

# Флэш-технологии разворачивают наступление на НЖМД

Сергей Дронов

В статье рассматриваются типы хранения данных в современных компьютерных системах. Описываются преимущества и недостатки как жёстких дисков, так и NAND Flash-накопителей.

Привычные всем жёсткие диски уже не одно десятилетие воспринимаются как неотъемлемая составляющая персонального компьютера. Фактически они представляют собой энергонезависимое перезаписываемое запоминающее устройство. Первый накопитель на жёстких магнитных дисках (НЖМД, или HDD) появился в одной из исследовательских лабораторий IBM. Ёмкость этого устройства была всего около 5 Мбайт, и оно состояло из 50 дисков диаметром 24 дюйма, вращающихся с частотой 1200 об./мин. При этом среднее время поиска информации составляло около 1 секунды. Интересно, какой тогда была площадь, занимаемая на поверхности диска одним битом данных?!

## Винчестеры: 50 лет эволюции

В отличие от дискет, где носителем информации выступают гибкие магнитные диски, в современных НЖМД информация записывается на твёрдые носители — один либо несколько алюминиевых или керамических дисков (рис. 1). Они покрыты слоем ферромагнитного материала. Считывающая головка скользит над поверхностью диска на микроскопическом расстоянии от поверхности.

Запись информации происходит при подаче электрического тока к головке и последующем изменении ориентации магнитного поля доменов под ней. При считывании поле доменов меняет магнитный поток в магнитопроводе головки, при этом в катушке возникает переменное электромагнитное поле. Возможен и другой вариант — применение магниторезистивного метода считывания (эффект изменения электрическо-

го сопротивления под действием магнитного поля).

Современные диски могут состоять из одной и более пластин, на которых записывается информация. Под ёмкостью НЖМД подразумевается количество информации, способное храниться на всех пластинах одного устройства. У современных накопителей этот параметр может достигать 2 терабайт. Самый распространённый интерфейс, соединяющий диск с компьютером, — SATA (Serial ATA). Теоретическая скорость передачи данных по нему составляет 300 Мбайт/с. В реальных дисковых накопителях этот параметр зависит от физического расположения блока данных на поверхности диска: чем дальше от центра, тем выше скорость, поэтому на самом деле скорость интерфейса составляет порядка 80–110 Мбайт/с. Одним из важных параметров работы НЖМД является время произвольного доступа (Random Access Time) — это время, в течение которого устройство гарантированно произведёт операцию чтения/записи на произвольном участке поверхности магнитного диска. В среднем этот параметр варьиру-

ется от 2 до 16 миллисекунд, и к его значению чувствительны операционные системы компьютеров. Самое малое время поиска — у серверных жёстких дисков. Это понятно, так как именно на серверах находятся базы данных и другая информация, с которой одновременно работает множество пользователей. Следует отметить, что за последние 10 лет среднее время поиска информации уменьшилось всего в полтора раза, в то время как производительность, к примеру, процессоров увеличилась более чем в сто раз.

При всех достоинствах компьютерные жёсткие диски имеют и недостатки. Главный из них — наличие движущихся частей. Головка, плывущая на воздушной подушке на сверхмалой высоте от поверхности, не должна касаться этой поверхности. Под действием ударов и вибрации в дисках происходят ошибки чтения и возрастает вероятность выхода накопителя из строя. При производстве компьютеров для минимизации этих воздействий НЖМД крепят в специальных виброгасящих корзинах с резиновыми амортизаторами в корпусах или используют специальные гелевые прокладки в отсеках ноутбуков. Наибольшее распространение виброзащита получила в устройствах, предназначенных для применения в жёстких условиях эксплуатации. Например, в промышленных ноутбуках Getac все накопители на жёстких дисках упакованы в гелевую оболочку для предотвращения повреждения от внешних воздействий. Компьютеры FASTWEL AdvantiX имеют в своём составе виброгасящие корзины.

Но, к сожалению, базовая конструкция и принцип работы НЖМД (магнитная головка, располагающаяся на сверх-



Рис 1. Конструкция НЖМД (со снятой крышкой)

малом расстоянии от поверхности), не позволяют создать устройство, устойчиво работающее при вибрациях более 1g без применения дополнительных демпфирующих приспособлений. Однако надо понимать, что эти приспособления не гарантируют полного отсутствия ошибок чтения/записи, зато существенно увеличивают конечную стоимость изделий.

**Пришло время флэш-технологий**

В настоящее время как альтернатива винчестерам набирают популярность устройства на основе твердотельной памяти (Solid State Drive – SSD) – энергонезависимые накопители без движущихся частей (рис. 2). Первые устройства флэш-памяти (flash) на основе NAND-технологии были представлены в середине 90-х годов прошлого века компанией M-Systems. Они имели форм-фактор 3,5" или 2,5". К сожалению, их стоимость



Рис. 2. Конструкция твердотельного накопителя Intel X25-M

была настолько высока, что они могли применяться только в военной и авиационной промышленности. У флэш-памяти на основе NAND-технологии есть масса преимуществ по сравнению с классическими ЖМД. Это малое энергопотребление и существенно возросшая скорость передачи данных по SATA-интерфейсу (до 250 Мбайт/с), значительно меньшее время доступа, отсутствие зависимости скорости передачи данных от их физического расположения на поверхности, относительно небольшие вес и размеры. Полное отсутствие шума при работе SSD позволяет строить бесшумные вычислительные устройства с кондуктивным теплоотводом, а отсутствие движущихся частей, подверженных механическому износу, стойкость к вибрационным и температурным воздействиям – создавать защищённые решения для применения в промышленности в качестве составных частей систем АСУ ТП.

Перечисленные преимущества твердотельной памяти раскрываются не только в многодисковых серверных системах, где критична скорость считывания/записи, но и в традиционных мобильных компьютерах, где принципиально важны низкое энергопотребление и высокая ударостойкость. Кроме этого, твердотельная память в гораздо большей степени, чем традиционные жёсткие диски, подходит для устройств, работающих в неблагоприятных условиях, сохраняя работоспособность там, где ЖМД выходят из строя. На сегодняшний день у флэш-памяти на основе NAND-технологии есть только два существенных недостатка: большая стоимость по сравнению с ЖМД и ограниченное количество циклов записи в ячейку памяти.

Современные SSD-накопители используют два типа NAND-технологии: SLC (Single Level Cell) и MLC (Multilevel Cell). Информация хранится в транзисторах с плавающим затвором (рис. 3). Уровень заряда в нём определяет логическое состояние ячейки. Отличие – в количестве битов информации, хранящихся в ячейке памяти. Технология SLC предполагает два уровня напряжения в ячейке: логические 0 и 1. Для MLC этих уровней может быть больше, например четыре: 00, 01, 10, 11. Преимущества SLC – высокая скорость работы и большее, чем у MLC, количество циклов записи. Увеличение количества уровней приводит к усложнению процесса детектирования их состояния. Высокая скорость чтения/записи как в SLC, так и в MLC достигается за счёт применения многоканального контроллера флэш-памяти, который осуществляет запись одновременно в несколько микросхем NAND (по этому принципу построены отказоустойчивые RAID-массивы в традиционных ЖМД).

Главный недостаток SLC- и MLC-технологий – постепенное разрушение диэлектрического слоя, изолирующего плавающий затвор. Основной вклад в это вносит процедура записи информации, поэтому только количество этих операций учитывается при расчёте ресурса работы SSD, состоящих из NAND-микросхем. Допустимое количество циклов записи для устройств на базе SLC на сегодняшний день составляет 1 000 000 циклов, для MLC – 100 000 циклов. Увеличение времени жизни твердотельного диска достигается путём при-

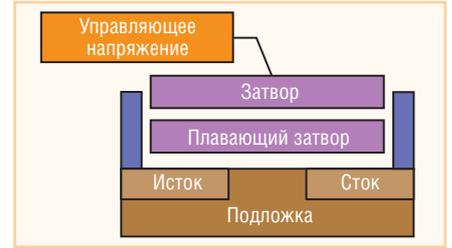


Рис. 3. Схема ячейки микросхемы NAND флэш-памяти

менения специальных контроллеров. В них встроены алгоритмы равномерного износа ячеек – wear leveling, выравнивающие количество циклов записи во все ячейки микросхем NAND, из которых состоит SSD-накопитель.

Если посмотреть на статистику использования, на накопитель компьютера пишется в среднем 20 гигабайт информации за сутки эксплуатации. Твердотельные накопители Intel, устанавливаемые в промышленные компьютеры FASTWEL AdvantiX, гарантированно проработают 5 лет при таком режиме эксплуатации. Много это или мало – решать пользователю.

Кроме этого, стоит добавить, что промышленный компьютер, оснащённый SSD-накопителем, издаёт меньше шума, не подвержен сбоям, причина которых – вибрационные и температурные нагрузки, и более производителен в операциях чтения/записи. В конечном итоге, от всех этих преимуществ выигрывает пользователь.

**Флэш или жёсткий диск – что выбрать?**

SSD-накопители поставляются не только с интерфейсом Serial ATA как замена традиционного жёсткого диска, но и как платы расширения для компьютеров, оснащённых шиной PCI Express, например, изделие Z-Drive e84 PCI-Express SSD производства компании OCZ (рис. 4). В таком устройстве объединены производительный многоканальный контроллер флэш SLC-памяти и высокоскоростная шина передачи данных. Устройство имеет 2 варианта исполнения: ёмкостью 256 или 512 Гбайт. Скорость чтения/записи составляет 800 и 750 Мбайт/с, что в несколько раз превышает пропускную способность интерфейса SATA, которая в случае применения SSD является потенциальным «бутылочным горлышком».



Рис. 4. SSD-накопитель OCZ Z-Drive e84 PCI-Express SSD

Сравнение основных характеристик SSD и HDD на примере накопителей Intel X25-M и Seagate ST380211AS

Таблица 1

МОДЕЛЬ НАКОПИТЕЛЯ	INTEL X25-M	ST380211AS
Технология накопителя	Твердотельный	На магнитных дисках
Ёмкость, Гбайт	80	80
Время инициализации, с	1	10
Движущиеся части	нет	есть
Чтение/запись, Мбайт/с	250/70	65/60
Время произвольного доступа (чтение), мс	<1	9
Среднее время наработки на отказ, ч	1 200 000	50 000
Уровень шума, дБ	0	23
Потребляемая мощность (запись), Вт	0,1	7
Вибростойкость	3g	0,5g
Вес, г	80	580
Стоимость (март 2010 г.), руб.	10 410	1400

При заказе в ПРОСОФТ промышленной ЭВМ FASTWEL AdvantiX, оснащённой платой расширения PCI Express x8, для заказчика снимается ограничение по скорости передачи данных 300 Мбайт/с, которое заложено в SATA-интерфейс.

Главные достоинства SSD-накопителей по сравнению с традиционными HDD – низкое энергопотребление и

значительно возросшая скорость чтения/записи. В контексте промышленной эксплуатации проявляются такие неоспоримые преимущества, как виброударостойкость (следовательно, повышенная надёжность всей системы в условиях внешних механических воздействий) и возможность работы в широком температурном диапазоне. Главный не-

достаток твердотельных накопителей на сегодняшний день – цена. Стоимость единицы хранения информации у SSD-накопителей в несколько раз выше, чем у НЖМД (табл. 1).

В заключение нужно отметить, что накопители на основе флэш-технологий хранения информации постепенно занимают нишу, ранее полностью оккупированную НЖМД. С течением времени ёмкость SSD-устройств будет увеличиваться, а стоимость 1 Гбайт информации снижаться. Как следствие, в будущем нас ожидает массовый переход с жёстких дисков на твердотельные накопители. При этом пользователи промышленных компьютеров получают выигрыш по таким параметрам, как вибростойкость, скорость работы подсистемы ввода-вывода данных и расширенный диапазон рабочих температур. ●

**Автор – сотрудник фирмы ПРОСОФТ**  
**Телефон (495) 234-0636**  
**E-mail: info@prosoft.ru**

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

**Новая концепция обеспечения искробезопасности DART становится реальностью**

Новая концепция обеспечения искробезопасности DART (Dynamic Arc Recognition and Termination – динамическое обнаружение и прерывание электрического разряда) определено находится на пути становления общепринятой стандартной технологии в промышленности. Концепция DART позволяет предотвратить образование разрядов. Другие технологии ограничивают эффективное снабжение электропитанием полевых устройств, установленных во взрывоопасных зонах класса 1.

В 2010 году на Ганноверской выставке компания Pepperl+Fuchs представила первые интерфейсные модули, обеспечивающие вид взрывозащиты искробезопасная электрическая цепь посредством DART.

DART делает магистраль промышленной шины, через которую осуществляется снабжение питанием узлов промышленной сети, искробезопасной. Совместное использование FieldConnex DART Power Hub и модуля DART Segment Protector обеспечивает защиту магистральной. Кабельные отводы позволяют осуществить подключение любого полевого измерительного устройства в соответствии с концепцией Entity. Контрольно-измерительное оборудование с полевой шиной может быть теперь установлено на производственных предприятиях с использованием протя-

жённых кабельных каналов, взрывобезопасных по всей длине.

DART Power Hub обеспечивает искробезопасное разделение для магистрали повышенной мощности:

- 22,5 В при токе 360 мА;
- компактная конструкция;
- низкое значение рассеиваемого тепла;
- применение модуля расширенной диагностики;
- режим «горячей» замены.

Новый модуль защиты сегмента DART Segment Protector осуществляет соединение между магистралью повышенной мощности и полевыми устройствами:

- соединители для 12 кабельных отводов (максимум);
- максимальная длина отвода 120 м;
- защита от короткого замыкания;
- выходы соответствуют требованиям концепции Entity.

На выставке был также представлен измерительный прибор Protos 3400 Power-I партнёрской компании Knick. Он сочетает искробезопасность в соответствии с концепцией DART с рядом свойств:

- четыре измерительных канала;
- все цепи являются искробезопасными;
- компактная конструкция;
- параллельная обработка информации от многих источников информации;
- встроенный дисплей с подсветкой;
- непосредственное подключение измерительного оборудования.



Концепция DART сочетает в себе революционные и эволюционные элементы. Революционность новой концепции заключается в предотвращении возникновения искры, что позволяет подключать искробезопасные электрические цепи к полевым приборам, требующим значительно большей мощности, чем способны обеспечить любые известные в настоящее время концепции. Эволюция DART для полевых шин состоит в том, что не требуется совершенно новая техническая инфраструктура. DART работает с традиционной топологией магистрали с отводами и любым полевым прибором, отвечающим требованиям Entity.

DART защищает инвестиции в существующие системы управления технологическими процессами и в то же время открывает путь ко многим применениям.

Пятнадцать производителей и поставщиков продукции для АСУ ТП уже объединились с Pepperl+Fuchs, чтобы стать системными партнёрами DART. Это значит, что DART определено находится на пути становления нового мирового стандарта. ●