

ОПЕРАТИВНАЯ ПАМЯТЬ



Оперативная память (ОЗУ) - предназначена для временного хранения данных и команд, необходимых **процессору** для выполнения им операций.

Оперативная память передаёт процессору данные непосредственно, либо через кэш-память. Каждая ячейка оперативной памяти имеет свой **индивидуальный адрес**.

DDR SDRAM (double-data-rate two synchronous dynamic random access memory - удвоенная скорость передачи данных синхронной памяти с произвольным доступом) - тип памяти, используемой в компьютерах.



- Оперативная память выполняется в виде отдельных модулей, которые состоят из нескольких чипов оперативной памяти и устанавливаются в соответствующие разъемы на системной плате.



- Каждый чип оперативной памяти — это особая матрица из миллионов миниатюрных конденсаторов, которые являются элементарными ячейками памяти и могут находиться в заряженном (1) или разряженном (0) состоянии.
- Кроме конденсаторов, чип содержит схемы управления чтением, записью и регенерацией данных. Последняя служит для восстановления заряда конденсаторов, поскольку со временем они самопроизвольно разряжаются.
- **Оперативная память**, работающая по описанному принципу, называется динамической, или DRAM (Dynamic RAM); подобное обозначение можно встретить в названиях некоторых параметров BIOS.

Физически память **DRAM** состоит из **ячеек**, созданных в полупроводниковом материале, в каждой из которых можно хранить определённый объём данных, **от 1 до 4 бит**.

Совокупность ячеек такой памяти образуют условный «прямоугольник», состоящий из определённого количества **строк и столбцов**. Один такой «прямоугольник» называется **страницей**, а совокупность страниц называется **банком**. Весь набор ячеек условно делится на несколько областей.

Для доступа к определенной ячейке оперативной памяти на чип памяти подаются сигналы выбора строки RAS# (Row Access Strobe) и сигнал выбора столбца CAS# (Column Access Strobe), затем уже данные читаются или записываются.

Эти процессы выполняются с некоторыми задержками, значения которых устанавливаются с помощью BIOS и должны соответствовать физическим возможностям чипа.

На сегодня наибольшее распространение имеют два вида памяти:

SRAM (Static RAM) - ОЗУ, собранное на триггерах, называется статической памятью с произвольным доступом или просто статической памятью. Достоинство этого вида памяти — скорость. Недостаток — высокая цена.

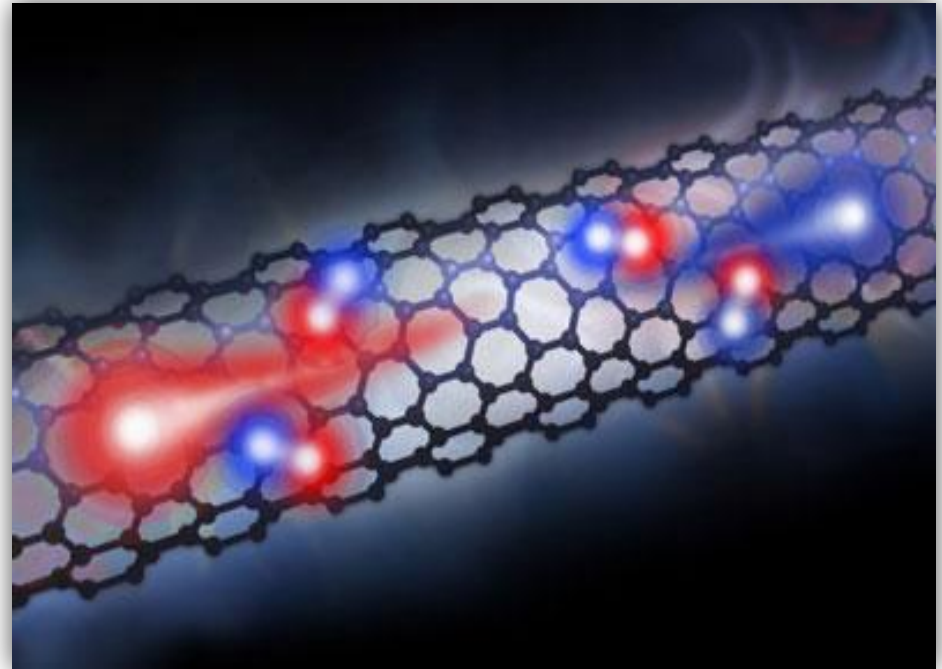
DRAM (Dynamic RAM) - более экономичный вид памяти. Для хранения разряда используется схема, состоящая из одного конденсатора и одного транзистора. Достоинства: решает проблему дороговизны и компактности.

Недостатки: во-первых, память на основе конденсаторов работает медленнее, во-вторых, существенный минус — конденсаторы склонны к «стеканию» заряда; проще говоря, со временем конденсаторы разряжаются. Для этого заряд конденсаторов необходимо регенерировать через определённый интервал времени — для восстановления.

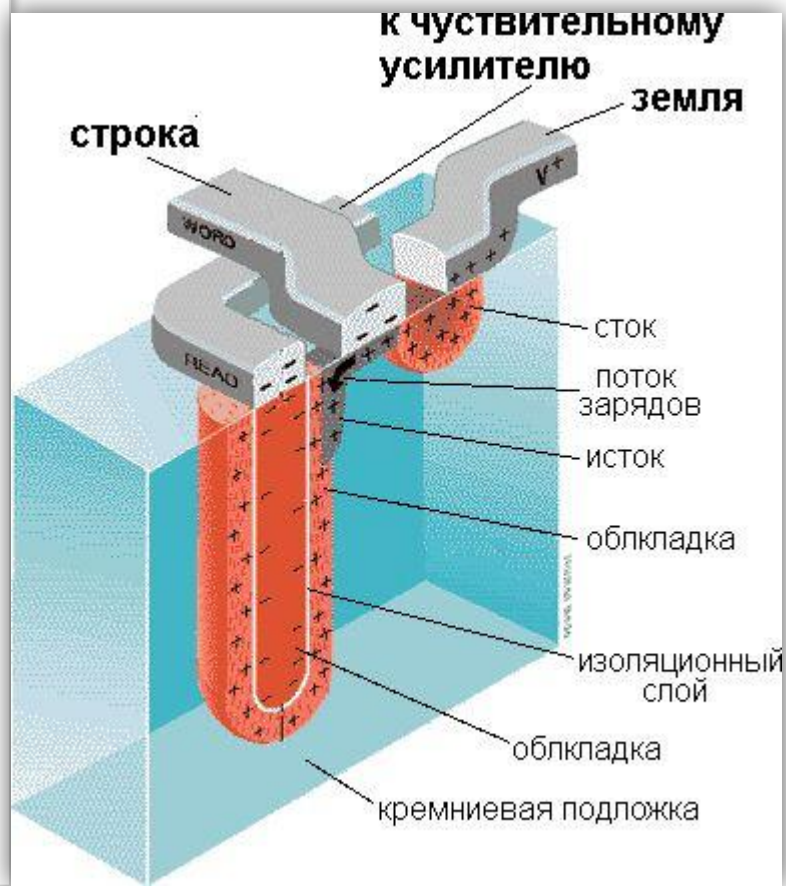
Таким образом, **DRAM** дешевле **SRAM** и её плотность выше, что позволяет на том же пространстве кремниевой подложки размещать больше битов, но при этом её быстродействие ниже. **SRAM**, наоборот, более быстрая память, но зато и дороже. В связи с этим обычную память строят на модулях **DRAM**, а **SRAM** используется для построения, например, кэш-памяти в микропроцессорах.



Память DRAM изготавливается на основе **конденсаторов небольшой ёмкости**, которые быстро теряют заряд, поэтому информацию приходится обновлять через определённые промежутки времени во избежание потерь данных. Этот процесс называется **регенерацией памяти**. Он реализуется специальным контроллером, установленным на материнской плате или же на кристалле центрального процессора. На протяжении времени, называемого **шагом регенерации**, в DRAM перезаписывается целая строка ячеек, и через 8-64 мс обновляются все строки памяти.



При отсутствии подачи электроэнергии к памяти этого типа происходит **разряд конденсаторов**, и память опустошается (обнуляется). Для поддержания необходимого напряжения на обкладках конденсаторов ячеек и сохранения их содержимого, их необходимо периодически подзаряжать, прилагая к ним напряжения через коммутирующие **транзисторные ключи**. Такое динамическое поддержание заряда конденсатора является основополагающим принципом работы памяти типа DRAM. Конденсаторы заряжают в случае, когда в «ячейку» записывается единичный бит, и разряжают в случае, когда в «ячейку» необходимо записать нулевой бит. Важным элементом памяти этого типа является чувствительный усилитель, подключенный к каждому из столбцов «прямоугольника». Он, реагируя на слабый поток электронов, устремившихся через открытые транзисторы с обкладок конденсаторов, считывает всю страницу целиком. Именно **страница** является минимальной порцией обмена с динамической памятью, потому что обмен данными с отдельно взятой ячейкой невозможен.



МОДУЛИ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ

Оперативная память изготавливается в виде **модулей** памяти.



Модуль памяти Kingston DDR PC3200



Модуль памяти Kingmax DDR2-667

Модули памяти DDR, DDR2 устанавливаются в специальные разъемы на системной плате.



В персональных компьютерах **величина адресного пространства процессора** (объем адресуемой памяти) и **величина фактически установленной памяти** (модулей оперативной памяти) практически всегда **различаются**.

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ



Модуль памяти Kingston DDR PC3200



Модуль памяти Kingmax DDR2-667

Важнейшей характеристикой модулей оперативной памяти является **пропускная способность**.

Пропускная способность равна произведению разрядности шины данных и частоты операций записи или считывания информации из ячеек памяти:

$$\text{Пропускная способность} = \\ = \text{Разрядность шины данных} \times \text{Частота}$$

Разрядность шины данных = 64 бита.

Максимально возможная в 2006 год частота шины данных совпадает с частотой системной шины и равна 1064 МГц.

$$\begin{aligned} \text{Пропускная способность модулей памяти} \\ = \\ = 64 \text{ бита} \times 1064 \text{ МГц} = 68\,096 \text{ Мбит/с} = \\ = \mathbf{8\,512 \text{ Мбайт/с}} \approx 8 \text{ Гбайт/с.} \end{aligned}$$

Модули памяти маркируются своей пропускной способностью, выраженной в Мбайт/с: PC3200, PC4200, PC8500 и др.

ФИЗИЧЕСКАЯ И ВИРТУАЛЬНАЯ ПАМЯТЬ



Модуль памяти Kingston DDR PC3200



Модуль памяти Kingmax DDR2-667

Быстродействие жесткого диска и, соответственно, виртуальной памяти существенно меньше быстродействия оперативной памяти.

Объем используемой программами памяти можно увеличить путем добавления к физической памяти (модулям оперативной памяти) **виртуальной памяти**.

Виртуальная память выделяется в форме **области жесткого диска**.

В ОС Windows это **файл подкачки**.

Размер файла подкачки и его размещение в иерархической файловой системе можно изменить.

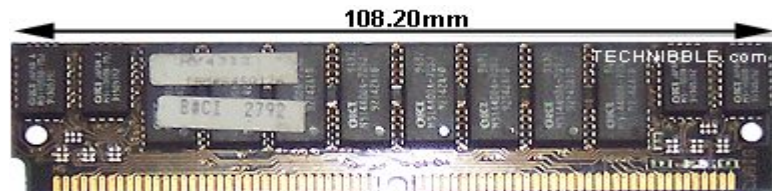
Замедление быстродействия виртуальной памяти может происходить в результате **фрагментации данных** в файле.

Для того чтобы этого не происходило, рекомендуется произвести **дефрагментацию диска** и установить для файла подкачки **постоянный размер**.

Типы динамической оперативной памяти



памяти



1. FPM и EDO. Устаревшие типы

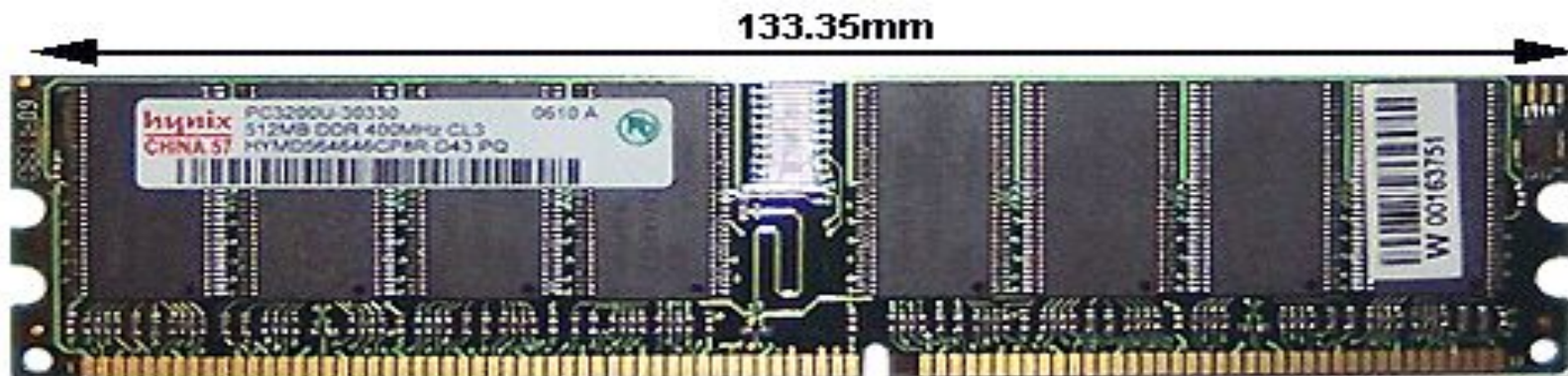
динамической памяти, широко применявшиеся в компьютерах класса 486 и Pentium.

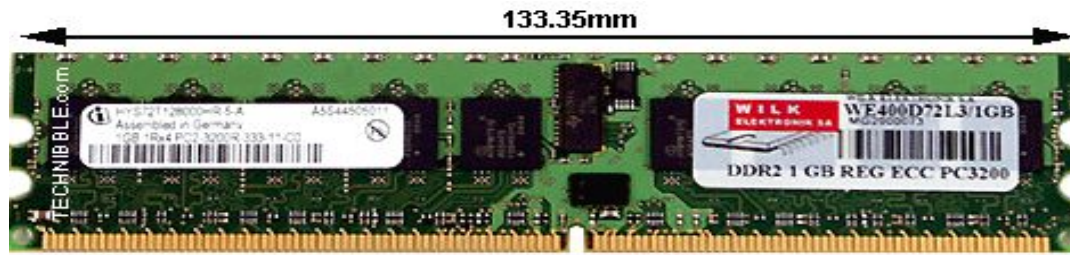
2. **SDRAM (Synchronous DRAM)**. Этот тип памяти использовался в уже устаревших системах класса Pentium I/II/III, в первых выпусках Pentium 4, а также в аналогичных моделях с процессорами AMD. Память SDRAM выпускалась в нескольких вариантах, различавшихся рабочей частотой: PC66 (66 МГц), PC100 (100 МГц), быстрые модули PC100/PC133 поддерживающих только PC66



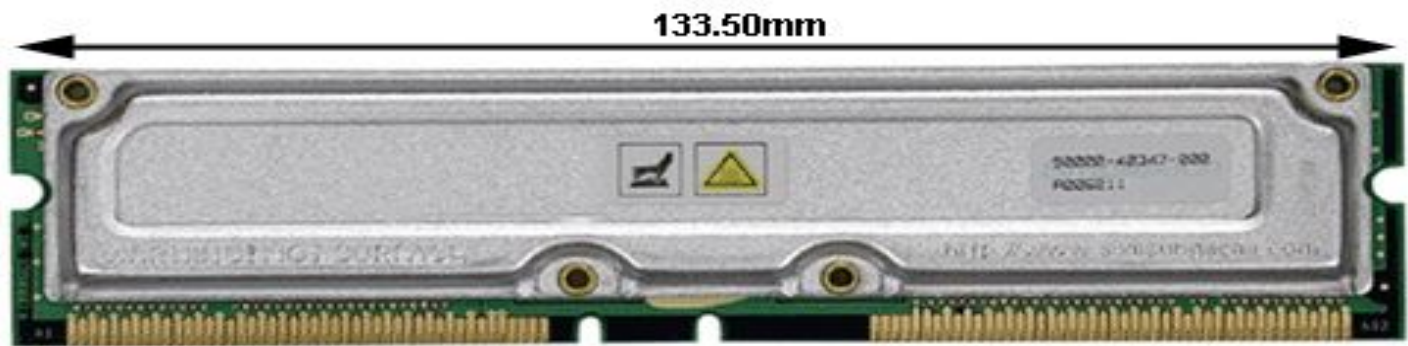
3. **DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM), или просто DDR.**

В отличие от обычной SDRAM, в DDR за один такт передается два пакета данных, поэтому эта память работает в два раза быстрее. Она применялась в системах на базе процессоров Pentium IV (Celeron) AMD Athlon (Sempron), но с 2008 года системные платы с оперативной памятью DDR уже не выпускаются. В зависимости от тактовой частоты модули оперативной памяти DDR могут иметь обозначения DDR266 (PC2100), DDR333 (PC2700) и DDR400 (PC3200).





- 4. **DDR2.** Эта память является дальнейшим развитием технологии DDR: в ней за счет усовершенствования внутренней архитектуры модуля достигается уже четырехкратное увеличение объема передаваемых данных за один такт в сравнении с SDRAM. Модули памяти DDR2 широко используются в современных компьютерах и выпускаются в нескольких вариантах, различающихся тактовой частотой. Модули DDR2 могут иметь обозначения DDR2-400 (PC2-3200), DDR2-533 (PC2-4200), DDR2-677 (PC2-5300), DDR2-800 (PC2-6400) и DDR2-1066 (PC2-8500).



5. RAMBUS (RIMM)

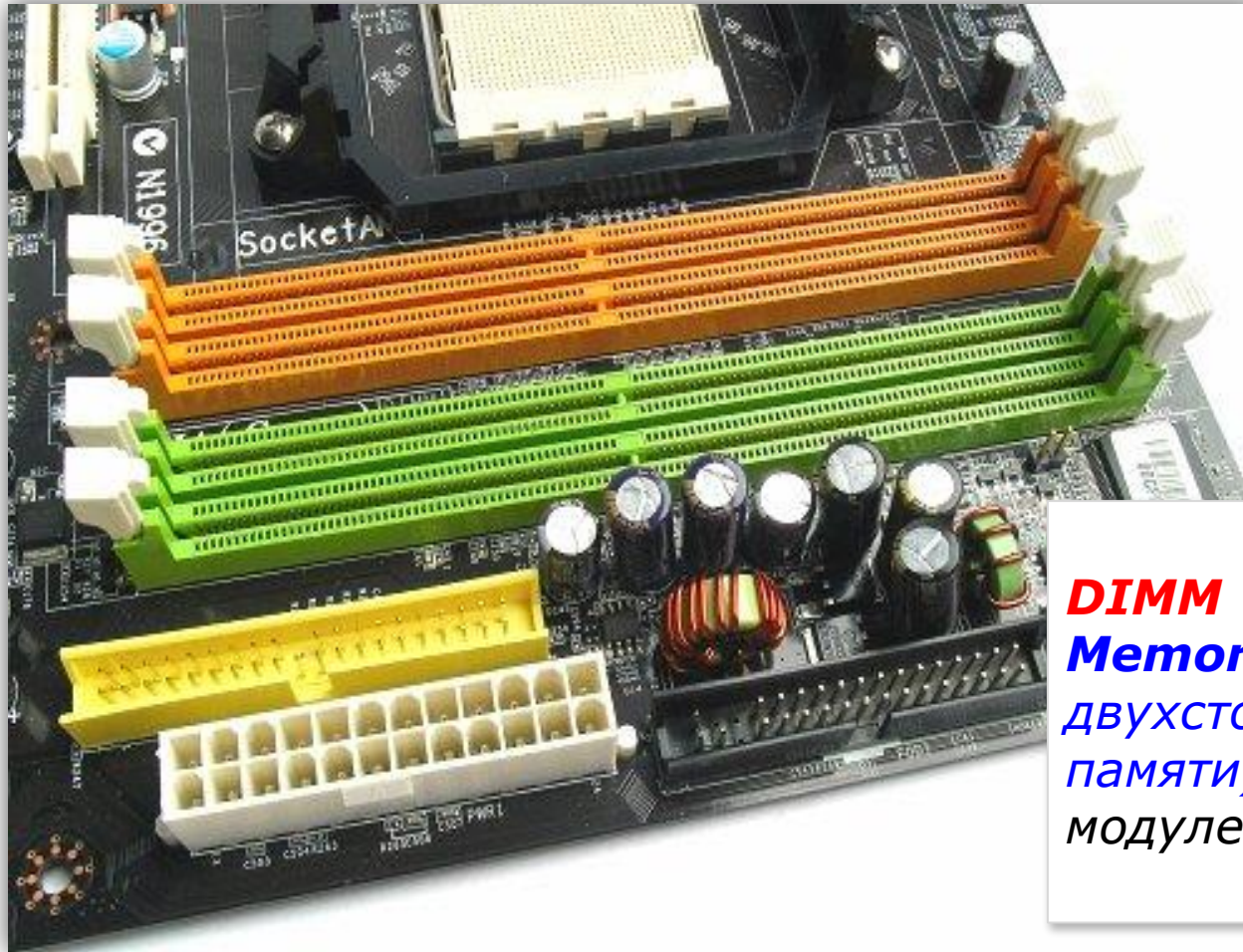
- RAMBUS (RIMM) - это вид памяти, который появился на рынке в 1999 году. Он основан на традиционной DRAM но с кардинально измененной архитектурой. Дизайн RAMBUS делает обращение к памяти более "разумным", позволяя получать предварительный доступ к данным, немного разгружая центральный процессор. Основная идея, использованная в этих модулях памяти, заключается в получении данных небольшими пакетами но на очень высокой тактовой частоте. Например, SDRAM может передавать 64 бит информации при частоте 100 МГц, а RAMBUS - 16 бит при частоте 800 МГц. Эти модули не стали успешными, так как у Интел было много проблем с их внедрением. Модули RDRAM появились в игровых консолях Sony Playstation 2 и Nintendo 64.

6. DDR3. Память этого стандарта позволяет передавать уже 8 пакетов данных за такт. На момент написания книги она поддерживалась только самыми новыми чипсетами, например Intel P35, X38 и X48. Как уже отмечалось, память выполняется в виде модулей.



Их существует несколько типов:

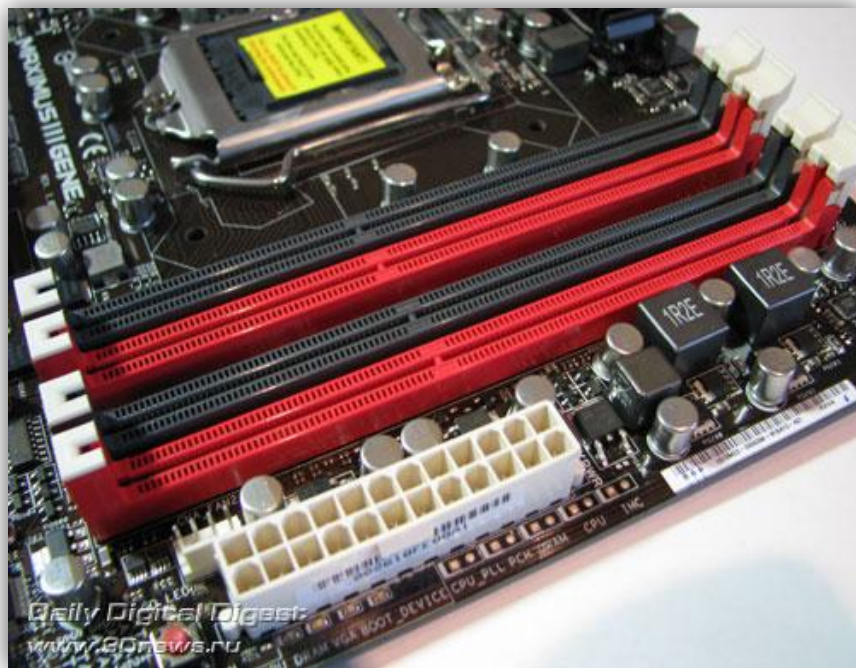
1. SIMM. Модуль памяти с односторонним расположением выводов. Это небольшая плата с несколькими чипами оперативной памяти, которая устанавливается в соответствующий разъем на системной плате. Такая конструкция использовалась для устаревших типов памяти FPM и EDO.
2. DIMM. Модуль, аналогичный SIMM, но имеющий двухстороннее расположение выводов. Он применяется во всех современных типах оперативной памяти SDRAM, DDR и DDR2.
3. SODIMM. Компактный вариант модуля DIMM, который используется в ноутбуках.



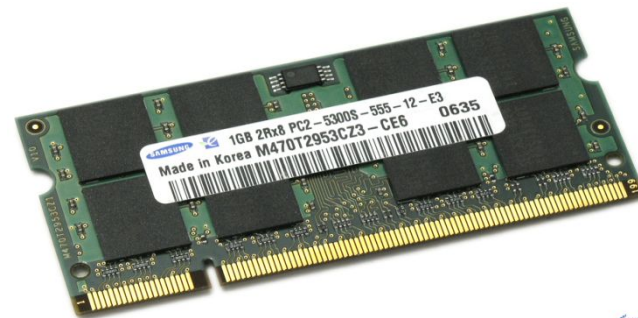
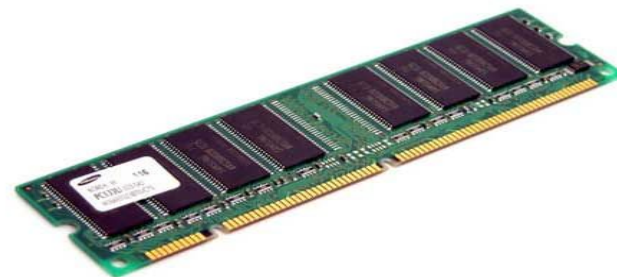
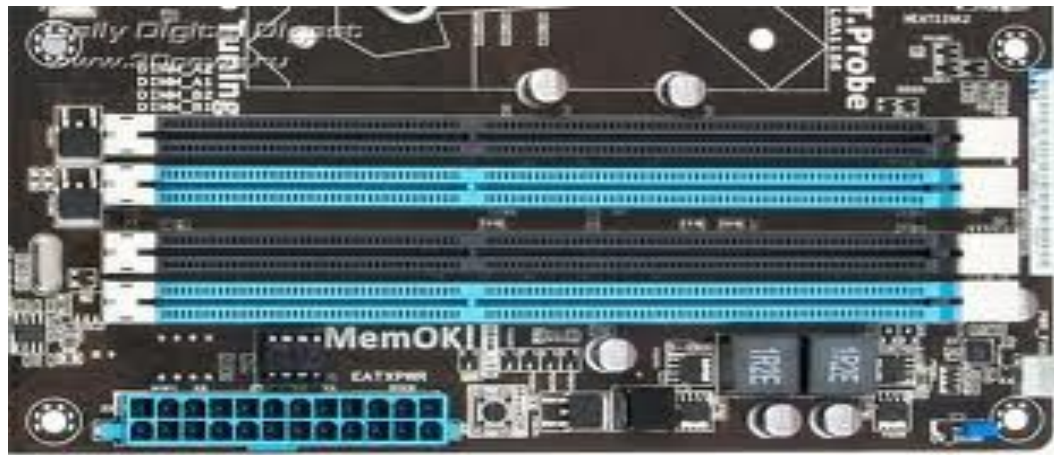
DIMM (**Dual in-lane Memory Module** – двухсторонний модуль памяти) – форм-фактор модулей памяти DRAM.

Двухканальный режим - режим работы оперативной, при котором работа с каждым вторым модулем памяти осуществляется параллельно работе с каждым первым — в то время как на одноканальном контроллере памяти все модули обслуживаются одновременно одним контроллером.

Двухканальный режим поддерживается, если на обоих каналах **DIMM** установлено одинаковое количество памяти. Технология и скорость устройств на разных каналах могут отличаться друг от друга, однако общий объем памяти для каждого канала должен быть одинаковым.



Модули оперативной памяти DDR, DDR2 и DDR3 несовместимы между собой, а их конструкция различается местом **расположения ключевого выреза**.



Важная характеристика, от которой зависит **работоспособность** всей системы в целом и ее суммарная мощность. Здесь следует придерживаться прямо пропорциональной зависимости: чем выше **тактовая частота**, тем более производительной будет ваш персональный компьютер.

DDR3 SDRAM (double-data-rate three synchronous dynamic random access memory) — синхронная динамическая память с произвольным доступом и удвоенной скоростью передачи данных, третье поколение) — это тип оперативной памяти, используемой в вычислительной технике в качестве оперативной и видео- памяти. Пришла на смену памяти типа DDR2 SDRAM.

Преимущества по сравнению с DDR2

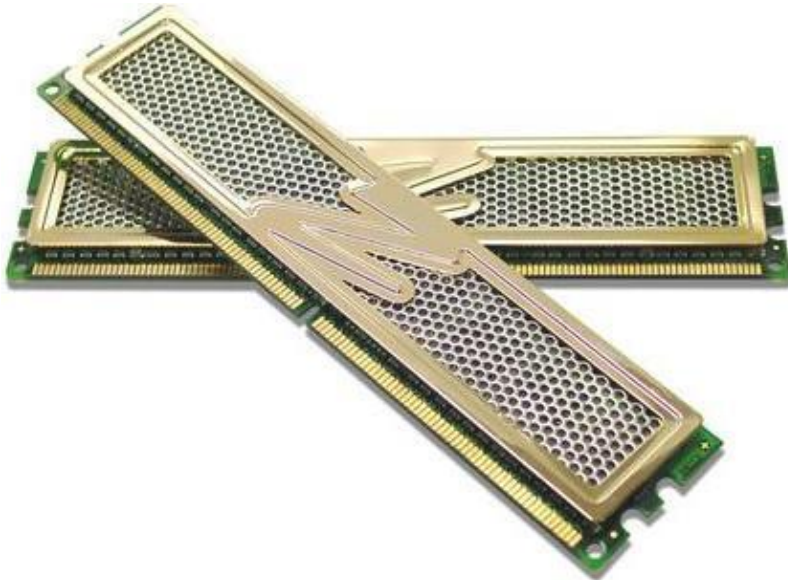
- более высокая пропускная способность (до 19200 МБ/с)
- сниженное тепловыделение (результат уменьшения напряжения питания)
- меньшее энергопотребление и улучшенное энергосбережение

Стандартное название	Частота памяти	Время цикла	Частота шины	Эффективная частота	Название модуля	Пиковая скорость передачи данных
DDR2-800	100 МГц	10.00 нс	400 МГц	800 МГц	PC3-6400	6400 МБ/с
DDR2-1066	133 МГц	7.50 нс	533 МГц	1066 МГц	PC3-8500	8533 МБ/с
DDR3-1333	166 МГц	6.00 нс	667 МГц	1333 МГц	PC3-10600	10667 МБ/с
DDR3-1600	200 МГц	5.00 нс	800 МГц	1600 МГц	PC3-12800	12800 МБ/с
DDR3-1800	225 МГц	4.44 нс	900 МГц	1800 МГц	PC3-14400	14400 МБ/с
DDR3-2000	250 МГц	4.00 нс	1000 МГц	2000 МГц	PC3-16000	16000 МБ/с
DDR3-2133	266 МГц	3.75 нс	1066 МГц	2133 МГц	PC3-17000	17066 МБ/с
DDR3-2200	275 МГц	3.64 нс	1100 МГц	2200 МГц	PC3-17600	17600 МБ/с
DDR3-2400	300 МГц	3.33 нс	1200 МГц	2400 МГц	PC3-19200	19200 МБ/с

Объем памяти - один из наиболее важных параметров, оказывающих воздействие на производительность ОЗУ.

В настоящее время наиболее часто встречаются модули памяти с объемом **1 Гб, 2 Гб и 4 Гб**. Для работы на современных компьютерах придется стать обладателем модуля ОЗУ с достаточно большим объемом памяти: **от 1024 Мб и выше**.

Следует обратить внимание и на особенности современных операционных систем. Так например, около 2 Гб оперативной памяти понадобится лишь для того, чтобы ОС **Windows** могла осуществлять работу в комфортном режиме, не говоря уже о подключении различных ресурсозатратных приложений.



3. Тактовая частота модулей памяти.

При покупке памяти важно принять во внимание частоту, на которой она работает. Рекомендуется, чтобы эта частота совпадала с частотой, поддерживаемой материнской платой/процессором. Например, если вы поставите память DDR3-1600 в слот, поддерживающий только DDR3-1333, то эта память будет работать как DDR3-1333 (т.е. понизятся её частота и пропускная способность). Иногда это может приводить даже к ошибкам при загрузке операционной системы или в ходе её работы.

Так как рассматриваемая нами память - типа DDR (Double Data Rate), то за 1 такт производится 2 операции с данными. Поэтому для вычисления тактовой частоты памяти нужно частоту её шины умножить на 2. Также тактовая частота указана в типе чипа. Например DDR3-1066. Это значит, что память работает на частоте 1066 МГц. Соответственно, чем выше частота, тем выше производительность ОЗУ.

Сейчас самыми распространёнными и рекомендуемыми к покупке являются модули типа DDR3 с тактовой частотой 1333 , 2000МГц и т.д.

При установке большого количества оперативной памяти может оказаться, что операционная система не видит всю установленную память.

Основных причин может быть две:

1. Каждая системная плата имеет свой максимально возможный объем оперативной памяти, который составляет 2,4 или 8 Гбайт. Узнать максимальный объем памяти можно из инструкции к плате.
2. Максимальный объем оперативной памяти, поддерживаемый 32-разрядными версиями Windows XP и Windows Vista, составляет 4 Гбайт. Однако на практике он может составлять 3-3,5 Гбайт в связи с тем, что часть адресов используется

4. Тайминги. Тайминг - это задержка между отдельными операциями, производимыми контроллером при обращении к памяти.

*При обращении к ячейке памяти **контроллер памяти** задаёт номер банка, номер страницы в нём, номер строки и номер столбца и на все эти запросы тратится время, помимо этого довольно большой период уходит на открытие и закрытие банка после самой операции. На каждое действие требуется время, называемое **таймингом**.*

Хоть некоторые магазины и не указывают этот важный параметр в своих прайсах на оперативную память, про него всё же стоит упомянуть. Итак, тайминги - временные задержки сигнала. Другое название - латентность (англ. CAS Latency, CL). Значение указывается в виде нескольких последовательных цифр (например, 3-3-3). Это записанные подряд следующие параметры: **"CAS Latency"**, **"RAS to CAS Delay"** и **"RAS Precharge Time"**. Они могут принимать значение от 2 до 9. Иногда к этим трём параметрам добавляется четвёртый (например, 9-9-9-27), называющийся **"DRAM Cycle Time Tras/Trc"**. Он характеризует быстродействие всей микросхемы памяти. Если указывается только одна цифра (например, CL7), то она означает только первый параметр - CAS Latency. Мера таймингов - такт. Таким образом, каждая цифра в обозначении "7-7-7" указывает на задержку сигнала, измеряемую в тактах процессора.

По возможности нужно покупать модули памяти с наименьшими таймингами (чем меньше, тем лучше). Например память с тактовой частотой 1066 МГц и таймингами 5-5-5-15 не сильно уступает по производительности памяти с 1333 МГц и таймингами 7-7-7-20. Отметим, что иногда не имеет смысла переплачивать за более низкие тайминги, а лучше взять больший объем памяти.

Чем меньше тайминги, тем быстрее будет работать система.



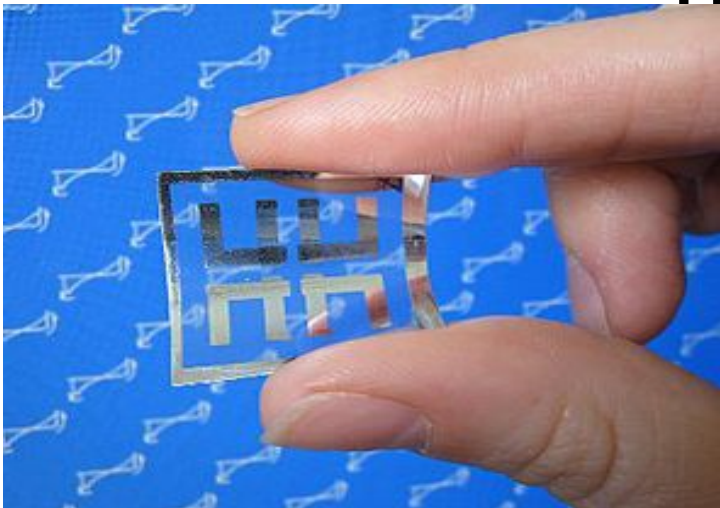
Также оперативную память желательно приобретать не отдельными модулями, а комплектами. Это даст гарантию того, что модули будут принадлежать одной партии и обладать полностью идентичными характеристиками, что повысит надёжность их совместной друг с другом работы.

Кроме того, предпочтительнее купить, например, комплект из двух модулей по 2 Гб, чем один модуль на 4 Гб. Потому что производительность двух модулей (особенно в двухканальном режиме) будет несколько выше, чем одного.

Двухканальный режим - режим работы памяти, при котором **первый** и **третий** модули работают параллельно со **вторым** и **четвёртым**. Т.е. теоретически происходит удвоение максимальной скорости передачи данных. Для включения двухканального режима модули памяти устанавливаются парами в 1 и 3 и/или 2 и 4 слоты.

Также существует и трёхканальный режим, при котором **первый**, **третий** и **пятый** модули работают параллельно со **вторым**, **четвёртым** и **шестым**. Теоретически это должно дать тройную (300%) производительность по сравнению с одноканальным режимом. Для включения этого режима модули должны быть установлены в 1, 3 и 5/или 2, 4 и 6 слоты. На практике, кстати, такой режим не всегда оказывается производительнее двухканального, а иногда даже и проигрывает ему в скорости передачи данных.

Компьютеры избавят от памяти и процессора



В компьютерах ближайшего будущего вместо отдельных процессора, оперативной памяти и жесткого диска могут оказаться загадочные чипы под названием "мемристор". Работу над ними ведет компания Hewlett-Packard в сотрудничестве с южнокорейским производителем Hynix. Название "мемристор" является сокращением от английских слов, означающих "память" и "транзистор". Эти чипы работают в 10 раз быстрее флеш-памяти и потребляют в 10 раз меньше энергии. Кроме того, они будут свободны от ограничения на количество циклов перезаписи. Энергоэффективные и быстрые, новые чипы в перспективе смогут заменить не только оперативную память, но и нынешние накопители информации на основе флеш-памяти.

Каждый производитель каждому своему продукту или детали дает его внутреннюю производственную маркировку, называемую P/N (part number) - номер детали.

Для модулей памяти у разных производителей она выглядит примерно так:

Kingston KVR800D2N6/1G

OCZ OCZ2M8001G

Corsair XMS2 CM2X1024-6400C5

На сайте многих производителей памяти можно изучить, как читается их Part Number
Модули Kingston семейства ValueRAM:

DDR (PC2100, PC2700, PC3200)



DDR2 (PC2-3200, PC2-4200, PC2-5300, PC2-6400)



DDR3 (PC3-8500, PC3-10600)



MODULE CAPACITIES CURRENTLY AVAILABLE

128MB / 256MB / 512MB / 1GB / 2GB / 4GB / 8GB

DDR2



DDR3



Module Capacities Currently Available:
512MB, 1GB, 2GB, 4GB

ОПЕРАТИВНАЯ ПАМЯТЬ

