

**Решения Microsemi Adaptec® для гибридных
RAID-массивов с дисками SSD и HDD для
максимальной производительности и
надежности**

Техническая статья



Введение

Спрос пользователей на быстродействие возрастает, функциональность приложений отличается все большей сложностью, поэтому центры обработки данных постоянно стремятся повышать производительность своей инфраструктуры. Для некоторых компонентов предлагается относительно простой путь обновления: повышается мощность процессоров, увеличивается скорость передачи по сети, возрастает емкость дисков и так далее. Но все эти улучшения незначительны, если скорости операций ввода-вывода не соответствуют возросшим потребностям.

Например, работа системы оперативной обработки транзакций зачастую ограничена скоростью обновления базы данных. Производительность алгоритма поиска может зависеть от того, насколько быстро различные структуры данных считываются с диска. Количество пользователей, которые могут успешно пользоваться веб-сайтом, зависит от скорости отклика веб-страниц.

Повышение числа конечных пользователей приводит к увеличению времени отклика и ожидания. Исследование Equation Research иллюстрирует, какое влияние такие проблемы могут оказывать на веб-сайт компании¹:

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

В целях повышения производительности системы центры обработки данных иногда могут добавлять высокоскоростные накопители на жестких дисках (жесткие диски), например, диски Serial Attached SCSI (SAS), 15 000 об/мин, и использовать технологию короткого рабочего хода, чтобы приложения использовали только внешние треки дисков, производительность которых максимальна. Или можно добавить новые серверы, даже если емкость используемых серверов достаточна для большего количества пользователей.

Однако любой метод приводит к снижению коэффициента использования накопителей. Кроме того, вследствие добавления серверов повышаются капиталовложения и эксплуатационные затраты (в частности, увеличиваются расходы на техническое обслуживание, электропитание и охлаждение), а также увеличивается необходимые физические площади.

Внедрение твердотельных накопителей (SSD) позволяет решить многие из этих проблем, а центры обработки данных при этом могут изменить свою архитектуру хранения данных.

SSD: производительность на флэш-накопителе

В сравнении с жесткими дисками твердотельные накопители SSD обладают рядом преимуществ, в т. ч. имеют большую пропускную способность при считывании, более высокую

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.

производительность в IOPS, большую механическую надежность и большую устойчивость к ударам и вибрациям. Однако те же особенности (например, использование флэш-памяти), которые предоставляют эти преимущества по сравнению с HDD, сопровождаются рядом принципиальных ограничений, таких как ограниченная емкость и меньшая производительность последовательной записи.

Другим недостатком SSD является то, что они не предусматривают возможности перезаписи данных, как это возможно сделать на жестких дисках. Вместо этого весь сегмент данных для передачи необходимо предварительно стереть, чтобы записать на него новые данные, даже если изменилось всего несколько байтов. Кроме того, что этот процесс негативно влияет на производительность процесса записи, что может привести к неравномерному износу флэш-накопителя. В результате диск может преждевременно выйти из строя.

Чтобы предотвратить неравномерный износ, во многих дисках SSD используется технология выравнивания износа для равномерного распределения сегментов стирания и перезаписи по всей поверхности носителя. Технология выравнивания износа увеличивает срок службы диска, но со временем снижает скорость записи.

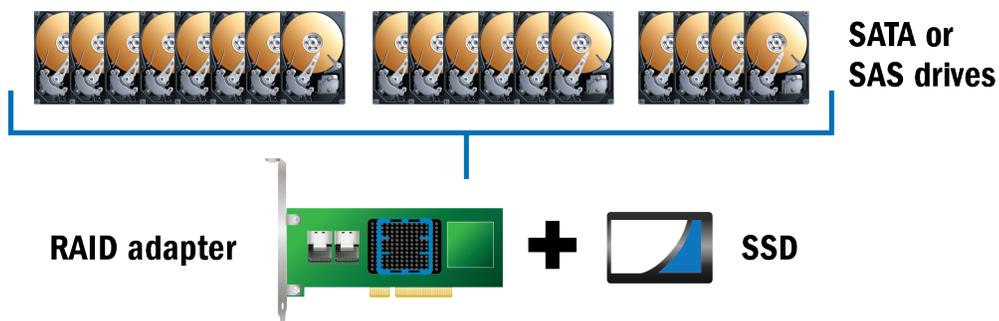
Помимо прочего, твердотельные накопители гораздо дороже жестких дисков, особенно в соотношении «цена / емкость, ГБ». Несмотря на всю возможную выгоду, для большинства сред очень непрактично производить замену каждого жесткого диска твердотельным накопителем.

Однако гибридные решения, сочетающие в себе жесткие диски и твердотельные накопители, могут быть чрезвычайно экономичными, особенно в соотношении «цена — количество операций ввода-вывода» или с точки зрения экологичности — «потребление энергии — количество операций ввода-вывода».

Что такое Hybrid RAID?

Hybrid RAID является решением для резервного хранения данных, которое сочетает в себе такие преимущества, как большая емкость, невысокая стоимость дисков SATA или жестких дисков SAS повышенной производительности с малой задержкой, высокая производительность твердотельных накопителей SAS при выполнении операций ввода-вывода и наличие карты RAID-контроллера, как показано на рисунке ниже.

Рис. 1. Развертывание Hybrid RAID



В Hybrid RAID операции считывания выполняются с более быстрого твердотельного накопителя, а операции записи в целях выполнения резервирования производятся как на твердотельных накопителях, так и на жестких дисках.

Hybrid RAID идеально подходит для приложений с данными нижнего уровня, таких как интернет-шлюз, файловый сервер или виртуальная вычислительная машина.

Преимущества Hybrid RAID

Массивы Hybrid RAID имеют значительное преимущество в производительности по сравнению со стандартными RAID-массивами жестких дисков, которые доступны по более низкой цене, чем RAID-массивы, состоящие только из твердотельных накопителей. По сравнению с RAID-массивами только из жестких дисков гибридные массивы повышают производительность в IOPS и сокращают задержки, благодаря чему центр обработки данных и облачные вычислительные среды могут обслуживать большее количество пользователей и выполнять большее количество транзакций в секунду на каждом сервере, уменьшая общее количество серверов, которое требуется для заданной рабочей нагрузки.

Кроме того, что уменьшение количества серверов будет способствовать сокращению площадей, занимаемых серверами в центре обработки данных, это позволит получить дополнительные финансовые выгоды и от сокращения капиталовложений, необходимых для приобретения дополнительных серверов, и от снижения эксплуатационных расходов, связанных с электропитанием, охлаждением и обслуживанием.

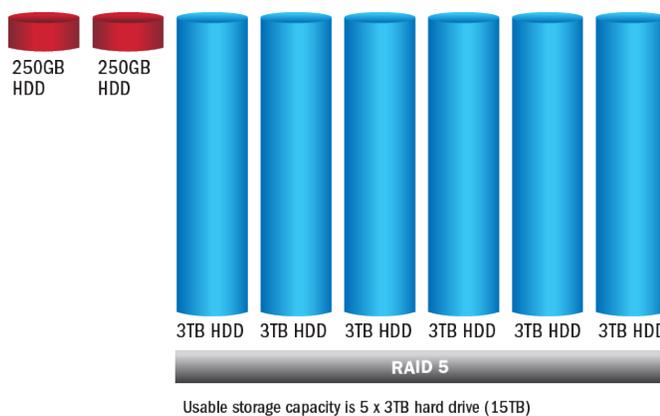
Примеры Hybrid RAID

Внедрение решения Hybrid RAID для хранения данных открывает широкие возможности для максимального увеличения емкости, повышения скорости загрузки и общей производительности, как показано в приведенных ниже примерах.

Пример 1. Серверы большой емкости (идеально подходит для серии 8)

В настоящем примере заказчик хочет максимально эффективно задействовать большую емкость сервера с 8 отсеками и в то же время получить сервер с высокой скоростью загрузки. Заказчик придерживается традиционного подхода и хочет обособить операционную систему от данных (ОС в зеркале и данные в массиве RAID 5 для обеспечения максимальной емкости).

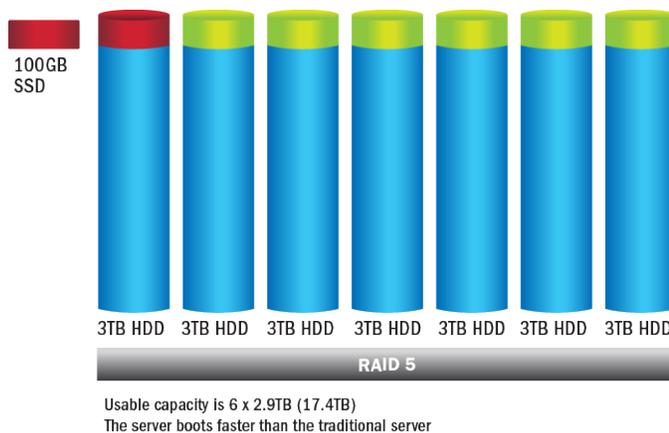
Рис. 2. Сервер большой емкости, традиционный способ использования с применением только жестких дисков



Проблема с использованием только жестких дисков (см. рис. выше) состоит в том, что два отсека сервера отводятся под загрузочные диски для ОС и, следовательно, емкость хранилища

ограничивается шестью дисками в RAID 5. Кроме того, сервер загружается не слишком быстро, поскольку он загружается со стандартных жестких дисков в зеркале, которое не является быстрым типом RAID.

Рис. 3. Сервер большой емкости, решение Hybrid RAID



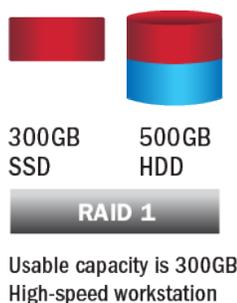
Гибридное решение (см. рис. выше) предлагает несколько преимуществ:

1. Общая емкость сервера в шесть раз больше полезной емкости каждого диска в массиве RAID 5.
2. Сервер загружается быстрее, т. к. в процессе загрузки данные считываются с накопителя SSD.
3. При необходимости неиспользуемое пространство на каждом диске может использоваться в другом массиве.
4. В этом случае из шести неиспользуемых сегментов диска может быть создан том RAID 5 объемом 500 ГБ.

Пример 2. Рабочая станция (идеально подходит для серий 8 и 8E)

В этом примере пользователю рабочей станции требуется быстрая загрузка систем и приложений. При этом пользователь не хочет тратить время на восстановление станции в случае выхода из строя жесткого диска.

Рис. 4. Решение Hybrid RAID для рабочей станции



Гибридное решение (см. рис. выше) предлагает следующие преимущества:

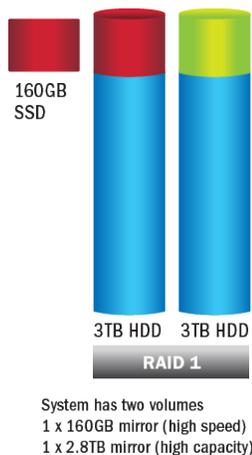
- Все операции чтения выполняются непосредственно с твердотельного накопителя, благодаря чему скорость чтения на рабочей станции существенно возрастает по сравнению со скоростью стандартного жесткого диска.
- Скорость записи остается той же, что и у стандартной рабочей станции, но благодаря применению кэш-памяти на карте контроллера она будет выше, чем скорость стандартного жесткого диска, подключенного к контроллеру диска на компьютере.
- Данные не будут потеряны, если любой из дисков выйдет из строя. При замене вышедшего из строя диска массив будет восстановлен на сменном диске, а система вернется к состоянию, в котором она находилась до сбоя диска.

Учтите, что не рекомендуется использовать эти свободные 200 ГБ жесткого диска емкостью 500 ГБ, поскольку эти данные не являются избыточными, и сбой жесткого диска может привести к потере данных.

Пример 3. Сервер для малого предприятия (идеально подходит для серии 8E)

Для большинства малых предприятий необходимы серверы, содержащие по крайней мере несколько высокопроизводительных массивов для работы с бухгалтерскими программами, небольшими отраслевыми базами данных, а также почтовыми серверами. Вместе с тем производительность всегда зависит от емкости. Даже сотрудники малых предприятий могут заполнить несколько терабайтов документами, фотографиями, видео и другими данными.

Рис. 5. Решение Hybrid RAID для сервера малого предприятия



Гибридное решение предоставляет следующие преимущества:

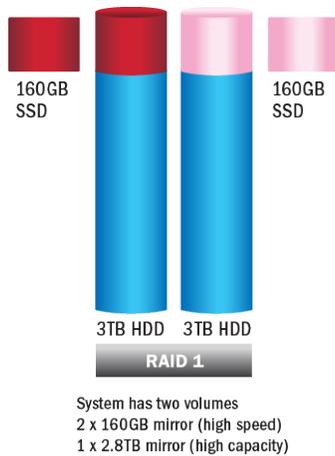
- Диска емкостью 160 ГБ достаточно для создания загрузочного тома ОС, при этом остается 100 ГБ дискового пространства для базы данных.
- Так как гибридное зеркало емкостью 160 ГБ считывает непосредственно с твердотельного накопителя, время загрузки ОС и взаимодействия с базой данных будет значительно сокращено по сравнению со стандартным зеркалом из двух жестких дисков.

Пример 4. Сервер для малого предприятия (идеально подходит для серии 8E)

В предыдущем примере требовалось применение карты RAID, имеющей не менее 4 портов, но четвертый ее порт оставался неиспользованным. Чтобы на сервере задействовались все

четыре порта, следует лишь приобрести второй твердотельный носитель емкостью 160 ГБ для зеркалирования свободного дискового пространства из предыдущего примера.

Рис. 6. Решение Hybrid RAID для сервера малого предприятия



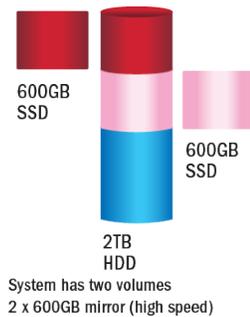
Зеркалирование двух твердотельных накопителей и двух жестких дисков является самым эффективным решением для обычных серверов. Однако существуют следующие основания в пользу описанного выше метода.

- Скорость записи твердотельных накопителей младшего диапазона не намного выше, чем у жестких дисков, поэтому зеркалирование двух твердотельных накопителей не дает значительных преимуществ.
- Так как скорость чтения с твердотельного накопителя высока, создание из него зеркала не приведет к улучшениям по сравнению с использованием одного такого накопителя.
- Так как основное значение имеет скорость чтения, наличие двух гибридных массивов Hybrid RAID дает серверу 320 ГБ со скоростью считывания твердотельного накопителя, при том что данные каждого накопителя защищены зеркалом.
- Емкость жесткого диска сервера не теряется, как в предыдущем примере.

Пример 5. Высокоскоростной сервер с небольшой емкостью для малого предприятия (идеально подходит для серии 8E)

Если производительность является более важным фактором, чем емкость, пользователь может установить два твердотельных накопителя объемом 600 ГБ и зеркалировать их на жесткий диск, в результате чего обеспечивается 1,2 ТБ емкости твердотельного накопителя, как показано на следующем рисунке.

Рис. 7. Решение Hybrid RAID для высокоскоростного сервера с небольшой емкостью, малое предприятие



Обратите внимание, что такая конфигурация позволяет добавить третий твердотельный накопитель (используя четвертый порт на карте RAID), чтобы задействовать три гибридных зеркала на трех твердотельных накопителях и одном жестком диске.

Решения Hybrid RAID

Создание гибридного решения

С точки зрения аппаратных средств, довольно просто построить решение Hybrid RAID, т. к. можно использовать твердотельные накопители и жесткие диски любой емкости (хотя требуется применить равное количество накопителей SSD и жестких дисков). Если RAID-массив создан из дисков разных размеров, в качестве размера сегмента диска будет выбран размер наименьшего диска. Например, если массив RAID 1 создан из твердотельного накопителя объемом 128 ГБ и жесткого диска объемом 2 ТБ, объем логического устройства составит 128 ГБ. Если массив RAID 10 создан из двух твердотельных накопителей (объемом 128 ГБ каждый) и двух жестких дисков (объемом 2 ТБ каждый), объем логического устройства составит 256 ГБ. Оставшийся объем жесткого диска можно использовать для хранения данных.

Однако с точки зрения программного обеспечения это не так просто, т. к. большинство программ было создано без учета возможности хранения данных на устройствах двух разных типов.

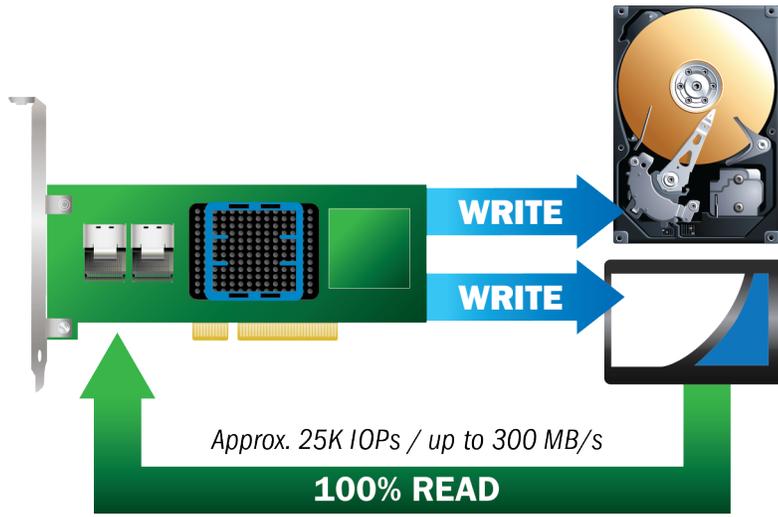
Чтобы задействовать все возможности гибридных массивов Hybrid RAID, необходимо выполнить развертывание карты RAID-контроллера с системой интеллектуального хранения.

Решения Microsemi Adaptec для гибридных RAID-массивов

Благодаря гибридной технологии Hybrid RAID, эта задача выполняется так же просто, как и установка обновления прошивки на любой RAID-контроллер SAS/SATA от Microsemi серий 8, 8E, 7, 6 или Q. Контроллер автоматически создает гибридный RAID-массив, когда один или несколько твердотельных накопителей совмещаются с тем же количеством жестких дисков в массиве RAID 1 или RAID 10. Массив Hybrid RAID полностью поддерживается операционной системой и всеми запущенными приложениями.

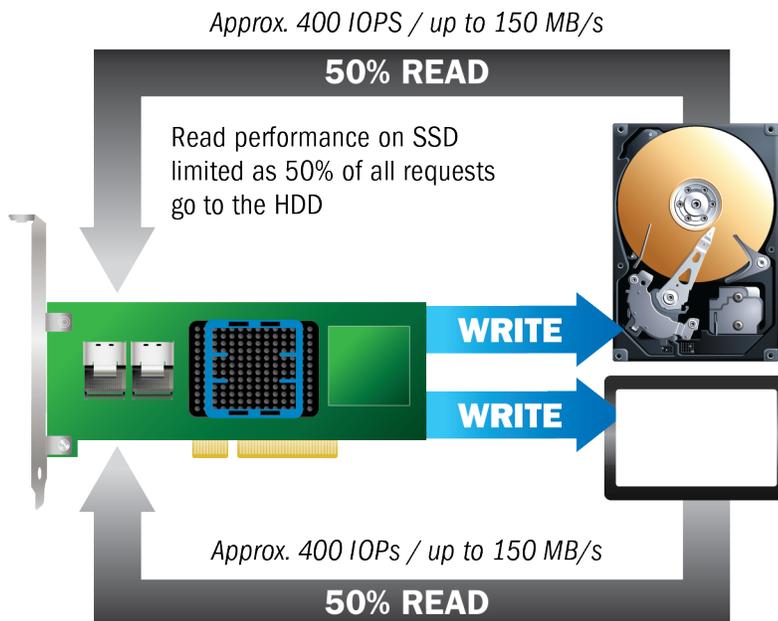
Кроме того, RAID-контроллеры Microsemi Adaptec позволяют гибридным массивам достичь максимальной производительности благодаря выполнению записи как на жесткий диск, так и на твердотельный накопитель, а также постоянному считыванию с накопителя SSD (см. рис. ниже).

Рис. 8. Решение Microsemi Adaptec Hybrid RAID

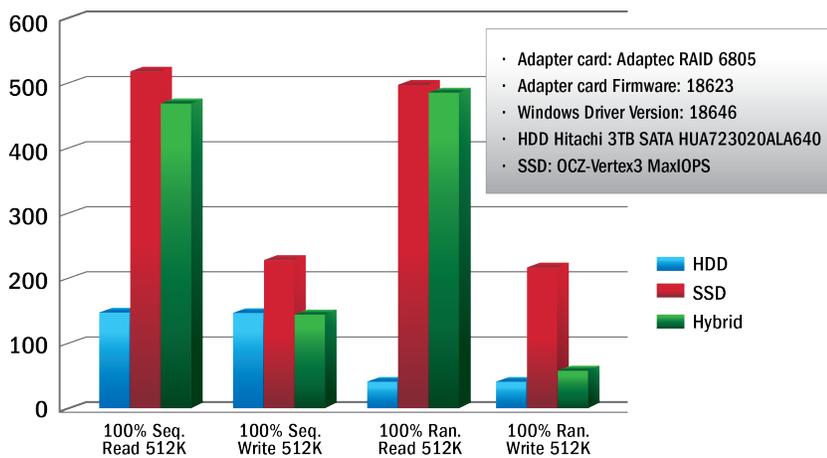


В отличие от этого, другие контроллеры записывают и считывают данные как с жесткого диска, так и с накопителя SSD, как показано на следующем рисунке. Так как производительность ввода-вывода твердотельного накопителя может в 100 раз превышать производительность жесткого диска, производительность ввода-вывода гибридных решений Hybrid RAID сторонних производителей обычно ниже.

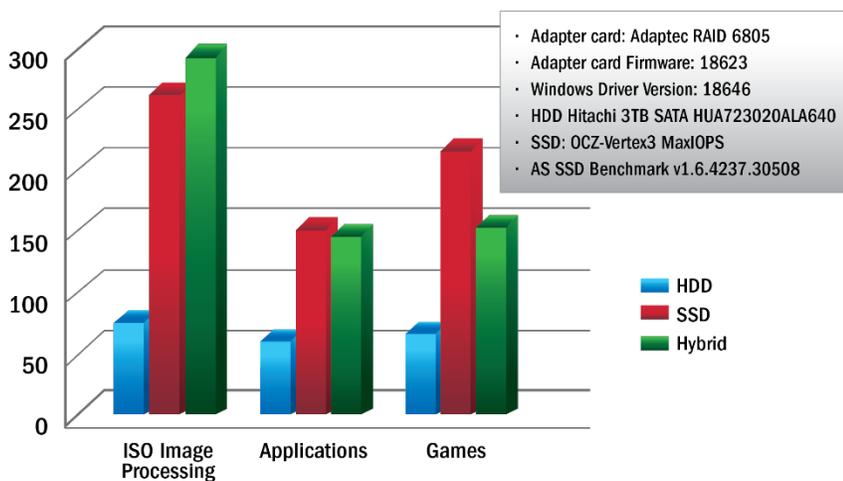
Рис. 9. Решение Hybrid RAID от стороннего производителя



Гибридные RAID-массивы Microsemi Adaptec обеспечивают большее количество операций считывания в секунду по сравнению со стандартными массивами жестких дисков без снижения скорости записи, как показано на следующем рисунке.

Рис. 10. Замер производительности IOMeter

Благодаря решениям Microsemi Adaptec Hybrid RAID немного повышается производительность некоторых приложений. При использовании Hybrid RAID 1 приложения работают быстрее, чем при использовании одного твердотельного накопителя, как показано на следующем рисунке.

Рис. 11. Производительность приложений AS SSD

Таким образом, решение Hybrid RAID от Microsemi Adaptec обеспечивает более высокую производительность и низкую стоимость за гигабайт, а также меньшую стоимость и уровень энергопотребления на одну операцию ввода-вывода, чем гибридные решения Hybrid RAID от сторонних производителей.

Заключение

Центры обработки данных постоянно сталкиваются с проблемой увеличения трафика и количества пользователей. При небольшом бюджете возможности добавления дополнительных серверов ограничены.

Массивы Hybrid RAID на базе твердотельных накопителей и жестких дисков имеют значительное преимущество в производительности по сравнению со стандартными RAID-

массивами из жестких дисков, а их стоимость ниже, чем у RAID-массивов только из твердотельных накопителей.

RAID-контроллеры SAS/SATA серий 8, 8E, 7, 6 и Q от Microsemi Adaptec с последними обновлениями прошивки автоматически создают эффективный массив Hybrid RAID, если один или несколько твердотельных накопителей совмещаются с тем же количеством жестких дисков в массиве RAID 1 или RAID 10. В отличие от контроллеров RAID сторонних производителей, при работе которых 50% времени затрачивается на считывание с жесткого диска, карты Microsemi Adaptec обеспечивают максимальную производительность системы благодаря считыванию только с твердотельного накопителя.

По сравнению с массивами только из жестких дисков гибридные массивы Microsemi Adaptec выполняют большее количество операций считывания в секунду без снижения производительности записи операций ввода-вывода. Кроме того, эти решения полностью совместимы с операционной системой и всеми запущенными приложениями. В отличие от массивов, состоящих только из твердотельных накопителей, стоимость гибридных массивов Microsemi Adaptec остается самой низкой в соотношении «цена / емкость, ГБ» и «цена / количество операций ввода-вывода».

**Microsemi Corporate Headquarters**

One Enterprise, Aliso Viejo,
 CA 92656 USA (США)

В США: +1 (800) 713-4113

За пределами США: +1 (949) 380-6100

Факс: +1 (949) 215-4996

Электронная почта:

sales.support@microsemi.com

www.microsemi.com

©2016 Microsemi Corporation. Все права защищены. Microsemi и логотип Microsemi являются зарегистрированными товарными знаками Microsemi Corporation. Все прочие товарные знаки и знаки обслуживания являются собственностью их владельцев.

Компания Microsemi не дает никаких гарантий и не делает никаких заявлений в отношении информации, содержащейся в данном документе, а также пригодности своих продуктов и услуг для любой конкретной цели. Компания Microsemi не принимает на себя никакой ответственности, возникающей в результате использования каких-либо продуктов или систем. Продукты, продающиеся в рамках данного предложения, и любые другие продукты, которые продает компания Microsemi, были подвергнуты ограниченному испытанию, и их не следует использовать для критически важного оборудования или систем. Все указанные функциональные характеристики считаются достоверными, но не подтверждены. Покупатель должен провести все функциональные и другие испытания продуктов по отдельности и вместе с любыми конечными продуктами, в которых они установлены. Покупатель не должен полагаться на любые данные и функциональные характеристики и параметры, указанные компанией Microsemi. Покупатель берет на себя обязанность независимо определить пригодность любых продуктов, испытать и подтвердить ее. Информация, предоставленная компанией Microsemi в данном документе, предоставлена на условиях «как есть, где есть», и любые риски, связанные с такой информацией, полностью лежат на Покупателе. Компания Microsemi не предоставляет каким-либо сторонам каких-либо патентных прав, лицензий или других прав интеллектуальной собственности, явно или косвенно, в отношении такой информации и любых описываемых ею предметов. Информация, содержащаяся в данном документе, является собственностью компании Microsemi. Компания Microsemi оставляет за собой право вносить любые изменения в содержание данного документа, а также любых продуктов и услуг в любой момент без уведомления.

О компании Microsemi

Microsemi Corporation (Nasdaq: MSCC) предлагает полный набор полупроводниковых и системных решений для аэрокосмической и оборонной отраслей, телекоммуникаций, центров обработки данных и промышленных рынков. Компания предлагает следующие продукты: высокопроизводительные радиационно-устойчивые комбинированные интегральные схемы; программируемые логические интегральные схемы; однокристалльные схемы; специализированные заказные интегральные схемы; системы управления электропитанием; устройства