

Аппаратные средства

Процессоры

Процессор

Опр. Процессор (processor) – аппаратный компонент, выполняющий команды на машинном языке.

Центральный процессор

Опр. Центральный процессор (Central Processing Unit, CPU) – процессор, ответственный за общие вычисления в компьютере.

Сопроцессор

Опр. Сопроцессор (coprocessor) – специализированный процессор, разработанный для выполнения ограниченного набора команд специального назначения.

Сопроцессоры

- Графический сопроцессор (graphics coprocessor) – для трехмерной обработки изображений
- Цифровой процессор сигналов (Digital Signal Processor, DSP) – для преобразования цифрового сигнала в аналоговый аудиосигнал

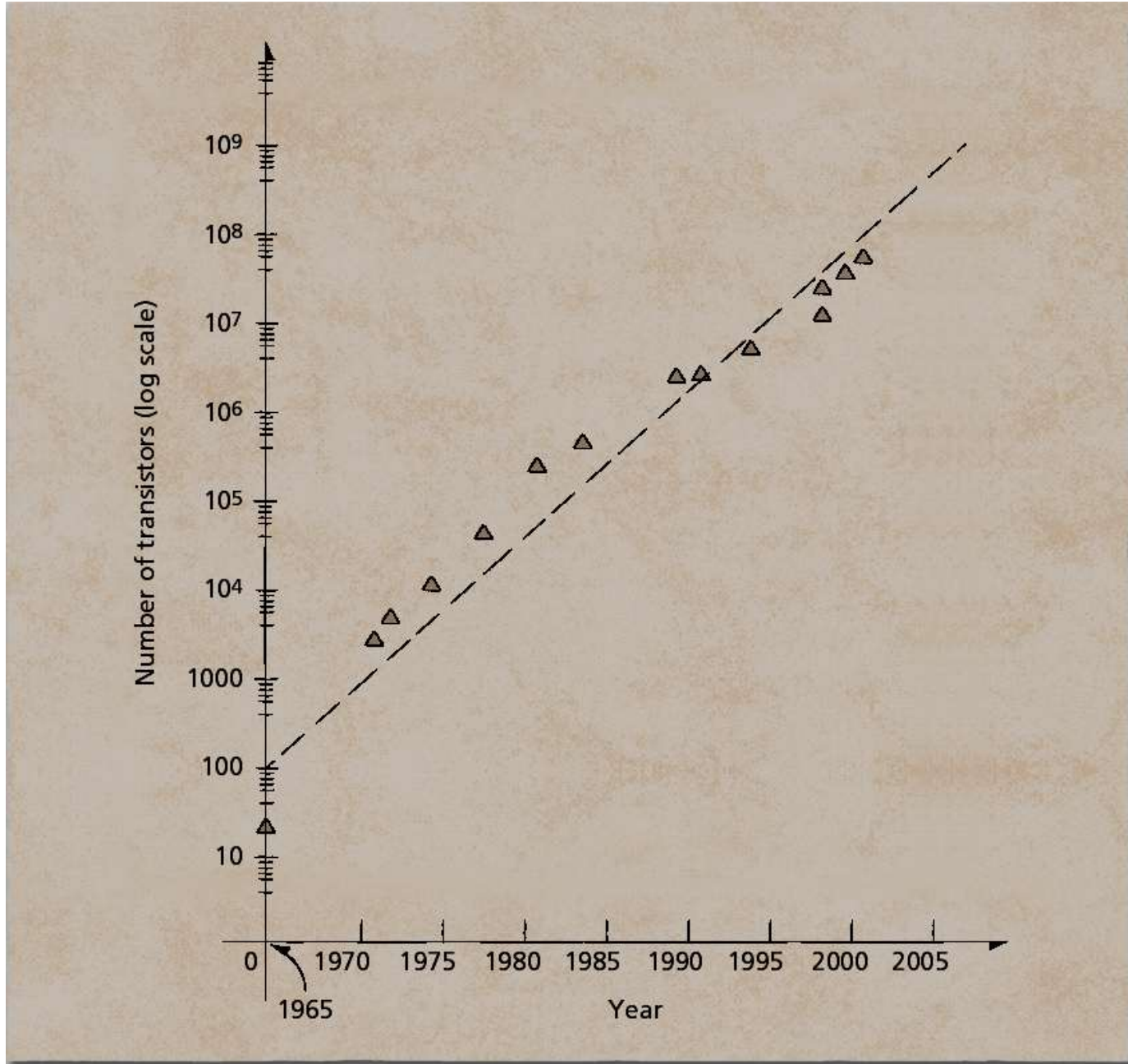
Такт

Опр. Такт (cycle) – один полный период электрического сигнала.

Тактовая частота

Опр. Тактовая частота (clock frequency) – количество тактов, генерируемых в секунду. Определяет частоту работы устройства (напр., процессора, памяти и шины). Эта величина может быть использована системой для измерения времени. Измеряется в герцах, $1 \text{ Гц} = 1 \text{ такт} / \text{сек}$, $1 \text{ ГГц} = 10^9 \text{ Гц}$

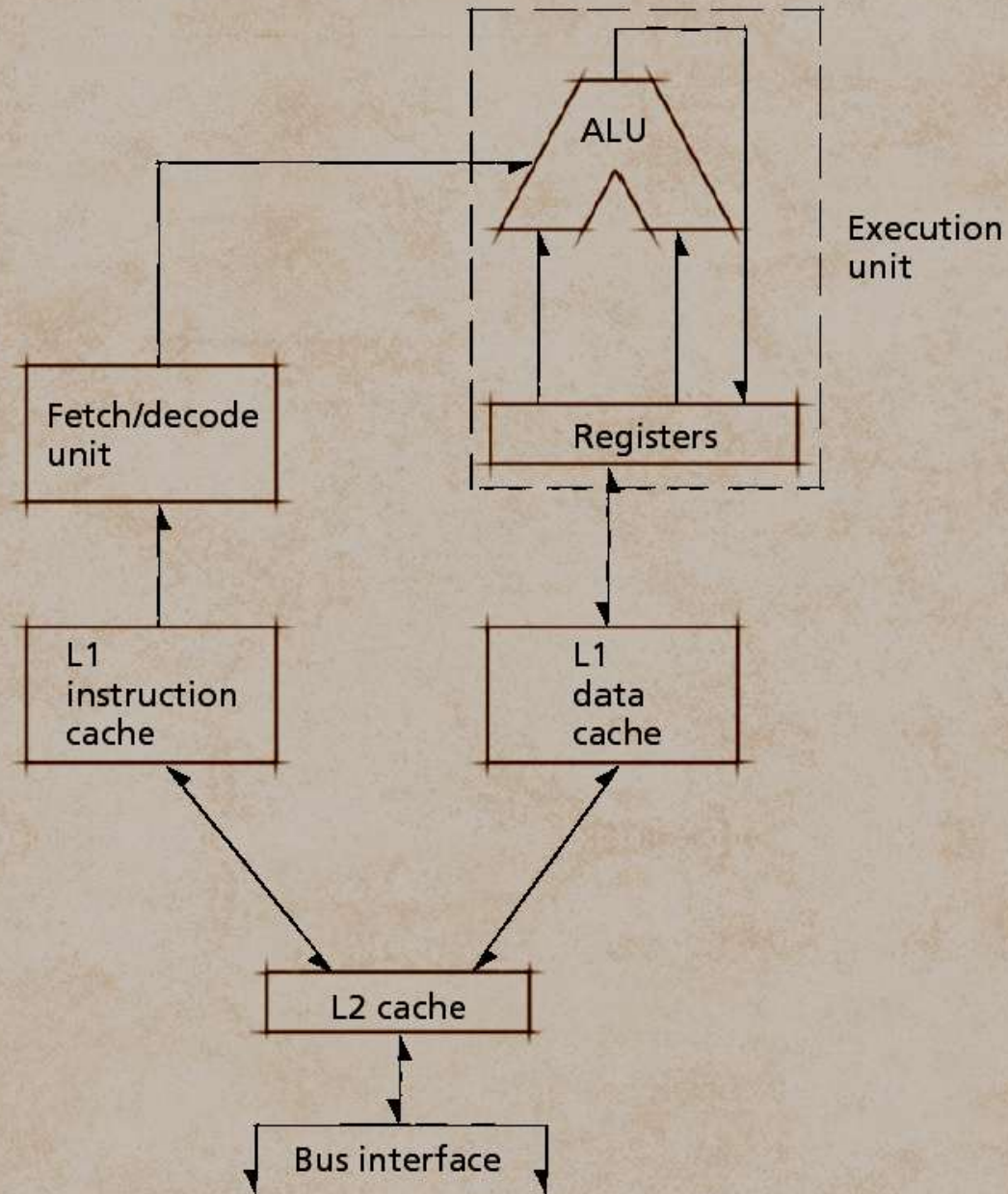
Число транзисторов в процессорах Intel

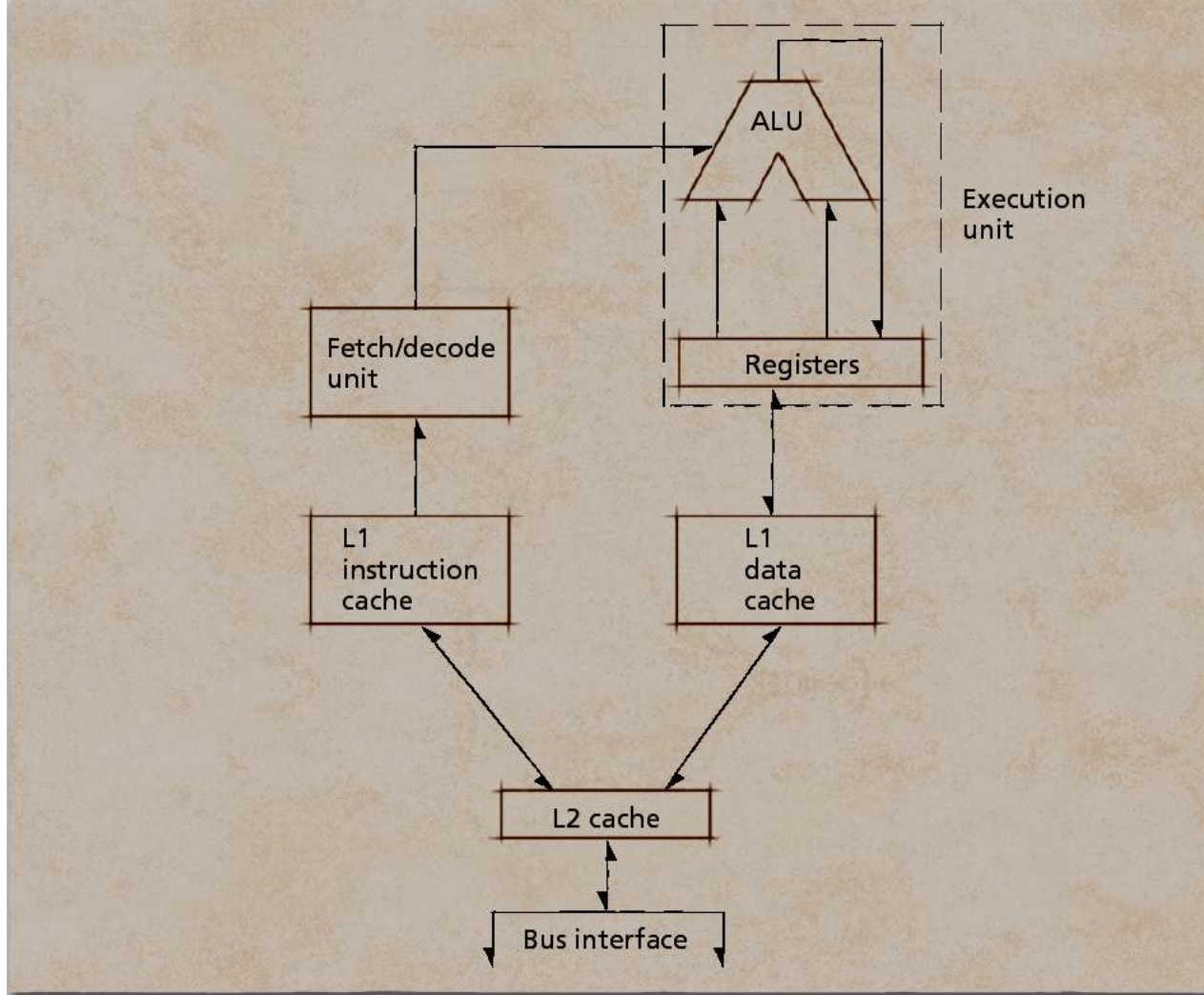


Закон Мура

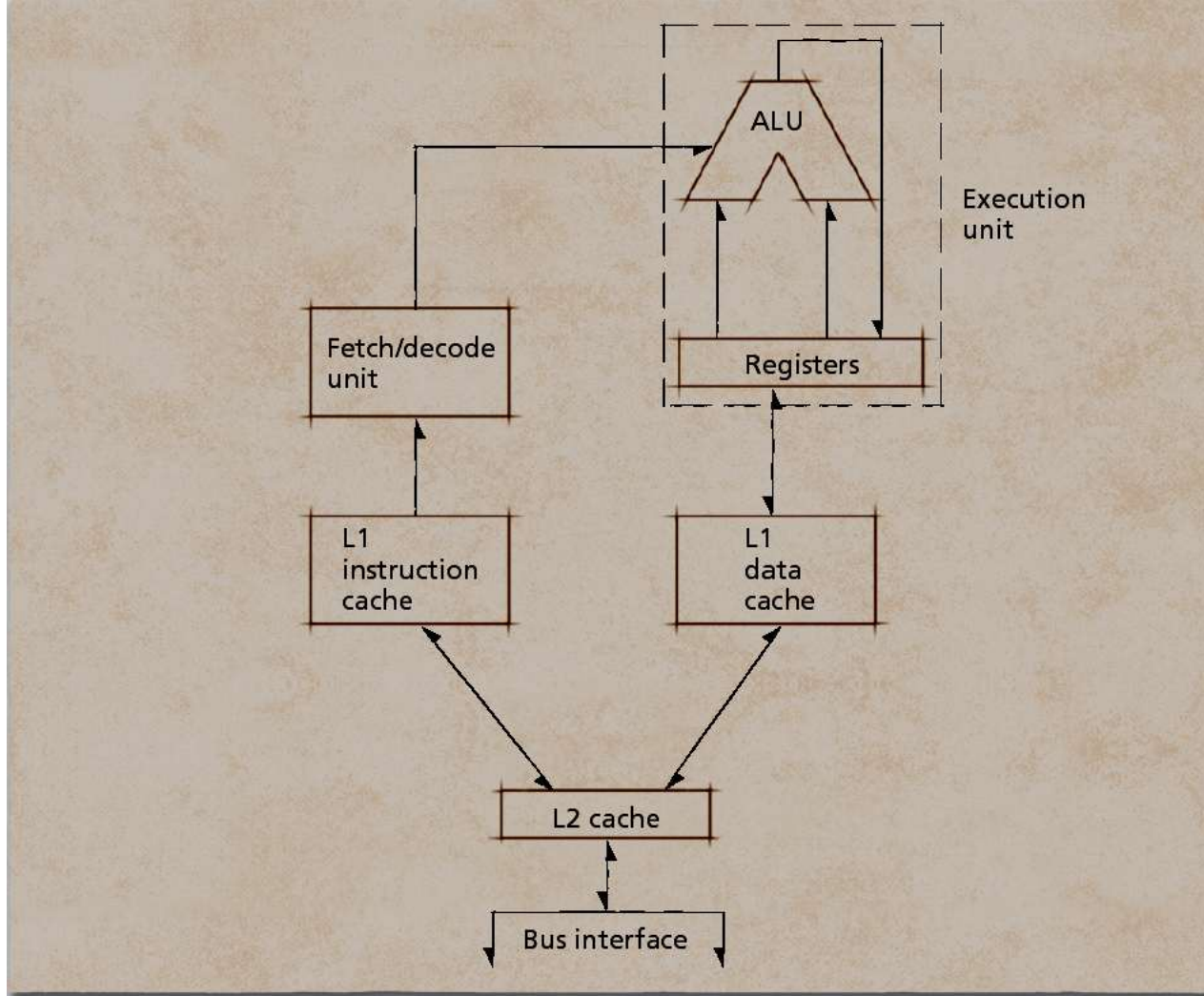
- Закон Мура (Moore's law) – число транзисторов в процессоре с каждым годом удваивается
 - “Cramming More Components onto Integrated Circuits”, 1965 год
 - Гордон Мур, почетный председатель совета директоров, соучредитель корпорации Intel
- В 2000-х годах рост тактовой частоты отстает от экспоненциального роста числа транзисторов в процессорах

Компоненты процессора

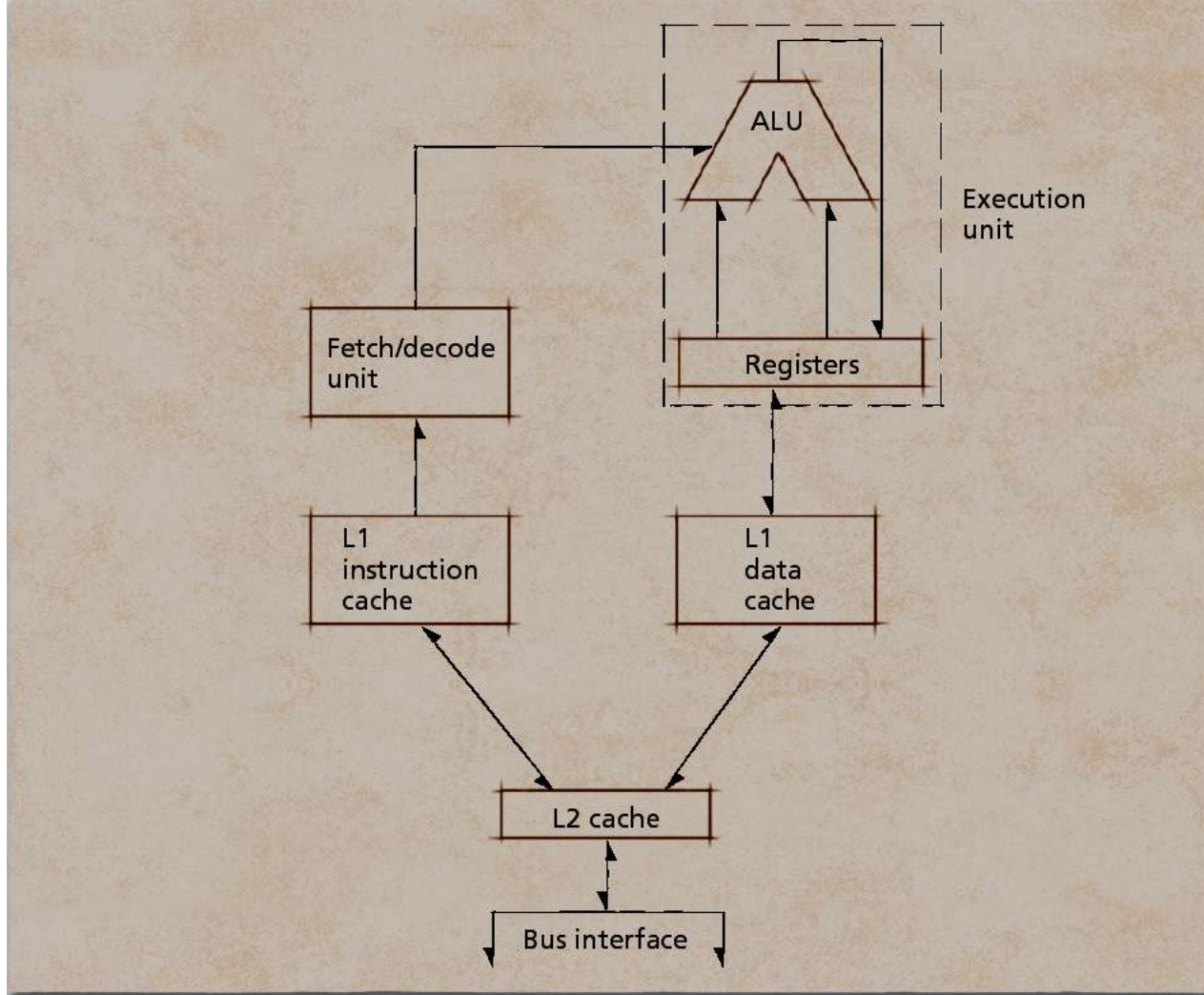




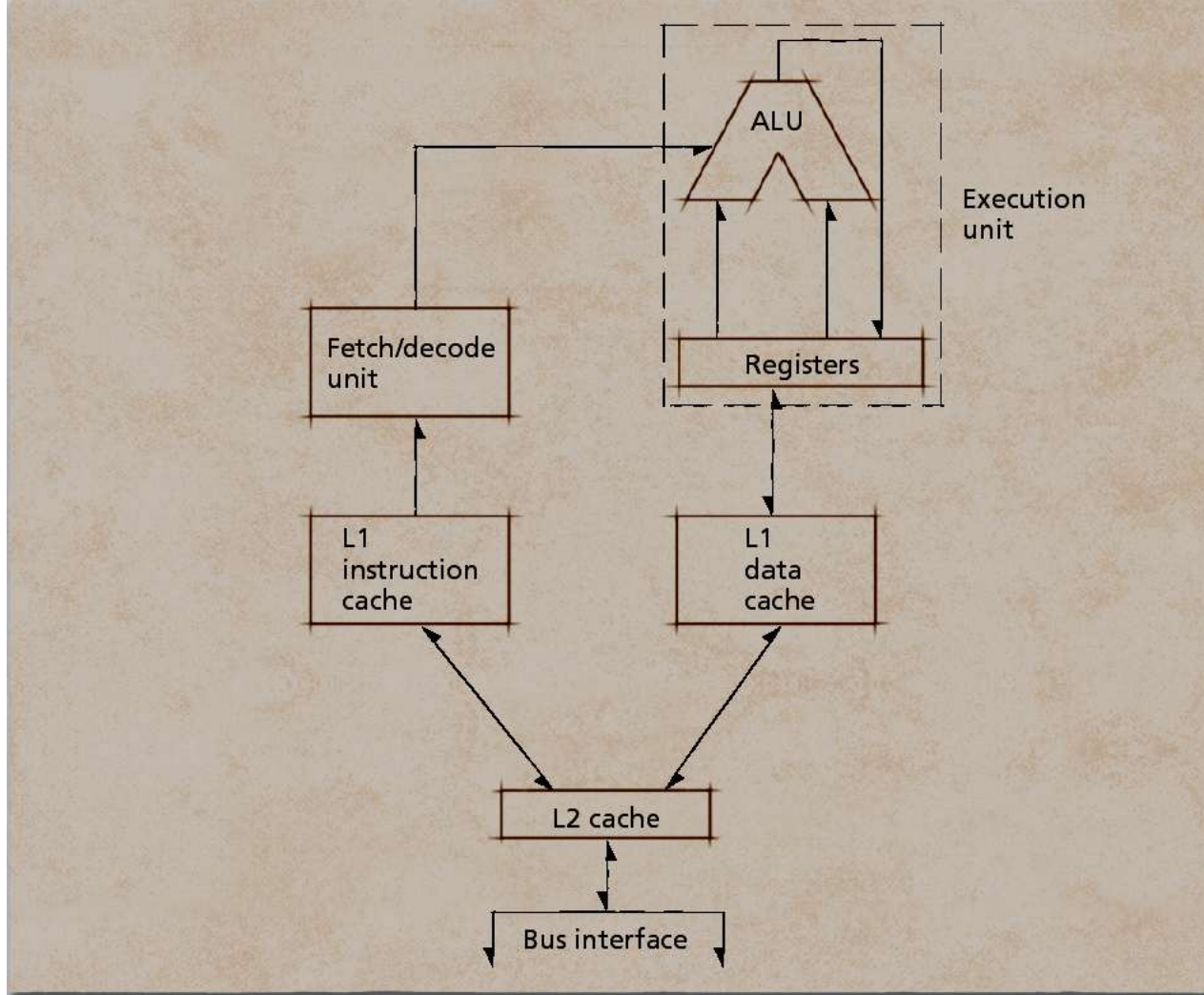
Арифметико-логическое устройство (Arithmetic and Logic Unit, ALU) – компонент процессора, который выполняет основные арифметические и логические операции.



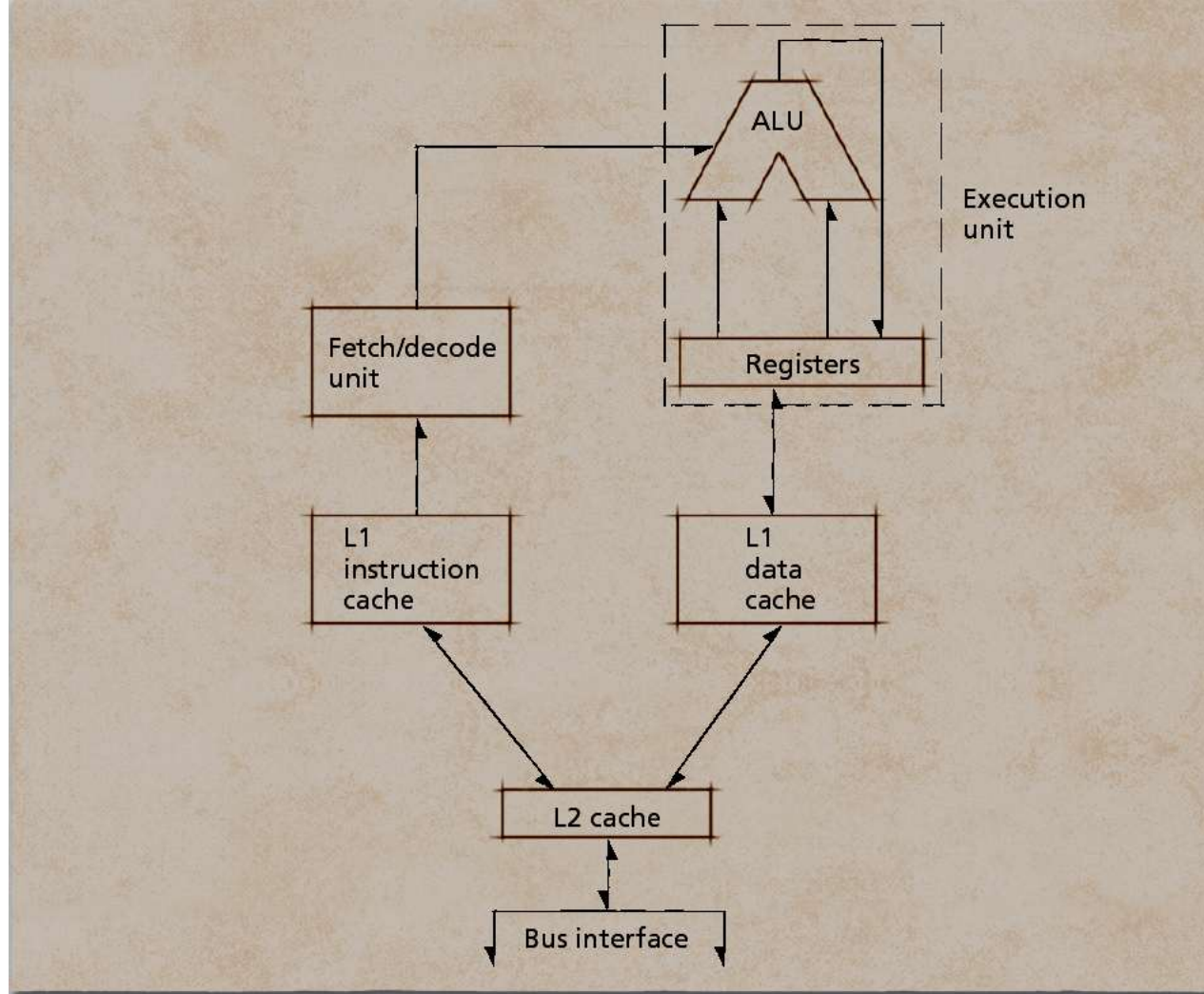
Регистры (registers) – быстрая память, расположенная в процессоре, в которой хранятся данные, непосредственно обрабатываемые процессором.



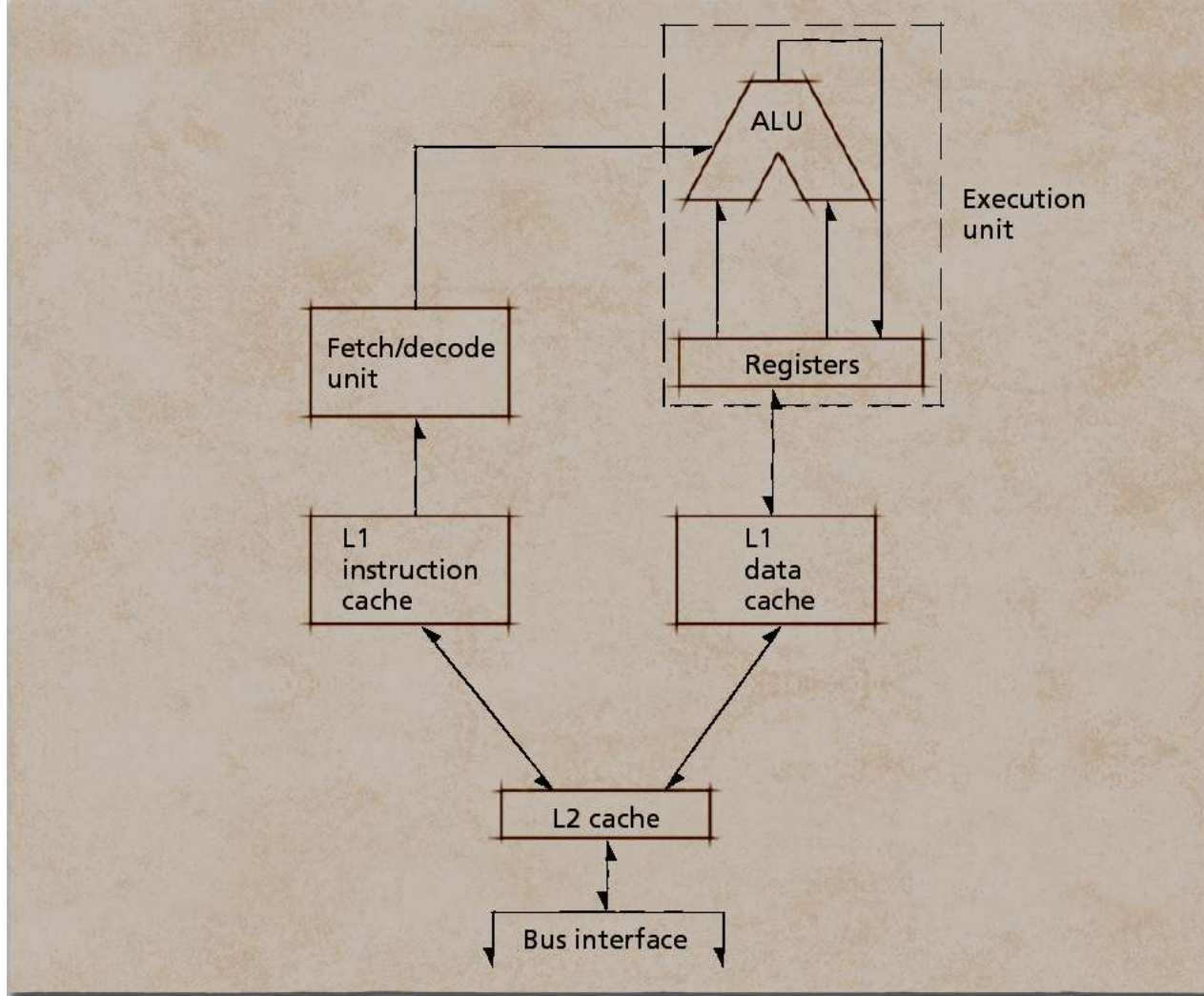
Операционный блок (execution unit) – компонент процессора, объединяющий арифметико-логическое устройство и регистры.



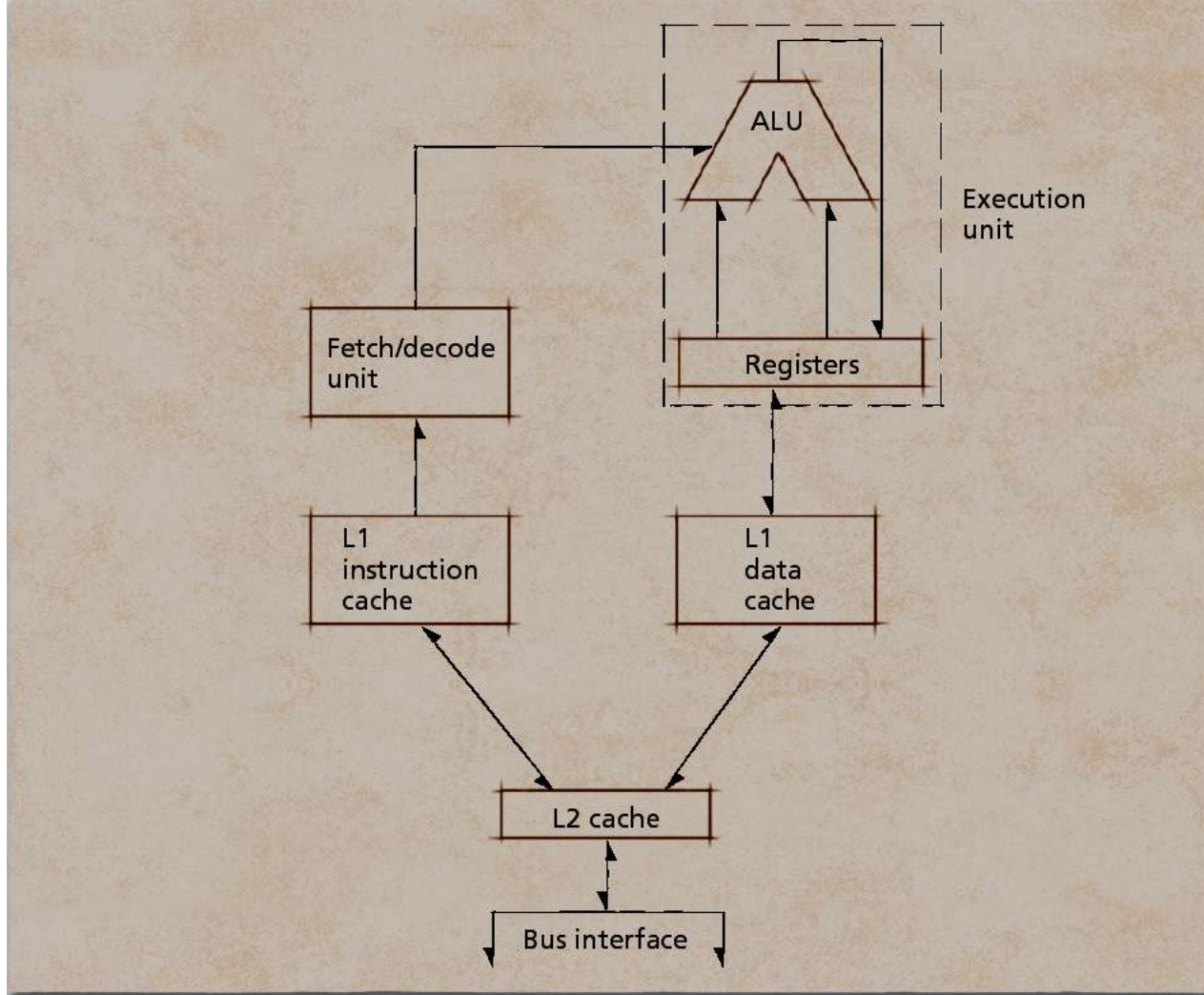
Блок выборки команд (instruction fetch unit) – компонент процессора, который загружает команды из кэша команд, чтобы они могли быть дешифрованы и выполнены.



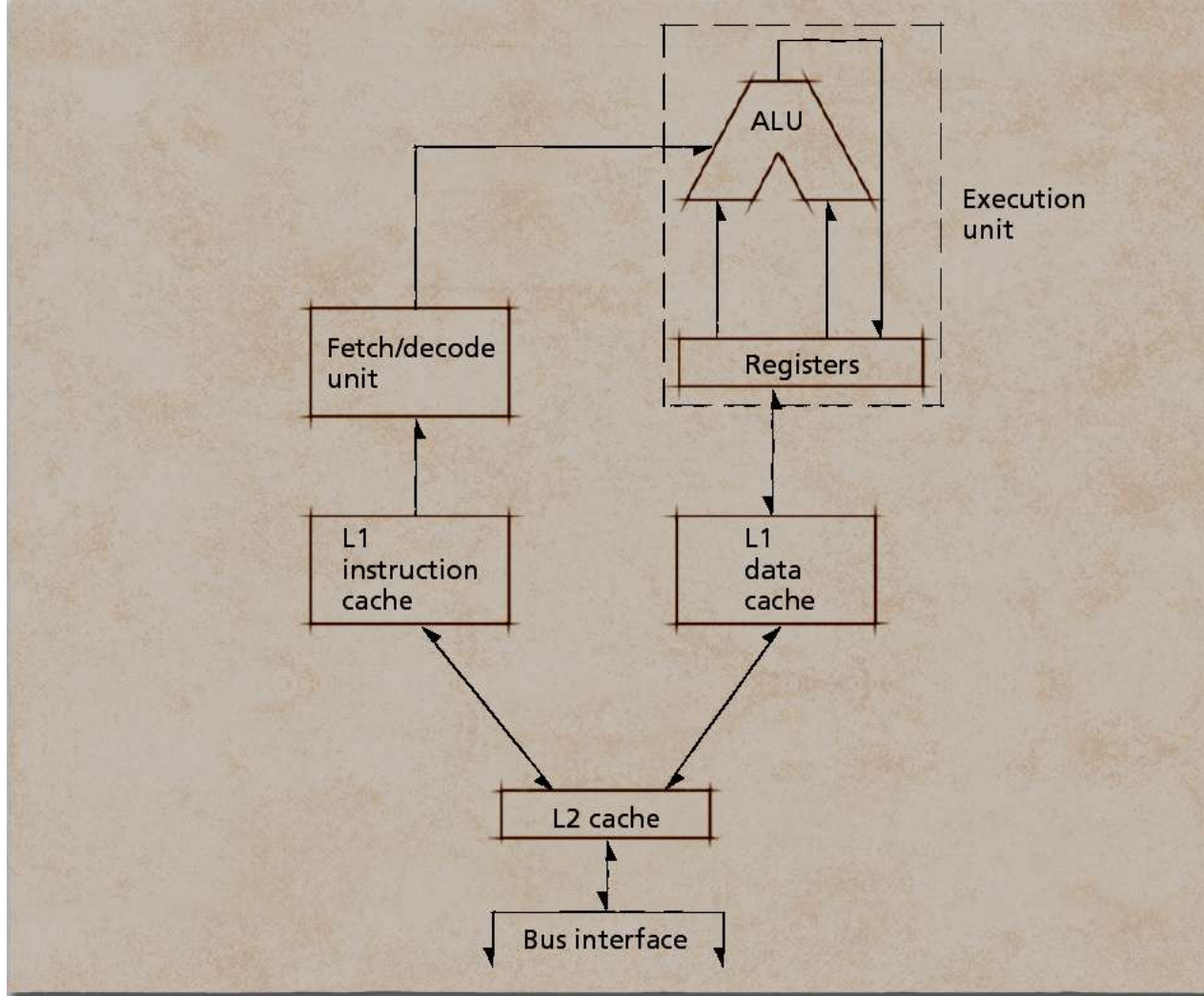
Дешифратор команд (instruction decode unit) – интерпретирует команды, осуществляет ввод необходимых данных в операционный блок и генерирует управляющие сигналы, заставляя процессор выполнять команды.



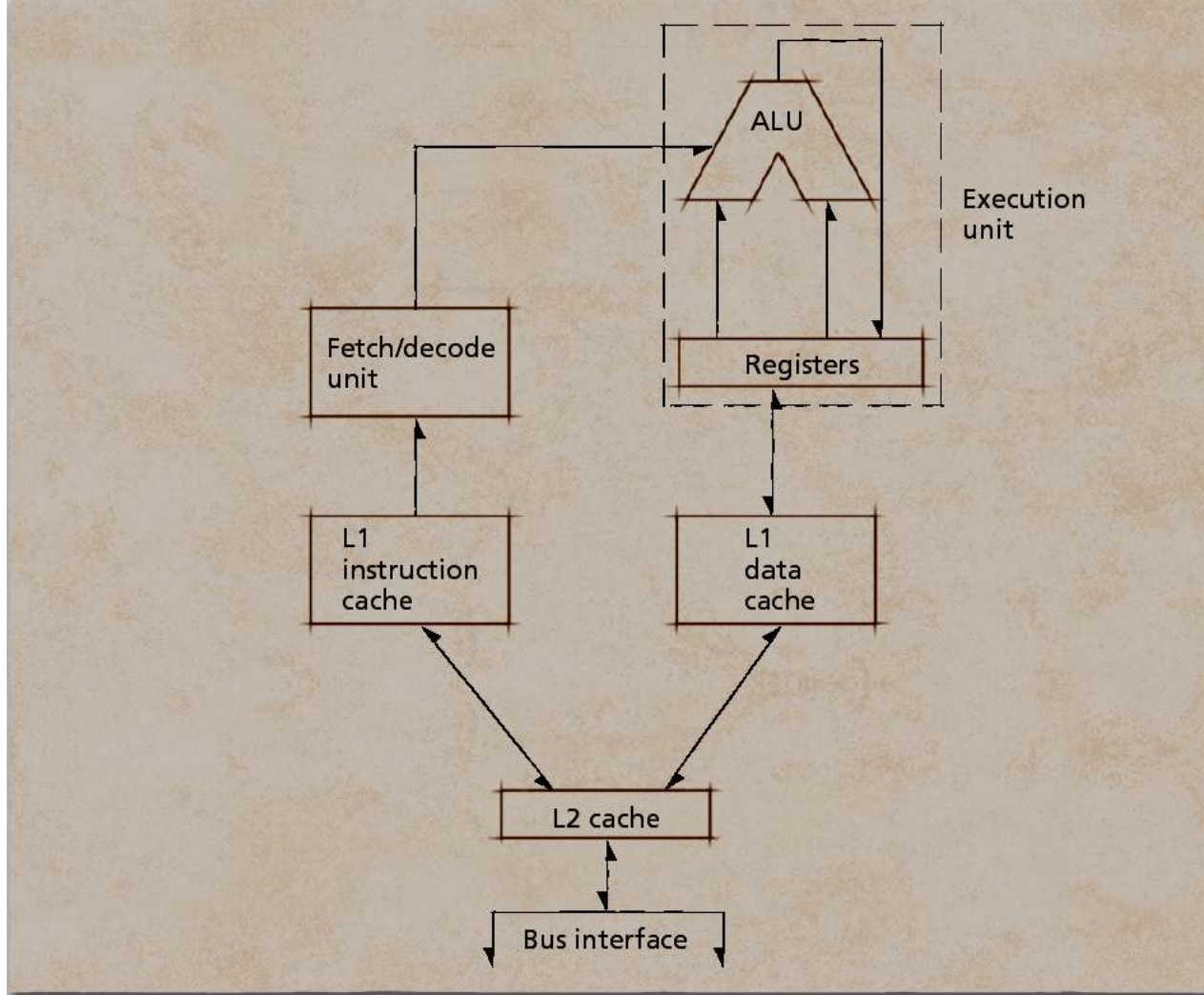
Ядро (kernel) – компонент процессора, объединяющий операционный блок, дешифратор команд и блок выборки команд.



Кэш-память (cache memory) – быстродействующая, дорогая и малая по объему память, в которой хранятся копии данных и команд для ускорения доступа к ним.



Кэш-память первого уровня (L1) – самые быстрые дорогие и наименьшие по объему блоки кэш-памяти, расположенные в процессоре.



Кэш-память второго уровня (L2) – менее быстрые и дорогие, большие по объему блоки кэш-памяти, расположенные либо в процессоре, либо на материнской плате.

Регистры процессора

- Регистры общего назначения
- Управляющие регистры
 - Счетчик команд
 - Указатель стека
 - Слово состояния процессора
 - ...

Регистры общего назначения

Опр. Регистры общего назначения (general-purpose registers) – регистры, которые могут быть использованы процессором для хранения данных и значений указателей пользовательских процессов.

Регистры общего назначения

- К регистрам общего назначения имеют доступ процессы пользователя
- Intel Pentium имеет 16 регистров общего назначения по 32 бита в каждом регистре
- К управляющим регистрам имеют доступ только компоненты операционной системы

Счетчик команд

Опр. Счетчик команд (Program Counter, PC) – управляющий регистр, содержащий адрес следующей, стоящей в очереди на выполнение команды. После того, как команда выбрана из памяти, регистр команд корректируется и указатель переходит к следующей команде.

Указатель стека

Опр. Указатель стека (Stack Pointer) – управляющий регистр, содержащий адрес вершины стека в памяти.

Стек

Опр. Стек (stack) – область памяти, содержащая по одной области данных для каждой процедуры, которая уже начала выполняться, но еще не закончена. В стековой области данных процедуры хранятся ее входные параметры, локальные и временные переменные, не хранящиеся в регистрах.

Слово состояния процессора

Опр. Слово состояния процессора (Processor Status Word, PSW) – управляющий регистр, содержащий бит режима работы процессора: пользовательский режим, или режим ядра.

Пользовательский режим

Опр. Пользовательский режим (user mode) – режим работы процессора, в котором доступно лишь ограниченное число из системы команд. В этом режиме процессам не позволено обращаться непосредственно к системным ресурсам.

Опр. Система команд (instruction set) – набор машинных команд, которые процессор способен выполнить.

Режим ядра

Опр. Режим ядра (kernel mode) – режим работы процессора, в котором доступны все команды, в том числе привилегированные. Они выполняют операции, обладающие доступом к защищенным системным ресурсам (напр., переключение процессора с процесса на процесс, или обращение к дисковому накопителю).

Вопрос для самопроверки

- Может ли процессор выполнить одну команду за один такт? (Да/Нет)

Вопрос для самопроверки

- Может ли процессор выполнить одну команду за один такт? (Да/Нет)
- Нет. Это обусловлено архитектурой процессора. Кроме того, команды после дешифрования часто представляют собой последовательность инструкций.

Вопрос для самопроверки

- Верно ли, что кэш-память первого уровня имеет меньший объем, чем кэш-память второго уровня? (Да/Нет)

Вопрос для самопроверки

- Верно ли, что кэш-память первого уровня имеет меньший объем, чем кэш-память второго уровня? (Да/Нет)
- Да. Кэш-память первого уровня расположена ближе к ядру, более быстрая и дорогая, но меньшая по объему, чем кэш-память второго уровня.

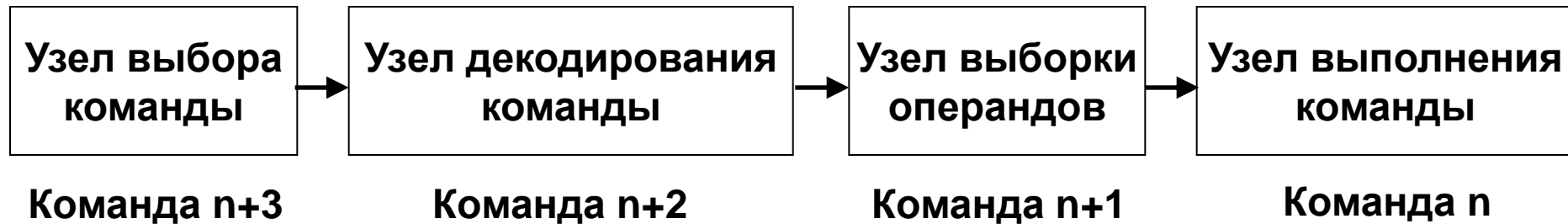
Аппаратные средства

Методы повышения
производительности процессоров

Основные методы повышения производительности процессоров

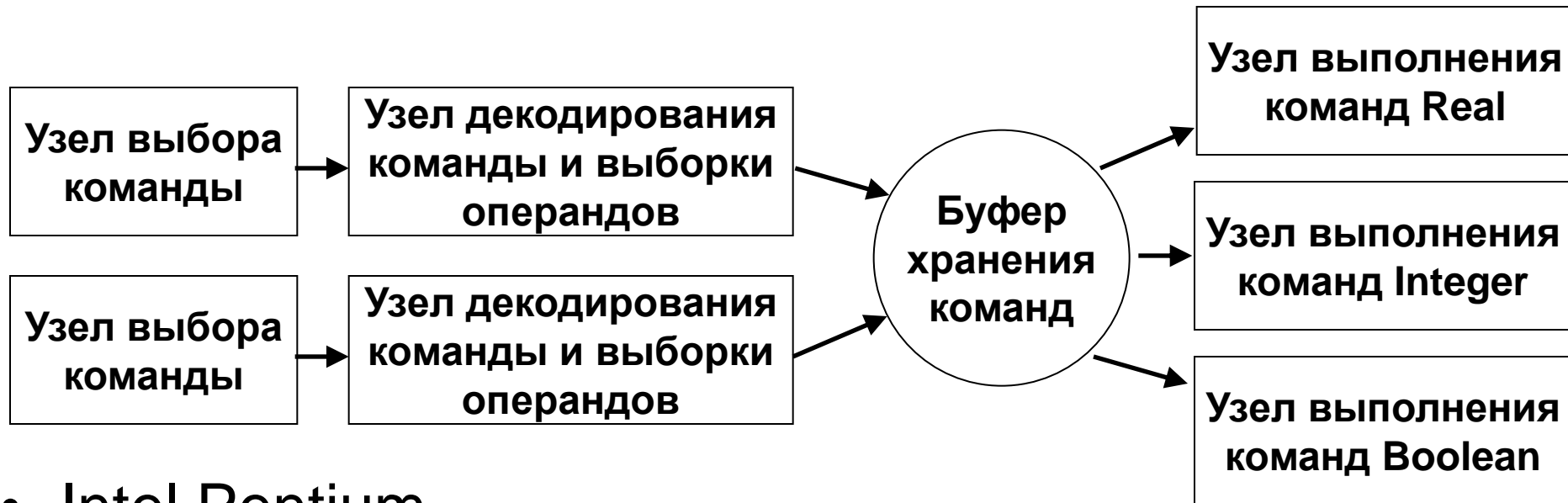
- Конвейерная обработка данных
- Суперскалярная архитектура
- Многоядерная архитектура

Конвейерная обработка данных



- IBM 7030, начало 1960-х годов
- Одновременно выполняются инструкции нескольких команд
- В течение одного такта на каждом узле выполняется одна инструкция
- С началом каждого такта инструкции передвигаются к следующему узлу

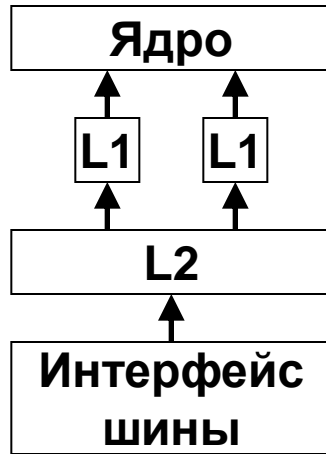
Суперскалярная архитектура



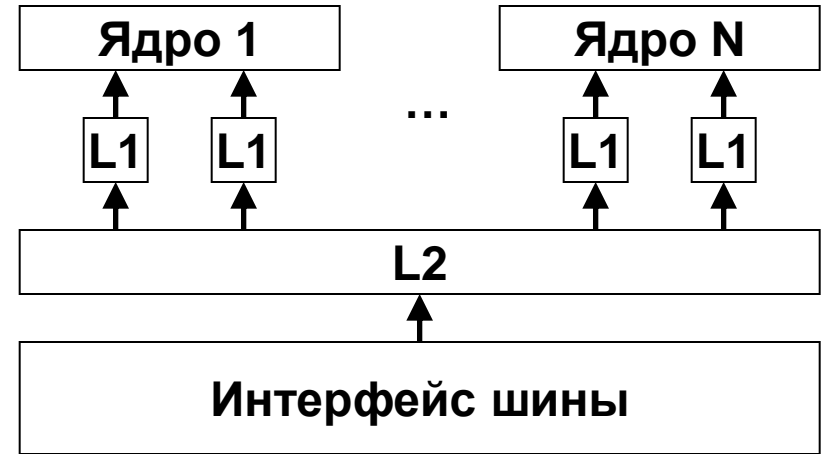
- Intel Pentium
- За один такт считывается несколько команд
- Специализированные выполняющие узлы для различных операций
- Когда узел выполнения освобождается, он считывает из буфера команду, которую он может выполнить и выполняет ее

Многоядерная архитектура

Одноядерный процессор



Многоядерный процессор



- Intel Core
- Множество вычислительных ядер на одном процессорном кристалле
- Параллельно может выполняться несколько потоков команд

Вопрос для самопроверки

- Конвейерная обработка данных впервые была реализована в процессорах Intel Pentium? (Да/Нет)

Вопрос для самопроверки

- Конвейерная обработка данных впервые была реализована в процессорах Intel Pentium? (Да/Нет)
- Нет. Конвейерная обработка данных впервые была реализована в начале 1960-х в ЭВМ IBM 7030.

Вопрос для самопроверки

- Должна ли быть выполнена считанная команда процессором с конвейерной обработкой данных, если в предыдущей команде был принят условный переход? (Да/Нет)

Вопрос для самопроверки

- Должна ли быть выполнена считанная команда процессором с конвейерной обработкой данных, если в предыдущей команде был принят условный переход? (Да/Нет)
- Да. Это основная проблема, которую должна устранять операционная система для компьютера с конвейерной обработкой данных.

Вопрос для самопроверки

- Гарантирует ли многоядерная архитектура процессора увеличение производительности? (Да/Нет)

Вопрос для самопроверки

- Гарантирует ли многоядерная архитектура процессора увеличение производительности? (Да/Нет)
- Нет. Многоядерная архитектура процессора обеспечивает увеличение производительности системы, только в случае, если программное обеспечение реализует параллельное выполнение вычислительных потоков.

Аппаратные средства

Память

Иерархия памяти

Latency (in processor cycles)

0

2-3

~ 10

~ 30

~ 10⁶

Registers

L1 Cache

L2 Cache

Main
memory

Hard disk
Tape
CDs
DVDs

Secondary
and
tertiary
storage

Основная память

Опр. Основная память (main memory) – энергозависимая память, в которой хранятся команды и данные; это самая медленная память в системной иерархии, к которой процессор может обращаться непосредственно.

Память с произвольной выборкой

Опр. Память с произвольной выборкой (Random Access Memory, RAM) – память, доступ к содержимому которой может осуществляться в произвольном порядке.

Пр. Кэш память первого и второго уровня, основная память.

Вторичное запоминающее устройство

Опр. Вторичное запоминающее устройство (secondary storage) – память, которая, как правило, используется для долговременного хранения больших объемов данных и программ.

Пр. Дисковый накопитель, CD, DVD.

Устройство блочного ввода/вывода

Опр. Устройство блочного ввода/вывода (block device) – устройство, которое передает данные группами байтов (как правило, от сотни байт до десятков килобайт).

Пр. Дисковый накопитель, CD, DVD.

Третичное запоминающее устройство

Опр. Третичное запоминающее устройство (tertiary storage) – память, которая, как правило, используется для архивирования данных и программ.

Пр. Накопитель на магнитной ленте.

Защита памяти

Опр. Защита памяти (memory protection) – механизм, препятствующий процессам в получении доступа к основной памяти, используемой другими процессами, или операционной системой.

Ограничительный регистр

Опр. Ограничительный регистр (bounds register) – управляющий регистр центрального процессора, который хранит информацию о диапазоне адресов, доступных активному процессу.

Виртуальная память

Опр. Виртуальная память (virtual memory) – концепция, позволяющая решить проблему ограниченной емкости основной памяти за счет предоставления каждому процессу виртуального адресного пространства (большего, чем основная память) для хранения данных и исполняемых инструкций.

Пр. Файл обмена (swap file) на дисковом накопителе.

Физический адрес

Опр. Физический адрес (real address) – адрес ячейки в оперативной памяти.

Виртуальный адрес

Опр. Виртуальный адрес (virtual address) – адрес, по которому процесс обращается к системе виртуальной памяти; виртуальные адреса динамически преобразуются в физические в ходе выполнения программ.

Устройство управления памятью

Опр. Устройство управления памятью (Memory Management Unit, MMU) – специализированное аппаратное устройство, выполняющее, в частности, трансляцию виртуальных адресов в физические.

Вопрос для самопроверки

- Верно ли, что схема иерархии памяти имеет вид пирамиды? (Да/Нет)

Вопрос для самопроверки

- Верно ли, что схема иерархии памяти имеет вид пирамиды? (Да/Нет)
- Да. Если запоминающее устройство дешевле, пользователь может позволить себе купить такое устройство большей емкости, следовательно емкость памяти увеличивается.

Вопрос для самопроверки

- Используют ли процессы пользователя физические адреса? (Да/Нет)

Вопрос для самопроверки

- Используют ли процессы пользователя физические адреса? (Да/Нет)
- Нет. Процессы используют виртуальные адреса. Трансляцию виртуальных адресов в физические осуществляет устройство управления памятью (MMU).

Аппаратные средства

Прямой доступ к памяти

Прерывание

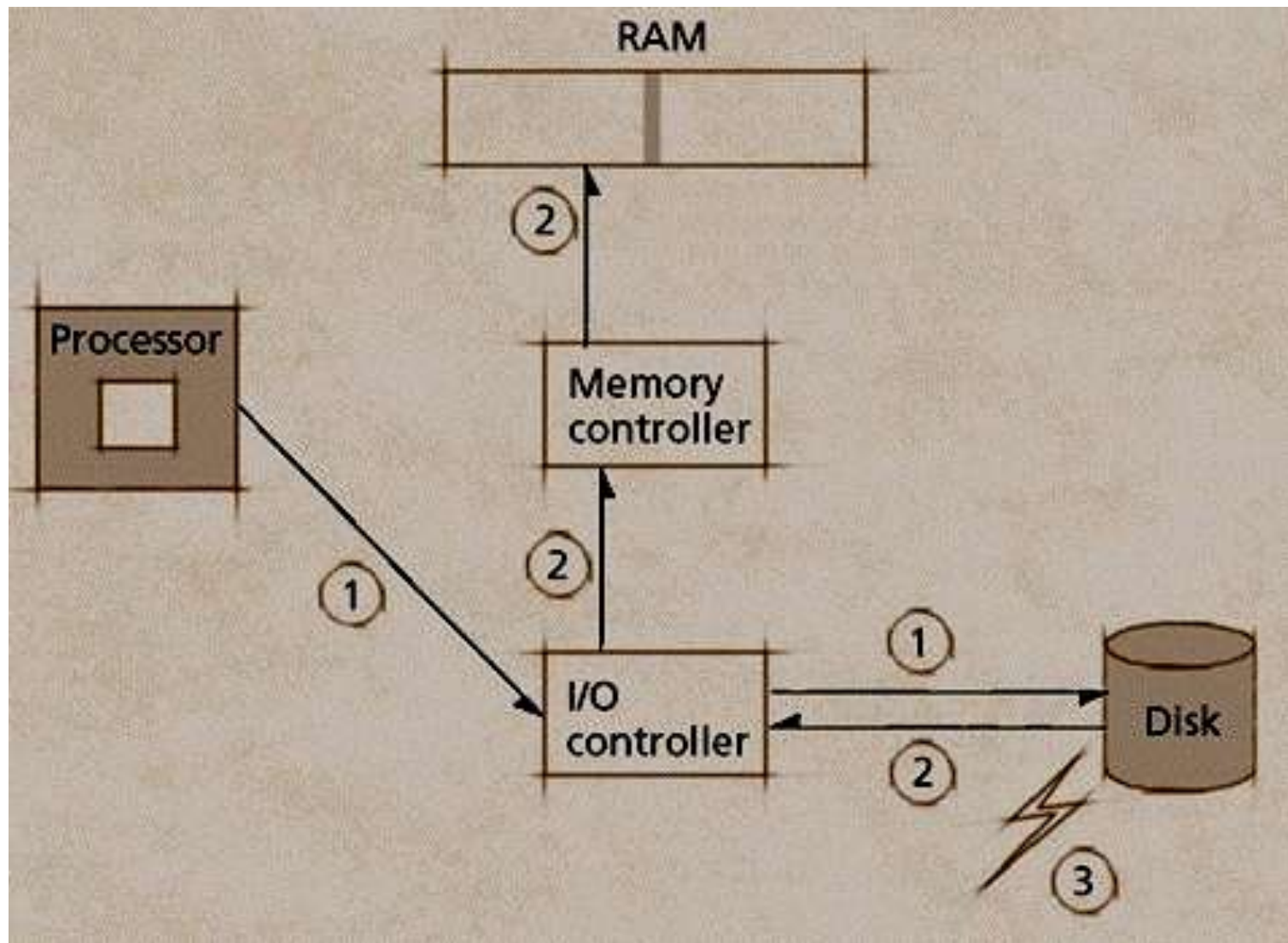
Опр. Прерывание (interrupt) – аппаратный сигнал, сообщающий о наступлении определенного события.

Программируемый ввод/вывод

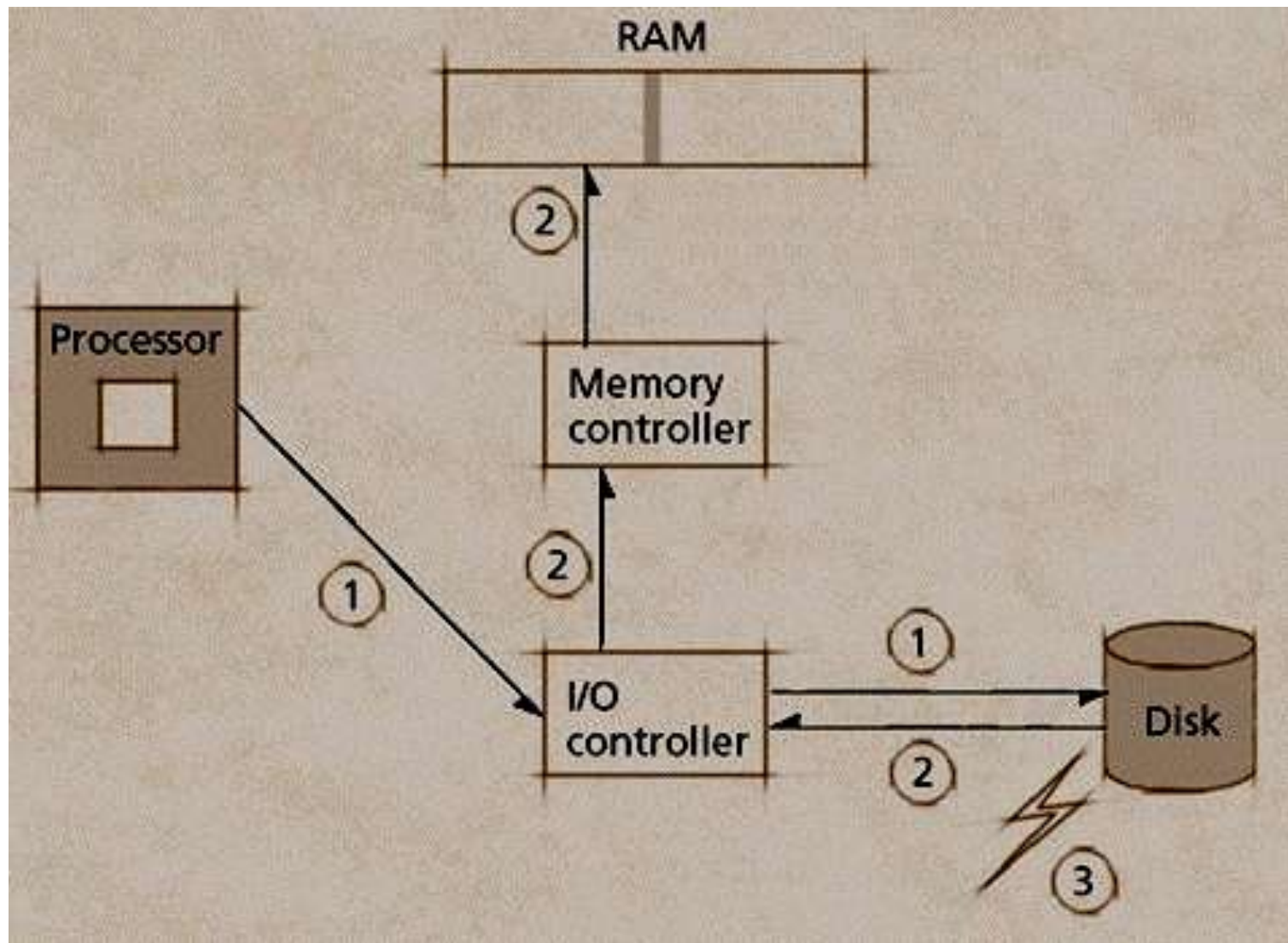
Опр. Программируемый ввод/вывод (Programmed I/O, PIO) – реализация ввода/вывода для устройств, которые не поддерживают прерывания и в которых передача каждого слова в память (или обратно) должна контролироваться процессором. PIO применялся в ранних системах.

Прямой доступ к памяти

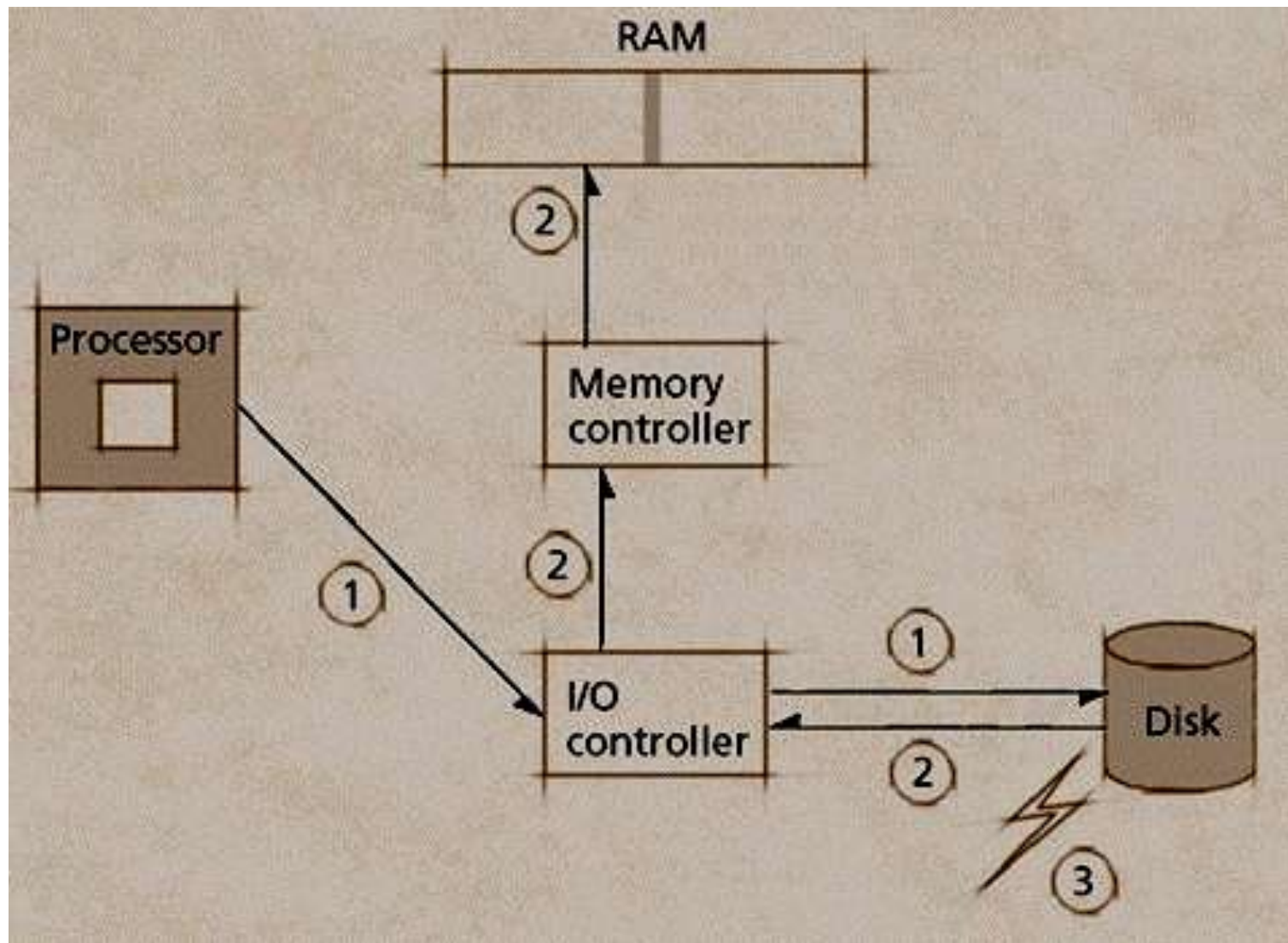
Опр. Прямой доступ к памяти (Direct Memory Access, DMA) – механизм передачи данных с внешнего устройства в основную память (или обратно) посредством контроллера ввода/вывода, требующий только прерывания процессора по окончании передачи данных.



1. Процессор посылает запрос ввода/вывода контроллеру ввода/вывода, который в свою очередь посылает запрос диску. Процессор продолжает выполнять инструкции.



2. Диск передает данные контроллеру ввода/вывода; данные размещаются в ячейке памяти с адресом, указанным командой прямого доступа к памяти.



3. Диск посылает процессору прерывание для уведомления его о завершении выполнения операции ввода/вывода.

Вопрос для самопроверки

- Обладает ли прямой доступ к памяти преимуществом перед программируемым вводом/выводом? (Да/Нет)

Вопрос для самопроверки

- Обладает ли прямой доступ к памяти преимуществом перед программируемым вводом/выводом? (Да/Нет)
- Да. В системах, использующих PIO, процессор ожидает в состоянии простоя завершения каждой операции обмена данными внешних устройств с памятью. DMA позволяет процессору выполнять программные инструкции во время операции ввода/вывода.

Вопрос для самопроверки

- Используются ли прерывания для реализации программируемого ввода/вывода? (Да/Нет)

Вопрос для самопроверки

- Используются ли прерывания для реализации программируемого ввода/вывода? (Да/Нет)
- Нет. Прерывания используются для реализации прямого доступа к памяти. Диск посылает процессору прерывание для уведомления его о завершении выполнения операции ввода/вывода.

Аппаратные средства

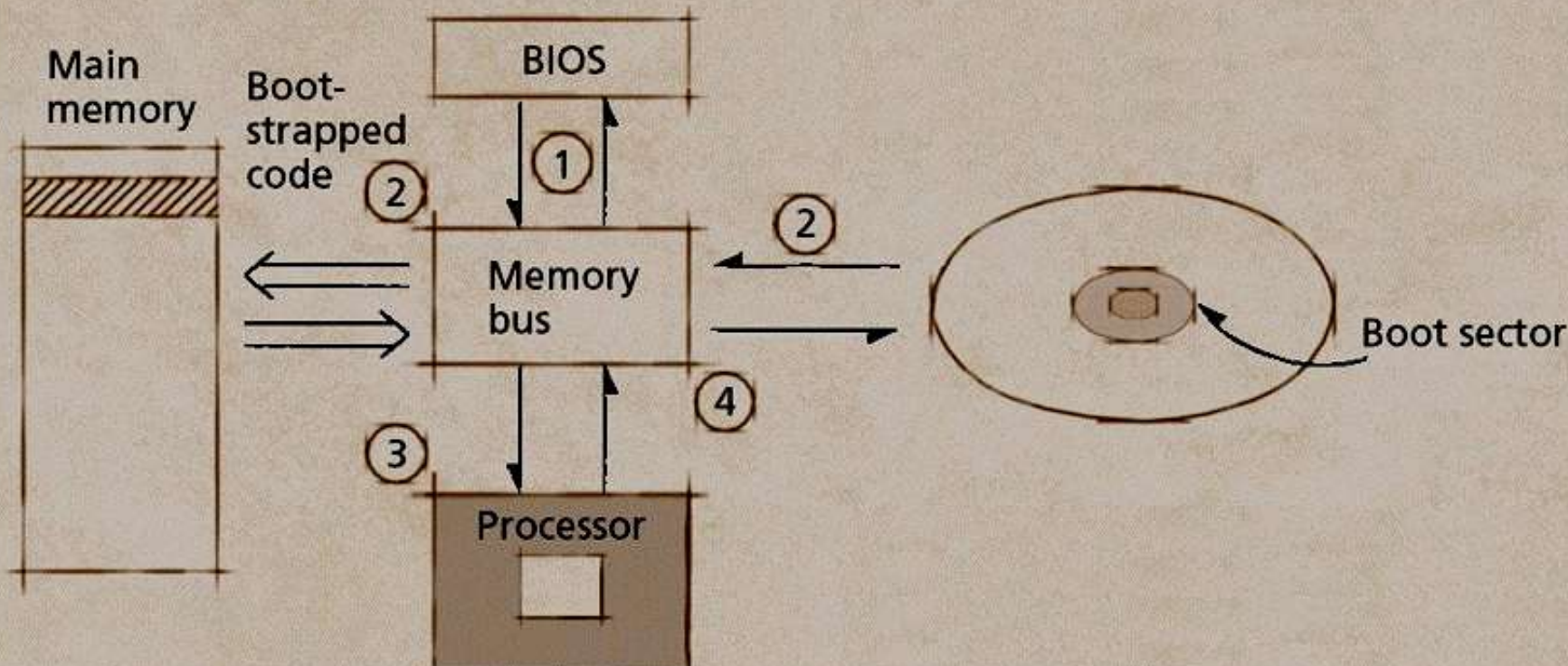
Начальная загрузка

Базовая система ввода/вывода

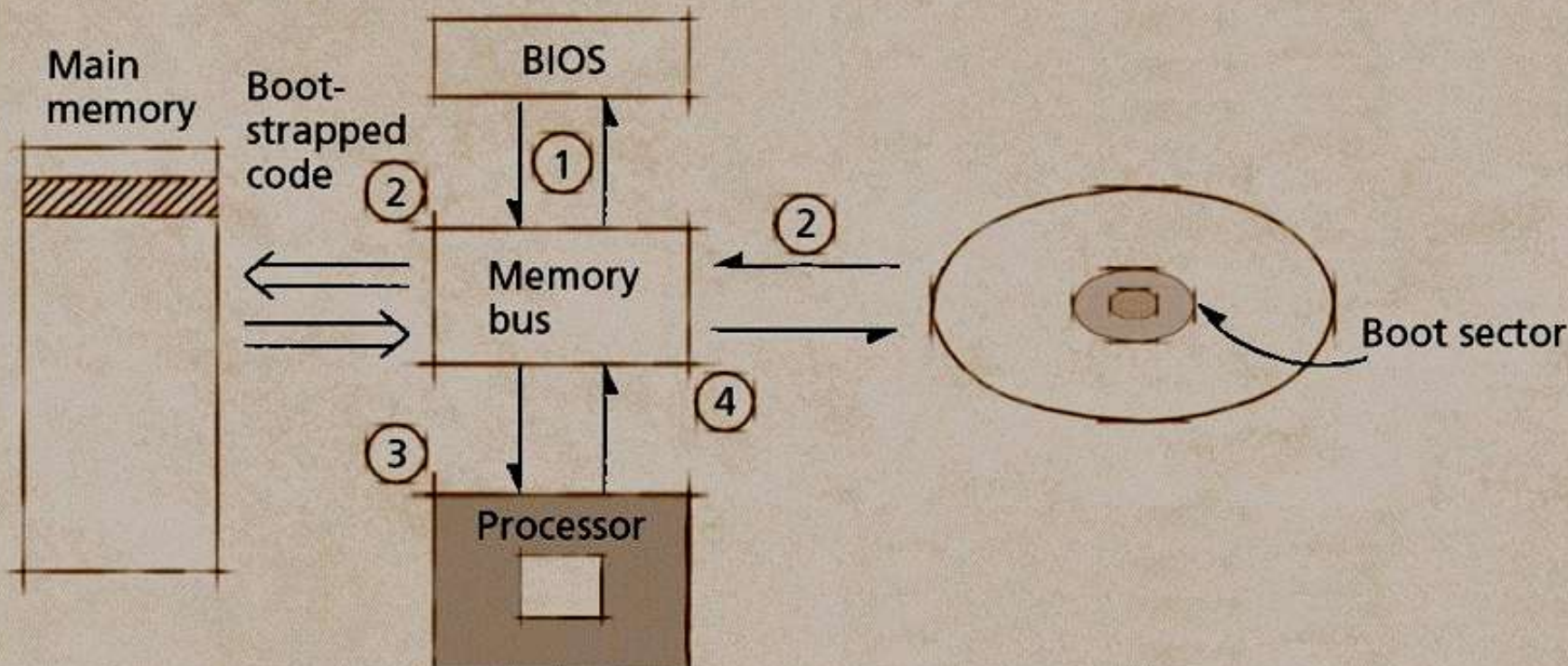
Опр. Базовая система ввода/вывода, БИОС (Basic Input/Output System, BIOS) – программные средства низкого уровня, которые контролируют инициализацию операционной системы и управление основными аппаратными средствами.

Загрузочный сектор

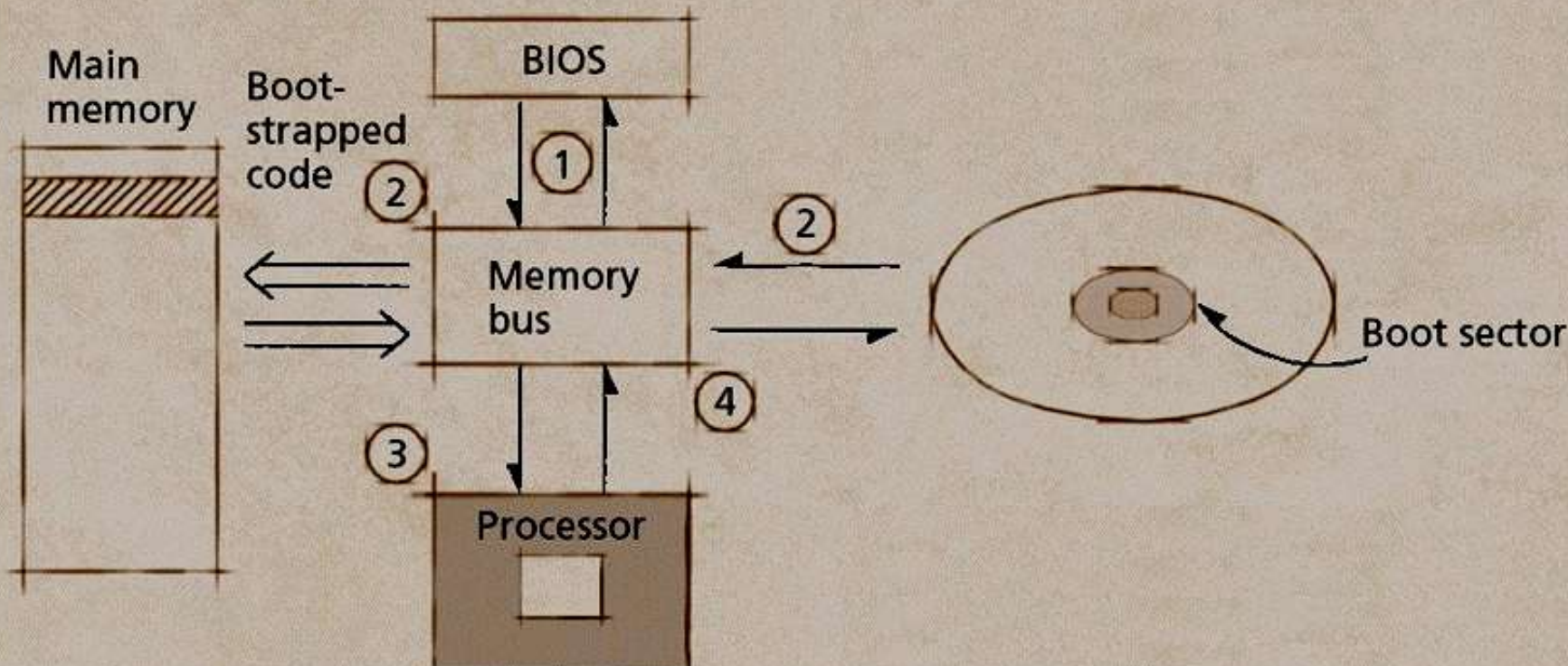
Опр. Загрузочный сектор (boot sector) – определенное место на диске, где хранятся начальные команды (загрузчик) операционной системы; BIOS выдает указания аппаратным средствам загружать эти начальные команды при включении компьютера.



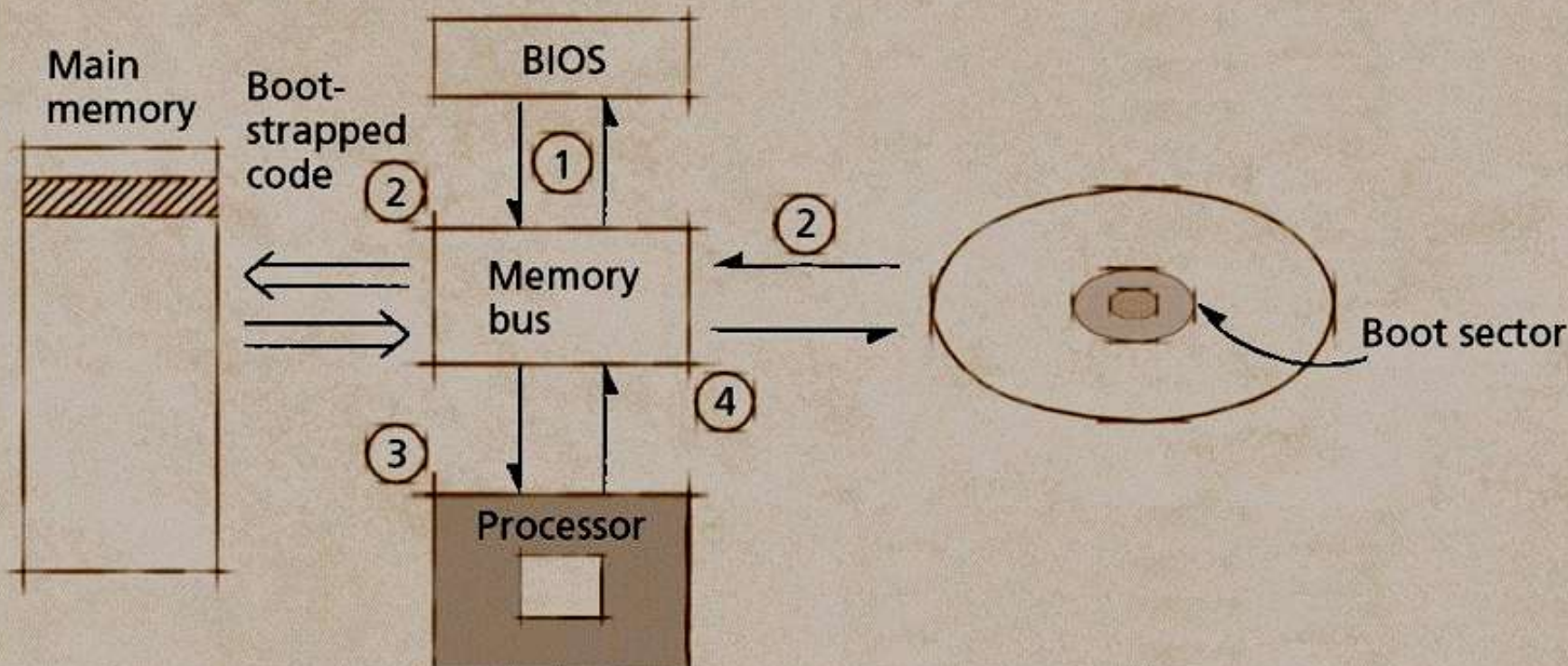
1. БИОС собирает информацию об аппаратных средствах и приводит систему в исходное состояние.



2. БИОС загружает загрузчик операционной системы (bootstrapped code) из загрузочного сектора в основную память.



3. Процессор выполняет код начальной загрузки (bootstrapped code).



4. Загрузчик операционной системы загружает операционную систему с диска в основную память.

Технология Plug-and-Play

- Упрощает установку драйверов и настройку аппаратных средств при наличии PnP BIOS
- PnP устройства могут определять необходимый драйвер и позволять ОС использовать его для настройки устройства
- PnP устройство можно подключать к работающему компьютеру и немедленно использовать

Вопрос для самопроверки

- Должна ли ОС препятствовать процессам пользователя в получении доступа к загрузочному сектору? (Да/Нет)

Вопрос для самопроверки

- Должна ли ОС препятствовать процессам пользователя в получении доступа к загрузочному сектору? (Да/Нет)
- Да. Если бы пользователь был наделен возможностью доступа к загрузочному сектору, то он мог бы изменить код операционной системы, что привело бы систему в негодность.

Вопрос для самопроверки

- Является ли BIOS частью операционной системы? (Да/Нет)

Вопрос для самопроверки

- Является ли BIOS частью операционной системы? (Да/Нет)
- Нет. BIOS записывается в постоянное запоминающее устройство до инсталляции на компьютер операционной системы и может обеспечивать работу различных операционных систем.

Аппаратные средства

Шины

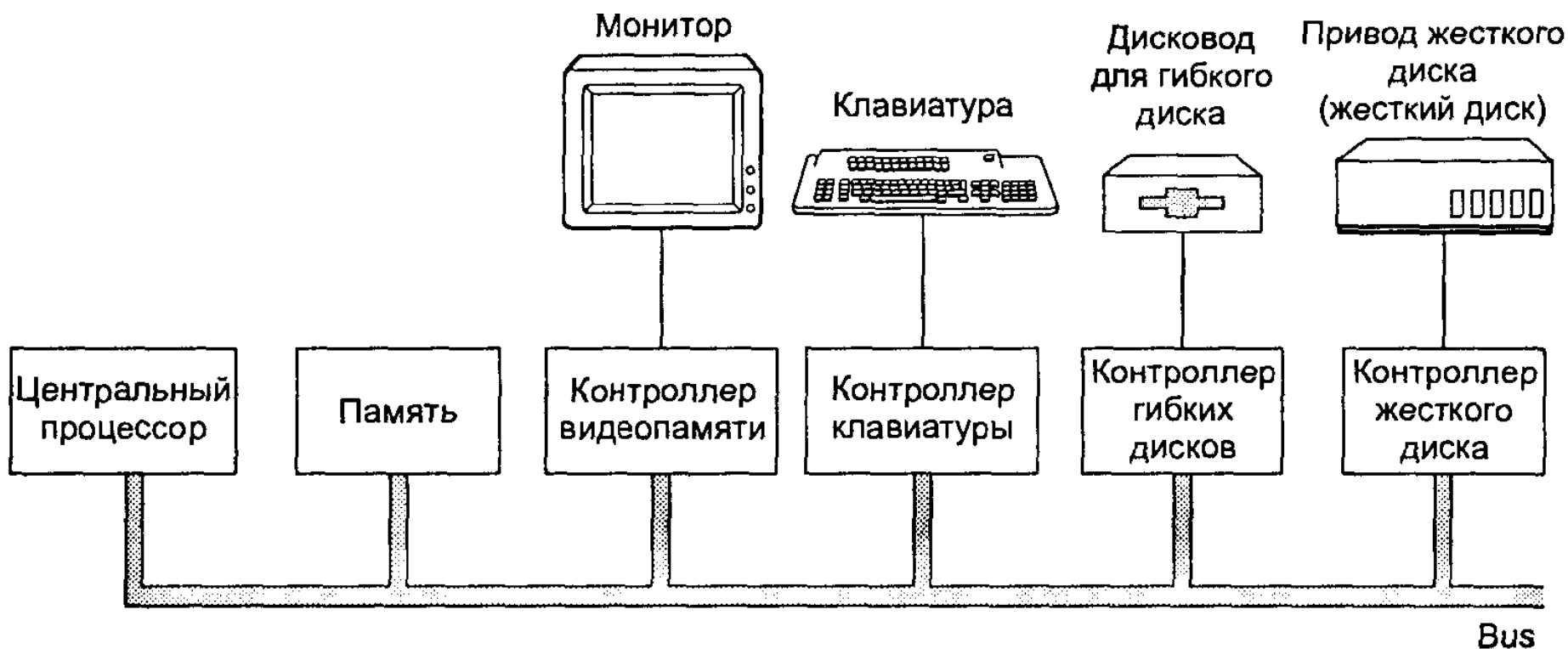
Шина

Опр. Шина (bus) – совокупность проводников, образующих высокоскоростной канал связи для обмена данными между различными устройствами на материнской плате.

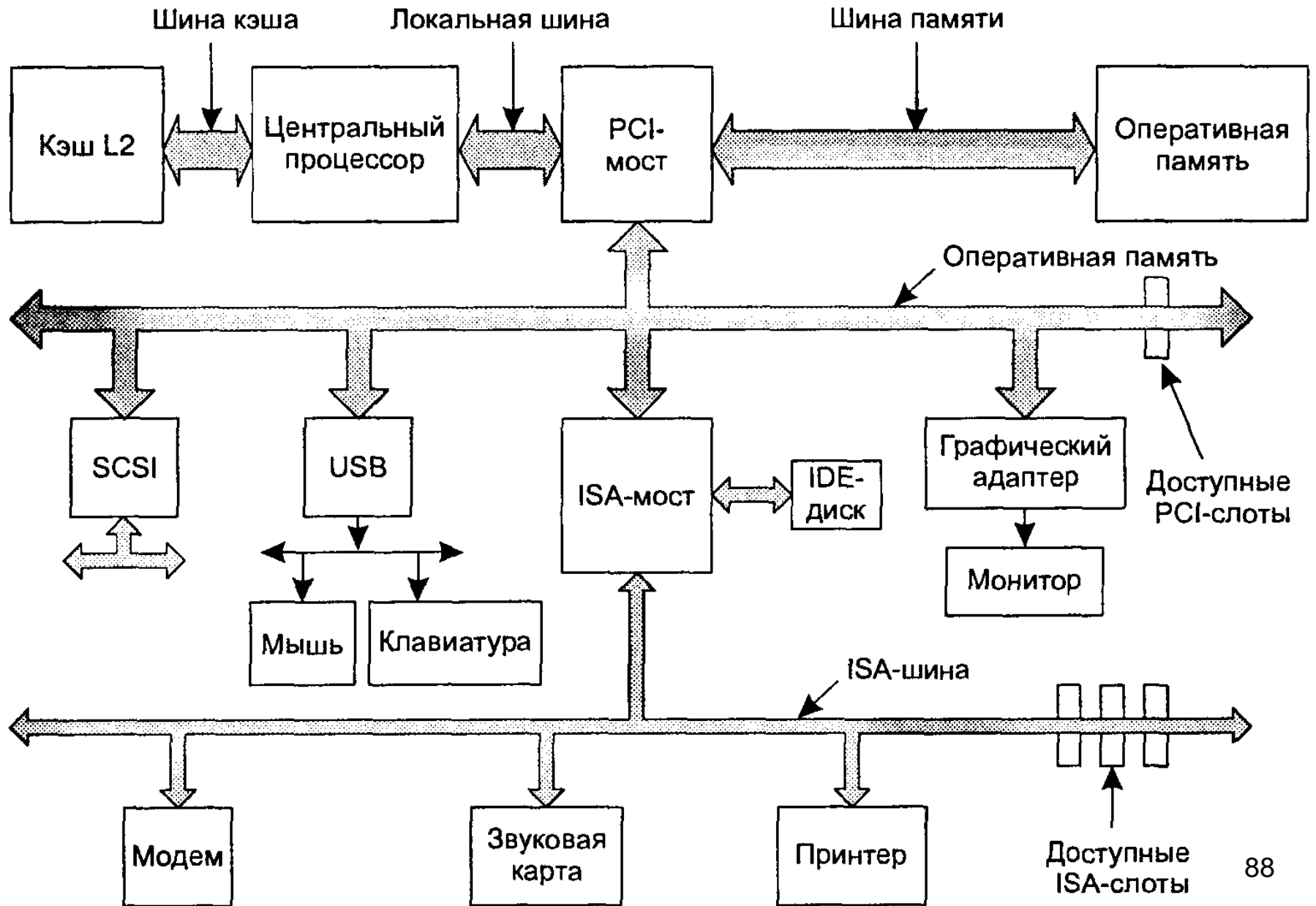
Контроллер

Опр. Контроллер (controller) – аппаратный компонент, который управляет доступом устройства к шине.

Некоторые компоненты персонального компьютера



Структура системы Pentium



Вопрос для самопроверки

- Влияет ли разрядность шины на производительность системы? (Да/Нет)

Вопрос для самопроверки

- Влияет ли разрядность шины на производительность системы? (Да/Нет)
- Да. Разрядность шины определяет объем данных, которым могут обмениваться основная память и процессор за один такт. Если процессор генерирует запросы на большее количество данных, чем можно передать за один такт, то это приводит к задержке работы процессора.

Вопрос для самопроверки

- Способствовало ли использование шины и контроллеров реализации принципа открытой архитектуры IBM PC? (Да/Нет)

Вопрос для самопроверки

- Способствовало ли использование шины и контроллеров реализации принципа открытой архитектуры IBM PC? (Да/Нет)
- Да. Открытая архитектура обеспечивает легкую замену и установку новых устройств IBM PC, в том числе, благодаря использованию шины и контроллеров.