

Уменьшение задержек и повышение производительности приложений до 13 раз с помощью решений Adaptec на базе maxCache™ 2.0 для кэширования чтения и записи на SSD

Основные положения

Современным центрам обработки данных и облачным вычислительным средам для поддержки крупномасштабных приложений (таких как обслуживание веб-сайтов и массового хранения файлов, базы данных, оперативная обработка транзакций, сервер Microsoft Exchange и высокопроизводительные вычисления) требуется повышение скорости выполнения операций ввода-вывода и сокращение задержек. В данной технической документации основное внимание уделено возможностям повышения производительности при использовании решений для кэширования Adaptec maxCache 2.0 на твердотельных накопителях (SSD) в таких основных приложениях центров обработки данных, а также возможностям сокращения расходов, которого можно достичь за счет повышения производительности приложений.

Такие преимущества, как повышение производительности и снижение стоимости использования системы, которые обеспечивают решения maxCache 2.0, иллюстрируется ниже путем сравнения производительностей в Iometer со сценарием полностью произвольного чтения для контроллера накопителей Adaptec при использовании решения maxCache 2.0 и аналогичного контроллера Adaptec без maxCache 2.0, а также сценария OLTP для контроллера Adaptec при использовании решения maxCache 2.0 и аналогичного контроллера Adaptec без maxCache 2.0. Данные значения повышенной производительности можно учесть при подсчете совокупной стоимости владения (ТСО), в ходе которого суммируется возможная экономия капиталовложений (CapEx) и эксплуатационных затрат (OpEx).

Показатели производительности

Повышение производительности приложений, сокращение задержек, увеличение количества пользователей одного сервера — это ключевые требования к работе центров обработки данных и облачным вычислительным средам. При сравнении кэширования Adaptec maxCache 2.0 на SSD с решениями на базе исключительно жестких дисков были получены следующие результаты:

- **рост производительности до 13 раз** при выполнении операций ввода-вывода в секунду (IOPS) при интенсивном чтении;
- **сокращение задержек до 13 раз** в приложениях, интенсивно использующих чтение.

При сравнении решения на базе только жесткого диска SAS

и жесткого диска SATA с SSD и поддержкой maxCache 2.0 получены следующие результаты:

- **6-кратное повышение производительности** для операций ввода-вывода при смешанной рабочей нагрузке;
- **10-кратное сокращение задержек** в приложениях со смешанной рабочей нагрузкой;
- **7-кратное увеличение доступной емкости сервера** и значительное снижение стоимости за Гбайт и за операцию ввода-вывода.

Введение

Для центров обработки данных и облачных вычислительных сред требуется применение серверов, настроенных для определенных приложений и обладающих высокой плотностью размещения в целях предоставления конечным пользователям высокого качества обслуживания (QOS). Обычно развертывание таких серверов выполняется с учетом конкретной задачи (например, обслуживание веб-сайтов, массовое хранение файлов, создание базы данных, оперативная обработка транзакций, поддержка сервера Microsoft Exchange и высокопроизводительных вычислений). Заказчики таких ЦОД и приложений для облачных вычислений обычно подписывают соглашения об уровне услуг (SLA), которые обязывают операторов обеспечивать оговоренные уровни надежности, доступности, удобства эксплуатации (RAS), а также производительности. Для выполнения этих требований операторы ЦОД развертывают серверы с высокой пропускной способностью при вводе-выводе и высокой производительностью при выполнении операций ввода-вывода, которые "подстраиваются под приложение", чтобы обеспечить соответствие положениям SLA. Нарушение условий соглашения SLA может повлечь за собой выплату высоких штрафов оператором ЦОД, не говоря о негативной реакции заказчика на недостаточную производительность или отрицательный опыт работы.

Помимо выполнения требований соглашения SLA из-за бюджетных ограничений при развертывании центров обработки данных необходимо повышать количество обслуживаемых одним сервером пользователей, чтобы снизить стоимость обслуживания (COS) одного пользователя, а также сократить капиталовложения и эксплуатационные затраты на дополнительное оборудование.

При увеличении количества конечных пользователей, которые подключены к одному серверу, увеличиваются задержки и снижается скорость выполнения операций

ввода-вывода. Поскольку обе из этих проблем возникают задолго до израсходования потенциала емкости ЗУ, ЦОД и облачные вычислительные среды вынуждены добавлять серверы для сохранения надлежащих уровней обслуживания, даже если емкость накопителей используемых серверов достаточна для большего числа пользователей. В результате коэффициент использования накопителей оказывается низким, а капиталовложения и эксплуатационные затраты (в частности, издержки на техническое обслуживание, питание и охлаждение) возрастают соразмерно увеличению требуемых физических площадей.

Кроме того, для выполнения требований соглашения SLA, связанных с временем отклика и доступностью, а также для увеличения количества обслуживаемых пользователей, которое требуется для снижения стоимости обслуживания операторы выполняют настройку серверов, позволяющую хранить данные в кэш-памяти системы несмотря на тот факт, что не ко всем данным пользователи осуществляют доступ с одинаковой частотой. Например, веб-серверы сохраняют начальные страницы размещенных на них веб-сайтов гораздо чаще, чем остальные страницы. Приложения электронной коммерции запрашивают изображения часто просматриваемых (популярных) товаров гораздо чаще остальных (непопулярных) товаров и чаще осуществляют продажи таких популярных товаров.

Но риски связаны не только с необходимостью соблюдения положений соглашения SLA. Все чаще конечные пользователи и заказчики отказываются от использования ресурса при возникновении задержек и низкой скорости выполнения операций ввода-вывода. Согласно данным исследовательской компании Equation Research¹

- 78% посетителей сайтов переходят на сайты конкурентов из-за низкой скорости работы в периоды наплыва посетителей;
- 88% посетителей скорее всего не вернутся на сайт, если при использовании данного сайта у них возникли проблемы;
- 47% посетителей покидают такой сайт, изменяя свое отношение к компании на более негативное.

Плохо функционирующий веб-сайт может привести к финансовым убыткам, которые можно измерить. Компания Amazon обнаружила, что, например, задержка всего лишь в 0,1 секунды снижает выручку от продаж на 1%.¹

Компании, которые решат проблему задержек, будут вознаграждены. Например, компания Shopzilla информирует, что повышение скорости загрузки веб-сайта на пять секунд подняло количество просмотров страниц на 25% и на 12% повысило выручку; большие финансовые учреждения используют полусекундное преимущество в скорости для выполнения миллионов заявок в секунду и получают рекордные прибыли.¹

Технология, которая обеспечивает быстрый отклик для "популярных" данных при хранении больших объемов "непопулярных" данных будет способствовать прямой экономии за счет количества развернутых серверов. Другими словами, любое улучшение производительности сервера при выполнении операций ввода-вывода повышает количество пользователей на один сервер и сокращает издержки на одного пользователя. Технология, которая обеспечит такое повышение производительности и при этом увеличит эффективный объем хранения на один сервер будет способствовать еще большему снижению издержек на одного пользователя и увеличению количества пользователей каждого сервера.

Кэширование Adaptec maxCache 2.0 на SSD соответствует требованиям ЦОД с интенсивными операциями ввода-вывода и облачных вычислительных сред. Это решение позволяет превратить стандартные промышленные серверы в рентабельные, высокопроизводительные, горизонтально масштабируемые системы, которые улучшают важные показатели использования, производительности и издержек.

О решениях с кэшированием Adaptec maxCache на SSD

Adaptec maxCache объединяет используемые в качестве кэша SSD с программным обеспечением maxCache для кэширования с помощью SSD для радикального повышения производительности операций ввода-вывода и снижения издержек без нарушения хода обычной работы. Фактически эта система устраняет проблемы с производительностью, которые могут возникать в ЦПУ, памяти и накопителе.

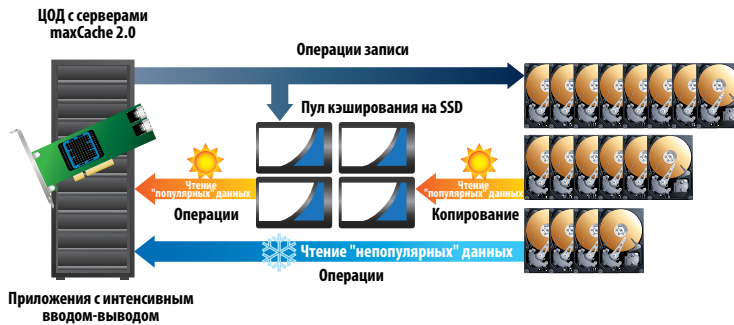
В сравнении с жесткими дисками SSD обладает рядом преимуществ, в т.ч. имеет большую пропускную способность при чтении, большую производительность для операций ввода-вывода, большую механическую надежность (благодаря отсутствию движущихся деталей) и большую устойчивость к ударам и вибрациям. Однако те же особенности (например, использование флэш-памяти), которые обеспечивают преимущества, в сравнении с жесткими дисками обладают системными ограничениями, такими как ограниченная емкость и более низкая пропускная способность при потоковой записи. Срок службы SSD также напрямую зависит от количества выполненных на нем операций записи.

Чтобы использовать преимущества SSD и совершать обход ограничений, при кэшировании на SSD с помощью maxCache обеспечивается значительное повышение производительности как при чтении, так и при записи. Алгоритм Learned-Path (его патентная заявка находится на рассмотрении) выявляет данные, к которым обращаются часто, и оптимизирует операции чтения и записи, помещая копии таких данных непосредственно в SSD-кэш для их быстрого извлечения при последующих запросах. Хранение в SSD-кэше только "популярных" данных обеспечивает оптимальное соотношение между производительностью и емкостью SSD. Используя свое уникальное положение в тракте обработки данных для создания "пула кэширования"

¹ "When more Website visitors hurt your business: Are you ready for peak traffic?"
(Когда посетители веб-сайта вредят бизнесу: готовы ли вы к пиковым нагрузкам?)
исследование компании Equation Research, 2010 г.

Adaptec maxCache 2.0

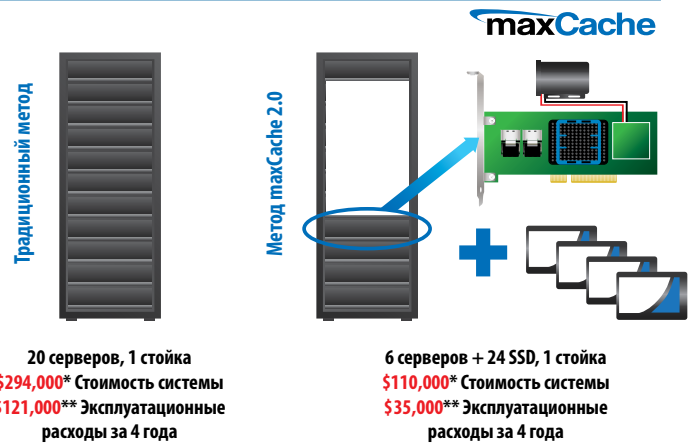
"популярных" данных, функция кэширования maxCache 2.0 SSD может обеспечить существенное повышение производительности в сравнении с системами, использующими только жесткие диски (рис. 1). При рабочих нагрузках, ограниченных только чтением, maxCache 2.0 обеспечивает 13-кратное повышение производительности операций ввода-вывода и 13-кратное сокращение задержек при работе приложений.

**Рис. 1. Развертывание maxCache 2.0**

Adaptec maxCache 2.0 позволяет также кэшировать данные для записи, чтобы повысить производительность и сократить задержки кэширования на SSD в рабочих нагрузках, сочетающих операции чтения и записи. Благодаря расширению сферы применения кэширования на SSD развертывание решения maxCache 2.0 можно выполнять в крупномасштабных ЦОД, что дает дополнительные финансовые преимущества и при этом оптимизирует структуру и способ установки оборудования.

Для используемых и будущих ЦОД оптимизация используемых площадей является критически важной, учитывая объем капиталовложений в проектирование и потерянные инвестиции в том случае, если площади не используются. Ускоряя выполнение операций ввода-вывода и уменьшая задержки, maxCache 2.0 позволяет ЦОД и облачным вычислительным средам обслуживать большее количество пользователей и выполнять большее количество транзакций в секунду, в то же время уменьшая общее количество серверов, которое требуется для заданной рабочей нагрузки. Таким образом существенно снижается объем капиталовложений компании, что в свою очередь способствует более эффективному использованию оборудования и сокращению площадей, которые требуются для размещения серверов ЦОД.

Уменьшение количества серверов дает дополнительную финансовую выгоду: сокращаются соответствующие издержки на электропитание, охлаждение и обслуживание, в результате чего снижается совокупная стоимость владения (рис. 2). Снижение эксплуатационных расходов обеспечивает непрерывную экономию в течение всего срока службы сервера, поэтому чем дольше эксплуатируется сервер, тем больше сокращаются эксплуатационные расходы.

**Рис. 2. Окупаемость инвестиций в оборудование**

*При оценочной стоимости аппаратного блока в 15 000 долларов США и отсутствии платы за лицензию на программное обеспечение.

**При оценочном энергопотреблении 800 Вт на сервер и средней стоимости энергии 0,11 доллара США за кВт-ч.

Сравнение решения Adaptec maxCache 2.0 со стандартными SSD и картами флэш-памяти на шине PCIe

Флэш-накопители становятся все более доступными и распространенными в вычислительных средах, но их не следует путать с решениями на базе maxCache 2.0. Чтобы достичь максимальной производительности при использовании обычного SSD или флэш-карты на шине PCIe, приложения требуется настроить для хранения данных, требующих более быстрого выполнения операций ввода-вывода, на высокопроизводительном SSD или на флэш-карте. Для этого администратор должен хорошо разбираться в конкретном приложении и понимать, какие преимущества можно получить при маршрутизации данных, требующих быстрого ввода-вывода, на SSD.

Кроме того, емкость стандартных накопителей SSD все еще мала в сравнении с жесткими дисками. Поэтому потребуется большое количество SSD, что приведет к значительному повышению капиталовложений. Используя кэширование Adaptec maxCache 2.0 на SSD, можно использовать преимущества большой емкости механических накопителей (жестких дисков) и при этом увеличить скорость ввода-вывода, характерную для SSD. Решение maxCache 2.0 обеспечивает оптимальный баланс между производительностью SSD и емкостью HDD для решения проблем, которые возникают перед ЦОД и операторами облачных вычислений.

Методика тестирования

Для сравнения производительности решений с кэшированием Adaptec maxCache 2.0 на SSD использовались контроллеры внешней памяти Adaptec серий 6 и 6Q.

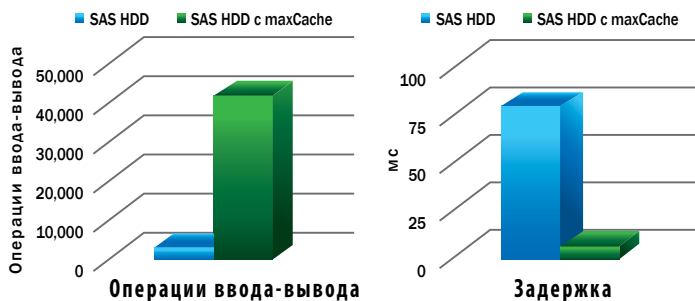
Тесты выполнялись для измерения преимуществ maxCache 2.0. Результаты продемонстрированы относительно двух осей. Первая серия тестов выполнялась для измерения производительности maxCache 2.0 при рабочей нагрузке,

Adaptec maxCache 2.0

состоящей только из операций чтения, и сравнение производилось с решением только на базе жестких дисков. Затем была выполнена вторая серия тестов для определения преимуществ, которые может обеспечить кэширование при чтении и записи с использованием жестких дисков SATA большой емкости в сравнении с жесткими дисками с интерфейсом SAS.

Производительность чтения с кэшированием — операции ввода-вывода и задержка

Приложения с интенсивным использованием чтения, например, веб-серверы, файловые серверы, приложения электронной торговли, имеют гораздо лучшие показатели при использовании maxCache 2.0: производительность для операция ввода-вывода увеличена до 13 раз, задержки сокращены до 13 раз.



- Сравнение производительности для RAID-массива 0 при рабочей нагрузке Iometer с полностью произвольным чтением.
- Конфигурация на базе только жестких дисков: восемь дисков SAS, 15 000 об/мин, каждый емкостью 300 Гбайт, в RAID-массиве 0.
- Конфигурация maxCache 2.0: восемь дисков SAS, 15 000 об/мин, емкостью 300 Гбайт каждый, в RAID-массиве 0; два SSD с интерфейсом SATA емкостью 100 Гбайт для пула кэширования maxCache.

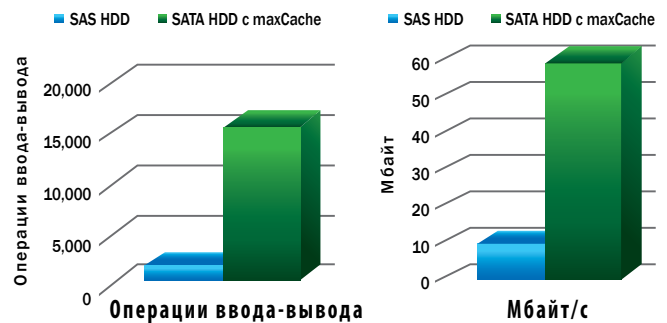
Производительность записи при кэшировании

Благодаря введению поддержки кэширования при записи решение maxCache 2.0 оптимизирует показатели в том числе и приложений с интенсивным использованием операций ввода-вывода при смешанных рабочих нагрузках, в т.ч. таких как оперативная обработка транзакций, сервер Microsoft Exchange и среды высокопроизводительных вычислений.

Производительность записи при кэшировании — оп. вв.-выв. /с и Мбайт/с

Внедрение решения maxCache 2.0 обеспечивает значительное повышение производительности и позволяет при этом проектировать серверы с более высоким потенциалом наращивания емкости. В этом примере получено 6-кратный

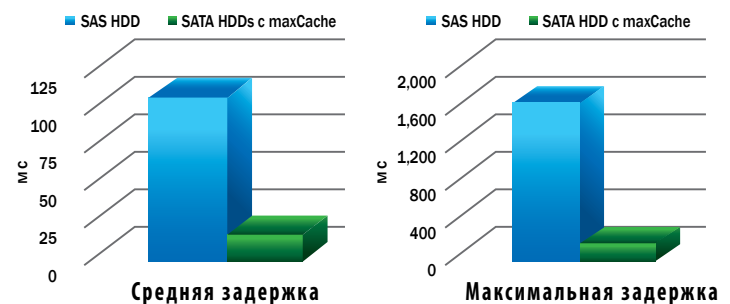
рост скорости по операциям ввода-вывода и Мбайт/с. Этот рост производительности получен вследствие замены конфигурации сервера с жесткими дисками SAS на конфигурацию maxCache 2.0 с жесткими дисками SATA большой емкости. В результате изменения конфигурации повышена возможная емкость решения с 2,4 Тбайт до 18 Тбайт — 7-кратное увеличение емкости, которое существенно снижает стоимость ЦОД в расчете на гигабайт и стоимость в расчете на показатели операции ввода-вывода.



- Сравнение производительности RAID 5 для рабочей нагрузки при оперативной обработке транзакций (соотношение операций чтения и записи 2:1).
- Конфигурация на базе только жестких дисков: восемь дисков SAS, 15 000 об/мин, каждый емкостью 300 Гбайт, в RAID-массиве 5.
- Конфигурация maxCache 2.0: шесть жестких дисков SATA емкостью 3 Тбайт в RAID-массиве 5; два SSD емкостью 100 Гбайт для пула maxCache.

Производительность записи при кэшировании — задержка

Тесты при использовании maxCache 2.0 продемонстрировали 6-кратное сокращение среднего времени задержки и 10-кратное сокращение максимального времени задержки, а также значительное уменьшение времени отклика и согласованность времени отклика. В этих измерениях снова сравнивались конфигурация только с жесткими дисками SAS с конфигурацией, использующей maxCache 2.0 и жесткие диски SATA большой емкости.



Adaptec maxCache 2.0

- Сравнение производительности RAID 5 для рабочей нагрузки при оперативной обработке транзакций.
- Конфигурация на базе только жестких дисков: восемь дисков SAS, 15 000 об/мин, емкостью 300 Гбайт каждый, в RAID-массиве 5.
- Конфигурация maxCache 2.0: шесть жестких дисков SATA емкостью 3 Тбайт в RAID-массиве 5; два SSD емкостью 100 Гбайт для пула maxCache.

Выводы

Операторы ЦОД и приложения облачных вычислений вынуждены постоянно повышать производительность серверов для соответствия требованиям приложений, которым необходима высокая скорость обработки данных, и растущих баз данных пользователей. При этом ограничения по площади помещений, электропитанию и охлаждению вынуждают ЦОД к поиску устройств, обеспечивающих максимально возможную экономию средств, электроэнергии и занимаемой площади. Такие условия необходимы для повышения скорости выполнения операций ввода-вывода и возможной рабочей нагрузки на сервер.

Как продемонстрировано в приведенных выше тестах, решение maxCache 2.0 уменьшает влияние узких мест систем на задержки и скорость ввода-вывода, повышая производительность сервера до 13 раз в приложениях для веб-сервера и электронной коммерции. Такой потенциал роста производительности позволяет ЦОД заменить одним сервером с maxCache 2.0 тринадцать "стандартных" серверов, а также значительно сократить капиталовложения и эксплуатационные расходы.

Решение maxCache 2.0 позволяет также заменить конфигурацию с жесткими дисками SAS на конфигурацию с дисками SATA большой емкости, что обеспечивает повышение производительности приложений и емкости систем, позволяя операторам ЦОД повысить окупаемость своих инвестиций в оборудование.

Adaptec by PMC предоставляет инновационные решения, обеспечивающие великолепную производительность за счет интеллектуальной маршрутизации, оптимизации и защиты данных при их прохождении через тракт ввода-вывода.

Используя кэширование maxCache 2.0 на SSD, Adaptec by PMC позволяет решить проблемы центров обработки

данных следующего поколения и продолжает предлагать расширенные возможности применения облачных вычислений, сокращая при этом расходы на помещения и финансовые затраты.

Основные преимущества maxCache 2.0

Контроллеры внешней памяти Adaptec серии 6Q с кэшированием maxCache 2.0 на SSD обеспечивают перечисленные ниже преимущества.

- **Рост скорости до 13 раз по сравнению с решениями на базе только жестких дисков.** Программное обеспечение Adaptec maxCache 2.0 для кэширования на SSD реализует улучшенный алгоритм Learned-Path, который выявляет часто используемые ("популярные") данные и повышает производительность приложений за счет копирования этих данных в пул кэширования на SSD для быстрого извлечения при последующих запросах.
- **Возможность организации кэширования при записи.** Программное обеспечение Adaptec maxCache 2.0 для кэширования на SSD обеспечивает возможность кэширования при записи для повышения показателей работы приложений с различными рабочими нагрузками. Решение Adaptec maxCache 2.0 использует преимущества SSD при записи для дополнительного повышения производительности приложений.
- **Сокращение капиталовложений и эксплуатационных расходов.** Кэширование Adaptec maxCache на SSD позволяет сократить капиталовложения, поскольку скорость операций ввода-вывода повышается, а количество оборудования сокращается. Таким образом существенно снижаются эксплуатационные расходы на электроэнергию и обслуживание.
- **Снижение стоимости и повышение гибкости при выборе SSD.** Контроллеры внешней памяти Adaptec серии 6Q с кэшированием maxCache 2.0 на SSD позволяют использовать в качестве кэша стандартные SSD, расширяя диапазон производителей и ценовых предложений. Данные контроллеры подготовлены для самых последних моделей корпоративных SSD и позволяют повысить производительность, реализовать функции на уровне предприятия и увеличить продолжительность работы.



PMC-Sierra, Inc.
1380 Bordeaux Dr. Sunnyvale,
CA 94089 USA
Телефон: +1 (408) 239-8000

Веб-сайт: www.adaptec.com

Предпродажная поддержка: **США и Канада:** 1 (800) 442-7274, (408) 957-7274 или adaptec@pmc-sierra.com
Великобритания: +44 1276 854 528 или uk_sales@pmc-sierra.com
Австралия: +61-2-90116787
Сингапур: +65-92351044