

# СТАНДАРТИЗАЦИЯ ФЛЭШ-ПАМЯТИ В КАРТАХ PCMCIA

Андрей Кузнецов

Рассматривается стандарт Flash Translation Layer (FTL) для карт флэш-памяти PCMCIA.

Стремительный рост производства мобильных и портативных компьютеров на фоне стабильности стандарта PCMCIA увеличивает спрос пользователей на память с быстрым доступом и низким энергопотреблением в формате PCMCIA. В отличие от своего стационарного собрата мобильный компьютер должен обеспечивать быстрый доступ к данным, иметь небольшой размер и вес, а в большинстве случаев иметь также повышенную прочность и съемные накопители информации.

Так как карты памяти PCMCIA по своей природе являются компактными съемными накопителями информации, они должны удовлетворять еще одному требованию – возможности для одного компьютера считывать информацию, записанную на карту другим компьютером, то есть система чтения должна быть способна определить, как информация хранится на карте, для того чтобы осуществить доступ к ней.

Сейчас на рынке памяти PCMCIA есть несколько конкурирующих технологий, среди которых основным кандидатом на лидерство является флэш-память. Компания M-Systems наряду с другими

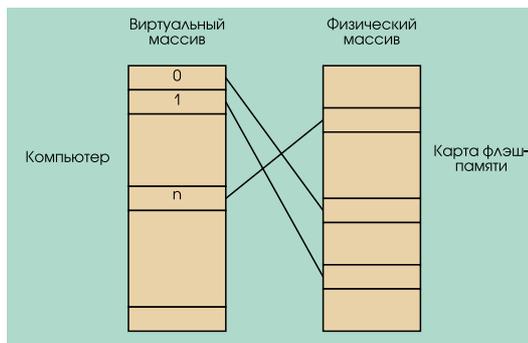
фирмами предложила стандартный метод доступа и способ организации данных для карт флэш-памяти. Этот стандарт, уже одобренный комитетом PCMCIA, получил название Flash Translation Layer (FTL).

FTL специально создан для карт в формате PCMCIA, использующих флэш-память. Эта память энергонезависима и хорошо подходит для мобильных применений, так как, наряду с устойчивостью к неблагоприятным внешним воздействиям, обеспечивает быстрое время доступа, низкое энергопотребление, высокую емкость, маленький вес и размер. Однако флэш-память имеет некоторые особенности, которые требуют

специального подхода. Например, запись данных производится с использованием специального программного алгоритма, в то время как устройства типа динамической (DRAM) или статической (SRAM) памяти не нуждаются в каком-либо специальном программировании.

Кроме того, флэш-память состоит из блоков размером, в зависимости от изготовителя, от 4 до 256 кбайт. Чтобы обновить информацию в каком-либо блоке, этот блок должен быть полностью стерт до того, как новые данные могут быть в него записаны/запрограммированы. Учитывая этот фактор, флэш-память в режиме записи нельзя рассматривать как устройство с произвольным доступом.

Операционные и файловые системы предполагают, что устройство массовой памяти имеет произвольный доступ как в режиме чтения, так и в режиме записи. В результате между операционной или файловой системой и устройствами флэш-памяти требуется дополнительный уровень программного обеспечения, называемый файловой системой для флэш-памяти (Flash File System, FFS). FFS имеет монопольный доступ к флэш-памяти без какого-либо вмешательства со стороны операционной системы. Поскольку FTL эмулирует работу накопителя на уровне элементарных секторов, накопитель на флэш-



**Рис. 1. Физическое местоположение каждого виртуального сектора указано в таблице, которая описывает реальное расположение данных. Переадресация осуществляется «прозрачно» для операционной системы**

памяти может выполнять в компьютерной системе функции загрузочного.

Первоначально существовало несколько файловых систем для флэш-памяти, каждая из которых использовала свою уникальную структуру данных. Это означало, что данные, записанные с помощью одной FFS, не могли быть прочитаны с помощью другой. В этой ситуации, когда стало ясно, что для переносимости информации отрасль нуждается в стандартизации, на сцену вышел комитет PCMCIA.

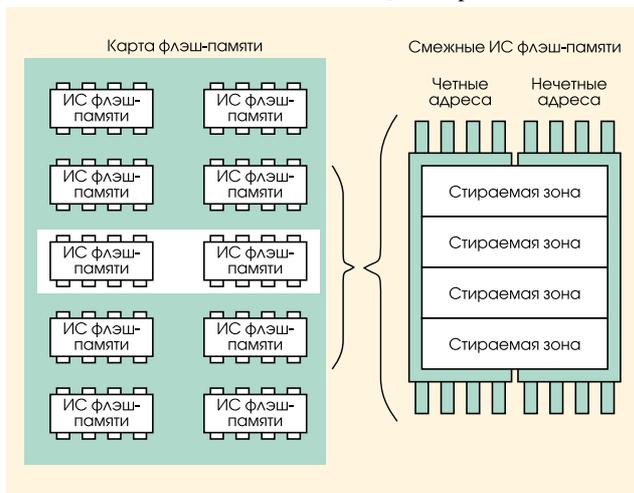
Стандарт определяет спецификации, помогающие разработчикам FFS управлять структурами данных во флэш-памяти. Если все поставщики, которые реализуют в настоящее время файловые системы на основе FTL, строго следуют стандарту, это должно обеспечить полную переносимость данных между различными реализациями файловых систем для флэш-памяти.

Практически FTL обеспечивает представление накопителя на флэш-памяти для программного обеспечения верхнего уровня как набора виртуальных секторов. При этом запросы на запись сектора переадресуются в свободные области носителя, а область, первоначально содержащая данные этого сектора, помечается как недействительная. Другими словами, данные записываются в определенное место памяти, которое было сначала стерто, а старые данные помечаются как неиспользуемые, или «мусор». Кроме этого, FTL запоминает, в каком месте на носителе находятся переадресованные секторы, чтобы последующие обращения по чтению могли вернуть корректные данные. Размер этих виртуальных секторов определяется при форматировании носителя.

Пользователю кажется, что компьютер и операционная система воспринимают флэш-память как массив смежных секторов. Но в действительности физическое местоположение каждого виртуального сектора хранится в специальной таблице, которая описывает реальное расположение данных (рис. 1).

В зависимости от своего типа каждая микросхема флэш-памяти на карте PCMCIA может быть поделена на одну или более стираемых блоков равного

размера. Каждый такой блок представляет собой минимальную непрерывную область памяти, которая может быть



**Рис. 2. Если используются 8-разрядные микросхемы флэш-памяти, то для получения 16-разрядной шины данных требуется совместное использование двух микросхем**

стерта за одну операцию. Если 8-разрядные микросхемы объединяются для получения 16-разрядной шины данных, то соответствующие физические блоки двух смежных микросхем объединяются вместе как одна стираемая зона. При этом одна микросхема содержит данные для четных адресов, а другая – для нечетных (рис. 2).

Для размещения данных стираемая зона равномерно делится на один или более секторов равного размера. Например, зона емкостью 128 кбайт может быть разбита на 256 секторов по 512 байтов каждый. Такой же размер имеют виртуальные секторы, через которые с помощью FTL происходит отображение флэш-памяти для программного обеспечения верхнего уровня (рис. 3).

Каждая стираемая зона содержит информацию об относящихся к нему секторах. Эта информация описывает в том числе состояние каждого сектора. С помощью нее файловая система может, например, определить, содержит этот сектор полезные данные или там находится «мусор».

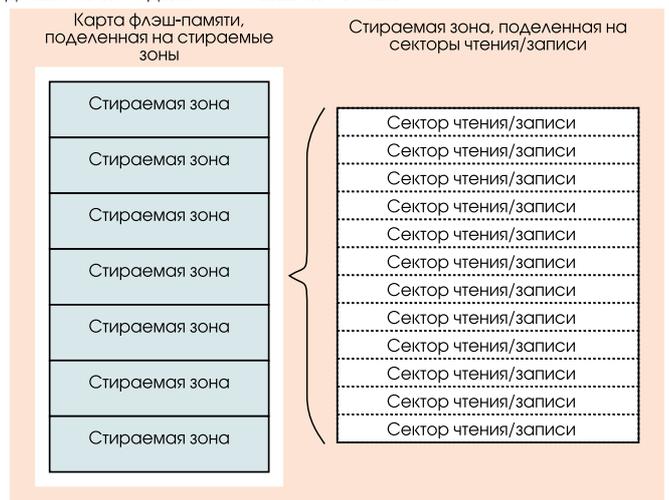
В какой-то момент времени файловая система затребует области, содержащие

«мусор», для дальнейшего использования. В этом случае выполняется процедура «сборки мусора», которая все области с «мусором» в пределах стираемой зоны возвращает в состояние готовности к записи.

Одно изделие, которое уже создано в соответствии со стандартом FTL, – это флэш-карта MobileMax, разработанная фирмой Maxtor, Inc. из Сан-Хосе (штат Калифорния). Эта карта сформатирована в соответствии с требованиями FTL и содержит встроенное программное обеспечение TrueFFS. В результате карта немедленно готова для работы с большинством платформ PCMCIA.

Сейчас, когда стандарт занял свое место, следующий шаг – это предоставить технологию флэш-памяти конечным пользователям в удобной для них форме. Некоторые другие аспекты, связанные с флэш-памятью, должны вызвать размышления, например, необходимость снижения цен или то, что рынок электронных записных книжек (PDA) нуждается в расширении. В то же время вертикальные рынки, которые менее чувствительны к цене, уже сегодня могут воспользоваться преимуществами флэш-технологии.

Сам FTL-стандарт содержит слишком большое число подробностей и деталей, чтобы обсуждать точные определения структур данных в рамках этой небольшой статьи.



**Рис. 3. Для размещения данных стираемая зона равномерно делится на секторы. Каждый сектор имеет такой же размер, как и виртуальные секторы, предоставляемые FTL программному обеспечению верхнего уровня**

Ведущим разработчиком программного обеспечения, реализующего стандарт FTL, является фирма M-Systems со своей системой управления флэш-памятью под названием TrueFFS. Необходимо отметить, что специальное программное обеспечение, эмулирующее

щее работу дискового накопителя, применяется при работе с линейными флэш-картами, где доступ к флэш-памяти осуществляется через область адресного пространства вычислительной машины. В то же время широко распространены так называемые ATA флэш-карты, где доступ к флэш-памяти осуществляется только через специальный контроллер, аппаратно эмулирующий ATA набор команд дисковых накопителей. Лидером в производстве ATA флэш-карт является американская фирма SanDisk, обладающая собственной технологией производства микросхем флэш-памяти с размером стираемого блока 512 байтов.

Хотя существует множество разнообразных устройств с флэш-памятью, наиболее жаркая конкурентная борьба разгорается в области сверхминиатюрных флэш-карт для быстро растущего рынка изделий бытовой электроники, таких как цифровые фотоаппараты, сотовые телефоны, электронные записные книжки (PDA) и т. п. Группа компаний во главе с SanDisk предлагает изделия в стандарте CompactFlash со встроенным ATA-контроллером, в то время как другая группа компаний, где ведущие роли играют Intel и M-Systems, поддерживает стандарт MiniatureCard с линейной флэш-памятью. Далее приведены некоторые соображения по поводу достоинств и недостатков обоих подходов.

### Совместимость

**ATA-карты.** Не требуется каких-либо специальных программных драйверов. Поддержка ATA-накопителей встроена практически во все аппаратные и программные платформы.

**Линейные карты.** Принятие единого стандарта FTL обеспечивает совместимость флэш-дисков для различных аппаратных платформ. Соглашения фирмы M-Systems с SystemSoft и Phoenix Technologies, наличие драйверов TrueFFS для наиболее распространенных операционных систем, а также планируемое включение TrueFFS в набор стандартно поставляемых драйверов для Windows позволяют в 90% случаев использовать линейные карты в режиме plug-and-play.

### Стоимость

**Линейные карты.** Крупносерийное производство используемых компонентов, а также отсутствие дополнительных схем контроллера памяти обеспечивают более низкую стоимость линейных флэш-карт. Имеется несколько альтернативных производителей компонентов флэш-памяти.

**ATA-карты.** Стоимость может быть уменьшена при их масштабном производстве с использованием специализированных микросхем. SanDisk готова лицензировать свою технологию вторым поставщикам.

### Быстродействие

**Линейные карты** обладают потенциально более высоким быстродействием из-за отсутствия промежуточного контроллера.

**ATA-карты.** Применение быстродействующей логики и дополнительная буферизация позволяют достичь хороших показателей. Кроме того, такие функции, как коррекция ошибок, вы-

полняются внутри контроллера, освобождая от этого основную вычислительную систему.

### Интенсивная запись

**ATA-карты.** Не происходит деградации скорости записи при интенсивных обращениях к практически полностью заполненному флэш-диск.

**Линейные карты.** Из-за большого размера стираемого блока в компонентах флэш-памяти типа NOR может происходить замедление средней скорости записи, однако использование новых компонентов типа NAND позволяет избавиться от этого недостатка.

### Функциональные возможности

**Линейные карты.** Поддерживается исполнение программы непосредственно из флэш-памяти без загрузки в ОЗУ вычислительной системы (eXecute In Place, XIP). Важно для портативных систем с небольшими ресурсами памяти.

**ATA-карты.** По мере повышения степени интеграции микросхем памяти и уменьшения их стоимости актуальность технологии XIP уменьшается.

Сейчас трудно сказать, какой подход возобладает, - линейные или ATA флэш-карты. Блок новостей, который следует за этой статьей, позволит составить некоторое впечатление о том, как развиваются события. ●