

# Первая СХД корпоративного класса с SSD-дисками

14 января 2008 г. корпорация EMC первая анонсировала доступность с конца 1 кв. 2008 г. для системы хранения уровня enterprise – EMC Symmetrix® DMX-4 – модулей расширения, построенных на твердотельных дисках (Solid State Disks – SSD), параллельно с традиционными.

## Введение

SSD-диски стали использоваться достаточно давно – более 8 лет назад. Их применение было ограничено и, в основном, касалось трех областей (SN № 2, 2000, [http://www.storagenews.ru/02/SSD\\_02.pdf](http://www.storagenews.ru/02/SSD_02.pdf)):

- как отдельного набора дисков в RAID-подсистеме для хранения файлов с очень высокой интенсивностью обращения (файлы баз данных: оглавления, индексы; snapshot-файлы; файлы ОС: для авторизации прав пользователей; файлы управления; общие библиотеки и файлы изображений, часто используемые командами операционной системы);
- как дополнительного кэша в RAID-подсистеме при чтении/записи;
- как дополнительного кэша в RAID-подсистеме для повышения ее отказоустойчивости.

Широкое распространение SSD сдерживалось, в основном, из-за стоимости. Однако там, где необходимо было достигать повышенной скорости доступа к данным, SSD-диски включались в состав систем.

В качестве исторической справки можно назвать, например, использование SSD-дисков Rushmore Ultra SSD Quantum (август 1999 г.) в составе линейки серверов IBM AS/400e.

За прошедшие годы емкость SSD-дисков возросла более чем в 200 раз, а с учетом

форм-фактора – почти на 3 порядка. Одновременно снизилась и цена. По прогнозам компании STEC (одного из ведущих мировых производителей полупроводниковой памяти), к 2012 г. цены за гигабайт памяти SSD-дисков (для FC, SAS и SATA-II интерфейсов) будут ниже \$2 при стоимости SSD-диска емкостью 512 Гбайт менее \$1000 (уже сейчас в продаже только по другой цене – прим. ред.). То, что в 1999 г. было 5” диском и приобреталось ограниченным кругом компаний, сейчас – флэшка по емкости, эквивалентная 5” SSD-диску выпуска 1999 г., доступна любому школьнику.

Помимо этого, была существенно повышена надежность SSD, а также их энергоэффективность и низкая стоимость владения. Так, благодаря использованию современных технологий управления SSD-памятью среднее время наработки на отказ (MTBF) у накопителей SanDisk (2,5-дюймовые SSD-накопители SanDisk SATA 5000 с июля 2007 г. используются в блэйд-системах ряда производителей – прим. ред.) на базе твердотельной памяти составляет 2 млн часов, что примерно в 6 раз выше, чем у обычных дисковых накопителей.

Эти факторы и ряд других позволили значительно расширить области применения SSD, а с 2007 г. обеспечили возможность их массового использования в IT-инфра-

структурах – блэйд-серверах, ноутбуках и теперь – и в корпоративных системах хранения.

## Системы хранения с SSD – новый уровень производительности и энергетической эффективности

Компания EMC – первая из мировых производителей систем хранения корпоративного класса, предложившая использование SSD в их составе. SSD-диски в новой системе – EMC Symmetrix DMX-4 – будут использоваться в качестве нулевого уровня наряду с FC- (как первый уровень хранения) и SATA-дисками (второй уровень хранения) в одном массиве.

Необходимо отметить, что SSD-диски, используемые в DMX-4 – плод совместной разработки компаний EMC и STEC, которые специально разрабатывались

Табл. 1. Отличительные особенности организации RAID 5 (7+1) на основе 15k rpm 2Gb FC HDD и SSD (Zeus<sup>®</sup>, 3,5-inch, 2Gb Fibre Channel, пр-во компании STEC – прим. ред.)

Особенность	HDD RAID 5	SSD RAID 5
Среднее время доступа	5-10 мс	1 мс
Зависимость производительности от расположения данных и головки HDD	высокая	незначительная
Влияние на производительность фрагментации данных	высокая (необходимость выполнения дополнительных команд позиционирования головки)	незначительная (операции случайного доступа и последовательные считывания/записи занимают одинаковое время доступа)
Чувствительность производительности от “кэш-ориентированной” рабочей нагрузки (высокая вероятность считывания данных из кэша)	высокая	отсутствует

\*) Например, на март 2008 г., по данным компании STEC ([www.stec.com](http://www.stec.com)), стоимость ее одного SSD-диска примерно в 30–40 раз больше жесткого диска эквивалентной емкости.

для DMX-4 и по ряду показателей имеют отличительные характеристики от аналогичных выпускаемых STEC.

Рассмотрим основные преимущества SSD-дисков, делающих их наиболее привлекательными при использовании в системах хранения для критичных приложений.

**Первая** и наиболее важная особенность SSD-дисков – возможность с их помощью достигать максимальной производительности критичных транзакционных приложений. Соответственно, основное назначение новых систем хранения – применение в приложениях, требующих максимальной производительности, таких как: электронная торговля (algorithmic trading), обработка интернет-транзакций, валютные операции на бирже и др., где даже незначительное увеличение времени реакции может привести к потерям в миллионы долларов.

Один из наиболее характерных примеров использования систем хранения с SSD-дисками – онлайн-обработка транзакций (online transaction processing – OLTP). Другое применение SSD – более частная задача OLTP-приложений, возникающая при работе с большими индексами и часто используемыми таблицами БД. Примеры СУБД-приложений – Oracle, DB2, SAP R/3 и др.

Наилучшее применение систем хранения с SSD – там, где процент операций

Табл. 2. Технические характеристики дисков Zeus<sup>SPS</sup> SSD (73 и 146 Гбайт), компании STEC (www.stec-inc.com), входящие в комплектацию EMC Symmetrix DMX-4 (по данным компании STEC – прим. ред.)

Тип SSD	Zeus <sup>SPS</sup>
Емкость (Unformatted)	18, 36, 73, 146 и 300 Gbytes
Interface type	SATA SAS FC
Interface performance	3Gb/sec 3Gb/sec 2GB/SEC
Availability	Single-port Dual-port Dual-port
Performance <sup>1)</sup>	
Average Access Time	20-120 microseconds
Sustained Read Throughput	200-250 Mbytes/sec
Sustained Write Throughput	100-200 Mbytes/sec
Random IOPS Read Operations	52,000 IO/sec, sustained
Random IOPS Write Operations	17,000 IO/sec, sustained
Потребляемая мощность <sup>1)</sup>	
Sleep/Idle mode	5.4W
Operating mode	8.4W
Form Factor	3.5-inch
Размеры (mm)	147mm (L) x 101.6mm (W) x 20.0mm (H)
Вес	<0.4 kg

<sup>1)</sup> более точные данные по комплектующим Symmetrix DMX-4 – у представителей EMC

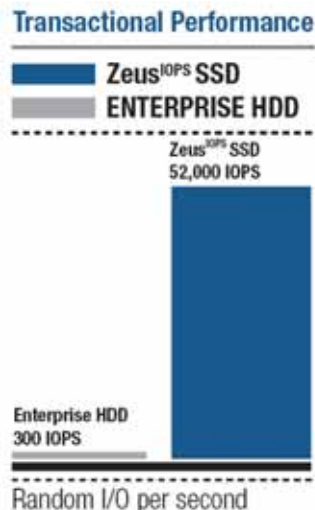


Рис. 1. По данным компании STEC (www.stec-inc.com), диски Zeus IOPS SSD ее производства на случайных операциях чтения по производительности превосходят корпоративные HDD (15 гpm, класс enterprise) почти в 200 раз.

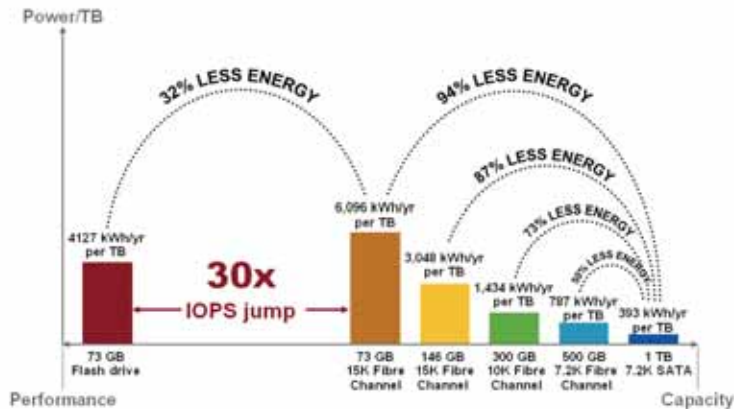


Рис. 2. По данным компании EMC, экономия по потребляемой мощности на единицу емкости 73 Гбайт SSD-диска в сравнении с аналогичным HDD (15 гpm) достигает 32%.

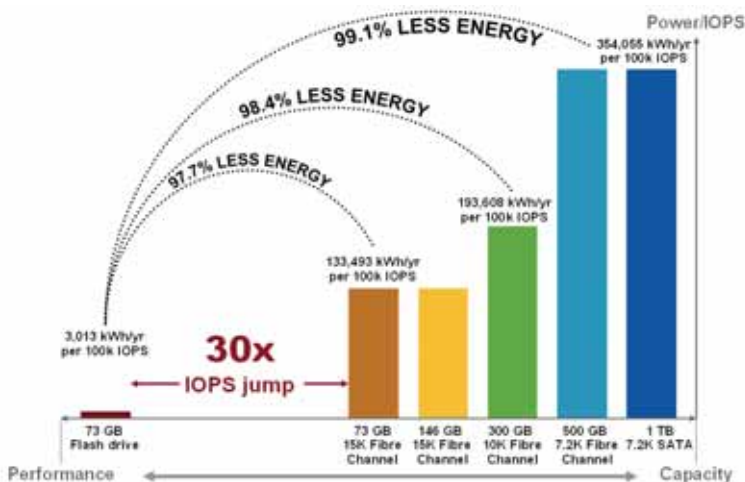


Рис. 3. По данным компании EMC, экономия по потребляемой мощности на единицу производительности 73 Гбайт SSD-диска в сравнении с аналогичным HDD (15 гpm) достигает 97,7%.

со случайным доступом по чтению достаточно высок (> 95%). Если же рабочая нагрузка представляет потоковое видео или формируется системами принятия решений (decision support systems – DSS), улучшение производительности от SSD-дисков может оказаться не столь высоким.

Дополнительное понимание влияния SSD-дисков на производительность в сравнении с HDD представлено в табл. 1 – в частности, основное преимущество в производительности системы хранения на SSD за счет малого времени доступа и его независимости от расположения и фрагментации данных. В целом, максимальное преимущество по производительности дисков SSD в сравнении с жесткими может доходить до 200 раз (рис. 1, табл. 2).

Компания EMC, усредняя рабочую нагрузку, дает более сдержанные оценки, говоря о 30-кратном превышении (рис. 2) по производительности SSD-дисков в сравнении с 73 Гбайт жесткими дисками (15 гpm, FC).

В каждом конкретном случае эффективность применения SSD-дисков в составе СХД должна исследоваться отдельно.

**Вторым** важным преимуществом SSD-дисков является их меньшее энергопотребление (как в режиме покоя, так и работы) – около 1,4 раз в сравнении с эквивалентной емкостью HDD 15 гpm

(см. рис. 2), что в пересчете на единицу производительности (IOPs) достигает 97,7% (рис. 3). Это, в целом, еще добавляет преимуществ SSD при их использовании для критичных OLTP-приложений.

#### Особенности конфигурирования SSD-дисков в составе массива DMX-4

Необходимо также отметить, что SSD-диски, устанавливаемые в Symmetrix DMX-4, имеют полную защиту целостности данных на основе кода с исправлением ошибок и защитой от отключения питания. Так же, как и HDD, SSD-

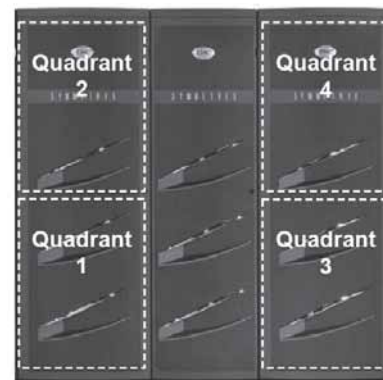


Рис. 4. SSD-диски могут только напрямую подключаться к DMX-4 – всего 4 квадранта по 32 SSD-диска в каждом.

диски конфигурируются в RAID-группы для достижения максимального уровня надежности.

SSD-диски в настоящее время поддерживают уровни RAID 5 (3+1) и RAID 5 (7+1). RAID 5 является оптимальной схемой для SSD-дисков с точки зрения защиты, стоимости и производительности. При конфигурировании томов в RAID 5 для вычисления четности на операциях записи должна выполняться еще одна дополнительная операция чтения, но так как задержки на SSD-дисках при чтении незначительны, это существенным образом не сказывается на производительности.

При развертывании SSD-дисков в составе DMX-4 должны создаваться гомогенные RAID-группы, полностью конфигурируемые на SSD-дисках. При этом все элементы RAID 5 группы должны быть сконфигурированы внутри одного квадранта DMX-4. Один квадрант может содержать максимум 32 SSD-диска (рис. 4). В настоящее время можно сконфигурировать до 16 Тбайт полезной емкости на SSD.

SSD-диски могут совместно использоваться с Fibre Channel и SATA II дисками в одном массиве DMX-4 и только в конфигурации прямого подключения полок. Также SSD-диски могут совместно разделять одну back-end петлю дискового массива, однако при этом требу-

ется проводить тщательный анализ рабочих нагрузок приложений, чтобы не допустить значительного снижения производительности SSD-дисков.

SSD-диски в составе уже выпущенных или новых систем Symmetrix DMX-4 доступны под управлением ПО Enginuity 5773 (входит в состав систем хранения Symmetrix, прим. ред.) и могут устанавливаться в работающую систему в режиме горячей замены.

Рассмотрим еще ряд программных опций, доступных для конфигурирования с SSD-дисками в DMX-4:

- Symmetrix Dynamic Cache Partitioning (DCP);
- Symmetrix Priority Controls (SPC);
- Symmetrix Virtual Provisioning (SVP);
- SRDF Remote Replication.

DCP дает возможность делить кэш на множество партиций, привязывая их к определенным группам устройств, которые на основе правил разделяют неиспользуемый кэш с целью оптимизации производительности. Так как SSD-диски имеют минимальные задержки, то для них устанавливается минимальный размер кэша.

SPC помогает управлять множеством прикладных рабочих нагрузок, устанавливая приоритетные уровни и обеспечивая предпочтения внутри массива, тем

самым позволяя исключить вынужденное понижение производительности SSD-дисков, спровоцированное другими факторами.

SVP введена в состав уже всех систем хранения корпоративного класса и позволяет представлять приложениям больше емкости, чем ее физически имеется, добиваясь ее максимальной утилизации.

И, наконец, опция – SRDF Remote Replication – для репликации томов между двумя/тремя сайтами как в синхронном, так и асинхронном режимах, теперь может использоваться и с SSD-дисками.

### Заключение

*Появление в составе корпоративных систем хранения SSD-накопителей – важный этап развития отрасли, происходящий один раз в течение нескольких лет, позволяющий более чем на порядок поднимать производительность СХД для отдельных классов задач, снимая физические ограничения, свойственные HDD, и, обеспечивая при этом доступность новых СХД для достаточно широкого круга компаний. С учетом тенденций развития, новый нулевой уровень корпоративных СХД уже через 4 года может стать базовым для многих критических приложений большинства компаний, давая возможность по-новому смотреть на перспективы использования СХД, которые при этом открываются.*

## EMC объявляет итоги и новые назначения

**Февраль–апрель 2008 г.** – 15 февраля 2008 г. российское представительство корпорации EMC провело пресс-конференцию, на которой были объявлены итоги 4-го квартала и всего 2007 года, рассказано о ряде структурных изменений, призванных повысить эффективность работы в условиях расширяющегося бизнеса EMC в России и СНГ, а также о стратегии и планах EMC на 2008 год, и технологических новинках корпорации.

Итоги года EMC Россия и СНГ подвел Арно Кристоффель, вице-президент EMC по региону EMEA North. Прошедший 2007 год стал для EMC из самых успешных. В глобальном масштабе корпорация добилась рекордных финансовых результатов. Общая консолидированная выручка EMC за весь 2007 финансовый год достигла рекордной отметки – \$13,23 млрд, т.е. на 19% превысила выручку за 2006 финансовый год – \$11,16 млрд. Чистая прибыль по GAAP за 2007 год составила \$1,67 млрд, что на 43% выше на акцию в сравнении с 2006 г.

Объем бизнеса EMC в России и СНГ за 4-й квартал 2007 года вырос на 24% по сравнению с аналогичным периодом 2006 года, а совокупный рост доходов в обозначенном регионе за 2007 финансовый год на 27% превысил показатель прошлого года.

Рост продаж (в %) хранилищ среднего уровня EMC CLARiiON и CAS-систем,



Слева направо: Игорь Корнетов – технический директор EMC в России и СНГ; Арно Кристоффель (Arnaud Christoffel) – вице-президент EMC по региону EMEA North.

EMC Centera в России исчисляется двузначными числами. Сохраняется положительная тенденция по продажам систем EMC Celerra.

В декабре 2007 года была завершена сделка по приобретению группы компаний “Документ Сервисиз СНГ”, которая из многолетнего партнера EMC стала полноценным подразделением корпорации, отвечающим за продвижение продуктов линейки CMA (Content Management and Archiving) на рынке России и СНГ.

1 апреля 2008 года было объявлено о назначении Виталия Фридлянда на должность генерального директора EMC Россия и СНГ вместо Люка Брюне, возглавлявшего представительство с 2000 г. и перешедшего на работу в компанию OCS. В сферу ответственности г-на Фридлянда будет входить осуществление общего руководства деятельностью подразделения, ведущего бизнес в одном

из самых перспективных, с точки зрения темпов развития, ИТ-регионе.

До прихода в EMC Виталий 4 года возглавлял Российский офис Fujitsu-Siemens Computers, где за время своего руководства в 8.5 раз увеличил объем бизнеса компании во вверенном ему регионе. За 17 лет работы в ИТ-отрасли достижения Виталия были отмечены многочисленными наградами компаний: Fujitsu-Siemens Computers, 3Com Corp., Digital Equipment Corporation.

Виталий Фридлянд окончил факультет электроники и системотехники МЛТИ, затем продолжил образование на факультете прикладной математики в МГУ. Виталий защитил кандидатскую диссертацию, посвященную применению ЭВМ в атомной энергетике, и является автором более 40 научных работ, профессором.

Арно Кристоффель сказал: “Мы очень скурпулезно подошли к выбору генерального директора EMC Россия и СНГ. Корпорация взяла курс на глобализацию бизнеса, а Россия и СНГ являются одним из наиболее стратегически важных регионов для нас. Мы полагаемся на опыт и авторитет Виталия Фридлянда, и доверяя ему руководство профессиональной командой EMC Россия и СНГ, надеемся, что поставленные задачи будут успешно решены, а 2008 год продолжит череду успешных лет EMC”.

С 1 апреля также приступила к работе в должности Директора по работе с партнерами EMC Россия и СНГ Елена Кузнецова, которая до этого момента возглавляла департамент по работе с партнерами HP Россия, а до HP – 9 лет работала в Xerox. Елена окончила Московский Лингвистический Университет.