

# LSI MegaRAID CacheCade Pro: тестирование в OLTP-среде

В публикации представлены результаты тестирования решения LSI MegaRAID CacheCade Pro 2.0 для кэширования чтения и записи данных на OLTP-нагрузке в среде Microsoft SQL.



Александр Зейников — представитель компании LSI в России.

## Введение

Эффективность современных бизнес-приложений, работающих с высокой нагрузкой, ограничивается производительностью жестких дисков. Твердотельные накопители (SSD) обеспечивают 1000-кратное увеличение количества транзакций, выполняемых в секунду, но при этом характеризуются более высокой стоимостью за гигабайт.

Существует более экономичный способ, который предусматривает сочетание SSD-накопителей и жестких дисков. Однако для работы наиболее важных приложений ИТ-администраторам приходится выстраивать конфигурацию системы, обеспечивая требуемый доступ к SSD-накопителям. Программный пакет CacheCade Pro 2.0 (рис. 1) осуществляет интеллектуальное динамическое ускорение важнейших приложений и обеспечивает

необходимый уровень производительности. При этом он не требует осуществлять мониторинг и настройку приложений для оптимальной работы с SSD-накопителями и повышает производительность операций ввода/вывода для жестких дисков.

## Тестирование CacheCade Pro 2.0 на OLTP-нагрузках в среде Microsoft SQL

### Описание эталонного теста и используемого программного обеспечения

В ходе данного исследования был проведен эталонный тест с использованием приложения базы данных. Исследование позволило произвести моделирование и имитацию работы брокерской фирмы с миллионом пользователей, генерирующих транзакции, связанные с торгами, обращениями к счетам и исследованием рынка. Признанное в отрасли приложение для эталонного тестирования оперативной обработки транзакций (OLTP) использовалось с томами SSD-накопителей различного объема и программным пакетом CacheCade Pro 2.0, работающим с томом базы данных SQL, для определения идеального соотношения возможностей SSD-накопителей к объему данных.

### Конфигурация для эталонного теста

Программный пакет CacheCade Pro 2.0 оптимизирован с целью повышения скорости операций чтения и записи. Он также включает улучшенные алгоритмы выявления и хранения горячих данных. После выявления горячих данных в приложении CacheCade Pro 2.0 быстро перемещает их в кэширующий SSD-накопитель, и все последующие запросы к горячим данным об-

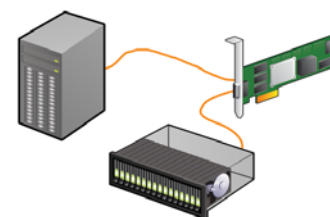


Рис. 2. Подключение CacheCade Pro 2.0 в составе тестовой конфигурации.

служиваются с помощью заданного кэширующего SSD-накопителя. После переполнения SSD-кэша происходит замещение помещенных в кэш-память данных чтения/записи с помощью интеллектуальных алгоритмов, которые предназначены для непрерывного контроля и сохранения областей горячих данных по мере их изменения. Благодаря этому на кэширующем SSD-накопителе всегда будут находиться "самые горячие" из горячих данных.

Подробная конфигурация представлена в табл. 1. Подключение CacheCade Pro 2.0 в составе тестовой конфигурации дано на рис. 2.

Имитируя рабочую нагрузку для динамического приложения брокерской фирмы, компания LSI определила уровень, до которого может повыситься производительность с помощью пакета для кэширования чтения и записи CacheCade Pro 2.0. Результаты внутреннего тестирования показали практически 14-кратное увеличение количества транзакций по сравнению с системой без пакета CacheCade. При этом затраты в расчете на одну транзакцию сократились приблизительно вдвое. На рис. 3 показаны результаты эталонного теста при использовании накопителей разной емкости с CacheCade Pro 2.0.

Благодаря программному пакету CacheCade Pro 2.0 сетевые администраторы также могут значительно снизить совокупную стоимость владения (Total Cost of Ownership – TCO). Тестируемая система в конфигурации с CacheCade Pro 2.0 с применением SSD-накопителей на 256 Гбайт обеспечивает производительность в 744 транзакции в секунду. Чтобы добиться подобного уровня производительности, потребовалось бы 192 жестких диска SAS со скоростью вращения 10 000 об/мин со всей вспомогательной инфраструктурой, включая затраты на энерго-

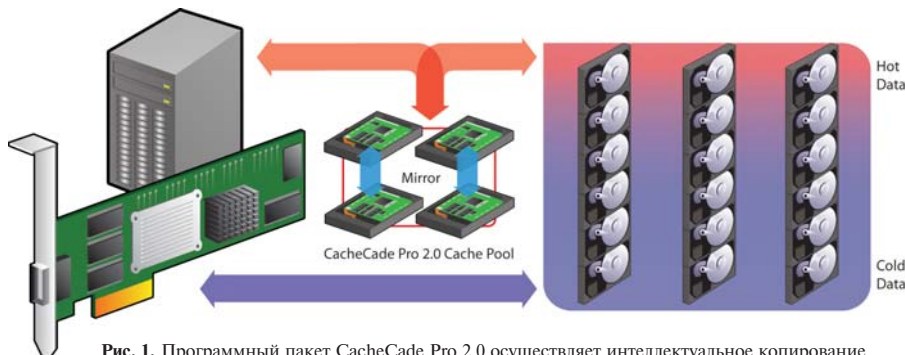


Рис. 1. Программный пакет CacheCade Pro 2.0 осуществляет интеллектуальное копирование горячих данных в резервную кэш-память SSD-накопителя, обеспечивая быстрый доступ к данным.

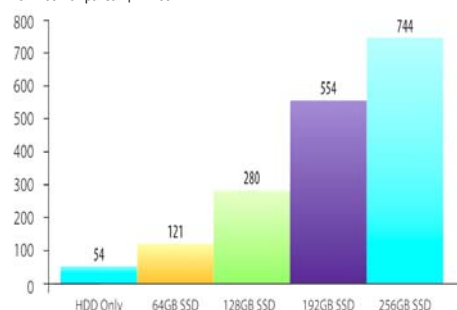
**Табл. 1.** Конфигурация для эталонного теста.

<b>Сервер</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 процессора Intel Xeon L5520 по 4 ядра в каждом, 2,27 ГГц</li> <li>48 ГБ памяти PC3-10600</li> <li>Контроллер LSI MegaRAID SAS 9280-8i - 2.130.03-1332 - Драйвер 4.35.0.64</li> </ul>
<b>Память</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SAS-диски малого форм-фактора (SFF) со скоростью вращения 10000 об/мин и емкостью 146 ГБ</li> <li>От 1 до 4 SSD Intel X25E (SLC) емкостью 64 ГБ, сконфигурированных в массив RAID 0</li> <li>Объем базы данных: массив RAID 10, состоящий из 14 дисков                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Размер блока данных: 64 КБ</li> <li>- Сквозная запись без упреждающего чтения</li> <li>- Кэширование записи на накопитель запрещено</li> <li>- Кэширование чтения и записи данных в CacheCade Pro 2.0 разрешено</li> </ul> </li> <li>Том файла журнала: массив RAID 5, состоящий из 5 дисков                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Размер блока данных: 64 КБ</li> <li>- Отложенная запись без упреждающего чтения, DIO</li> <li>- Кэширование записи на накопитель запрещено</li> <li>- CacheCade Pro 2.0 отключен</li> </ul> </li> </ul>
<b>Программное обеспечение</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Win2k8 R2, SQL Server 2008 SP1</li> <li>Общепризнанная в отрасли программа эталонного тестирования для SQL-серверов</li> <li>База данных объемом 600 ГБ</li> <li>50 тысяч пользователей</li> </ul>

потребление и охлаждение в течение четырех лет. В эталонном тесте с применением для брокерской фирмы было показано, что при использовании CacheCade Pro 2.0, TCO снижается на 82% по сравнению с системой аналогичной производительности, в которой используются только жесткие диски. Подробная информация о TCO представлена в табл. 2.

Дополнительное преимущество CacheCade Pro 2.0 состоит в том, что в системе основной том жестких дисков RAID-массива работает значительно лучше при неоптимальном состоянии сервера, например, при снижении производительности массива жестких дисков или в процессе перестроения. Как показано на рис. 4, сервер, на котором используется CacheCade Pro 2.0, сохраняет почти оптимальную производительность транзакций при снижении производительности массива. При операциях перестроения производительность транзакций несколько снижается вследствие дополнительной нагрузки, связанной с перестроением. Оба преимущества, которые дает использование CacheCade Pro 2.0, объясняются тем, что большая часть го-

Количество транзакций в сек.



**Рис. 3.** Результаты эталонного теста при использовании накопителей разной емкости с CacheCade Pro 2.0.

рячих данных обслуживается на флэш-накопителе.

Пока горячие данные обрабатываются на флэш-накопителе, высвобождаются жесткие диски для восстановления данных с дискового накопителя, на котором произошел сбой. Кроме того, как показано на рис. 5, CacheCade Pro 2.0 позволяет снизить время выхода массива на оптимальные показатели (ТТО) благодаря тому, что диск освобождается от горячих операций, и перестроение выполняется с более высокой скоростью. Для иллюстрации эффективности CacheCade Pro 2.0 было выполнено перестроение массива со сниженной производительностью в двухчасовом эталонном тесте OLTP. При использовании пакета CacheCade Pro 2.0 массив перестроился в четыре раза быстрее, чем при использовании стандартной конфигурации массива.

**Результаты тестирования**

В результате проведенного тестирования CacheCade Pro 2.0 на OLTP-нагрузке в среде Microsoft SQL были получены следующие результаты:

Производительность приложения MY SQL в неоптимальном состоянии (транзакций в секунду)



**Рис. 4.** Сравнение использования CacheCade Pro 2.0 и только жестких дисков на различных операциях.

- в условиях рабочей нагрузки OLTP в реальной базе данных MS SQL программный пакет CacheCade Pro 2.0 показывает существенное повышение производительности, измеряемой количеством транзакций\*) в секунду;
- внедрение решений на базе CacheCade Pro 2.0 позволяет добиться значительного снижения совокупной стоимости владения благодаря снижению затрат на энергопитание и охлаждение, поскольку для достижения аналогичной производительности система на базе CacheCade Pro 2.0 требует значительно меньшего количества жестких дисков и модулей;
- ПО CacheCade Pro 2.0 позволяет обеспечить высокую производительность, когда базовое оборудование находится в неоптимальном состоянии (например, массивы со сниженной производительностью или массивы в процессе

\*) Определение транзакций TPC-E выполняется в соответствии со спецификацией стандарта TPC-E и сравнивается с определением транзакции SQL Server, основанной на одной логической единице работы. Определение транзакции SQL Server выполняется на базе свойств атомарности, последовательности, изолированности и долговечности (ACID), реализованных в базе данных SQL Server.

**Табл. 2.** Сравнение стоимости решений с CacheCade Pro 2.0 и на базе жестких дисков.

Создание системы с оценкой 770 по шкале TPC-E (без проверки)	Стоимость решения на базе CC Pro 2.0	Стоимость решения на базе жестких дисков
Базовая стоимость системы	\$15 000	\$15 000
Стоимость лицензии CacheCade	\$175	\$0
Операционные расходы (затраты на энергопотребление и охлаждение 192 жестких дисков за 4 года)	\$0	\$80 000
Операционные расходы (затраты на энергопотребление и охлаждение 14 жестких дисков + 4 SSD-накопителей за 4 года)	\$6 200	\$0
Восемь модулей на 24 диска с интерфейсом SAS 6 Гбит/с	\$0	\$16 000
Стоимость четырех SSD-накопителей Intel 64 ГБ X25E (MSRP)	\$2 720	\$0
Четырнадцать жестких дисков Seagate SAS 6 Гбит/с емкостью 73 ГБ со скоростью вращения 10000 об/мин (модель ST9300605SS)	\$2 926	\$0
192 жестких диска Seagate SAS 6 Гбит/с емкостью 73 ГБ со скоростью вращения 10 000 об/мин (модель ST9300605SS)	\$0	\$40 128
Суммарные затраты на систему без CacheCade		\$151 128
Суммарные затраты на систему с CacheCade	\$27 021	



Завершенность операции перестроения (%) в течение 2 часов под OLTP-нагрузкой

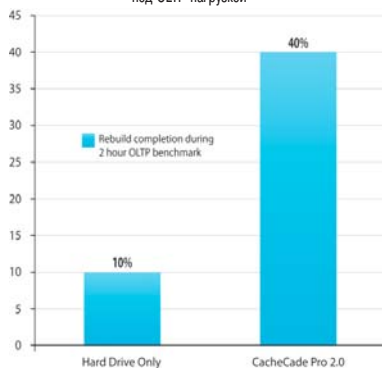


Рис. 5. Сравнение скорости выполнения операции перестроения (после сбоя) при использовании CacheCade Pro 2.0 и только жестких дисков под OLTP-нагрузкой в течение 2-х часов.

перестроения). Если массив находится в неоптимальном состоянии или в процессе перестроения, без использования CacheCade производительность базы данных существенно снижается;

- CacheCade Pro 2.0 позволяет снизить время выхода массива на оптимальные показатели благодаря тому, что диск освобождается от хостовых операций, а перестроение выполняется с более высокой скоростью.

## Заключение

Программный пакет MegaRAID CacheCade Pro 2.0 обеспечивает наращивание производительности, снижение совокупной стоимости владения и ускорение обработки транзакций, необходимых для соответствия требованиям современной стремительно растущей экосистемы транзакций для Web 2.0.

Программный пакет CacheCade представляет собой эффективное средство для внедрения высокопроизводительных SSD-накопителей, снижения стоимости транзакции, а также повышения общей производительности приложения без значительных вложений в SSD-накопители. Это становится очевидным при возникновении нерегулярных интенсивных нагрузок чтения и записи, когда вполне возможно добавить несколько SSD-накопителей к имеющемуся массиву жестких дисков SAS или даже заменить их меньшим количеством жестких дисков SATA, сохранив общую емкость жестких дисков.

Дополнительное преимущество CacheCade Pro 2.0 заключается в том, что для его внедрения не требуется выполнять какого-либо переноса пользовательских данных с имеющегося тома жесткого диска.

Результаты имитационного теста с базой данных отчетливо демонстрируют, что CacheCade Pro 2.0 повышает общую производительность базы данных как в отношении пропускной способности транзакций, так и по показателям времени задержки ответа на запрос. Тестирование также показало, как можно оптимизировать работу сервера базы данных с применением SSD-накопителей и программного пакета CacheCade Pro 2.0: система в такой конфигурации способна справиться с более высокими нагрузками, чем ранее, в серверной среде DAS.

Александр Зейников,  
компания LSI

# LSI: Nytro™ — новый портфель решений для ускорения приложений

Апрель 2012 г. — Корпорация LSI представила новый продуктовый портфель Nytro — полное семейство решений, сочетающих в себе флэш-технологии PCIe с интеллектуальным кэшированием и ПО управления, что позволит достичь ускорения производительности приложения в ЦОДах и облачных средах.

Новые продукты Nytro дают возможность:

- обеспечить ускорение производительности транзакций ЦОД до 30 раз;
- достигнуть устойчивой пропускной способности до 4,0 Гбайт/с для высокоскоростного анализа крупных массивов данных;
- поддерживать автоматическое интеллектуальное кэширование чтения и записи “горячих” данных в высокопроизводительную флэш-СХД;
- добиться значительной экономии электроэнергии, физической занимаемой площади, сокращения общей стоимости владения;
- достигнуть флэш-производительности и надежности класса enterprise за счет процессоров флэш-СХД от LSI® SandForce® flash storage processors с технологией DuraClass™;
- поддерживать простое прозрачное ускорение приложений с минимальным влиянием на существующую ИТ-инфраструктуру;
- поддерживать широкие возможности совместимости с существующей инфраструктурой посредством использования драйверов LSI SAS и MegaRAID® с обширной поддержкой ОС и управления;

Продуктовый портфель Nytro включает 4 решения.

**Карты ускорения приложения LSI Nytro WarpDrive™ Application Acceleration Cards**

— второе поколение семейства флэш-адаптеров PCIe, сочетающее высокую производительность и низкую латентность для ускорения работы транзакционного приложения и времени отклика. Линейка карт Nytro Warp Drive имеет вместимость от 200 Гбайт до 3,2 Тбайт



MLC или флэш-памяти SLC и сочетает производительность, отмеченную множеством наград, надежность и энергоэффективность процессоров флэш-СХД LSI SandForce с лидирующим в индустрии контроллером LSI SAS ICs. Отдельная карта Nytro Warp Drive обеспечивает производительность I/O, равную производительности сотни жестких дисков, при

этом требует намного меньше электроэнергии, физического пространства, что в целом сокращает стоимость владения.

**Решение ускорения приложения СХД LSI Nytro XD Application Acceleration Storage Solution** сочетает в себе карту LSI Nytro Warp Drive с ПО интеллектуального кэширования Nytro XD для совершенно нового уровня ускорения приложения SAN- и DAS-сред. Решение Nytro XD автоматически и прозрачно кэширует наиболее часто используемые данные чтения и записи в высокопроизводительную флэш-СХД PCIe, сокращая время ожидания и обеспечивая улучшение производительности в 30 раз по сравнению с системами СХД только на HDD. Результат — оптимизированный I/O темп выдачи данных, ускоренная производительность системы и приложения при использовании существующей ИТ-инфраструктуры без дополнительных вложений.

**Карты ускорения приложения LSI Nytro MegaRAID Application Acceleration Cards**

обеспечивают простое и недорогое ускорение DAS СХД, подключенной к SAS, посредством сочетания проверенной производительности RAID и функций защиты данных контроллеров LSI MegaRAID с встроенным ПО, флэш и интеллектуального кэширования. Карты



Nytro MegaRAID автоматически перемещают данные между интегрированной флэш-СХД и жесткими дисками для перехода к высокопроизводительной СХД с большой пропускной способностью без дополнительного дорогостоящего ПО или перезаписи.

**Инструмент ПО LSI Nytro Predictor™ Software Tool**

предлагает интеллектуальный гид для выбора подходящего решения ускорения приложения Nytro. ПО Nytro Predictor помогает ИТ-менеджерам и администраторам БД определять и анализировать “горячие точки” приложения наиболее часто используемых данных для понимания, какие приложения могут быть ускорены, и получения рекомендаций по тому, какой продукт LSI Nytro полностью отвечает специфическим требованиям конкретных приложений.

По словам Клода Лоренсона (Claude Lorenson), директора управления серверных продуктов SQL компании Microsoft Corporation, на протяжении множества поколений технологий компании LSI и Microsoft сотрудничали с целью разработки лучших на рынке СХД-решений. Технологии флэш-СХД, подобные портфелю продуктов ускорения приложения LSI Nytro, могут быть использованы для ускорения ключевых бизнес-приложений, таких как SQL Server 2012. Важность таких технологий будет расти вместе с совершенствованиями, которые предложит компания Microsoft в Windows Server 8.

Дополнительная информация: <http://www.thesmarterwaytofast.com/>.