

Лекция №2

Упрощенная архитектура типовой микроЭвм. Понятие программного интерфейса и их архитектура. Структура оперативной памяти.

Операционная система тесно связана с оборудованием компьютера, на котором она должна работать. Аппаратное обеспечение влияет на набор команд операционной системы и управление его ресурсами. Поэтому нам необходим определенный объем знаний о компьютере, по крайней мере, нужно представлять, в каком виде оборудование предстает перед пользователем.

В своем историческом докладе, опубликованном в 1945 году, Джон фон Нейман выделил и детально описал пять ключевых компонентов того, что ныне называют "архитектурой фон Неймана" современного компьютера.

Принципы, сформированные фон Нейманом, стали общепринятыми и положены в основу как больших ЭВМ первых поколений, так и более поздних мини- и микро-ЭВМ. И хотя в последнее время идут активные поиски вычислительных машин, построенных на принципах, отличных от классических, большинство компьютеров построено согласно принципам, определенным Нейманом.

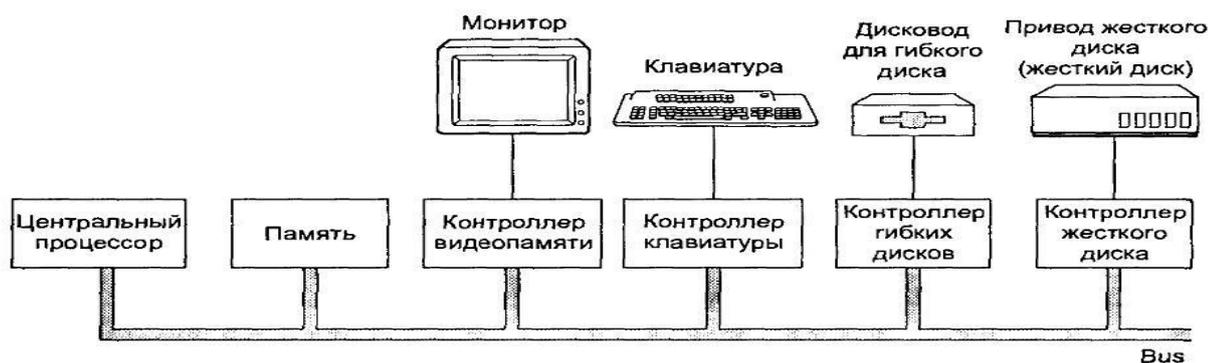


Рис. 1.1. Некоторые компоненты персонального компьютера.

Таким образом, ЭВМ содержат следующие основные функциональные блоки:

- 1) запоминающее устройство (память);
- 2) арифметико-логическое устройство (АЛУ); процессор
- 3) управляющее устройство (УУ);
- 4) устройства ввода и вывода информации.

Путь информации в машине начинается с устройства ввода. Это глаза и уши ЭВМ. Она может воспринять информацию, считывая ее с карт, с перфоленты, с магнитной ленты, магнитного или лазерного диска, с телетайпа или же получая ее от оператора ЭВМ, сидящего за пультом дисплея. Нажатием клавиш оператор вводит исходные данные в машину и одновременно видит их на экране. Это очень удобно. Вводимая информация идет без каких-либо промежуточных носителей. Весь процесс -

общение с машиной - происходит в режиме диалога с ней. Упрощенная архитектура типовой микро-ЭВМ. Классификация периферийных устройств и их архитектура. Структура оперативной памяти. Упрощенная архитектура типовой микро-ЭВМ. Классификация периферийных устройств и их архитектура. Структура оперативной памяти. Упрощенная архитектура типовой микро-ЭВМ. Классификация периферийных устройств и их архитектура. Структура оперативной памяти.

Введенная в ЭВМ информация поступает в **оперативный накопитель**. Некоторая часть ее остается здесь до поры до времени, не вступая в действие. Для другой, оперативный накопитель - своего рода пересыльный пункт. Через него часть информации попадает в **запоминающее устройство**, своеобразную записную книжку машины, хранящую множество полезных для работы сведений. Их не сотни и не тысячи единиц, а миллионы. И запись эта может храниться очень долго. Другая часть информации нужна для немедленной переработки: она тотчас же поступает в **АЛУ**, состоящее из **сумматоров**. Они-то и выполняют все арифметические и логические действия.

В электронной машине важную роль играет **память**.

Оперативная память нужна для запоминания данных, которые часто используются в работе. Главная особенность такой памяти - быстрая выдача нужной информации, как говорится "по первому требованию".

Самые тесные отношения между собой поддерживают устройства управления (**УУ**) и **АЛУ**, поэтому их часто объединяют в общую группу, которую называют **процессором**. Процессор строится как единый узел - своеобразное сердце машины, - способный выполнять определенный набор операций, извлекая из памяти нужные команды и анализируя их для последующих действий. Часто для усиления мощности ЭВМ, увеличения ее производительности в одной машине соединяют несколько процессоров, которые могут выполнять программы одновременно. Среди процессоров один обычно является центральным. Окончательные результаты вычислений - "готовая продукция" машины поступает в устройство вывода и выдается пользователю в удобной для него форме.

ПРОЦЕССОР - основное устройство обработки информации и управления остальными устройствами ЭВМ. Это своего рода "мозг" ЭВМ.

Основные характеристики процессора:

быстродействие - число выполняемых операций в секунду;

разрядность - объем информации, который процессор обрабатывает за одну операцию.

ПАМЯТЬ - устройство хранения и выдачи информации по запросу процессора. Память ЭВМ бывает **внутренней** и **внешней**.

Внутренняя в свою очередь делится на Оперативную память (**ОЗУ**) и Постоянную (**ПЗУ**).

ОЗУ используется непосредственно при решении задачи и позволяет передавать процессору и принимать от него информацию примерно с такой же скоростью, с какой процессор ее обрабатывает. Поэтому эта память называется быстрой или оперативной. Реализуется она в виде микросхем, которые хранят информацию, пока компьютер включен.

ПЗУ - это та память, содержимое которой устанавливается на заводе - изготовителе и в дальнейшем не меняется.

Внешняя память ЭВМ в основном реализуется на магнитных лентах, магнитных и лазерных дисках.

Основной характеристикой памяти является ее объем (количество запоминаемой информации).

УСТРОЙСТВА ВВОДА-ВЫВОДА ИНФОРМАЦИИ - предназначены для общения человека с машиной. Они обеспечивают ввод информации в память ЭВМ и выдачу ее по запросу.

Устройство ввода информации в стандартной ЭВМ - *клавиатура, мышь (манипулятор), монитор и принтер. Дисковод* является одновременно и устройством ввода информации и устройством вывода информации. Его называют устройством ввода-вывода информации. Для профессиональных работ существуют и другие устройства ввода и вывода информации: *дигитайзер* - устройство для ввода в ЭВМ графической информации, *графопостроитель* - устройство вывода графической информации из ЭВМ, *модем* - устройство, преобразующее дискретные сигналы в непрерывные и обратно для передачи их по линии связи аналогового типа, например по телефону; *световое перо, сканер, мышь, джойстик* - предназначены для ввода информации. И постоянно число таких устройств растет, и сами они становятся совершеннее.

Связь между устройствами ЭВМ осуществляется с помощью магистрали.

МАГИСТРАЛЬ можно представить себе как пучок проводов, к которому параллельно подсоединены все устройства ЭВМ. Посылая по магистрали электрические сигналы, компоненты ЭВМ могут передавать информацию друг дру.

Характерной чертой современных компьютеров является использование нескольких шин обмена. Типовая структурная схема персонального компьютера приведена на рис. 1.1.

Элементами архитектуры типового компьютера являются следующие устройства:

- процессор;
- оперативная память;
- графические устройства;

- шины;
- общесистемные устройства.

Процессор – основное обрабатывающее устройство компьютера. Основными характеристиками процессоров являются тактовая частота, разрядность шин данных и адреса, емкость внутренней кэш-памяти первого и третьего уровня и потоковая пропускная способность. Для современных процессоров тактовая частота достигает 3.8 ГГц на одно ядро.

Xeon Platinum 9282 является самым мощным процессором в мире на сегодняшний день!

Его характеристики:

Тепловыделение 400 ватт, что не так много на фоне количества его потоков, а их здесь 112. Этого хватит на решение любых задач. Обычно такие процессоры работают в паре или в четвером на одной материнской плате, отсюда вытекает колоссальная мощность.

Огромная трех - секционное жидкое охлаждение сможет обеспечить охлаждение этого процессора, однако в серверах ставят относительно небольшой радиатор и мощные кулеры, которые создают космический воздушный поток, при этом издавая шум истребителя.

Кэш L3 составляет 77МБ, количество поддерживаемых каналов памяти 12.

Базовая частота 2.6 ГГц, а в турбобусте 3.8 ГГц на одно ядро. Смею предположить частоту турбобуста по всем 56 ядрам - 3.3 ГГц. Работает с памятью 2900 МГц DDR4.

Стоит отметить, что такой процессор поставляется Intel в виде BGA-решений, то есть непосредственно впаян в серверную материнскую плату. Отдельно получить и вставить в сокет 3647 такой камень не получится. 2 МГц, разрядность шины данных – 64, разрядность шины адреса – 36 (64 Гбайт), емкость внутренней кэш-памяти – до 64 Кбайт.

В составе компьютера выделяют следующие основные виды памяти:

- оперативное запоминающее устройство - ОЗУ;
- постоянное запоминающее устройство - ПЗУ;
- кэш-память.

ОЗУ – память, реализованная на БИС динамической памяти (DRAM). Используется для размещения программ и данных. Время обращения составляет 50 - 80 нс. По принципу действия для динамической памяти необходима периодическая регенерация хранящейся в ней информации. Во время регенерации обращение к памяти

блокируется. Доля времени регенерации составляет несколько процентов от общего времени работы памяти.

БИС ОЗУ – большая интегральная схема оперативного запоминающего устройства, **ЭП** – элемент памяти, **ТИ** – тактовый импульс, **Мультиплексор** — устройство, имеющее несколько сигнальных входов, один или более управляющих входов и один выход).

ПЗУ – используется для размещения начального загрузчика, BIOS. Время обращения составляет 200-300 нс. Для ускорения при начале работы компьютера содержимое ПЗУ обычно переписывается в определенный раздел ОЗУ.

Кэш-память - представляет собой сверхоперативный буфер между процессором и ОЗУ. Реализуется на статических БИС памяти (SRAM). Типичная емкость для персональных компьютеров составляет 512 - 1024 Кб. Время обращения к ней меньше, чем к DRAM (порядка 10 - 20 нс). Поэтому в кэш-память копируется программный код и данные, активно используемые процессором в данный момент. Это позволяет уменьшить простои процессора при обращении к памяти.

К графическим устройствам, прежде всего, относится дисплей. Видеопамять необходима для поддержки работы дисплея и других графических устройств. Как и кэш, она реализуется на быстродействующих микросхемах SRAM. В архитектуре современных компьютеров для повышения быстродействия применяются несколько шин различного назначения и пропускной способности. В типичной архитектуре используются

- шина процессора (до 3-4 Гбайт/с);
- шина памяти (до 3-6 Гбайт/с);
- шина графических устройств (до 1 Гбайт/с);
- одна или несколько шин обмена для подключения различных устройств ввода-вывода.

Шина процессора имеет несколько вариантов сокращенного обозначения:

FSB – Front Side Bus, Host Bus или CPU Bus. (Передняя боковая шина, хост-шина, шина процессора)

Для шин процессора многие производители компьютеров используют свои стандарты. Для шин памяти используются стандарты FPM – Fast Page Mode (Режим Быстрой Страницы), EDO – Extended Data Out (Расширенный Вывод Данных), FPM/EDO. Современными стандартами шин графических устройств являются AGP, AGP 2.0. Наиболее широко используемыми стандартами шин внешних устройств являются PCI – до 133 Мбайт/с, ISA – 16 Мбайт/с.

В составе всякой шины выделяют шину адреса (Address Bus AB), шину данных (Data Bus DB) и шину управления (Control Bus CB). Назначение шин AB и DB соответствует их названиям. Разрядность AB определяет диапазон прямой адресации памяти и портов ввода-вывода. Разрядность DB устанавливает максимальную разрядность слова данных, которое может быть передано по шине в одном цикле обмена. Состав и назначение линий шины CB зависит от типа основной шины, в которую она входит.

К общесистемным устройствам относятся устройства, входящие в состав набора микросхем системной логики, называемого chipset. Эти микросхемы выполняют функции следующих устройств:

- контроллер шины памяти (Memory Controller Hub);
- контроллер графических устройств (Graphics Controller);
- контроллер прерываний (Interrupt Controller);
- контроллер прямого доступа к памяти (DMA - Direct Memory Access) (DMA Controller);
- контроллер шин ввода-вывода (I/O Controller Hub).

Кроме того, микросхемы системной логики обеспечивают передачу информации между различными шинами.

Контроллер графических устройств или видеоадаптер может входить в состав системной логики, но наряду с этим широко используются и видеоадаптеры в виде отдельных устройств (плат), подключаемых к шине графических устройств.

Как правило, общесистемные устройства размещаются в двух микросхемах: системном контроллере и контроллере шин внешних устройств.

Управление устройствами

Основные задачи управления устройствами

Понятие периферийных устройств (ПУ) объединяет, по сути, все основные аппаратные блоки компьютера, за исключением процессора и основной памяти. Характерными чертами современных вычислительных систем являются широкое разнообразие типов и моделей ПУ, а также быстрый прогресс технологий, приводящий к постоянному увеличению производительности устройств и к появлению дополнительных возможностей аппаратуры.

Важнейшими задачами любой ОС являются обеспечение надежной работы ПУ, эффективное использование всех возможностей устройств.

Для повышения надежности могут использоваться различные аппаратно-программные методы, такие как дублирование данных, использование помехозащищенных кодов, контрольных сумм данных и т.п. Процедуры выполнения операций с устройствами

должны обеспечивать, как минимум, выявление аппаратных ошибок и сбоев, а как максимум – их компенсацию за счет избыточности данных и повторного выполнения операций.

Эффективность использования устройств означает, прежде всего, сокращение времени, затрачиваемого на обмен данными. Помимо повышения скорости обмена, сокращение времени может достигаться за счет распараллеливания работы ПУ и процессора. Мощным фактором повышения производительности системы является сокращение количества операций ввода/вывода за счет сохранения данных в памяти для последующего использования.

Большое разнообразие используемых устройств и постоянное появление новых моделей диктуют необходимость такой структуры системы, которая позволяла бы легкое подключение новых устройств. Широкое распространение получает технология **«Plug&Play»**, т.е. возможность оперативного подсоединения устройств без выключения компьютера.

При всем разнообразии ОС должна обеспечивать максимально возможную стандартизацию работы с ними, чтобы изменения аппаратуры не приводили к необходимости постоянно модифицировать прикладное программное обеспечение.

К числу дополнительных задач, решаемых подсистемами управления устройствами современных ОС, можно отнести хранение данных в сжатом виде, шифрование данных и т.п.

Классификация периферийных устройств и их архитектура

Под **программной архитектурой** (или просто – **архитектурой**) устройства принято понимать совокупность тех структурных особенностей, которые влияют на работу программ с устройством. Например, форма разъема для подключения устройства не входит в его архитектуру, но количество и назначение линий в этом разъеме может в нее входить (если эти линии могут программно управляться).

Как правило, вместе с устройством поставляется его **контроллер** (адаптер), содержащий электронные схемы управления устройством. Конструктивно контроллер может представлять собой плату, вставляемую в разъем шины компьютера, либо может быть расположен в корпусе устройства. В любом случае программы работают с устройством через посредство его контроллера, а поэтому с точки зрения архитектуры нет различия между понятиями «устройство» и «контроллер устройства».

Классификация периферийных устройств может быть выполнена по различным признакам.

Устройства **последовательного доступа** (sequentialaccess) и устройства **произвольного доступа** (randomaccess). Для последовательных устройств характерно наличие определенного естественного порядка данных, при этом обработка данных в ином порядке либо невозможна, либо крайне затруднена. Классическим примером являются магнитные ленты, для которых чтение и запись данных ведутся от начала

ленты к концу, а попытка доступа в ином порядке потребует постоянной перемотки ленты, резко снижающей скорость работы. К устройствам последовательного доступа можно отнести также клавиатуру, мышь, принтер, модем.

Для устройств произвольного доступа возможно обращение к различным порциям данных в любом порядке, причем эффективность работы не зависит (или слабо зависит) от порядка обращения. Для таких устройств характерно наличие адресации данных и операции поиска нужного адреса. Наиболее известный пример – магнитные диски и другие дисковые устройства. Кроме того, к устройствам произвольного доступа можно отнести монитор ПК (там есть адресация точек-пикселей, хотя операция поиска не нужна).

Символьные (байтовые) и блочные устройства. Для символьных устройств наименьшей порцией вводимых и выводимых данных является один байт. Для некоторых символьных устройств можно за одну операцию выполнить ввод или вывод любого (в разумных пределах) требуемого количества байт.

Для блочных устройств наименьшей порцией ввода/вывода, выполняемого за одно обращение к устройству, является один блок, равный, как правило, 2^k байт. Типичным размером блока может быть 512 байт, 1Кбайт, 4Кбайт и т.п., в зависимости от конкретного устройства. Наиболее известные примеры блочных устройств – магнитные диски и магнитные ленты. Для диска понятие блока обычно совпадает с понятием сектора. В частности, для IBM-совместимых ПК сектор (блок) диска равен 512 байт.

Блочная архитектура обусловлена особенностями используемой среды и, кроме того, блочный ввод/вывод более эффективен для высокоскоростных устройств, поскольку при этом уменьшается относительная доля времени, расходуемая на подготовительные и заключительные операции при каждом обращении к устройству.

Физические, логические и виртуальные устройства. Под физическим устройством обычно понимается некоторый реально существующий прибор, «железка». На самом деле, с точки зрения программной архитектуры для наличия физического устройства достаточно знать набор адресов, команд, прерываний и других сигналов, позволяющих выполнять операции с данными. Куда идут или откуда приходят эти сигналы – это вопрос, не касающийся программиста.

Логическое устройство – это понятие, характеризующее специальное назначение устройства в данной ОС. Например, «загрузочный диск» (т.е. тот, с которого была выполнена загрузка ОС). Наиболее важными логическими устройствами во многих ОС являются **устройство стандартного ввода** и **устройство стандартного вывода**. Их можно упрощенно определить как устройства, используемые для ввода и, соответственно, вывода «по умолчанию», т.е. когда в программе явно не указано другое устройство или файл для ввода/вывода. Как правило, для современных компьютеров устройству стандартного ввода соответствует физическое устройство – клавиатура, а устройству стандартного вывода – монитор. Важно, однако, понимать, что это соответствие может быть изменено: стандартный вывод может быть

переназначен, например, на принтер или в файл, стандартный ввод – на удаленный терминал, на файл и т.п.

Понятие «виртуальный» в программировании, в общем понятии означает примерно следующее: «нечто, на самом деле не существующее, но ведущее себя так, как если бы оно существовало». С этой точки зрения, виртуальное устройство – это программно реализованный объект, который ведет себя подобно некоторому физическому устройству, хотя на самом деле использует ресурсы совсем других устройств (или даже никаких устройств). Примеры виртуальных устройств весьма разнообразны:

виртуальные диски, расположенные на самом деле в оперативной памяти (такие устройства были популярны в конце 80-х годов);

виртуальная память, расположенная на самом деле, на диске;

виртуальные CD и DVD– программы, имитирующие поведение соответствующих устройств;

виртуальный экран, предоставляемый DOS-программе, работающей в режиме окна Windows (программа работает так, как если бы ей был предоставлен весь экран, но на самом деле система направляет вывод программы в отведенное ей окно);

самый интересный (но очень полезный) пример – пустое устройство, которому не соответствует никакая аппаратура. Почему его вообще можно назвать устройством? Потому что соответствующая системная программа (драйвер пустого устройства) корректно выполняет все действия, которые обязан выполнять драйвер устройства. Такое устройство безотказно принимает выходной поток символов (и тут же выбрасывает принятые данные), а также может использоваться для ввода, но при этом тут же сообщает – дескать, достигнут конец файла. Пустое устройство полезно в тех случаях, когда некоторая программа требует непременно указать файл или устройство для вывода объемных и не очень нужных данных. Кроме того, копирование файла на пустое устройство – это простой способ убедиться, что файл читается без ошибок.

Структура оперативной памяти

Оперативная память — это рабочая область для процессора компьютера. В ней во время работы хранятся программы и данные. Оперативная память часто рассматривается как временное хранилище, потому что данные и программы в ней сохраняются только при включенном компьютере или до нажатия кнопки сброса (**reset**). Перед выключением или нажатием кнопки сброса все данные, подвергнутые изменениям во время работы, необходимо сохранить на запоминающем устройстве, которое может хранить информацию постоянно (обычно это жесткий диск). При новом включении питания сохраненная информация вновь может быть загружена в память.

Устройства оперативной памяти иногда называют **запоминающими устройствами с произвольным доступом**. Это означает, что обращение к данным, хранящимся в оперативной памяти, не зависит от порядка их расположения в ней.

За несколько лет определение RAM (Random Access Memory) превратилось из обычной аббревиатуры в термин, обозначающий основное рабочее пространство памяти, создаваемое микросхемами динамической оперативной памяти (Dynamic RAM — DRAM) и используемое процессором для выполнения программ. Одним из свойств микросхем DRAM (и, следовательно, оперативной памяти в целом) является динамическое хранение данных, что означает, во-первых, возможность многократной записи информации в оперативную память, а во-вторых, необходимость постоянного обновления данных (т. е., в сущности, их перезапись) примерно каждые 15 мс (миллисекунд). Также существует так называемая статическая оперативная память (Static RAM — SRAM), не требующая постоянного обновления данных. Следует заметить, что данные сохраняются в оперативной памяти только при включенном питании.

Термин **оперативная память** часто обозначает не только микросхемы, которые составляют устройства памяти в системе, но включает и такие понятия, как логическое отображение и размещение. **Логическое отображение** — это способ представления адресов памяти на фактически установленных микросхемах. **Размещение** — это расположение информации (данных и команд) определенного типа по конкретным адресам памяти системы.

Новички часто путают оперативную память с памятью на диске, поскольку емкость устройств памяти обоих типов выражается в одинаковых единицах — мега- или гигабайтах. Попытаемся понять связь между оперативной памятью и памятью на диске с помощью следующей простой аналогии.

Во время выполнения программы в оперативной памяти хранятся ее данные. Микросхемы оперативной памяти (RAM) иногда называют энергозависимой памятью: после выключения компьютера данные, хранимые в них, будут потеряны, если они предварительно не были сохранены на диске или другом устройстве внешней памяти. Чтобы избежать этого, некоторые приложения автоматически делают резервные копии данных.

Файлы компьютерной программы при ее запуске загружаются в **оперативную память**, в которой хранятся во время работы с указанной программой. Процессор выполняет программно-реализованные команды, содержащиеся в памяти, и сохраняет их результаты. Оперативная память хранит коды нажатых клавиш при работе с текстовым редактором, а также величины математических операций. При выполнении команды «Сохранить (Save)» содержимое оперативной памяти сохраняется в виде файла на жестком диске.

Физически оперативная память в системе представляет собой набор микросхем или модулей, содержащих микросхемы, которые обычно подключаются к системной плате. Эти микросхемы или модули могут иметь различные характеристики и, чтобы функционировать правильно, должны быть совместимы с системой, в которую устанавливаются.

В настоящее время новые типы памяти разрабатываются значительно быстро, и вероятность того, что в новые компьютеры нельзя будет установить память устаревшего типа, как никогда велика. Поэтому при замене системной платы зачастую приходится заменять и память.

В связи с этим при выборе типа устанавливаемой памяти следует все хорошо обдумать и просчитать, чтобы минимизировать затраты на будущую модернизацию (или ремонт).

В современных компьютерах используются запоминающие устройства трех основных типов.

ROM (Read Only Memory). Постоянное запоминающее устройство — ПЗУ, не способное выполнять операцию записи данных.

DRAM (Dynamic Random Access Memory). Динамическое запоминающее устройство с произвольным порядком выборки.

SRAM (Static RAM). Статическая оперативная память.

Поняв, как работает оперативная память, разберемся, зачем же она вообще нужна. После процессора, оперативную память можно считать самым быстродействующим устройством. Поэтому основной обмен данными и происходит между этими двумя девайсами. Вся информация в персональном компьютере хранится на жестком диске. При включении компа в ОЗУ (Оперативное Запоминающее Устройство) с винта записываются драйвера, специальные программы и элементы операционной системы. Затем туда будут записаны те программы – приложения, которые Вы будете запускать. При закрытии этих программ они будут стерты из ОЗУ. Данные, записанные в оперативной памяти, передаются в CPU (Central Processing Unit), там обрабатываются и записываются обратно. И так постоянно: дали команду процессору взять биты по таким то адресам, как то их там обработать и вернуть на место или записать на новое – устройства винта значительно ниже ОЗУ, то работа файла подкачки сильно замедляет устройства памяти, то увеличение объема не приведет к увеличению скорости работы системы. Если же ячеек ОЗУ не хватает, то увеличение их количества (проще говоря, добавление новой или замене старой на новую с большим объемом линейки памяти) приведет к ускорению.