

# HP ZPAR: унифицированная СХД для разнородных нагрузок

После приобретения компании ZPAR (и, соответственно, технологии СХД) в конце 2010 г. компания HP в значительной степени расширила функционал решений ZPAR, а в сентябре 2011 г. представила новые модели ZPAR – V400 и V800 на базе нового ASIC 4-го поколения, а в конце 2012 г. – еще две модели среднего класса – 7200 и 7400. В настоящее время HP позиционирует линейку СХД ZPAR как эволюцию архитектуры EVA для midrange- и high-end рынков для разнородных нагрузок с максимальной производительностью до 450 KIOPS (на SPC-1) и максимальной потоковой производительностью 9,6 Гбайт/с.



Андрей Вересов – менеджер по развитию бизнеса систем хранения данных, HP в России.

## Введение

В конце 2012 г. компания HP представила дальнейшее развитие своей стратегии конвергентного хранения – HP Converged Storage. Ключевая роль в этой стратегии отводится дальнейшему развитию линейки HP ZPAR StoreServ Storage. В частности, продукты HP ZPAR StoreServ позиционируются в качестве унифицированной платформы для блочного, а также файлового и объектного доступа с помощью шлюза X3000 NAS или HP StoreEasy для использования в облачных средах с разнородными нагрузками. Решения HP ZPAR StoreServ с SSD-дисками будут интегрироваться с высокопроизводительным флэш-кэшем на базе HP ProLiant серверов и NVM-технологии, позволяющая достигать экстремально высокой производительности.

Для потребителей это означает:

- упрощение использования СХД – одна система для развертывания, изучения и управления;
- развертывание одной системы для обслуживания всех нагрузок, поддержание многоуровневого хранения только средствами СХД, сокращение занимаемой площади под СХД;
- высокую оперативность для обеспечения мобильности данных, для развертывания новых приложений, для удовлетворения быстро меняющихся бизнес-потребностей в ИТ-услугах.

## История развития и характеристики массивов ZPAR

В конце 90-х годов появились первые сервис-провайдеры, у которых возникли проблемы: большому количеству клиентов одновременно требовалось предоставление ИТ-сервисов с разнородной нагрузкой (OLTP-системы, OLAP-системы, ERP-системы, почтовые сервисы, видео-сервисы и др.). Имеющиеся на тот момент high-end дисковые массивы с такой нагрузкой не справлялись.

В связи с этим сервис-провайдеры обратились к ИТ-сообществу и выдвинули три требования, которым должен удовлетворять новый массив. Массив должен: хорошо справляться с разнородной нагрузкой; быть самым быстрым; легко управляться. Так, в мае 1999 г. появилась венчурная компания ZPAR, в качестве ключевых стратегических инвесторов которой стали: Oracle, Sun и VERITAS.

Основными отличительными особенностями новых массивов ZPAR были:

- поддержка многоконтроллерности (в отличие от наиболее распространенных в начале 2000-х – двухконтроллерных модульных СХД);
- обслуживание каждого логического тома всеми контроллерами массива, которые работают в active-active кластере с балансировкой нагрузки;
- достижение линейной масштабируемости по производительности;
- поддержка сервисов данных внутри СХД на базе специализированной ASIC.

До приобретения ZPAR компанией HP ее продукция продвигалась, в основном, в регионах США и Великобритании, после приобретения решения стали доступны и в регионе Россия/СНГ.

Уже в сентябре 2011 г. (по прошествии менее одного года после приобретения) компания HP выпустила две новые модели ZPAR high-end класса – V400 и V800 (с 2013 г. – HP ZPAR StoreServ 10400 и 10800) с числом контроллеров до восьми и на базе нового ASIC 4-го поколения, подняв максимальную производительность с 225 тыс. IOPS до уровня 450 тыс. IOPS (на SPC-1<sup>\*)</sup>).

В декабре 2012 г. произошел второй большой апгрейд линейки ZPAR: были анонсированы две новые модели среднего класса – HP ZPAR StoreServ 7200 и 7400 (рис. 1), соответственно, с максимальным числом контроллеров – 2 и 4, обеспечивающие доступность данных и функции контроля качества обслуживания, свойственные ранее только дисковым массивам класса high-end. Уровень производительности нового массива 7400 – более 320 000 операций ввода/вывода в секунду (по результатам внутреннего тестирования HP, прим. ред.) и 268 000 операций ввода/вывода в секунду – по результатам тестиро-

<sup>\*</sup>) [http://www.storageperformance.org/benchmark\\_results/files/SPC-1/HP/A00134\\_HP-ZPAR\\_StoreServ-7400-SSDs/a00134\\_HP-ZPAR\\_StoreServ-7400-SSDs\\_SPC-1\\_full-disclosure-report.pdf](http://www.storageperformance.org/benchmark_results/files/SPC-1/HP/A00134_HP-ZPAR_StoreServ-7400-SSDs/a00134_HP-ZPAR_StoreServ-7400-SSDs_SPC-1_full-disclosure-report.pdf).

## Создана для виртуализации и «облаков»

### Эффективность

Снижение стоимости и расходов на поддержку на 50%

### Автономность

Десятикратное увеличение производительности работы системного администратора

### Гибкость

Поддержка непредсказуемых нагрузок

### Федеративное хранение

Перемещение данных между массивами для балансировки нагрузки без остановки работы приложений



Рис. 1. Линейка продуктов HP ZPAR StoreServ Storage с единой архитектурой дисковых массивов от начального до корпоративного уровня.

# Доступность ХР и ZPar

вания на SPC-1 (смешанная нагрузка по операциям чтения/записи — 60%/40% при попадании в кэш не более 20%).

Этим анонсом HP завершила формирование новой линейки СХД на базе технологий ZPAR, которая позиционируется для midrange и high-end секторов и является отчасти эволюцией архитектуры EVA (производство которой будет поддерживаться, но без инновационного развития).

HP позиционирует серию 7000 как исключительный продукт в своем сегменте рынка, который позволяет сэкономить до 50% дисковой емкости и удвоить число виртуальных машин в расчете на одну СХД, а также повышает производительности труда администратора на 90% при поддержке виртуальных серверов и массивной консолидации данных за счет автоматических функций настройки и оптимизации.

Двухконтроллерная модель 7200 поддерживает уровень доступности данных 99,999%, четырехконтроллерная — 7400 — 99,999%.

Сильно изменился прайс серии 7000 — он стал сравним с конкурентными решениями на рынке.

Дополнительным преимуществом ZPAR StoreServ 7000 выступает прозрачный и "безболезненный" перевод уже имеющейся инфраструктуры, построенной на СХД HP серии EVA на ZPAR StoreServ 7000.

В контроллеры массива сразу поставляется большой объем кэша: 24 Гбайт для StoreServ 7200 и 32 Гбайт для StoreServ 7400.

Одно из основных преимуществ массивов серии ZPAR — унифицированное управление как для midrange, так и для high-end моделей. Это позволяет экономить на обучении и количестве персонала, а также упрощает развитие/масштабирование датацентра.

Весь функционал, который доступен в high-end массивах доступен и в массивах midrange-класса (см. комментарий *Константина Андреевко* — прим. ред).

Основные технические характеристики моделей семейства HP ZPAR StoreServ Storage представлены на рис. 2. Заметим, что указанный объем кэш-памяти принадлежит именно СХД, у контроллеров — собственная память, которая используется для поддержки всех сервисов данных. Эта особенность еще одно отличительное преимущество ZPAR от решений, представленных на рынке.

Другой важной отличительной особенностью архитектуры моделей ZPAR является практически линейный рост производительности (150 тыс. IOPS — 2 контроллера, 268 тыс. IOPS — 4 контроллера, 450 тыс. IOPS — 8 контроллеров; тестирование на SPC-1) по мере добавления дисков (SAS/SSD). Т.е. во всем диапазоне числа указанных дисков (SAS) для разных моделей на рис. 2, контроллеры не будут являться узким местом по пропускной способности. При использовании SSD-дисков порог их максимального числа, при котором наступает насыщение, снижается в 2 раза (или 120 SSD-дисков на контроллерную пару). Соответственно, для 7200 — 120, для 7400/10400 — 240 и для 10800 — 480.

## Особенности архитектуры массивов ZPAR

Поддержка высокой производительности, особенностей архитектуры и функ-



**Константин Андреевко** — технический консультант, департамент СХД, HP в России.

На контроллерах моделей ZPAR выполняется операционная система InForm на базе Linux.

В настоящее время в портфеле HP в качестве high-end СХД предлагаются две линейки ХР и ZPAR StoreServ, поэтому необходимо подчеркнуть их отличительные особенности.

Массивы ХР изначально создавались для задач, которые "крутятся" на мэйнфреймах — огромные БД, аналитические системы, процессинговые системы, — которым необходима очень высокая доступность данных из-за того, что цена простоя/останова очень высока. Архитектура массивов

ционала массивов ZPAR обеспечивается в первую очередь за счет специализированных чипов (ASIC). В каждом контроллере СХД ZPAR StoreServ, помимо двух многоядерных процессоров Intel (7200 — 4-ядерные, 7400 — 6-ядерные), содержится по два аппаратных ASIC Gen4 в массивах класса high-end и по одному ASIC в массивах класса midrange, которые позволяют "на лету" оптимизировать хранение данных в системе. Специализированные чипы на аппаратном уровне позволяют решать несколько задач (рис. 3): поддержку архитектуры active/active кластера, функцию Zero Detect в составе опции Thin Provisioning, динамическую и адаптивную оптимизации и др.

### Жестко связанный active/active кластер

Архитектура жестко связанного active/active кластера массивов ZPAR является ключевой особенностью, позволяющей реализовывать все остальные основные

вов ХР разработана так, что в них отсутствует какая-либо единая точка отказа, а доступность данных может устанавливаться на уровне более 99,9999% и гарантироваться соглашениями о поддержке сервисных уровней. Соответственно, ХР может подключаться к non-stop серверам, где также требуется поддержание очень высоких уровней доступности данных. В ХР можно осуществить аппаратное разделение разделов для выделения их различным приложениям/группам пользователей, что также повышает устойчивость их работы и доступность данных. Массивы ХР ориентированы для поддержания высокой производительности нескольких высокоритичных приложений. Добавление нового приложения требует усилий и времени.

В ZPAR процесс обработки данных может осуществляться сразу на нескольких узлах. В этих массивах нельзя осуществлять аппаратное разделение разделов — только виртуальное. Жесткое выполнение уровня доступности данных не гарантируется соглашениями по их поддержке. В отличие от ХР, массивы ZPAR гораздо в большей степени адаптированы к смене нагрузок и/или их масштабированию, а также к поддержке виртуализации.

преимущества СХД данного класса. В полной мере они проявляются только при числе контроллеров 4 и 8.

На рис. 4 представлены: наиболее распространенная двухконтроллерная архитектура для midrange СХД, архитектура для монолитных СХД high-end класса и 8-контроллерная архитектура ZPAR.

Традиционные архитектуры СХД midrange класса строятся на паре контроллеров или на нескольких парах контроллеров. Как правило, при работе с одним логическим томом данных один контроллер работает в режиме active, другой контроллер — в режиме passive. С другим томом может работать другая пара.

На рынке в настоящее время представлены решения, развивающие эту классическую схему. В первом случае одновременное использование двух контроллеров обеспечивается за счет того, что поддерживается одновременное обслуживание

	7200	7400	10400 (P10000 V400)	10800 (P10000 V800)
Число контроллеров	2	2-4	2-4	2-8
Порты 8Gb Fibre Channel	4-12	4-24	0-96	0-192
Порты 10Gb iSCSI/FCoE	0-4	0-8	0-16	0-32
Порты IP Remote Copy Ports	2	2-4	2-4	2-4
Объем кэш-памяти (GB)	24	32-64	96-192	192-786
Число дисков	8-144	8-480	16-960	16-1920
Производительность	-	Планируется SPC-1	-	SPC-1 IOPS: 450,212

\*FCoE будет доступен в 2013 г.

Одна операционная система, единый функционал, единое ПО для репликации и управления

**Рис. 2.** Основные технические характеристики линейки продуктов HP ZPAR StoreServ Storage.



# Full-mesh архитектура ZPAR

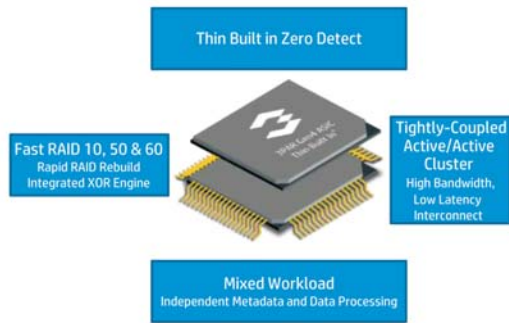


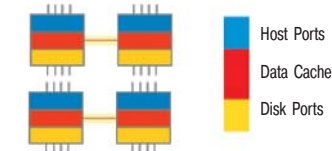
Рис. 3. Задачи, решаемые с помощью специализированного ASIC.

парой контроллеров сразу двух томов. При этом схема active/passive для каждого тома сохраняется. Во втором случае пара active/active контроллеров связывается 10GbE, что, с нашей точки зрения, недопустимо из-за больших задержек.

Основными недостатками традиционных модульных решений являются, во-первых, трудности с полной загрузкой контроллеров (из-за того, что используется схема active/passive) и отсутствие полноценной балансировки нагрузки. Как следствие этих факторов — более низкая производительность от максимально возможной. Во-вторых, весь функционал СХД, как правило, строится на универсальных процессорах, что ведет к повышенным накладным затратам на уровне контроллера, и, как результат, к невозможности использования в полной мере функционала для оптимизации хранения.

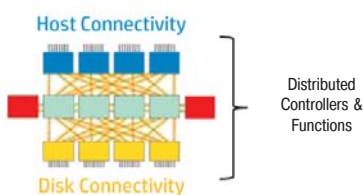
В традиционных монолитных архитектурах СХД high-end класса вопросы загрузки

## Традиционная модульная архитектура



Недорогая, пары контроллеров работают в режиме active-passive.

## Традиционная монолитная архитектура



Масштабируемая, гибкая, но очень дорогая. Разработана больше 20 лет назад. Неэффективна для разнородных нагрузок.

## Архитектура HP ZPAR Full Mesh



Каждый логический том обслуживается одновременно всеми контроллерами массива.

Рис. 4. Традиционная модульная 2-контроллерная архитектура СХД midrange класса, традиционная монолитная архитектура СХД high-end класса и 8-контроллерная архитектура ZPAR.



Алексей Павлов — технический консультант, департамент СХД, НР в России.

Массивы ZPAR могут объединяться в полностью связанный кластер с когерентным кэшем через высокопроизводительный бэклоун. Поскольку кластер представляется хосту как единая система, то любые операции на запись и чтение могут идти через любые порты FC. В архитектуру массива также заложена высокая доступность — образ операционной системы массива загружен и выполняется на каждом контроллере, входящем в кластер. Благодаря этому достигается высокая доступность и резко снижается время внеплановых простоев.

Объединительная плата массивов стремительно развивалась в последние 10 лет. Напомним, что большинство серверов и систем хранения используют простую шину для коммуникаций ввода/вывода, процессоров и памяти. Переход от шины к коммутаторам для интерконнекта был направлен для решения проблем с растущей задержкой в передаче данных (в связи с ростом объема ресурсов).

Третье поколение интерконнекта (full mesh), реализованное в системе хранения ZPAR, впервые появилось в конце 90-х годов прошлого столетия. Но, несмотря на такой существенный возраст, в массивах хранения эта технология впервые была применена компанией ZPAR. Этот тип интерконнекта позволяет еще больше сократить задержки и повысить пропускную способность, что является критичным для массивов hi-end (в последнее время — и mid-range) класса.

ки контроллеров и производительности в значительной степени решены за счет того, что front-end и back-end порты соединяются коммутаторами по полностью связанной схеме и поддержке когерентного кэша между контроллерами. В СХД XP также используются и специализированные чипы для поддержки функционала. Однако стоимость хранения единицы информации и недостаточная гибкость, как уже отмечалось выше, ведут к снижению доли этих решений на рынке.

Full Mesh (полностью связанная) архитектура ZPAR занимает промежуточное положение между традиционной архитектурой для midrange СХД и монолитной архитектурой для high-end. При этом каждый логический том обслуживается одновремен-

но всеми контроллерами массива (как на запись, так и на чтение), поддерживается полная консистентность данных и полная балансировка нагрузки (см. комментарий Алексея Павлова — прим. ред).

Бэклоун системы хранения ZPAR полностью пассивный (в случае модели 10000 — реализован в виде отдельной платы). Каждый контроллер массива подключен ко всем остальным линкам на скорости 4GB/s, таким образом формируется кластер из контроллеров. Помимо линков для передачи данных, параллельно организована сеть линков RS-232 для обмена контрольной информацией между всеми узлами, что позволяет защититься от проблем с отказом основных линков кластера.

Все системы хранения ZPAR используют Mesh Active архитектуру как часть архитектуры нового поколения, разработанной специально для "облаков" и центров обработки данных. Эта архитектура объединяет в себе все преимущества монолитной и модульной архитектуры систем хранения данных, но по значительно более доступной цене, сохраняя при этом простоту масштабирования. В отличие от устаревшей архитектуры "active-active", где для каждого LUN активным является только один контроллер системы, в архитектуре Full Mesh для каждого LUN активными являются все контроллеры. За счет чего это достигается? Так же, как и в массивах EVA, в массивах ZPAR все диски разбиваются на небольшие блоки данных (chunklets). Из блоков данных, расположенных на разных дисках и разных полках формируются минимальные единицы данных RAID (RAIDLets). Благодаря алгоритму операционной системы определяется владелец этого блока (для соблюдения условия консистентности владелец может быть только один). Какой объем у этих RAIDLets? Например, для RAID 5 (3+1) мы имеем 4 chunklet'a: 3 — на данные, 1 — на четность (объем этой единицы 4GB). Эти минимальные единицы данных, каждая со своим владельцем, далее объединяются в LUN, в котором каждый контроллер может писать в свою область. Чтение может выполняться любым из контроллеров, за счет чего достигается полный баланс производительности. Бэклоун ZPAR обеспечивает быстрое зеркалирование кэша на запись и на чтение, за счет этого контроллеры быстрее отвечают на запросы хоста, не перенаправляя запросы владельцам, как это реализовано в традиционных системах хранения.

Следует сказать о недостатках монолитной архитектуры: каждый элемент в ней выполняет свою роль, например, управление хостами, кэширование, управление RAID. В связи с этим мы не можем начинать с минимального набора, а должны сразу закладывать как минимум шесть элементов (для трех базовых задач, описанных выше, плюс полное дублирование), что серьезно повышает стоимость монолитного решения.

Для традиционной архитектуры можно начинать с минимального набора компо-

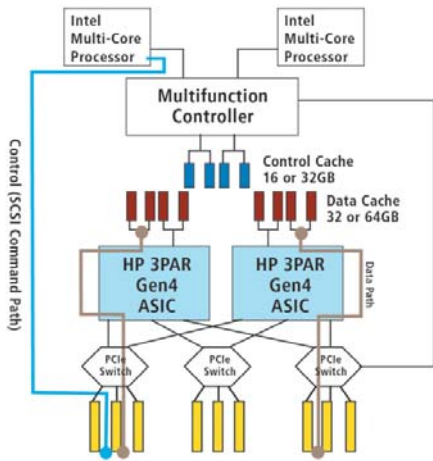


Рис. 5. Схема контроллера ZPAR 10000.

мент (два контроллера под все задачи), но дальнейший рост производительности возможен только с полной заменой контроллерных пар с сопутствующим этому отключением массива от хостов и прерыванием в работе.

Модульная архитектура предлагает использовать SAN-фабрики для объединения контроллеров. Однако производительности этого решения недостаточно для организации полностью связанного кластера.

Важнейший элемент системы хранения данных — контроллеры. Преимуществом контроллеров системы хранения ZPAR является наличие высокопроизводительных процессоров для выполнения задач массива и специальных сопроцессоров ASIC (о них сказано выше). Такая архитектура позволяет контроллеру одновременно обрабатывать смешанные типы нагрузок. В отличие от конкурентов, оперативная память для данных (data cache) имеет свои собственные каналы, изолированные от control cache, т.е. операционная система массива не может использовать data cache для нужд, отличных от хранения данных (рис. 5).

За счет этих особенностей архитектуры ZPAR, *во-первых*, поддерживается практически линейный рост производительности при масштабировании СХД ZPAR дисками, а, *во-вторых*, обеспечивается высокая доступность данных при отказе отдельных компонентов ZPAR.

Так, в случае “падения” одного контроллера в 8-контроллерной системе теряется максимум 12% производительности, а в 4-контроллерной системе — 25% производительности. При этом эш за счет использования технологии Persistent Cache переза-

калируется между оставшимися контроллерами за секунды, и фатального падения производительности не происходит (рис. 6). Также не происходит резкого снижения производительности RAID из-за его перестройки при отказе одного из дисков. В обычных RAID для его перестройки при использовании, например, SAS/FC-дисков емкостью 300 Гбайт и средней загрузки требуется 4–6 часов, для SATA-дисков для этого может потребоваться неделя. Если в течение этого процесса откажет еще один диск, то потеря данных становится неизбежной или резко возрастает. В массивах ZPAR hot-диск для резервирования не физический, а виртуальный, распределенный по другим дискам, т.е. идет восстановление со всех дисков на все диски, что занимает обычно 5–10 минут.

В массивах ZPAR изначально предлагаются двух- или трехполочные конфигурации. При конфигурировании массива сразу можно установить защиту от сбоев/отказов на уровне полки, в результате, формирование логического тома происходит в рамках нескольких полок, и выход из строя целой полки дисков также не приводит к потере данных.

### Zero Detect

Zero Detect — элемент технологии Thin Provisioning, которая была разработана компанией ZPAR и которая изначально реализовывалась ею на аппаратном уровне. Это позволяет многократно (до десятков раз) снизить накладные расходы контроллеров СХД, минимизировать объем реального свободного пространства, выделяемого приложению (практически свести его к нулю).

Поясним, как это работает. Серверное приложение при удалении данных заполняет эти блоки данных нулями. В традиционном RAID-контроллере нули не распознаются, в ZPAR за счет ASIC нули идентифицируются, и это пространство одномоментно передается в пул свободных ресурсов.

Аналогично, в противоположном случае, когда выделяется пространство, например, под LUN новой виртуальной машины, реальное место не выделяется и не расписывается нулями, а только помечается как занятое (что составляет небольшую часть из запрашиваемого объема).

В настоящее время данный механизм работает на уровне стандартизованного интерфейса VMware VAAI, который поддерживаются уже всеми современными

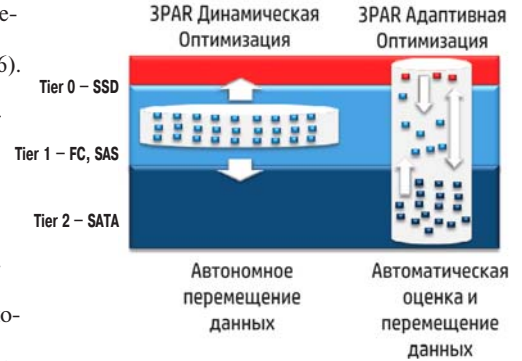


Рис. 7. Динамическая и адаптивная оптимизация данных позволяют в ручном или автоматическом режиме в онлайн перемещать данные тома между разными уровнями хранения.

ОС и СУБД. Свой API, аналогичный интерфейсу VAAI, предлагает для гипервизора Hyper-V и Microsoft.

У HP данный механизм еще поддерживается в рамках системы виртуализации — Integrity Virtual Machine — для UNIX-серверов.

К настоящему моменту линейка СХД ZPAR полностью сертифицирована для работы с гипервизорами Citrix Xen, VMware и Microsoft Hyper-V.

### Динамическая и адаптивная оптимизация

Динамическая и адаптивная оптимизация данных позволяют в ручном или автоматическом режиме в онлайн перемещать данные тома между разными уровнями хранения (рис. 7).

Эта опция поддерживается благодаря архитектурным особенностям. В массивах ZPAR физические диски разбиваются на сегменты. Далее сегменты группируются в логические диски/тома в соответствии с требованиями. Свойства всего логического тома определяются по типу дисков или/и типу RAID. Логический том может состоять из дисков разных типов. Также может устанавливаться разный уровень RAID для томов, собранных на одних и тех же дисках.

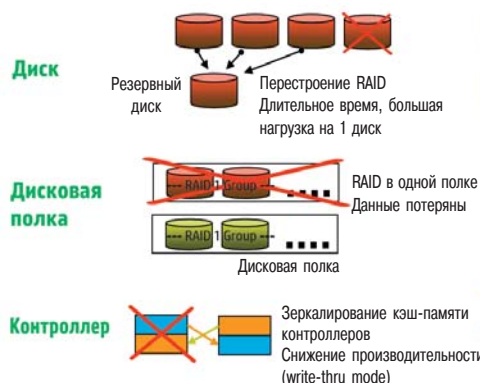
Преимуществом процесса перемещения данных на другие уровни в системах хранения ZPAR является то, что наборы данных небольшие, хранятся на множестве дисков, и в рамках LUN'a ими владеют все контроллеры. Т.е. когда мы имеем небольшой объем горячих/холодных данных в рамках LUN'a, мы быстро перемещаем эту область на диски другого типа, причем можем задействовать сразу все контроллеры. Это означает, что мы можем запускать скрипты анализа каждые 15 минут (если имеется такая необходимость), а не в конце рабочего дня. Короткие интервалы анализа, как известно, дают более достоверную картину, ведь в разные периоды времени горячими могут становиться совершенно разные блоки данных. Из-за равномерной нагрузки на всех контроллерах и всех дисках, а также благодаря особенностям строения контроллеров массива ZPAR, тиринг данных не сильно сказывается на производительности всего массива, в отличие от массивов традиционного типа.

### Федеративное хранение

Федеративное хранение, или HP Peer Motion позволяет консолидировать в единый пул данные, хранящиеся на разных территориально удаленных площадках.

В настоящее время эта опция доступна, в том числе, и для предприятий малого и

### Компонент Традиционные массивы



### СХД ZPAR StoreServ

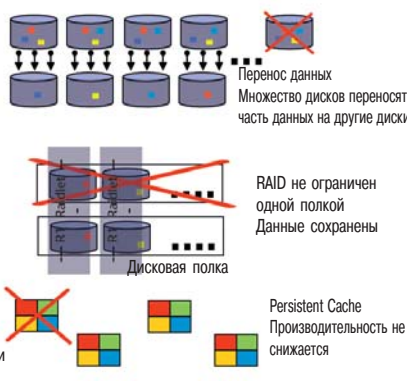


Рис. 6. В сравнении с традиционной модульной архитектурой в СХД ZPAR при отказе диска, полки или контроллера резкого снижения производительности не происходит.



среднего бизнеса, но только с использованием массивов ZPAR. При этом могут объединяться разные поколения СХД. За счет этой опции достигается:

- балансировка нагрузки и оптимизация производительности без остановки приложений;
- создание единого пула Thin Provisioning на уровне всего предприятия;
- модернизация оборудования без остановки доступа к данным;
- высокая доступность благодаря новой функции HP ZPAR Peer Persistence for VMware;
- миграция данных с дисковых массивов EVA на ZPAR. Начиная с 15 апреля 2013 г., эта опция доступна в составе Windows, Linux и Suse.

### Использование ASIC для расчета RAID

Часто заказчики стараются использовать RAID 5 и 6 для большей экономии дисковой емкости, но из-за этого обычно имеют потерю производительности порядка 40% по сравнению RAID 10.

У массивов ZPAR за счет того, что расчет RAID производится в чипах, потеря производительности составляет 5–7%, т.е. заказчик может переходить на RAID 5,6 используя технологию Thin Provisioning (экономия на дисковом пространстве 30–40%).

Существует европейская программа, когда заказчику предлагают перейти на массивы ZPAR с использованием RAID 5,6. При этом гарантируется, что дисковой емкости потребуется вдвое меньше, и, если этого не происходит, дисковые полки предоставляются бесплатно.

### Одновременная поддержка нескольких разнородных потоков данных

ASIC одновременно поддерживает обработку нескольких разнородных потоков. В дополнение, ASIC распараллеливает и координирует обработку входящего потока между другими контроллерами. Благодаря этим факторам и обеспечивается высокая производительность массивов ZPAR.

### Поддержка файлового доступа HP ZPAR

За счет использования шлюза X3000 NAS или HP StoreEasy блочный доступ к HP ZPAR StoreServ можно дополнить файловым, создавая тем самым единый пул дисковой емкости для файлового и блочного доступа. При этом обеспечивается:

- полная интеграция со средой Windows;
- эффективная утилизация аппаратного обеспечения с Thin Reclamation и поддержкой дедупликации от Microsoft;
- шифрование данных SMB 3.0/Bit-Locker.

В дополнение, шлюз X3000 может быть использован для управления HP ZPAR StoreServ через Windows Server Manager.

## **Использование массивов ZPAR**

### Высшая школа экономики (НИИ ВШУ) первой среди российских вузов внедрила систему хранения HP ZPAR StoreServ

#### **Проблемы**

На протяжении последних пяти лет в НИУ ВШЭ функционировали три массива систем хранения данных (СХД) HP EVA, однако со временем их емкость оказалась почти полностью исчерпана. Что-

бы обеспечить дальнейшее масштабирование сервисов и повысить их надежность, было решено приобрести СХД более высокого класса, где реализованы современные инновационные технологии, способствующие повышению эффективности хранения, производительности и отказоустойчивости.

Необходимо было в сжатые сроки вывести из эксплуатации прежнее оборудование и обеспечить перенос данных на новые СХД, не прерывая существующих бизнес-процессов и не снижая производительности сервисов.

При выборе нового решения для хранения и предоставления данных специалисты ИТ-дирекции НИУ ВШЭ исходили из того, что СХД должна удовлетворять текущим и перспективным потребностям университета на ближайшие 3–5 лет и поддерживать высокую производительность и надежность работы корпоративных информационных систем.

#### **Решение**

Весной 2012 г. ИТ-специалисты НИУ ВШЭ подробно изучили решения, представленные разными вендорами на региональном рынке, оценили их функционал, возможности по обеспечению высокой производительности, отказоустойчивости и масштабируемости, возможности модульного размещения в мобильном ЦОД, а также условия поставки и обслуживания. В результате предпочтения были отданы HP ZPAR StoreServ 10400.

Проектная команда, в состав которой вошли сотрудники компании "КРОК", инженеры сервисного подразделения HP и ИТ-специалисты НИУ ВШЭ, провела инвентаризацию всех активных сервисов и оценила их востребованность пользователями. На основе собранной информации был разработан план миграции. Параллельно был разработан план физической инсталляции массива СХД, в соответствии с которым монтировалось новое оборудование.

"Мы использовали одно из преимуществ массивов HP ZPAR StoreServ – возможность разносить модули на расстояние до 100 м. Это позволяет располагать их на свободных местах в уже существующих стойках и избавляет от необходимости специально выделять место под шкафы для СХД, организовывать теплоотвод и подводить электропитание. В данном случае мы расположили модули в трех стойках", – рассказывает Сергей Бородав, руководитель проекта, HP в России.

На новой площадке (в мобильном ЦОД) была развернута и сконфигурирована сеть передачи данных SAN. В течение двух недель, пока выполнялась миграция данных, старая и новая СХД использовались совместно в режиме территориально разнесенных площадок. Затем, после верификации всех перенесенных данных, СХД HP ZPAR StoreServ была введена в промышленную эксплуатацию, а старые СХД, соответственно, выведены.

#### **Результаты**

Сегодня около 70% данных, задействованных в учебной и научной деятельности университета, обрабатывается на виртуальных платформах. Использование виртуальных серверов позволяет стандартизировать предоставление сервисов в масштабах

распределенной филиальной сети и быстро выделять необходимые ИТ-ресурсы. СХД HP ZPAR StoreServ 10400 оптимально подошла для обслуживания виртуальной среды, созданной в НИУ ВШЭ.

Инновации, реализованные в HP ZPAR StoreServ, как на уровне архитектуры, так и в фирменном ПО производства HP, позволили НИУ ВШЭ значительно повысить производительность, отказоустойчивость и масштабируемость СХД.

Так, технология управления контроллерами Mesh-Active объединяет четыре контроллера в общий активный кластер. Каждый логический том дискового массива обслуживается одновременно всеми контроллерами, поэтому даже при выходе из строя одного из контроллеров производительность обработки данных в СХД не снизится до критического уровня, и эта "потеря" не будет ощущаться потребителями сервисов. Ту же цель преследует технология "устойчивого кэширования" (Persistent Cache): при выходе из строя одного из контроллеров кэш на запись не отключается (как в решениях других производителей), а резервируется между оставшимися контроллерами. Тем самым гарантируются высокая производительность и доступность сервисов, в том числе в периоды повышенных нагрузок.

Технологии адаптивной и динамической оптимизации (Adaptive Optimization и Dynamic Optimization) обеспечивают оперативный перенос областей с наиболее высокой нагрузкой на сверхбыстрые диски (за эти операции отвечает механизм Tiering). В HP ZPAR StoreServ эти технологии реализованы на аппаратном уровне в чипах ASIC и поэтому работают гораздо быстрее, чем в решениях других производителей, которые реализуют их на программном уровне. При динамической оптимизации администратор вручную переносит данные на другой тип дисков или рейда, причем эти действия выполняются незаметно для пользователей. В случае адаптивной оптимизации этот процесс автоматизирован.

Применение технологии "тонкого выделения" томов (Thin Provisioning) при миграции с прежней СХД на ZPAR StoreServ позволило разместить данные, занимавшие ранее 70 Тбайт емкости хранения, всего на 40 Тбайт. Таким образом, коэффициент оптимизации составил 40%.

В целом, виртуализация внутренней емкости и эффективное обслуживание разнородных нагрузок в HP ZPAR StoreServ позволили университету снизить не только расходы на приобретение физической емкости и размещение СХД, но и показатели их энергопотребления и охлаждения, причем без ущерба для производительности. Система обеспечивает быстрое реагирование на изменения требований инфраструктуры и приложений. Все это способствует сокращению капитальных и операционных расходов на создание и обслуживание СХД.

## **Заключение**

С начала 2013 г. с заводов Европы уже отгружено более 1000 массивов серии 7000. В ближайшее время планируется повышение производительности этих массивов за счет интеграции с СХД на базе флэш-памяти.

**Андрей Вересов,**  
HP в России.