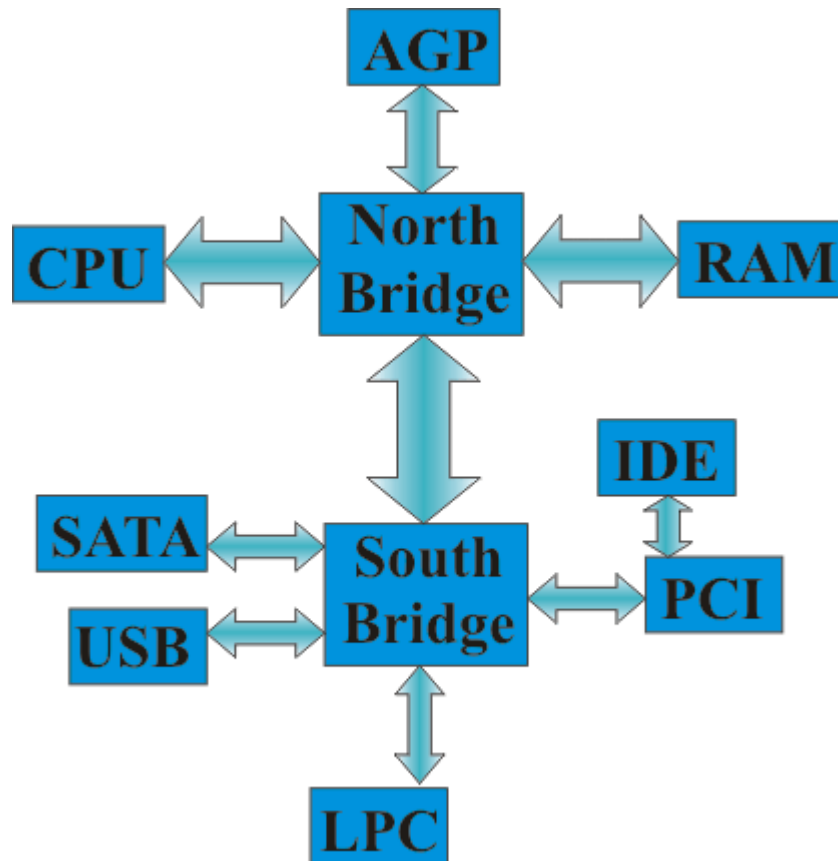


## Урок 2. Память.

### 1. Блок-схема современного компьютера

В прошлый раз мы с Вами сделали обзор компонентов, из которых состоит современный компьютер. Давайте теперь поговорим более детально о том, как эти компоненты соединены между собой. На рисунке представлена типовая блок-схема современного компьютера. Давайте разберем ее подробнее.



Северный мост является компонентом, соединяющим наиболее быстрые части компьютера - процессор, память и специализированную шину AGP или PCIexpress между собой. Южный мост соединяет в себе периферийные компоненты. Рассмотрим более детально верхнюю часть рисунка.

Шина, связывающая процессор с северным мостом называется "СИСТЕМНАЯ ШИНА", от ее производительности весьма сильно зависит производительность всего компьютера, она показывает, с какой скоростью процессор может передавать и получать данные. Мы обязательно изучим с Вами параметры системной шины современных компьютеров, пока же скажем, что пропускная способность этой шины весьма велика и составляет для современных компьютеров 2,1 - 6,4 Гбайт/с.

Шина, связывающая северный мост с оперативной памятью называется "ШИНА ПАМЯТИ", и от ее производительности также весьма сильно зависит производительность всей системы в целом. Естественно эта шина показывает, с какой скоростью оперативная память может выдавать данные центральному процессору, причем нередко пропускную способность этой шины стремятся сделать равной или большей пропускной способности системной шины, хотя всё же это две, вообще говоря, независимые шины. Пропускная способность этой шины также составляет для современных компьютеров 2,1 - 6,4 Гбайт/с.

В старых системах для связи мостов между собой применялась шина PCI (пропускная способность 133 Мбайт/с), поэтому шину AGP включали непосредственно в высокоскоростной северный, а не в периферийный южный мост. Сейчас эта тенденция сохранилась, хотя шины между мостами уже давно быстрее, нежели PCI, но и шина AGP не стоит на месте, ее

пропускная сегодня достигает (в режиме 8x) уже 2,1 Гбайт/с. Как вы помните из предыдущего урока, шина AGP вытесняется PCIexpress 16x, максимальная пропускная способность которой составляет 4 Гбайт/с.

Как уже было сказано, раньше для связи мостов применяли PCI, сегодня производители чипсетов используют для этой цели свои фирменные решения, пропускная способность шины между мостами составляет сегодня 266-1066 Мбайт/с, однако встречаются экземпляры и с большими значениями пропускной способности.

К южному мосту подключается периферия и шина PCI, которая используется для подключения большинства плат расширения сегодня. Для подключения низкоскоростных устройств собранных в микросхеме SIO используется шина LPC с пропускной способностью 16 Мбайт/с.

И напоследок, южный мост содержит несколько, от 1 до 5-ти, USB контроллеров для подключения почти всей внешней периферии (кроме, разве что, монитора:)) - пропускная способность USB 1.0 - 12 Мбит/с, а USB 2.0 - 480 Мбит/с.

Итак, мы рассмотрели типовую схему соединения узлов персонального компьютера. С чего же мы начнем изучать эти узлы? Очевидно начинать стоит с "ядра" системы - связки процессор-память-чипсет. В принципе можно начать изучение с любого из этих компонентов, однако сегодня, пожалуй, наиболее удобно было бы начать с памяти. Это и будет нашей сегодняшней темой!

## **2. Введение.**

Из первого урока вы узнали что такое память, зачем она нужна, и как зависит производительность компьютера от её объёма. Разберем общие сведения об оперативной памяти.

Оперативная память - это рабочая область для процессора компьютера, в которой во время работы компьютера 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 опять может быть загружена в память.

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

Представьте себе небольшой офис, в котором некий сотрудник обрабатывает информацию, хранящуюся в картотеке. В нашем примере шкаф с картотекой будет выполнять роль жесткого диска системы, где длительное время хранятся программы и данные. Рабочий стол будет представлять оперативную память системы, которую в текущий момент обрабатывает сотрудник, - его действия подобны работе процессора. Он имеет прямой доступ к любым документам, находящимся на столе. Однако, прежде чем конкретный документ окажется на столе, его необходимо отыскать в шкафу. Чем больше в офисе шкафов, тем больше документов можно в них хранить, а если рабочий стол достаточно велик, можно одновременно работать с несколькими документами.

Добавление к системе жесткого диска подобно установке еще одного шкафа для хранения документов в офисе - компьютер может постоянно хранить большее количество информации. Увеличение объема оперативной памяти в системе подобно установке большего рабочего стола - компьютер может работать с большим количеством программ и данных одновременно.

Впрочем, есть одно различие между хранением документов в офисе и файлов в компьютере: когда файл загружен в оперативную память, его копия все еще хранится на

жестком диске. Обратите внимание: поскольку невозможно постоянно хранить файлы в оперативной памяти, все измененные после загрузки в память файлы должны быть вновь сохранены на жестком диске перед выключением компьютера. Если измененный файл не будет сохранен, то первоначальная копия файла на жестком диске останется неизменной.

А теперь о материальном. В современный компьютер оперативная память устанавливается с помощью специальных модулей в соответствующие разъемы на материнской плате. И, естественно, мы с Вами изучим, как эти модули называются, чем отличаются. Но модуль памяти - это всего лишь договоренность о форме и размерах маленькой платки с припаянными чипами и о разъеме, куда она устанавливается. Ведь в первую очередь модуль состоит из микросхем памяти, и именно параметры микросхем (их архитектура и быстродействие) определяют эффективность того или иного модуля. Поэтому давайте сразу договоримся, что мы, с одной стороны, будем изучать типы памяти, т.е. логику организации тех или иных типов чипов памяти, их быстродействие и эффективность; с другой стороны - в компьютер устанавливаются именно модули, и мы изучим внешний вид и параметры модулей, состоящих из чипов (микросхем) памяти конкретного типа (архитектуры).

### **3. Типы памяти.**

Итак, начнем с изучения типов оперативной памяти. Давайте в первую очередь определим, какими факторами определяется производительность оперативной памяти.

Естественно было бы основным фактором производительности системы оперативной памяти назвать ее пропускную способность, т.е. количество мегабайт в секунду, которое способна считать (записать) оперативная память. Разумеется, пропускная способность оперативной памяти напрямую зависит от частоты работы чипов памяти и от ширины шины, связывающей память и процессор, и обычно определяется как произведение ширины шины на частоту ее работы.

Например, ширина шины 64 бита, частота работы памяти 100 МГц, следовательно, ее пропускная способность будет  $8 \text{ байт (64 бита)} * 100 \text{ МГц} = 800 \text{ Мбайт/с}$ .

Но пропускная способность - не единственный фактор, определяющий производительность подсистемы памяти. Важнейшим параметром также является время доступа или латентность, т.е. временная задержка между запросом на выдачу какой-либо информации из памяти и ее реальной выдачей. Какая память лучше: с малой задержкой и малой пропускной способностью или с большой задержкой и большой пропускной способностью? Однозначного ответа на этот вопрос, конечно, быть не может. Если конкретная программа работает с большими массивами непрерывных данных, т.е. лишь однажды получает доступ, а затем много линейно считывает, то для такой программы оптимальна память с большой пропускной способностью, а если программа оперирует малыми блоками данных, т.е. постоянно получает доступ к разным областям памяти и понемногу читает из каждой области, то оптимальна память с малым временем доступа, а пропускная способность имеет меньшее значение. Так как обычно на компьютере исполняются разные приложения, то очень трудно найти компромисс. В общем случае, естественно, необходимо стремиться к тому, чтобы и время доступа и пропускная способность памяти были хорошими. Разобравшись с параметрами скорости, которыми мы будем описывать память, теперь можно рассмотреть какие конкретно типы памяти применялись и применяются в персональном компьютере.

Попробуем классифицировать виды электронной памяти. По устройству и принципам работы, можно выделить такие классификации:

1. динамическая или статическая.
2. асинхронная или синхронная.
3. энергозависимая или энергонезависимая.

Начнем с первой классификации:

**Динамическая память**, или **DRAM**, Dynamic Random Access Memory. Информация хранится в ячейке, состоящей из конденсатора, доступ к которому управляется транзистором. Наличие или отсутствие заряда этого конденсатора, собственно и представляет хранимую информацию (0 или 1). Именно использование конденсатора делает этот вид памяти относительно дешевым и простым в изготовлении, но в тоже время приводит к тому, что увеличивается время доступа – во первых конденсатор не может мгновенно зарядиться или разрядиться, по этой же причине динамической памяти не доступны высокие частоты работы. Во вторых при чтении конденсатор разряжается, и к тому же конденсатор не может долго хранить заряд, т.е. он постепенно разряжается. Поэтому ячейки динамической памяти необходимо постоянно обновлять (регенерировать), на что также тратится драгоценное время ожидания процессора:).

**Статическая память**, или **SRAM**, Static Random Access Memory. В отличии от динамической памяти, ячейка, хранящая информацию, представляет из себя электронный переключатель – триггер, который хранит своё значение, пока есть питание. Такой элемент позволяет быстро может изменять своё значение, что позволяет использовать его на очень высоких частотах, и не требует регенерации, что даёт очень качественные показатели времени доступа. К сожалению, такой вид памяти сложен в изготовлении, и очень дорого стоит.

Какой вывод можно сделать по этим видам памяти?

DRAM – дешево, но медленно, SRAM – дорого, но быстро. Поэтому у DRAM и SRAM разные сферы применения, DRAM применяется в качестве оперативной памяти, а SRAM – в качестве так называемой кэш-памяти, промежуточной быстродействующей памяти между процессором и оперативной памятью. DRAM, как оперативную память мы рассмотрим сегодня, а о роли SRAM поговорим в следующей теме, процессоры.

Вторая классификация:

**Асинхронная память**. Такая память выдаёт данные с меньшей частотой, чем частота шины, на которой она работает. Типичный пример такой памяти – классическая DRAM, где на ожидание каждого бита информации уходило около 5 тактов работы шины. Как вы понимаете, такая память имеет большую латентность, но в то время когда она была популярна, процессоры с которыми она применялась тоже не отличались быстродействием. Позже появились модифицированные виды DRAM – **FPM** и **EDO**, которые отличались меньшей латентностью.

Первая модификация - FPM DRAM (**Fast Page Mode DRAM**). Чтобы сократить время ожидания на выборку данных (на доступ) стандартная DRAM разбивается на страницы. Обычно для доступа к данным в памяти, требуется указать строку и столбец адреса, что занимает некоторое время. Разбиение на страницы обеспечивает более быстрый доступ ко всем данным в пределах данной строки памяти, т.е. если изменяется лишь номер столбца, но не номер строки. Страничная организация памяти - простая схема повышения эффективности, в соответствии с которой память разбивается на страницы от 512 байт до нескольких килобайт. Соответствующая схема обращения позволяет в пределах страницы уменьшить количество состояний ожидания.

Чтобы увеличить скорость доступа к памяти был разработан так называемый пакетный (**burst**) режим доступа. Преимущества пакетного режима доступа проявляются тогда, когда доступ к памяти является последовательным (т.е. считывание происходит последовательно одно за другим из соседних ячеек). После задания строки и столбца и считывания информации, к следующим трем соседним адресам можно обращаться без дополнительных циклов ожидания. Однако доступ в таком пакетном режиме ограничивается лишь четырьмя операциями чтения-записи, затем необходимо снова полностью адресоваться к строке и столбцу.

Для описания того, как работает та или иная архитектура оперативной памяти, принято использовать так называемую схему синхронизации доступа, имеющую вид **x-y-y-y**,

где  $x$  - количество тактов ожидания для произведения чтения первого адреса, а затем  $y$  - количество тактов ожидания для чтения каждого следующего адреса в пакетном режиме. (Такт - один период электромагнитного колебания той частоты, на которой работает память. Например: частота памяти 100МГц, один период равен  $1/100$ млн, т.е. равен 10нс). Как говорилось ранее, для чтения ячейки памяти DRAM, требуется 5 тактов ожидания шины, т.е. такая схема для простой памяти DRAM будет **5-5-5-5**. А если пользоваться разбиением на страницы и режимом burst, то, получив доступ первый раз, потратив на это 5 тактов ожидания, содержимое следующих ячеек можно считать, потратив на это лишь три такта ожидания, экономя время на отсутствии необходимости переключения номера строки, т.е. в режиме FPM схема доступа имеет вид **5-3-3-3**. В этом и преимущество памяти типа FPM перед обычной DRAM. Т.е. использование памяти типа FPM позволяет при той же частоте работы чипов памяти увеличить производительность обмена за счет сокращения времени на получение доступа к памяти.

Вторая модификация - EDO DRAM (**Extended Data Out DRAM**). Это усовершенствованный тип памяти FPM, у него было еще одно название, которое сейчас не используется - Hyper Page Mode. Микросхемы памяти EDO учитывают перекрытие синхронизации между очередными операциями доступа. За счет этого удастся частично совместить по времени следующий цикл чтения с предыдущим, т.е. чипсет при работе с EDO памятью может начать выполнение новой команды выборки столбца, пока данные считываются по текущему адресу, за счет чего еще уменьшаются задержки на получение доступа.

Для оперативной памяти EDO схема синхронизации в пакетном режиме имеет вид 5-2-2-2, т.е. на четыре операции считывания тратится не 14, а 11 тактов. Т.е. налицо явный прирост производительности, в то время как стоимость чипов типа EDO лишь немного отличалась от чипов FPM.

Но всё же рост частоты процессоров требовал более производительных видов памяти. Асинхронная память в современных компьютерах уже не применяется.

**Синхронная память.** Этот вид памяти обменивается данными с контроллером на той же частоте, на которой работает шина памяти. Типичный пример – **SDRAM, Synchronous DRAM**. Время доступа к такой памяти определяется частотой, на которой она работает. Эффективность SDRAM намного выше, чем у ее предшественников. Во-первых, дело в том, что схема пакетного чтения у SDRAM намного эффективнее, чем у EDO или FPM и описывается формулой **5-1-1-1**. Т.е. для считывания четырех значений подряд задержка для памяти типа FPM составит  $5+3+3+3=14$  тактов, у EDO -  $5+2+2+2=11$  тактов, а у SDRAM -  $5+1+1+1=8$  тактов. Лучшая схема доступа только у памяти типа SRAM – 3-1-1-1 или 2-1-1-1, благодаря иному строению ячейки памяти.

Некоторое время назад этот тип памяти был основным для персональных компьютеров, но в настоящее время тоже стал историей.

Как мы говорили в описании динамической памяти – она не может работать на высоких частотах, а современные процессоры требуют всё большей производительности оперативной памяти, поэтому были разработаны модификации SDRAM, которые и применяются в настоящее время – **DDR SDRAM** и **DDRII SDRAM**. У этих типов памяти передача информации между контроллером и чипом памяти проходит в режиме, когда за один такт работы шины, передаётся не 1, а 2 бита (**DDR, Double Data Rate**), или 4 бита информации (**DDRII**). Эти режимы приводят к увеличению пропускной способности шины памяти в 2 и в 4 раза соответственно, без увеличения её частоты работы.

И наконец, третья классификация:

**Энергозависимая.** Такой вид памяти для хранения информации требует постоянное электрическое питание, т.е. она работает только в то время, когда включено питание компьютера. Все рассмотренные выше виды памяти являются именно энергозависимыми.

**Энергонезависимая.** В отличие от предыдущего вида памяти, энергонезависимая память может хранить информацию даже при отсутствии электрического питания.

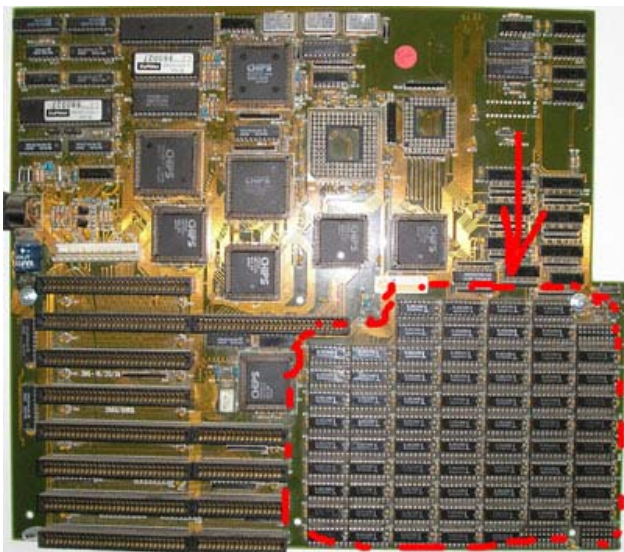
Существует несколько видов энергонезависимой памяти. Классический представитель - **ROM, Read Only Memory**. Память только для чтения, информация в такие чипы записывалась при их изготовлении. Когда-то она использовалась для хранения BIOS, но из-за невозможности перезаписи, была заменена программируемыми видами постоянной памяти. Последний из таких видов – **EEPROM**, электрически стираемая программируемая постоянная память, которую мы знаем как **Flash-память**. Flash память может хранить информацию без обновления около 10 лет, и в настоящее время используется не только как чип для хранения BIOS материнской платы, но и в качестве переносного накопителя информации, например USB Flash drive.

Также разрабатываются новые виды памяти, которые смогли бы выступить в роли оперативной, и в тоже время были энергонезависимыми. Например в конце 90-х годов прошлого столетия, была разработана память **FeRAM** – ферроэлектрическая память, по своим скоростным характеристикам близкая к оперативной, но пока что всё равно медленней, и в тоже время может хранить информацию без дополнительного питания несколько лет.

На этом рассмотрение видов памяти можно остановить, но примите во внимание – прогресс не стоит на месте, и каждый день появляется что-нибудь новое, чего в урок мы поместить не можем, так что следите за новостями мира информационных технологий, и вы будете всегда в курсе событий:).

#### 4. Модули памяти.

Настала пора рассмотреть, каким же образом оперативная память устанавливается в компьютеры.



В первых PC память устанавливалась чипами непосредственно на материнскую плату, до определённого момента такой способ удовлетворял и пользователей, и производителей материнских плат, однако позднее возникла необходимость в создании более гибкого способа установки памяти на материнские платы. Т.е. надо было дать предоставить сборщикам компьютеров, или самим пользователям возможность выбора объёма памяти, тем более учитывая цены на оперативную память в то время (1 Мбайт около 40 долларов США). Представьте себе материнскую плату (см. рисунок), на которой 2 Мбайта памяти устанавливается 72(!) микросхемами (на рисунке выделено), и в описании платы написано, что

память можно расширить до 16-ти Мбайт, заменив установленные чипы на более ёмкие. Сам процесс такой замены для многих может показаться кошмаром. И тогда производители компьютерного оборудования решили использовать для установки памяти небольшие платы с припаянными чипами, которые устанавливались в специальные разъёмы в материнской плате. Эти платы и называются модулями.

Итак, давайте рассмотрим типы модулей, которые применялись когда-либо, и применяются сейчас в персональных компьютерах:

Модули **SIMM**. Single Inline Memory Module, модуль памяти с односторонним расположением контактов. Хотя контакты на таких модулях были с обеих сторон, эти контакты были замкнуты между сторонами, и поэтому модуль назывался односторонним. Выпускались модули SIMM в двух модификациях – SIMM 30 pin и SIMM 72 pin.

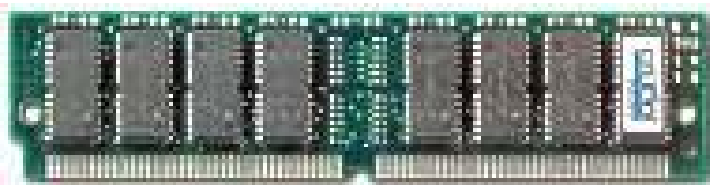


**1. SIMM 30 pin** – применялись изначально с памятью DRAM и позже с памятью FPM DRAM. Каковы характеристики модуля? А чем вообще можно характеризовать модуль, если все его параметры,

такие как тип и объем памяти, быстродействие, зависят в первую очередь от припаянных на модуль чипов? Но есть по крайней мере один параметр, который характеризует именно модуль. Этот параметр - разрядность модуля, т.е. ширина той шины, по которой происходит доступ к конкретному модулю, или количество контактов, по которым передаются биты данных. (Например, модуль с 30 ножками, естественно, не может обеспечить 32-битный обмен данными - для этого нужно только 32 ножки для передачи данных, а ведь еще питание, адресация и т.д.). Т.е., модули друг от друга в первую очередь отличаются разрядностью. Разрядность модуля SIMM 30 pin составляет 8 бит. Модуль SIMM 30 pin (иногда еще называют: короткий SIMM) использовался в 286, 386 и 486 системах.

Рассмотрим применение короткого модуля SIMM на примере 386 системы. Ширина шины, связывающая 386 процессор с памятью, составляет 32 бита. Можно ли в такой системе в качестве оперативной памяти использовать 1 SIMM 30 pin? Представьте себе: процессор использует для связи с памятью шину, в которой данные передаются по 32 проводам. Будет ли система работать, если из этих проводов задействовать только 8? Разумеется, нет! Естественно, что в системе должна использоваться 32-битная память, а иначе процессор не сможет работать с памятью. Но как реализовать 32-битную память, если в Вашем распоряжении только 8-битные модули? Нужно использовать несколько модулей одновременно! Фактически, минимальной единицей оперативной памяти системы можно считать совокупность модулей памяти, полностью "закрывающих" шину память - процессор. В 386 системе при использовании SIMM 30 pin (шириной 8 бит каждый модуль), нужно одновременно использовать кратное четырем количество модулей для того, чтобы обеспечить работоспособность системы. Поэтому на материнских платах тех времен количество разъемов под короткие SIMMы было всегда кратно четырем: 4 или 8 штук.

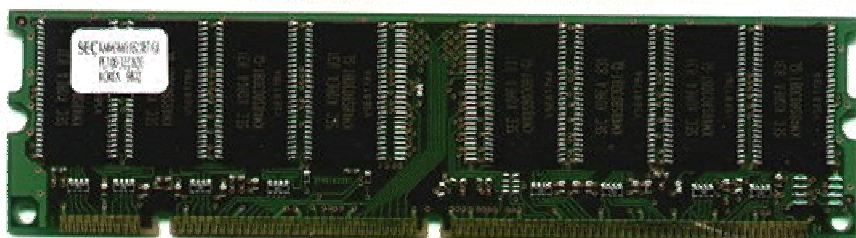
Совокупность разъемов, полностью закрывающих шину память - процессор называется банк памяти. То, о чем мы говорили только что, можно сказать следующим образом: в системе память всегда должна устанавливаться только банками, и хотя бы один банк должен быть установлен.



**2. SIMM 72 pin** – в основном применялись с FPM и EDO DRAM. Разрядность они имели уже большую – 32 бита. Такие модули применялись в 486-ых и Pentium-системах. Стало быть, в 486

системах, у которых ширина шины обмена процессор - память составляла 32 бита, банком памяти являлся единственный модуль памяти SIMM 72 pin, а в Pentium-системах, у которых разрядность шины памяти 64 бита - 2 модуля SIMM 72 pin.

Модули **DIMM**. Double Inline Memory Module, модуль памяти с двухсторонним расположением контактов. В этих модулях контакты разных сторон не замкнуты между собой. Разрядность таких модулей – 64 бита, и использование единственного модуля DIMM позволяет закрыть шину память - процессор для процессора Pentium, как, впрочем, и для любого современного процессора. Существует несколько разновидностей таких модулей:



**1. DIMM 168 pin**. Применялись с памятью SDRAM, поэтому такие модули называли просто DIMM SDRAM. Имели 2 ключа

(прорези на плате между контактами. см. фото), предназначенные для защиты от неправильной установки модуля, и несущие некоторую информационную нагрузку (например, напряжение питания модуля). Появились они в то время, когда популярным процессором был Pentium, и применялись позднее с Pentium II, Pentium III и их аналогами. В настоящее время модули DIMM SDRAM можно найти только на компьютерных "барахолках".

Вместе с этими модулями появилось понятие "маркировки" модуля памяти. Что это такое? Действительно, ведь Вы устанавливаете в компьютер не чипы, а модули, и умение читать маркировку чипа совсем не необходимо для сборки (или подбора комплектующих).

Как же маркируются модули памяти DIMM SDRAM? А очень просто.

Маркируются они следующим образом: PCxxx, где xxx - частота, на которой сертифицирован работать модуль (возможно что чипы, модуль составляющие, могут работать и на более высоких частотах). Соответственно, существует всего 3 спецификации DIMM SDRAM:

**PC66** - DIMM SDRAM, предназначенный для работы на частоте, не превышающей 66 МГц;

**PC100** - DIMM SDRAM, предназначенный для работы на частоте, не превышающей 100 МГц;

**PC133** - DIMM SDRAM, предназначенный для работы на частоте, не превышающей 133 МГц.

Естественно, модули, предназначенные для более высоких частот, могут без проблем применяться и на низших частотах.

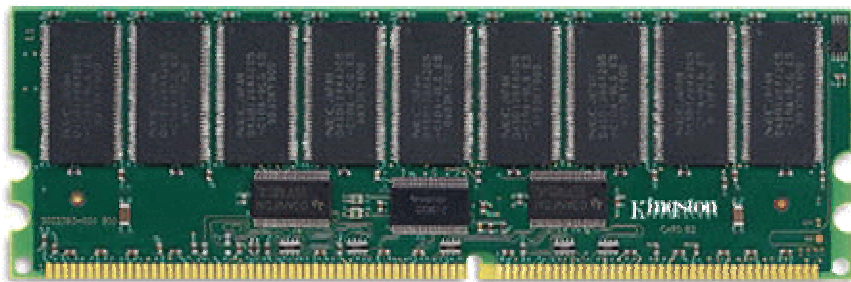
Теперь попробуем рассчитать ещё одну характеристику модуля – максимальную пропускную способность, которую может обеспечить оперативная память, устанавливаемая модулями DIMM SDRAM. Нам известны все необходимые для этого параметры – максимальная частота работы модуля, и разрядность шины, которая определяется этим же модулем, равная 64 битам.

Для PC66 – 66МГц x 64 бита равно 4224 Мбит/с, делим на 8, получаем 533 Мбайт/с.

Остальные рассчитываются подобным образом:

PC100 – 800 Мбайт/с.

PC133 – 1033 Мбайт/с.



**2. DIMM 184 pin.** Применяются с памятью DDR SDRAM, соответственно тоже назывались DIMM DDR SDRAM. В отличие от DIMM 168 pin, такие модули имеют всего 1 ключ, защищающий их от неправильной установки(см. рисунок). Эти модули памяти в настоящее

время являются наиболее популярными сейчас, т.к. применяются в системах с процессорами Pentium 4 и различными модификациями Athlon.

Маркируются модули DIMM DDR SDRAM максимальной пропускной способностью, которую могут обеспечить. К расчету пропускной способности этих модулей добавляется ещё и коэффициент – 2, так как данные передаются в режиме DDR – 2 бита за 1 такт.

В таблице собраны параметры стандартных модулей DIMM DDR SDRAM:



Маркировка	Пропускная способность, Мбайт/с	Частота работы, МГц	Частота передачи данных, МГц
<b>PC1600</b>	1600	100	200
<b>PC2100</b>	2100	133	266
<b>PC2700</b>	2700	166	333
<b>PC3200</b>	3200	200	400

Кроме приведённых маркировок, существует масса промежуточных вариантов, типа PC2500 или PC3500. Эти варианты маркировок производители применяют когда выпускают модули памяти, которые могут работать на частотах, превышающих стандартные, т.е. для применения при разгоне компьютера.



### 3. DIMM 240 pin.

Применяются с памятью DDRII SDRAM, тоже имеют 1 ключ, и внешне очень похожи на модули DIMM 184 pin, однако благодаря иному

расположению ключа перепутать эти модули не получится. В настоящее время модули DDRII постепенно насыщают рынок памяти, при этом, необходимость применения таких модулей определяется выбором процессора и материнской платы (чипсета).

Основной причиной создания таких модулей послужила необходимость в увеличении пропускной способности оперативной памяти, при этом используя более низкие частоты работы шины памяти, ведь чем больше частота работы, тем больше энергии уходит на поддержание работы такой памяти.

Маркируются модули DDRII SDRAM также пропускной способностью, но при этом в их маркировке принято использовать обозначение PC2-XXXX, что бы избежать путаницы при маркировке модулей, чья пропускная способность равна пропускной способности более старых видов памяти.

Маркировка	Пропускная способность, Мбайт/с	Частота работы, МГц	Частота передачи данных, МГц
<b>PC2-3200</b>	3200	100	400
<b>PC2-4200</b>	4200	133	533
<b>PC2-5300</b>	5300	166	667
<b>PC2-6400</b>	6400	200	800

Кроме рассмотренных видов модулей, в конце 90-х, а конкретно в 1999 году фирма Intel попытались ввести на рынок памяти принципиально новую, более производительную память чем существовавшие в то время (PC100 SDRAM). Речь идет о памяти **Rambus, DR DRAM (Direct Rambus DRAM) или просто RDRAM**. До применения в PC, эта память применялась в игровых приставках и высокопроизводительных графических станциях SGI. Intel решили, что эта память должна стать основным видом памяти и для персональных компьютеров, и выпустили её на рынок с процессорами Pentium III. В чём причина такого решения?

Естественно, что на пути разработки высокоскоростных интерфейсов есть два решения: увеличивать частоту работы шины и увеличивать ширину шины. Разумеется, если можно было бы увеличивать эти два параметра так, как хочется производителю, то мы сегодня имели бы память, работающую на огромных частотах и имеющую очень широкую

шину, что давало бы огромную пропускную способность. Но, увы, все не так просто. Чем шире шина, тем больше взаимных наводок создают друг для друга провода, по которым передаются данные, чем выше частота передачи данных, тем большие требования предъявляются к технологии изготовления, и тем выше потребляемая мощность.

Обычные типы памяти (FPM или SDRAM) иногда называют устройствами с широким каналом. Ширина канала памяти равна ширине шины данных процессора (в Pentium-системах - 64 бита). Память DR DRAM является устройством с узким каналом передачи данных - количество данных, передаваемых за один такт, достигает только 16 бит. Для повышения производительности можно использовать двухканальные DR DRAM (т.е. данные в них передаются от двух модулей - пока с одного модуля считываются данные, другой готовится к передаче, затем модули меняются ролями). Также было предложено еще одно конструктивное решение - передача управляющей информации отделена от передачи данных по шине.

Итак, Rambus пошел по пути изготовления очень высокоскоростной шины (400, 533 МГц, сравните с 133 МГц SDRAM и 133, 166, 200 МГц DDR SDRAM), но при этом очень узкой. Разрядность модулей RD DRAM - всего 16 бит, или 32 бита в двухканальных модулях (сравните с 64 бит у SDRAM и DDR SDRAM). Итого, пропускная способность такого канала обмена составляет  $800 \text{ МГц} * 2 \text{ байта} = 1600 \text{ Мбайт/с}$ . Т.е. пропускная способность канала Rambus выше, чем у SDRAM (800 Мбайт/с при частоте 100 МГц и 1064 Мбайт/с при частоте 133 МГц), равна DDR SDRAM при частоте 100 МГц, и проигрывает DDR SDRAM на частоте 133 МГц ( $133 \text{ МГц} * 64 \text{ бит} * 2$  из-за DDR = 2100 Мбайт/с).

Но при этом есть еще два немаловажных фактора. Первое: у RD DRAM задержки на доступ к памяти выше, чем у SDRAM и DDR SDRAM, что при равенстве пропускной способности уже ставит под сомнение эффективность применения RD DRAM. И второе: дело в том, что цена на DR DRAM выше, чем цена на DDR SDRAM.

Одно время память этого типа считалась очень перспективной - на нее делала ставку в своих системах фирма Intel, несмотря на дикую цену и совсем не оправдывающую себя скорость. И это было большой ошибкой Intel - сегодня RIMM-память применяется чаще всего в старых серверах и рабочих станциях, кроме того, существует очень мало чипсетов, и следовательно, материнских плат, поддерживающих память на микросхемах DR DRAM. Именно поэтому сейчас на рынке памяти персональных компьютеров безоговорочно доминирует DDR SDRAM, на смену ей идея DDRII SDRAM, а применение Rambus осталось прежним – SGI и игровые приставки (например Sony Playstation II или III).

Рассмотрим, какие модули Rambus применялись:



### **RIMM 184 pin.**

Применялись с 16-битным вариантом Rambus, имели 1 или 2 ключа (прорези) в центральной части модуля, положение и количество которых зависело от используемого напряжения

питания.

Маркировались такие модули частотой передачи данных, т.е. модули, работающие на частоте 400 МГц, передавали данные с частотой 800 МГц, и носили маркировку PC800. В таблице приведены параметры таких модулей.

Маркировка	Пропускная способность, Мбайт/с	Частота работы, МГц	Частота передачи данных, МГц
<b>PC600</b>	1200	300	600
<b>PC700</b>	1400	350	700
<b>PC800</b>	1600	400	800
<b>PC1066</b>	2100	533	1066



### **RIMM 232 pin.**

Применяются с 32-битным вариантом Rambus, также имеют 1 или 2 ключа.

Маркируются такие модули максимальной пропускной способностью, которую

могут обеспечить, т.е. так же как и DDR SDRAM.

Маркировка	Пропускная способность, Мбайт/с	Частота работы, МГц	Частота передачи данных, МГц
<b>PC3200</b>	3200	400	800
<b>PC4200</b>	4200	533	1066

## **5. Ещё немного о памяти**

### **Маркировка модулей и чипов памяти**

Итак, маркировка модулей и чипов памяти. Существуют ли универсальные правила для их чтения? Увы, нет. Разобраться в маркировке как модулей, так и микросхем памяти очень непросто. Чем это вызвано - примерно понятно. Если микросхемы памяти выпускает всего два десятка производителей, которые при элементарном наличии доброй воли вполне в состоянии синхронизировать свои маркировки (да и то в них разобраться сложно), то число производителей модулей никакому исчислению не поддается. При этом большинство таких фирм (как правило, речь при этом идет о производителях наинизшей ценовой категории, и, как следствие, небольшого качества) вообще никак не маркирует свою продукцию. Очень распространена ситуация, когда производитель маркирует печатную плату своим логотипом, но никакой другой полезной маркировки на плате нет. По большому счету редко кто кроме мајог-производителей (основных производителей) маркирует так называемый part number (артикул) на печатной плате.

Иногда на платах имеются нанесенные краской своеобразные "checkbox" - заранее подготовленные шаблоны для вписывания в них данных по емкости, времени доступа и четности, но на практике это часто не делается. Очень часто для маркировки модулей используются также и наклейки (в том числе и мајог-производителями). Но надо иметь в виду, что если модули памяти вызывают у вас какое-либо подозрение, наклейкам доверять особо не следует - при современном состоянии полиграфии их ничего не стоит подделать (хотя качественно выполненный и аккуратно наклеенный металлизированный лейбл - это не так уж и плохо). Естественно, наклейка продавца (а не производителя) имеет ограниченную ценность. Наконец, наиболее печальный факт - даже если у вас в руках модуль мајог/мајог (т.е. и микросхемы, и модули изготовлены известными производителями) с прекрасно различимой оригинальной маркировкой - это еще не значит, что вам удастся ее прочитать.

Если есть возможность, посетите сайт производителя и постарайтесь найти такую же или аналогичную маркировку, или хотя бы определить исповедуемые данным производителем принципы. Сие очень сильно зависит от "статуса" производителя. Как

обычно, предполагаем, что маркировка не подделана. Производители, склонные считать свой товар "марочным" и, соответственно, готовые отвечать за его качество, маркировку обычно наносят травлением платы или краской. Логотип или название чаще всего легко читаются и отождествляются. Все остальные производители (качества от среднего до никакого) чаще всего не имеют собственного производства печатных плат (на которые и наносится маркировка), а также не очень заинтересованы в отождествлении потребителем их как производителей, соответственно маркировка либо отсутствует вообще, либо (реже) применяется "одноразовая" - набор букв или хвалебное слово.

Надо иметь в виду, что в Азии существует несколько крупных производителей печатных плат, которые продают их сборщикам, и некоторые из этих производителей (опять же - наиболее себя уважающие) ставят на платах СВОЙ логотип. Соответственно, по маркировке можно определить производителя платы и с большой вероятностью регион сборки. Так, модули с датой производства платы (типа 9607) скорее всего происходят с Тайваня, а модули с маркировкой GT - из Сингапура. Кстати, такая маркировка все же говорит об определенном качестве как минимум платы и все же лучше, чем никакая...

### **Меры предосторожности при обращении с модулями памяти**

Помимо банальных мер предосторожности (не ронять и вообще не подвергать сильному механическому, термическому либо электрическому воздействию) основных правил всего два.

**Первое из них - хранить и транспортировать модуль в защищенном от статического электричества контейнере либо иной упаковке.**

**Второе - действительно, при установке рекомендуется заземлить (как минимум - на корпус компьютера) как рабочий стол, на котором модуль будет распаковываться, так и лицо, производящее установку (вернее, запястье последнего).** Это также делается для защиты от статического электричества.

В принципе, оба этих правила относятся к большинству компьютерных комплектующих. Чисто в порядке опыта - практика показывает, что повредить модуль памяти статическим электричеством не так уж и легко. Конечно, это не означает, что можно рекомендовать какие бы то ни было эксперименты в этой области, но чаще всего вполне достаточной мерой предосторожности является - не брать модуль за чипы и особенно за контакты (а брать, соответственно, большим и средним пальцами за короткие ребра). С другой стороны - в мерах предосторожности вообще-то нет ничего плохого. Кстати, прежде чем вставлять модуль (и прежде чем заземляться на корпус) - не забудьте выключить компьютер! ;-)

### **Возможные проблемы, связанные с памятью**

Ниже сделана попытка систематизировать ВСЕ возможные причины того, что компьютер не видит установленную ранее/установленную только что память или не загружается вовсе, с краткими рекомендациями относительно того, что следует делать в том или ином случае.

Прошу заранее извинить, если среди ситуаций и рекомендаций будут встречаться тривиальные - именно такого рода ошибки иногда могут съесть уйму времени и нервов у всех, имеющих отношение к данному **upgrade (модернизации)** - от владельцев системы до продавца памяти, и в первую очередь - у непосредственного исполнителя.

По той же причине **первые шаги**, которые следует делать в описанной ситуации - это:

- проверить, правильно ли собрана система;
- еще раз свериться с инструкцией по оборудованию - правильные ли действия производились;
- извлечь установленные модули и убедиться, что система сохраняет работоспособность в конфигурации "до апгрейда" - в противном случае сначала следует определить, что нарушило работоспособность, и устранить проблему (если имел место не апгрейд, а первоначальная сборка, рекомендуется попробовать запустить компьютер с другими, заведомо работоспособными, модулями).

Следование этим шагам скорее всего позволит определить элементарные ошибки, которые отвечают как минимум процентов за 90 всех неудачных инсталляций памяти людьми, которые не занимаются этим регулярно (да и за немалый процент проблем у профессионалов).

Теперь - несколько более подробная классификация причин:

**Неисправная память.** От проблем такого рода не застрахован никто и никогда - в конце концов, наиболее вероятная ситуация, когда модули могли быть повреждены - именно сама инсталляция. Решение - замена памяти. Следует удалить всю уже имеющуюся память и проверить, работает ли система только с новыми модулями (желательно в нулевом или первом - в зависимости от точки отсчета - банке).

**Неправильная или незавершенная инсталляция.** В эту группу входят достаточно разнообразные причины, которые объединяет только одно обстоятельство - данная память должна заработать в данной системе, как только будет инсталлирована должным образом. Варианты: модули фактически не установлены (иногда, особенно если **слоты (разъемы)** расширения труднодоступны, модуль попросту не "садится" в гнездо, несмотря на полную иллюзию того, что он установлен), неверное заполнение банка (имеется в виду ситуация, когда предполагалось установить банк из двух или более модулей, но установлены они были по ошибке в разные банки. Это тоже бывает, причем иногда и в силу естественных причин - встречаются материнские платы, у которых слоты, относящиеся к одному банку, расположены "через один").

**Взаимная несовместимость модулей.** Редко, но встречаются ситуации, когда по отдельности модули или их пары прекрасно работают в системе, однако вместе они работать не будут никогда. Обычно это недопустимая комбинация емкостей. Особенно неприятно то, что если о подобной несовместимости явно не сказано в мануале, на экспериментальное ее подтверждение путем перебора всех возможных комбинаций может уйти уйма времени. Единственное решение - отказаться от планов использования данной конфигурации. (Тот же эффект может проявляться в ситуации, когда среди модулей есть "нестандартные", подробнее об этом ниже в разделе про несовместимость с системой.)

**Незаконченная или неверная сборка.** Очень часто при обеспечении доступа к слотам памяти приходится отсоединять различные шлейфы, карты расширения и т.п. Один забытый или неправильно присоединенный шлейф вполне может привести к отказу системы грузиться.

**Модули несовместимы с системой.** Речь о ситуации, когда модули работают в другом компьютере, но принципиально не желают работать в данном. Решение - замена модулей на те, которые будут работать.

**Неподдерживаемая емкость.** Современные модули памяти существуют в различных емкостях. Достаточно старые системы могут не распознавать модулей БОльшей емкости, в том числе может доходить и до отказа грузиться.

**Необъяснимая несовместимость.** К сожалению, время от времени случается ситуация, когда некие модули памяти принципиально не желают работать в некоторых системах или материнских платах. Обычно в некоей партии материнских плат не работает ни один из некоей партии модулей, причем сами по себе ни та, ни другая партии больше не проявляют никаких проблем (то есть модули, к примеру, прекрасно работают в любых системах, в том числе и более высокого класса, а платы прекрасно "понимают" абсолютно аналогичные модули). По всей видимости, проблема объясняется тем, что какой-нибудь рабочий параметр (возможно, очень тонкий временной или электрический) имеет отклонения (не исключено, что и допустимые стандартом) у данной партии чипов в одну сторону, а партии чипсетов - в другую. Ввиду большой редкости и относительно легкой решаемости (путем замены памяти на аналогичную из любой другой партии) случай не представляет особой общественной опасности.

Вышеприведенные причины в основном исчерпывают круг проблем, которые решаются просто применением "правильных" модулей из числа широко представленных на рынке.