



# Микропроцессорные СИСТЕМЫ

## МИКРОПРОЦЕССОРЫ И МИКРОЭВМ

## Введение

По числу больших интегральных схем (БИС) в микропроцессорном комплекте различают микропроцессоры однокристалльные, многокристалльные и многокристалльные секционные. Процессоры даже самых простых ЭВМ имеют сложную функциональную структуру, содержат большое количество электронных элементов и множество разветвленных связей. Изменять структуру процессора необходимо так, чтобы полная принципиальная схема или ее части имели количество элементов и связей, совместимое с возможностями БИС. При этом микропроцессоры приобретают внутреннюю магистральную архитектуру, т. е. в них к единой внутренней информационной магистрали подключаются все основные функциональные блоки (арифметико-логический, рабочих регистров, стека, прерываний, интерфейса, управления и синхронизации и другие.). Для обоснования классификации микропроцессоров по числу БИС надо распределить все аппаратные блоки процессора между основными тремя функциональными частями: операционной, управляющей и интерфейсной. Сложность операционной и управляющей частей процессора определяется их разрядностью, системой команд и требованиями к системе прерываний; сложность интерфейсной части разрядностью и возможностями подключения других устройств ЭВМ (памяти, внешних устройств, датчиков и исполнительных механизмов и др.). Интерфейс процессора содержит несколько десятков информационных шин данных (ШД), адресов (ША) и управления (ШУ). Однокристалльные микропроцессоры получают при реализации всех аппаратных средств процессора в виде одной БИС или СБИС (сверхбольшой интегральной схемы).

Для получения многокристального микропроцессора необходимо провести разбиение его логической структуры на функционально законченные части и реализовать их в виде БИС (СБИС). Функциональная законченность БИС многокристального микропроцессора означает, что его части выполняют заранее определенные функции и могут работать автономно. На рис. 1.1,а показано функциональное разбиение структуры процессора при создании трехкристального микропроцессора (пунктирные линии), содержащего БИС операционного (ОП), БИС управляющего (УП) и БИС интерфейсного (ИП) процессоров.

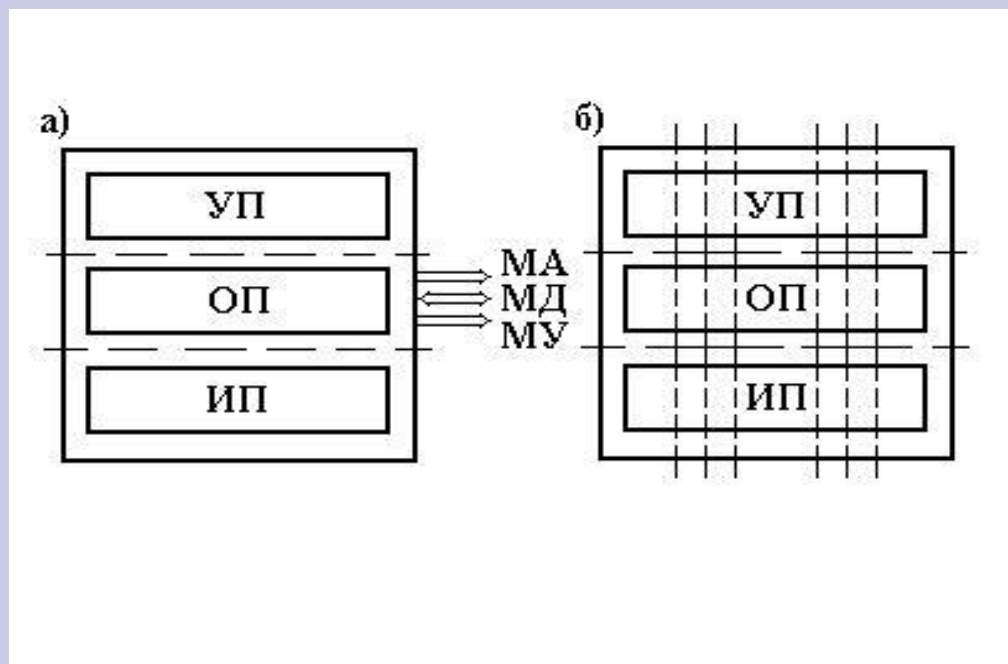


Рис. 1.1 Функциональная структура процессора (а) и ее разбиение для реализации процессора в виде комплекта секционных БИС.

Операционный процессор служит для обработки данных, управляющий процессор выполняет функции выборки, декодирования и вычисления адресов операндов и также генерирует последовательности микрокоманд. Автономность работы и большое быстродействие БИС УП позволяет выбирать команды из памяти с большей скоростью, чем скорость их исполнения БИС ОП. При этом в УП образуется очередь еще не исполненных команд, а также заранее подготавливаются те данные, которые потребуются ОП в следующих циклах работы. Такая опережающая выборка команд экономит время ОП на ожидание операндов, необходимых для выполнения команд программ. Интерфейсный процессор (ИП) позволяет подключить память и периферийные средства к микропроцессору; он, по существу, является сложным контроллером для устройств ввода/вывода информации. БИС ИП выполняет также функции канала прямого доступа к памяти. Выбираемые из памяти команды распознаются и выполняются каждой частью микропроцессора автономно, и поэтому может быть обеспечен режим одновременной работы всех БИС МП, т.е. конвейерный поточный режим исполнения последовательности команд программы (выполнение последовательности с небольшим временным сдвигом). Такой режим работы значительно повышает производительность микропроцессора. По назначению различают универсальные и специализированные микропроцессоры. Универсальные микропроцессоры могут быть применены для решения широкого круга разнообразных задач. При этом их эффективная производительность слабо зависит от проблемной специфики решаемых задач. Специализация МП, т.е. его проблемная ориентация на ускоренное выполнение определенных функций позволяет резко увеличить эффективную производительность при решении только определенных задач.

Среди специализированных микропроцессоров можно выделить различные микроконтроллеры, ориентированные на выполнение сложных последовательностей логических операций, математические МП, предназначенные для повышения производительности при выполнении арифметических операций за счет, например, матричных методов их выполнения, МП для обработки данных в различных областях применений и т. д. С помощью специализированных МП можно эффективно решать новые сложные задачи параллельной обработки данных. Например, конволюция позволяет осуществить более сложную математическую обработку сигналов, чем широко используемые методы корреляции. Последние в основном сводятся к сравнению всего двух серий данных: входных, передаваемых формой сигнала, и фиксированных опорных и к определению их подобия. Конволюция дает возможность в реальном масштабе времени находить соответствие для сигналов изменяющейся формы путем сравнения их с различными эталонными сигналами, что, например, может позволить эффективно выделить полезный сигнал на фоне шума. Разработанные однокристалльные конвольверы используются в устройствах опознавания образов в тех случаях, когда возможности сбора данных превосходят способности системы обрабатывать эти данные. По виду обрабатываемых входных сигналов различают цифровые и аналоговые микропроцессоры. Сами микропроцессоры цифровые устройства, однако, могут иметь встроенные аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Поэтому входные аналоговые сигналы передаются в МП через преобразователь в цифровой форме, обрабатываются и после обратного преобразования в аналоговую форму поступают на выход.

С архитектурной точки зрения такие микропроцессоры представляют собой аналоговые функциональные преобразователи сигналов и называются аналоговыми микропроцессорами. Они выполняют функции любой аналоговой схемы (например, производят генерацию колебаний, модуляцию, смещение, фильтрацию, кодирование и декодирование сигналов в реальном масштабе времени и т.д., заменяя сложные схемы, состоящие из операционных усилителей, катушек индуктивности, конденсаторов и т.д.). При этом применение аналогового микропроцессора значительно повышает точность обработки аналоговых сигналов и их воспроизводимость, а также расширяет функциональные возможности за счет программной "настройки" цифровой части микропроцессора на различные алгоритмы обработки сигналов. Обычно в составе однокристальных аналоговых МП имеется несколько каналов аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования. В аналоговом микропроцессоре разрядность обрабатываемых данных достигает 24 бит и более, большое значение уделяется увеличению скорости выполнения арифметических операций. Отличительная черта аналоговых микропроцессоров способность к переработке большого объема числовых данных, т. е. к выполнению операций сложения и умножения с большой скоростью при необходимости даже за счет отказа от операций прерываний и переходов. Аналоговый сигнал, преобразованный в цифровую форму, обрабатывается в реальном масштабе времени и передается на выход обычно в аналоговой форме через цифро-аналоговый преобразователь.

Сравнение цифровых микропроцессоров производится сопоставлением времени выполнения ими списков операций. Сравнение же аналоговых микропроцессоров производится по количеству эквивалентных звеньев аналого-цифровых фильтров рекурсивных фильтров второго порядка. Производительность аналогового микропроцессора определяется его способностью быстро выполнять операции умножения: чем быстрее осуществляется умножение, тем больше эквивалентное количество звеньев фильтра в аналоговом преобразователе и тем более сложный алгоритм преобразования цифровых сигналов можно задавать в микропроцессоре. Одним из направлений дальнейшего совершенствования аналоговых микропроцессоров является повышение их универсальности и гибкости. Поэтому вместе с повышением скорости обработки большого объема цифровых данных будут развиваться средства обеспечения развитых вычислительных процессов обработки цифровой информации за счет реализации аппаратных блоков прерывания программ и программных переходов. По характеру временной организации работы микропроцессоры делят на синхронные и асинхронные. Синхронные микропроцессоры - микропроцессоры, в которых начало и конец выполнения операций задаются устройством управления (время выполнения операций в этом случае не зависит от вида выполняемых команд и величин операндов). Асинхронные микропроцессоры позволяют начало выполнения каждой следующей операции определить по сигналу фактического окончания выполнения предыдущей операции. Для более эффективного использования каждого устройства микропроцессорной системы в состав асинхронно работающих устройств вводят электронные цепи, обеспечивающие автономное функционирование устройств.

Закончив работу над какой-либо операцией, устройство вырабатывает сигнал запроса, означающий его готовность к выполнению следующей операции. При этом роль естественного распределителя работ принимает на себя память, которая в соответствии с заранее установленным приоритетом выполняет запросы остальных устройств по обеспечению их командной информацией и данными. По организации структуры микропроцессорных систем различают микроЭВМ одно- и многомагистральные. В одномагистральных микроЭВМ все устройства имеют одинаковый интерфейс и подключены к единой информационной магистрали, по которой передаются коды данных, адресов и управляющих сигналов. В многомагистральных микроЭВМ устройства группами подключаются к своей информационной магистрали. Это позволяет осуществить одновременную передачу информационных сигналов по нескольким (или всем) магистралям. Такая организация систем усложняет их конструкцию, однако увеличивает производительность. По количеству выполняемых программ различают одно- и многопрограммные микропроцессоры. В однопрограммных микропроцессорах выполняется только одна программа. Переход к выполнению другой программы происходит после завершения текущей программы. В много- или мультипрограммных микропроцессорах одновременно выполняется несколько (обычно несколько десятков) программ. Организация мультипрограммной работы микропроцессорных управляющих систем позволяет осуществить контроль за состоянием и управлением большим числом источников или приемников информации



## Основные характеристики микропроцессора

### **Микропроцессор характеризуется:**

1) тактовой частотой, определяющей максимальное время выполнения переключения элементов ЭВМ;

2) разрядностью, т.е. максимальным числом одновременно обрабатываемых двоичных разрядов. Разрядность МП обозначается  $m/n/k/$  и включает:  $m$  - разрядность внутренних регистров, определяет принадлежность к тому или иному классу про  $n$  - разрядность шины данных, определяет скорость передачи информации;  $k$  - разрядность шины адреса, определяет размер адресного пространства. Например, МП i8088 характеризуется значениями  $m/n/k=16/8/20$ ;

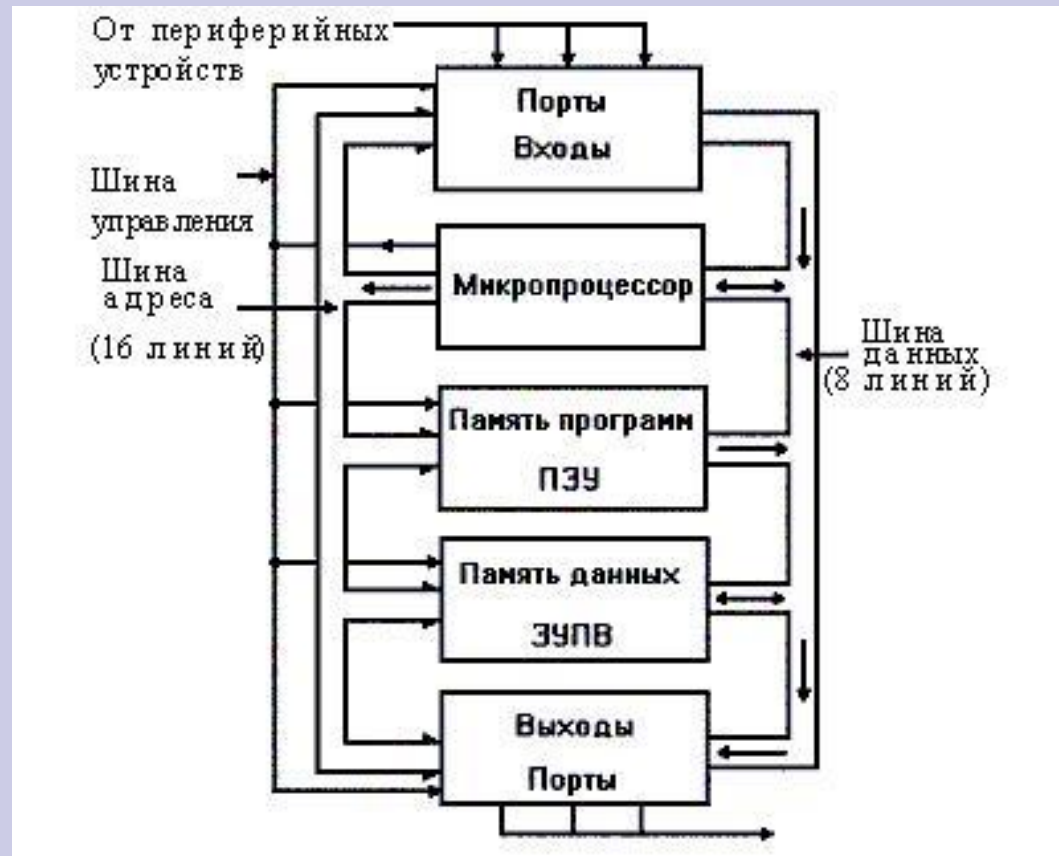
3) архитектурой. Понятие архитектуры микропроцессора включает в себя систему команд и способы адресации, возможность совмещения выполнения команд во времени, наличие дополнительных устройств в составе микропроцессора, принципы и режимы его работы. Выделяют понятия микроархитектуры и макроархитектур. Микроархитектура микропроцессора - это аппаратная организация и логическая структура микропроцессора, регистры, управляющие схемы, арифметико-логические устройства, запоминающие устройства и связывающие их информационные магистрали.

Макроархитектура - это система команд, типы обрабатываемых данных, режимы адресации и принципы работы микропроцессора. В общем случае под архитектурой ЭВМ понимается абстрактное представление машины в терминах основных функциональных модулей, языка ЭВМ, структуры данных.

## Структура типового микропроцессора

Архитектура типичной небольшой вычислительной системы на основе микроЭВМ показана на рис. 2.1. Такая микроЭВМ содержит все 5 основных блоков цифровой машины: устройство ввода информации, управляющее устройство (УУ), арифметико-логическое устройство (АЛУ) (входящие в состав микропроцессора), запоминающие устройства (ЗУ) и устройство вывода информации.

Рис. 2.1. Архитектура типового микропроцессора.



Микропроцессор координирует работу всех устройств цифровой системы с помощью шины управления (ШУ). Помимо ШУ имеется 16-разрядная адресная шина (ША), которая служит для выбора определенной ячейки памяти, порта ввода или порта вывода. По 8-разрядной информационной шине или шине данных (ШД) осуществляется двунаправленная пересылка данных к микропроцессору и от микропроцессора. Важно отметить, что МП может посылать информацию в память микроЭВМ или к одному из портов вывода, а также получать информацию из памяти или от одного из портов ввода. Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) в микроЭВМ содержит некоторую программу (на практике программу инициализации ЭВМ). Программы могут быть загружены в запоминающее устройство с произвольной выборкой (ЗУПВ) и из внешнего запоминающего устройства (ВЗУ). Это программы пользователя микропроцессор выполняет следующие функции: - выборку команд программы из основной памяти; - дешифрацию команд; - выполнение арифметических, логических и других операций, закодированных в командах; - управление пересылкой информации между регистрами и основной памятью, между устройствами ввода/вывода; - обработку сигналов от устройств ввода/вывода, в том числе реализацию прерываний с этих устройств; - управление и координацию работы основных узлов МП.

## Логическая структура микропроцессора

Логическая структура микропроцессора, т. е. конфигурация составляющих микропроцессор логических схем и связей между ними, определяется функциональным назначением. Именно структура задает состав логических блоков микропроцессора и то, как эти блоки должны быть связаны между собой, чтобы полностью отвечать архитектурным требованиям. Срабатывание электронных блоков микропроцессора в определенной последовательности приводит к выполнению заданных архитектурой микропроцессора функций, т. е. к реализации вычислительных алгоритмов. Одни и те же функции можно выполнить в микропроцессорах со структурой, отличающейся набором, количеством и порядком срабатывания логических блоков. Различные структуры микропроцессоров, как правило, обеспечивают их различные возможности, в том числе и различную скорость обработки данных. Логические блоки микропроцессора с развитой архитектурой показаны на рис. 2.2.

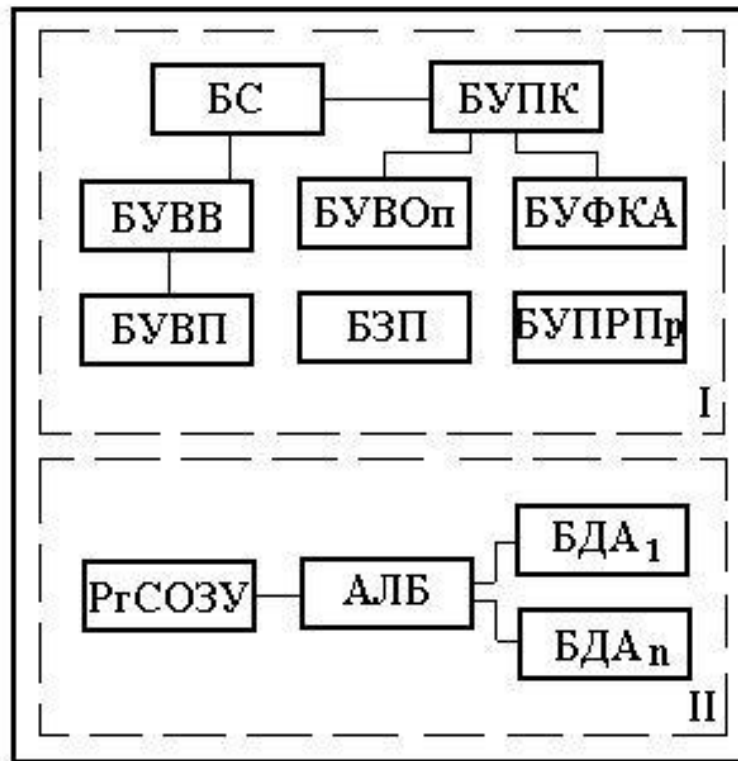


Рис. 2.2. Общая логическая структура микропроцессора: I - управляющая часть, II - операционная часть; БУПК - блок управления последовательностью команд; БУВОп - блок управления выполнением операций; БУФКА - блок управления формированием кодов адресов; БУВП - блок управления виртуальной памятью; БЗП - блок защиты памяти; БУПРПр - блок управления прерыванием работы процессора; БУВВ - блок управления вводом/выводом; РгСОЗУ - регистровое сверхоперативное запоминающее устройство; АЛБ - арифметико-логический блок; БДА - блок дополнительной арифметики; БС - блок синхронизации.

## Устройство управления

Коды операции команд программы, воспринимаемые управляющей частью микропроцессора, расшифрованные и преобразованные в ней, дают информацию о том, какие операции надо выполнить, где в памяти расположены данные, куда надо направить результат и где расположена следующая за выполняемой команда. Управляющее устройство имеет достаточно средств для того, чтобы после восприятия и интерпретации информации, получаемой в команде, обеспечить переключение (срабатывание) всех требуемых функциональных частей машины, а также для того, чтобы подвести к ним данные и воспринять полученные результаты. Именно срабатывание, т. е. изменение состояния двоичных логических элементов на противоположное, позволяет посредством коммутации вентиляей выполнять элементарные логические и арифметические действия, а также передавать требуемые операнды в функциональные части микроЭВМ. Устройство управления в строгой последовательности, в рамках тактовых и цикловых временных интервалов работы микропроцессора (такт - минимальный рабочий интервал, в течение которого совершается одно элементарное действие; цикл - интервал времени, в течение которого выполняется одна машинная операция) осуществляет:

1. - выборку команды;
2. - интерпретацию ее с целью анализа формата, служебных признаков и вычисления адреса операнда (операндов);
3. -установление номенклатуры и временной последовательности всех функциональных управляющих сигналов;
4. -генерацию управляющих импульсов и передачу их на управляющие шины функциональных частей микроЭВМ и вентили между ними;
5. - анализ результата операции и изменение своего состояния так, чтобы определить месторасположение (адрес) следующей команды.

## Особенности программного и микропрограммного управления.

В микропроцессорах используют два метода выработки совокупности функциональных управляющих сигналов: программный и микропрограммный. Выполнение операций в машине сводится к элементарным преобразованиям информации (передача информации между узлами в блоках, сдвиг информации в узлах, логические поразрядные операции, проверка условий и т.д.) в логических элементах, узлах и блоках под воздействием функциональных управляющих сигналов блоков (устройств) управления. Элементарные преобразования, неразложимые на более простые, выполняются в течение одного такта сигналов синхронизации и называются микрооперациями. В аппаратных (схемных) устройствах управления каждой операции соответствует свой набор логических схем, вырабатывающих определенные функциональные сигналы для выполнения микроопераций в определенные моменты времени. При этом способе построения устройства управления реализация микроопераций достигается за счет однажды соединенных между собой логических схем, поэтому ЭВМ с аппаратным устройством управления называют ЭВМ с жесткой логикой управления. Это понятие относится к фиксации системы команд в структуре связей ЭВМ и означает практическую невозможность каких-либо изменений в системе команд ЭВМ после ее изготовления.



При микропрограммной реализации устройства управления в состав последнего вводится ЗУ, каждый разряд выходного кода определяет появление определенного функционального сигнала управления. Поэтому каждой микрооперации ставится в соответствие свой информационный код - микрокоманда. Набор микрокоманд и последовательность их реализации обеспечивают выполнение любой сложной операции. Набор микроопераций называют микропрограммами. Способ управления операциями путем последовательного считывания и интерпретации микрокоманд из ЗУ (наиболее часто в виде микропрограммного ЗУ используют быстродействующие программируемые логические матрицы), а также использования кодов микрокоманд для генерации функциональных управляющих сигналов называют микропрограммным, а микроЭВМ с таким способом управления - микропрограммными или с хранимой (гибкой) логикой управления. К микропрограммам предъявляют требования функциональной полноты и минимальности. Первое требование необходимо для обеспечения возможности разработки микропрограмм любых машинных операций, а второе связано с желанием уменьшить объем используемого оборудования. Учет фактора быстродействия ведет к расширению микропрограмм, поскольку усложнение последних позволяет сократить время выполнения команд программы. Преобразование информации выполняется в универсальном арифметико-логическом блоке микропроцессора. Он обычно строится на основе комбинационных логических схем.

Для ускорения выполнения определенных операций вводятся дополнительно специальные операционные узлы (например, циклические сдвигатели). Кроме того, в состав микропроцессорного комплекта (МПК) БИС вводятся специализированные оперативные блоки арифметических расширителей. Операционные возможности микропроцессора можно расширить за счет увеличения числа регистров. Если в регистровом буфере закрепление функций регистров отсутствует, то их можно использовать как для хранения данных, так и для хранения адресов. Подобные регистры микропроцессора называются регистрами общего назначения (РОН). По мере развития технологии реально осуществлено изготовление в микропроцессоре 16, 32 и более регистров. В целом же, принцип микропрограммного управления (ПМУ) включает следующие позиции:

- 1) любая операция, реализуемая устройством, является последовательностью элементарных действий - микроопераций;
- 2) для управления порядком следования микроопераций используются логические условия;
- 3) процесс выполнения операций в устройстве описывается в форме алгоритма, представляемого в терминах микроопераций и логических условий, называемого микропрограммой;
- 4) микропрограмма используется как форма представления функции устройства, на основе которой определяются структура, и порядок функционирования устройства во времени.

ПМУ обеспечивает гибкость микропроцессорной системы и позволяет осуществлять проблемную ориентацию микро - и миниЭВМ.

## Система команд

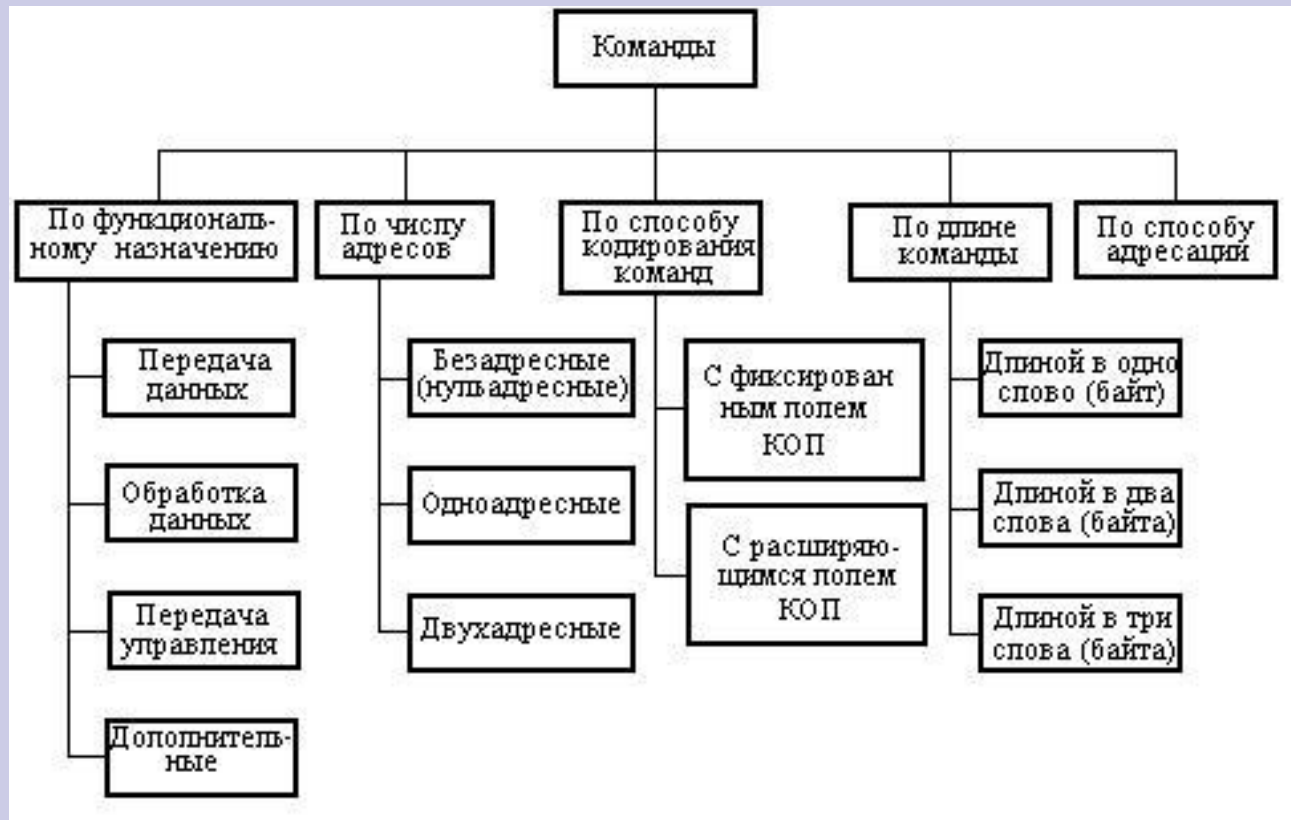
Систему команд иногда определяют как совокупность команд, которая удовлетворяет требованиям проблемно-ориентированных применений таким образом, что избыточность аппаратных и аппаратно-программных средств на реализацию редко используемых команд оказывается минимальной. В различных программах ЭВМ частота появления команд различна; например, по данным фирмы DEC в программах для ЭВМ семейства PDP-11 наиболее часто встречается команда передачи MOV(B), на ее долю приходится приблизительно 32% всех команд в типичных программах. Систему команд следует выбирать таким образом, чтобы затраты на редко используемые команды были минимальными. При наличии статистических данных можно разработать (выбрать) ЭВМ с эффективной системой команд. Одним из подходов к достижению данной цели является разработка команд длиной в одно слово и кодирование их таким образом, чтобы разряды таких коротких команд использовать оптимально, что позволит сократить время реализации программы и ее длину. Другим подходом к оптимизации системы команд является использование микроинструкций. В этом случае отдельные биты или группы бит команды используются для кодирования нескольких элементарных операций, которые выполняются в одном командном цикле. Эти элементарные операции не требуют обращения к памяти, а последовательность их реализации определяется аппаратной логикой. Сокращение времени выполнения программ, и емкости памяти достигается за счет увеличения сложности логики управления.

Важной характеристикой команды является ее формат, определяющий структурные элементы команды, каждый из которых интерпретируется определенным образом при ее выполнении. Среди таких элементов (полей) команды выделяют следующие: код операции, определяющий выполняемое действие; адрес ячейки памяти, регистра процессора, внешнего устройства; режим адресации; операнд при использовании непосредственной адресации; код анализируемых признаков для команд условного перехода.

Классификация команд по основным признакам представлена на рис. 2.3.

Важнейшим структурным элементом формата любой команды является код операции (КОП), определяющей действие, которое должно быть выполнено. Большое число КОП в процессоре очень важно, так как аппаратная реализация команд экономит память и время. Но при выборе ЭВМ необходимо концентрировать внимание на полноте операций с конкретными типами данных, а не только на числе команд, на доступных режимах адресации. Число бит, отводимое под КОП, является функцией полного набора реализуемых команд.

Рис. 2.3. Классификация команд.



При использовании фиксированного числа бит под КОП для кодирования всех  $m$  команд необходимо в поле КОП выделить двоичных разрядов. Однако, учитывая ограниченную длину слова мини- и микроЭВМ, различное функциональное назначение команд, источники и приемники результатов операций, а также то, что не все команды содержат адресную часть для обращения к памяти и периферийным устройствам, в малых ЭВМ для кодирования команд широко используется принцип кодирования с переменным числом бит под поле КОП для различных групп команд. В некоторых командах необходим только один операнд, и они называются однооперандными (или одноадресными) командами в отличие от двухоперандных (или двухадресных), в которых требуются два операнда. При наличии двух операндов командой обычно изменяется только один из них. Так как информация берется только из одной ячейки, эту ячейку называются источником; ячейка, содержимое которой изменяется, называется приемником. Ниже приведен формат двухадресной (двухоперандной) команды процессоров СМ.


Формат команд процессоров СМ:

- а) двухадресная команда;
- б) одноадресная команда.

а	15 11	10 6	5 0	б	15 11	10 0
	КОП	Источник	Приемник		КОП	Приемник

Четырехбитный КОП (биты 15-12) кодирует ряд двухоперандных операций, приведенных в таблице 1. Биты (11-6) и (5-0) для команд данного типа определяют адреса источника и приемника данных. Как видно из таблицы, комбинации 0000 и 1000 поля КОП определяют группы одноадресных команд (рис 1,б). КОП 1 (биты 15-12), соответствующий кодам 0000 и 1000, определяет группу одноадресных команд, а КОП 2 (биты 11-6) кодирует конкретную операцию команд данной группы. Таким образом, команды, использующие один операнд, кодируются 10-битным КОП (биты 15-6). Наиболее гибкая команда требует до четырех операндов. Например, команда сложения может указывать адреса слагаемых, адрес результата и адрес следующей команды. Если для задания адреса требуется 16 бит, то четырехоперандная команда займет 8 байт памяти, не учитывая код операции. Следовательно, получится медленнодействующая ЭВМ с огромной памятью. Поэтому в большинстве микроЭВМ любой команде требуется не более двух операндов. Это достигается следующими приемами:

1. Адрес следующей команды указывается только в командах переходов; в остальных случаях очередная команда выбирается из ячеек памяти, следующих за выполненной командой.
2. Использование ячейки, в которой находится один из операндов, для запоминания результата (например, сумма запоминается в ячейки первого операнда).



Локализацию и обращение к операндам обеспечивают режимы адресации. При введении нескольких режимов адресации необходимо отвести в команде биты, указывающие режимы адресации для каждого операнда. Если предусмотрено восемь режимов адресации, то для задания каждого из них нужно три бита. Почти во всех форматах команд первые биты отводятся для кода операции, но далее форматы команд разных ЭВМ сильно отличаются друг от друга. Остальные биты должны определять операнды или их адреса, и поэтому они используются для комбинации режимов, адресов регистров, адресов памяти, относительных адресов и непосредственных операндов. Обычно длина команды варьируется от 1 до 3 и даже 6 байт. По форматам команд можно судить о возможностях ЭВМ.

## Режимы адресации.

Для взаимодействия с различными модулями в ЭВМ должны быть средства идентификации ячеек внешней памяти, ячеек внутренней памяти, регистров МП и регистров устройств ввода/вывода. Поэтому каждой из запоминающих ячеек присваивается адрес, т.е. однозначная комбинация бит. Количество бит определяет число идентифицируемых ячеек. Обычно ЭВМ имеет различные адресные пространства памяти и регистров МП, а иногда - отдельные адресные пространства регистров устройств ввода/вывода и внутренней памяти. Кроме того, память хранит как данные, так и команды. Поэтому для ЭВМ разработано множество способов обращения к памяти, называемых режимами адресации. Режим адресации памяти - это процедура или схема преобразования адресной информации об операнде в его исполнительный адрес.

Все способы адресации памяти можно разделить на:

- 1) прямой, когда исполнительный адрес берется непосредственно из команды или вычисляется с использованием значения, указанного в команде, и содержимого какого-либо регистра (прямая адресация, регистровая, базовая, индексная и т. д.);
- 2) косвенный, который предполагает, что в команде содержится значение косвенного адреса, т.е. адреса ячейки памяти, в которой находится окончательный исполнительный адрес (косвенная адресация).

В каждой микроЭВМ реализованы только некоторые режимы адресации, использование которых, как правило, определяется архитектурой МП.



## Типы архитектур.

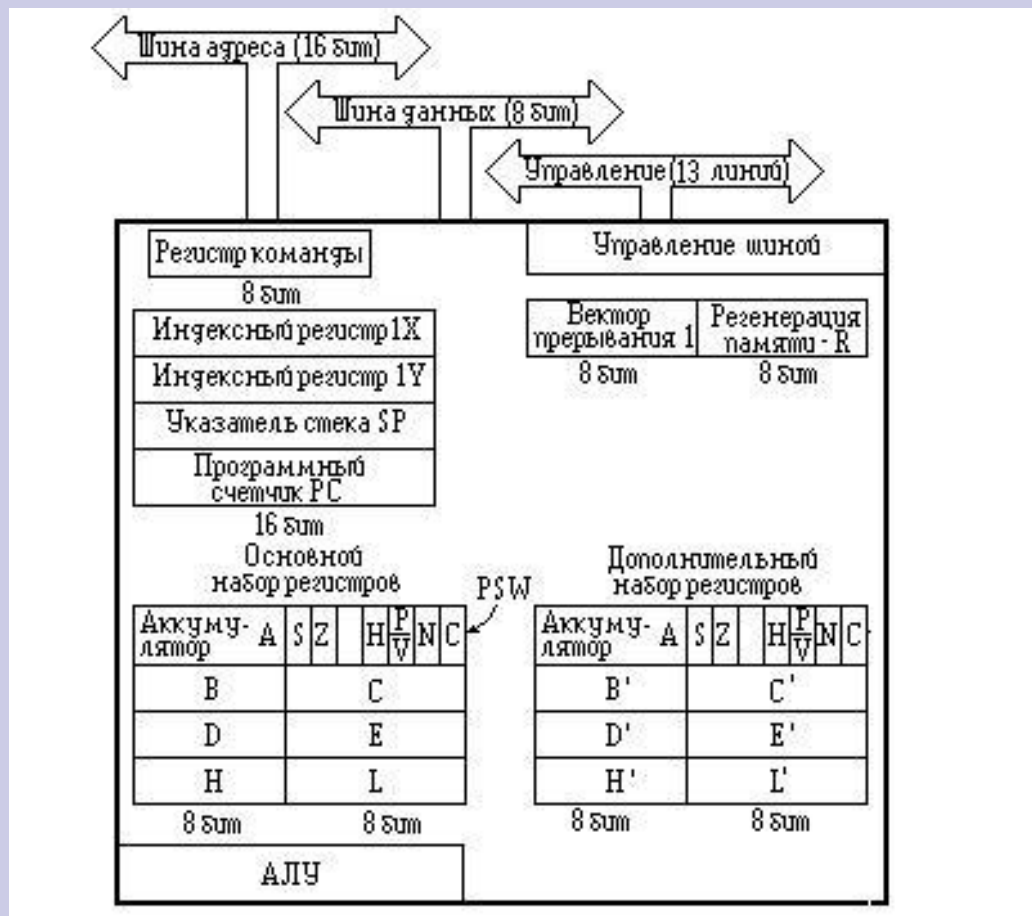
Существует несколько подходов к классификации микропроцессоров по типу архитектуры. Так, выделяют МП с CISC (Complete Instruction Set Computer) архитектурой, характеризуемой полным набором команд, и RISC (Reduce Instruction Set Computer) архитектурой, которая определяет систему с сокращенным набором команд одинакового формата, выполняемых за один такт МП. Определяя в качестве основной характеристики МП разрядность, выделяют следующие типы МП архитектуры:

1. - с фиксированной разрядностью и списком команд (однокристалльные);
2. - с наращиваемой разрядностью (секционные) и микропрограммным управлением.

Анализируя адресные пространства программ и данных, определяют МП с архитектурой фон Неймана (память программ и память данных находятся в едином пространстве и нет никаких признаков, указывающих на тип информации в ячейке памяти) и МП с архитектурой Гарвардской лаборатории (память программ и память данных разделены, имеют свои адресные пространства и способы доступа к ним). Рассмотрим более подробно основные типы архитектурных решений, выделяя связь со способами адресации памяти.

1. Регистровая архитектура определяется наличием достаточно большого регистрового файла внутри МП. Команды получают возможность обратиться к операндам, расположенным в одной из двух запоминающих сред: оперативной памяти или регистрах. Размер регистра обычно фиксирован и совпадает с размером слова, физически реализованного в оперативной памяти. К любому регистру можно обратиться непосредственно, поскольку регистры представлены в виде массива запоминающих элементов - регистрового файла.

Рис 2.4 Микропроцессор Z80 фирмы Zilog.



Типичным является выполнение арифметических операций только в регистре, при этом команда содержит два операнда (оба операнда в регистре или один операнд в регистре, а второй в оперативной памяти). К данному типу архитектуры относится микропроцессор фирмы Zilog. Процессор Z80 - детище фирмы Zilog помимо расширенной системы команд, одного номинала питания и способности исполнять программы, написанные для i8080, имел архитектурные "изюминки". В дополнение к основному набору РОН, в кристалле был реализован второй комплект аналогичных регистров. Это значительно упрощало работу при вызове подпрограмм или процедур обслуживания прерываний, поскольку программист мог использовать для них альтернативный набор регистров, избегая сохранения в стеке содержимого РОНов для основной программы с помощью операций PUSH. Кроме того, в систему команд был включен ряд специальных инструкций, ориентированных на обработку отдельных битов, а для поддержки регенерации динамической памяти в схему процессора введены соответствующие аппаратные средства. Z80 применялся в машинах Sinclair ZX, Sinclair Spectrum, Tandy TRS80. Предельный вариант - архитектура с адресацией посредством аккумуляторов (меньший набор команд).

МП фирмы Motorola имел ряд существенных преимуществ. Прежде всего, кристалл MC6800 требовал для работы одного номинала питания, а система команд оказалась весьма прозрачной для программиста. Архитектура МП также имела ряд особенностей.

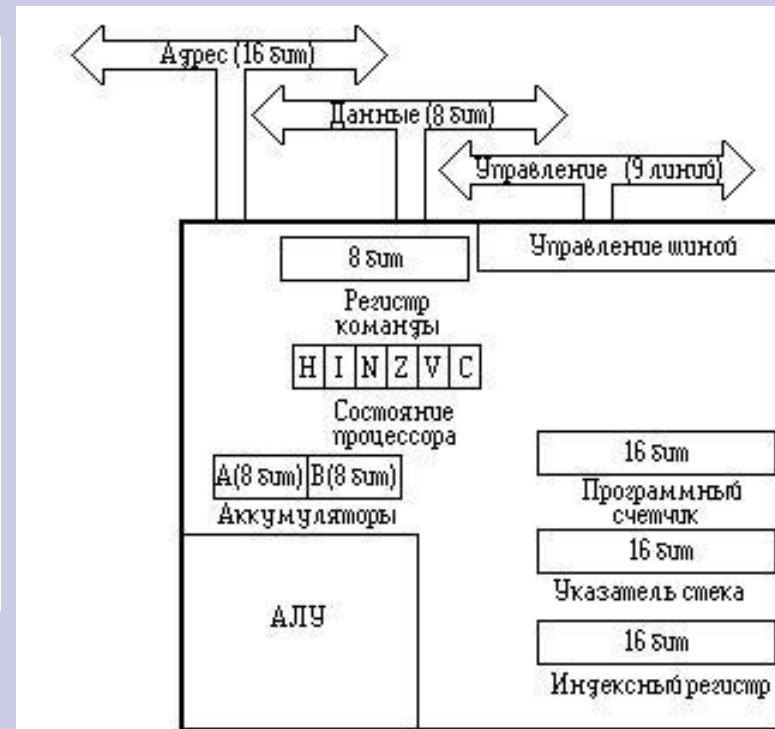
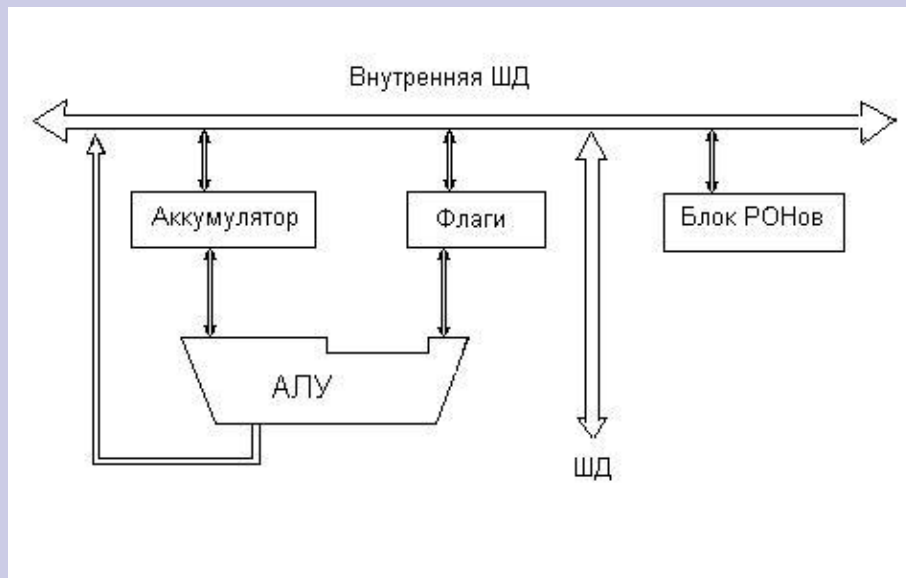



Рис 2.5 Микропроцессор MC6800 фирмы Motorola.

Микропроцессор MC 6800 содержал два аккумулятора, и результат операции АЛУ мог быть помещен в любой из них. Но самым ценным качеством структуры MC 6800 было автоматическое сохранение в стеке содержимого всех регистров процессора при обработке прерываний (Z80 требовалось для этого несколько команд PUSH). Процедура восстановления РОН из стека тоже выполнялась аппаратно.



2. Стековая архитектура дает возможность создать поле памяти с упорядоченной последовательностью записи и выборки информации. В общем случае команды неявно адресуются к элементу стека, расположенному на его вершине, или к двум верхним элементам стека.

3. Архитектура МП, ориентированная на оперативную память (типа "память-память"), обеспечивает высокую скорость работы и большую информационную емкость рабочих регистров и стека при их организации в оперативной памяти. Архитектура этого типа не предполагает явного определения аккумулятора, регистров общего назначения или стека; все операнды команд адресуются к области основной памяти. С точки зрения важности для пользователя-программиста под архитектурой в общем случае понимают совокупность следующих компонентов и характеристик:

1. - разрядности адресов и данных;
2. - состава, имен и назначения программно-доступных регистров;
3. - форматов и системы команд;
4. - режимов адресации памяти;
5. - способов машинного представления данных разного типа;
6. - структуры адресного пространства;
7. - способа адресации внешних устройств и средств выполнения операций ввода/вывода;
8. - классов прерываний, особенностей инициирования и обработки прерываний;