

Глава 5

От памяти зависит будущее вашего компьютера

В этой главе...

- ▶ Какая память размещена на системной плате
- ▶ Как выбирается BIOS
- ▶ Стандартная динамическая память
- ▶ Модуль DIMM SDRAM
- ▶ Модуль DIMM DDR
- ▶ Модули DIMM DDR2 и DDR3
- ▶ Модуль RIMM
- ▶ Конструктивные особенности модулей DIMM

В персональном компьютере размещено несколько типов памяти.

Устройства для длительного хранения данных — приводы жестких и оптических дисков — в расчет не берутся. Такие устройства выбираются из широкого ассортимента изделий этой группы. Вас не затруднит выбор высокеемкого и скоростного винчестера и DVD.

Устройствам же хранения данных, расположенным на системной плате, следует уделить особое внимание, из-за очень быстрого темпа совершенствования элементной базы.

Кэш и сверхоперативная память были рассмотрены в главе 4 книги.

Для изучения “жесткого продукта” заключенного во флеш-BIOS, а также данных конфигурирования системы, хранящихся в статической памяти RTC CMOS RAM, воспользуйтесь дополнительными источниками. Этим компонентам, а также использованию программы Setup посвящены книги издательства “Диалектика”, список которых вы найдете в конце книги.

В этой главе рассматриваются аспекты выбора модулей оперативной памяти, которые потребуются для сборки или модернизации компьютера. Важность правильного подбора модулей ОЗУ трудно переоценить. От этого зависит будущее вашего ПК.

Какая память размещена на системной плате

Разновидности памяти компьютера

Система памяти персонального компьютера представлена следующими компонентами.

1. Системным оперативным запоминающим устройством ОЗУ, организованным на модулях динамической памяти DRAM.
2. Кэш-памятью команд и данных, которая содержится в процессоре и структурно разделена на несколько уровней L1–L3 (см. главу 4).
3. Сверхоперативным запоминающим устройством, которое включает регистры микропроцессора. Это — самая быстрая память на системной плате, к которой постоянно обращается микропроцессор (см. главу 4).
4. Флеш-памятью BIOS, благодаря которой реализуется функция загрузки операционной системы и тестирования ПК.
5. Статической памятью, построенной на базе микросхем со структурой CMOS RAM. Энергонезависимая память RTC CMOS RAM входит в состав системы BIOS и содержит данные конфигурирования компьютера и часы реального времени.

Микросхемы флеш-BIOS на системной плате

Базовая система ввода-вывода (Basic Input Output System — BIOS) представлена несколькими микросхемами на системной плате, в которых содержатся данные конфигурирования компьютера и системное программное обеспечение. Программы BIOS встроены в аппаратное обеспечение персонального компьютера и предоставляют ему функции управления самого низкого уровня, инициируя выполнение процессором команд при запуске персонального компьютера, загрузке системы, выполнении процедуры прерываний, реализации прямого доступа к памяти и т.д.

BIOS не является аппаратно однородным модулем и содержит три основные части:

- BIOS в микросхеме флеш-памяти;
- RTC RAM в элементе CMOS;
- расширения BIOS — память программ, расположенная в микросхемах на картах адаптеров устройств ввода-вывода.

324 Глава 5. От памяти зависит будущее вашего компьютера

Код BIOS вмонтирован в микросхему флеш-памяти — *Flash BIOS*.

BIOS можно обновлять. Для этой цели вы должны точно знать модель системной платы, а также тип и версию программы BIOS. Откройте в Интернете сайт производителя системной платы и отыщите в списке данные, относящиеся к модернизации BIOS.

Выберите файл с новой BIOS (чаще всего это самораспаковывающийся архив, который может содержать программу обновления BIOS) и загрузите его. Как правило, подобные файлы имеют расширение *.bin.

Помимо файла BIOS, вам также потребуется программа обновления BIOS, или, как ее часто называют, — “перепрошивщик”.

Программы обновления, например *awdflash.exe* или *amiflash.exe*, обычно поставляются с системными платами, но в крайнем случае вы сможете их загрузить из Интернета.

После обновления BIOS вы сможете восстановить оптимальные настройки компьютера, выполненные с помощью программы Setup.

Микросхемы флеш обеспечивают свыше 100000 перезаписей данных. Микросхемы этой памяти имеют емкость 4–512 Мбит. Как правило, для хранения кода BIOS используется от 4 до 16 Мбит.

Компонент BIOS включается в состав чипсета, например в ИМС Firmware Hub (FWH).

Обычно микросхема флеш-BIOS расположена на системной плате поблизости от аккумулятора или перемычки для обнуления данных начальной настройки. Перемычка подписывается, наподобие CLRRTC.

Начиная с 2005 года на системные платы устанавливаются микросхемы технологии — *SPI-Flash BIOS*. Новое поколение микросхем флеш-памяти Spantion FL — продукт совместных усилий компаний Spantion LLC, ASMD и Fujitsu. Микросхема флеш-памяти Spansion содержит последовательный периферийный интерфейс — *Serial Peripheral Interface (SPI)*.

Подключение с помощью интерфейса SPI позволяет уменьшить энергопотребление чипа, а также сократить стоимость производства этих микросхем. Интерфейс SPI также позволяет уменьшить размеры микросхемы за счет использования более современных корпусов, занимающих на 80% меньше площади на системной плате и имеющих на 75% меньше электронных контактов, чем обычные микросхемы флеш-памяти в корпусе TSOP. Флеш-память нового поколения работает на частоте до 50 МГц, что существенно снижает время начальной загрузки.

В настоящее время в состав семейства входят модули флеш-памяти емкостью 1, 2, 8, 16, 32 и 64 Мбит.

На системной плате может быть установлено две микросхемы BIOS, а также дополнительная микросхема с комплектом сервисного программного обеспечения (рис 5.1).



Рис. 5.1. Пример размещения на системной плате флеш-BIOS и чипа с сервисным программным обеспечением Guru

Размещение на системной плате двух микросхем связано с исключением опасности краха системы по вине поврежденного кода BIOS. В этом случае использование технологий Dual BIOS (Gigabyte Technology), Twin BIOS (Chaintech Computer) или DieHard BIOS (AOpen) позволяет восстановить BIOS из резервной копии, которая хранится в дополнительной микросхеме.

Функции BIOS

BIOS реализует следующие основные функции.

- Обеспечивает самотестирование оборудования при включении напряжения питания, запуская программу *самотестирования ПК при включении напряжения питания* (*Power On Self Test — POST*).
- Позволяет инициализировать устройства ввода-вывода (УВВ). Часть инициализации выполняется аппаратно-программными средствами, интегрированными в адаптеры УВВ.
- Обеспечивает загрузку операционной системы, выполняет программу BOOT — загрузчика операционной системы.
- Обработывает программные прерывания от УВВ и обслуживает функции прерываний. Для каждого стандартного периферийного устройства BIOS хранит программу обслуживания. Некоторые программы обслуживания устройств загружаются отдельно и хранятся в отдельной области дисковой памяти.
- Обеспечивает настройку конфигурации ПК. Для этой цели BIOS располагает специальной программой установки параметров ПК — *Setup BIOS*. В состав системы

BIOS входит также отдельная микросхема технологии CMOS или компонент чипсета, в которой хранятся параметры конфигурирования ПК — RTC RAM.

- Снабжает программами-драйверами аппаратные компоненты ПК, что позволяет обеспечить их взаимодействие с операционной системой при ее загрузке.

Флеш-память BIOS хранит программное обеспечение в виде “жесткого продукта” — Firmware. В отличие от Software, код программного обеспечения этого типа постоянно хранится на компьютере, благодаря чему для автоматического введения в действие программ BIOS достаточно просто включить питание компьютера.

BIOS содержит программы следующих типов.

- Программу самотестирования оборудования при включении напряжения питания — POST.
- Программы расширения BIOS. Параллельно с самотестированием запускается программа инициализации (программирования) регистров контроллеров и адаптеров УВВ. Некоторые проверки, не включенные в старые версии BIOS, можно выполнить расширениями BIOS на картах адаптеров УВВ.
- Программу загрузки операционной системы. Инициализация завершается передачей управления программе-загрузчику операционной системы — BOOT.
- Подпрограммы обработки прерываний от УВВ.
- Подпрограммы обслуживания функций. Для каждого стандартного периферийного устройства во флеш-BIOS хранится подпрограмма обслуживания.
- Программы-драйверы, предназначенные для взаимодействия операционной системы и аппаратного обеспечения при загрузке системы.
- Программу настройки конфигурации компьютера — Setup.

Где используется энергонезависимая память

Энергонезависимая память (*Non Volatile RAM — NVRAM*) построена на базе энергоэкономичной технологии *CMOS RAM (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor RAM)*. Этот элемент системы BIOS часто называют *память часов реального времени и конфигурационных установок системы RTC CMOS RAM (Real Time Clock CMOS RAM)*.

Для этой памяти отдельный чип не нужен — она интегрируется в чипсет системной платы, в частности South Bridge или Super I/O. Для хранения системных данных в чипсете отводится 2–4 Кбайт статической памяти.

Статическая память NVRAM должна постоянно хранить сведения о настройке компьютера. Она — энергозависима и постоянно находится во включенном состоянии благодаря аккумулятору, расположенному на системной плате. Энергии аккумуля-

мулятора вполне достаточно для продолжительного хранения данных, поскольку NVRAM потребляет в выходной цепи меньше микроампера (мкА).

Таким образом память CMOS RAM имеет возможность сохранять на длительное время информацию системного уровня (дату и данные конфигурирования) при выключенном напряжении питания компьютера.

Перед загрузкой операционной системы конфигурацию системы можно изменить. Для этой цели используется меню программы Setup BIOS.

Рекомендации по использованию аккумуляторов для NVRAM

Существует несколько конструктивных возможностей использования аккумулятора на системной плате.

Во многих системах допускается использование традиционных литиевых аккумуляторов, которые могут либо впаиваться непосредственно в системную плату, либо подключаются через розетку. При использовании розетки с аккумулятором не возникает никаких проблем даже в случае выхода его из строя, поскольку всегда можно его заменить.

Во избежание потерь информации при выключенном напряжении питания аккумулятор подзаряжается. Таким образом память NVRAM хранит данные при выключенном напряжении питания ПК.

Системные платы другого типа содержат аккумуляторы, не теряющие заряд на протяжении трех лет. Аккумулятор подзаряжается в тот момент, когда ПК не включен, но шнур блока питания подсоединен к розетке источника электроэнергии.

В системных платах Hewlett-Packard используется специальный аккумулятор, который автоматически перезаряжается при каждом включении системы. Если ПК не включен, аккумулятор будет поставлять NVRAM энергию, необходимую для работы, на протяжении недели или дольше. Но если ПК останется выключенным на более длительное время, данные, хранящиеся в NVRAM, будут потеряны.

В таком случае система может перезагрузить NVRAM из архивной микросхемы — *перепрограммируемого запоминающего устройства с электронным стиранием, ППЗУ (Erasable Programmable ROM — EPROM)*, установленной на системной плате. Единственная информация, которую можно потерять, текущая дата и время, но ее можно ввести заново. При использовании аккумулятора в сочетании с архивом во флеш-BIOS получается довольно надежная система, оснащенная всем необходимым для хранения информации.

Лучшими аккумуляторами считаются литиевые, поскольку они могут служить до пяти лет. Существуют системы и с обычными щелочными аккумуляторами, вставленными в специальный зажим. Их использование менее предпочтительно, поскольку они чаще выходят из строя и не служат так долго, как литиевые. К тому же они могут потечь, а электролит, попавший на системную плату, ее испортит.

328 Глава 5. От памяти зависит будущее вашего компьютера

На данный момент в большинстве системных плат используются литиевые аккумуляторы типа 2032 в виде монетки. Они называются *Coin-cell battery (CR2032)*.

Существуют также монолитные блоки с аккумулятором и микросхемой CMOS RAM.

Литиевые аккумуляторы отличаются выходными напряжениями. Применяемые в персональных компьютерах аккумуляторы обычно дают напряжение 3,3; 3,6; 4,5 или 6 В.



Если вы вставляете аккумулятор, прочитайте вначале “Руководство пользователя” системной платы и убедитесь в том, что аккумулятор дает нужное напряжение. В системных платах могут использоваться аккумуляторы нескольких типов. Для использования аккумулятора с повышенным напряжением отыщите на системной плате переключатель, позволяющий установить необходимое значение напряжения (если таковой на системной плате предусмотрен).

Как выбирается BIOS

Отличия BIOS различных компаний-производителей

При подборе системной платы вы можете обратить внимание на компанию изготовитель, код и версию BIOS. От этого зависят возможности использования тех или иных функций аппаратных средств и расширение системы.

На разработке PC-совместимых программ BIOS специализируются компании American Megatrends Inc. (AMI), Award Software, Phoenix Software, Microid Research и т.д. Изготовители системных плат получают от этих компаний лицензии на установку BIOS и могут в дальнейшем не заботиться о программном коде, что позволяет всецело заниматься совершенствованием аппаратных средств.

Добиться совместимости BIOS с компонентами системной платы — сложная задача. Системные платы отличаются многими показателями, поэтому производители поставляют BIOS, адаптированную к системной плате того или иного типа. Для того чтобы сделать процесс смены системных плат более динамичным, большинство производителей компьютерных компонентов широко используют практику договорных отношений.

Для создания встроенного программного обеспечения применяется протокол открытой лицензии (*Common Public License — CPL*).

Вопросы распространения программных средств с открытым исходным кодом курирует комитет Open Source Initiative (www.opensource.org).

Лицензия CPL позволяет компаниям заниматься совместной разработкой программных средств и не запрещает участникам проекта создавать коммерческие программные продукты.

Многие известные производители компонентов приобретают готовые исходные программы BIOS, а не разрабатывают их с нуля. В частности, активной продажей исходных материалов BIOS занимается Award Software.

BIOS производства OEM

Многие *OEM-производители (Original Equipment Manufacturers)* создают собственные микросхемы BIOS. Например, Compaq и AT&T разработали свои варианты BIOS, совместимые с BIOS компаний AMI, Phoenix и Award, и периодически выпускают модернизированные версии BIOS, в которых устранены недостатки предыдущих версий и добавлены новые возможности.

Некоторые OEM-производители не занимаются разработкой BIOS, а заказывают ее у независимых компаний. Например, для компьютеров Hewlett-Packard необходима специальная, уникальная BIOS. Поскольку компания Hewlett-Packard не занимается разработкой подобного рода систем, она заключила контракт с Phoenix на поставки систем BIOS.

BIOS производства AMI

Несмотря на то, что AMI адаптирует программы BIOS для конкретных компьютеров, она не продает исходный код BIOS: изготовители ПК могут заключить договор на поставки новых версий BIOS. Вместе с тем большинство компаний пропускают несколько версий продукта, прежде чем закупить новую.

Новейшие версии AMI BIOS называются *Hi-Flex (High Flexibility)*. AMI Hi-Flex BIOS устанавливается на системных платах многих изготовителей.

Если во время выполнения процедуры POST нажать клавишу <Insert>, то новые версии AMI BIOS Hi-Flex выведут две дополнительные идентификационные строки с информацией о параметрах, установленных в BIOS.

Пример описания строк AMI BIOS некоторых версий представлен в табл. 5.1–5.3.

Таблица 5.1. Описание первой строки AMI Hi-Flex BIOS

Формат строки: AB-CCсс-DDDDDD-EFGHIJKL-mmddy-MMMMMMMM-N	
Элемент строки	Описание
A	Тип процессора: 0 — 8086 или 8088; 2 — 286; 3 — 386;

Формат строки: AB-CCcc-DDDDDD-EFGHIJKL-mmddy-MMMMMMMM-N

Элемент строки	Описание
	4 — 486;
	5 — Pentium;
	6 — Pentium Pro, Pentium II
B	Объем BIOS: 0 — 64 Кбайт; 1 — 128 Кбайт
CCcc	Основной и дополнительный номера версии ROM BIOS
DDDDDD	Номер лицензии компании-изготовителя: 0036xx — системная плата AMI 386; 0046xx — системная плата AMI 486; 0056xx — системная плата AMI Pentium; 0066xx — системная плата AMI Pentium Pro, Pentium II (xx — порядковый номер)
E	1 — прекращать работу при ошибке выполнения POST
F	1 — обновлять память CMOS при каждой загрузке
G	1 — блокировать контакты 22 и 23 контроллера клавиатуры
H	1 — поддерживать мышь в ROM BIOS контроллера клавиатуры
I	1 — ожидать нажатия клавиши <F1> при ошибке выполнения POST
J	1 — выводить сообщение о неисправности дисководов во время выполнения POST
K	1 — выводить сообщение о неисправности видеоадаптера во время выполнения POST
L	1 — выводить сообщение о неисправности клавиатуры во время выполнения POST
mmddy	Дата выпуска BIOS: месяц/число/год
MMMMMMMM	Компания-изготовитель системной платы или чипсета
N	Тип контроллера клавиатуры

Таблица 5.2. Описание второй строки AMI Hi-Flex BIOS**Формат строки: AAB-C-DDDD-EE-FF-GGGG-HH-II-JJJ**

Элемент строки	Описание
AA	Номер вывода контроллера клавиатуры, используемого для переключения синхронизации
B	Режим управления выводом переключения синхронизации: H — высоким уровнем устанавливается высокая частота синхронизации; L — высоким уровнем устанавливается низкая частота синхронизации
C	Переключение синхронизации с помощью регистров ИМС: 0 — запрещено; 1 — разрешено
DDDD	Адрес порта для включения высокой частоты
EE	Значение данных для включения высокой частоты
FF	Значение маски для включения высокой частоты
GGGG	Адрес порта для включения низкой частоты
HH	Значение данных для включения низкой частоты
II	Значение маски для включения низкой частоты
JJJ	Номер вывода для включения режима Turbo

Таблица 5.3. Описание третьей строки AMI Hi-Flex BIOS**Формат строки: AAB-C-DDD-EE-FF-GGGG-HH-II-JJ-K-L**

Элемент строки	Описание
AA	Номер вывода контроллера клавиатуры для управления кэш-памятью
B	Режим управления выводом управления кэш-памятью: H — кэш включается высоким уровнем; L — кэш включается низким уровнем
C	1 — контроллером клавиатуры управляет сигнал высокого уровня
DDD	Управление кэш-памятью с помощью регистров ИМС: 0 — выключено; 1 — включено
EE	Адрес порта включения кэш-памяти
FF	Значение данных для включения кэш-памяти
GGGG	Значение маски для включения кэш-памяти
HH	Адрес порта выключения кэш-памяти
II	Значение данных для выключения кэш-памяти

332 Глава 5. От памяти зависит будущее вашего компьютера

Формат строки: AAB-C-DDD-EE-FF-GGGG-HH-II-JJ-K-L**Элемент строки** **Описание**

JJ	Значение маски для выключения кэш-памяти
K	Номер вывода для сброса контроллера памяти 82335
L	Флаг модификации BIOS: 0 — BIOS не модифицирована; 1–9, A–Z — количество предыдущих модификаций BIOS

Использовать возможность автоматического получения сведений об AMI BIOS и системной плате позволяет утилита AMIBIOS Motherboard Manufacturer Identification (`mbid.exe`). Эта программа предоставляет отчет в DOS-формате на основании анализа строки идентификации AMI BIOS (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Пример сообщения, полученного после анализа утилитой кода строки идентификации AMI BIOS

AMI BIOS содержит программу настройки, которая вызывается нажатием клавиши или <Esc> в течение нескольких первых секунд после начала загрузки ПК.

AMI BIOS содержит встроенную и управляемую с помощью меню программу диагностики. Эта программа не выполняет полного тестирования памяти.

К особенностям программы следует отнести то, что форматирование жесткого диска осуществляется на уровне BIOS, а не на уровне регистров контроллера. Это проверка ограничивает возможности BIOS при форматировании серьезно поврежденных дисков.

AMI не поставляет комплект документации по BIOS; предполагается, что это делают изготовители системных плат.

Отметим наиболее важные особенности AMI BIOS различных поколений.

В 1995 году контрольные точки программы POST AMI BIOS V 6 были переработаны и дополнены и до настоящего времени не претерпели существенных изменений.

Первое описание POST-кодов, называемых “check points”, в их нынешнем виде появилось в связи с выходом в свет AMI BIOS V 6.24 (1995 год выпуска). Некоторые изменения внесены также в AMI BIOS V 7.0.

Появление AMI BIOS 8 (в 2001 году) вызвало необходимость переработки списка поддерживаемых POST-кодов. В настоящее время AMI BIOS 8 устанавливается на системные платы различных компаний. Существует несколько модификаций AMI BIOS 8.

BIOS производства Award

Компания Award поставляет изготовителям коды своих BIOS и разрешает изменять их для адаптации к конкретным системам. Конечно, компании AMI и Phoenix также адаптируют BIOS под различные системные платы, но не продают коды исходных программ.

При включении компьютера с Award BIOS отображается строка идентификации, которая имеет приблизительно такой вид: 07/05/2004-8363-686B-6A6LMA19C-3R.

Большей информативностью обладает поле — в нашем примере 6A6LMA19C. Первые пять символов этого поля предназначены для определения типа чипсета, а следующие два символа указывают на производителя системной платы. Последняя пара символов позволяет определить тип системной платы.

Получить сведения о системе BIOS, а также общие данные о системной плате позволяет утилита eSupport BIOS Agent (ba.exe) (рис. 5.3).

Программа Award BIOS обладает широкими возможностями. Она содержит программу Setup, которая загружается нажатием клавиши или комбинацией клавиш <Ctrl+Alt+Esc>. Можно также отметить очень информативную программу POST.



В середине 1998 году Award была приобретена компанией Phoenix. В настоящее время BIOS поставляются под именем Phoenix-Award. Новые продукты Award BIOS обладают свойством преемственности поколений.

В целом Award BIOS характеризуется прекрасным качеством, хорошей совместимостью и высоким уровнем технической поддержки.

К достоинствам компании Award относится создание следующих программ, которые используются на современных системных платах.

Award BIOS Elite, или V. 4.50 PG (1995 год). Этот продукт содержал ряд новых на тот период решений, применяемых при разработке низкоуровневого программного обеспечения. В следующих версиях V. 4.51 и V. 4.60 режим обслуживания контрольных точек программы POST не изменился.



Рис. 5.3. Окно программы агента BIOS с системной информацией

Суффиксы P и G обозначают соответственно поддержку механизма Plug and Play и обслуживание функций энергосбережения (Green Function).

В 1999 году на смену Award BIOS Elite пришел новый программный продукт — Award BIOS Medallion, или V. 6.0.

Изменения при разработке Award BIOS Medallion коснулись всей внутренней структуры BIOS. База данных существенно расширилась, что позволило добавить в список новые чипсеты, системные платы, процессоры и т.д.

Продукты Phoenix BIOS

На протяжении многих лет Phoenix BIOS была эталоном совместимости, с которым сравнивалась продукция других компаний.



Phoenix впервые легально переработала IBM BIOS по методу “черного ящика”. IBM BIOS была изучена и передана группе инженеров, которые не были знакомы с этим программным продуктом. Таким образом, они могли легально разработать новую BIOS. Разработанная система была оригинальной, однако функционировала аналогично IBM BIOS.

Следует отметить следующие положительные качества Phoenix BIOS.

1. Высокий уровень выполнения тестирования с помощью программы POST. BIOS содержит продуманную систему звуковых кодов, которые позволяют на слух диагностировать серьезные неисправности системной платы.
2. Подробная документация, придаваемой к системной плате.

Наиболее известны следующие продукты этой компании.

К выходу операционной системы Windows 95 была выпущена Phoenix BIOS 4.0.

Интересно отметить, что внедрение новых процессоров Intel Pentium сопровождается изменением названия промежуточных ревизий продукта. Для процессоров поколений P6 и P7 были разработаны версии — Release 6.0 и Release 7.0 соответственно.

Выпуск Release 6.0 лег в основу всех разрабатываемых в настоящее время Phoenix BIOS.

С появлением Phoenix BIOS Release 6.1 существенных изменений в выполнении POST-теста не произошло, а следовательно, это не отразилось на индикации контрольных точек.

Microid Research (MR) BIOS

Компания Microid Research разрабатывает BIOS для систем с устаревшими процессорами и, как ни странно, имеет свою нишу рынка, поскольку все крупные поставщики BIOS уже давно не выпускают продуктов для этих систем. Так что для обновления или добавления новых возможностей в старую систему можно воспользоваться MR BIOS.

Система EFI BIOS от Intel

В 1995 году компания Intel заключила с Phoenix Technologies соглашение о семилетней совместной работе Intel и Phoenix над созданием BIOS для настольных систем и серверов. Кроме того, Intel приобрела несколько процентов акций этой компании, став ее полноправным юридическим акционером.

Благодаря этому соглашению компания Intel, в содружестве с Phoenix, приступила к производству BIOS для своих систем. Раньше компания закупала BIOS у сторонних производителей.

В настоящее время Intel использует для своих настольных систем, базирующихся на чипсетах современной платформы Express, микросхемы BIOS под названием *Intel Platform Innovation Framework for Extensible firmware interface*. Все основные опции меню Setup BIOS этой технологии отличаются незначительно.

Начиная с 2001 года Intel в рамках проекта Tiano совместно с несколькими компаниями (AMI, Inside Software Corp.) разрабатывает новую технологию, которой

предполагается заменить классическую BIOS. Новая технология называется *EFI* (*Extensible Firmware Interface*).

Цель разработки этой технологии состоит в замене традиционного 8-разрядного базового кода BIOS более совершенным продуктом, построенным на современных программных технологиях. EFI снабжена новыми функциями и служебными программами, в том числе улучшенными интерфейсами для управления платформой, удобства эксплуатации и администрирования, которые нельзя реализовать в старой среде BIOS.

Система EFI должна храниться не во флеш-памяти системной платы, как BIOS, а в недоступных программным разделам жесткого диска. На этот программный модуль, который входит в состав операционной системы нового поколения, и возлагаются обязанности BIOS.

Спецификация EFI содержит интерфейс, позволяющий передать управление системой от предзагрузочной среды операционным системам нового поколения. EFI поддерживается 32- и 64-разрядными операционными системами и платформами. Она может быть реализована на базе современных процессоров.

Описание аудиокодов завершения процедуры самотеста, а также знакомство с информацией, отображаемой программой Setup BIOS, вы найдете в главе 7.

Стандартная динамическая память

Устройство динамической памяти

Как отмечалось в главе 2, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) — это основная системная память персонального компьютера, предназначенная для хранения текущих данных, выполняемых программ, а также копий отдельных модулей операционной системы.

ОЗУ представляет собой *динамическую память с произвольным доступом* (*Dynamic Random Access Memory — DRAM*).

Динамическая память устроена следующим образом.

Отдельные ячейки памяти DRAM, или *элементы хранения цифровых данных* (*накопители*), строятся на энергозависимых динамических запоминающих элементах, которые обладают существенным недостатком. Они не могут хранить информацию после отключения питания персонального компьютера — все содержимое элементов хранения данных DRAM теряется.

Накопители динамической памяти хранят единицы и нули в паразитных емкостях, образованных за счет создания микроструктуры CMOS. Таким образом, в результате исчерпывания заряда емкостей ячейки теряют свое содержимое уже приблизительно через 70–80 мс.

Для поддержания заряда в ячейках в должном энергетическом состоянии в динамической памяти выполняется стандартная процедура принудительной *регенерации ОЗУ*. Задача этого процесса — в ходе регенерации перебрать все строки ОЗУ (при этом столбцы всех ячеек активизированы) и перезаписать все ячейки строк памяти, восполнив, таким образом, энергетические уровни, необходимые для хранения двоичных кодов.

Процесс регенерации памяти в классическом варианте существенно замедляет работу памяти и компьютера, поскольку в этот период обмен данными с памятью невозможен. Регенерация, основанная на обычном переборе строк, в настоящее время не применяется. Для регенерации используются более экономичные варианты — расширенный, пакетный, распределенный. Наиболее экономична скрытая регенерация.

Можно также отметить разновидность регенерации *PASR (Partial Array Self Refresh)* с низким уровнем энергопотребления, применяемую компанией Samsung в чипах памяти SDRAM. Регенерация ячеек выполняется только в период ожидания в тех банках памяти, в которых имеются данные. Параллельно с регенерацией PASR иницируется процесс *TCSR (Temperature Compensated Self Refresh)*, который предназначен для регулировки регенерации в зависимости от значения рабочей температуры компонентов системной платы.

Каждая элементарная ячейка DRAM хранит один бит. Она включает накопитель и линию, по которой биты попадают в накопитель или пересылаются во внутреннюю шину данных и затем в буфер ввода-вывода.

Ячейки микросхемы памяти объединены внутренней шиной данных для хранения одновременно нескольких байтов. Для доступа к этой группе ячеек по шине адреса и управления от процессора поступают обращения, которые после дешифрации контроллером ОЗУ действуют на определенные линии строк (*#RAS*) и столбцов (*#CAS*) микросхемы памяти.

Объединение микросхем DRAM

В микросхеме DRAM доступ осуществляется одновременно к нескольким байтам. Для масштабирования адресов и данных несколько микросхем объединяются. Для реализации технологий ускорения доступа к памяти (организация страничной памяти, интерлива, пакетного режима и т.д.) память структурируется — делится на несколько банков, страниц, блоков и каналов. Емкость и разрядность микросхем, используемых в банках, зависит от конструкции системной платы.

Микросхемы памяти характеризуются типом, объемом памяти, структурой и временем доступа к ячейкам.

- *Тип*. Обозначает статическую или динамическую память.
- *Объем*. Показывает емкость микросхемы. Микросхемы DRAM строятся на базе технологии CMOS и прогрессивных технологических конструктивных норм.

Микросхемы DRAM обладают плотной упаковкой элементов и малой мощностью рассеяния.

- *Структура.* Количество ячеек памяти и разрядность каждой из них.
- *Время доступа к памяти.* Характеризуется интервалом времени, в течение которого информация записывается в память или считывается из нее. Если быстродействие процессора можно оценить тактовой частотой, выраженной в МГц, то время доступа к памяти измеряется в наносекундах (нс). Время доступа современных микросхем памяти меньше 7 нс.

Быстродействие компьютера зависит от временных и тактовых соотношений между различными компонентами системной платы.

Тактовая частота процессора превышает частоту на внешней шине и на шине контроллера ОЗУ. Таким образом, основной “тормоз” системы — оперативная память.

Повышение частоты на шине ОЗУ приводит к сокращению времени доступа к памяти и росту быстродействия компьютера. Для минимизации влияния временных соотношений на скоростные возможности системной платы разрабатываются различные варианты построения модулей памяти.

Как отмечалось в главе 2, ОЗУ поставляется для системных плат в виде модулей, с одной или двух сторон которых распаяны микросхемы памяти.

На системной плате смонтированы разъемы для установки в них стандартных модулей памяти следующих основных типов.

- С одной линией контактов — SIMM (Single In-line Memory Module).
- Модулей памяти с двумя линиями контактов — DIMM (Dual In-line Memory Module) (см. рис. 2.29).
- Модулей памяти технологии Rambus — RIMM (Rambus In-line Memory Module).

Существуют модули памяти DRAM также и других технологий — DIP, SIPP, EDO DRAM, Common DRAM и т.д.

В настоящее время в персональных компьютерах используются модули DIMM, которым и посвящен материал этой главы.

Стандартная спецификация Intel PC

Для стандартизации модулей ОЗУ, работающих на частоте 100 МГц и выше, была разработана группа стандартных спецификаций — Intel PC 100, Intel PC 133 и т.д.

Протоколы Intel PC внедрены для применения единого подхода для поддержки компонентами системных плат — чипсетом, микропроцессором и т.д. — временных соотношений и параметров, характерных для модулей памяти определенного стандарта.

Протоколы *Intel PC* имеют несколько классов с инвариантными значениями некоторых временных параметров.



Модули памяти класса PC 133 CL-2 требуют времени ожидания 30 нс, а класса CL-3 требуют трех тактов и начального времени ожидания 45 нс. Вместо модулей памяти ОЗУ PC 133 CL-3 можно использовать модули ОЗУ типа PC 133 CL-2. Заменить же более быстрые модули менее быстрыми не удастся.

Для памяти Rambus также применяется аналогичная система обозначения, например RDRAM (800 МГц) — PC 800.

Для модулей DIMM DDR SDRAM применяется иная система обозначения, в которой быстродействие оценивается не рабочей тактовой частотой ОЗУ, а скоростью передачи данных.

В табл. 5.4 приведены примеры подобных обозначений.

Таблица 5.4. Обозначения и показатели модулей DIMM DDR, DDR2 и DDR3 SDRAM

Спецификация PC памяти	Стандарт памяти	Частота шины памяти, МГц	Пропускная способность шины памяти (один канал), Гбайт/с
PC 1600	DDR 200	100	1,6
PC 2100	DDR 266	133	2,1
PC 2700	DDR 333	166	2,7
PC 3200	DDR 400	200	3,2
PC2 3200	DDR2 400	200	3,2
PC2 4300	DDR2 533	266	4,266
PC2 5300	DDR2 667	333	5,333
PC2 6400	DDR2 800	400	6,4
PC2 8000	DDR2 1000	500	8,0
PC2 8500	DDR2 1066	533	8,533
PC3 6400	DDR3 800	400	6,4
PC3 8500	DDR3 1066	533	8,533
PC3 10600	DDR3 1333	667	10,667
PC3 12800	DDR3 1600	800	12,8

Модуль DIMM SDRAM

Назначение синхронной динамической памяти

Для повышения быстродействия компьютера обмен между процессором и ОЗУ осуществляется данными, сгруппированными в пакеты. Подобный способ обмена предусматривает пересылку по системной шине данных без существенных задержек.

340 Глава 5. От памяти зависит будущее вашего компьютера

Для пакетного обмена было разработано несколько технологий памяти. В настоящее время в персональных компьютерах применяется синхронная динамическая память *SDRAM* (*Synchronous DRAM*) и ее модификации.

Массовый выпуск микросхем SDRAM начался в 1993 году. Первоначально чипы памяти этого типа предлагались в качестве альтернативы для дорогой видеопамяти Video RAM, однако вскоре память SDRAM стала применяться в качестве основного типа ОЗУ, постепенно вытесняя другие разновидности динамической памяти — страничную память (PM DRAM), быструю страничную память (FPM DRAM), память с усовершенствованным выходом (EDO DRAM), пакетную память (BEDO DRAM).

В дальнейшем на основе этой технологии была разработана более эффективная память DDR SDRAM, а затем DDR2 SDRAM и DDR3 SDRAM.

Синхронизация позволяет микросхемам SDRAM выполнять операции независимо от задержек внешних сигналов управления. Внедрение в чип DRAM механизма управления внутренними командами, конвейерной обработки пакетов, регенерации и упрощение схемы сократили накладные расходы времени доступа к ОЗУ.

Технические данные модулей DIMM SDRAM

На системной плате, как отмечалось в этой главе, используются не отдельные микросхемы SDRAM, а модули DIMM SDRAM.

Модули DIMM SDRAM имеют 168 выводов и содержат в контактной области два паза для ключей (подробно представлены на рис. 5.10).

1. Первый ключ определяет три параметра — для дальнейшего использования RFU (Reserved Future Used), организацию регистровой памяти (Registered) и отсутствие буферов (Unbuffered).
2. Второй ключ определяет три параметра — рабочее напряжение 5,0 В, напряжение 3,3 В и резерв.

Значения емкости микросхем и таймингов модуля хранятся в специальной микросхеме *SPD* (*Serial Presence Detect*), а дополнительная информация о модуле хранится в отдельной микросхеме.

Модуль может содержать также отдельные чипы, предназначенные для хранения девятого бита контрольного разряда на каждый байт для реализации контрольной проверки ECC (Error Corrected Code).

Спецификации и параметры модулей DIMM SDRAM рассмотрены в табл. 5.5.

Таблица 5.5. Параметры модулей DIMM SDRAM

Спецификация DIMM SDRAM	Стандарт памяти	Частота шины ввода-вывода, МГц	Количество циклов данных за такт	Скорость передачи данных, Мбайт/с
PC 66	SDRAM	66	1	528
PC 100	SDRAM	100	1	800
PC 100	SDRAM	125	1	1000
PC 133	SDRAM	133	1	1064
PC 133	SDRAM	143	1	1144

Примечание

Для спецификаций DIMM PC 150 или PC 166 применяются стандартные модули PC 133, способные работать на повышенных частотах.

Модуль DIMM DDR

Память DDR SDRAM с удвоенной скоростью передачи

Модули DIMM SDRAM (PC 100, PC 133) в настоящий момент в “чистом виде” не применяются, хотя в интернет-магазине вы сможете их достать.

В результате усовершенствования памяти SDRAM была разработана разновидность синхронной памяти — *удвоенная скорость передачи данных синхронной памяти с произвольным доступом (Double Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory — DDR SDRAM)*.

При использовании DDR SDRAM достигается более широкая полоса пропускания, чем в SDRAM, за счет передачи данных по фронту и срезу сигнала синхронизации (см. рис. 4.2) памяти. Таким образом, количество операций в секунду (значение параметра DTPS) на внешней шине ввода-вывода (или шине FSB) почти удваивается, без увеличения частоты шины памяти.

Промежуточными модификации синхронной памяти были — *SDR SDRAM (Single Data Rate SDRAM)* и *SL DRAM (Synchronous Link DRAM)*.

DDR SDRAM и SDR SDRAM основаны на технологии синхронной обработки сигналов. Основные отличия между ними заключаются в различной организации интерфейса данных и системе синхронизации. Кроме того, в памяти DDR ввод команд тактируется фронтом внешнего синхроимпульса, а данные тактируются как фронтом, так и срезом, поэтому DDR работает на удвоенной частоте системной шины.

SL DRAM — это также синхронная память. Как и DDR, она синхронизирует данные фронтом и срезом тактового импульса. Управляющая информация, как и данные, передается в память пакетами, что сокращает время задержек. Память SL со-

держит расширенный файл программируемых регистров и справляется с обработкой большого числа команд.

Ширина шины памяти DDR SDRAM составляет 64 разряда.

Для обеспечения передачи данных дважды за такт, используется архитектура *2n Prefetch*. Для этой цели внутренняя шина данных DDR SDRAM имеет ширину в два раза больше внешней шины памяти. При передаче данных сначала передается первая половина шины данных по переднему фронту тактового сигнала, а затем вторая половина шины данных по срезу.

Передачу данных между ядром микросхемы DDR SDRAM, буфером ввода-вывода и внешней шиной можно проиллюстрировать на рис. 5.4.

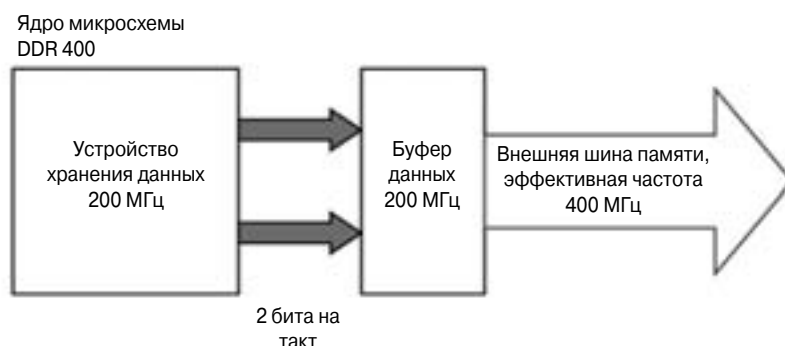


Рис. 5.4. Структура памяти DDR SDRAM



Для расчета максимальной скорости передачи данных по шине памяти заданного типа можно применить следующую формулу — (тактовая частота шины памяти) \times 2 (передача данных дважды за такт) \times 8 (количество байтов, передаваемых за один такт).

Приведем примеры определения скорости передачи данных.

Например, для частоты на шине памяти 100 МГц пропускная способность шины памяти DDR SDRAM будет — $100 \text{ МГц} \times 8 \text{ байт} \times 2 \text{ цикла} = 1600 \text{ Мбайт/с}$, а для частоты 300 МГц — $300 \text{ МГц} \times 8 \text{ байт} \times 2 \text{ цикла} = 4800 \text{ Мбайт/с}$.

Рассмотрим параметры чипов DDR SDRAM.

- **Объем памяти чипа (DRAM density).** Этот параметр записывается в мегабитах, например 256 Мбит — чип объемом 32 Мбайт.
- **Организация (DRAM organization).** Записывается в виде $64\text{М} \times 4$, где 64М — это количество элементарных ячеек хранения (всего 64 млн.), а $\times 4$ — разрядность чипа, т.е. разрядность каждой ячейки.

Чипы DDR бывают x4 и x8, последние стоят дешевле в пересчете на мегабайт объема, но не позволяют использовать некоторые функции памяти.

Технические показатели DIMM DDR SDRAM

Модули DIMM DDR SDRAM содержат несколько одинаковых чипов памяти и конфигурационный чип SPD. На модулях *регистровой (Registered)* памяти дополнительно расположены чипы с регистрами, а на модулях *нерегистровой небуферизированной (Unbuffered)* памяти эти чипы отсутствуют.

- *Количество чипов на модуле DIMM (# of DRAM Devices)* кратно восьми для модулей без выполнения проверки ECC, а для модулей с ECC — кратно девяти. Чипы могут располагаться на одной или обеих сторонах модуля. Максимально на DIMM умещается 36 (9×4) чипов.
- *Количество строк (ранков) (# of DRAM rows (ranks))*. Использование этого параметра можно объяснить следующим образом. Перед обращением к ячейке памяти DDR активируется та строка, в которой находится искомая ячейка, причем в модуле активна только одна строка в одном банке за один доступ. Чем больше строк в модуле, тем чаще в среднем придется закрывать одну строку и активировать другую, что вызовет дополнительные задержки. Типичное число ранков — 1, 2 или 4. Разрядность строки равна разрядности шины памяти и составляет 64 разряда для памяти без ECC и 72 разряда для памяти с ECC.

Как определить объем, разрядность и тип модуля DIMM?

- Для определения объема модуля перемножаем объем одного чипа на число чипов. При использовании контроля ECC это число дополнительно умножается на коэффициент 8/9, поскольку на каждый байт приходится один бит избыточности для контроля ошибок.
- Общая разрядность модуля DIMM равна произведению разрядности одного чипа на количество чипов и равна произведению количества ранков на 64 (72) бита. Таким образом, увеличение количества чипов или использование чипов x8 вместо x4 ведет к увеличению количества ранков модуля.
- Увеличение вдвое по сравнению с DIMM SDRAM пропускной способности памяти повлекло изменение формфактора модулей DIMM DDR. Так, при сохранении тех же размеров модуля число контактов увеличилось с 168 до 184. Изменившееся положение ключа не позволяет вставить модуль DIMM DDR SDRAM в разъем DIMM SDRAM.
- Модули DIMM DDR работают при напряжении питания 2,5 В, в отличие от DIMM SDRAM, которые работают при напряжении питания 3,3 В, что существенно снижает тепловыделение модулей DIMM.

344 Глава 5. От памяти зависит будущее вашего компьютера

- Большинство выпускаемых сегодня чипсетов позволяет использовать модули DIMM DDR SDRAM в двухканальном и даже в четырехканальном режиме, что позволяет увеличить в 2 или 4 раза пропускную способность шины памяти. Для работы памяти в двухканальном режиме требуется 2 (или 4) модуля памяти. Необходимо использовать модули, работающие на одной частоте и имеющие одинаковый объем и тайминги. Рекомендуется использовать абсолютно одинаковые модули.



Тайминг, или *латентность*, — это временная задержка сигнала, которая имеет место при выборке данных из ОЗУ.

Учитывая определенный порядок, в соответствии с которым защелкивается адрес ячейки, выбираются нужные шины строки и колонки, а затем выбранные из ячеек данные передаются на шину ввода-вывода, приходится констатировать, что потери времени на выборку данных из памяти очень существенны. Эти временные задержки так и называются — тайминги и для краткости записывают в виде последовательности $x-x-x$, каждое число x которой представляет временной параметр. Таким образом, от таймингов в значительной степени зависит пропускная способность участка микропроцессор–память и быстродействие компьютера в целом.

На рис. 5.5 изображены модули DIMM DDR 566 (с теплоотражателем) и DDR 600 (без теплоотражателя).



Рис. 5.5. Модули DIMM DDR SDRAM. С теплоотражателем — G.SKILL FC PC4400, а без теплоотражателя — G.SKILL FR PC4800

В табл. 5.6. и 5.7 представлены параметры модулей DIMM DDR SDRAM.

Таблица 5.6. Параметры модулей DIMM DDR SDRAM

Спецификация DIMM DDR SDRAM	Стандарт памяти	Частота шины ввода-вывода, МГц	Количество циклов данных за такт	Скорость передачи данных в одноканальном режиме, Мбайт/с
PC 1600	DDR 200	100	2	1600
PC 2100	DDR 266	133	2	2133
PC 2400	DDR 300	150	2	2400
PC 2700	DDR 333	166	2	2667

Окончание табл. 5.6

Спецификация DIMM DDR SDRAM	Стандарт памяти	Частота шины ввода-вывода, МГц	Количество циклов данных за такт	Скорость передачи данных в одноканальном режиме, Мбайт/с
PC 3000	DDR 366	183	2	2933
PC 3200	DDR 400	200	2	3200
PC 3500	DDR 433	216	2	3466
PC 3700	DDR 466	233	2	3733
PC 4000	DDR 500	250	2	4000
PC 4300	DDR 533	266	2	4266
PC 4400	DDR 566	275	2	4400
PC 4800	DDR 600	300	2	4800

Примечание

Скорость передачи данных в двухканальном режиме вдвое выше, чем в одноканальном.

Таблица 5.7. Временные характеристики модулей DIMM DDR SDRAM

Стандарт памяти	Частота шины памяти, МГц	Частота шины ввода-вывода, МГц	Время цикла, нс	DTPS, млн.
DDR 200	100	100	10	200
DDR 266	133	133	7,5	266
DDR 300	150	150	6,67	300
DDR 333	166	166	6	333
DDR 400	200	200	5	400

Примечания

DTPS (Data Transfer Per Second) — количество данных, передаваемых в секунду.

Модули DIMM DDR2 и DDR3

Устройство памяти DDR2 SDRAM

Стандарт памяти *DDR2 SDRAM* (*Double Data Rate Two Synchronous Dynamic Random Access Memory*) представляет собой более быструю версию синхронной динамической памяти. Эта память была представлена в 2003 году и является усовершенствованием DDR SDRAM.

346 Глава 5. От памяти зависит будущее вашего компьютера

Как и в стандарте DDR SDRAM, в памяти DDR2 SDRAM выборка данных осуществляется в два цикла за такт синхронизации шины памяти. Вместе с тем память DDR2 SDRAM работает на более высоких тактовых частотах синхронизации, чем DDR SDRAM.

Основное отличие DDR2 от DDR — вдвое большая частота работы шины памяти, по которой данные передаются в буфер ввода-вывода данных или предварительной выборки данных (Prefetch). Такая технология называется *Dual Pumping*. В памяти DDR2 применяется четырехразрядная выборка данных в буфер, которая называется 4n-Prefetch. При этом работа самого чипа осталась такой же, что и в памяти DDR, тайминги остались те же, но при большей скорости передачи данных по шине.

Такое устройство памяти DDR2 SDRAM позволяет при частоте ядра, аналогичного памяти DDR SDRAM, удвоить скорость передачи данных. Эффективная частота на шине памяти в этом случае получается вдвое выше. Например, при работе DDR2 SDRAM на частоте 100 МГц эффективная частота на шине 200 МГц.

Технология расширения пропускной способности шины в DDR2 по сравнению с обычной памятью SDRAM называется *четверенной пропускной способностью (Quad Data Rate — QDR)*. В модулях DIMM DDR2 поддерживается обмен четырьмя 8-разрядными пакетами за такт. В результате — на внешней шине ввода-вывода DIMM DDR2 SDRAM пропускная способность вдвое выше, чем у модулей DIMM DDR SDRAM, и вчетверо выше количество операций, выполняемых в секунду, чем на шине памяти с обычной памятью SDRAM.

Технология QDR основана на методе использования дифференциальных пар сигнальных контактов. Этот метод обеспечивает улучшенную передачу сигналов и устранение проблем с помехами.

На системной шине 100 МГц за счет передачи четырех пакетов (32 байта) за такт достигается быстродействие — 3,2 Гбайт/с.

Чипсеты системной платы и процессор должны поддерживать четверенную пропускную способность на шине FSB. Например, при синхронизации системной шины 133 МГц на шине FSB должна поддерживаться частота в четыре раза выше — 533 МГц, а при синхронизации 166 МГц — 667 МГц.

Конструкция модулей DIMM DDR2 SDRAM

Модули DIMM DDR2 SDRAM не являются обратно совместимыми с DIMM DDR, поэтому ключ на модулях DIMM DDR2 расположен в другом месте по сравнению с DIMM DDR и нельзя вставить модуль DIMM DDR2 в разъем DIMM DDR системной платы, не повредив последний.

Разъемы DIMM DDR2 имеют 224 вывода против 184-х у разъемов моделей DIMM DDR.

Модули DIMM DDR2, в отличие от DIMM DDR, используют напряжение питания 1,8 В вместо 2,5 В. Более низкое напряжение позволяет снизить тепловыделение и повысить рабочую частоту модулей.

Модули DIMM DDR2 упакованы в корпус *FBGA (Fine-pitch Ball Grid Array)*. Микросхемы в этом корпусе соединены с подложкой (самим модулем памяти) с помощью близко расположенных шаровых припоев, размещенных на поверхности микросхем

На рис. 5.6 изображены модули памяти DIMM DDR2 SDRAM.

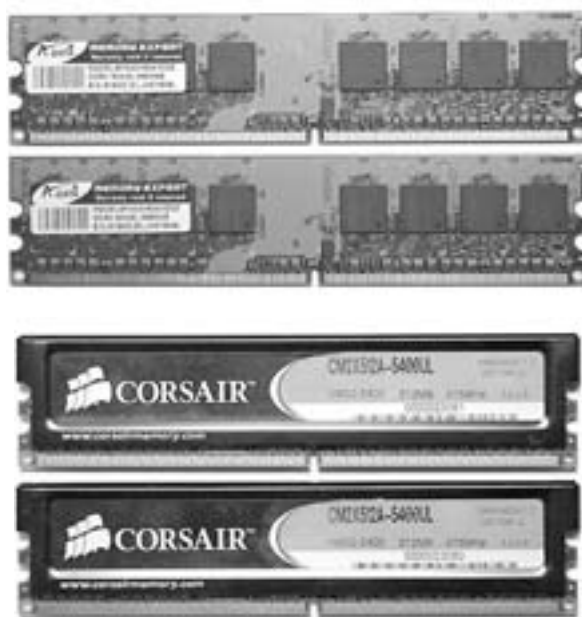


Рис. 5.6. Модули DIMM A-DATA DDR2 800 и Corsair DDR2 667

Технические данные модулей DIMM DDR2 SDRAM

В табл. 5.8 и 5.9 представлены параметры модулей DIMM DDR2 SDRAM.

Таблица 5.8. Параметры модулей DIMM DDR2 SDRAM

Спецификация DIMM DDR2 SDRAM	Стандарт памяти	Частота шины ввода-вывода, МГц	Количество циклов данных за такт	Скорость передачи данных в одноканальном режиме, Мбайт/с
PC2 3200	DDR2 400	200	2	3200
PC2 4200	DDR2 533	266	2	4266

Окончание табл. 5.8

Спецификация DIMM DDR2 SDRAM	Стандарт памяти	Частота шины ввода-вывода, МГц	Количество циклов данных за такт	Скорость передачи данных в одноканальном режиме, Мбайт/с
PC2 5300	DDR2 667	333	2	5333
PC2 5400	DDR2 675	337	2	5333
PC2 5600	DDR2 700	350	2	5600
PC2 5700	DDR2 711	355	2	5700
PC2 6000	DDR2 750	375	2	6000
PC2 6400	DDR2 800	400	2	6400
PC2 7100	DDR2 888	444	2	7100
PC2 7200	DDR2 900	450	2	7200
PC2 8000	DDR2 1000	500	2	8000
PC2 8500	DDR2 1066	533	2	8533

Примечания

Пропускная способность шины памяти в двухканальном режиме вдвое выше, чем в одноканальном.

Таблица 5.9. Временные характеристики модулей DIMM DDR2 SDRAM

Стандарт памяти	Частота шины памяти, МГц	Частота шины ввода-вывода, МГц	Время цикла, нс	DTPS, млн.
DDR2 400	100	200	10	400
DDR2 533	133	266	7,5	533
DDR2 667	166	333	6	667
DDR2 800	200	400	5	800
DDR2 1066	266	533	3,75	1066

Примечание

DTPS (Data Transfer Per Second) — количество данных, передаваемых в секунду.

Чем хороша память DDR3 SDRAM

Память DDR3 SDRAM является составной частью семейства SDRAM. Эта память — усовершенствование памяти стандарта DDR2 SDRAM, она позволяет использовать фронт и срез тактового импульса синхронизации. Она также обеспечивает учетверенную передачу данных в секунду на шине FSB, или внешней шине ввода-вывода.

Таким образом, вполне уместно сравнить память DDR3 SDRAM с ее предшественницей (рис. 5.7).

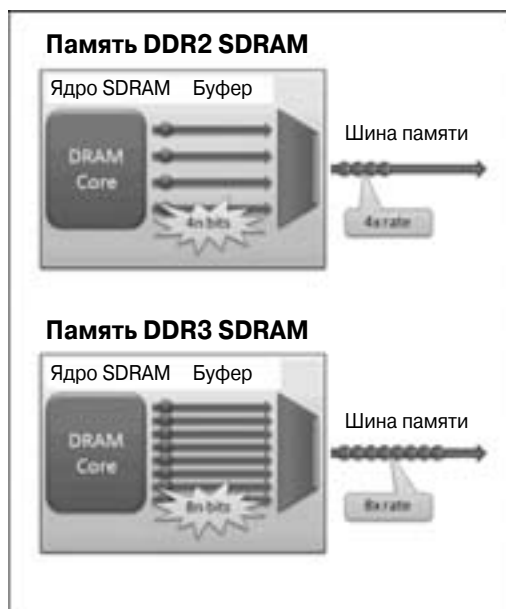


Рис. 5.7. Сравнение структуры памяти DDR3 со структурой памяти DDR2

Основное изменение конструкции памяти, позволившее повысить быстродействие памяти DDR3 по сравнению с DDR2, заключается в удвоении пакета выбранных данных, поступающих непосредственно из устройства хранения данных микросхемы в буфер ввода-вывода.

В то время как в DDR2 SDRAM используется 4-разрядная выборка, в DDR3 SDRAM применяется выборка размером 8-разрядного пакета данных, которая называется 8n-Prefetch.

Таким образом, стандартом DDR3 SDRAM в чипе памяти предусмотрено двукратное увеличение ширины внутренней шины, соединяющей устройство хранения данных (накопитель) и буфер ввода-вывода.

Такая конструкция памяти DDR3 SDRAM позволяет при такой же частоте ядра, как и в обычной DDR2 SDRAM, удвоить скорость передачи данных. Эффективная частота на шине памяти в этом случае удваивается.

Следовательно, частота ядра микросхем памяти DDR3 оказывается в 8 раз меньше частоты внешней шины ввода-вывода и буферов (в DDR2 эта частота была в 4 раза меньше частоты внешней шины).

Таким образом, для достижение памятью DDR3 SDRAM более высоких эффективных частот по сравнению с DDR2 SDRAM возможно без каких-либо серьезных технологических изменений производства микросхем.

С другой стороны, в чипах DDR3 SDRAM возрастает не только пропускная способность памяти, но и тайминги.

Параметры модулей DIMM DDR3 SDRAM

Благодаря технологическим конструктивным нормам 90 нм производства микросхем памяти DDR3 SDRAM рабочие токи и напряжения по сравнению с микросхемами DDR2 снижены (до 1,5 В по сравнению с 1,8 В для DDR2 и 2,5 В для DDR). Для сокращения токов утечки полевых транзисторов в чипах памяти применяется механизм двойного затвора (Dual-gate).

Благодаря этим мерам сокращено потребление энергии на 40%.

Учитывая различное напряжение питания и отличающиеся протоколы DDR2 SDRAM и DDR3 SDRAM, чипы памяти этих стандартов логически не совместимы.

Несмотря на то, что у модулей DIMM DDR2 и DIMM DDR3 одинаковое число выводов — 240, контакты имеют различные сигнальные группы. Разъемы DIMM системной платы, предназначенные для памяти разного типа, отличаются расположением ключа, поэтому установить модуль DIMM DDR3 SDRAM в разъем DIMM для DDR2 и наоборот нельзя.

Модули DIMM DDR3 SDRAM изображены на рис. 2.28 и 2.29.

С техническими данными модулей DIMM DDR3 SDRAM можно познакомиться в табл. 5.10.

Таблица 5.10. Временные характеристики модулей DIMM DDR3 SDRAM

Спецификация DIMM DDR3 SDRAM	Стандарт памяти	Частота шины памяти, МГц	Время цикла, нс	Скорость передачи данных в одноканальном режиме, Мбайт/с	Частота шины ввода-вывода, МГц	DTPS, млн.
PC3 6400	DDR3 800	100	10	6400	400	800
PC3 8500	DDR3 1066	133	7,5	8533	533	1066
PC3 10600	DDR3 1333	166	6	10667	667	1333
PC3 12800	DDR3 1600	200	5	12800	800	1600

Модуль RIMM

Знакомство со стандартной памятью Rambus

Синхронной памяти свойственно несколько ограничений, преодолеть которые позволила технология Rambus. Этот стандарт был предложен компанией Rambus Inc. и поддержан Intel Corporation. В настоящее время стандартная память технологии Rambus развивается благодаря усилиям этого альянса, а также ведущих мировых производителей электронных компонентов — Micron, Samsung, Toshiba и др.

Базовый вариант памяти *RDRAM (Rambus DRAM)* основан на архитектуре обычной SDRAM. В качестве ядра в RDRAM используется SDRAM, работающая на частоте 100 МГц. RDRAM организована в многобанковую структуру, ширина шины данных которой 128 разрядов. Таким образом, пропускная способность шины этой памяти по сравнению с PC 100 удвоена и составляет 1,6 Гбайт/с.

Ширина интерфейса RDRAM, через который память взаимодействует с контроллером памяти, уменьшена по сравнению с SDRAM в 4 раза — с 64 до 16 разрядов. Это позволило значительно повысить тактовую рабочую частоту, на которой функционирует память Rambus. Данные передаются по два пакета за такт. Поэтому пропускная способность шины памяти RDRAM во много раз превышает этот параметр шины памяти SDRAM.

DRDRAM (Direct Rambus DRAM) — другая разновидность быстрой динамической памяти с произвольным доступом. Основу архитектуры Rambus составляют банки памяти, “пронизанные” скоростным каналом. Канал представляет собой электрическую шину, подключающую элементы памяти к контроллеру и разъемам (рис. 5.8). Канал входит в модуль на одном конце, проходит через все чипы и выходит на другом конце модуля.

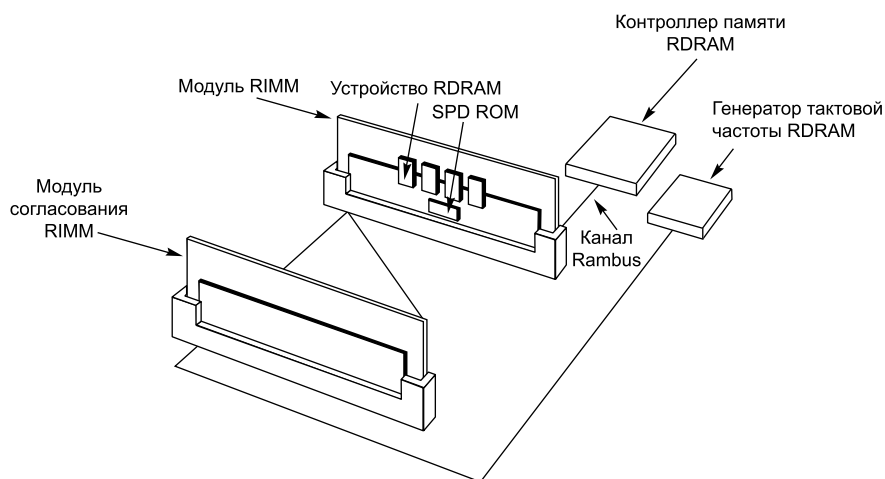


Рис. 5.8. Размещение модулей памяти Rambus в системе

Шина данных синхронизируется от внешнего источника 400 МГц, как и память DDR SDRAM фронтом и срезом, благодаря чему тактовая частота синхронизации памяти достигает 800 МГц. Пропускная способность 16-разрядной шины памяти DRDRAM составляет 1,6 Гбайт/с для одного канала и до 6,4 Гбайт/с для четырех каналов.

Широкая шина и высокая частота значительно повышают эффективность использования DRAM, максимально освобождая пути данных от временных задержек.

Значительные усовершенствования в DRDRAM коснулись структуры и организации банков памяти. Если модуль DIMM SDRAM содержит всего лишь четыре банка, то микросхема DRDRAM 128-Мбит располагает 32 банками.

Современные модули RIMM (*Rambus In-line Memory Module*) могут содержать до 128 банков памяти Rambus.

Один канал DRDRAM может использовать всего 72 сигнальных выводов. Традиционной 128-разрядной архитектуре памяти, которая сможет обеспечить полосу пропускания, эквивалентную одному каналу RDRAM, требуется около 240 выводов.

Кроме DRDRAM существуют еще две приблизительно одинаковые разновидности памяти Rambus — *Base Rambus* и *Concurrent Rambus DRAM*, которые отличаются от DRDRAM.

Когда речь идет о памяти типа Rambus, подразумевают разновидность RDRAM.

В табл. 5.11 представлены параметры модулей RIMM памяти RDRAM.

Таблица 5.11. Параметры модулей RIMM RDRAM

Спецификация модулей RIMM	Стандарт памяти	Формат модуля	Частота шины ввода-вывода, МГц	Количество циклов данных за такт	Ширина шины данных, байт	Скорость передачи данных, Мбайт/с
PC 600	RIMM 1200	RIMM-16	300	2	2	1200
PC 700	RIMM 1400	RIMM-16	350	2	2	1400
PC 800	RIMM 1600	RIMM-16	400	2	2	1600
PC 1066	RIMM 2100	RIMM-16	533	2	2	2133
PC 1200	RIMM 2400	RIMM-16	600	2	2	2400
PC 800	RIMM 3200	RIMM-32	400	2	4	3200
PC 1066	RIMM 4200	RIMM-32	533	2	4	4266
PC 1200	RIMM 4800	RIMM-32	600	2	4	4800
PC 800	RIMM 6400	RIMM-64	400	2	8	6400
PC 1066	RIMM 8500	RIMM-64	533	2	8	8533
PC 1200	RIMM 9600	RIMM-64	600	2	8	9600

Что представляют модули RIMM

Модули RIMM — платы с двусторонним монтажом. Стандартный модуль RIMM содержит 184 контакта и конструктивно отличается от модулей DIMM.

Шина данных модуля RIMM включает 16 разрядов (без поддержки кода коррекции ошибок) или 18 разрядов (с поддержкой кода коррекции ошибок).

Разъем памяти Rambus *RRC* (*Rambus RIMM Connector*) и модуль RIMM отличаются от DIMM. Габаритные размеры модуля 133,5 31,88 1,37 мм аналогичны DIMM, однако механические характеристики ключей не совпадают.

RIMM содержит два ключа, которые предотвращают неправильную установку в разъем, а с другой стороны — указывают рабочее напряжение. Положение первого ключа зафиксировано, а другой ключ расположен на некотором удалении от первого. Отметим, что буферизированные модули DDR DIMM также содержат два ключа.

Разъем модуля RRC (рис. 5.9) изготавливается из черного термостойкого материала и маркируется лазером “RIMM Connector” с указанием позиций сторон А/В и ключа начала отсчета выводов.



Рис. 5.9. Разъем модуля RRC и заглушка CRIMM

Модули RIMM подключаются последовательно (один за другим) к контроллеру памяти и тактовому генератору, расположенным в чипсете.

Каждый новый модуль RIMM должен подключаться непосредственно за последним установленным. Согласно спецификации RIMM, на системной плате не должно оставаться пустых разъемов памяти — они заполняются заглушками *CRIMM* (*Continuity RIMM*) (см. рис. 5.9).

Печатная плата, на которой монтируются микросхемы, помещается в специальный корпус, защищающий ее от механических воздействий и сторонних электромагнитных излучений.

Модули RIMM и CRIMM имеют позолоченные контакты. Модули рассчитаны на 24-разовую установку-извлечение, после этого надлежащее состояние контактов не гарантируется.

Конструктивные особенности модулей DIMM

Типы модулей DIMM

Контакты, расположенные на разных сторонах модуля DIMM, независимы, в отличие от SIMM, где симметричные контакты, расположенные на разных сторонах модуля, замкнуты между собой и передают одни и те же сигналы. Модуль DIMM имеет 64 (без контроля четности) или 72 (с контролем по четности или коду ECC) линии передачи данных, в отличие от SIMM с 32 линиями.

Модули DIMM бывают трех типов — с чипами памяти SDRAM, DDR SDRAM, DDR2 SDRAM и DDR3 SDRAM.

Стандартный модуль DIMM SDRAM имеет 168 выводов, содержат по одному радиусному пазу с каждой стороны и два паза в области контактов (рис. 5.10).

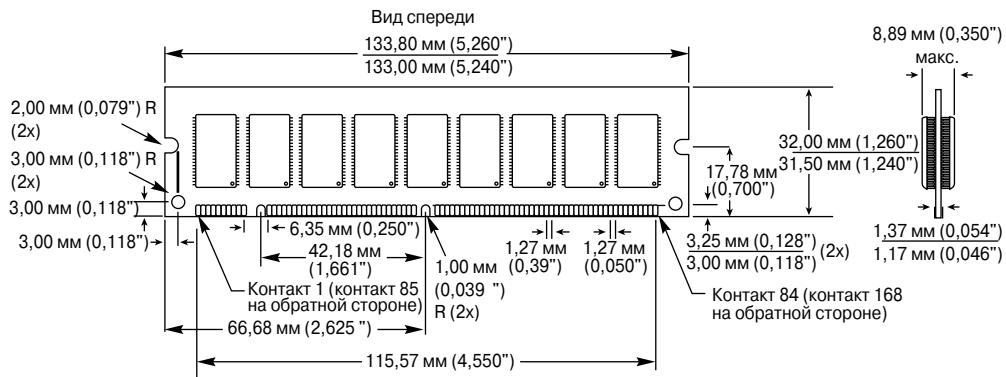


Рис. 5.10. Элементы модуля DIMM SDRAM 168 контактов

Модули DIMM DDR SDRAM имеют 184 вывода, содержат по два паза с каждой стороны и только один паз в области контактов (рис. 5.11).

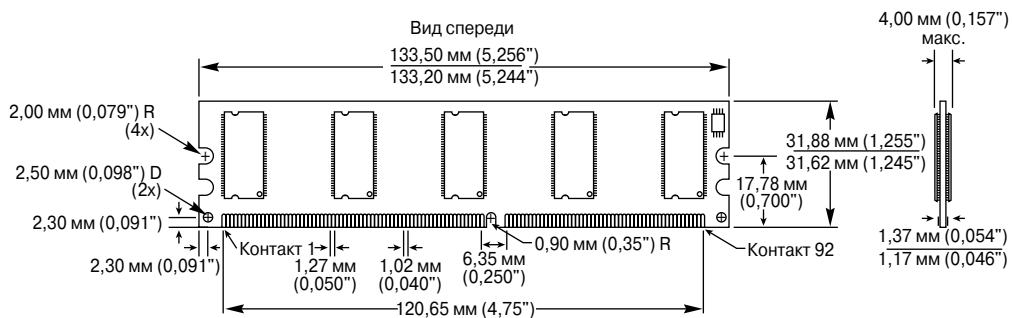


Рис. 5.11. Элементы модуля DIMM DDR SDRAM 184 контакта

Ключ в области контакта указывает на используемое напряжение.

Два паза по обе стороны модуля предназначены для обеспечения совместимости с разьемами памяти разного профиля. Расположение ключа (слева, в центре или справа от промежутка между 52-м и 53-м контактами) не только соответствует определенному напряжению, но и предотвращает установку модуля в не подходящий для него разъем.

Модули DIMM DDR2 имеют 240 выводов, два паза на правой и левой стороне модуля и один в центре контактной области модуля. Длина тракта модулей DIMM этого типа может быть 64 разряда (без контроля четности) или 72 разряда (с контролем четности или поддержкой кода коррекции ошибок ECC) (рис. 5.12).

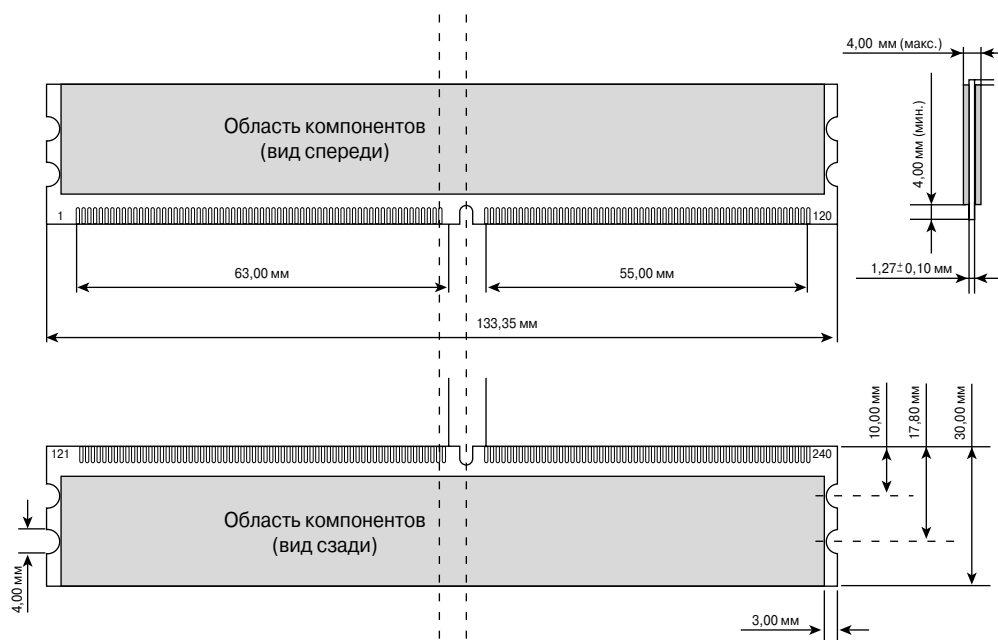


Рис. 5.12. Элементы модуля DIMM DDR2 SDRAM 240 контактов

Два ключа на каждой стороне модуля обеспечивают совместимость модулей с низко- и высокопрофильными фиксаторами разъемов системной платы. Ключ соединителя смещен по отношению к центру модуля DIMM во избежание установки модуля обратной стороной в разъем. Метка ключа размещена в центре между контактами 64 и 65 передней стороны модуля (между контактами 184 и 185 на задней стороне). Все модули DIMM DDR2 работают с напряжением 1,8 В, поэтому ключ напряжения отсутствует.

На каждой стороне платы DIMM расположены различные выходы сигнала, поэтому модули DIMM называются модулями памяти с двухрядным расположением выводов. Вместе с тем название DIMM отображает наличие в модуле двух банков

памяти. Микросхемы в модулях DIMM могут устанавливаться с одной либо с двух сторон платы.

Существует три модификации модулей DIMM SDRAM и DDR SDRAM — буферизированные, небуферизированные и регистровые.

Буферизированная память оснащена дополнительной цепью буферизации, размещенной между микросхемами памяти и контактными выводами, которая выравнивает или буферизирует передаваемые сигналы. Практически все системные платы, разработанные для использования памяти SDRAM или DDR SDRAM, требуют установки небуферизированных или регистровых модулей.

Буферизированные модули дорогие и встречаются редко.

Многие системные платы разработаны для поддержки небуферизированных модулей памяти. Модули этого типа обладают средствами защиты от помех. Это наиболее дешевый, эффективный и быстродействующий тип модулей. К недостаткам этих модулей относится то, что для системной платы определено допустимое количество модулей. Установка двух банков памяти в некоторых системах и при определенных условиях может быть запрещена.

Для реализации поддержки большого объема ОЗУ требуется *регистровая память*. Чипы на модулях содержат регистровую память, которая служит буфером между чипами ОЗУ и контроллерами чипсета. Регистры собирают и хранят поступающие в модули со всех направлений системной платы данные. Таким образом, запись в память откладывается, что позволяет системе обработать большее число данных.

Организация контроля достоверности записи данных в памяти

Модули DIMM могут содержать специальный механизм, который для наиболее ответственных данных осуществляет контроль достоверности записи в ОЗУ.

В модулях DIMM может применяться технология контроля четности или *проверка кодов коррекции ошибок (Error Correcting Code — ECC)*.

Контроль четности — это одна из стандартных процедур, введенных IBM, в соответствии с которой информация в банках ОЗУ хранится фрагментами не по восемь, а по девять разрядов, причем восемь из них хранят данные, а девятый называется *битом четности (parity)*.

Использование девятого бита позволяет схемам управления памятью на аппаратном уровне контролировать целостность каждого байта данных. Если обнаруживается ошибка, то работа компьютера останавливается и на экран выводится сообщение о неисправности.

При обнаружении ошибки схема контроля четности на системной плате формирует *немаскированное прерывание (Non-Maskable Interrupt — NMI)*.



После появления сообщения об ошибке вы можете нажать клавишу <S>. При этом схема контроля четности отключается и программа продолжает выполняться с того места, где возникло NMI. Если вы нажмете клавишу <R>, вы перезагрузите компьютер и потеряете всю несохраненную информацию. Нажатие любой другой клавиши позволит возобновить работу компьютера с включенным контролем четности.

Коды коррекции ошибок ECC позволяют исправить ошибку в одном разряде и обнаружить ее в двух разрядах. Поэтому модули DIMM, в которых предусмотрена проверка данных кодом ECC, в случае ошибки в одном разряде может работать без прерывания, причем данные не будут искажены.

Для организации системы ECC для каждых 32 разрядов данных в коды коррекции ошибок потребуется ввести дополнительно семь контрольных разрядов при четырехбайтовой и восемь — при восьмибайтовой организации памяти.

Маркировка модулей памяти

Обозначения на модулях памяти встречаются различные. Маркировка модуля зависит от производителя элементной базы.

На рис. 5.13 приведен один из примеров маркировки модуля.

На приведенном примере обозначения можно расшифровать следующим образом.

Обозначение -75 соответствует быстродействию микросхемы, выраженному в наносекундах. В данном случае это 7,5 нс, или 133 МГц.

Номер компонента обычно содержит указания на тип и емкость модуля памяти. В данном случае номер MT48LC8M8A2TG-75L расшифровывается следующим образом:

- MT — Micron Technologies;
- 48 — SDRAM;
- LC — CMOS 3,3 В;
- 8M8 — 8 миллионов строк × ширина 8 разрядов;
- A2 — версия устройства;

Примеры более “прозрачной” маркировки представлены на рис. 5.14.

Информация о параметрах модуля изображается на наклейке. Наклейка содержит наименование, тип, объем и тайминги DRAM.

Для идентификации модулей памяти можно воспользоваться услугами утилит Hwinfo или SiSoftware Sandra или познакомиться с содержимым информационных веб-страниц компаний — изготовителей модулей памяти.

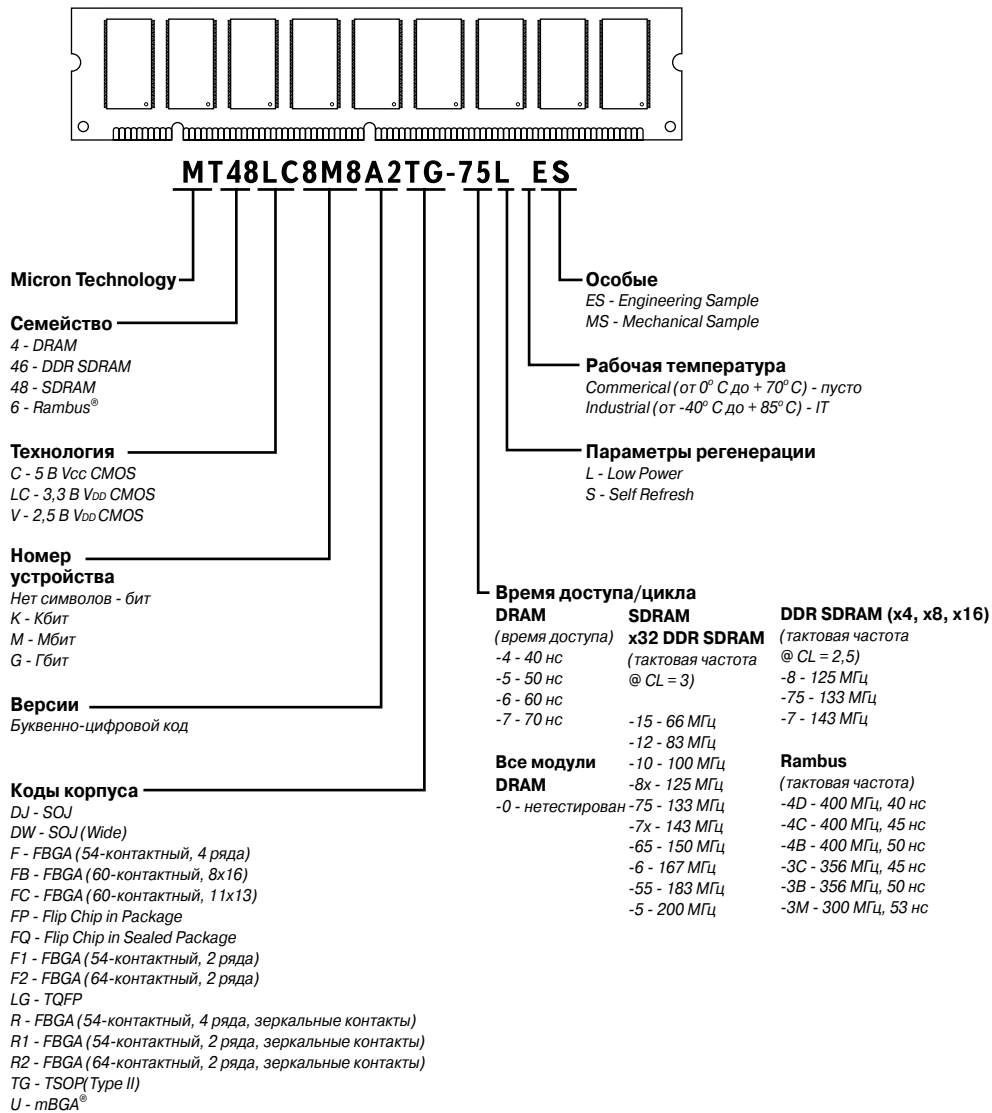


Рис. 5.13. Пример маркировки модуля памяти



Рис. 5.14. Примеры маркировки модулей DIMM DDR SDRAM