

Все про DiskOnChip® 2000

Андрей Кузнецов

Представлены аппаратные и программные средства, предназначенные для создания малогабаритных накопителей информации на базе флэш-памяти.

Немного истории

Немногие устройства для записи данных могут похвастаться такой способностью привлекать внимание разработчиков электронной аппаратуры так долго, как это делает DiskOnChip (DOC) производства израильской фирмы M-Systems. Первая версия DOC (рис. 1) появилась в 1993 году и практически сразу этот тип флэш-дисков начал применяться во встраиваемых компьютерах различных изготовителей. Идея создателей DOC была гениально проста — заменить стандартную микросхему BIOS в корпусе DIP 28/32 на флэш-диск в таком же корпусе и с таким же интерфейсом. Столь остроумное решение проблемы жестких дисков для встраиваемых систем не осталось без внимания и было отмечено в 1994 году журналом Embedded Design News наградой Innovation Of The Year. Первые версии DOC имели объем 1 или 2 Мбайт и перед установкой в систему нуждались в предварительной записи при помощи специализированного программатора. Несмотря на скромную стоимость дополнительного оборудования, ошеломляю-



Рис. 1. Первая версия DiskOnChip появилась в 1993 году

щего успеха DOC не имел. Причин, на мой взгляд, было несколько: достаточ-

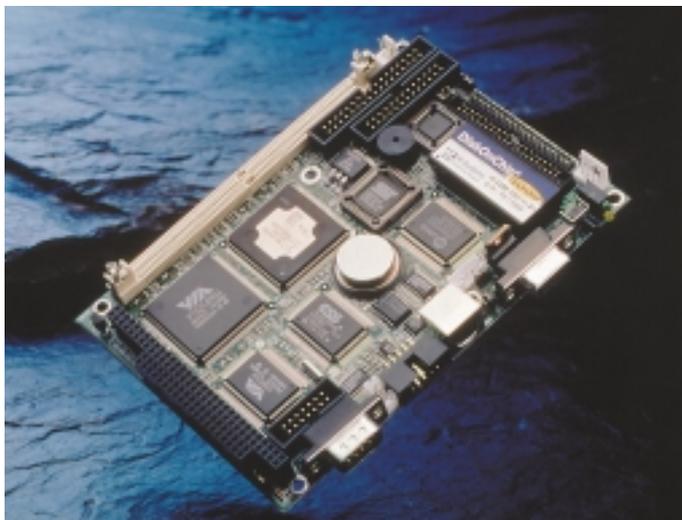


Рис. 2. DiskOnChip® 2000 в одноплатном компьютере производства Advantech

но скромная емкость, невозможность простой адаптации для работы с операционными системами, помимо DOS и Windows, невозможность работать просто без ОС, и, самое главное, при переносе BIOS на DOC иногда возникали проблемы с начальной загрузкой системы. Нельзя не отдать должное M-Systems, которая безвозмездно предлагала разбираться с каждым конкретным случаем «несовместимости» DOC и BIOS. Однако все эти проблемы энтузиастам потенциальным потребителям прибавляли. Разработчикам были нужны флэш-диски — простые, с точки зрения интерфейса, с емкостью не менее 4-8 Мбайт, легко программируемые, с размерами обычных микросхем ПЗУ и к тому же дешевые.

Второе рождение

Инженеры M-Systems не заставили долго себя упрашивать, и 17 марта 1997 года состоялось второе рождение DOC. Первое, чем поразил DiskOnChip® 2000 (DOC 2000), была его максимальная емкость 24 Мбайт, с обещанным увеличением ее к концу 1997 года до 72 Мбайт. Кстати, это капиталистичес-

кое обязательство было выполнено в срок, а в ближайшее время ожидается появление DOC 2000 с емкостью 144 Мбайт. Мечта разместить Windows в пределах одной микросхемы флэш-памяти стала реальностью. Вторым сюрпризом было более чем двукратное уменьшение удельной стоимости флэш-диска в пересчете на 1 Мбайт. Похоже, прогноз «1 доллар за 1 Мбайт флэш-диска» в 2000 году может выполняться. Но самым главным изменением был отказ от совмещения функций микросхемы BIOS и флэш-диска в одном корпусе. Это автоматически избавило заказчиков от необходимости применять дополнительный программатор — все DOC 2000 поставляются в отформатированном виде с предварительным записанным программным обеспечением TrueFFS®/FTL. Новый DOC 2000 оказался настолько функционально оптимален, что в конце 1997 года разразился настоящий бум применений DOC 2000 в различных встраиваемых компьютерах (рис. 2). Сегодня уже сложно отыскать производителя встраиваемых компьютеров, не предусмотревшего в своих изделиях 32-контактного гнезда для установки DOC 2000. Российские умельцы тоже не обошли DOC 2000 своим вниманием и приспособили его для работы в сетевых «бездисковых» компьютерах: выяснилось, что DOC 2000 прекрасно устанавливается в большинство сетевых адаптеров вместо ПЗУ удаленной загрузки.

Как подключить DOC 2000?

Принимая во внимание любознательность и дотошность российских инженеров, приводим схему правильного подключения DOC 2000 к микропроцессорной шине (рис. 3). Из схемы видно, что никаких отличий между хорошо известным всем инженерам подключением обычной ИМС ПЗУ и DOC нет. Главным условием является обеспечение доступа к DOC через окно размером 8 кбайт в адресном пространстве расширений BIOS, под которое обычно отводится диапазон адресов от 0C8000H до 0E0000H. На схеме показан пример подключения DOC 2000 через окно 8 кбайт, однако DOC 2000 допускает

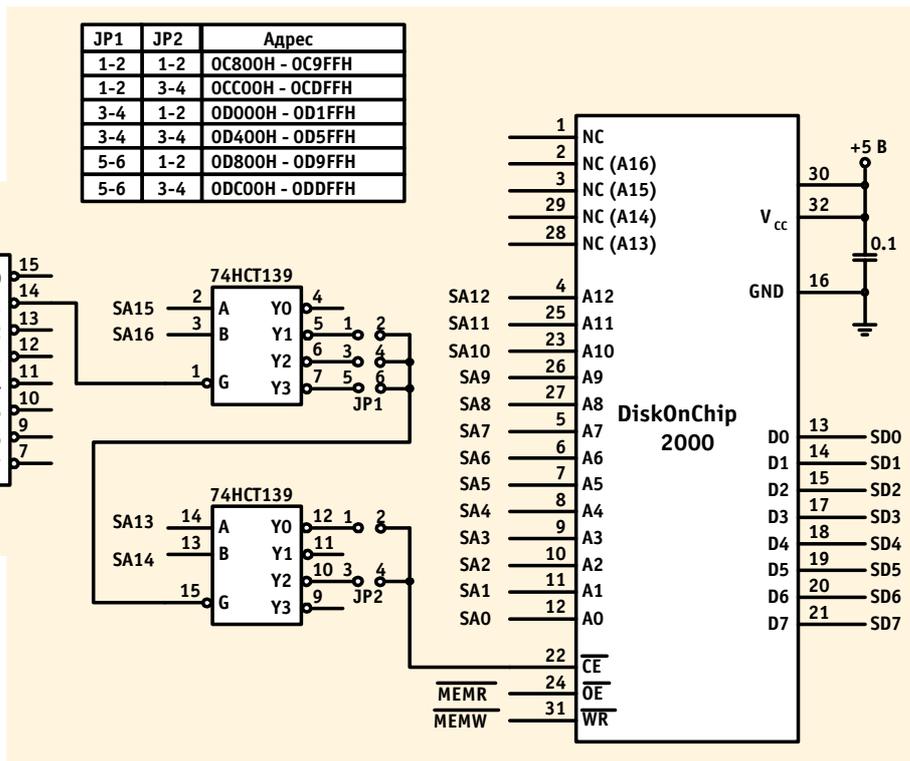


Рис. 3. Принципиальная схема подключения DOC 2000 к микропроцессорной шине

работу и через большие окна памяти, например 32 или 64 кбайт. Назначение выводов DOC 2000 показано на рис. 4. Процесс установки DOC 2000 в IBM PC совместимый компьютер включает следующие простые шаги.

1. Установите DOC 2000 в гнездо DIP 32 на плате процессора. Это следует делать внимательно, поскольку неправильная установка приводит к необратимому выходу из строя DOC 2000.
2. Чтобы DOC 2000 был опознан системой как диск С в системе без НЖМД, нужно в CMOS Setup установить значение для С «Not installed» и перезагрузить компьютер. После этого DOC 2000 появится в системе как диск С.
3. Для того чтобы DOC 2000 стал выполнять функции устройства начальной загрузки, потребуется загрузочная дискета с DOS и подключенный НГМД. После загрузки системы с диска А нужно будет выполнить стандартную команду SYS С: для переноса системных файлов на DOC 2000 и скопировать необходимые файлы DOS на диск С. После этого DOC 2000 превращается в устройство начальной загрузки.
4. Никаких изменений в config.sys или autoexec.bat не требуется.

Чтобы DOC 2000 был опознан системой как диск D в системе с НЖМД, никаких изменений в CMOS Setup де-

лать не нужно. Просто перезагрузите компьютер после установки DOC 2000, и он появится в системе как диск D. Чтобы DOC 2000 был опознан системой как первый диск в системе с НЖМД, нужно выполнить следующие действия.

1. Убедитесь, что DOC 2000 корректно опознается системой как диск D.
2. Запустите утилиту UPDATE D: /FIRST /S:DOC2000.EXB
3. После перезагрузки системы DOC 2000 появится как диск С.

Как уже отмечалось ранее, DOC 2000 поставляется со встроенным

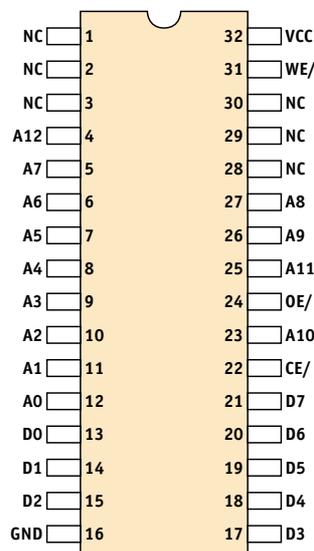


Рис. 4. Назначение выводов DOC 2000

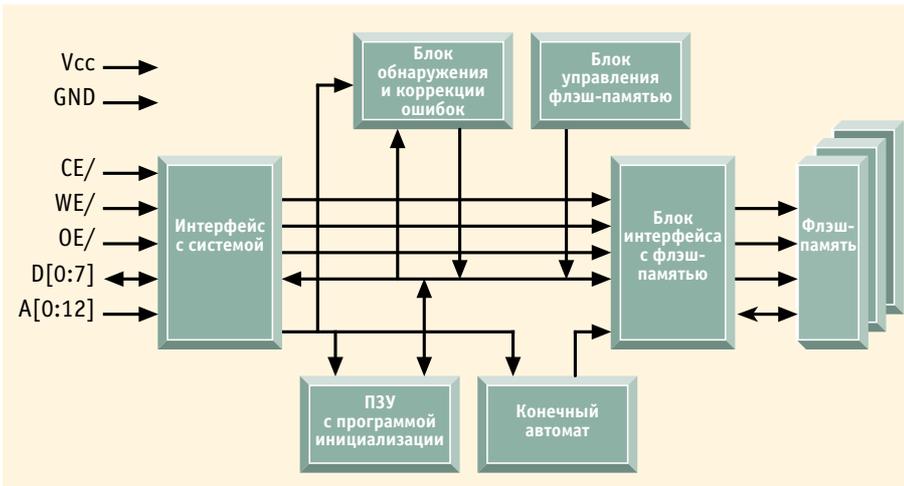


Рис. 5. Блок-схема внутреннего устройства DOC 2000

программным обеспечением для работы в DOS и Windows 95/98. Недавно начались поставки DOC для одноплатных компьютеров PCM-4825/23 с предустановленной WindowsCE. В случае использования этих операционных систем достаточно просто установить DOC в соответствующее гнездо на процессорной плате и в системе появится дополнительный жесткий диск. Особо стоит отметить, что DOC 2000 может выполнять все мыслимые для традиционных НЖМД функции: быть единственным диском в системе, быть загружаемым диском совместно с традиционными НГМД и НЖМД, а также выполнять функции второго НЖМД. Практически нет проблем и с QNX, хотя DOC 2000 не поставляется с предустановленной поддержкой QNX. Для совместной работы с операционными системами QNX и Linux необходимо выполнить несложную операцию записи бесплатно поставляемого образа диска в DOC 2000 при помощи специальной утилиты. Некоторые проблемы возникают при попытке использовать DOC 2000 в компьютерах без операционных систем или с программным обеспечением оригинальной разработки. Инструментальные средства для подключения DOC 2000 к таким системам существуют, но поставляются только для крупных серийных производителей оборудования (ОЕМ), закупивших не менее 10 тысяч штук DOC 2000.

Специально для разработчиков систем, всевозможных экспериментов и отладочных работ с DOC 2000 фирма M-Systems предоставляет специальный комплект DiskOnChip EVB с шиной ISA для работы в составе обычного персонального компьютера. В комплект входят интерфейсная плата с гнездом DIP

32 для DOC 2000, подробная документация и программное обеспечение.

TrueFFS — в двух словах

Как уже упоминалось, DOC 2000 программно эмулирует функции НЖМД.

Эту задачу выполняет программное обеспечение TrueFFS разработки M-Systems. В первую очередь, TrueFFS максимально упрощает довольно сложный алгоритм записи во флэш-память и организацию файловой структуры. С точки зрения программиста, работа с флэш-памятью становится такой же, как в случае с традиционными НЖМД. TrueFFS работает как драйвер устройства с блоковой организацией под управлением операционной системы. TrueFFS обеспечивает полную совместимость с другими дисковыми накопителями и нормально работает со всеми служебными программами для них. TrueFFS позволяет равномерно использовать ресурс флэш-памяти по записи и обеспечивает стирание/объединение свободных блоков флэш-памяти в фоновом режиме. Это позволяет максимально ускорить процесс записи информации, поскольку флэш-память допускает запись только в предварительно стертые блоки.

Таблица 1. Основные технические параметры DOC 2000

Параметр	Величина
Емкость, Мбайт	От 2 до 144
Пиковая скорость чтения/записи, Мбайт/с	13,3
Скорость записи установившаяся*, кбайт/с	550
Скорость чтения установившаяся*, Мбайт/с	1,4
Среднее время наработки на отказ, млн. часов	1,5
Напряжение питания, В	3,3 или 5
Номинальный потребляемый ток в режиме ожидания, мкА	20
Номинальный потребляемый ток в режиме чтения/записи, мА	8
Диапазон рабочих температур стандартный	От 0 до +70°C
Диапазон рабочих температур расширенный	От -45 до +85°C

* Для шины ISA без тактов ожидания

Таблица 2. Сравнение DOC 2000 и флэш-памяти Intel

Параметр	DiskOnChip 2000	28F160S3, 28F320S3
Технология	NAND	NOR
Методы увеличения емкости диска и совместимость	1. Полная совместимость по интерфейсу всех версий DOC 2000 (простой DIP 32) 2. Никаких изменений в топологии печатной платы при переходе на DOC большей емкости	1. Для увеличения емкости необходима распайка дополнительных ИМС 2. Переход на ИМС другого типа (большей емкости) требует изменения топологии печатной платы
Дополнительные управляющие ИМС и цепи	Одна линия «выбор кристалла», как правило, уже имеющаяся	Регистры состояния, управления и генератор нескольких сигналов «выбор кристалла»
Затраты на конструирование интерфейса и программное обеспечение	Минимальные, особенно для основных операционных систем. Простейший интерфейс ИМС ПЗУ	Значительные на разработку специализированной интерфейсной схемы и программного обеспечения
Время доступа при чтении, нс	85	100-110
Буфер для записи	512 байт	32 кбайт
Время записи 1 байта, мкс	0,4	2,7
Допустимое число циклов стирания одного блока	10 ⁶	10 ⁵
Коррекция ошибок	Есть, аппаратная	Нет
Максимальный потребляемый ток в режиме чтения/записи, мА	45	65

Внутреннее устройство DOC 2000

Давайте попробуем более детально разобраться с внутренним устройством и принципом работы DOC 2000 (рис. 5). Система видит DOC 2000 как обычное ПЗУ через интерфейс, управляемый сигналами процессорной шины (чтение, запись, шина адреса/дан-

Просто факты

Поскольку инженерам свойственно выбирать оборудование и комплектующие, опираясь исключительно на цифры технических характеристик, далее приведены несколько сравнительных таблиц. В табл. 1 даны наиболее важные технические характеристики DOC 2000. В табл. 2 приводится срав-

более жестких условиях эксплуатации, чем стандартные дисковые накопители. Кроме того, для большинства встраиваемых систем не требуются накопители большой емкости (≤ 40 Мбайт), а в этом случае флэш-диски превосходят своих механических собратьев не только по техническим, но и по экономическим показателям.

Таблица 3. Сравнение DOC 2000 и традиционных НЖМД

Параметр	DiskOnChip 2000	НЖМД
Размеры	45 × 18 × 6 мм	Конструктив 2,5" или 3,5"
Масса, г	10	200-600
Надежность	1. Механических частей нет, только твердотельная память 2. Высокая устойчивость к ударам и вибрациям 3. Устойчивость к низким давлениям, влажности и пыли	Сложная механическая конструкция, не выдерживающая ударов и жестких условий эксплуатации
Среднее время наработки на отказ	Более 1,5 млн. часов	Около 400 тыс. часов
Рабочий температурный диапазон	-45 ... +85°C	+5 ... +50°C
Цена	Для дисков до 40 Мбайт ниже, чем НЖМД	
Емкость	До 144 Мбайт, в будущем — более 1 Гбайт	Менее 1 Гбайт уже не поставляется
Потребляемая мощность	Менее 250 мВт	Не менее 1,5 Вт, пиковые токи при старте

ных и сигнал выбора), управляющий соответствующими сигналами внутри флэш-диска. Внутри DOC 2000 находится ПЗУ с программой начальной инициализации, при помощи которого происходит начальная загрузка TrueFFS из массива флэш-памяти. Такое ПЗУ является неизбежной необходимостью, поскольку в DOC 2000 применена флэш-память типа NAND, к которой обычный доступ при помощи линейной адресации невозможен. После загрузки из ПЗУ программа начальной инициализации переводит в исходное состояние конечный автомат и все внутренние управляющие регистры флэш-диска, после чего считывает из флэш-памяти драйвер TrueFFS и передает ему управление. Блок интерфейса флэш-памяти предусматривает подключение нескольких устройств флэш-памяти. Немаловажным достоинством DOC 2000 является наличие встроенного блока обнаружения и коррекции ошибок.



Рис. 6. DiskOnChip® Millennium в корпусе DIP и TSOP II

нение параметров DOC 2000 и реализации флэш-диска на традиционных микросхемах флэш-памяти фирмы Intel 28F160S3 и 28F320S3, а в таблице 3 сравниваются DOC 2000 и традиционные НЖМД. Из приведенных данных видно, что флэш-диски являются весьма перспективными накопителями информации для промышленных и других специальных систем, так как способны надежно работать в гораздо

Последние новости

Несмотря на впечатляющие успехи в дискостроении, инженеры из M-Systems не спешат почивать на лаврах и продолжают радовать нас новыми изделиями. В конце 1998 года было объявлено о двух новых разработках в семействе DiskOnChip – флэш-диске в виде модуля DIMM (DiskOnChip® DIMM) и DiskOnChip® Millennium (рис. 6). Последний выпускается в двух модификациях корпуса, DIP и TSOP. DiskOnChip® DIMM имеет конструктив 72-контактного стандартного модуля памяти SO DIMM и емкость от 2 до 160 Мбайт. Во втором квартале 1999 года обещано появление версии с емкостью 320 Мбайт. Диски серии Millennium пока имеют емкость 8 Мбайт. Начало их массового производства намечено на второй квартал 1999 года. При внешней схожести с DOC 2000 Millennium имеет некоторые довольно полезные отличия, такие как возможность каскадного включения до 4 дисков одновременно, более устойчивые к помехам линии сигналов управления, возможность работы с более быстрыми шинами. Millennium в миниатюрном 32-контактном корпусе TSOP – прекрасное решение для тех устройств, где прежде всего важна компактность.

Единственное, о чем нет смысла говорить в этой статье, это цены на DiskOnChip. Технологии флэш-памяти развиваются столь стремительно и конкуренция среди фирм-производителей микросхем столь высока, что цены на флэш-диски снижаются чуть ли не ежеквартально. Вполне вероятно, что к 2000 году обещанный рубеж 1 доллар за мегабайт действительно будет покорен. Пора думать о будущем и закладывать в свои разработки DOC 2000, господа инженеры. ●