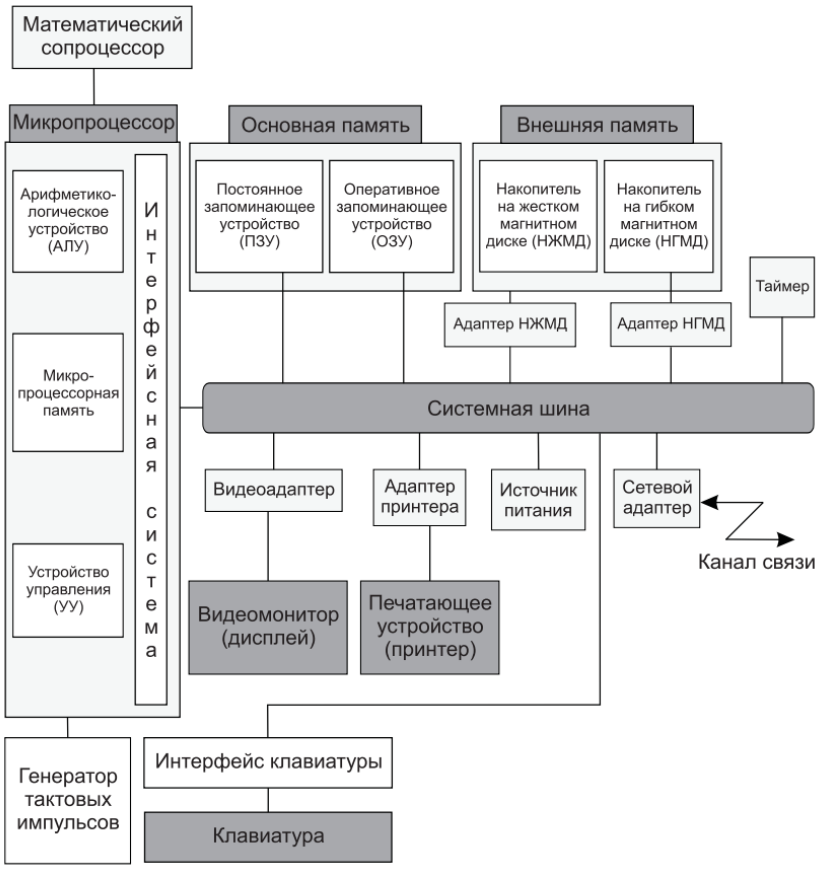
Лекция 2. Функциональная и структурная организация ЭВМ

§1. Основные блоки ЭВМ, их назначение и функциональные характеристики

Структурная схема персонального компьютера представлена на рис. 1.



Микропроцессор

Микропроцессор (МП) — центральное устройство ПК, предназначенное для управления работой всех блоков машины и для выполнения арифметических и логических операций над информацией.

В состав микропроцессора входят несколько компонентов:

- **Устройство управления (УУ)** формирует и подает во все блоки машины в нужные моменты времени определенные сигналы управления (управляющие импульсы), обусловленные спецификой выполняемой операции и результатами предыдущих операций; формирует адреса ячеек памяти, используемых выполняемой операцией, и передает эти адреса в соответствующие блоки компьютера; опорную последовательность импульсов устройство управления получает от генератора тактовых импульсов.
- **Арифметико-логическое устройство (АЛУ)** предназначено для выполнения всех арифметических и логических операций над числовой и символьной информацией (в некоторых моделях ПК для ускорения выполнения операций к АЛУ подключается дополнительный математический сопроцессор).
- **Микропроцессорная память (МПП)** предназначена для кратковременного хранения, записи и выдачи информации, непосредственно используемой в ближайшие такты

работы машины; МПП строится на регистрах для обеспечения высокого быстродействия машины, ибо основная память (ОП) не всегда обеспечивает скорость записи, поиска и считывания информации, необходимую для эффективной работы быстродействующего микропроцессора. Регистры — быстродействующие ячейки памяти различной длины (в отличие от ячеек ОП, имеющих стандартную длину 1 байт и более низкое быстродействие).

- **Интерфейсная система** микропроцессора предназначена для сопряжения и связи с другими устройствами ПК; включает в себя внутренний интерфейс МП, буферные запоминающие регистры и схемы управления портами ввода-вывода (ПВВ) и системной шиной.

Интерфейс (interface) — совокупность средств сопряжения и связи устройств компьютера, обеспечивающая их эффективное взаимодействие.

Порты ввода-вывода (I/O ports) — элементы системного интерфейса ПК, через которые МП обменивается информацией с другими устройствами.

Генератор тактовых импульсов генерирует последовательность электрических импульсов, частота которых определяет тактовую частоту системной шины.

Промежуток времени между соседними импульсами определяет время одного такта, или, просто, *такт* работы машины.

Частота генератора тактовых импульсов является одной из основных характеристик персонального компьютера и во многом определяет скорость его работы, поскольку каждая операция в вычислительной машине выполняется за определенное количество тактов.

Системная шина

Системная шина — основная интерфейсная система компьютера, обеспечивающая сопряжение и связь всех его устройств между собой. Системная шина включает в себя:

- **кодовую шину данных (КШД)**, содержащую провода и схемы сопряжения для параллельной передачи всех разрядов числового кода (машинного слова) операнда;
- **кодовую шину адреса (КША)**, содержащую провода и схемы сопряжения для параллельной передачи всех разрядов кода адреса ячейки основной памяти или порта ввода-вывода внешнего устройства;
- **кодовую шину инструкций (КШИ)**, содержащую провода и схемы сопряжения для передачи инструкций (управляющих сигналов, импульсов) во все блоки машины;
- **шину питания**, содержащую провода и схемы сопряжения для подключения блоков ПК к системе энергопитания.

Системная шина обеспечивает три направления передачи информации:

- между микропроцессором и основной памятью;
- между микропроцессором и портами ввода-вывода внешних устройств;
- между основной памятью и портами ввода-вывода внешних устройств (в режиме прямого доступа к памяти).

Все блоки, а точнее их порты ввода-вывода, через соответствующие унифицированные разъемы (стыки) подключаются к шине единообразно: непосредственно или через контроллеры (адаптеры). Управление системной шиной осуществляется микропроцессором либо непосредственно, либо, что чаще, через дополнительную микросхему контроллера шины, формирующую основные сигналы управления.

Основная память

Основная память (ОП) предназначена для хранения и оперативного обмена информацией с прочими блоками машины. ОП содержит два вида запоминающих устройств: постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) и оперативное запоминающее устройство (ОЗУ).

- ПЗУ (ROM — Read Only Memory) предназначено для хранения неизменяемой (постоянной) программной и справочной информации; позволяет оперативно только считывать информацию, хранящуюся в нем (изменить информацию в ПЗУ нельзя);
- ОЗУ (RAM — Random Access Memory) предназначено для оперативной записи, хранения и считывания информации (программ и данных), непосредственно участвующей в информационно-вычислительном процессе, выполняемом ПК в текущий период времени.

Главными достоинствами оперативной памяти являются ее высокое быстродействие и возможность обращения к каждой ячейке памяти отдельно (прямой адресный доступ к ячейке). В качестве недостатка оперативной памяти следует отметить невозможность сохранения информации в ней после выключения питания машины (энергозависимость).

Внешняя память

Внешняя память относится к внешним устройствам ПК и используется для долговременного хранения любой информации, которая может когда-либо потребоваться для решения задач. В частности, во внешней памяти хранится все программное обеспечение компьютера. Внешняя память представлена разнообразными видами запоминающих устройств, но наиболее распространенными из них, имеющимися практически на любом компьютере, являются показанные на структурной схеме накопители на жестких (НЖМД) и гибких (НГМД) магнитных дисках.

Назначение этих накопителей — хранение больших объемов информации, запись и выдача информации по запросу в оперативное запоминающее устройство. Различаются НЖМД и НГМД конструктивно, объемами хранимой информации и временем ее поиска, записи и считывания. В качестве устройств внешней памяти широко используются также накопители на оптических дисках (CD — Compact Disk, DVD — Digital Versatile Disk), накопители на флэш-дисках.

Источник питания

Источник питания — блок, содержащий системы автономного и сетевого энергопитания ПК.

Таймер

Таймер — внутримашинные электронные часы реального времени, обеспечивающие, при необходимости, автоматический съем текущего момента времени (год, месяц, часы, минуты, секунды и доли секунд). Таймер подключается к автономному источнику питания — аккумулятору и при отключении машины от электросети продолжает работать.

Внешние устройства

Внешние устройства (ВУ) ПК — важнейшая составная часть любого вычислительного комплекса, достаточно сказать, что стоимость ВУ составляет до 80–85% стоимости всего ПК.

ВУ ПК обеспечивают взаимодействие машины с окружающей средой: пользователями, объектами управления и другими компьютерами.

К внешним устройствам относятся:

- внешние запоминающие устройства (ВЗУ) или внешняя память ПК;
- диалоговые средства пользователя;
- устройства ввода информации;
- устройства вывода информации;
- средства связи и телекоммуникаций.

Диалоговые средства пользователя включают в свой состав:

- видеомонитор (видеотерминал, дисплей) — устройство для отображения вводимой и выводимой из ПК информации;
- устройства речевого ввода-вывода — быстро развивающиеся средства мультимедиа.

Это различные микрофонные акустические системы, «звуковые мыши» со сложным программным обеспечением, позволяющим распознавать произносимые человеком буквы и слова, идентифицировать их и кодировать; синтезаторы звука, выполняющие преобразование цифровых кодов в буквы и слова, воспроизводимые через громкоговорители (динамики) или звуковые колонки, подсоединенные к компьютеру.

К устройствам ввода информации относятся:

- клавиатура — устройство для ручного ввода числовой, текстовой и управляющей информации в ПК;
- графические планшеты (дигитайзеры) — устройства для ручного ввода графической информации, изображений путем перемещения по планшету специального указателя (пера); при перемещении пера автоматически выполняется считывание координат его местоположения и ввод этих координат в ПК;
- сканеры (читающие автоматы) — оборудование для автоматического считывания с бумажных и пленочных носителей и ввода в ПК машинописных текстов, графиков, рисунков, чертежей;
- устройства целеуказания (графические манипуляторы), предназначенные для ввода графической информации на экран дисплея путем управления движением курсора по экрану с последующим кодированием координат курсора и вводом их в ПК (джойстик — рычаг, мышь, трекбол — шар в оправе, световое перо и т. д.);
- сенсорные экраны — для ввода отдельных элементов изображения, программ или команд с экрана дисплея в ПК.

К устройствам вывода информации относятся:

- принтеры — печатающие устройства для регистрации информации на бумажный или пленочный носитель;
- графопостроители (плоттеры) — устройства для вывода графической информации (графиков, чертежей, рисунков) из ПК на бумажный носитель.

Устройства связи и телекоммуникации используются для связи с приборами и другими средствами автоматизации (согласователи интерфейсов, адаптеры, цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи и т. п.) и для подключения ПК к каналам связи, к другим компьютерам и вычислительным сетям (сетевые интерфейсные платы и карты — сетевые адаптеры, «стыки», мультиплексоры передачи данных, модемы — модуляторы (демодуляторы)).

§2. Микропроцессоры

Наиболее важными компонентами любого компьютера, обусловливающими его основные характеристики, являются микропроцессоры, системные чипсеты и интерфейсы.

Микропроцессор (МП), или Central Processing Unit (CPU), — функционально-законченное программно управляемое устройство обработки информации, выполненное в виде одной или нескольких больших (БИС) или сверхбольших (СБИС) интегральных схем.

Микропроцессор выполняет следующие функции:

- вычисление адресов команд и операндов;
- выборку и дешифрацию команд из основной памяти (ОП);
- выборку данных из ОП, регистров МПП и регистров адаптеров внешних устройств (ВУ);
- прием и обработку запросов и команд от адаптеров на обслуживание ВУ;
- обработку данных и их запись в ОП, регистры МПП и регистры адаптеров ВУ;
- выработку управляющих сигналов для всех прочих узлов и блоков ПК;
- переход к следующей команде.

Основными параметрами микропроцессоров являются:

- разрядность;
- рабочая тактовая частота;
- виды и размер кэш-памяти;
- состав инструкций;
- конструктив;
- энергопотребление;
- рабочее напряжение и т. д.

Разрядность шины данных микропроцессора определяет количество разрядов, над которыми одновременно могут выполняться операции; *разрядность шины адреса* МП определяет его адресное пространство.

Адресное пространство — это максимальное количество ячеек основной памяти, которое может быть непосредственно адресовано микропроцессором.

Рабочая тактовая частота МП во многом определяет его внутреннее быстродействие, поскольку каждая команда выполняется за определенное количество тактов. Быстродействие (производительность) ПК зависит также и от тактовой частоты шины системной платы, с которой работает (может работать) МП.

Кэш-память, устанавливаемая на плате МП, имеет два уровня:

- L1 — память 1-го уровня, находящаяся внутри основной микросхемы (ядра) МП и работающая всегда на полной частоте МП (впервые кэш L1 был введен в МП i486 и у МП i386SLC).
- L2 — память 2-го уровня, кристалл, размещаемый на плате МП и связанный с ядром внутренней микропроцессорной шиной (впервые введен в МП Pentium Pro). Память L2 может работать на полной или половинной частоте МП. Эффективность этой кэш-памяти зависит и от пропускной способности микропроцессорной шины.

Состав инструкций — перечень, вид и тип команд, автоматически исполняемых МП.

От типа команд зависит классификационная группа МП (CISC, RISC, VLIW). Перечень и вид команд определяют непосредственно те процедуры, которые могут выполняться над данными в МП, и те категории данных, над которыми могут быть применены эти процедуры. Дополнительные

инструкции в небольших количествах вводились во многих МП (286, 486, Pentium Pro и др.), но существенное изменение состава инструкций произошло в МП i386 (этот состав далее принят за базовый), Pentium MMX, Pentium III, Pentium 4, Pentium D, Core Duo.

Конструктив — определяет те физические разъемные соединения, которые используются для установки МП, и которые определяют пригодность материнской платы для установки МП. Разъемы имеют разную конструкцию (Slot — щелевой разъем, Socket — разъем-гнездо), разное количество контактов, на которые подаются различные сигналы и рабочие напряжения.

Рабочее(ие) напряжение(ия) также является фактором пригодности материнской платы для установки МП.

Физическая и функциональная структура микропроцессора

Физическая структура микропроцессора достаточно сложна. Ядро процессора содержит главный управляющий модуль и исполняющие модули — блоки выполнения операций над целочисленными данными. К локальным управляющим схемам относятся: блок плавающей запятой, модуль предсказания ветвлений, модуль преобразования CISC-инструкций во внутренний RISC-микрокод, регистры микропроцессорной памяти (в МП типа VLIW до 256 регистров), регистры кэш-памяти 1-го уровня (отдельно для данных и инструкций), шинный интерфейс и многое другое.

В состав микропроцессора Pentium обычно входят следующие физические компоненты:

- *Core* — ядро МП;
- *Execution Unit* — исполняющий модуль;
- *Integer ALU* — АЛУ для операций с целыми числами (с фиксированной запятой);
- *Registers* — регистры;
- *Floating Point Unit* — блок для работы с числами с плавающей запятой;
- *Primary Cache* — кэш первого уровня, в том числе кэш данных (Data Cache) и кэш команд (Code Cache);
- *Instruction Decode and Prefetch Unit* и *Branch Predictor* — блоки декодирования инструкций, опережающего их исполнения и предсказания ветвлений;
- *Bus Interface* — интерфейсные шины, в том числе 64- и 32-битовые шины, и выход на системную шину к оперативной памяти.

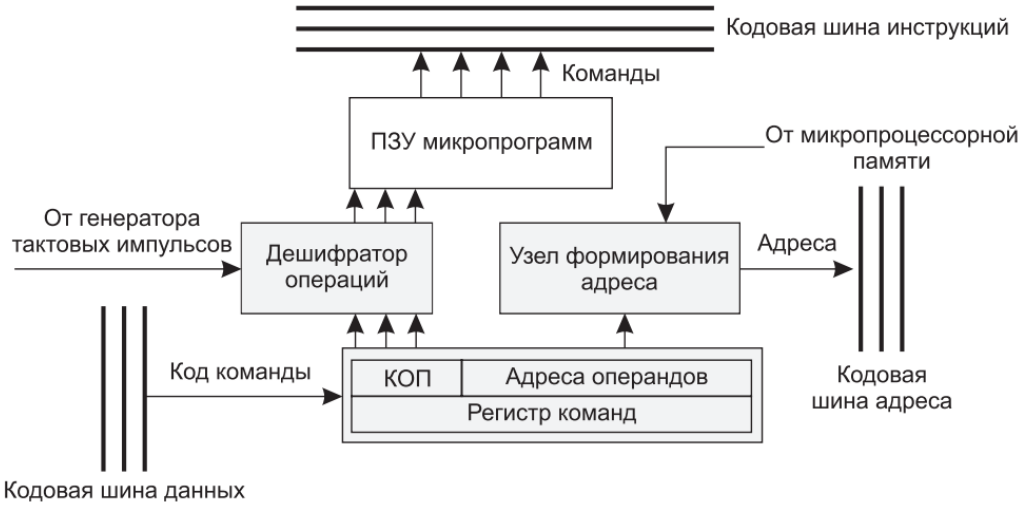
Функционально МП можно разделить на две части:

- *операционную*, содержащую устройство управления (УУ), арифметико-логическое устройство (АЛУ) и микропроцессорную память (МПП) (за исключением нескольких адресных регистров);
- *интерфейсную*, содержащую адресные регистры МПП; блок регистров команд — регистры памяти для хранения кодов команд, выполняемых в ближайшие такты; схемы управления шиной и портами.

Обе части МП работают параллельно, причем *интерфейсная часть опережает операционную*, так что выборка очередной команды из памяти (ее запись в блок регистров команд и предварительный анализ) выполняется во время выполнения операционной частью предыдущей команды. Современные микропроцессоры имеют несколько групп регистров в интерфейсной части, работающих с различной степенью опережения, что позволяет выполнять операции в конвейерном режиме. Такая организация МП позволяет существенно повысить его эффективное быстродействие.

Устройство управления

Устройство управления (УУ) является функционально наиболее сложным устройством ПК — оно вырабатывает управляющие сигналы, поступающие по кодовым шинам инструкций (КШИ) во все блоки машины. Укрупненная функциональная схема УУ показана на рис.



На рисунке представлены:

- *регистр команд* — запоминающий регистр, в котором хранится код команды: код выполняемой операции (КОП) и адреса операндов, участвующих в операции. Регистр команд расположен в интерфейсной части МП, в блоке регистров команд (в МП с конвейерным выполнением команд имеется несколько регистров команд);
- *дешифратор операций* — логический блок, выбирающий в соответствии с поступающим из регистра команд кодом операции (КОП) один из множества имеющихся у него выходов;
- *постоянное запоминающее устройство* (ПЗУ) микропрограмм хранит в своих ячейках управляющие сигналы (импульсы), необходимые для выполнения в блоках ПК процедур обработки информации. Импульс по выбранному дешифратором операций в соответствии с кодом операции проводу считывает из ПЗУ микропрограмм необходимую последовательность управляющих сигналов;
- *узел формирования адреса* (находится в интерфейсной части МП) — устройство, вычисляющее полный адрес ячейки памяти (регистра) по реквизитам, поступающим из регистра команд и регистров МПП;
- *кодовые шины данных, адреса и инструкций* — часть внутренней интерфейсной шины микропроцессора.

В общем случае УУ формирует управляющие сигналы для выполнения следующих основных процедур:

- выборки из регистра-счетчика адреса команды МПП адреса ячейки ОЗУ, где хранится очередная команда программы;
- выборки из ячеек ОЗУ кода очередной команды и приема считанной команды в регистр команд;
- расшифровки кода операции и признаков выбранной команды;
- считывания из соответствующих расшифрованному коду операции ячеек ПЗУ микропрограмм управляющих сигналов (импульсов), определяющих во всех блоках машины процедуры выполнения заданной операции, и пересылки управляющих сигналов в эти блоки;

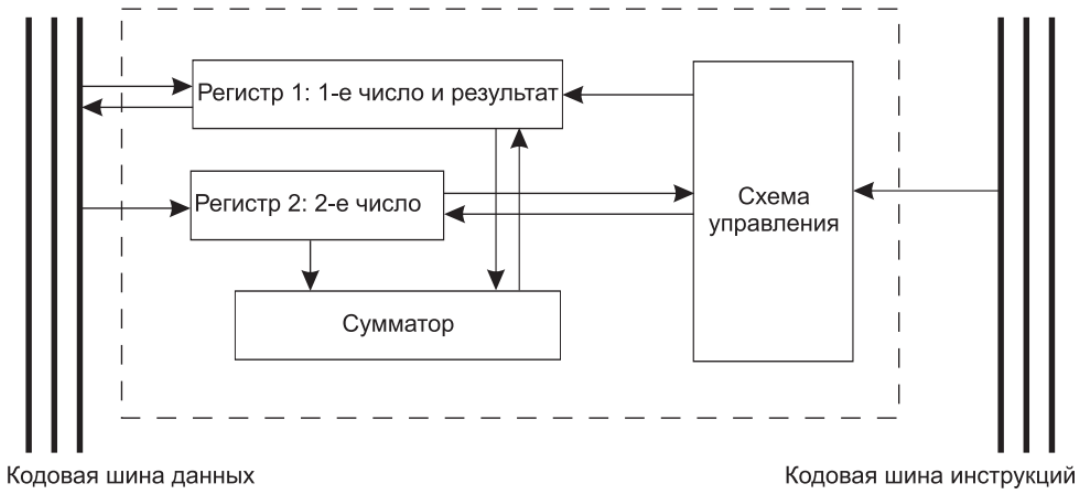
- считывания из регистра команд и регистров МПП отдельных составляющих адресов операндов (чисел), участвующих в вычислениях, и формирование полных адресов операндов;
- выборки операндов (по сформированным адресам) и выполнения заданной операции обработки этих операндов;
- записи результатов операции в память;
- формирования адреса следующей команды программы.

Арифметико-логическое устройство

Арифметико-логическое устройство (АЛУ) предназначено для выполнения арифметических и логических операций преобразования информации. Функционально простейшее АЛУ (рис. 8.2) состоит из двух регистров, сумматора и схем управления (местного устройства управления).

Сумматор — вычислительная схема, выполняющая процедуру сложения поступающих на ее вход двоичных кодов; сумматор имеет разрядность двойного машинного слова.

Регистры — быстродействующие ячейки памяти различной длины: регистр 1 имеет разрядность двойного слова, а регистр 2 — разрядность слова. При выполнении операций в регистр 1 помещается первое число, участвующее в операции, а по завершении операции — результат; в регистр 2 — второе число, участвующее в операции (по завершению операции информация в нем не изменяется). Регистр 1 может и принимать информацию с кодовых шин данных, и выдавать информацию на них; регистр 2 только получает информацию с этих шин.



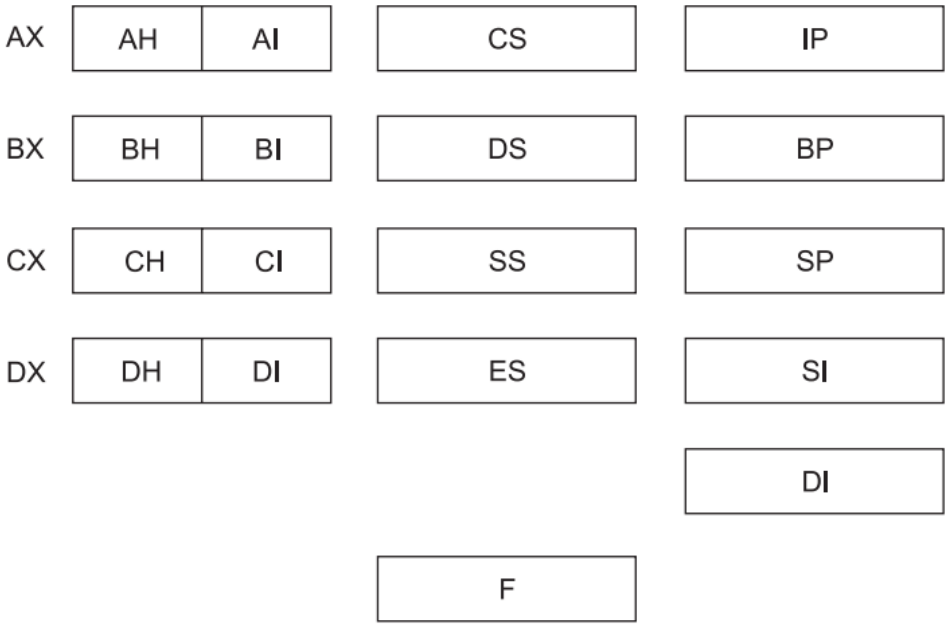
Схемы управления принимают по кодовым шинам инструкций управляющие сигналы от устройства управления и преобразуют их в сигналы для управления работой регистров и сумматора АЛУ.

АЛУ выполняет арифметические операции «+», «–», «×» и «:» только над двоичной информацией с запятой, фиксированной после последнего разряда, то есть только над целыми двоичными числами. Выполнение операций над двоичными числами с плавающей запятой и над двоично-кодированными десятичными числами осуществляется с привлечением математического сопроцессора или по специально составленным программам.

Микропроцессорная память

Микропроцессорная память (МПП) базового МП 8086 включает в себя 14 двухбайтовых запоминающих регистров. У МП 80286 и выше имеются дополнительные регистры, например, у МП типа VLIW есть 256 регистров, из которых 128 — регистры общего назначения. У МП 80386 и выше некоторые регистры, в том числе и регистры общего назначения, — 4-байтовые (у МП Pentium есть и восьмибайтовые регистры).

Но в качестве базовой модели, в частности для языка программирования Assembler и отладчика программ Debug, используется 14-регистровая система МПП (рис. 8.3).



Все регистры можно разделить на 4 группы:

- универсальные регистры: AX, BX, CX, DX;
- сегментные регистры: CS, DS, SS, ES;
- регистры смещения: IP, SP, BP, SI, DI;
- регистр флагов: F.

Если регистры 4-байтовые или 8-байтовые, их имена несколько изменяются: например, 4-байтовые универсальные регистры AX, BX, CX, DX именуются соответственно EAX, EBX, ECX, EDX. При этом если используется их двухбайтовая или однобайтовая часть, наименования этих частей регистров соответствуют рассматриваемым ниже.

Универсальные регистры

Регистры AX, BX, CX и DX являются универсальными (их часто называют регистрами общего назначения — РОН); каждый из них может использоваться для временного хранения любых данных, при этом позволено работать с каждым регистром целиком, а можно отдельно и с каждой его половиной (регистры AH, BH, CH, DH — старшие (High) байты, а регистры AL, BL, CL, DL — младшие (Low) байты соответствующих 2-байтовых регистров). Но каждый из универсальных регистров может использоваться и как специальный при выполнении некоторых конкретных команд программы. В частности:

- регистр AX — регистр-аккумулятор, через него осуществляется ввод-вывод данных в МП, а при выполнении операций умножения и деления AX используется для хранения

первого числа, участвующего в операции (множимого, делимого), и результата операции (произведения, частного) после ее завершения;

- регистр BX часто используется для хранения адреса базы в сегменте данных и начального адреса поля памяти при работе с массивами;
- регистр CX — регистр-счетчик, используется как счетчик числа повторений при циклических операциях;
- регистр DX используется как расширение регистра-аккумулятора при работе с 32-разрядными числами и при выполнении операций умножения и деления, используется для хранения адреса ячейки памяти или порта внешних устройств при операциях ввода-вывода.

Сегментные регистры

Регистры сегментной адресации CS, DS, SS, ES используются для хранения начальных адресов полей памяти (сегментов), отведенных в программах для хранения:

- команд программы (сегмент кода — CS);
- данных (сегмент данных — DS);
- стековой области памяти (сегмент стека — SS);
- дополнительной области памяти данных при межсегментных пересылках (расширенный сегмент — ES), поскольку размер сегмента в реальном режиме работы МП ограничен величиной 64 Кбайт.

Регистры смещений

Регистры смещений (внутрисегментной адресации) IP, SP, BP, SI, DI предназначены для хранения относительных адресов ячеек памяти внутри сегментов (смещений относительно начала сегментов):

- регистр IP (Instruction Pointer) хранит смещение адреса текущей команды программы;
- регистр SP (Stack Pointer) — смещение вершины стека (текущего адреса стека);
- регистр BP (Base Pointer) — смещение начального адреса поля памяти, непосредственно отведенного под стек;
- регистры SI, DI (Source Index и Destination Index соответственно) предназначены для хранения адресов индекса источника и приемника данных при операциях над строками, матрицами и им подобных.

Регистр флагов

Регистр флагов F содержит условные одноразрядные признаки-маски или флаги, управляющие прохождением программы в ПК; флаги работают независимо друг от друга, и лишь для удобства они помещены в единый регистр. Всего в регистре содержится 9 флагов: 6 из них статусные, отражают результаты операций, выполненных в компьютере (их значения используются, например, при выполнении команд условной передачи управления — команд ветвления программы), а 3 других — управляющие, непосредственно определяют режим исполнения программы.

Статусные флаги:

- CF (Carry Flag) — флаг переноса. Содержит значение «переносов» (0 или 1) из старшего разряда при арифметических операциях и некоторых операциях сдвига и циклического сдвига;

- PF (Parity Flag) — флаг четности. Проверяет младшие восемь битов результатов операций над данными. Нечетное число единичных битов приводит к установке этого флага в 0, а четное — в 1;
- AF (Auxiliary Carry Flag) — флаг логического переноса в двоично-десятичной арифметике. Вспомогательный флаг переноса устанавливается в 1, если арифметическая операция приводит к переносу или заему четвертого справа бита однобайтового операнда. Этот флаг используется при арифметических операциях над двоично-десятичными кодами и кодами ASCII;
- ZF (Zero Flag) — флаг нуля. Устанавливается в 1, если результат операции равен нулю; если результат не равен нулю, ZF обнуляется;
- SF (Sign Flag) — флаг знака. Устанавливается в соответствии со знаком результата после арифметических операций: положительный результат устанавливает флаг в 0, отрицательный — в 1;
- OF (Overflow Flag) — флаг переполнения. Устанавливается в 1 при арифметическом переполнении: если возник перенос в знаковый разряд при выполнении знаковых арифметических операций, если частное от деления слишком велико и переполняет регистр результата.

Управляющие флаги:

- TF (Trap Flag) — флаг системного прерывания (трассировки). Единичное состояние этого флага переводит процессор в режим пошагового выполнения программы (режим трассировки);
- IF (Interrupt Flag) — флаг прерываний. При нулевом состоянии этого флага прерывания запрещены, при единичном — разрешены;
- DF (Direction Flag) — флаг направления. Используется в строковых операциях для задания направления обработки данных. При нулевом состоянии флага команда увеличивает содержимое регистров SI и DI на единицу, обусловливая обработку строки «слева направо»; при единичном — «справа налево».

Интерфейсная часть МП

Интерфейсная часть МП предназначена для связи и согласования МП с системной шиной ПК, а также для приема, предварительного анализа команд выполняемой программы и формирования полных адресов операндов и команд. Интерфейсная часть включает в свой состав:

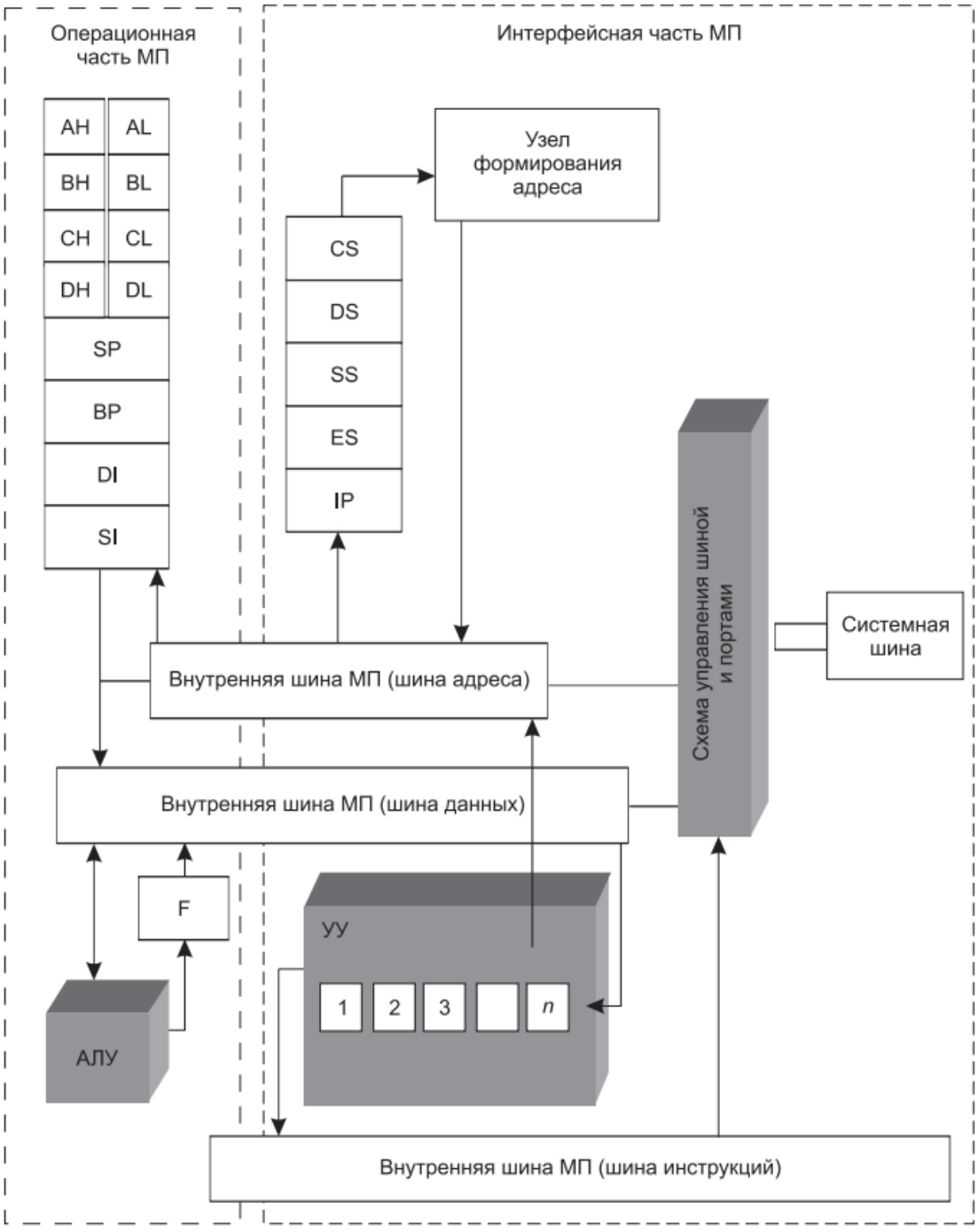
- адресные регистры МПП;
- узел формирования адреса;
- блок регистров команд, являющийся буфером команд в МП;
- внутреннюю интерфейсную шину МП;
- схемы управления шиной и портами ввода-вывода.

Некоторые из названных устройств, такие как узел формирования адреса и регистр команды, непосредственно выполняемой МП, функционально входят в состав устройства управления.

Порты ввода-вывода — это пункты системного интерфейса ПК, через которые МП обменивается информацией с другими устройствами. Всего портов у МП может быть 65 536 (равно количеству разных адресов, которые можно представить числом формата «слово»). Каждый порт имеет адрес — номер порта; по существу, это адрес ячейки памяти, являющейся частью устройства ввода-вывода, использующего этот порт, а не частью основной памяти компьютера.

Порту устройства соответствуют аппаратура сопряжения и два регистра памяти — для обмена данными и управляющей информацией. Некоторые внешние устройства используют и основную память для хранения больших объемов информации, подлежащей обмену. Многие стандартные устройства (НЖМД, НГМД, клавиатура, принтер, сопроцессор и т. д.) имеют постоянно закрепленные за ними порты ввода-вывода.

Схема управления шиной и портами выполняет следующие функции:

- формирование адреса порта и управляющей информации для него (переключение порта на прием или передачу и т. д.);
- прием управляющей информации от порта, информации о готовности порта и его состоянии;
- организация сквозного канала в системном интерфейсе для передачи данных между портом устройства ввода-вывода и МП.

Упрощенная структурная схема микропроцессора показана на рис