

Jet Info

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 4 (59) / 1998



Интеллектуальная
сеть хранения данных

КОРПОРАТИВНЫЕ
СИСТЕМЫ



Компьютеры — почте

Sun Microsystems Federal — отделение компании Sun Microsystems, отвечающее за взаимодействие с государственными организациями, — выиграло контракт почтовой службы США (USPS) на поставку масштабируемых компьютеров среднего класса. Об этом сообщается в пресс-релизе компании от 16 апреля 1998 года.



В рамках пятилетнего контракта будут поставляться серверы семейства Ultra Enterprise, операционная среда Solaris и продукты Java-технологии.

В Sun Microsystems Federal горды достигнутой победой. Роль почты в жизни общества велика, объем работы почты постоянно возрастает, поэтому ей требуются надежные и масштабируемые вычислительные системы. Предполагается, что компьютеры Sun будут использоваться в качестве файловых и вычислительных серверов, серверов баз данных; они будут поддерживать работу приложений и обеспечивать информационную безопасность.

Выбор, сделанный почтовым ведомством, и планируемый спектр применений подтверждают универсальность и высокое качество аппаратных и программных продуктов Sun Microsystems.

Покупай "железо", пока горячо

Новые рабочие станции компании Sun Microsystems — Ultra 5, Ultra 10, Ultra 60 — удостоились целой серии наград "Hot Iron" от AIM Technology — независимой компании, занимающейся измерением производительности рабочих станций с ОС Unix и Windows NT. Церемония вручения состоялась 25 марта 1998 года в Вашингтоне.



Среди рабочих станций с ОС Unix, стоящих менее десяти тысяч долларов, наивысшую производительность показала Ultra 10. Второй "финишировала" Ultra 5. В том же классе, но по другому показателю — цена/производительность, первое

место заняла Ultra 5, а второе — Ultra 10. В ценовом диапазоне от десяти до двадцати пяти тысяч долларов лидером по обоим показателям стала рабочая станция Ultra 60.

Тесты AIM Technology характерны своей реалистичностью, так что рабочие станции Ultra не просто выиграли какие-то экзотические гонки. Они доказали свое превосходство в решении повседневных задач пользователей, что гораздо важнее и ценнее.

Не хлебом единым

8 апреля 1998 было объявлено о новой инициативе Sun Microsystems, направленной на поддержку компьютерного образования. Теперь учебные заведения будут бесплатно получать программные лицензии на средства разработки Java-приложений. В школах и университетах, в учебном процессе и исследовательских проектах смогут использовать полный спектр новейших Java-средств.

В сфере действия новой программы попадает ни много ни мало 560 тысяч учебных заведений, расположенных в разных странах. Тем самым акция Sun Microsystems равносильна вложению в систему образования миллиардов долларов. Фактически речь идет не только об улучшении преподавания компьютерных дисциплин. Web-страницы, реализованные с применением Java-возможностей, несомненно, будут полезны и "технарям" самого разного профиля, и гуманитариям.

Преподаватели, студенты и школьники получают в свое распоряжение Java Workshop 2.0, Java Studio 1.0, Java Web Server 1.1, JavaPureCheck, JavaStar, JavaSpec и JavaScore. Все эти продукты авторизованные "академические" пользователи смогут бесплатно получить по адресу <http://www.sun.com/edu/java/free>.

Новый рекорд производительности

21 апреля 1998 года компания Sun Microsystems обнародовала результаты тестов TPC-D с объемом данных 1 Тб, выполнявшихся на сервере Sun Enterprise 10000. Эти результаты стали рекордными для SMP-систем. Примечательно, что сходная по производительности система с массовым параллелизмом IBM RS/6000 SP состоит из 32 системных узлов (с общим числом процессоров 256) и стоит примерно в полтора раза больше.



Рекорд был поставлен на следующей конфигурации:

- 64 процессора UltraSPARC II (336 МГц);
- размер внешнего кэша каждого процессора — 4 Мб;
- объем оперативной памяти — 64 Гб;
- 23 дисковые подсистемы Sun StorEdge A3000 с общим

объемом долговременной памяти 5 Тб, работавшие в режиме RAID-5;

- ОС Solaris 2.6;
- сервер СУБД Oracle8 версии 8.0.4.2.

Тесты TPC-D позволяют оценить производительность системы при выполнении приложений для хранилищ данных и систем поддержки принятия решений. Поставленный рекорд показывает, что серверы Sun Microsystems, снабженные новыми дисковыми подсистемами, идеально сочетаются с сервером СУБД Oracle. При этом обеспечивается не только рекордная производительность, но и высокая доступность данных, что очень важно в современных условиях.

Sun укрепляет позиции в области технических вычислений

22 апреля 1998 года было объявлено, что за прошедшие восемь месяцев более сорока новых независимых производителей программного обеспечения вошли в число поставщиков решений для операционной среды Solaris. "Новички" работают в таких "горячих" областях, как электронные САПР, географические информационные системы, системы управления производственной информацией, издательские системы. Для перечисленных приложений требуется вычислительная мощь, высококачественная графика, высокая готовность. Аппаратные и программные платформы от Sun Microsystems обладают всеми необходимыми качествами.

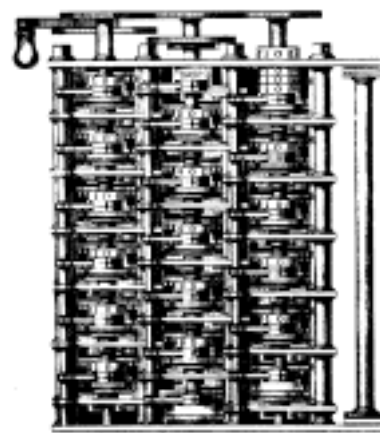
Растет и количество поставщиков аппаратных компонентов для новых рабочих стан-

ций Ultra с шиной PCI. Общее число независимых производителей аппаратных и программных продуктов для среды Solaris превысило 500 и продолжает увеличиваться.

Для электронных САПР особенно важны такие качества платформы SPARC/Solaris, как 64-разрядность, многопоточность и надежность, позволяющие вести проектирование сложнейших микросхем с очень высоким коэффициентом полезного действия. Отметим, что в данной области рынка сохраняется практически монопольное господство операционной системы Unix, доля которой составляет около 90%.

Для пользователей ГИС-систем существенны высокая производительность серверов СУБД на платформе SPARC/Solaris, высокое качество графики и отличное соотношение цена/производительность. Все это важно и для пользователей издательских систем. Рабочая станция Ultra 60 с графическим контроллером Elite 3D существенно дешевле сопоставимых изделий конкурентов и заметно превосходит их по производительности на вещественной арифметике.

В системах управления производственной информацией всеобщее признание получила Java-технология как средство организации пользовательского интерфейса. Эта технология позволяет сократить время разработки и обеспечивает мобильность программных систем.



Интеллектуальная сеть хранения данных

по материалам компании Sun Microsystems

Павел Анни,
Леонид Черняк

Содержание

1. Введение

2. Требования к корпоративной системе хранения данных

3. Архитектура решения от Sun Microsystems

4. Стандарт Fibre Channel

5. Дисковый массив Sun StorEdge A5000

5.1. Основные характеристики Sun StorEdge A5000

5.2. Архитектура Sun StorEdge A5000

5.3. Количественные показатели StorEdge A5000



6. Интеллектуальный сервер хранения данных Sun StorEdge A7000

6.1. Архитектура сервера хранения данных Sun StorEdge A7000

6.2. Функционирование Sun StorEdge A7000

6.3. Устройство кэша в Sun StorEdge A7000

6.4. Программная система StorEdge DataShare

6.5. Надежность, готовность и обслуживаемость Sun StorEdge A7000



7. Другие модели дисковых массивов семейства Sun StorEdge

7.1. Sun StorEdge A3000

7.2. Sun StorEdge A1000



8. Ленточные устройства

9. Программное обеспечение сети хранения данных

9.1. Sun StorEdge Enterprise NetBackup

9.2. Sun StorEdge Volume Manager

9.3. Некоторые другие программные продукты

10. Заключение

1. Введение

Объемы данных, которые хранят и обрабатывают современные организации (даже не самые крупные), измеряются сотнями гигабайт и продолжают быстро расти. Это значит, что нужно не только наращивать количество и емкость носителей, но и повышать скорость доступа к ним. Дополнительные проблемы вызывает то, что данные оказываются распределенными по разным видам носителей и различным компьютерным платформам.

По существу организации оказываются втянутыми в "гонку накопителей", начиная которую целесообразно убедиться, что избранный путь не приведет в тупик, то есть не потребует коренной перестройки информационной системы и не вызовет постоянно растущих затрат.

Видимо, пришло время рассматривать данные не как нечто, располагающееся на периферийных устройствах вычислительных машин, а как самостоятельный ресурс, нуждающийся в надежном хранении и централизованном управлении, разделяемый разнородными приложениями и имеющий жизненный цикл, по продолжительности значительно превышающий время жизни компьютерных платформ. Соответственно, и на устройства долговременной памяти нужно смотреть как на относительно самостоятельные аппаратно-программные продукты, подчиняющиеся тем же законам, что и другие компоненты корпоративных информационных систем.

Одно из перспективных решений описанных выше проблем предлагает компания Sun Microsystems в рамках программы создания интеллектуальных сетей хранения данных (Intelligent Storage Network, ISN), которой и посвящена настоящая статья.

2. Требования к корпоративной системе хранения данных

Прежде чем переходить к изложению конкретных подходов и решений, сформулируем требования к современным корпоративным системам хранения данных.

Эти требования можно разбить на следующие группы:

- Эффективность. В данном контексте эффективность средств хранения данных характеризуется тремя показателями:
 - емкость (Гб);

- скорость обмена (Мб/с);
- количество операций ввода/вывода в секунду.

- Масштабируемость. Здесь имеется в виду возможность экономичного повышения эффективности по мере возрастания корпоративных требований.
- Высокая доступность. Требуется обеспечить как бесперебойную работу накопителей, так и их сопряжение со средствами резервного копирования, гарантирующими долговременную сохранность данных.
- Способность к экономически оправданному эволюционированию вместе с другими компонентами информационной системы.
- Открытость, следование принятым стандартам, возможность обеспечения поддержки перспективных стандартов.
- Прозрачность доступа. Приложения должны единообразно работать с данными, независимо от платформы хранения и платформы исполнения.
- Управляемость. Под управляемостью здесь понимается простота установки, экономичность и простота эксплуатации. Последнее требование может быть выполнено только при наличии средств централизованного управления системой хранения данных, позволяющих производить мониторинг производительности системы, переконфигурирование и другие административные процедуры.
- Прочие технические требования:
 - возможность разнесения накопителей на значительные расстояния;
 - дешевизна кабельного хозяйства;
 - нечувствительность к электромагнитным помехам.

В последующих разделах мы увидим, насколько решение Sun Microsystems удовлетворяет сформулированным требованиям.

3. Архитектура решения от Sun Microsystems

Можно выделить следующие идеи, положенные в основу подхода компании Sun Microsystems к проблеме хранения корпоративных данных:

- применение высокоскоростных сетевых технологий к организации системы хранения данных;
- применение интеллектуальных серверов хранения данных для обеспечения разделения данных между разными компьютерными платформами;
- модульность компонентов системы хранения данных;
- обеспечение централизованного управления данными.

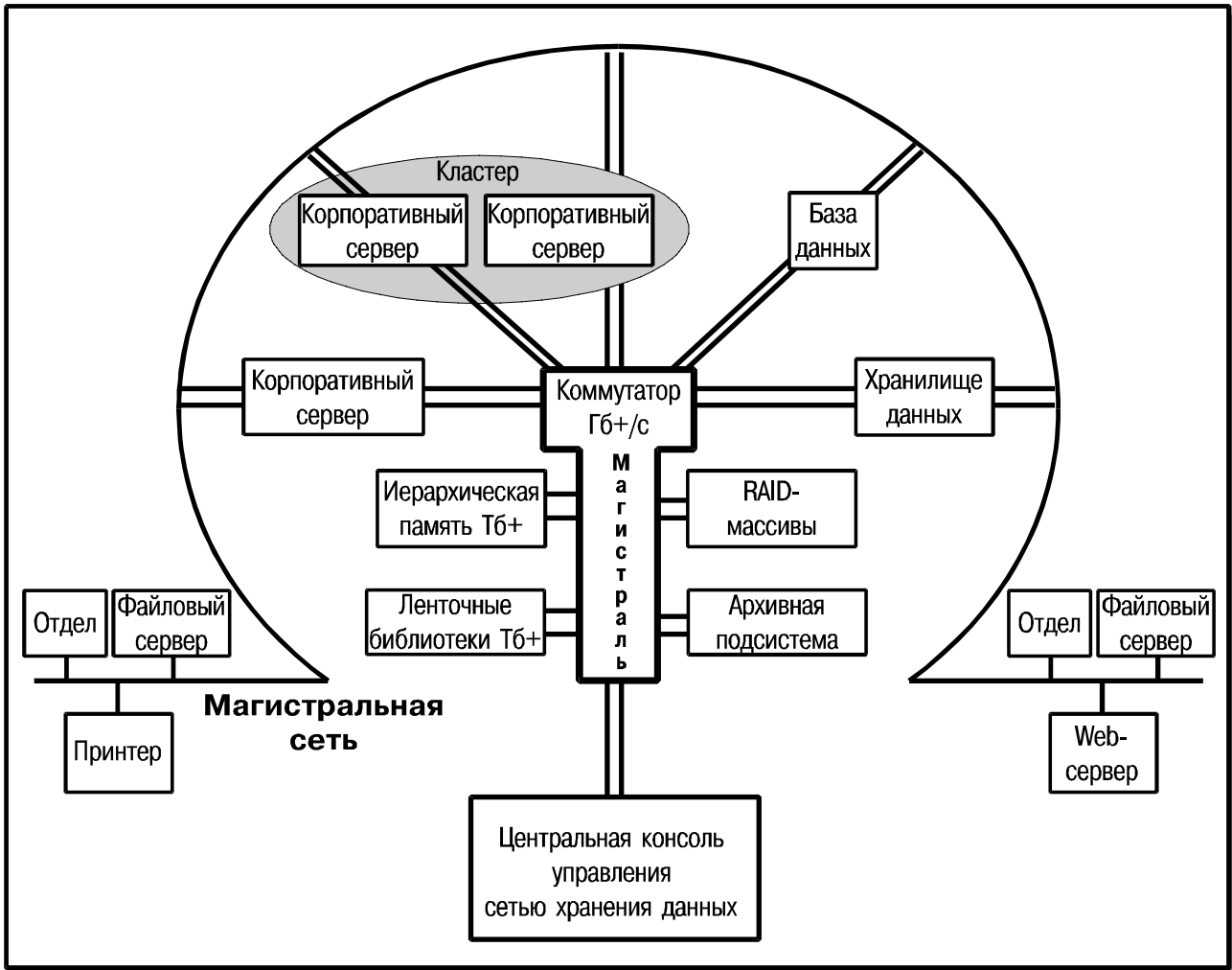


Рис. 1. Архитектура сети хранения данных.

Центральной, безусловно, является концепция "сети хранения данных", являющейся по сути сетью в сети (рис. 1).

сеть хранения данных может включать узлы различных типов:

- серверы;
- дисковые системы;
- системы иерархического хранения данных;
- ленточные системы

и другие.

Сетевая организация хранения данных позволяет кардинальным образом решить такие традиционно трудные проблемы, как масштабирование накопителей и обеспечение их высокой доступности. В интеллектуальной сети хранения данных Sun Microsystems сняты или по крайней мере значительно смягчены обременительные ограничения на число накопителей, присущие интерфейсу SCSI. Наличие избыточных каналов позволяет сохранить работоспособность при выходе из строя одного из них. Выделение подсистемы хранения в отдельную высокоскоростную сеть позволяет сконцентрировать в ней чрезвычайно мощные потоки "сырых" данных между сервера-

ми и накопителями, разгружая тем самым корпоративную магистраль и способствуя сбалансированной работе всей сети.

На канальном уровне в сети хранения данных ISN используется протокол Fibre Channel. Над ним могут выполняться протоколы более высокого уровня — например, SCSI или IP. При использовании протокола SCSI все устроено привычным образом — есть контроллеры, к которым через оптоволоконные кабели подключены дисковые и ленточные накопители. Встроенное программное обеспечение, поддерживающее SCSI, остается без изменений, "только", помимо перечисленных выше достоинств, пропускная способность каналов возрастает до 100 Мб/с и более.

Применение интеллектуальных серверов хранения позволяет решить очень важную задачу совместного использования данных компьютерными платформами разных поколений. Интеллектуальный сервер умеет понимать различные форматы данных и преобразовывать их к требуемому виду. В настоящее время компания Sun Microsystems предлагает интеллектуальный сервер хранения А7000, способный обеспечить разделение дан-

ных между мэйнфреймами IBM и современными открытыми системами, но здесь важно не столько конкретное решение, сколько подход.

Модульность компонентов системы хранения обеспечена как для накопителей, так и для активного оборудования сети хранения данных — концентраторов и коммутаторов. К сети хранения данных можно добавлять целые группы накопителей и отдельные дисковые массивы, можно увеличивать число приводов в рамках одного массива. Таким образом, у заказчика есть возможность выбрать оптимальный масштаб изменений, наращивая или перестраивая только необходимые компоненты. Модульность в применении к ISN означает и возможность горячей замены отказавших компонентов при сохранении работоспособности сети хранения данных в целом.

Компания Sun Microsystems предлагает весь спектр накопителей, обслуживающих оперативное хранение и архивирование, так что ISN оказывается полным, модульным, масштабируемым решением.

Необходимость обеспечения централизованного управления данными — оборотная сторона распределенной, разнородной природы современных корпоративных систем хранения. По данным IDC, из общего объема памяти (500 000 Тб), который будет выпущен в 2000 году, 75% получит централизованное управление. Учитывая эту тенденцию, компания Sun Microsystems разрабатывает Enterprise Storage Manager (ESM) на Java-платформе. Другие известные продукты, такие как Enterprise NetBackup и Volume Manager, также переводятся на Java.

4. Стандарт Fibre Channel

Fibre Channel — это стандарт на последовательные (оптоволоконные) соединения, предназначенные для высокоскоростных двусторонних коммуникаций по схеме "точка-точка" между серверами, накопителями рабочими станциями и (что очень важно) концентраторами и коммутаторами.

Ключевыми характеристиками протокола Fibre Channel являются:

- полоса пропускания в 100 Мб/с (это в 2.5 раза больше, чем у SCSI);
- расстояния между узлами до 10 км;
- масштабируемость за счет использования топологии кольца с арбитражией.

Введение топологии кольца с арбитражией (Fibre Channel Arbitrated Loop, FC-AL) явилось важнейшим усовершенствованием стандарта Fibre Channel, специально предназначенным для сетей хранения данных. Простейший пример кольца, содержащего сервер, накопитель и концентратор, приведен на рис. 2.

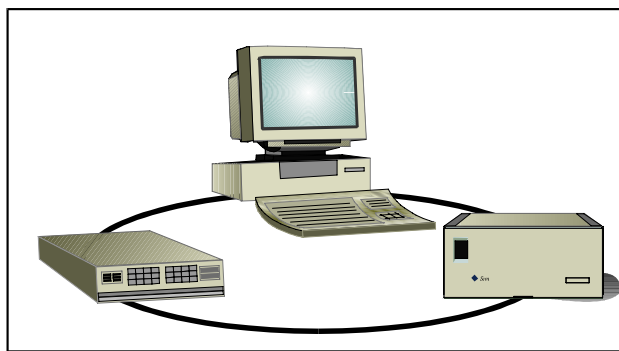


Рис. 2. Простейший пример кольца с арбитражией.

С помощью нескольких концентраторов можно строить более сложные конфигурации, подобные той, что изображена на рис. 3.

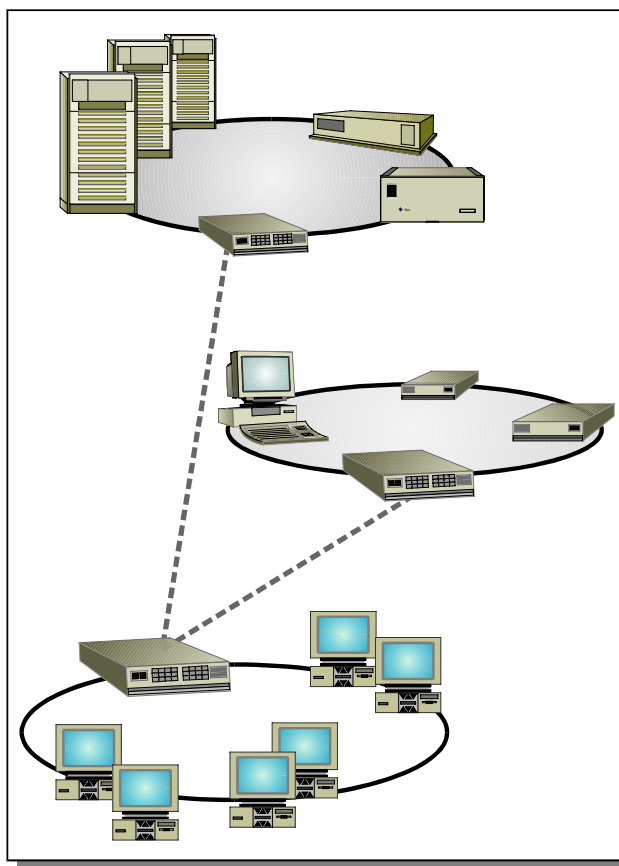


Рис. 3. Соединение нескольких колец с арбитражией.

Физически кольцо с арбитражией представляется в виде звезды, в центре которой располагается концентратор или коммутатор — устройства, привычные для сетей, но новые для мира накопителей (рис. 4).

При использовании концентраторов полоса пропускания в 100 Мб/с делится между всеми узлами кольца, в то время как каждый порт коммутатора предоставляет "свои" 100 Мб/с. Это значит, что, применяя коммутаторы и несколько контроллеров, можно наращивать полосу пропускания к мощным серверам, распараллеливая обращения к накопителям (рис. 5).

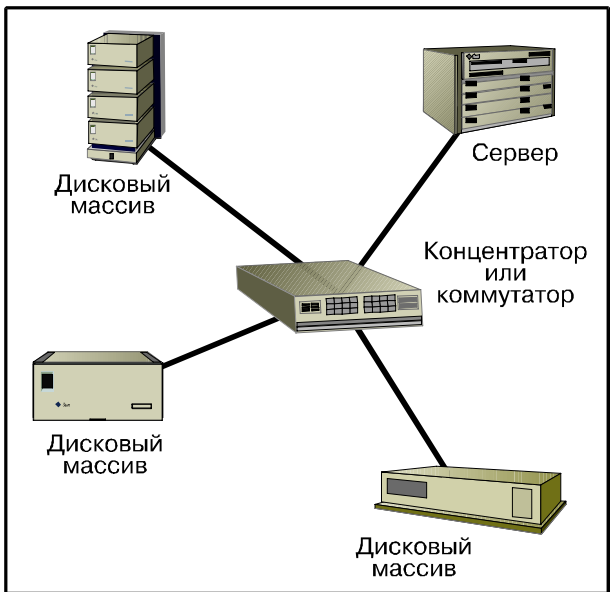


Рис. 4. Реализация кольца с арбитражем с помощью концентратора или коммутатора.

Начало выпуска коммутаторов FC-AL запланировано на 1998 год.

У технологии FC-AL есть и другие немаловажные достоинства:

- в одно FC-AL-кольцо можно включить до 127 узлов;
- FC-AL поддерживает различные формы избыточности, такие как резервирование каналов,

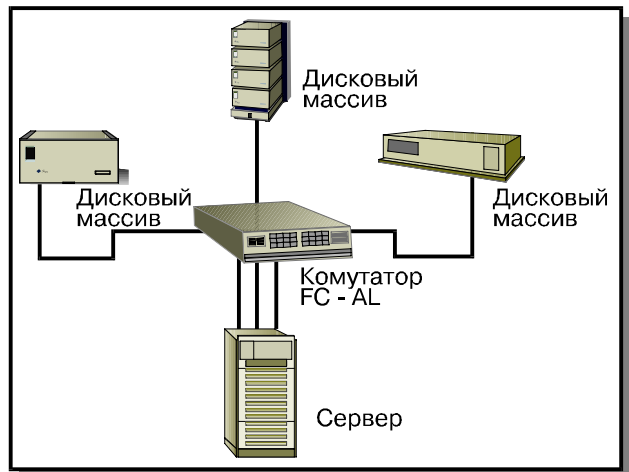


Рис. 5. Использование коммутатора FC-AL для повышения пропускной способности каналов между сервером и накопителями.

множественное подключение к хостам, двухпортовые накопители;

- FC-AL поддерживает горячую замену отказавших компонентов и динамическое переконфигурирование.

Поучительно проследить, как компания Sun Microsystems постепенно внедряла технологию Fibre Channel в свои устройства (рис. 6). Первоначально устройства использовали исключительно протокол SCSI. В SPARCstorage Array от хоста к контроллеру вел канал Fibre Channel с пропуск-

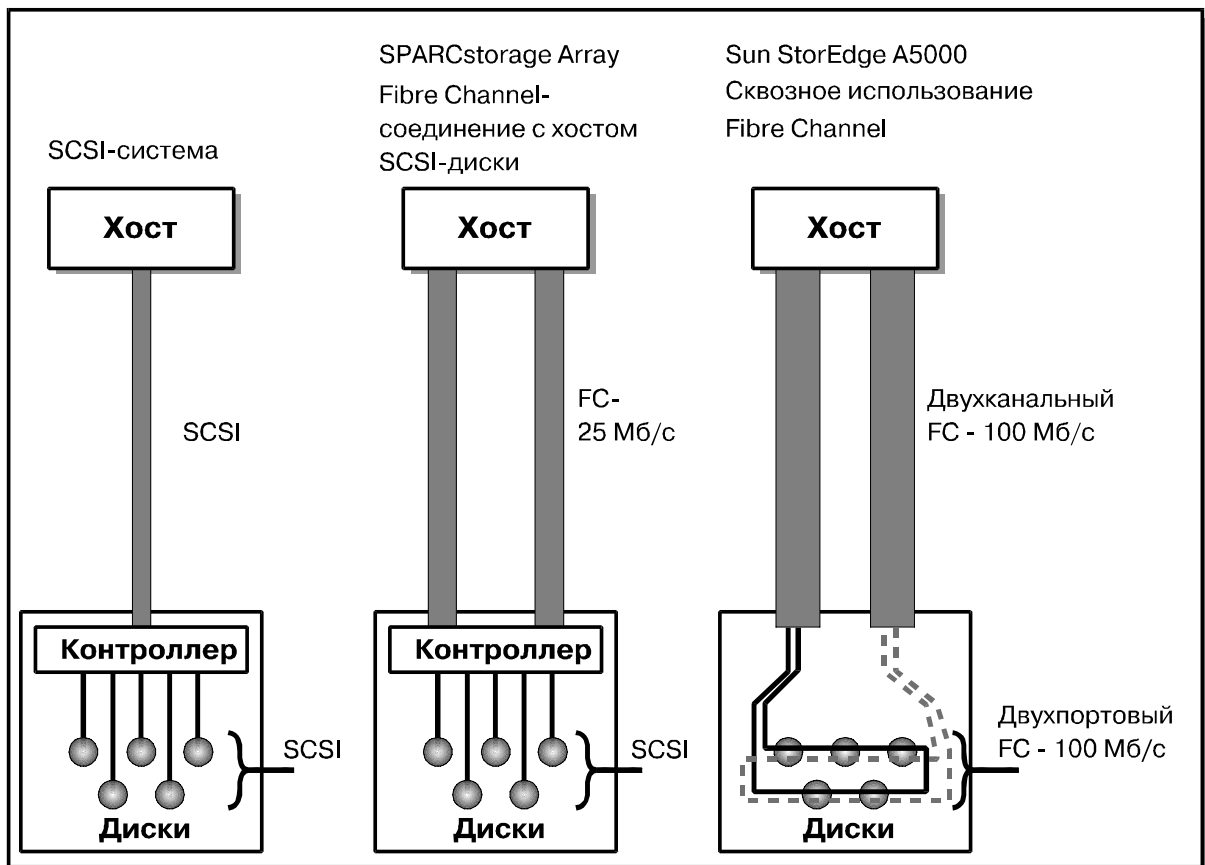


Рис. 6. Внедрение технологии Fibre Channel.

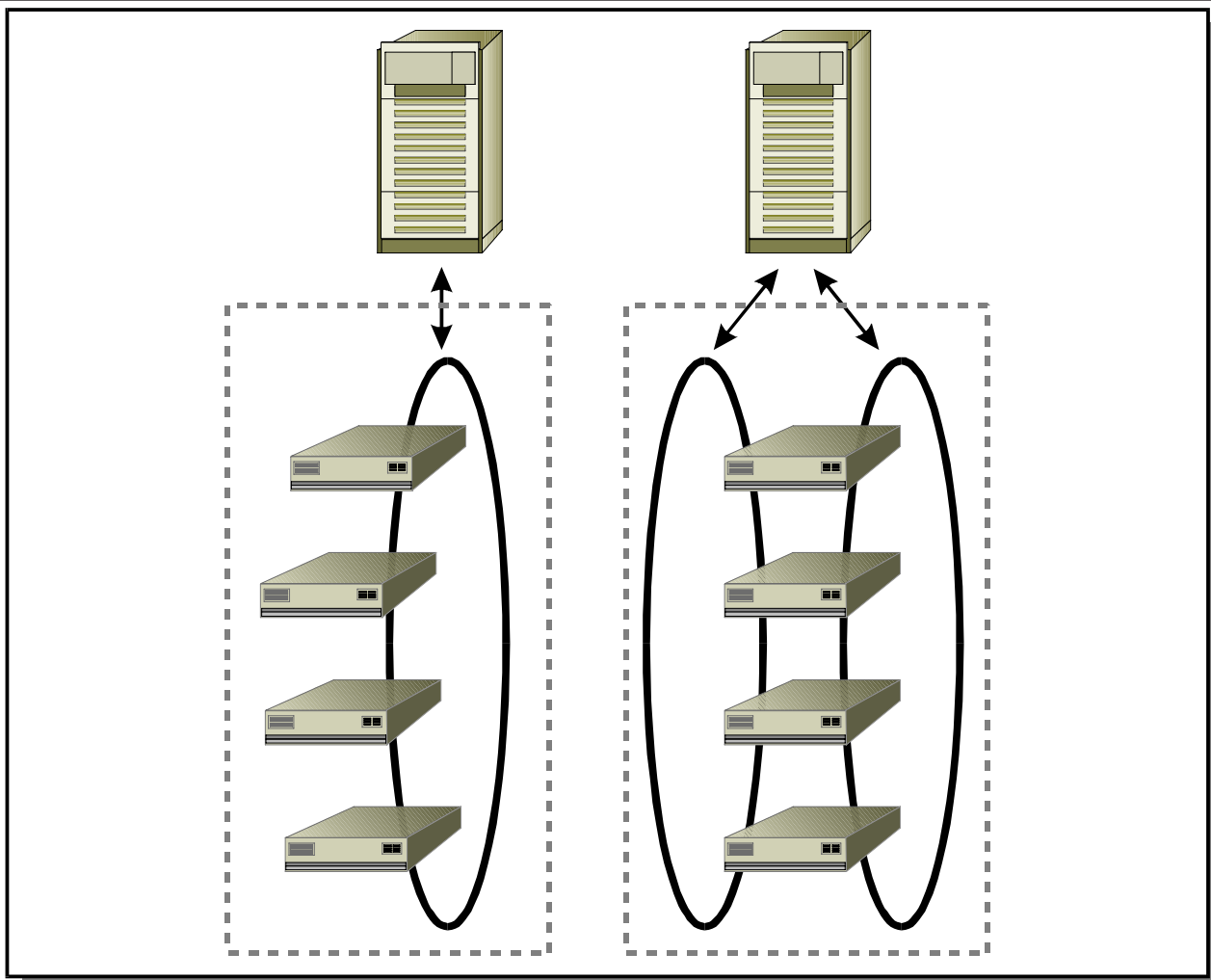


Рис. 7. Конфигурации с одним и двумя кольцами FC-AL.

ной способностью 25 Мб/с; диски подключались к контроллеру по интерфейсу SCSI. В устройствах нового поколения, таких как Sun StorEdge A5000, Fibre Channel (100 Мб/с) обслуживает весь путь от хоста до дисков.

При использовании двухпортовых накопителей и хостов с двумя адаптерами Fibre Channel, появляется возможность построения подсистемы хранения данных с двумя кольцами FC-AL (рис. 7). В зависимости от требований к доступности и к пропускной способности, второе кольцо может использоваться как резерв или как средство повышения эффективности.

Помимо содержательных достоинств, у технологии Fibre Channel имеются и более формальные плюсы: стандартизованность и поддержка ведущими производителями. Fibre Channel описывается серией национальных американских и международных стандартов. В число компаний, поддерживающих Fibre Channel, помимо Sun Microsystems, входят Hewlett-Packard, Digital, Compaq и другие. Так что технология Fibre Channel представляется весьма перспективной со всех точек зрения.

5. Дискковый массив Sun StorEdge A5000

5.1. Основные характеристики Sun StorEdge A5000

Sun StorEdge A5000 — это новый дискковый массив производства компании Sun Microsystems. При его разработке ставились следующие цели:

- обеспечение большой емкости при одновременной гибкости в конфигурировании;
- обеспечение высокой доступности;
- масштабируемость;
- экономичность.

Один массив может содержать от 5 до 14 дисков емкостью 9.05 Гб каждый. Как несложно подсчитать, емкость всего массива при этом лежит в диапазоне от 45 до 127 Гб. Sun StorEdge A5000 выпускается в настольном и кабинетном исполнении. В последнем случае можно объединить в одной стойке 4 массива и 2 концентратора FC-AL, достигая емкости примерно в 510 Гб. Наконец, имеется возможность объединения нескольких стоек в конфи-

гурацию с суммарной емкостью более 12 Тб. Приведенные цифры свидетельствуют не только о емкости, гибкости и масштабируемости Sun StorEdge A5000, но и о практичности его архитектуры, позволяющей весьма точно, без существенного "перебора", подбирать требуемый объем памяти.

5.2. Архитектура Sun StorEdge A5000

Sun StorEdge A5000 — это дисковый массив, целиком построенный на технологии Fibre Channel. Основными компонентами Sun StorEdge A5000 являются (см. рис. 8):

- материнская плата;
- одна или две (передняя и/или задняя) панели для подключения накопителей;
- дисковые накопители;
- интерфейсные платы с двумя разъемами FC-AL на каждой;
- модуль передней панели для управления/диагностики;
- источники питания, вентиляторы и т.п.

Для подключения дискового массива к серверу используется интерфейсная плата FC-AL, выполненная в стандарте SBus или PCI. Эта плата

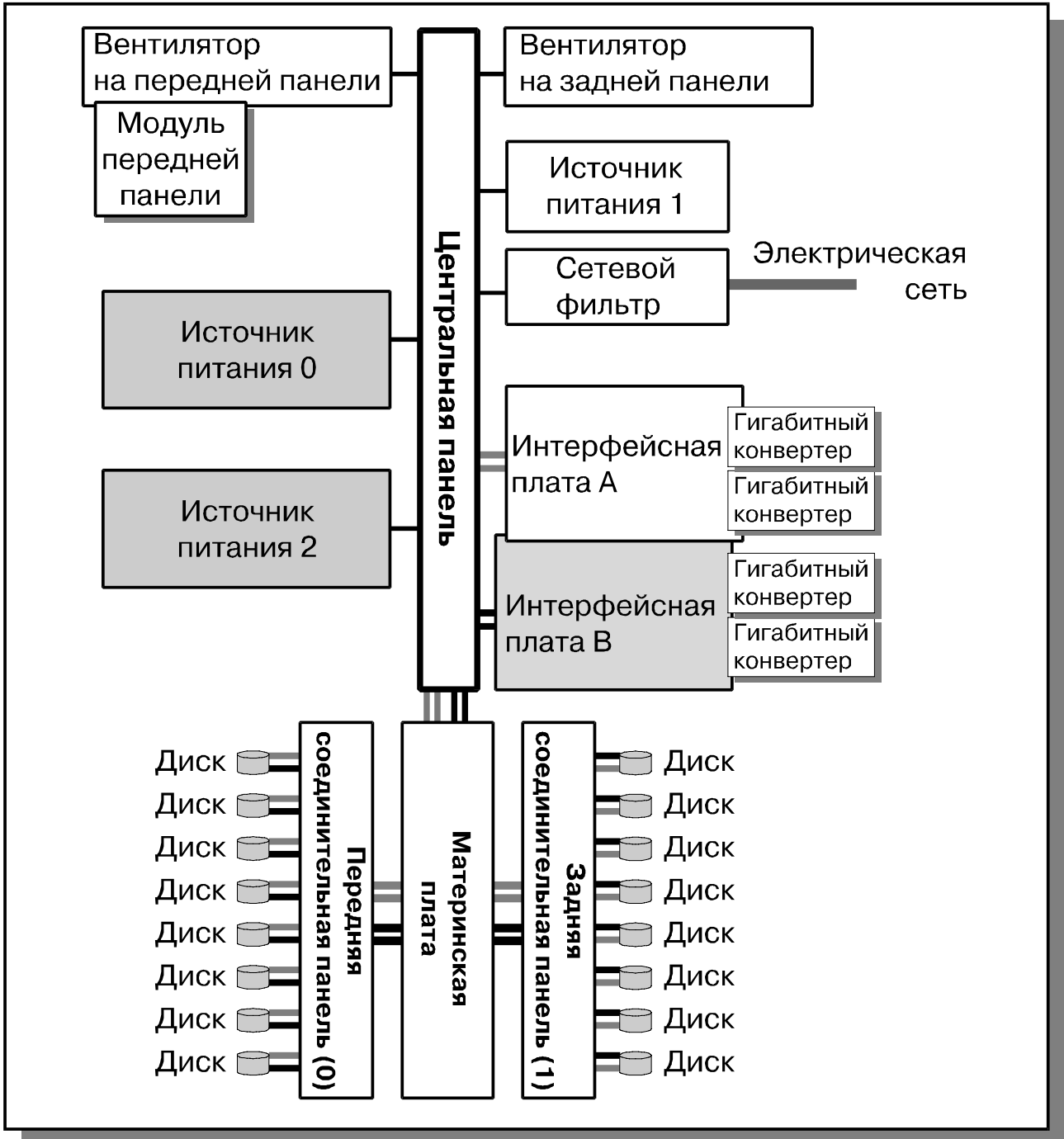


Рис. 8. Архитектура дискового массива Sun StorEdge A5000.

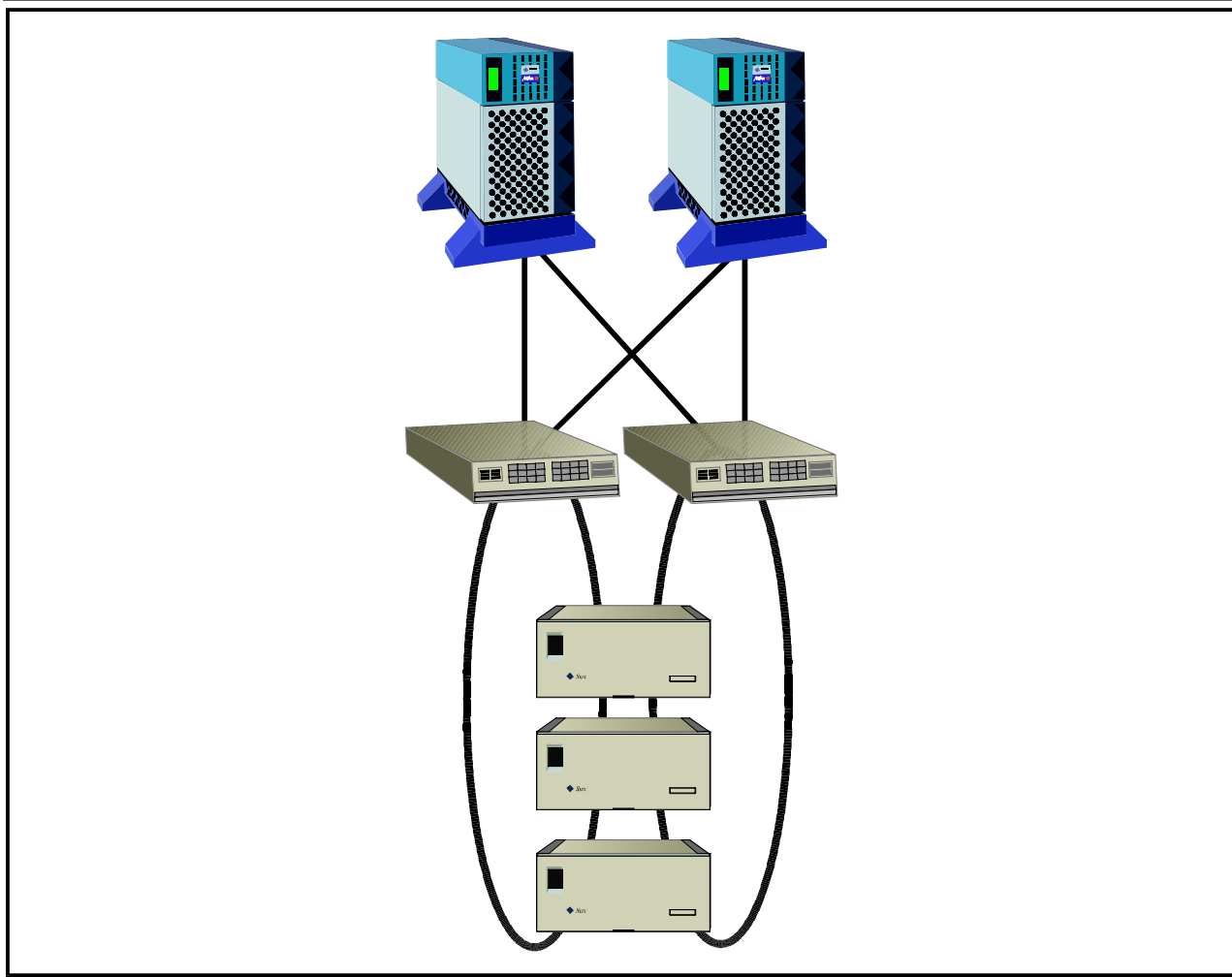


Рис. 9. Кластерная конфигурация с двумя кольцами FC-AL.

содержит два независимых порта Fibre Channel, каждый из которых способен функционировать в полнодуплексном режиме на скорости 100 Мб/с.

В архитектуре Sun StorEdge A5000 изначально заложены решения, способствующие надежности, готовности и обслуживаемости дискового массива. В Sun StorEdge A5000 нет внутренних кабелей. Дисковые накопители подключаются через разъемы, к которым подведены питание и управляющие сигналы. Тем самым реализуется технология единого подключения (Single Connector Attachment, SCA), совместно разработанная компанией Sun Microsystems и производителями дисков.

Каждый дисковый накопитель в Sun StorEdge A5000 является двухпортовым, благодаря чему их можно подключать к серверу как по одному, так и по двум кольцам FC-AL. При использовании концентраторов Fibre Channel может быть образована кластерная конфигурация (рис. 9).

Поверх протокола FC-AL используется набор команд SCSI-3. Sun StorEdge A5000 поддерживает системные сервисы SCSI (SCSI Enclosure Services, SES), что позволяет контролировать со-

стояние всех компонентов массива как локально, так и на сервере. Sun StorEdge A5000 интегрирован с диагностическими средствами SunVTS и Solstice SyMON.

Разумеется, в Sun StorEdge A5000 поддерживаются такие ставшие стандартными возможности, как различные уровни избыточности накопителей (RAID 0, 1, 0 + 1, 5), автоматическое определение отказавшего компонента и его замена в "горячем" режиме и т.п.

5.3. Количественные показатели Sun StorEdge A5000

Дисковый массив Sun StorEdge A5000 демонстрирует весьма высокие показатели производительности как на последовательности коротких операций ввода/вывода, так и на длинных обменах. За секунду может быть выполнено 10 тысяч некешированных операций чтения/записи двухкилобайтных блоков. В "установившемся" режиме скорость обмена составляет 95 Мб/с. При использовании подключения по двум кольцам может быть достигнута пиковая производительность 190 Мб/с.

	Максимальное число дисковых массивов Sun StorEdge A5000 127 Гб	Максимальное число дисковых массивов Sun StorEdge A5000 509 Гб	Максимальная суммарная емкость
Sun Enterprise Server 3000	24	6	3 ТВ
Sun Enterprise Server 4000	48	12	6 ТВ
Sun Enterprise Server 5000	48	12	6 ТВ
Sun Enterprise Server 6000	72	18	9 ТВ
Sun Enterprise Server 10000	-	24	12 ТВ
SPARCserver 2000/2000E	72	18	9 ТВ
SPARCserver 1000/1000E	8	2	1 ТВ

Табл. 1. Протестированные конфигурации серверов хранения.

В табл. 1 сведены данные о тестируемых конфигурациях серверов Ultra Enterprise с дисковыми массивами Sun StorEdge A5000. Представляется, что в подавляющем большинстве случаев продемонстрированный уровень масштабируемости более чем достаточен.

Высоки и декларируемые показатели надежности. Среднее время наработки на отказ составляет 1 миллион часов, гарантийный срок — 5 лет.

6. Интеллектуальный сервер хранения данных Sun StorEdge A7000

Sun StorEdge A7000 представляет собой интеллектуальный сервер хранения, решающий важнейшую задачу разделения данных между разными компьютерными платформами. Разделение данных, в отличие от разделения накопителей, означает не только возможность совместного использования дисков и/или лент, но и способность интерпретировать данные, сгенерированные на других платформах. Разделение данных является ключом к их централизации, оно помогает бороться с размножением версий раз-

ной степени актуальности, с ослаблением безопасности при экспорте/импорте данных. Коротко говоря, разделение позволяет экономически целесообразным образом сохранять контроль над данными.

Особенно остро задача разделения данных встает на границе мира мэйнфреймов и мира открытых систем (см. Jet Info, 1997, 12-13, "Sun фокусируется на информационных центрах"). Именно эту задачу и позволяет решить Sun StorEdge A7000.

6.1. Архитектура сервера хранения данных Sun StorEdge A7000

Поскольку Sun StorEdge A7000 должен обслуживать два существенно разных вида интерфейсов — с мэйнфреймами и открытыми системами, этот сервер хранения данных представляет собой полноценный компьютер, а не просто дисковый массив. Более того, Sun StorEdge A7000 — это целая стойка, в которую установлены две подсистемы, каждая из которых состоит из четырех-процессорного Unix-компьютера, интерфейсов к секции дисков, интерфейсов к мэйнфреймам и к открытым системам, а также расположенного в

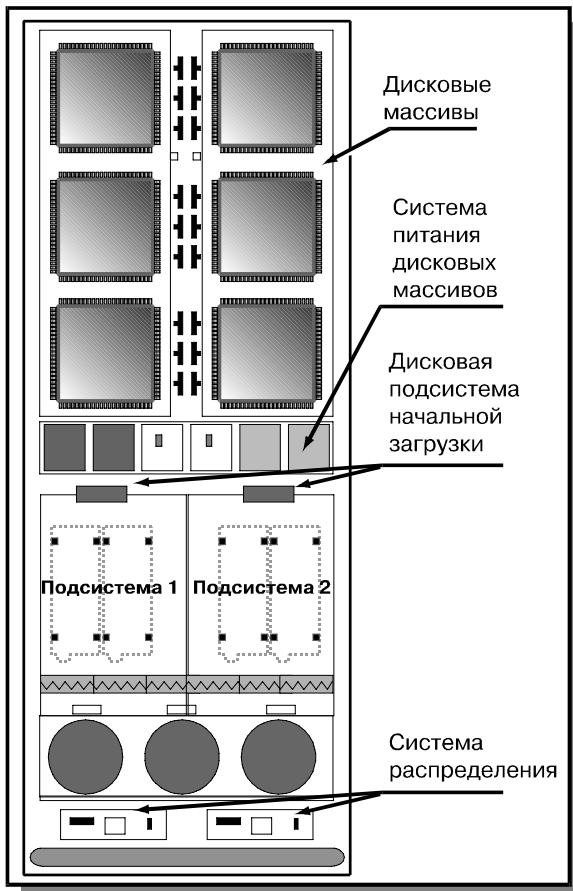


Рис. 10. Основные компоненты Sun StorEdge A7000 и их расположение в стойке.

оперативной памяти кэша (см. рис. 10). Подсистемы связаны между собой высокоскоростным каналом "память-память". В обычном режиме одна подсистема обслуживает мейнфреймы, другая — открытые системы.

Аппаратная структура Sun StorEdge A7000 представлена на рис. 11.

Каждая из двух секций дисконных массивов способна вместить до 54 носителей емкостью 9.05 Гб каждый. В совокупности это составляет 977 Гб. Путем программного конфигурирования на часть этих дисконных массивов отображаются тома IBM, на другую часть — логические дисконные массивы открытых систем; оставшиеся могут использоваться для повышения готовности как RAID-резерв.

Функционирование Sun StorEdge A7000 в значительной степени опирается на программное моделирование (эмуляцию). Каждый из двух управляющих Unix-компьютеров (каждая из подсистем) имеет как бы две стороны — фронтальную и тыльную; фронтальная обслуживает связи с хостами, тыльная — с накопителями. На фронтальной стороне эмулируются каналные мейнфреймовые протоколы и протокол системы SCSI (STE — SCSI Target Emulation); на тыльной — протоколы работы с дисконными томами. Две стороны объединяются посредством кэша.

Описанная логическая структура Sun StorEdge A7000 представлена на рис. 12.

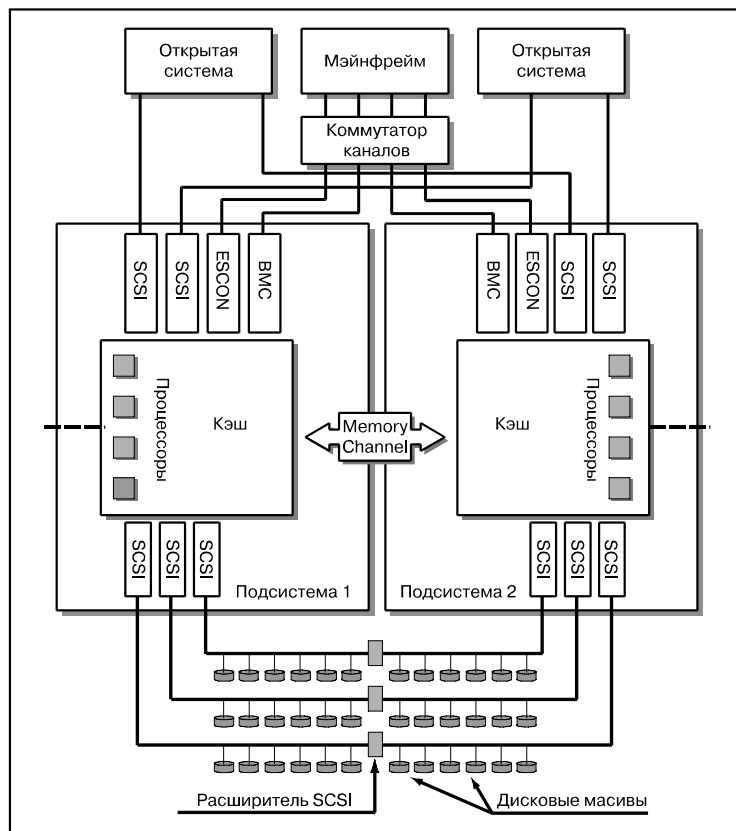


Рис. 11. Аппаратная структура интеллектуального сервера хранения данных Sun StorEdge A7000.

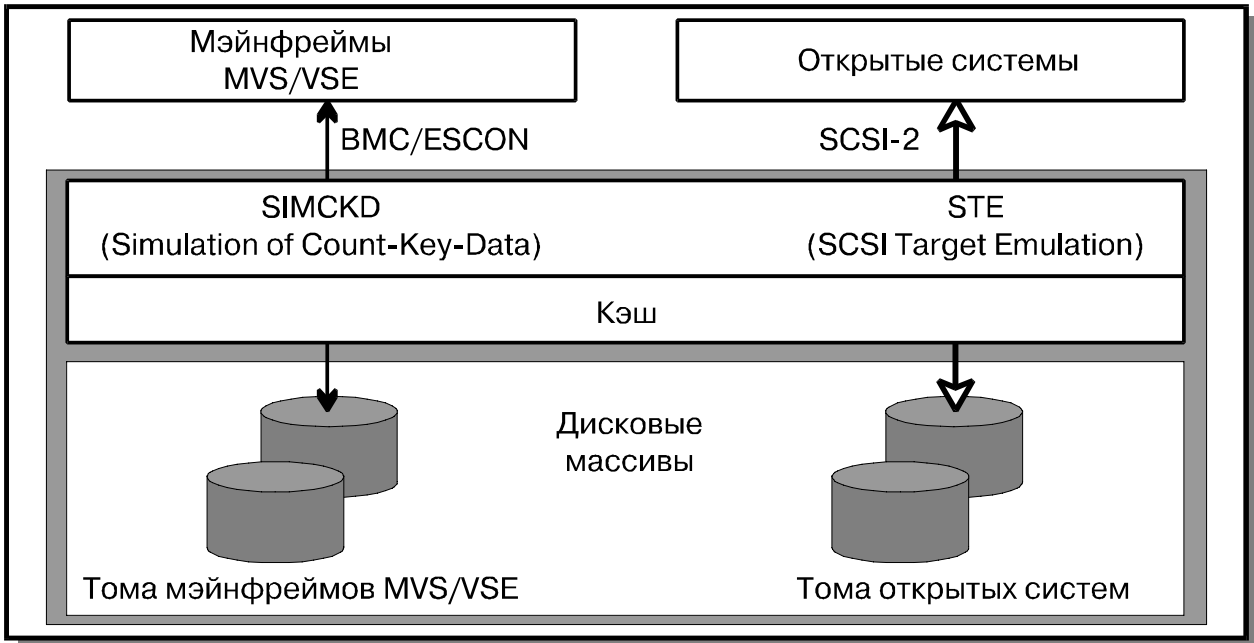


Рис. 12. Логическая структура интеллектуального сервера хранения данных Sun StorEdge A7000.

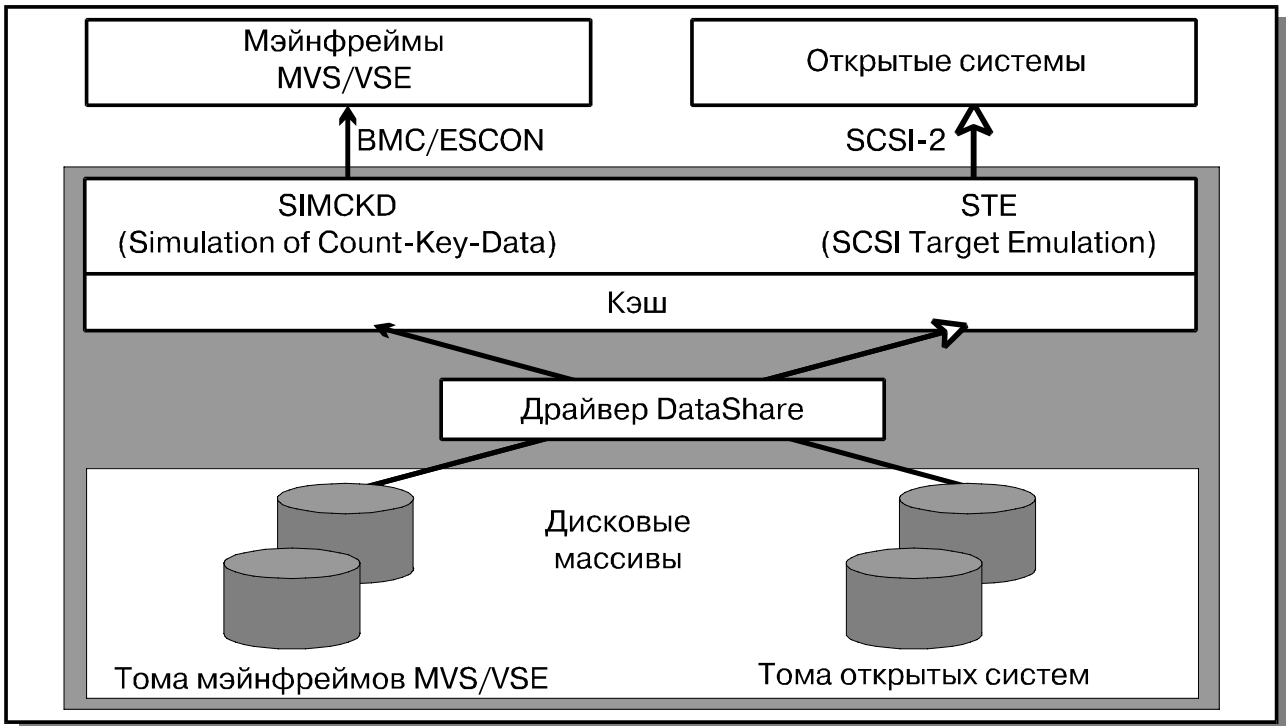


Рис. 13. DataShare как логическое ядро Sun StorEdge A7000.

Управляющие Unix-компьютеры осуществляют как прямое, так и "перекрестное" обслуживание, позволяя читать/писать свои и читать "чужие" данные (то есть данные, записанные на другой платформе). Необходимые преобразования данных для "чужой" платформы выполняет программная система DataShare, являющаяся логическим ядром Sun StorEdge A7000 (рис. 13).

Таким образом, в Sun StorEdge A7000 реализовано подлинное разделение данных, исключающее необходимость в их дублировании. Доступ к "чужим" данным выполняется прозрачным обра-

зом, не требующим внесения каких-либо изменений в приложения. Например, любая из сторон (мэйнфреймы или компьютеры с открытой архитектурой) может взять на себя заботы о резервном копировании всех данных (своих и чужих).

6.2. Функционирование Sun StorEdge A7000

Рассмотрим, как Sun StorEdge A7000 обрабатывает запросы хостов на ввод/вывод. Эти запросы поступают на фронтальную сторону подси-

стем по каналам мэйнфреймов или SCSI. Программное обеспечение фронтальной стороны эмулирует работу соответствующих контроллеров, в результате чего мэйнфреймам кажется, что они обращаются к совокупности IBM-дисков, а открытые системы уверены, что они напрямую общаются со SCSI-устройствами. Обычно на фронтальную сторону работают два из четырех процессоров каждой подсистемы. Выполняющиеся на них процессы выбирают из каналов запросы на ввод/вывод и удовлетворяют их из кэша. В частности, записываемая информация сначала поступает только в кэш; реальная запись на диск производится позднее.

Если при запросе на чтение нужных в данных в кэше не оказалось, этот запрос откладывается до завершения реального чтения с дисков и передачи результата в кэш; выборка запросов из каналов и их обработка в это время, разумеется, продолжается.

По каналам мэйнфреймов могут передаваться не только запросы на чтение/запись, но и команды позиционирования головок накопителей и целые каналные программы. Не все запросы приводят к реальным действиям, однако Sun StorEdge A7000 обладает достаточным интеллектом, чтобы по каналным командам предвосхитить вероятные последующие действия и выполнить упреждающее чтение или накопить данные для последовательной записи.

Процессоры, не занятые обработкой канальных запросов, выполняют легковесные процессы (потoki), обслуживающие реальный

ввод/вывод, преобразование данных и передачу их в кэш (из кэша). Программная архитектура тыльной стороны подсистем будет рассмотрена нами ниже, в разделе, посвященном DataShare.

6.3. Устройство кэша в Sun StorEdge A7000

Кэш, связывающий между собой фронтальную и тыльную стороны каждой подсистемы, а также, через Memory Channel, обеспечивающий связь подсистем, играет в Sun StorEdge A7000 центральную роль. Кэш каждой подсистемы состоит из следующих областей (см. рис. 14):

- широковещательная область;
- кэш данных;
- стабильная память.

Широковещательная область используется для хранения информации о состоянии подсистем и для обмена этой информацией по каналу "память-память" (Memory Channel). В информации о состоянии отражается ход обслуживания запросов хостов. В частности, в широковещательной области хранится список еще не записанных блоков данных (они называются также "грязными" блоками). Наличие подобной, постоянно обновляемой информации позволяет в случае плановой или внеплановой остановки одной подсистемы продолжить выполнение ее функций на другой подсистеме.

Кэш данных, свой для каждой подсистемы, имеет страничную (блочную) организацию.

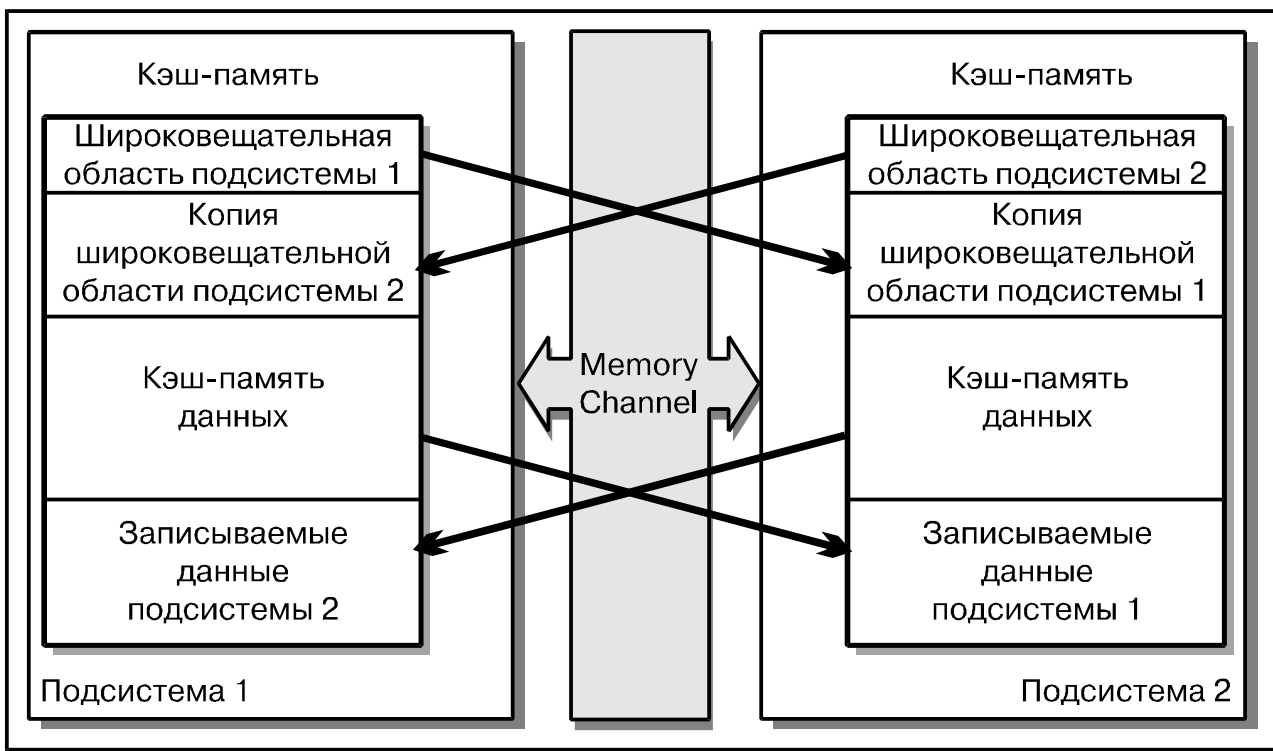


Рис. 14. Логическая структура кэша Sun StorEdge A7000.

Обычно размер блока выбирают равным 4 Кб. Когда пространство кэша данных оказывается исчерпанным, утилизируется "самая забытая" (дольше всего не использовавшаяся) страница.

Область стабильной памяти хранит копии блоков, которые должна записать, но еще не записала другая подсистема. Когда запись действительно завершается, соответствующие блоки стабильной памяти освобождаются. Подобное "выборочное зеркалирование" более эффективно, чем полное копирование всего кэша данных. Размер области стабильной памяти может конфигурироваться в зависимости от ожидаемого соотношения запросов на чтение и запись.

С аппаратной точки зрения кэш разбивается на пары плат, связанных между собой высокоскоростной параллельной шиной Memory Channel (рис. 15). На каждой плате размещается по 512 Мб памяти с автоматическим обнаружением и исправлением ошибок. Всего пар может быть не более четырех. Это значит, что совокупный размер кэша в Sun StorEdge A7000 лежит в пределах от 1 Гб до 4 Гб.

Передача по каналу Memory Channel может производиться двумя способами. Часть областей

кэша может быть открыта для пассивного зеркалирования, автоматически переписывающего данные в "парные" блоки при каждой записи. Так отображается информация о состоянии подсистем. Кроме того, программное обеспечение может явно специфицировать передачу данных. Так обновляются блоки стабильной памяти. Пиковая пропускная способность шины Memory Channel при блочной передаче составляет 140 Мб/с.

В рамках Sun StorEdge A7000 канал Memory Channel связывает пары плат памяти, однако его архитектура позволяет подключать к шине до 9 плат памяти. Это значит, что в принципе имеется возможность построения на основе Memory Channel развитых кластерных конфигураций.

6.4. Программная система StorEdge DataShare

StorEdge DataShare — это программная система, архитектурно расположенная между подсистемой кэша и образами логических дисков и позволяющая осуществлять чтение данных, записанных на другой компьютерной платформе.

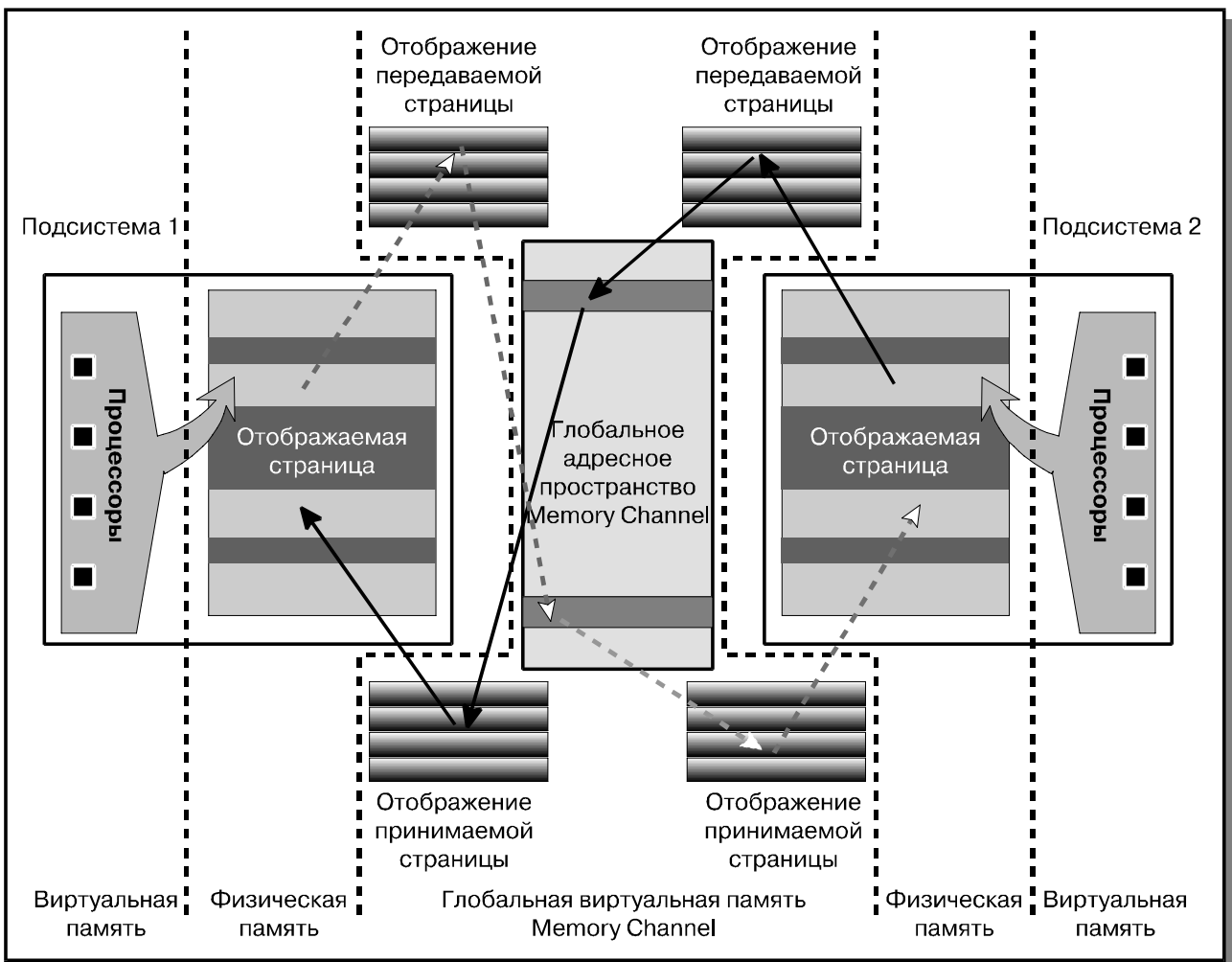


Рис. 15. Архитектура канала Memory Channel.

Сама система DataShare состоит из трех уровней (см. рис. 16):

- функции доступа к данным;
- функции обработки и преобразования данных;
- функции представления данных.

Функции доступа к данным интерпретируют структуру эмулируемых томов (дисков IBM или SCSI-дисков) и поставляют данные вышележащим уровням.

Функции обработки и преобразования данных осуществляют символичные преобразования (например, перекодировку из EBCDIC в ASCII или иную трансляцию) или изменение формата хранимых записей (например, вставку переводов строк в качестве разделителей). Пре-

образования можно связывать в цепочки по аналогии с конвейерами в ОС Unix. Цепочки ассоциируются с логическими томами. С одним томом может быть ассоциировано несколько цепочек преобразований; каждая такая ассоциация с точки зрения хоста является отдельным томом (или файловой системой).

Функции представления позволяют оформить "чужие" данные в виде понятной логической структуры. Для мэйнфреймов данные представляются в виде дисков со структурой записей CKD (Count, Key, Data — длина записи, ключ записи, собственно данные). Для открытых систем тома мэйнфреймов представляются в виде файловой системы в стандарте ISO 9660 (каждому набору данных соответствует отдельный файл).

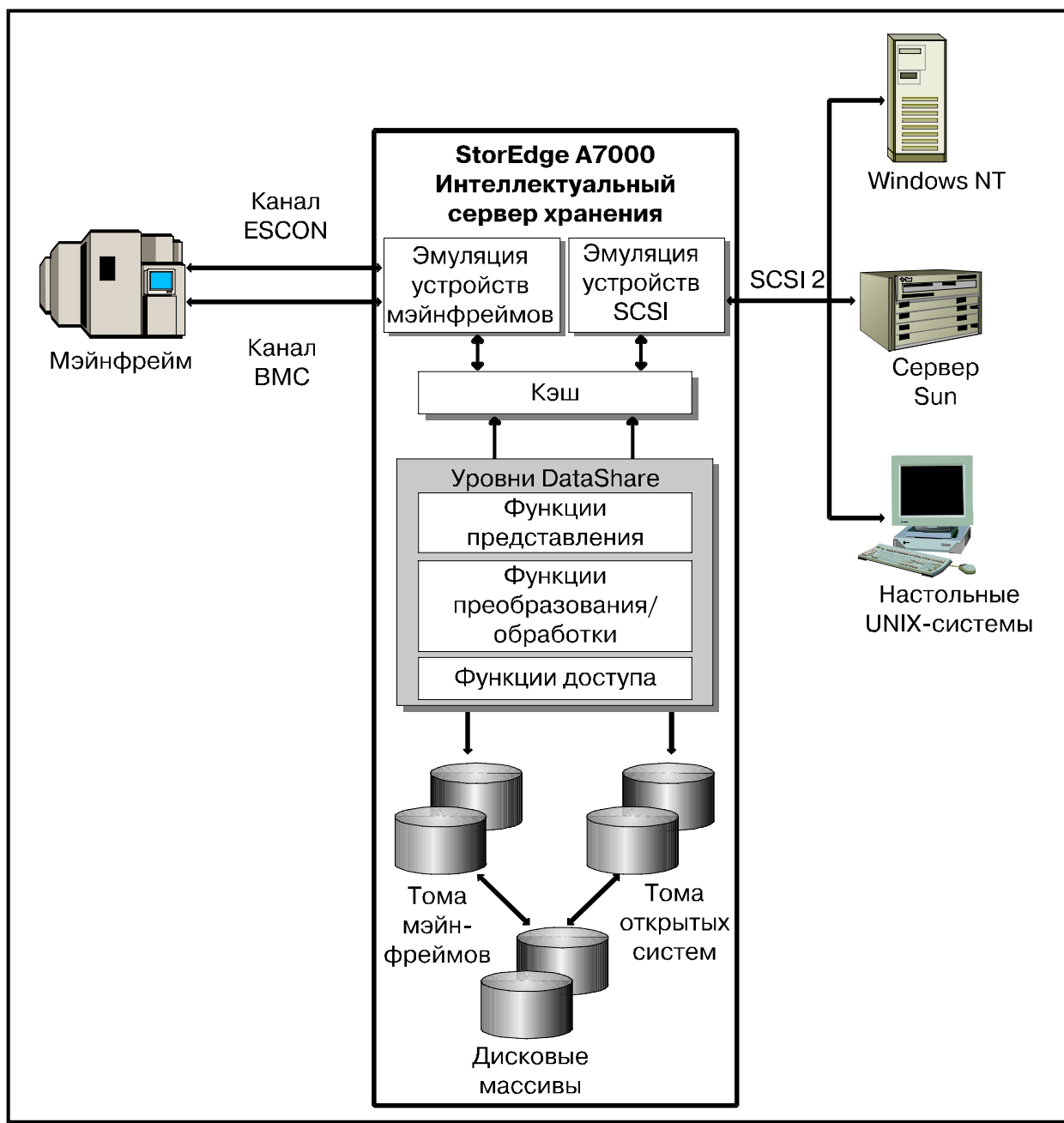


Рис. 16. Архитектура программной системы StorEdge DataShare.

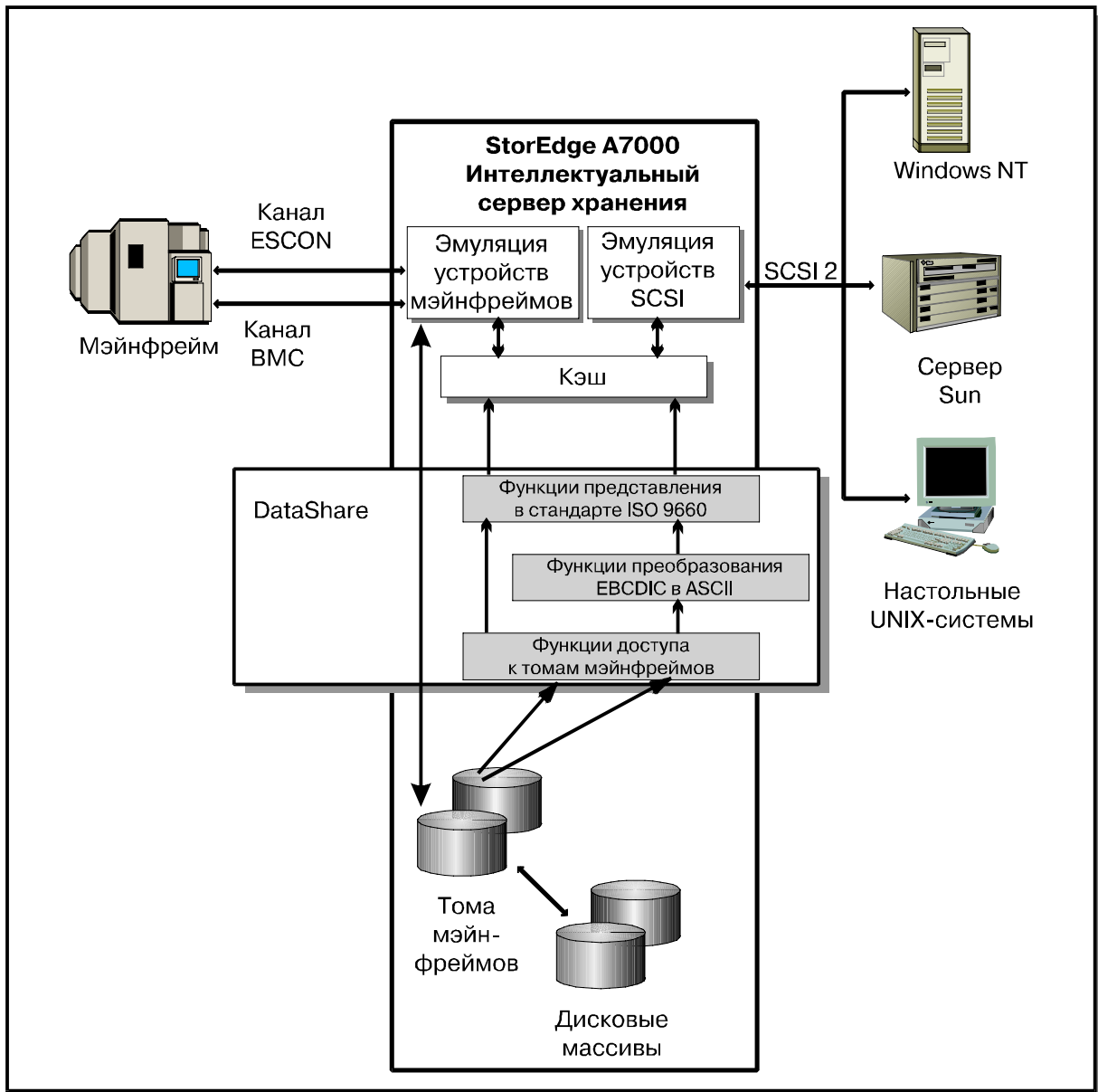


Рис. 17. Пример доступа к данным мэйнфреймов по запросу открытых систем.

Соответствующим образом обработанные и представленные данные попадают в кэш, а оттуда передаются запрашившим их хостам. Пример доступа к данным мэйнфреймов по запросу открытых систем представлен на рис. 17. Обратим внимание на то, что открытые системы могут читать как "сырые", так и преобразованные данные (в примере — перекодированные из EBCDIC в ASCII).

На наш взгляд, StorEdge DataShare является образцом продуманной уровневой архитектуры, позволяющей сочетать гибкость и высокую эффективность. С одной стороны, можно выбирать цепочки преобразований, максимально упрощающие работу приложений. С другой стороны, никакие преобразования не навязываются, а передача данных между уровнями производится через память, что, в сочетании с мощью управляющих компьютеров, гарантирует быстрый доступ к данным.

6.5. Надежность, готовность и обслуживаемость Sun StorEdge A7000

Поскольку интеллектуальный сервер хранения данных обслуживает как открытые системы, так и мэйнфреймы, он является критически важным компонентом корпоративных информационных систем, к которому предъявляются повышенные требования по доступности. Для выполнения этих требований в Sun StorEdge A7000 изначально заложены механизмы, гарантирующие надежность, готовность и обслуживаемость.

Надежность работы, помимо традиционно высокого качества продуктов компании Sun Microsystems, обеспечивается встроенными источниками бесперебойного питания, а также программными системами, следящими за исправностью аппаратных компонентов Sun StorEdge A7000 и за состоянием логических томов.

Готовность гарантируется прежде всего высоким уровнем избыточности, заложенным в Sun StorEdge A7000. Имеется в виду многопроцессорность управляющих компьютеров, резервирование каналов связи с хостами, поддержка различных RAID-уровней, резервирование других, более мелких, но не менее важных элементов.

Важнейшим средством обеспечения высокой готовности является двухмашинная организация сервера Sun StorEdge A7000. Как было указано в предыдущем разделе, каждая подсистема хранит информацию о состоянии "напарника". Если по каким-либо причинам (плановая профилактика, обновление программного обеспечения или авария) одна подсистема перестает работать, второй управляющий компьютер в состоянии завершить все открытые транзакции и затем взять на себя двойную нагрузку.

В обычном режиме каждая подсистема обслуживает свой набор дисков. Благодаря применению SCSI-расширителей при необходимости управляющий компьютер может получить доступ ко всем дискам, сохраняя тем самым полноту функциональности.

Очень красивым логическим дополнением технологии Memory Channel являются средства удаленного зеркалирования, получившие название RDC (Remote Dual Copy). Канал Memory Channel может быть расширен последовательным соединением для передачи данных по оптоволокну в пределах группы зданий. Эта передача осуществляется в реальном времени на другой сервер Sun StorEdge A7000 без участия каких-либо хостов, минуя каналы локальной сети. В результате применение механизма RDC не связано с затратой внешних (по отношению к Sun StorEdge A7000) ресурсов и почти не сказывается на эффективно-

сти работы самих серверов хранения данных (время записи возрастает всего на 5%). На ближайшее будущее запланирована реализация удаленного зеркалирования на основе ATM. Это позволит перемещать данные на неограниченные расстояния, защищаясь от крупных катаклизмов.

Обслуживаемость Sun StorEdge A7000 обеспечивается за счет возможности горячей замены компонентов и динамического переконфигурирования. В сочетании с механизмами высокой готовности средства обслуживаемости гарантируют сколько угодно длительный период непрерывной доступности данных, хранящихся на интеллектуальном сервере Sun StorEdge A7000.

7. Другие модели дисковых массивов семейства Sun StorEdge

7.1. Sun StorEdge A3000

Sun StorEdge A3000 — это дисковый массив, основанный на известной модели Sun RSM 2000. Он призван заменить массивы SPARCstorage Array 2xx.

Характерная черта Sun StorEdge A3000 — интеллектуальность плат RAID-контроллера (их две). На каждой плате установлен процессор i486/100 МГц и соответствующий набор микросхем (см. рис. 18), позволяющий освободить хост от вычислений, связанных с поддержкой механизмов RAID. Кроме того, на плате размещается 16 Мб памяти для процессора и 64 Мб — для дискового кэша. Подобные характеристики позволили Sun StorEdge A3000 установить ряд рекордов производительности (например, по TPC-D) совместно с серверами Ultra Enterprise.

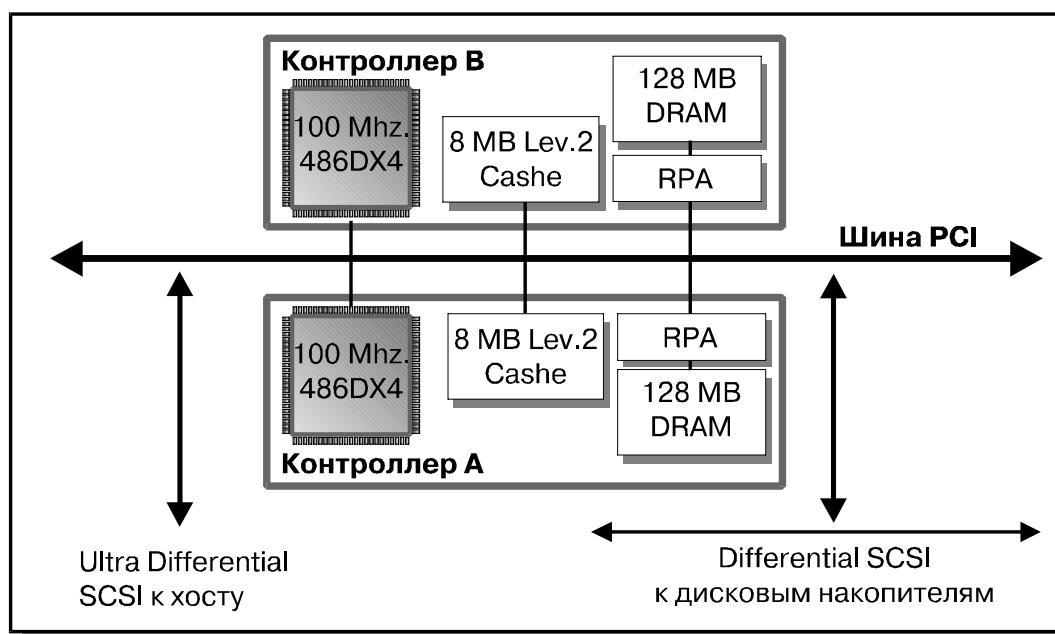


Рис. 18. Устройство контроллера Sun StorEdge A3000.

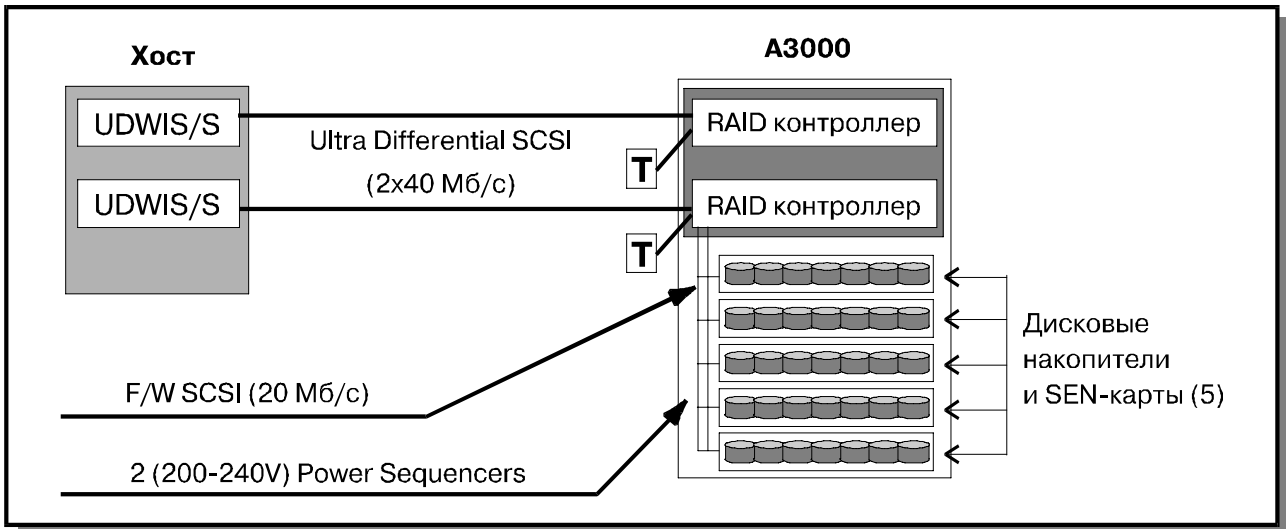


Рис. 19. Общая схема дискового массива Sun StorEdge A3000.

Общая схема дискового массива Sun StorEdge A3000 приведена на рис. 19. Накопители распределены по пяти секциям, максимальное число накопителей в секции — семь, что при использовании дисков емкостью 9.05 Гб дает теоретический суммарный объем почти 320 Гб. На практике этот объем несколько меньше. Обычно Sun StorEdge A3000 функционирует в режиме RAID-5, так что часть дисков хранит избыточные биты, а еще часть может использоваться как резерв.

Следует обратить внимание на следующие моменты.

- Связь контроллеров с хостом осуществляется по двум каналам Ultra SCSI, что дает теоретическую пропускную способность в 80 Мб/с, а практическую — 60 Мб/с.
- Контроллеры связаны с каждой секцией накопителей каналом F/W SCSI (20 Мб/с).

- Все важные элементы Sun StorEdge A3000 резервированы, обеспечена их замена в горячем режиме.
- Каждая секция накопителей укомплектована картой SEN (SCSI Environmental Sense), позволяющей контролировать состояние дисков и окружающей среды. Каждые 10 секунд контроллер опрашивает SEN-карты, которые посылают ответ по каналам SCSI.
- Батарейки, имеющиеся на платах контроллеров, способны обеспечить сохранение содержимого кэша как минимум 3 дня — для ремонта срок вполне достаточный.
- Драйвер RDAC (Redundant Dual Active Controller), располагающийся в ядре ОС Solaris над SCSI-драйвером, позволяет автоматически переключиться с отказавшего контроллера на исправный.

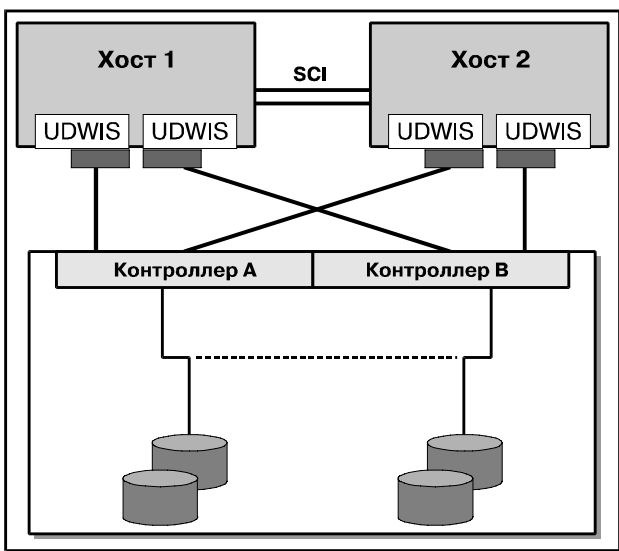


Рис. 20. Включение дискового массива Sun StorEdge A3000 в кластерную конфигурацию.

К одному серверу Ultra Enterprise можно подключить несколько дисковых массивов Sun StorEdge A3000 (от 2 для Sun Enterprise 2 до 52 для Sun Enterprise 10000). Особо отметим, что при подключении к Sun Enterprise 10000 поддерживается "переброска" массива из одного домена в другой без перезагрузки доменов.

Дисковый массив Sun StorEdge A3000 допускает подключение к хостам несколькими способами, в том числе в режиме разделения контроллеров (рис. 20). В этом смысле он готов к использованию в кластерных конфигурациях.

7.2. Sun StorEdge A1000

Sun StorEdge A1000 можно рассматривать как младшую модель Sun StorEdge A3000, предназначенную для обслуживания рабочих групп или настольных систем. У этих дисковых массивов много общего, поэтому в данном разделе мы остановимся только на различиях.

Sun StorEdge A1000 выпускается в настольном исполнении. В корпус можно установить до 12 накопителей емкостью по 4.2 Гб, что дает суммарный объем около 50 Гб. Если смонтировать несколько Sun StorEdge A1000 в стойку, то общая емкость способна составить около 450 Гб. Это свидетельствует о высокой масштабируемости данного дискового массива.

На аппаратном RAID-контроллере установлен процессор Pentium/100 МГц и оперативная память от 8 до 16 Мб. При записи данные помещаются в кэш объемом 24-80 Мб.

Как и другие дисковые массивы семейства Sun StorEdge, модель A1000 характеризуется отличной обслуживаемостью. Среднее время восстановления составляет не более 30 минут, включая обнаружение неисправности и перезагрузку системы.

8. Ленточные устройства

Характерная черта решений, предлагаемых компанией Sun Microsystems, — их комплексность. Применительно к серверам хранения это означает, что обеспечивается не только оперативный доступ к корпоративным данным, но и резервное копирование, архивирование, а также иерархическая организация долговременной памяти.

Резервное копирование и архивирование может обслуживаться целым рядом устройств. Мы рассмотрим два из них — Sun StorEdge L1800 и L3500. Грубо можно считать, что L3500 по количественным характеристикам превосходит L1800 вдвое; в архитектурном плане эти устройства схожи.

Sun StorEdge L1800 и L3500 представляют собой ленточные библиотеки для цифровых лент с линейной записью (DLT). Sun StorEdge L1800 содер-

жит до четырех приводов DLT7000, позволяющих записать на один картридж 35 Гб данных в режиме без сжатия и 70 Гб при двукратном сжатии. Модель L3500 допускает установку до 7 приводов. В L1800 имеется 48 ячеек для хранения картриджей, в L3500 — 96. Это значит, что суммарная емкость библиотеки составляет примерно 1.7 Тб для модели L1800 и 3.4 Тб для L3500 без учета возможности сжатия.

Sun StorEdge L1800 и L3500 предназначены для выполнения резервного копирования в автоматическом режиме, без участия оператора. Смена картриджей производится манипулятором, способным читать штрих-коды для контроля носителей. Допускается и ручная установка, для чего предусмотрено еще 4 ячейки. Так что, строго говоря, к приведенным выше объемам следует добавить еще 140 Гб.

Нередко в иерархии долговременной памяти ленточные устройства оказываются узким местом, однако с приводом DLT7000 такая опасность едва ли реальна. Его пропускная способность составляет 7 Мб/с (примерно 25 Гб/ч), что сопоставимо со скоростью Fast Ethernet. Следует учитывать также возможность параллельной работы нескольких приводов с линейным ростом суммарной пропускной способности.

Sun StorEdge L1800 и L3500 подключаются к хостам через SCSI-адаптеры. На одной шине SCSI может располагаться не более двух приводов. Для более мощных конфигураций требуется несколько адаптеров. (Отметим, что разные адаптеры могут принадлежать разным хостам. К Sun StorEdge L1800 можно подключить два сервера Ultra Enterprise, а к Sun StorEdge L3500 — четыре.) Манипулятор также является SCSI-устройством, способным разделять шину с одним или двумя приводами.

	L1800 / L3500
Наработка манипулятора на отказ (операции)	2 000 000 операций
Наработка манипулятора на отказ (время)	200 000 часов
Наработка на отказ накопителей	80 000 часов непрерывной работы
Срок службы головок	30 000 часов
Срок службы лент	В среднем 1 000 000 проходов, 15 000 использований

Табл. 2. Средняя наработка на отказ компонентов ленточных библиотек.

Sun StorEdge L1800 и L3500 обладают весьма высокими показателями надежности. В табл. 2 сведены данные о средней наработке на отказ для различных компонентов ленточных библиотек.

Следует отметить, что надежной работе Sun StorEdge L1800 и L3500 способствует сама технология цифровой линейной записи, выбранная компанией Sun Microsystems. Малое число движущихся частей, неподвижные головки делают линейные приводы более надежными по сравнению с приводами с вращающимися головками (Helical Scan) при сопоставимых емкости картриждей и времени доступа.

9. Программное обеспечение сети хранения данных

Программные продукты, обслуживающие сеть хранения данных, можно подразделить на три категории:

- средства резервирования данных (Sun StorEdge Enterprise NetBackup, Solstice Backup, Sun StorEdge Remote Dual Copy);
- средства управления данными (Sun StorEdge Volume Manager, Solstice DiskSuite, Sun

StorEdge Enterprise HSM, Sun StorEdge LibMON);

- средства разделения данных (Sun StorEdge DataShare).

Ближайшая цель компании состоит в интеграции перечисленных продуктов в рамках единой среды, построенной на основе Java-технологии. Графическая оболочка этой среды получила название Sun StorEdge Enterprise Storage Manager (ESM). Представляется, что достижение поставленной цели — вопрос чисто технического, не связанный с решением каких-либо принципиальных проблем, так что объявление Sun StorEdge Enterprise Storage Manager не за горами.

Ниже мы кратко рассмотрим возможности наиболее интересных компонентов единой программной среды хранения данных.

9.1. Sun StorEdge Enterprise NetBackup

Sun StorEdge Enterprise NetBackup — это корпоративный инструмент резервного копирования, архивирования и восстановления, способный обслуживать тысячи Unix- и ПК-клиентов и множество серверов и предоставляющий администратору единую управляющую консоль.

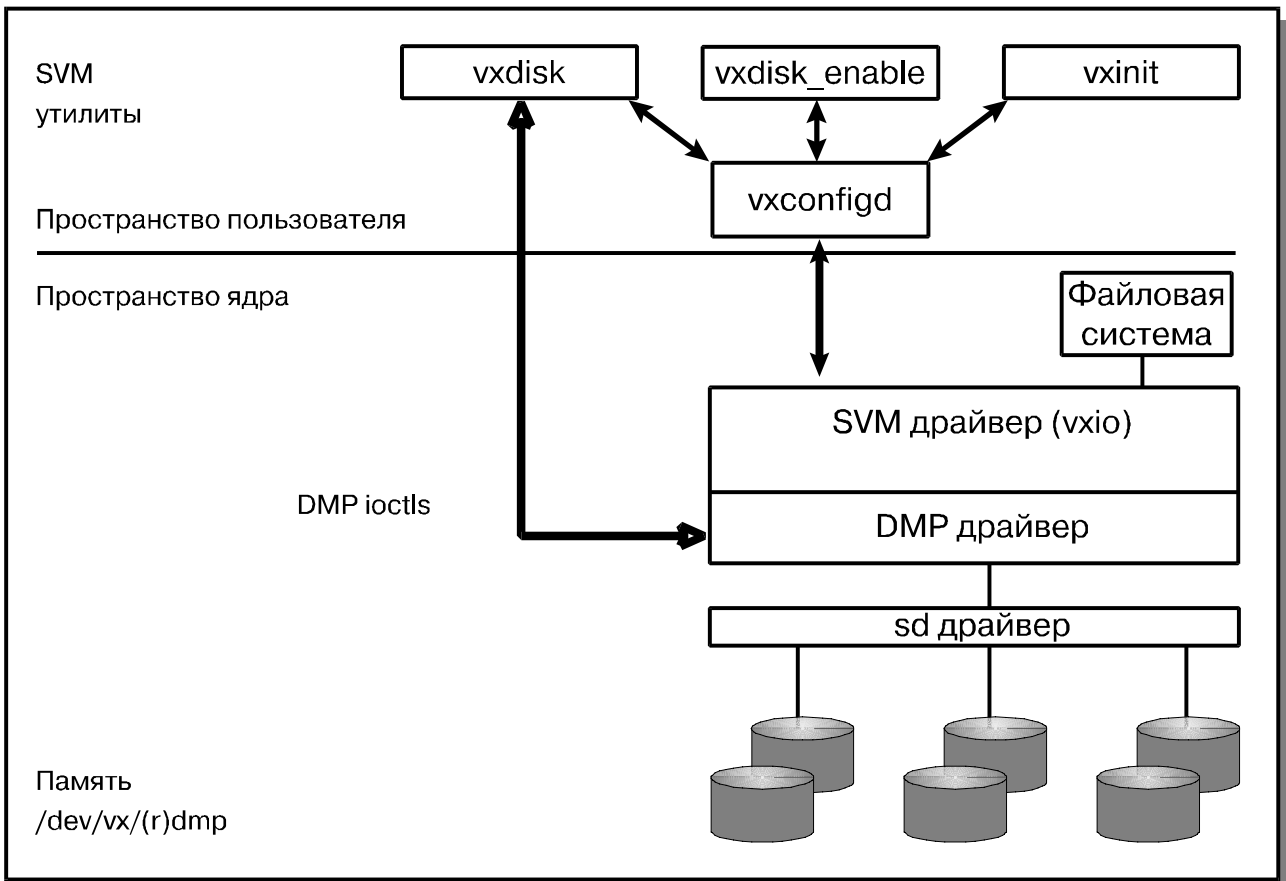


Рис. 21. Программная архитектура Sun StorEdge Volume Manager.

Основными компонентами Sun StorEdge Enterprise NetBackup являются:

- NetBackup-серверы. В данном контексте под серверами понимаются системы, к которым подключены устройства резервного копирования. Серверы могут группироваться в кластеры с выделением ведущих и ведомых. Ведущие планируют операции резервного копирования и хранят каталоги сохраненных данных. Ведомые серверы работают под управлением ведущих и позволяют разгрузить последние.
- NetBackup-клиенты. Клиентское программное обеспечение располагается на компьютерах, содержащих сохраняемые данные. Клиенты генерируют потоки данных, если нужно, выполняют их сжатие и направляют на серверы через TCP-сокеты.
- NetBackup-агенты баз данных. Агенты предназначены для оперативного копирования баз данных. В настоящее время поддерживаются СУБД Oracle, Informix, Sybase. Агенты функционируют на серверах баз данных и взаимодействуют с соответствующими утилитами резервного копирования (Oracle OEBU, Informix ON-Bar, Sybase Backup Server).
- Менеджер устройств. Он состоит из трех основных подсистем:
 - управление манипуляторами;
 - управление накопителями;
 - управление носителями.

Единый менеджер устройств используется и в Sun StorEdge Enterprise NetBackup, и в Sun StorEdge Enterprise HSM, что обеспечивает согласованное управление иерархически организованной долговременной памятью.

Sun StorEdge Enterprise NetBackup имеет продуманную архитектуру, позволяющую эффективно обслуживать большие корпоративные системы. Однородные сущности, такие как носители или клиентские системы, могут группироваться в пулы или классы, что облегчает их централизованное администрирование. Благодаря использованию агентов удается успешно справиться с разнородностью клиентов как в смысле компьютерных платформ, так и в смысле способов хранения данных.

Разумеется, Sun StorEdge Enterprise NetBackup поддерживает такие возможности, как контроль срока годности данных на носителях (по истечении срока данные могут быть перезаписаны), разграничение доступа к резервным копиям, восстановление данных по инициативе клиента, оперативное слежение за ходом сохранения/восстановления, сбор и анализ регистрационной информации и т.п. Для восстановления служебных баз данных Sun StorEdge Enterprise

NetBackup существуют специальные процедуры, применяемые администратором.

9.2. Sun StorEdge Volume Manager

Sun StorEdge Volume Manager — это средство программного моделирования RAID-уровней 0, 1, 0+1 и 5 по существу на произвольных дисковых накопителях. Начиная с версии 2.5, Sun StorEdge Volume Manager выполняет еще одну очень важную функцию — динамическую поддержку избыточных путей (Dynamic Multi-Pathing, DMP). Функции DMP позволяют автоматически балансировать нагрузку и нейтрализовать отказы при наличии избыточных путей к накопителям. Естественно, имеется и графическая оболочка, называемая Visual Administrator (vxva).

Sun StorEdge Volume Manager имеет многоуровневую организацию, представленную на рис. 21. На верхнем уровне располагаются утилиты, вызываемые системным администратором для создания логических томов и управления ими. Ниже помещается база данных о томах. Наконец, на нижний уровень вынесен драйвер логических томов. С точки зрения операционной системы драйвер томов располагается в пространстве ядра, над уровнем драйверов физических устройств и под уровнем файловых систем и иных приложений.

Драйвер логических томов — это ключевой компонент Sun StorEdge Volume Manager, отрабатывающий запросы на ввод/вывод и на изменение конфигурации моделируемого RAID-массива.

Следует отметить высокую динамичность Sun StorEdge Volume Manager. Он позволяет "на ходу" изменять размеры логических томов и расположенных на них файловых систем UFS. Наряду со средствами динамической поддержки избыточных путей (DMP) это способствует повышению готовности логических дисковых массивов.

9.3. Некоторые другие программные продукты

Sun StorEdge Enterprise HSM поддерживает иерархическую организацию хранения, автоматически перемещая данные с одного носителя на другой на основании заданных администратором правил.

Sun StorEdge LibMON служит для администрирования ленточных библиотек с помощью Web-навигатора, поддерживающего Java-апплеты.

Solstice SyMON — это средство слежения за различными параметрами работающих систем. Представление о спектре отслеживаемых параметров дает рис. 22, на котором изображен стартовый экран Solstice SyMON. Информация извлекается четырьмя агентами непосредственно из аппа-



Рис. 22. Графическая оболочка системы Solstice SyMON.

ратуры и из системного журнала. Отметим, что Solstice SyMON версии 1.5 поддерживает дисковый массив Sun StorEdge A5000; поддержку Sun StorEdge A3000 и A1000 предполагается добавить позднее.

В целом программные продукты семейства Sun StorEdge образуют достаточно полный многофункциональный комплекс, способный обслуживать большие корпоративные системы. Реализация управляющего ядра Sun StorEdge Enterprise Storage Manager (ESM) на Java-платформе сделает семейство по-настоящему интегрированным, снабдит его мобильным централизованным управлением всеми аспектами хранения данных.

10. Заключение

Концепция интеллектуальной сети хранения данных, предложенная компанией Sun Microsystems, представляется весьма актуальной. На наш взгляд, в ней найден верный баланс между революционностью и эволюционностью, позволяющий сохранить инвестиции и, в то же время, двигаться по пути решения все более обостряющейся проблемы хранения корпоративных данных.

Концепция находится в стадии реализации. Многие ключевые элементы уже существуют. Это прежде всего технология Fibre Channel, дисковые

массивы Sun StorEdge A5000 и A3000, интеллектуальный сервер хранения данных Sun StorEdge A7000 и ассоциированные с ним технологии, семейство программных продуктов. Некоторые важные элементы, такие как Sun StorEdge Enterprise Storage Manager, еще предстоит реализовать. Тем не менее, уже сейчас семейство Sun StorEdge обладает полнотой, достаточной для практического использования самыми требовательными заказчиками. Очевидна и перспективность идей, положенных в основу концепции интеллектуальной сети хранения и защищающих решения Sun Microsystems от морального старения.

Jet Info

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

Издается с 1995 года

Издатель: компания Джет Инфо Паблшер

Главный редактор: Галатенко В.А. (galat@jet.msk.su)
Технический редактор: Антонов А.Н. (silver@jet.msk.su)

Россия, 103006, Москва, Краснопролетарская, 6
тел. (095) 972 11 82, 972 13 32
факс (095) 972 07 91
e-mail: JetInfo@jet.msk.su

Подписной индекс по каталогу Роспечати

32555

Jet
infosystems