



Оперативная память



- Оперативная память — один из важнейших компонентов системы, она необходима для работы операционной системы и приложений, для обработки и временного хранения данных.

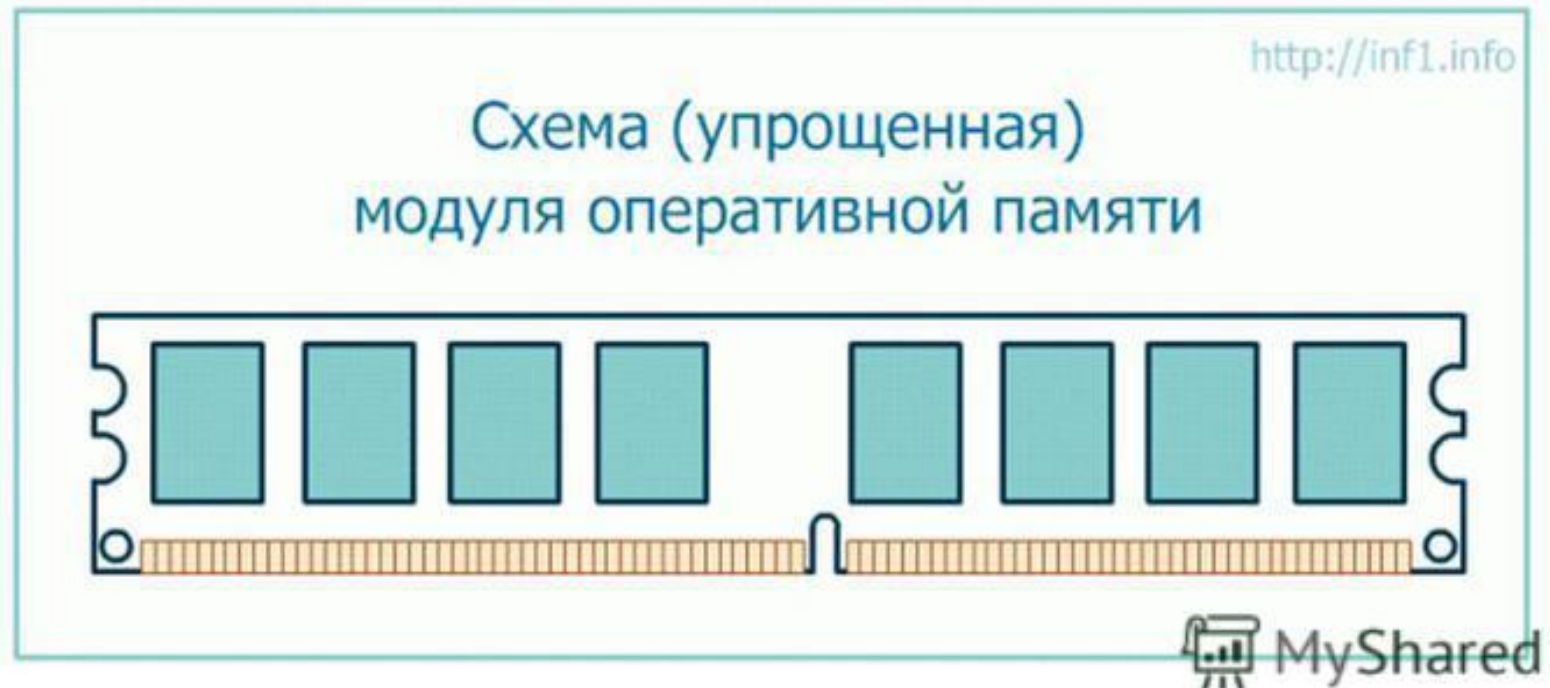


- Оперативная память не позволяет хранить информацию после выключения питания, но она работает намного быстрее жестких дисков и других устройств.
- Любая программа сначала загружается с жесткого диска в оперативную память и лишь затем начинает работу.
- Объем оперативной памяти существенно влияет на общую производительность системы, и его увеличение — наиболее простой и популярный метод модернизации компьютера.

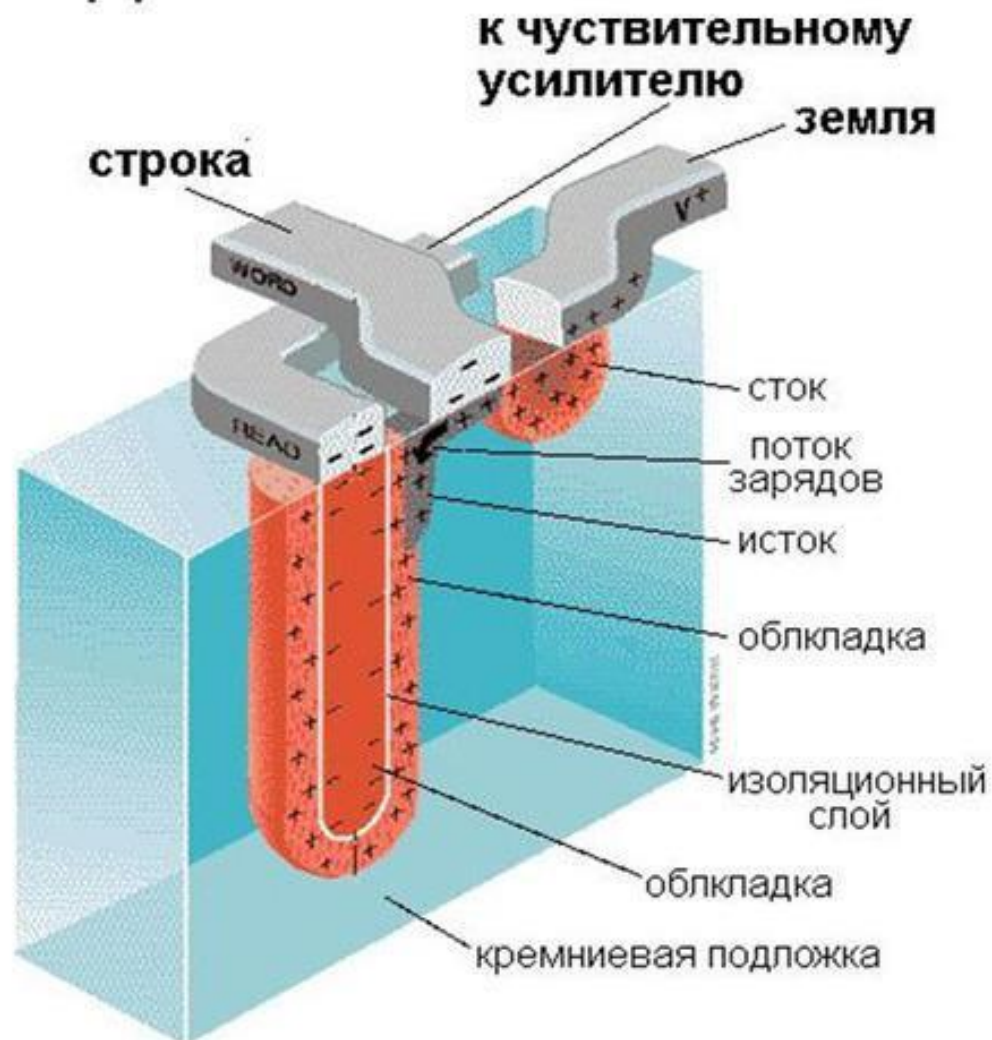
Форм фактор оперативной памяти



Для оперативной памяти может использоваться обозначение ОЗУ (оперативное запоминающее устройство) или RAM (Random Access Memory — память с произвольным доступом).



Устройство ячейки динамической памяти



- 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.

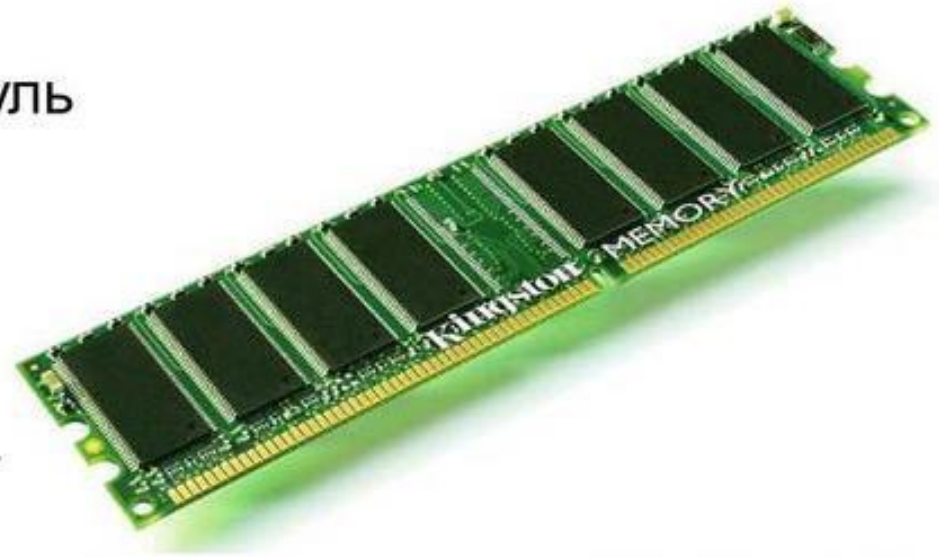
Для доступа к определенной ячейке оперативной памяти на чип памяти подаются сигналы выбора строки RAS# (Row Access Strobe) и сигнал выбора столбца CAS# (Column Access Strobe), затем уже данные читаются или записываются.

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

• **планка ("плашка")** - модуль памяти, печатная плата с микросхемами памяти на борту, устанавливаемая в слот памяти;

• **односторонняя планка** - планка памяти, у которой микросхемы памяти расположены с 1 стороны модуля.

• **двухсторонняя планка** - планка памяти, у которой микросхемы памяти расположены с обеих сторон модуля.



ЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ



Для процессоров Pentium 4 (разрядность шины адреса = 36 бит) максимальный объем адресуемой памяти равен:

$$N \times 1 \text{ байт} = 2^1 \times 1 \text{ байт} = 2^{36} \times 1 \text{ байт} = 68\,719\,476\,736 \text{ байт} = 67\,108\,864 \text{ Кбайт} = 65\,536 \text{ Мбайт} = 64 \text{ Гбайт}$$

Оперативная память представляет собой множество ячеек.

Каждая ячейка имеет свой уникальный **адрес**.

Нумерация ячеек начинается с **нуля**.

Каждая ячейка памяти имеет объем **1 байт**.

Максимальный объем адресуемой памяти равен произведению количества ячеек N на 1 байт.

Объем памяти	Ячейки	Десятичный адрес ячейки	Шестнадцатеричный адрес ячейки
64 Гбайт	10101010	68 719 476 735	FFFFFFFF
...	...	...	...
4 Гбайт	10101010	4 294 967 295	FFFFFFFF
...	...	...	...
	10101010	0	0

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:

$$\begin{aligned} \text{Пропускная способность} &= \\ &= \text{Разрядность шины данных} \times \text{Частота} \end{aligned}$$

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

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.

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

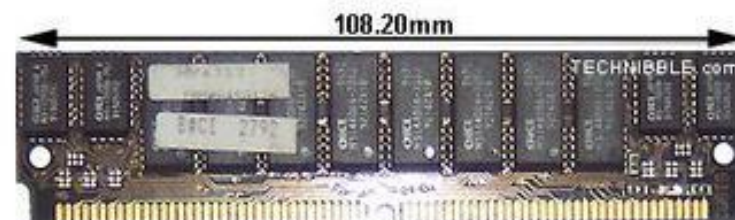
Замедление быстродействия виртуальной памяти может происходить в результате **фрагментации данных** в файле.

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

Типы динамической оперативной памяти



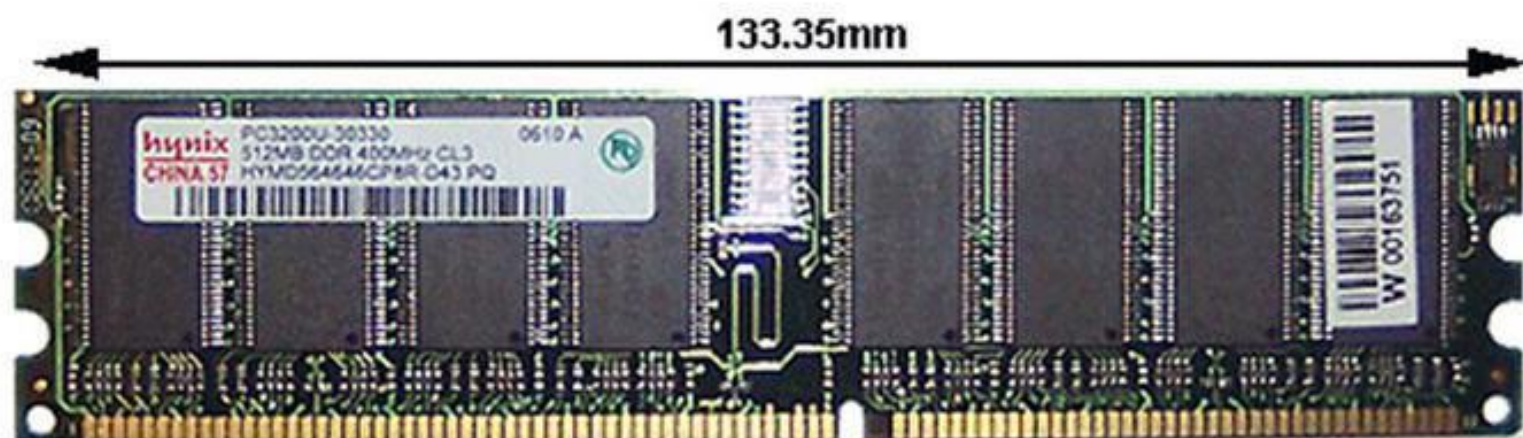
памяти

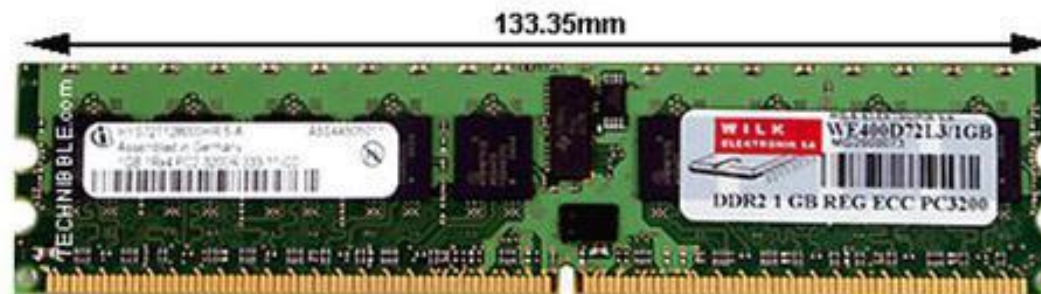


1. **FPM и EDO.** Устаревшие типы динамической памяти, широко применявшиеся в компьютерах класса 486 и Pentium.
2. **SDRAM (Synchronous DRAM).** Этот тип памяти использовался в уже устаревших системах класса Pentium I/II/III, в первых выпусках Pentium 4, а также в аналогичных моделях с процессорами AMD. Память SDRAM выпускалась в нескольких вариантах, различавшихся рабочей частотой: PC66 (66 МГц), PC100 (100 МГц), PC133 (133 МГц). Более быстрые модули PC100/PC133 не работают в платах, поддерживающих только PC66.

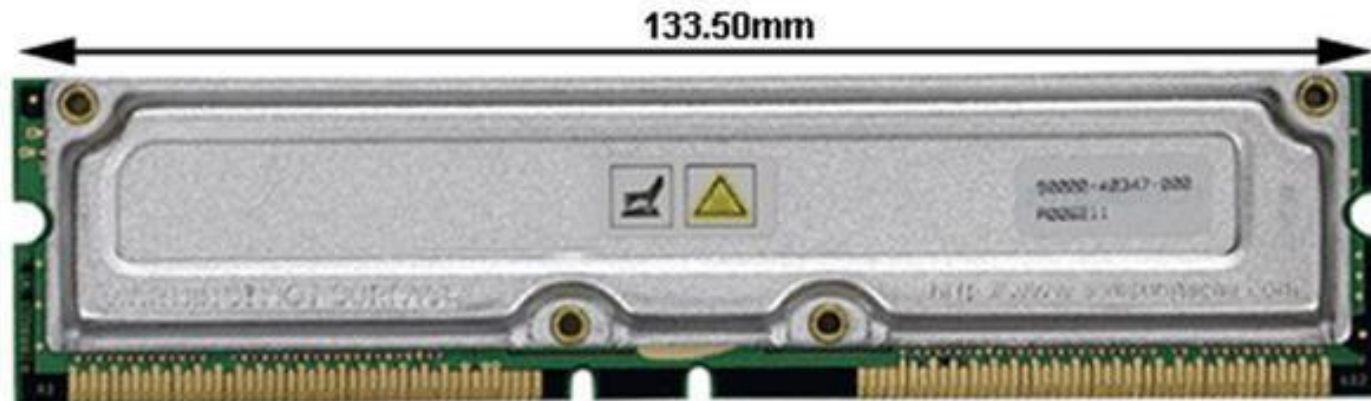


3. **DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM), или просто DDR.** В отличие от обычной SDRAM, в DDR за один такт передается два пакета данных, поэтому эта память работает в два раза быстрее. Она применялась в системах на базе процессоров Pentium IV (Celeron) AMD Athlon (Sempron), но с 2008 года системные платы 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.

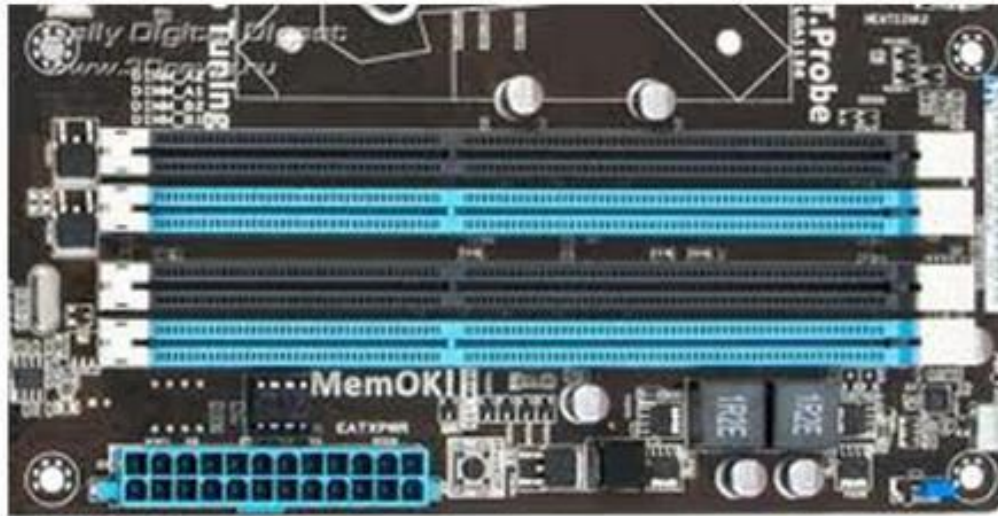
6. DDR3. Память этого стандарта позволяет передавать уже 8 пакетов данных за такт. На момент написания книги она поддерживалась только самыми новыми чипсетами, например Intel P35, X38 и X48. Как уже отмечалось, память выполняется в виде модулей.



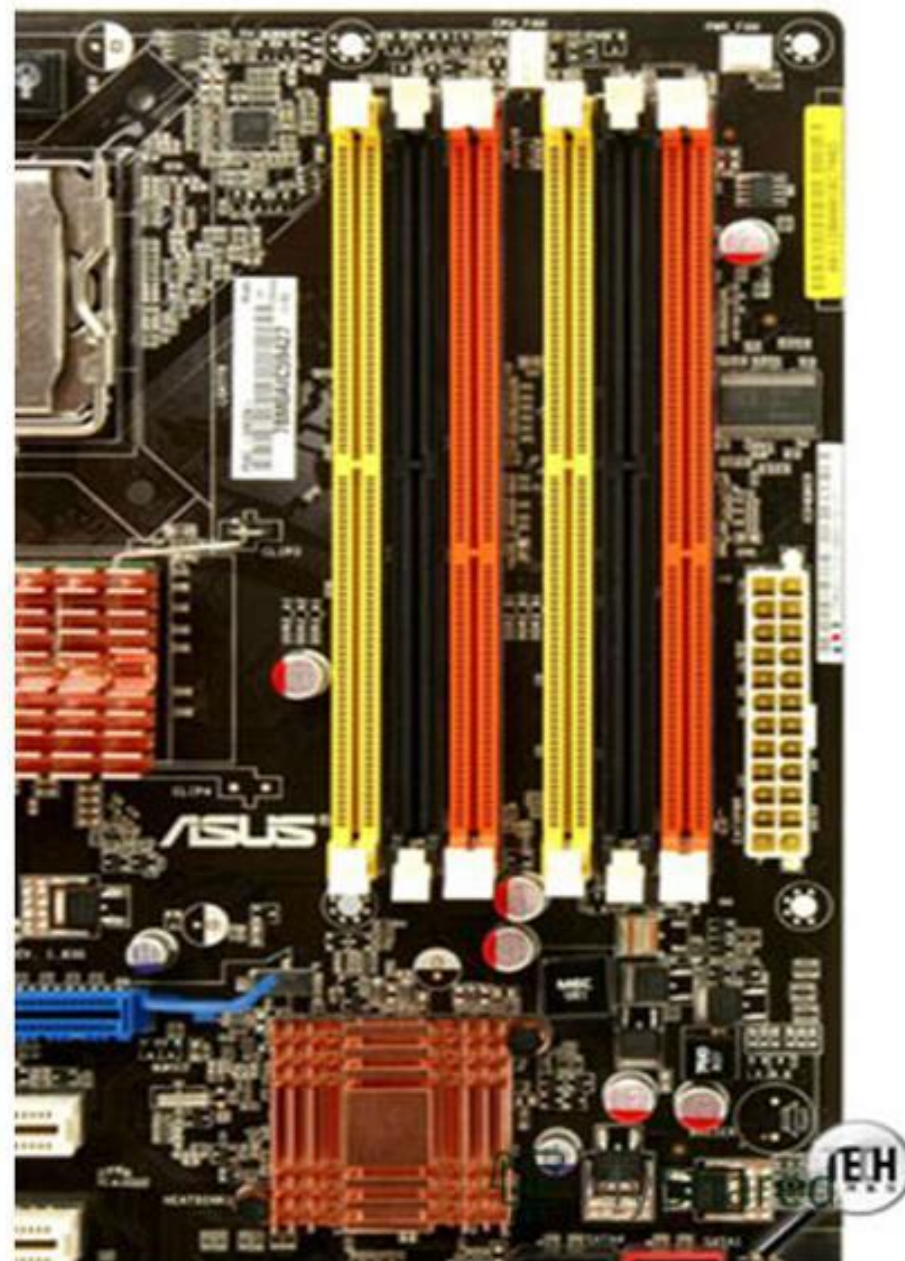
Их существует несколько типов:

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.

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



Выдающейся чертой дизайна ASUS P5KC является наличие шести слотов для модулей памяти. Четыре из них те, что изготовлены из желтого и черного пластика, обеспечивают поддержку четырех планок DDR2, два других предназначены для установки DDR3 и обозначены оранжевым цветом. Как уже было сказано выше, перепутать, куда какие модули ставить, не получится при всем желании – специальный ключ слота не позволит вставить "неподходящую" память.



основные →



- SIMM (Single in Line Memory Module) - имеет 30 или 72 контакта, каждый контакт имеет выход на обе стороны платы.
- DIMM (Dual in Line Memory Module) - имеет 168, 184, 200 или 240 независимых контактов, расположенных по обе стороны платы памяти.
- Модули памяти стандарта FB-DIMM предназначены для серверов. Схожи с модулями памяти DIMM 240-pin, но несовместимы с обычными небуферизованными модулями памяти DDR2 DIMM и Registered DDR2 DIMM.
- SODIMM (Small Outline Dual In-Line Memory Module) - более компактный вариант DIMM, использующийся чаще всего в ноутбуках и Tablet PC. Встречаются: 144, 200, 72 и 168 контактов.
- MicroDIMM (Micro Dual In-Line Memory Module) - разновидность DIMM. По размерам меньше, чем SODIMM, имеет 60 контактов. Встречаются: 144 контакта SDRAM, 172 контакта DDR, 214 контакта DDR2.
- RIMM - форм-фактор памяти RIMM (RDRAM). Встречаются: 184, 168 или 242 контакта.

Характеристика оперативной памяти

1. Объём.

- Сейчас распространены модули памяти объёмом 1, 2 и 4 гигабайт, а также различные вариации наборов по 2, 3, 4 модуля в комплекте.
- Перед покупкой следует определиться, какой объём необходим вам. Если вы планируете использовать компьютер в офисных или «мультимедийных» целях (Интернет, работа с офисными приложениями, прослушивание музыки и др.) - вам хватит 1024 Мб (1 Гб) памяти. Также для «лёгких» компьютерных игр, работы с графикой достаточно 1024 Мб (1 Гб).
- Для требовательных компьютерных игр, работы с видео, звукозаписи и сведения музыкальных композиций в домашних условиях – минимум 2 Гб (2048 Мб) ОЗУ. Крайне желательно - 3 гигабайта и более.
- Следует отметить, что 32-битные версии (x86) Windows не поддерживают объём оперативной памяти свыше 3 гигабайт. Также отметим, что операционные системы Windows Vista и Windows 7 для комфортной работы с ними требуют 1 Гб оперативной памяти, а при включении всех графических эффектов - до 1.5 гигабайт.

2. Тип памяти. DDR т.д.

Память DIMM DDR3 2048MBx3 PC16000
2000MHz



Модули DDR3			
Название	Частота шины	Чип	Пропускная способность
PC3-8500	533 МГц	DDR3-1066	8533 МБ/с
PC3-10600	667 МГц	DDR3-1333	10667 МБ/с
PC3-12800	800 МГц	DDR3-1600	12800 МБ/с
PC3-14400	900 МГц	DDR3-1800	14400 МБ/с
PC3-15000	1000 МГц	DDR3-1866	15000 МБ/с
PC3-16000	1066 МГц	DDR3-2000	16000 МБ/с
PC3-17000	1066 МГц	DDR3-2133	17066 МБ/с
PC3-17600	1100 МГц	DDR3-2200	17600 МБ/с
PC3-19200	1200 МГц	DDR3-2400	19200 МБ/с

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.

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

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 объём памяти.

5. Производитель модулей оперативной памяти.

Самыми популярными производителями являются:

Hynix (HYUNDAI), Samsung, Corsair, Kingmax, Transcend, Kingston, OCZ

Для оверклокеров (разгон)рекомендуется память марок OCZ, Kingston (серия HyperX) и Corsair. На многих модулях этих производителей нестандартное напряжение. Его необходимо выставить вручную в BIOS*

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

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 видеоадаптером и другими устройствами.

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.



Для повышения скорости обмена данными может применяться двухканальный режим работы памяти. Все материнские платы, предназначенные для создания высокопроизводительных систем, поддерживают его, а в материнских платах для недорогих компьютеров поддержка **двухканального режима** может отсутствовать.

Для работы в **двухканальном режиме** модули оперативной памяти следует устанавливать на системную плату только **парами**. На системных платах с поддержкой двухканального режима обычно имеется четыре слота для установки модулей памяти, два из которых относятся к первому каналу (А), а два других — ко второму (В). Первый модуль памяти следует установить в первый слот канала А, а второй точно такой же модуль — в первый слот канала В. При наличии еще одной пары одинаковых модулей оперативной памяти их можно установить в оставшиеся слоты.

Память DIMM DDR3 2048MBx3 PC16000
2000MHz Corsair XMS3 8-9-8-24 Dominator GT
w/DHX+ [CMT6GX3M3A2000C8] Retail

Общие параметры

Тип памяти DDR3 DIMM
Форм-фактор DIMM

Основные

Объем модуля памяти 6 Гб
Количество модулей в комплекте 3
Тактовая частота 2000 МГц
Пропускная способность 15000 Мб/с
Поддержка ECC нет
Буферизованная (Registered) нет
Низкопрофильная (Low Profile) нет
Количество контактов 240
Напряжение питания 1.65 В
Радиатор есть

Тайминги

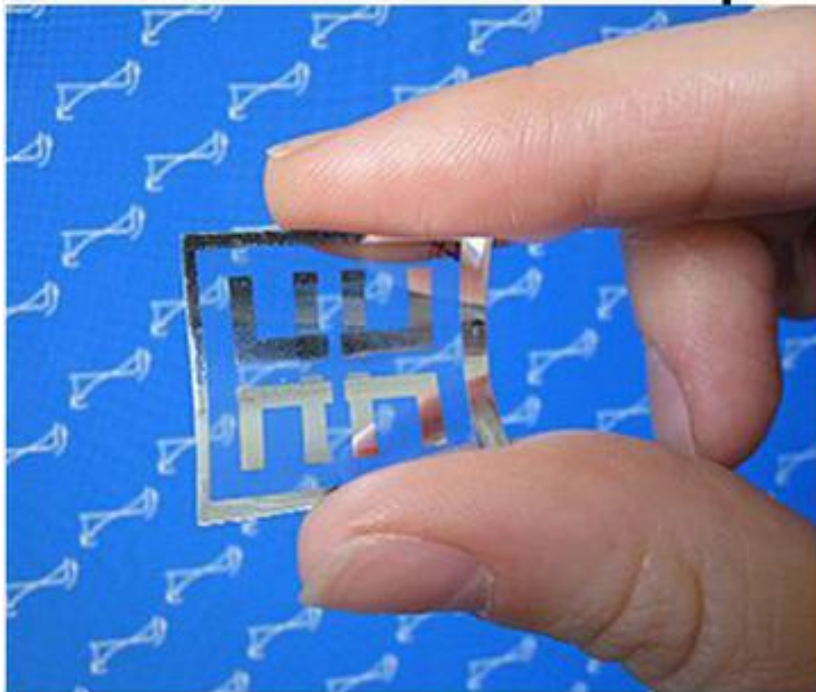
CAS Latency (CL) 8
RAS to CAS Delay (tRCD) 9
Row Precharge Delay (tRP) 8
Activate to Precharge Delay (tRAS) 24



О выпуске первого в мире высокопроизводительного четырёхканального набора оперативной памяти DDR3, состоящего из квартета 240-контактных DIMM-модулей суммарным объёмом 32 Гбайт, заявила компания Corsair.



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.

Samsung разработала модули памяти DDR4, которые на 40 % энергоэффективнее, чем DDR3



Samsung представила модули оперативной памяти DDR4, созданные с помощью техпроцесса 30 нм.

Модули способны передавать данные со скоростью до 3200 миллионов транзакций в секунду, при напряжении 1,2 В. Для сравнения: скорость модулей DDR3, изготовленных по техпроцессу 30 нм и рассчитанных на напряжение 1,35 или 1,5 В, составляет до 1600 миллионов передач. Новые модули потребляют на 40 % меньше электроэнергии, чем модули DDR3, рассчитанные на напряжение 1,5 В.

В модулях используется технология Pseudo Open Drain, позволившая уменьшить потребляемый ток вдвое по сравнению с DDR3.

С использованием новой архитектуры DDR4 может работать со скоростью от 12,8 до 25,6 Гбайт/с. Сейчас же скорость DDR3 составляет до 12,8 Гбайт/с, а DDR2 — до 6,4 Гбайт/с.

Samsung стала первой компанией, выпустившей 32-ГБ планку памяти RAM 2009г.



Новая технология производства памяти будет использована и для создания планок под обычные компьютеры и ноутбуки. Для десктопа потолок будет составлять 16 Гб, для ноутбука — 8.