временного хранения (ВР) (рисунок 6.4). В процессе обработки чаще всего участвуют две величины, которые вводятся в эти указанные регистры, находящиеся на выходе АЛУ. Результат вычисления возвращается в аккумулятор А. Оба входных регистра могут загружаться из источника данных, присоединенных к шине данных. Таким источником могут быть внутренние регистры В, С, D, E, H и L, устройство ввода-вывода и внешнее ЗУ. Внутренние регистры предназначены для хранения промежуточных результатов вычислений.

Как данные, так и команды вводятся через шину данных. Команды передаются во время цикла ввода (или выборки) команд и используются для обработки данных в течение исполнительного цикла.

Требуемый порядок следования этих операций обеспечивает устройство управления (УУ). Устройство управления не только управляет работой МП, но и запускает в определенные моменты времени ряд внешних устройств. К ним относятся внешние ЗУ и порты ввода-вывода информации.

Такие операции осуществляются с помощью команд WR (запись) и RD (чтение), одновременно с которыми на адресную шину поступает код адреса для поиска требуемой ячейки ЗУ.

С помощью управляющего сигнала ALE (address latch enable – разрешение адресного режима) часть информации шины адресов, а именно биты от A0 до A7 включительно, выводятся из МП по шине данных. Это делается для более эффективного использования внешних выводов корпуса МП. Временное разделение (мультиплексирование) с помощью ALE позволяет выдать всю адресную информацию через шины адресов и данных с тем, чтобы по окончании действия ALE снова использовать шину данных для передачи данных.

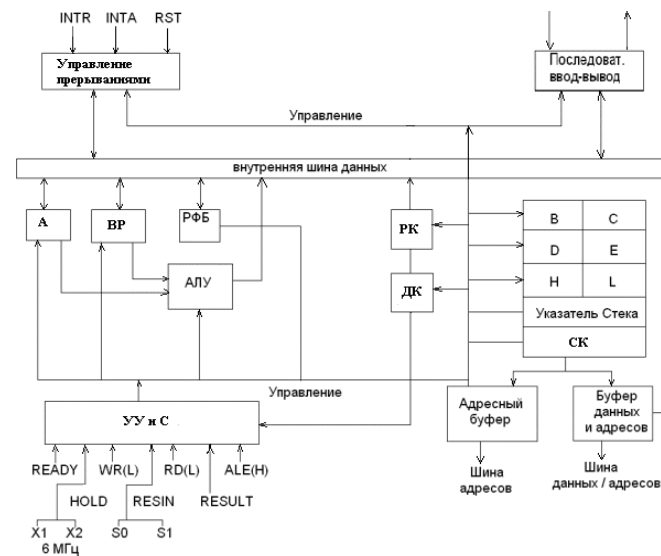


Рисунок 6.4 – Структура МП

С помощью внешнего сигнала HOLD (захват шины) можно предписать МП не пользоваться шинами адреса, данных и управления. МП при этом переводится в состояние ожидания и находится в этом состоянии до тех пор, пока не получит сообщение, что требуемый регистр перешёл в состояние готовности или что требуемый адрес найден в ЗУ. Сообщение об этом поступает в виде сигнала READY.

Сигнал RESIN (внутренний сброс) позволяет установить счетчик команд в нужное состояние. В этом случае программа будет автоматически начинаться снова. Сигналы состояния S0 и S1 содержат информацию о состоянии МП.

С помощью блока «Управление прерываниями» производится прерывание выполнения основной программы с помощью команды INTR и переход к выполнению требуемой подпрограммы с помощью команд INTA и RST.

С помощью блока «Последовательный ввод-вывод» можно вывести последовательно из МП параллельный набор битов или ввести в МП последовательный набор битов и преобразовать его в параллельный набор. Такое преобразование требуется, если необходимо передавать данные по одной линии, например, в процессе об-

мена данными. Связь МП с внешними схемами осуществляется через буферы (адресный, данных и адресов).

В структурной схеме МП для временного хранения данных имеются регистр указателя стека и счётчик команд (СК). Указатель стека сообщает, по какому адресу стекового ЗУ (т. е. в зарезервированной части ЗУ) записан последний байт.

В счётчике команд (СК) производится подсчет адресов команд программы во время выполнения вычислений. В зависимости от номера выполненной команды изменяется содержимое указателя стека.

С регистром команд (РК) соединен дешифратор команд (ДК), предназначенный для выбора источников, приемников и операций АЛУ. Регистр команд и дешифратор команд используются для получения дешифрации кода команды.

При извлечении команды первый байт, содержащий её код, помещается в регистр команд и поступает в дешифратор (ДК). Дешифратор команд совместно с устройством управления и синхронизации (УУ и С) формируют управляющие сигналы для всех внутренних блоков МП.

Регистр флажковых битов (РФБ) содержит 5 булевых переменных, называемых флажковыми состояниями:

1) Z-бит (бит нуля), устанавливается в 1, если результат действия команды равен 0. В противном случае он устанавливается в 0.

2) S-бит (бит знака), устанавливается в 1, если значащий бит результата равен 1. В противном случае устанавливается в 0.

3) P-бит (бит чётности), устанавливается в 1, если результат содержит четное число единиц.

4) C-бит (бит переноса), устанавливается в 1, если произошло переполнение АЛУ, т. е. в случае результата, превышающего  $2^8$  (1 байт) или меньшего 0.

5) A-бит (бит добавочного переноса), устанавливается в 1, если при выполнении операции десятичной арифметики формируется перенос из третьего бита в четвёртый в данном байте.

### **Сопряжение МП с внешними устройствами. Понятие интерфейса**

Для подключения разнообразных устройств ввода или вывода данных необходимо привести их связи и сигналы к стандартному виду, т. е. провести согласование интерфейсов. Для этого используется специальный аппаратный блок – информационный контроллер, имеющий стандартный интерфейс со стороны подключения к

шине данных и не стандартный интерфейс со стороны устройства ввода-вывода.

### ***Интерфейс в микропроцессорных системах.***

Взаимное сопряжение устройств микропроцессорной системы обеспечивается посредством системы аппаратных и программных средств, называемых интерфейсом.

**Интерфейс** – это совокупность правил, устанавливающих единые принципы взаимодействия узлов и блоков МП-системы.

В состав интерфейса входят:

-аппаратурные средства соединения устройств (например, разъёмы);  
-программные средства, описывающие характер сигналов интерфейса;

-описание электрофизических параметров сигналов.

В зависимости от структуры системы и особенностей взаимодействия компонентов можно условно выделить несколько уровней интерфейсов: внутрислатные или внутримодульные; межслатные или внутрислочно-межблочные; межблочные; интерфейсы распределенных систем управления.

В качестве периферийных устройств для ввода и вывода информации могут использоваться клавиатуры, дисплеи, принтеры, преобразователи информации, линии связи и т. п. Для подключения их к системной шине требуются определенные технические и программные средства – соответствующие устройства сопряжения, сигналы, системы команд. Эти средства объединяются в понятие интерфейс ввода-вывода. Средствами подключения внешних устройств к МП являются порты ввода-вывода.

Обмен данными с периферийными устройствами может осуществляться в программно управляемом режиме, либо способом **прямого доступа к памяти** (ПДП). Программно управляемый режим обмена с ПУ организуется по программе, которая хранится в памяти. При программно управляемой передаче данных микропроцессор (МП) на время операции обмена отвлекается от выполнения основной программы, что приводит к снижению производительности МП-системы.

Способ прямого доступа к памяти осуществляется путем отключения микропроцессора от шин адреса и данных (переходя в режим захвата). Обмен между ПУ и ОЗУ осуществляется непосредственно. Прямой доступ к памяти резко повышает предельную скорость ввода-вывода информации и общую производительность МП-системы, делает ее более эффективной для работы в системах реального времени.

### Системы команд микропроцессора

Программой называется последовательность команд для центрального процессора, выполнение которых позволяет решить данную задачу. Последовательность команд представляет собой последовательность действий, которые необходимо выполнить, и называется алгоритмом.

Микропроцессорная система воспринимает только двоичные коды. Поэтому программу, составленную в мнемокодах, необходимо переводить в ее двоичный эквивалент. Это можно сделать вручную, используя таблицы соответствия системы команд для данного МП, или с помощью специальных программ. Более полную автоматизацию процессов программирования обеспечивает язык Ассемблер, в котором вместо кодовых комбинаций используются мнемонические обозначения операций. Следует отметить, что каждый МПК имеет свой язык Ассемблер.

Язык Ассемблер в упрощенном виде представляет собой сокращенные английские слова, обозначающие определенную команду [8, 10].

Для удобства программа на языке Ассемблер разделяется на поля:

Метка	Код	Операнд	Комментарий
HERE:	MVI	C, 56H;	Загрузка C по адресу 56H
THERE:	JMP	NEXT;	Переход к NEXT
MAYBE:	XRA	D ;	Операция исключаящее ИЛИ между аккумулятором и регистром D

Поле «метка» может содержать любое символическое имя, ссылающееся к той позиции памяти, которой впоследствии будет назначен адрес. Поле «код» содержит обозначение той операции, которую необходимо выполнить.

Источник и назначение (т. е. откуда и куда идет информация) определяются в поле «операнд». Это может быть буква, обозначающая регистр, непосредственные данные или символическое имя. Если требуется задать оба операнда, то они записываются через запятую. Такие поля языка Ассемблер могут интерпретироваться в зависимости от конкретного микропроцессора.

Основные команды микропроцессора условно можно разделить на несколько групп:

- 1) команды пересылки данных, которые осуществляют обмен между памятью и регистром или между регистрами;
- 2) команды арифметические;
- 3) команды логические;
- 4) команды перехода (изменяют нормальную последовательность исполнения команд).

Существуют еще команды обработки булевых данных, команды циклического сдвига, псевдокоманды и др.

#### Вопросы для самоконтроля:

1. Назначение блока «Устройство управления и синхронизации» и основные команды, которые на него подаются.
2. Назначение различных типов регистров в МП.
3. Принцип работы блока «Управление прерываниями».
4. Что показывает регистр флажковых битов?
5. Что такое интерфейс?
6. Каково устройство и назначение портов ввода-вывода?
7. Назначение блока «Последовательный ввод-вывод».
8. Какие системы команд МП вы знаете? Приведите примеры.

### Материалы к лабораторным и практическим работам

#### Лабораторные работы

**Тема** «Исследование микропроцессора».

#### Базовые проблемы:

- 1 Структура МП.
2. Порядок выполнения основных команд.

**Перед выполнением лабораторной работы необходимо подготовить** протокол лабораторной работы, который включает название работы, цель работы, предварительное задание к эксперименту, таблицы результатов вычислений, программу.

Предварительное задание к эксперименту заключается в том, что необходимо осуществить перевод числа  $X$  из десятичной формы в двоичную и шестнадцатеричную. Число  $X$  определяется как число 8, умноженное на номер по журналу, плюс номер группы.

**Экспериментальная часть включает** проведение исследований в соответствии с методическими указаниями к лабораторной работе.

**Тема** «Изучение интегрированной среды МП».

**Базовые проблемы:**

1. Изучение и использование команд логического сложения, логического умножения и сдвига в МП.
2. Отладка программ.

**Перед выполнением лабораторной работы необходимо подготовить** протокол лабораторной работы, который включает название работы, цель работы, предварительное задание к эксперименту, таблицы результатов вычислений, программу.

**Предварительное задание к эксперименту:** выбрать из инструкций команды, используемые операнды и представленные операции в математической форме для выполнения следующих операций.

1. Сложение без переноса.
2. Сложение с переносом.
3. Вычитание без переноса.
4. Вычитание непосредственное.
5. Вычитание с переносом.
6. Вычитание константы с переносом.
7. Логическое И.
8. Логическое И с константой.
9. Логическое ИЛИ.
10. Логическое ИЛИ с константой.
11. Увеличение регистра на 1
12. Уменьшение регистра на 1
13. Относительный переход.
14. Косвенный переход.
15. Скопировать регистр.
16. Загрузить значение переменной.
17. Загрузить константу.
18. Логический сдвиг влево.
19. Логический сдвиг вправо.
20. Сдвиг влево с переносом.
21. Сдвиг вправо с переносом.
22. Арифметический сдвиг.

**Экспериментальная часть** включает проведение исследований в соответствии с методическими указаниями к лабораторной работе.

**Практические работы**

**Тема** «Программирование на Ассемблере».

**Базовые проблемы:**

1. Решение задач:
  - составить программу для сложения и вычитания двух чисел с переносом в соответствии с заданным вариантом;
  - произвести отладку программы и ее запуск.

**Варианты задач представлены в таблице:**

		Предпоследняя цифра шифра студента									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра шифра студента	1	1100; 1000	1099; 995	1098; 990	1097; 985	1096; 980	1095; 975	1094; 970	1093; 965	1092; 960	1091; 955
	2	1090; 950	1089; 945	1088; 940	1087; 935	1086; 930	1085; 925	1084; 920	1083; 915	1082; 910	1081; 905
	3	1080; 900	1079; 895	1078; 890	1077; 885	1076; 880	1075; 875	1074; 870	1073; 865	1072; 860	1071; 855
	4	1070; 850	1069; 845	1068; 840	1067; 835	1066; 830	1065; 825	1064; 820	1063; 815	1062; 810	1061; 805
	5	1060; 800	1059; 795	1058; 790	1057; 785	1056; 780	1055; 775	1054; 770	1053; 765	1052; 760	1051; 755
	6	1050; 750	1049; 745	1048; 740	1047; 735	1046; 730	1045; 725	1044; 720	1043; 715	1042; 710	1041; 705
	7	1040; 700	1039; 695	1038; 690	1037; 685	1036; 680	1035; 675	1034; 670	1033; 665	1032; 660	1031; 655
	8	1030; 650	1029; 645	1028; 640	1027; 635	1026; 630	1025; 625	1024; 620	1023; 615	1022; 610	1021; 605
	9	1020; 600	1019; 595	1018; 590	1017; 585	1016; 580	1015; 575	1014; 570	1013; 565	1012; 560	1011; 555
	0	1010; 550	1009; 545	1008; 540	1007; 535	1006; 530	1005; 525	1004; 520	1003; 515	1002; 510	1001; 505

**Форма контроля** - представить отчет, включающий разработанную и отлаженную программу для сложения и вычитания двух чисел с переносом в соответствии с заданным вариантом.

## Задания для управляемой самостоятельной работы студентов

### Задание 1.

Изучить основные блоки, входящие в структуру МП и МП-системы, их назначение и взаимосвязь.

### Задание 2.

Составить программу для МП для выполнения операций логического сложения, логического умножения и сдвига.

### Форма контроля.

Представить преподавателю отчет, в который входит:

1. Описание отдельных функциональных узлов МП в соответствии с вариантом.

**Вариант 1.** Структура, назначение и функционирование АЛУ.

**Вариант 2.** Структура и назначение программных счетчиков и указателя стека в микропроцессорах.

**Вариант 3.** Состав и назначение трех системных шин МП-устройства.

**Вариант 4.** Структура ПЗУ и ОЗУ, принцип выборки адреса, записи и чтения информации.

**Вариант 5.** Структура и назначение портов ввода-вывода. Программируемые порты ввода-вывода.

**Вариант 6.** Основные регистры в составе МП, их назначение.

**Вариант 7.** Структура и назначение блока памяти в МПС, виды памяти, их особенности.

**Вариант 8.** Устройства ввода-вывода МПС.

**Вариант 9.** Назначение генератора тактовых импульсов. Выполнение им своих функций.

**Вариант 10.** Виды периферийных устройств, их назначение и соединение с МПС.

**Вариант 11.** Устройство управления и синхронизации МП: структура, назначение, принцип работы.

**Вариант 12.** Блок «Управление прерываниями» в МП: назначение, принцип работы с учетом основных команд, поступающих на этот блок.

**Вариант 13.** Блок «Последовательный ввод-вывод» в МП: назначение, принцип работы.

**Вариант 14.** Структура и назначение РФБ.

**Вариант 15.** Структура и назначение регистра команд и дешифратора команд?

2. Составление программы для МП по выполнению операций логического сложения, логического умножения или сдвига в соответствии с заданным вариантом.

## Пример комплексного задания (билета) для контроля результатов обучения по модулю 6

### 1-й уровень.

1. Что такое бит, байт, двоичное «слово»?

2. Переведите десятичное число 135 в двоичную и шестнадцатеричную системы счисления.

3. Приведите структурную схему микропроцессорной системы.

4. Что такое интерфейс?

5. Каково назначение АЛУ? Какие устройства могут служить источниками данных для АЛУ?

6. Перечислите основные группы команд Ассемблера.

### 2-й уровень.

1. Какую роль играют шины данных, адреса и управления в МП-системе? Откуда и куда могут передаваться сигналы по этим шинам.

2. Сравните известные Вам виды памяти МП-системы.

3. В результате проведения операции в АЛУ в аккумулятор было записано число 10110100. В какие состояния установятся булевы переменные в РФБ?

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Миловзоров, О.В. Электроника [Текст]: учебник для вузов / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. – Москва: Высшая школа, 2005. – 288 с.
2. Бобровников, Л.З. Электроника [Текст]: учебник для вузов / Л.З. Бобровников - СПб.: Питер, 2004. – 560 с.
3. Арестов, К.А. Основы электроники и микропроцессорной техники [Текст] / К.А. Арестов. – Москва: Колос, 2001. – 216 с.
4. Основы электроники, микропроцессорной техники и техники связи [Текст]: учебно-методическое пособие / БГАТУ, кафедра автоматизированных систем управления производством; сост. Дудников И.Л., Матвеев И.П. – Минск, 2005. – 139 с.
5. Галкин, В.И. Промышленная электроника и микроэлектроника [Текст] / В.И. Галкин. – Минск: Беларусь, 2000. – 350 с.
6. Фурунжиев, Р.И. Микропроцессорная техника в автоматике [Текст] / Р.И. Фурунжиев, Н.И. Бохан. – Минск: Ураджай, 1991. – 280 с.

### Дополнительная

7. Ибрагим, К.Ф. Основы электронной техники. Элементы, схемы, системы [Текст]: пер. с англ. / К.Ф. Ибрагим. – Москва: Мир, 2001. – 398 с.
8. Арестов, К.А. Основы электроники и микропроцессорной техники [Текст] / К.А. Арестов. – Москва: Колос, 2001. – 216 с.
9. Лачин, В.И. Электроника [Текст] / В.И. Лачин, Н.С. Савелов. – Ростов н/Д: Феникс, 2000. – 448 с.
10. Токхайм, Р. Микропроцессоры [Текст]: курс и упражнения / Р. Токхайм. – Москва: Энергоатомиздат, 1988. – 336 с.