

DRAM

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

Текущая версия страницы пока [не проверялась](#) опытными участниками и может значительно отличаться от [версии](#), проверенной 3 февраля 2018; проверки требуют [12 правок](#).

[Перейти к навигации](#) [Перейти к поиску](#)

DRAM ([англ.](#) *dynamic random access memory* — динамическая память с произвольным доступом) — тип [компьютерной памяти](#), отличающийся использованием [полупроводниковых материалов](#), [энергозависимостью](#) и возможностью доступа к данным, хранящимся в произвольных [ячейках памяти](#) (см. [запоминающее устройство с произвольным доступом](#)). [Модули памяти](#) с памятью такого типа широко используются в современных [компьютерах](#) в качестве [оперативных запоминающих устройств](#) (ОЗУ), также используются в качестве [устройств постоянного хранения информации](#) в системах, требовательных к задержкам.

Физически DRAM состоит из [ячеек](#), созданных в [полупроводниковом материале](#) в виде емкости. Заряженная или разряженная емкость хранит бит данных. Каждая ячейка такой памяти имеет свойство разряжаться (из-за токов утечки и пр.), поэтому их постоянно надо подзаряжать — отсюда название «динамическая» (динамически подзаряжать). Совокупность ячеек образует 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* (ЗУ) DRAM представляет собой [модуль памяти](#) какого-либо конструктивного исполнения, состоящий из [печатной платы](#), на которой расположены микросхемы памяти, и [разъёма](#), необходимого для подключения модуля к [материнской плате](#).

Содержание

- [1 История](#)
- [2 Принцип действия](#)
 - [2.1 Регенерация](#)
- [3 Характеристики DRAM](#)
- [4 Типы DRAM](#)
 - [4.1 PM DRAM](#)
 - [4.2 FPM DRAM](#)
 - [4.3 EDO DRAM](#)
 - [4.4 SDR SDRAM](#)
 - [4.5 ESDRAM](#)
 - [4.6 BEDO DRAM](#)
 - [4.7 VRAM](#)
 - [4.8 DDR SDRAM](#)
 - [4.9 RDRAM](#)
 - [4.10 DDR2 SDRAM](#)
 - [4.11 DDR3 SDRAM](#)
 - [4.12 DDR4 SDRAM](#)
- [5 Конструктивные исполнения DRAM](#)
 - [5.1 SIPP](#)
 - [5.2 SIMM](#)
 - [5.3 DIMM](#)
 - [5.4 SO-DIMM](#)
 - [5.5 RIMM](#)
- [6 Производители микросхем и сборки модулей](#)

- [7 См. также](#)
- [8 Примечания](#)
- [9 Ссылки](#)
- [10 Литература](#)

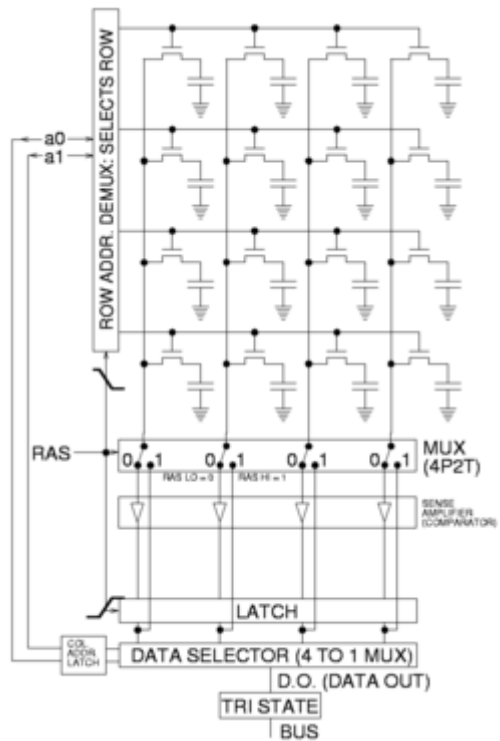
История[[править](#) | [править код](#)]

Впервые динамическая память была реализована в дешифровальной машине «Aquarius», использовавшейся во время [второй мировой войны](#) в правительственной школе кодов и шифров в [Блетчли-парк](#). Считываемые с бумажной ленты символы «запоминались в динамическом хранилище. ... Хранилище представляло собой блок [конденсаторов](#), которые были либо заряжены, либо разряжены. Заряженный конденсатор соответствовал символу „X“ (логической единице), разряженный — символу „.“ (логическому нулю). Поскольку конденсаторы теряли заряд из-за утечки, на них периодически подавался импульс для подзарядки (отсюда термин *динамическая*)»[\[1\]](#).

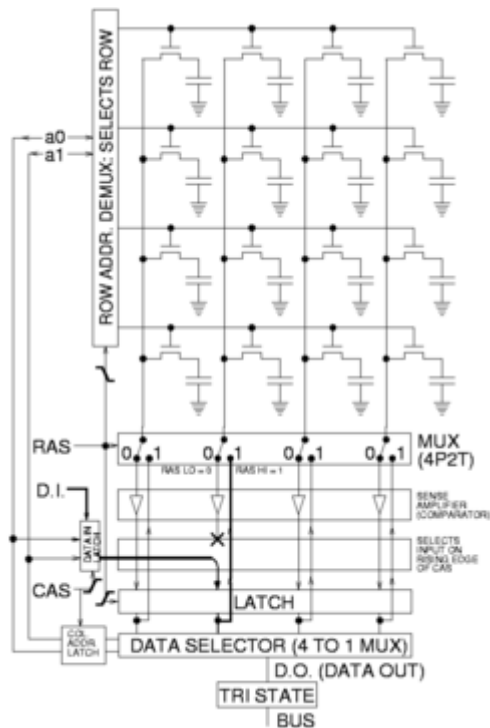
В [1966 году](#) учёный Роберт Деннард из исследовательского центра имени Томаса Уотсона компании [IBM](#) изобрёл современную память DRAM. В 1968 году Деннарду был выдан патент США под номером [3387286](#). Конденсаторы использовались в более ранних конструкциях памяти, таких как барабан [компьютера Атанасова — Берри](#), [трубках Уильямса](#) и [селектронах](#).

Первой микросхемой динамической памяти стала [Intel 1103](#) (англ.)[русск.](#) объёмом 1 кБит, выпущенная в продажу в октябре 1970 года.

Принцип действия[[править](#) | [править код](#)]



Принцип действия чтения
DRAM для простого массива
4x4



Принцип действия записи DRAM для простого массива 4x4

На физическом уровне память DRAM представляет собой набор [ячеек](#), способных хранить информацию. Ячейки состоят из [конденсаторов](#) и [транзисторов](#), расположенных внутри полупроводниковых микросхем памяти[2]. Конденсаторы заряжают при записи в ячейку единичного бита и разряжают при записи в ячейку нулевого бита.

При прекращении подачи [электроэнергии](#) конденсаторы разряжаются, и память обнуляется (опустошается). Для поддержания необходимого напряжения на обкладках конденсаторов (для сохранения данных) конденсаторы необходимо периодически подзаряжать👉. Подзарядку выполняют путём подачи на конденсаторы напряжения через коммутирующие транзисторные [ключи](#). Необходимость постоянной зарядки конденсаторов (динамическое поддержание заряда конденсаторов) является основополагающим принципом работы памяти типа DRAM.

Важным элементом памяти типа DRAM является чувствительный [усилитель-компаратор](#) ([англ. sense amp](#)), подключённый к каждому из столбцов «прямоугольника». При чтении данных из памяти усилитель-компаратор реагирует на слабый поток [электронов](#), устремившихся через открытые транзисторы с обкладок конденсаторов, и считывает одну строку целиком. Чтение и запись выполняются построчно; обмен данными с отдельно взятой ячейкой невозможен.

Регенерация[\[править](#) | [править код](#)]

В отличие от *статической* памяти (памяти типа [SRAM](#) ([англ. static random access memory](#)), конструктивно более сложной, более дорогой, более быстрой и применяемой в основном в [кеш-памяти](#)), медленная, но дешёвая *динамическая* память (DRAM) изготавливается на основе [конденсаторов](#) небольшой ёмкости. Такие конденсаторы быстро теряют заряд, поэтому во избежание потерь хранимых данных конденсаторы приходится подзаряжать через определённые промежутки времени. Этот процесс называется [регенерацией памяти](#), осуществляется специальным [контроллером](#), установленным либо на [материнской плате](#), либо 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 во время его осуществления обмен данными с памятью невозможен. Регенерация, основанная на обычном переборе строк, в современных типах DRAM не применяется. 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](#)), применяемая некоторыми компаниями в чипах памяти [SDRAM](#), отличающихся низким уровнем энергопотребления. Регенерация ячеек выполняется только в период ожидания в тех банках памяти, в которых имеются данные. Одновременно с этой технологией применяется технология [TCSR](#) ([англ. temperature compensated self refresh](#)), предназначенная для регулирования периода регенерации в зависимости от рабочей температуры.

Характеристики DRAM[[править](#) | [править код](#)]

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

Перед обращением к ячейке памяти [контроллер памяти](#) передаёт модулю памяти номер [банка](#), номер [страницы](#) банка, номер строки страницы и номер столбца страницы; на эти запросы тратится время. До и после выполнения чтения или записи довольно большой промежуток времени уходит на «открытие» и «заккрытие» банка. 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](#) или тактах. Чем меньше величина тайминга, тем быстрее будет работать оперативная память.

Типы DRAM[[править](#) | [править код](#)]

На протяжении долгого времени разработчики создавали различные типы DRAM с использованием различных технических решений. Основной движущей силой такого развития были стремление увеличить быстродействие и объём оперативной памяти.

PM DRAM[[править](#) | [править код](#)]

[PM DRAM](#) ([англ. page mode DRAM](#) — страничная DRAM) — один из первых типов DRAM. Память такого типа выпускалась в начале 1990-х годов. С ростом производительности процессоров и ресурсоёмкости приложений требовалось увеличивать не только объём памяти, но и скорость её работы.

FPM DRAM[\[править\]](#) | [править код](#)

[FPM DRAM](#) ([англ. fast page mode DRAM](#) — быстрая страничная DRAM) — тип DRAM, основанный PM DRAM и отличающийся повышенным быстродействием. Память такого типа работала также, как память типа PM DRAM, а увеличение скорости работы достигалось путём повышения нагрузки на аппаратную часть памяти (доступ к данным на той же странице осуществлялся с меньшей задержкой[\[3\]](#)). Память такого типа была популярна в первой половине 1990-х годов, а в 1995 году[\[4\]](#) занимала 80 % рынка компьютерной памяти. Применялась в основном для компьютеров с процессорами [Intel 80486](#) или аналогичных процессоров других фирм. 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. В 1996—1997 годах была вытеснена памятью EDO DRAM и SDR SDRAM. В 1997 году доля FPM DRAM на рынке упала до 10 %[\[4\]](#)[\[5\]](#).

EDO DRAM[\[править\]](#) | [править код](#)

[EDO DRAM](#) ([англ. extended data out DRAM](#) — DRAM с усовершенствованным выходом) — тип DRAM, созданный для замены FPM DRAM ввиду неэффективности FPM DRAM при работе с процессорами [Intel Pentium](#). Память такого типа появилась на рынке в 1996 году. Использовалась на компьютерах с процессорами [Intel Pentium](#) и выше. По производительности на 10—15 % обгоняла FPM DRAM. Работала на частотах 40 и 50 МГц с временем полного доступа — 60 и 50 нс и с временем рабочего цикла — 25 и 20 нс соответственно. Содержала [регистр-защёлку](#) ([англ. data latch](#)) выходных данных, что обеспечивало некоторую конвейеризацию работы для повышения производительности при чтении.

SDR SDRAM[\[править\]](#) | [править код](#)

[SDR SDRAM](#) ([англ. single data rate synchronous DRAM](#) — синхронная DRAM одиночной частоты) — тип DRAM, созданный

для замены EDO DRAM в связи с понижением стабильности работы EDO DRAM с новыми процессорами и повышением рабочих частот [системных шин](#). Новыми особенностями памяти этого типа стали использование [тактыого генератора](#) для синхронизации всех сигналов и использование [конвейерной обработки информации](#). Память такого типа надёжно работала на частотах системной шины 100 МГц и выше.

Если для памяти FPM DRAM и EDO DRAM указывалось время чтения данных из первой ячейки в цепочке (время доступа), то для SDRAM указывалось время чтения данных из последующих ячеек. Цепочка — несколько ячеек, расположенных последовательно. На чтение данных из первой ячейки уходило 60—70 нс независимо от типа памяти, а время чтения последующих ячеек зависело от типа памяти. Рабочие частоты SDRAM могли быть равны 66, 100 или 133 МГц, время полного доступа — 40 и 30 нс, а время рабочего цикла — 10 и 7,5 нс.

Совместно с памятью SDRAM применялась технология [VCM](#) ([англ.](#) *virtual channel memory*). VCM использует архитектуру виртуального канала, позволяющую более гибко и эффективно передавать данные с использованием каналов регистра на чипе. Данная архитектура интегрирована в SDRAM. Применение VCM повышало скорость передачи данных. Модули памяти SDRAM, поддерживающие и не поддерживающие VCM, были совместимы, что позволяло обновлять системы без значительных затрат и модификаций. Это решение нашло поддержку у некоторых производителей чипсетов.

ESDRAM[\[править\]](#) | [править код](#)

[ESDRAM](#) ([англ.](#) *enhanced SDRAM*) — тип DRAM, созданный для решения некоторых проблем с задержкой сигнала, присущих стандартной DRAM. Память такого типа отличалась наличием в чипе небольшого количества SRAM, то есть наличием кеша. По существу, представляла собой SDRAM с небольшим количеством SRAM. Кеш использовался для хранения и выборки наиболее часто используемых данных, за счёт чего достигалось уменьшение времени доступа к данным медленной DRAM. Память такого типа выпускалась, например, фирмой «Ramtron International Corporation». При малых задержках и пакетной работе могла работать на частотах до 200 МГц.

BEDO DRAM[\[править\]](#) | [править код](#)

BEDO DRAM ([англ. burst EDO DRAM](#) — пакетная EDO RAM) — тип DRAM, основанный на EDO DRAM и отличающийся поддержкой технологии поблочного чтения данных (блок данных читался за один такт). Модули памяти такого типа за счёт поблочного чтения работали быстрее SDRAM, стали дешёвой альтернативой SDRAM, но из-за неспособности работать на частотах системной шины, превышающих 66 МГц, не стали популярными.

VRAM[\[править\]](#) | [править код](#)

VRAM ([англ. video RAM](#)) — тип DRAM, разработанный на основе SDRAM специально для использования в [видеоплатах](#). Память такого типа благодаря некоторым техническим изменениям по производительности обгоняла SDRAM на 25 %. Позволяла обеспечить непрерывный поток данных в процессе обновления изображения, что было необходимо для реализации возможности показа изображений высокого качества. Стала основой памяти типа [WRAM](#) ([англ. windows RAM](#)), которую иногда ошибочно связывают с [операционными системами](#) семейства [Windows](#).

DDR SDRAM[\[править\]](#) | [править код](#)

DDR SDRAM ([англ. double data rate SDRAM](#), SDRAM или [SDRAM II](#)) — тип DRAM, основанный на SDR SDRAM и отличающийся удвоенной скоростью передачи данных (удвоенной [пропускной способностью](#)). Память такого типа первоначально применялась в видеоплатах, позднее стала использоваться и на чипсетах.

У предыдущих версий DRAM линии адреса, данных и управления, которые накладывают ограничения на скорость работы устройств, были разделены. Для преодоления этого ограничения в некоторых технологических решениях все сигналы стали передавать по одной шине. Двумя из таких решений стали DRDRAM и SLDRAM (открытый стандарт). Памяти типа SLDRAM, подобно предыдущей^{[\[какой?\]](#)} технологии, использует оба перепада тактового сигнала. Что касается интерфейса, то SLDRAM перенимает протокол, названный SynchLink Interface, и стремится работать на частоте 400 МГц.

Рабочие частоты памяти типа DDR SDRAM — 100, 133, 166 и 200 МГц, 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 спаду тактового импульса, то эффективная частота передачи данных лежит в пределах от 200 до 400 МГц. Модули памяти, работающие на таких частотах, обозначают «DDR200», «DDR266», «DDR333», «DDR400».

RDRAM[\[править\]](#) | [править код](#)

RDRAM ([англ.](#) *Rambus DRAM*) — тип DRAM, разработанный компанией [Rambus](#). Память такого типа отличалась высоким быстродействием за счёт ряда особенностей, не встречающихся в памяти других типов. Работала на частотах 400, 600 и 800 МГц с временем полного доступа до 30 нс и временем рабочего цикла до 2,5 нс. Первоначально стоила очень дорого, из-за чего производители мощных компьютеров предпочли менее производительную и более дешёвую DDR SDRAM.

DDR2 SDRAM[\[править\]](#) | [править код](#)

DDR2 SDRAM — тип DRAM, основанный на DDR SDRAM и выпущенный в 2004 году. Память такого типа по сравнению с DDR SDRAM за счёт технических изменений обладала более высоким быстродействием. Предназначалась для использования на современных компьютерах. Работала на тактовых частотах шины 200, 266, 333, 337, 400, 533, 575 и 600 МГц. При этом эффективная частота передачи данных могла составлять 400, 533, 667, 675, 800, 1066, 1150 и 1200 МГц. Некоторые производители модулей памяти, помимо модулей, работающих на стандартных частотах, выпускали модули, работающие на нестандартных (промежуточных) частотах; такие модули предназначались для использования в [разогнанных](#) системах, где требовался 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[\[править\]](#) | [править код](#)

DDR3 SDRAM — тип DRAM, основанный на DDR2 SDRAM, отличающийся удвоенной частотой передачи данных по шине памяти и пониженным энергопотреблением. Память такого типа обеспечивает большую пропускную способность по

сравнению с ранее существовавшими типами памяти. Работает на частотах полосы пропускания в пределах от 800 до 2400 МГц (рекорд частоты — более 3000 МГц).

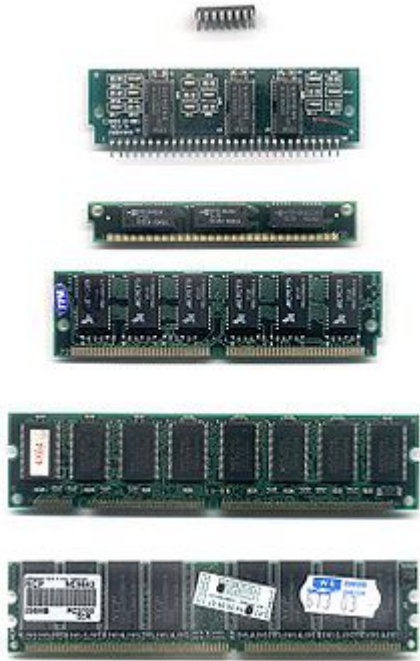
DDR4 SDRAM[\[править\]](#) | [править код](#)

[DDR4 SDRAM](#) ([англ.](#) *DDR four SDRAM*) — тип DRAM, основанный на технологиях предыдущих поколений DDR и отличающийся повышенными частотными характеристиками, пониженным напряжением питания.

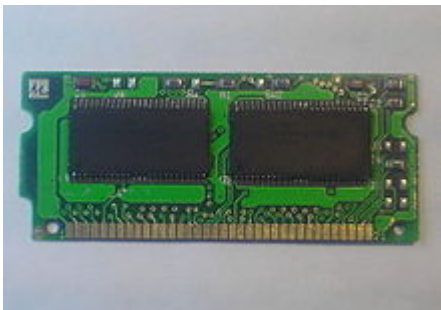
Основное отличие DDR4 от предыдущего стандарта (DDR3) заключается в удвоенном до 16 числе банков (в двух группах банков, что позволило увеличить скорость передачи). Пропускная способность памяти DDR4 в перспективе может достигать 25,6 ГБ/с (в случае повышения максимальной эффективной частоты до 3200 МГц). Надёжность работы DDR4 повышена за счёт введения механизма контроля чётности на шинах адреса и команд. Изначально в стандарте DDR4 был определён диапазон частот от 1600 до 2400 МГц с возможностью увеличения до 3200 МГц.

Массовое производство ECC-памяти DDR4 началось со второго квартала 2014 года, а в следующем квартале начались продажи non-ECC модулей DDR4 вместе с процессорами Intel Haswell-E/Haswell-EP, требующими DDR4.

Конструктивные исполнения DRAM[\[править\]](#) | [править код](#)

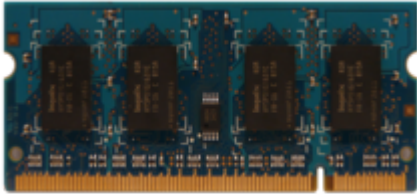


Различные корпуса
DRAM. Сверху вниз: DIP,
SIPP, SIMM (30-
контактный), SIMM (72-
контактный), DIMM (168-
контактный), DIMM (184-
контактный, DDR)



Модуль SDRAM в 72-

контактном корпусе SO-DIMM



Модуль DDR2 в 200-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 (типов [SIPP](#), [SIMM](#), [DIMM](#), [RIMM](#)).

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

На многих модулях типа SIMM и на большинстве модулей типа DIMM устанавливалась [SPD](#) ([англ.](#) *serial presence detect*) — небольшая микросхема памяти EEPROM. На SPD записывались параметры модуля (ёмкость, тип, рабочее напряжение, число банков, время доступа и т. п.). Параметры были доступны для чтения оборудованию, использовались для автонастройки, могли быть прочитаны программно (производителем или пользователем).

SIPP[\[править\]](#) | [править код](#)

[SIPP](#) ([англ.](#) *single in-line pin package*) — модули памяти, представляющие собой прямоугольные платы с контактами в виде ряда маленьких штырьков. Этот тип конструктивного исполнения уже практически не используется, так как был вытеснен модулями типа SIMM.

SIMM[\[править\]](#) | [править код](#)

SIMM ([англ. single in-line memory module](#)) — модули памяти, представляющие собой длинные прямоугольные платы с рядом контактных площадок вдоль одной из сторон платы. Модули фиксируются в разъёме (слоте, от англ. slot - щель, прорезь) с помощью защёлок путём установки платы под некоторым углом и нажатия на неё до приведения в вертикальное положение. Выпускались модули на 256Кбайт, 1, 4, 8, 16, 32, 64, 128 Мбайт. Наиболее распространены 30- и 72-контактные модули SIMM.

DIMM[\[править\]](#) | [править код](#)

DIMM ([англ. dual in-line memory module](#)) — модули память, представляющие собой длинные прямоугольные платы с рядами контактных площадок вдоль обеих сторон платы. Устанавливаются в разъём подключения вертикально и фиксируются по обоим торцам защёлками. Микросхемы памяти на них могут быть размещены как с одной, так и с обеих сторон платы.

Применение модулей конструктивного исполнения DIMM

Тип памяти	Количество контактов
SDRAM	168
DDR SDRAM	184
DDR2, DDR3, FB-DIMM SDRAM	240

SO-DIMM[\[править\]](#) | [править код](#)

SO-DIMM ([англ. small outline DIMM](#)) — модули памяти, отличающиеся небольшими размерами и предназначенные для применения в портативных и компактных устройствах (на материнских платах форм-фактора [Mini-ITX](#), в [ноутбуках](#), [планшетах](#) и т. п.), в принтерах, в сетевой и телекоммуникационной технике и т. п. Широко применяются конструктивно уменьшенные модули DRAM (как SDRAM, так и DDR SDRAM), представляющие собой аналоги модулей DIMM в компактном исполнении для экономии места. Существуют в 72-, 100-, 144-, 200- и 204-контактном исполнении.

RIMM[[править](#) | [править код](#)]

RIMM ([англ.](#) *rambus in-line memory module*) — модули памяти, применяемые парами. Мало распространены. Выпускаются с памятью типа [RDRAM](#), со 168 или 184 контактами. Из-за особенностей конструкции должны устанавливаться на материнские платы только в парах, в противном случае в пустые разъёмы должны устанавливаться специальные модули-заглушки. Также существуют 242-контактные PC1066 RDRAM модули RIMM 4200, не совместимые[\[6\]](#) со 184-контактными разъёмами, и SO-RIMM — уменьшенные модули памяти, аналоги RIMM, предназначенные для применения в портативных устройствах.

Производители микросхем и сборщики модулей[[править](#) | [править код](#)]



Информация в этой статье или некоторых её разделах устарела.

Вы можете помочь проекту, [обновив её](#) и убрав после этого данный шаблон.

В пятёрку крупнейших производителей чипов памяти DRAM по итогам четвёртого квартала 2012 года вошли [Samsung](#), [SK Hynix](#), [Elpida](#), [Micron](#). Samsung занимал более 40 % рынка производства микросхем DRAM[\[7\]](#).

Лидером по объёму производства готовых модулей DIMM DRAM является американская компания [Kingston Technology](#) (45.8 % по состоянию на первую половину 2010 года)[\[8\]](#).

См. также[[править](#) | [править код](#)]

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

Примечания[[править](#) | [править код](#)]

1. [↑ Copeland B. Jack, и др. Colossus: The Secrets of Bletchley Park's Codebreaking Computers. — Oxford: Oxford University Press, 2006. — С. 301. — ISBN 0-19-284055-X.](#)
2. [↑ Circuits. Sequential Logic. Dynamic RAM](#)
3. [↑ Upgrading and Repairing PCs](#) page 432, «Fast Page Mode DRAM»
4. [↑ 1 2 Memory 1996. Complete Coverage of DRAM, SRAM, EPROM and Flash Memory ICs // ICE, ISBN 1-877750-49-2: 2. THE DRAM MARKET](#) DRAM Unit Shipments by Architecture, figure 2-10.
5. [↑ 2 The DRAM market.](#) 1997 год. Figure 2-10. DRAM Shipments by Architecture (Percent).
6. [↑ RDRAM Frequently Asked Questions. What is the difference between 184pin, 168pin, 242pin RIMM modules?](#) (англ.). [Rambus](#). Дата обращения 24 ноября 2008. [Архивировано](#) 11 февраля 2012 года.
7. [↑ TrendForce: Commodity DRAM Price Rises, DRAM Industry Value Increases by 7% in 4Q12](#) (англ.). [DRAMeXchange.com](#). [Архивировано](#) 11 июня 2013 года.
8. [↑ Kingston Expands Lead in DRAM Module Business](#) (англ.). [iSuppli.com](#). [Архивировано](#) 11 июня 2013 года.

Ссылки[[править](#) | [править код](#)]

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

Литература[[править](#) | [править код](#)]

- Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника. БХВ-Петербург. 2005 год. Глава 5.

Для улучшения этой статьи **желательно**:



- [Викифицировать](#) статью.

Пожалуйста, после исправления проблемы исключите её из списка параметров. После устранения всех недостатков этот шаблон может быть удалён любым участником.



Типы динамической памяти с произвольным доступом (DRAM)

Асинхронная

- [FPM RAM](#)
- [EDO RAM](#)

Синхронная

- [SDRAM](#)
- [DDR SDRAM](#)
- [Mobile DDR](#) (LPDDR)
- [DDR2 SDRAM](#)
- [DDR3 SDRAM](#)
- [DDR4 SDRAM](#)
- [DDR5 SDRAM](#)
- [HBM](#)
- [HMC](#)

Графическая

- [VRAM](#)
- [WRAM](#)
- [MDRAM](#)
- [SGRAM](#)
- [GDDR](#)
- [GDDR2](#)
- [GDDR3](#)
- [GDDR4](#)
- [GDDR5](#)
- [GDDR6](#)

[Rambus](#)

- [RDRAM](#)
- [XDR DRAM\[en\]](#)
- [XDR2 DRAM](#)

[Модули памяти](#)

- [SIPP](#)
- [SIMM](#)
- [DIMM](#)
- [SO-DIMM](#)
- [UniDIMM\[en\]](#)
- [RIMM](#)

Источник — <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=DRAM&oldid=102322670>

[Категория:](#)

- [DRAM](#)

Скрытые категории:

- [Википедия:Статьи с некорректным использованием шаблонов:Cite web \(указан неверный параметр\)](#)
- [Страницы, использующие волшебные ссылки ISBN](#)
- [Википедия:Статьи, требующие конкретизации](#)
- [Википедия:Статьи для обновления](#)
- [Википедия:Статьи к викификации](#)

Навигация

Персональные инструменты

- Вы не представились системе
- [Обсуждение](#)
- [Вклад](#)
- [Создать учётную запись](#)
- [Войти](#)

Пространства имён

- [Статья](#)
- [Обсуждение](#)



Варианты

Просмотры

- [Читать](#)
- [Текущая версия](#)
- [Править](#)
- [Править код](#)
- [История](#)



Ещё

Поиск

Навигация

- [Заглавная страница](#)
- [Рубрикация](#)
- [Указатель А — Я](#)
- [Избранные статьи](#)
- [Случайная статья](#)

- [Текущие события](#)

Участие

- [Сообщить об ошибке](#)
- [Сообщество](#)
- [Форум](#)
- [Свежие правки](#)
- [Новые страницы](#)
- [Справка](#)
- [Пожертвовать](#)

Инструменты

- [Ссылки сюда](#)
- [Связанные правки](#)
- [Служебные страницы](#)
- [Постоянная ссылка](#)
- [Сведения о странице](#)
- [Элемент Викиданных](#)
- [Цитировать страницу](#)

В других проектах

- [Викисклад](#)

Печать/экспорт

- [Создать книгу](#)
- [Скачать как PDF](#)
- [Версия для печати](#)

На других языках

- [Afrikaans](#)
- [اڤريڪاانس](#)
- [Asturianu](#)
- [Беларуская \(тарашкевіца\)](#)
- [Български](#)
- [Català](#)
- [Čeština](#)
- [Deutsch](#)
- [English](#)
- [Español](#)
- [Eesti](#)
- [Euskara](#)
- [ايسيرا](#)
- [Suomi](#)
- [Français](#)

- [תירבע](#)
- [Hrvatski](#)
- [Magyar](#)
- [Bahasa Indonesia](#)
- [Italiano](#)
- [Қазақша](#)
- [Latina](#)
- [Македонски](#)
- [Nederlands](#)
- [Norsk bokmål](#)
- [Polski](#)
- [Português](#)
- [Română](#)
- [Srpskohrvatski / српскохрватски](#)
- [Simple English](#)
- [Slovenčina](#)
- [Shqip](#)
- [Српски / srpski](#)
- [Svenska](#)
- [Türkçe](#)
- [Українська](#)
- [Tiếng Việt](#)
- [🇵🇹](#)

[Править ссылки](#)

- Эта страница в последний раз была отредактирована 23 сентября 2019 в 10:42.
- Текст доступен по [лицензии Creative Commons Attribution-ShareAlike](#); в отдельных случаях могут действовать дополнительные условия. Подробнее см. [Условия использования](#).

Wikipedia® — зарегистрированный товарный знак некоммерческой организации [Wikimedia Foundation, Inc.](#)

- [Политика конфиденциальности](#)
- [Описание Википедии](#)
- [Отказ от ответственности](#)
- [Свяжитесь с нами](#)
- [Разработчики](#)
- [Статистика](#)
- [Заявление о куки](#)
- [Мобильная версия](#)

- **Wikimedia Foundation**
Image not found or type unknown
- **Powered by MediaWiki**
Image not found or type unknown