Задание: По данной теме составить краткие конспекты по пунктам:

1. Основные типы микропроцессоров.
2. Система команд микропроцессора.
3. Процедура выполнения команд.
4. Архитектура микропроцессора.
5. Основные элементы микропроцессора и их назначение.
6. Взаимодействие основных элементов микропроцессора.

Для получения оценок выслать ответы на электронную почту по адресу:
tvshereverovatvshereverova@tvshereverova@gmailtvsherever ova@gmail.tvshereverova@gmail.com

4. Классификация микропроцессоров

- По **области применения** определилось три направления развития микропроцессоров:
  - универсальные микропроцессоры;
  - микроконтроллеры;
  - сигнальные 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 выделяют **микроконтроллеры**, ориентированные на выполнение сложных последовательностей логических операций и **сигнальные процессоры**, эффективные при применении методов цифровой обработки сигналов (ЦОС) – **Digital Signal Processing** (DSP).

Классификация микропроцессоров (2)

- **По архитектуре** выделяют:
  - **CISC**-микропроцессоры (Complete Instruction Set Computer), характеризующиеся полным набором команд, и
  - **RISC**-микропроцессоры (Reduce Instruction Set Computer) – МП с сокращённым набором команд одинакового формата, выполняемых за один такт МП.
- По **внутренней структуре** существует два основных принципа построения микропроцессоров:
  - Гарвардская архитектура
  - Архитектура Фон-Неймана

Классификация микропроцессоров (3)

- В **Гарвардской архитектуре** различаются два вида памяти:
  - память программ
  - память данных
- В ряде случаев для памяти программ и памяти данных выделяются отдельные шины обмена данными. Эти особенности определили области применения этой архитектуры построения микропроцессоров.
- Гарвардская архитектура применяется в микроконтроллерах, где требуется обеспечить высокую надёжность работы аппаратуры и в сигнальных процессорах, где эта архитектура кроме обеспечения высокой надёжности работы устройств позволяет обеспечить высокую скорость выполнения программы за счёт одновременного считывания управляющих команд и обрабатываемых данных, а также запись полученных результатов в память данных.

Классификация микропроцессоров (4)

- Отличие архитектуры **Фон Неймана** заключается в принципиальной возможности работы над управляющими программами точно так же, как над данными. Это позволяет производит загрузку и выгрузку управляющих программ в произвольное место памяти, которая в этой структуре не разделяется на память программ и память данных.
- Любой участок памяти может служить как памятью программ, так и памятью данных. Причём в разные моменты времени одна и та же область памяти может использоваться и как память программ и как память данных. Для того, чтобы программа могла работать в произвольной области памяти, её необходимо модернизировать перед загрузкой, то есть работать с ней, как с обычными данными.
- Эта особенность архитектуры позволяет наиболее гибко управлять работой микропроцессорной системы, но создаёт принципиальную возможность искажения управляющей программы, что понижает надёжность работы аппаратуры. Эта архитектура используется в универсальных компьютерах и в некоторых видах микроконтроллеров.

Классификация микропроцессоров (5)

- **По системе команд** микропроцессоры отличаются большим разнообразием, зависящим от фирмы-производителя. Тем не менее, можно определить две крайние политики построения микропроцессоров:
  - аккумуляторные микропроцессоры
  - микропроцессоры с регистрами общего назначения
- В **микропроцессорах с регистрами общего назначения** математические операции могут выполняться над любой ячейкой памяти. В зависимости от типа операции команда может быть одноадресной, двухадресной или трёхадресной.
- Принципиальным отличием **аккумуляторных процессоров** является то, что математические **операции могут производиться** только **над** одной особой ячейкой памяти – **аккумулятором**. Для того, чтобы произвести операцию над произвольной ячейкой памяти её содержимое необходимо скопировать в аккумулятор, произвести требуемую операцию, а затем скопировать полученный результат в произвольную ячейку памяти.
- Выпускаемые в настоящее время процессоры обладают системами команд с признаками как аккумуляторных процессоров, так и микропроцессоров с регистрами общего назначения.

5. Основные характеристики микропроцессоров

- Микропроцессор характеризуется:
  - **тактовой частотой**, определяющей максимальное время выполнения переключения элементов;
  - **разрядностью**, т.е. максимальным числом одновременно обрабатываемых двоичных разрядов.
  - **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 макроархитектуры.

Основные характеристики микропроцессоров (2)

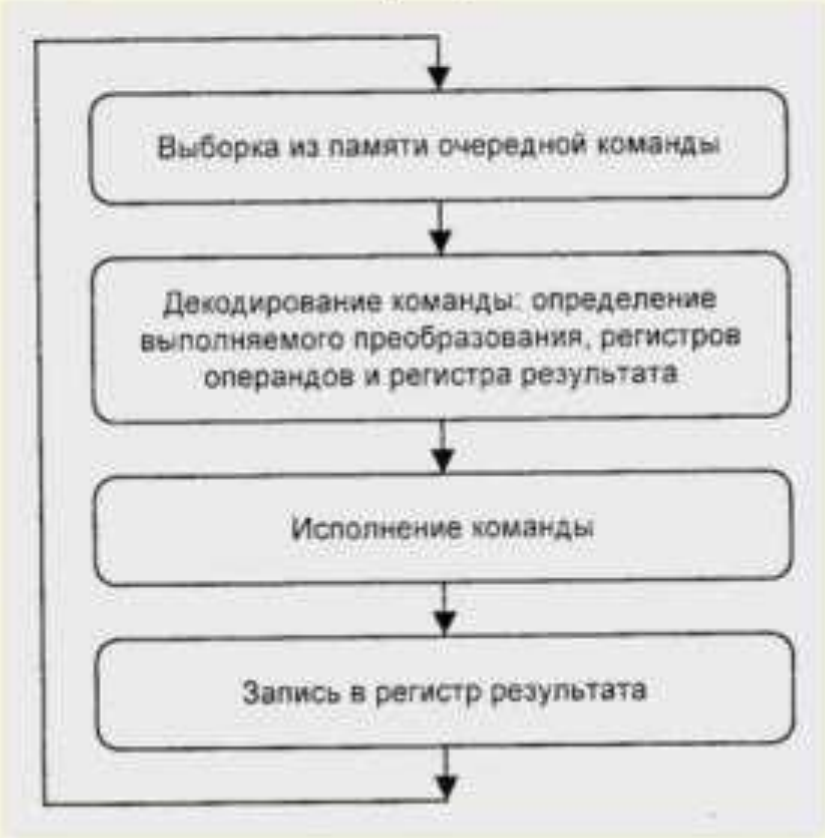
- Разрядность МП обозначается тремя значениями (m/n/k/) и включает:
  - *m* – разрядность внутренних регистров, определяет принадлежность к тому или иному классу процессоров;
  - *n* – разрядность шины данных, определяет скорость передачи информации;
  - *k* – разрядность шины адреса, определяет размер адресного пространства.
- Например, МП i8088 характеризуется значениями *m*/*n*/*k* = 16/8/20.
- **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.

6. Структура и функциональная организация микропроцессора

- Программная реализация вычислений требует подачи определённой последовательности команд для выполнения необходимого вычисления. Конечно, построить устройство, выдающее требуемую реализуемым алгоритмом последовательность команд, проще, чем собрать вычислитель из отдельных электронных компонентов целиком, включая регистры, память, функциональные устройства, но и это достаточно трудоёмкий процесс.
- Собственно, понятие «процессор» появилось как результат творческого озарения группы инженеров, работавших под техническим руководством Дж. Мочли и Дж. Эккерта совместно с математиком Дж. фон Нейманом над созданием **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator and Computer – электронного цифрового интегратора и вычислителя). Пришедшая им в головы **идея** состояла в том, что **команды**, исполнение совокупности которых необходимо для реализации вычисления, можно так же, как и данные **хранить в памяти**, а для их выполнения создать **схемную реализацию алгоритма**, обеспечивающего требуемый порядок исполнения команд.

Алгоритм функционирования процессора

- Такой **схемно** реализованный алгоритм и был впоследствии назван **процессором**. Суть этого алгоритма сводится к циклическому исполнению следующих шагов, показанных на рисунке.



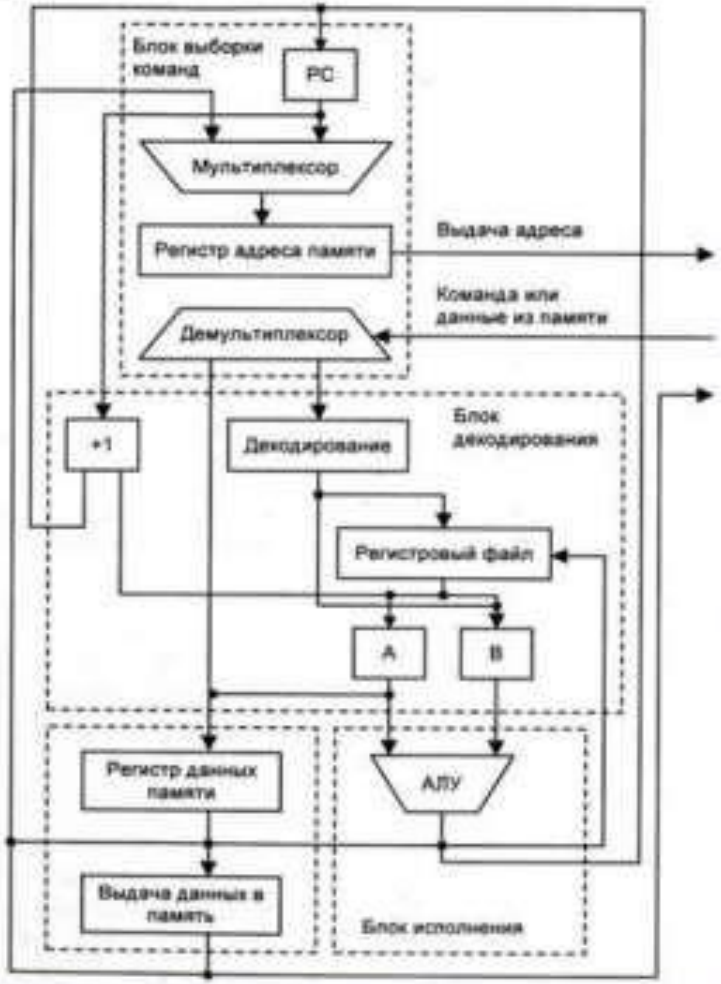
Алгоритм функционирования процессора (2)

- Рассмотрим более детально содержание шагов, составляющих алгоритм функционирования процессора.
- На первом шаге, называемом «выборка из памяти очередной команды», из ячейки памяти, адрес которой содержится в специально введённом регистре PC, который именуется **счётчиком команд** (Program Counter), извлекается команда, помещаемая в регистр команд.
- Так как содержимое регистра счётчика команд определяет, какая команда будет исполняться следующей, то рассмотрим, как формируется значение этого регистра.
- Исходно предполагается, что команды программы размещаются в ячейках памяти с последовательными адресами An, An+1, An+2, ..., где An – начальный адрес области памяти, которой размещаются команды. Эта последовательность размещения команд интуитивно понимается как порядок написания команд программистом при формулировании им алгоритма решаемой задачи с помощью предоставленного набора команд процессора. Поэтому, как правило, для определения адреса следующей выполняемой команды необходимо просто увеличить на единицу значение PC, что и определило его название как счётчика команд.

Алгоритм функционирования процессора (3)

- Для изменения порядка выполнения команд, когда следующей должна выполняться не команда, адрес которой равен увеличенному на 1 адресу выполняемой команды, а команда из ячейки памяти с другим адресом, специально вводятся команды переходов. Команды переходов изменяют содержимое регистра счётчика команд.
- Таким образом, адрес следующей команды определяется либо увеличением на 1 значения счётчика команд, либо этот адрес формируется выполняемой командой перехода.
- На шаге, называемом «декодирование команды», команда, помещённая в регистр команд, подвергается разбору на предмет выявления функционального преобразования, задаваемого этой командой, а также регистров и ячеек памяти, используемых в качестве источников операндов и места сохранения результата. Собственно на шаге декодирования команды выполняется подготовка к подаче управляющих сигналов на мультиплексоры для передачи данных между регистрами, функциональными устройствами и ячейками памяти.
- Шаги «исполнение команды» и «запись результата» производят действия, понятные из их названия.

7. Обобщённая структура микропроцессора



Обобщённая структура микропроцессора (2)

- Мультиплексор блока выборки команд служит для выдачи в память либо адреса команды из счётчика команд PC, либо адреса данных, сформированного в АЛУ при выполнении команды пересылки, задающей обмен между регистром и ячейкой памяти.
- Память получает адрес по линии «выдача адреса» и возвращает команду или данные, если к памяти идет обращение по чтению, или использует этот адрес и данные с магистрали «выдача данных в память» для записи данных в ячейку памяти с этим адресом.
- В случае если из памяти поступает команда, то демультиплексор блока выборки команд направляет ее в блок декодирования. При поступлении из памяти данных в ходе выполнения команды пересылки эти данные записываются через АЛУ в соответствующий регистр, заданный в этой команде.

Обобщённая структура микропроцессора (3)

- Счётчик команд PC блока выборки команд может получать приращение +1 в специальном блоке, функционирующем параллельно с АЛУ, либо в PC записывается сформированный в АЛУ адрес перехода в случае выполнения команды перехода.
- В блоке декодирования определяются указанные в команде регистры из регистрового файла. Содержимое регистров операндов фиксируется в регистрах **A** и **B** соответственно. Если используется непосредственно заданный операнд, то он также фиксируется в регистре **B**.
- После выполнения операции в АЛУ результат также может запоминаться в одном из регистров регистрового файла.
- Кроме данных из регистрового файла, в регистры **A** и **B** при выполнении команд перехода может записываться значение счётчика команд **PC + 1**.

8. Однокристальные и секционированные микропроцессоры

- По числу больших интегральных схем (БИС) в микропроцессорном комплекте различают следующие типы МП:
  - однокристальные,
  - многокристальные и
  - многокристальные секционированные (секционные).
- Процессоры даже самых простых ЦВУ имеют сложную функциональную структуру, содержат большое количество электронных элементов и множество разветвленных связей. Изменять структуру процессора необходимо так, чтобы полная принципиальная схема или её 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 др.).

Однокристальные и секционированные микропроцессоры (2)

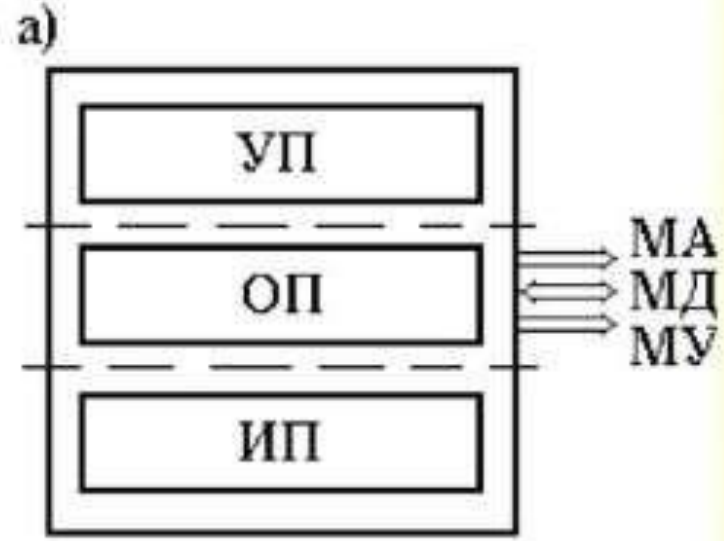
- Для обоснования классификации микропроцессоров по числу БИС надо распределить все аппаратные блоки процессора между основными тремя функциональными частями МП:
  - операционной,
  - управляющей и
  - интерфейсной.
- Сложность операционной и управляющей частей процессора определяется их разрядностью, 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 линий, относящихся к **шине данных** (ШД), **шине адреса** (ША) и **шине управления** (ШУ).

Однокристальные и секционированные микропроцессоры (3)

- **Однокристальные микропроцессоры** получаются при реализации всех аппаратных средств процессора в виде одной БИС или СБИС (сверхбольшой интегральной схемы).
- По мере увеличения степени интеграции элементов в кристалле и числа выводов корпуса параметры однокристальных микропроцессоров улучшаются. Однако возможности однокристальных микропроцессоров ограничены аппаратными ресурсами кристалла и корпуса.
- 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 определённые функции и могут работать автономно.

Однокристальные и секционированные микропроцессоры (4)

- На рисунке показано функциональное разбиение структуры процессора при создании трёхкристального микропроцессора (пунктирные линии), содержащего БИС операционного (ОП), БИС управляющего (УП) и БИС интерфейсного (ИП) процессоров.

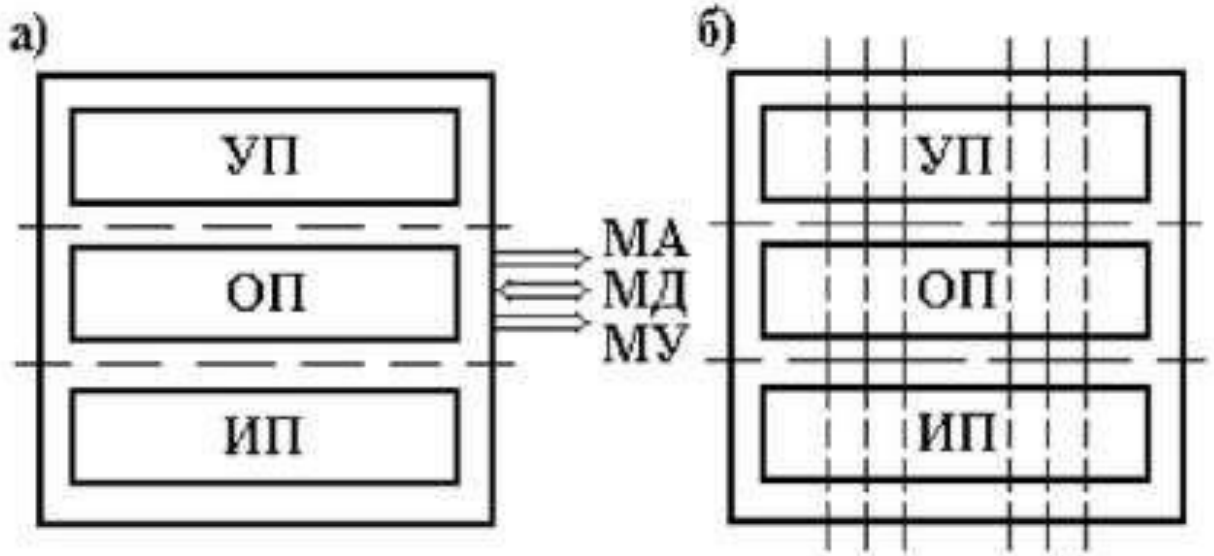


Однокристальные и секционированные микропроцессоры (5)

- 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.
- **Многокристальные секционные микропроцессоры** получаются в том случае, когда в виде БИС реализуются части (секции) логической структуры процессора при функциональном разбиении её вертикальными плоскостями. Для построения многоразрядных микропроцессоров при параллельном включении секций БИС в них добавляются средства «стыковки».

Однокристальные и секционированные микропроцессоры (6)

- Функциональная структура процессора (а) и её разбиение для реализации процессора в виде комплекта секционных БИС (б).



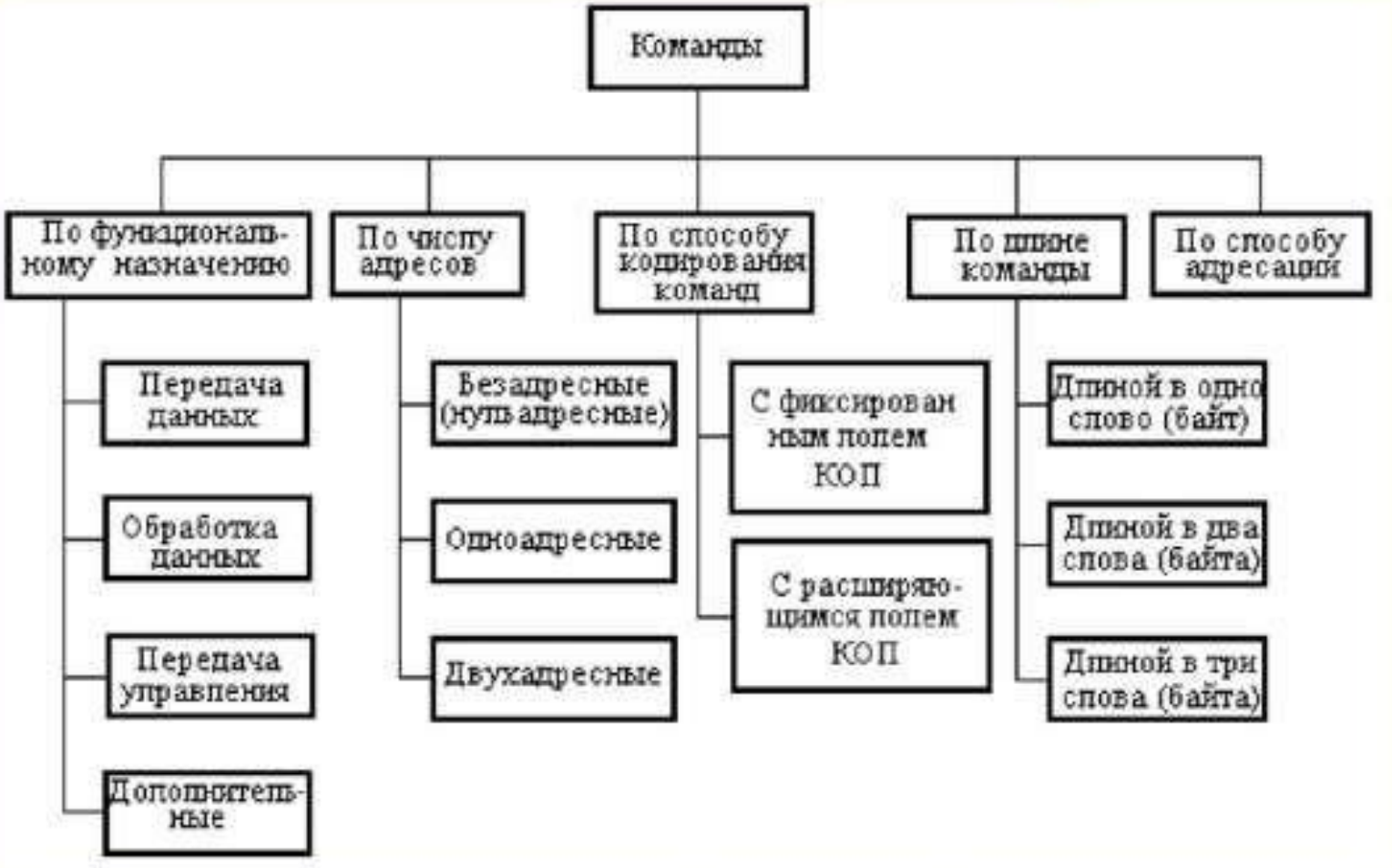
8. Элементы архитектуры процессора

- **Система команд.** Проектирование системы команд оказывает влияние на структуру МП. Оптимальную 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 **частота использования команд различна**; например, по данным фирмы DEC в программах для ЭВМ семейства PDP-11 наиболее часто встречается команда передачи MOV(B), на её 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) МП 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 её длину.

Элементы архитектуры процессора (2)

- 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 ёмкости памяти достигается за счёт увеличения сложности логики управления.
- Важной характеристикой команды является её **формат**, определяющий структурные элементы команды, каждый из которых интерпретируется определенные образом при её выполнении.

Элементы архитектуры процессора (3)

- 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.
- 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.

Классификация команд