

# DRAM

[[править](#)]

Материал из Википедии — свободной энциклопедии



Данная версия страницы [не проверялась](#) участниками с соответствующими правами. Вы можете прочитать последнюю [стабильную версию](#), проверенную 16 июня 2010, однако она может значительно отличаться от текущей версии. Проверки требуют [2 правки](#).

Перейти к: [навигация](#), [поиск](#)

**DRAM** (**dynamic random access memory**) — тип энергозависимой полупроводниковой [памяти](#) с произвольным доступом ([RAM](#)), также [запоминающее устройство](#), наиболее широко используемое в качестве [ОЗУ](#) современных компьютеров.

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.

Как [запоминающее устройство](#), DRAM-память представляет собой модуль различных конструктивов, состоящий из электрической платы, на которой расположены микросхемы памяти и разъём, необходимый для подключения модуля к материнской плате.

## типы DRAM памяти

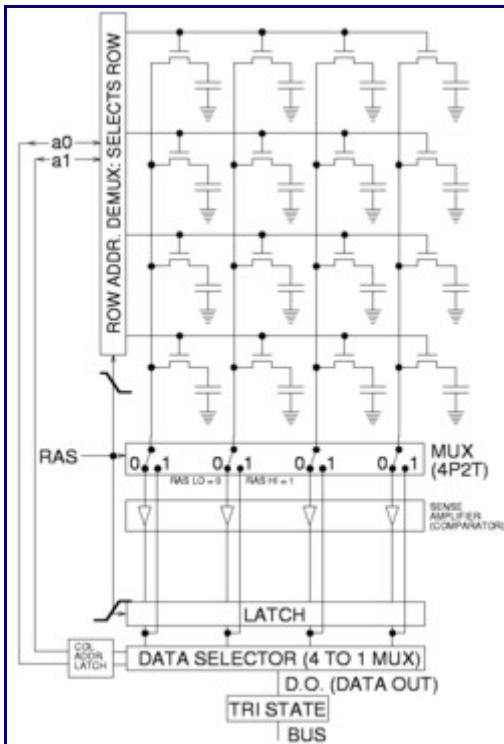
- [FPM RAM](#)
- [EDO RAM](#)
- [Burst EDO RAM](#)
- [SDRAM](#)
  - [DDR SDRAM](#)
  - [DDR2 SDRAM](#)
  - [DDR3 SDRAM](#)
  - [Rambus RAM](#)
  - [QDR SDRAM](#)
- [VRAM](#)
  - [WRAM](#)
- [SGRAM](#)
- [GDDR2](#)
- [GDDR3](#)
- [GDDR4](#)
- [GDDR5](#)

# Содержание

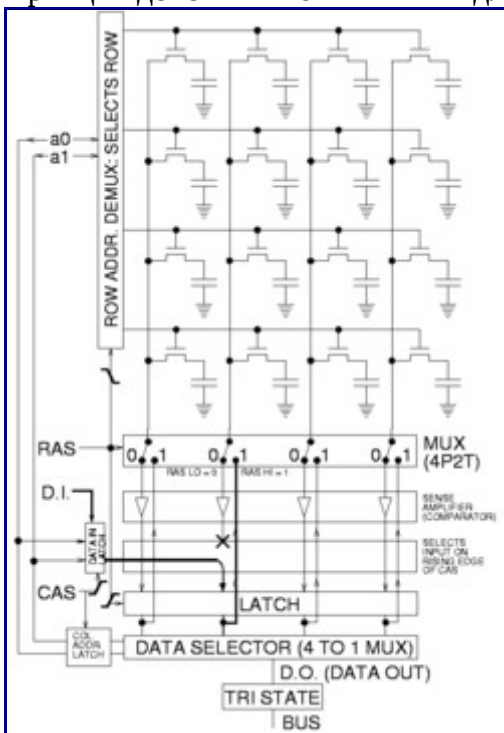
[убрать]

- [1 Принцип действия](#)
  - [1.1 Регенерация](#)
- [2 Характеристики памяти DRAM](#)
- [3 Типы DRAM](#)
  - [3.1 Страничная память](#)
  - [3.2 Быстрая страничная память](#)
  - [3.3 EDO DRAM — память с усовершенствованным выходом](#)
  - [3.4 SDRAM — синхронная DRAM](#)
  - [3.5 Enhanced SDRAM \(ESDRAM\)](#)
  - [3.6 Packetная EDO RAM](#)
  - [3.7 Video RAM](#)
  - [3.8 DDR SDRAM](#)
  - [3.9 Direct RDRAM или Direct Rambus DRAM](#)
  - [3.10 DDR2 SDRAM](#)
  - [3.11 DDR3 SDRAM](#)
- [4 Конструктивные исполнения памяти DRAM](#)
  - [4.1 Модули SIPP](#)
  - [4.2 Модули SIMM](#)
  - [4.3 Модули DIMM](#)
  - [4.4 Модули SO-DIMM](#)
  - [4.5 Модули RIMM](#)
- [5 Производители микросхем и сборщики модулей](#)
- [6 См. также](#)
- [7 Примечания](#)
- [8 Ссылки](#)

## Принцип действия



Принцип действия чтения DRAM для простого массива 4 на 4



Принцип действия записи DRAM для простого массива 4 на 4

Физически DRAM-память представляет собой набор запоминающих [ячеек](#), которые состоят из [конденсаторов](#) и [транзисторов](#), расположенных внутри полупроводниковых микросхем 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](#) ([англ. sense amp](#)), 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.

## Регенерация

В отличие от *статической* памяти типа [SRAM](#) ([англ. static random access memory](#)), которая является конструктивно более сложным и более дорогим типом памяти и используется в основном в [кэш-памяти](#), 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.

Процесс регенерации памяти в классическом варианте существенно тормозит работу системы, поскольку в это время обмен данными с памятью невозможен. Регенерация, основанная на обычном переборе строк, не применяется в современных типах DRAM. Существует несколько более экономичных вариантов этого процесса — расширенный, пакетный, распределённый; наиболее экономичной является скрытая (теневая) регенерация.

Среди новых технологий регенерации — [PASR](#) ([англ. Partial Array Self Refresh](#)), применяемый компанией [Samsung](#) в чипах памяти [SDRAM](#) с низким уровнем энергопотребления. Регенерация ячеек выполняется только в период ожидания в тех банках памяти, в которых имеются данные.

Параллельно с этой технологией реализуется метод [TCSR](#) ([англ. Temperature Compensated Self Refresh](#)), который предназначен для регулировки скорости процесса регенерации в зависимости от рабочей температуры.

## Характеристики памяти DRAM

Основными характеристиками DRAM являются *рабочая частота* и *тайминги*.

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](#).

Основными таймингами DRAM являются: задержка между подачей номера строки и номера столбца, называемая [временем полного доступа](#) ([англ. RAS to CAS delay](#)), задержка между подачей номера столбца и получением содержимого ячейки, называемая [временем рабочего цикла](#) ([англ. CAS delay](#)), задержка между чтением последней ячейки и подачей номера новой строки ([англ. RAS precharge](#)). Тайминги измеряются в [наносекундах](#), и чем меньше величина этих таймингов, тем быстрее работает оперативная память.

## Типы DRAM

На протяжении долгого времени разработчиками создавались различные типы памяти. Они обладали разными характеристиками, в них были использованы разные технические решения. Основной движущей силой развития памяти было развитие компьютеров и центральных процессоров. Постоянно требовалось увеличение быстродействия и объёма оперативной памяти.

### Страничная память

Страничная память ([англ. page mode DRAM](#), [PM DRAM](#)) являлась одним из первых типов выпускаемой компьютерной оперативной памяти. Память такого типа выпускалась в начале 1990-х годов, но с ростом производительности процессоров и ресурсоёмкости приложений требовалось увеличивать не только объём памяти, но и скорость её работы.

### Быстрая страничная память

Быстрая страничная память ([англ. fast page mode DRAM](#), [FPM DRAM](#)) появилась в [1995 году](#). Принципиально новых изменений память не претерпела, а увеличение скорости работы достигалось путём повышенной нагрузки на аппаратную часть памяти. Данный тип памяти в основном применялся для компьютеров с процессорами [Intel 80486](#) или аналогичных процессоров других фирм. Память могла работать на частотах 25 и 33 МГц с временем полного доступа 70 и 60 нс и с временем рабочего цикла 40 и 35 нс соответственно.

### EDO DRAM — память с усовершенствованным выходом

С появлением процессоров [Intel Pentium](#) память FPM DRAM оказалась совершенно неэффективной. Поэтому следующим шагом стала память с усовершенствованным выходом ([англ. extended data out DRAM](#), [EDO DRAM](#)). Эта память появилась на рынке в [1996 году](#) и стала активно использоваться на компьютерах с процессорами [Intel Pentium](#) и выше. Её производительность оказалась на 10—15 % выше по сравнению с памятью типа FPM DRAM. Её рабочая частота была 40 и 50 МГц, соответственно, время полного доступа — 60 и 50 нс, а время рабочего цикла — 25 и 20 нс. Эта память содержит [регистр-защелку](#) ([англ. data latch](#)) выходных данных, что обеспечивает некоторую конвейеризацию работы для повышения производительности при чтении.

### SDRAM — синхронная DRAM

В связи с выпуском новых процессоров и постепенным увеличением частоты [системной шины](#), стабильность работы памяти типа EDO DRAM стала заметно падать. Ей на смену пришла синхронная память ([англ. synchronous DRAM](#), [SDRAM](#)). Новыми особенностями этого типа памяти являлись использование [тактового генератора](#) для синхронизации всех сигналов и использование [конвейерной обработки информации](#). Также память надёжно работала на более высоких частотах системной шины (100 МГц и выше).

Если для FPM и EDO памяти указывается время чтения первой ячейки в цепочке (время доступа), то для SDRAM указывается время считывания последующих ячеек. Цепочка — несколько последовательных ячеек. На считывание первой ячейки уходит довольно много времени (60-70 нс) независимо от типа памяти, а вот время чтения последующих сильно зависит от типа. Рабочие частоты этого типа памяти могли равняться 66, 100 или 133 МГц, время полного доступа — 40 и 30 нс, а время рабочего цикла — 10 и 7,5 нс.

С этим типом памяти применялась технология Virtual Channel Memory ([VCM](#)). VCM использует архитектуру виртуального канала, позволяющую более гибко и эффективно

передавать данные с использованием каналов регистра на чипе. Данная архитектура интегрирована в SDRAM. VCM, помимо высокой скорости передачи данных, была совместима с существующими SDRAM, что позволяло делать апгрейд системы без значительных затрат и модификаций. Это решение нашло поддержку у некоторых производителей чипсетов.

## Enhanced SDRAM (ESDRAM)

Для преодоления некоторых проблем с задержкой сигнала, присущих стандартной DRAM-памяти, было решено встроить небольшое количество SRAM в чип, то есть создать на чипе кеш.

[ESDRAM](#) — это, по существу, SDRAM с небольшим количеством SRAM. При малой задержке и пакетной работе достигается частота до 200 МГц. Как и в случае внешней кеш-памяти, SRAM-кеш предназначен для хранения и выборки наиболее часто используемых данных. Отсюда и уменьшение времени доступа к данным медленной DRAM.

Одним из таких решений являлась ESDRAM от Ramtron International Corporation.

## Пакетная EDO RAM

Пакетная память EDO RAM ([англ. burst extended data output DRAM, BEDO DRAM](#)) стала дешёвой альтернативой памяти типа SDRAM. Основанная на памяти EDO DRAM, её ключевой особенностью являлась [технология поблочного чтения данных](#) (блок данных читался за один такт), что сделало её работу быстрее, чем у памяти типа SDRAM. Однако невозможность работать на частоте системной шины более 66 МГц не позволила данному типу памяти стать популярным.

## Video RAM

Специальный тип оперативной памяти — Video RAM ([VRAM](#)) — был разработан на основе памяти типа SDRAM для использования в [видеоплатах](#). Он позволял обеспечить непрерывный поток данных в процессе обновления изображения, что было необходимо для реализации изображений высокого качества. На основе памяти типа VRAM, появилась [спецификация](#) памяти типа Windows RAM ([WRAM](#)), иногда её ошибочно связывают с [операционными системами](#) семейства [Windows](#). Её производительность стала на 25 % выше, чем у оригинальной памяти типа SDRAM, благодаря некоторым техническим изменениям.

## DDR SDRAM

По сравнению с обычной памятью типа SDRAM, в памяти SDRAM с удвоенной скоростью передачи данных ([англ. double data rate SDRAM, DDR SDRAM](#) или [SDRAM II](#)) была вдвое увеличена [пропускная способность](#). Первоначально память такого типа применялась в видеоплатах, но позднее появилась поддержка DDR SDRAM со стороны чипсетов.

У всех предыдущих DRAM были разделены линии адреса, данных и управления, которые накладывают ограничения на скорость работы устройств. Для преодоления этого ограничения в некоторых технологических решениях все сигналы стали выполняться на одной шине. Двумя из таких решений являются технологии DRDRAM и SLDRAM. Они получили наибольшую популярность и заслуживают внимания. Стандарт SLDRAM является открытым и, подобно предыдущей технологии, SLDRAM использует оба перепада тактового сигнала. Что касается интерфейса, то SLDRAM перенимает протокол, названный SynchLink Interface и стремится работать на частоте 400 МГц.

Память DDR SDRAM работает на частотах в 100, 133, 166 и 200 МГц, её время полного

доступа — 30 и 22,5 нс, а время рабочего цикла — 5, 3,75, 3 и 2,5 нс.

Так как частота синхронизации лежит в пределах от 100 до 200 МГц, а данные передаются по 2 бита на один синхроимпульс, как по фронту, так и по срезу тактового импульса, то эффективная частота передачи данных лежит в пределах от 200 до 400 МГц. Такие модули памяти обозначаются DDR200, DDR266, DDR333, DDR400.

## **Direct RDRAM или Direct Rambus DRAM**

Тип памяти [RDRAM](#) является разработкой компании [Rambus](#). Высокое быстродействие этой памяти достигается рядом особенностей, не встречающихся в других типах памяти.

Первоначальная очень высокая стоимость памяти RDRAM привела к тому, что производители мощных компьютеров предпочли менее производительную, зато более дешёвую память DDR SDRAM. Рабочие частоты памяти — 400, 600 и 800 МГц, время полного доступа — до 30 нс, время рабочего цикла — до 2,5 нс.

## **DDR2 SDRAM**

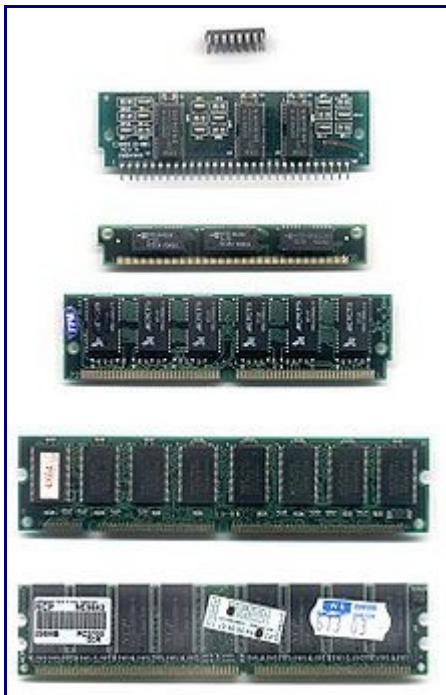
Конструктивно новый тип оперативной памяти [DDR2 SDRAM](#) был выпущен в [2004 году](#). Основываясь на технологии DDR SDRAM, этот тип памяти за счёт технических изменений показывает более высокое быстродействие и предназначен для использования на современных компьютерах. Память может работать с тактовой частотой шины 200, 266, 333, 337, 400, 533, 575 и 600 МГц. При этом эффективная частота передачи данных соответственно будет 400, 533, 667, 675, 800, 1066, 1150 и 1200 МГц. Некоторые производители модулей памяти помимо стандартных частот выпускают и образцы, работающие на нестандартных (промежуточных) частотах. Они предназначены для использования в разогнанных системах, где требуется запас по частоте. Время полного доступа — 25, 11,25, 9, 7,5 нс и менее. Время рабочего цикла — от 5 до 1,67 нс.

## **DDR3 SDRAM**

Этот тип памяти основан на технологиях DDR2 SDRAM со вдвое увеличенной частотой передачи данных по шине памяти. Отличается пониженным энергопотреблением по сравнению с предшественниками. Частота полосы пропускания лежит в пределах от 800 до 2400 МГц (рекорд частоты — более 3000 МГц), что обеспечивает большую пропускную способность по сравнению со всеми предшественниками.



## Конструктивные исполнения памяти DRAM



Различные корпуса DRAM. Сверху вниз: DIP, SIPP, SIMM (30-контактный), SIMM (72-контактный), DIMM (168-контактный), DIMM (184-контактный, DDR)



модуль SDRAM в 72-контактном корпусе SO-DIMM



модуль DDR2 в 204-контактном корпусе SO-DIMM

Память типа DRAM конструктивно выполняют и в виде отдельных микросхем в корпусах типа [DIP](#), [SOIC](#), [BGA](#), и в виде модулей памяти типа: [SIPP](#), [SIMM](#), [DIMM](#), [RIMM](#).

Первоначально микросхемы памяти выпускались в корпусах типа [DIP](#) (к примеру, серия [K565PYxx](#)), далее они стали производиться в более технологичных для применения в модулях корпусах.

На многих модулях SIMM и подавляющем числе DIMM устанавливалась [SPD](#) (Serial Presence Detect) — небольшая микросхема памяти EEPROM, хранящая параметры модуля (ёмкость, тип, рабочее напряжение, число банков, время доступа и т. п.), которые программно были доступны как оборудованию, в котором модуль был установлен



(применялось для автонастройки параметров), так и пользователям и производителям.

## Модули SIPP

Модули типа [SIPP](#) (Single In-line Pin Package) представляют собой прямоугольные платы с контактами в виде ряда маленьких штырьков. Этот тип конструктивного исполнения уже практически не используется, так как он далее был вытеснен модулями типа SIMM.

## Модули SIMM

Модули типа [SIMM](#) (Single In-line Memory Module) представляют собой длинные прямоугольные платы с рядом контактных площадок вдоль одной из её сторон. Модули фиксируются в разъёме (сокете) подключения с помощью защёлок, путём установки платы под некоторым углом и нажатия на неё до приведения в вертикальное положение. Выпускались модули на 4, 8, 16, 32, 64, 128 Мбайт.

Наиболее распространены 30- и 72-контактные модули SIMM.

## Модули DIMM

Модули типа [DIMM](#) (Dual In-line Memory Module) представляют собой длинные прямоугольные платы с рядами контактных площадок вдоль обеих её сторон, устанавливаемые в разъём подключения вертикально и фиксируемые по обоим торцам защёлками. Микросхемы памяти на них могут быть размещены как с одной, так и с обеих сторон платы.

Модули памяти типа SDRAM наиболее распространены в виде 168-контактных DIMM-модулей, памяти типа DDR SDRAM — в виде 184-контактных, а модули типа DDR2, DDR3 и FB-DIMM SDRAM — 204-контактных модулей.

## Модули SO-DIMM

Для портативных и компактных устройств (материнских плат форм-фактора [Mini-ITX](#), [лэптопов](#), [ноутбуков](#), [планшетов](#) и т. п.), а также принтеров, сетевой и телекоммуникационной техники и пр. широко применяются конструктивно уменьшенные модули DRAM (как SDRAM, так и DDR SDRAM) — [SO-DIMM](#) (Small outline DIMM) — аналоги модулей DIMM в компактном исполнении для экономии места.

Модули SO-DIMM существуют в 72-, 100-, 144-, 200- и 204-контактном исполнении.

## Модули RIMM

Модули типа [RIMM](#) (Rambus In-line Memory Module) менее распространены, в них выпускается память типа [RDRAM](#). Они представлены 168- и 184-контактными разновидностями, причём на материнской плате такие модули обязательно должны устанавливаться только в парах, в противном случае в пустые разъёмы устанавливаются специальные модули-заглушки (это связано с особенностями конструкции таких модулей). Также существуют 242-контактные PC1066 RDRAM модули RIMM 4200, не совместимые [\[1\]](#) с 184-контактными разъёмами, и уменьшенная версия RIMM — SO-RIMM, которые применяются в портативных устройствах.

## Производители микросхем и сборщики модулей

В пятёрку крупнейших производителей DRAM по итогам первого квартала 2008 года вошли

[Samsung](#), [Hynix](#), [Qimonda](#), Micron, Elpida. Samsung занимает 27 % рынка производства микросхем DRAM. *[источник не указан 312 дней]* Лидером по объёму производства готовых модулей DIMM DRAM является американская компания [Kingston Technology](#).<sup>[2]</sup>

## См. также

- [MRAM](#)
- [FB-DIMM](#)

## Примечания

1. ↑ [RDRAM Frequently Asked Questions. What is the difference between 184pin, 168pin, 242pin RIMM modules?](#) (англ.). [Rambus](#). Проверено 24 ноября 2008.
2. ↑ Бюллетень коммерческой информации, № 95, 23 августа 2008, С. 10.

## Ссылки

- [Оперативная память](#) лекция
- [Статьи об оперативной памяти](#) на [iXBT](#)
- [Всё об оперативной памяти](#) на [whatis.ru](#)
- [Оперативная память \(RAM\)](#)