

8. Кластерные конфигурации

Содержание

8. Кластерные конфигурации	8-1
8.1. Кластерные конфигурации	8-1
8.1.1. Введение	8-1
8.1.2. Члены кластерных систем.....	8-1
8.1.3. Соединения	8-3
8.1.4. Пример Кластерных конфигураций.....	8-4
8.1.5. Администратор соединений.....	8-10
8.1.6. Кворумная схема	8-11
8.1.7. Имена устройств в кластерных системах.....	8-12
8.2. Поддержка теневых томов.....	8-16
8.2.1. Определение	8-16
8.2.2. Фазы поддержки теневых томов.....	8-16
8.2.3. Создание теневого набора	8-17
8.2.4. Фаза I, ограничения для сетевых членов кластера	8-18
8.2.5. Отключение теневого набора.....	8-18
8.2.6. Использование поддержки теневых томов для резервного копирования дисков подключенных к HSC	8-19

8.1. Кластерные конфигурации

8.1.1. Введение

Кластерные системы (VMSccluster Systems), это слабосвязанные конфигурации компьютерных систем и подсистем сохранения информации. Различные системы VAX, независимо от их производительности и размеров, могут объединяться в кластеры. Кластерные системы позволяют также разделять периферийные устройства (принтеры, магнитные диски и т.п.). Для пользователя кластерная система выглядит как единая система.

Данный раздел рассматривает следующие вопросы:

- Члены кластерных систем
- Соединения
- Примеры конфигураций кластерных систем
- Администратор соединений
- Кворумная схема
- Имена устройств в Кластерных системах

8.1.2. Члены кластерных систем

Члены кластера:

- Разделяют ресурсы:
 - Вычислительные ресурсы
 - Очереди
 - Дисковые носители
 - Ленточные носители
- Управляются как единая система
- Независимо стартуют и останавливаются
- Обмениваются со всеми остальными процессорами кластера для координации работы кластерной системы
- Потенциально могут осуществлять ввод/вывод на любую дисковую или ленточную подсистему в пределах кластера
- Исполняют в памяти собственную копию OpenVMS

8.1.2.1. Особые члены кластерных систем

Некоторые члены кластера предназначены для решения специальных задач. Это:

- Загрузочные серверы (Boot servers)
- Спутники (Satellites)
- Дисковые серверы (Disk servers)
- Ленточные серверы (Tape servers)
- Сетевые члены (Ethernet Members)

Диски и ленты подключенные к HSC, так же как подключенные через DSSI, могут "разделяться" между всеми членами кластера. Разделяемые устройства и очереди могут быть локальны для некоторых систем. Это значит, что они присоединены или существуют на этой системе и могут стать доступными в кластере. Разделение лент подразумевает, что различные системы имеют доступ ленте в разное время и только одна в настоящий момент, пока система не освободит ленту для новых блокировок.

8.1.2.1.1. Загрузочные серверы

Загрузочные серверы:

- Передают загрузочные файлы спутникам
- Предоставляют системный диск для спутников
- Содержат:
 - Общие кластерные файлы для старта системы
 - корневые каталоги для загружающихся спутников

8.1.2.1.2. Спутники

Узлы-спутники:

- Это MicroVAX или VAXstation
- Не имеют локального системного диска
- Осуществляют удаленную загрузку через Ethernet с загрузочного сервера

8.1.2.1.3. Дисковые серверы

Дисковые серверы:

- Позволяют другим узлам кластера иметь доступ к дискам, к которым эти узлы не имеют непосредственного доступа
- Могут предоставлять:
 - Локально подключенные диски
 - Диски, подключенные к HSC¹
 - Диски, подключенные DSSI²

8.1.2.1.4. Серверы магнитных лент

Серверы магнитных лент:

- Позволяют другим узлам кластера иметь доступ к лентам, к которым эти узлы не имеют непосредственного доступа
- Могут предоставлять:
 - Локально подключенные ленты
 - Ленты, подключенные к HSC
 - Ленты, подключенные DSSI

¹ HSC (Hierarchical Storage Controller) - Иерархический контроллер памяти

² DSSI (Digital Storage System Interconnect) - Соединение систем памяти Digital

8.1.2.1.5. Сетевые (Ethernet) члены

Сетевые члены кластера:

- Используют локальный системный диск
- Могут предоставлять локальные диски другим членам кластера, т.е. работать как дисковый сервер

8.1.3. Соединения

Типы конфигураций кластерных систем различаются в зависимости от устройств соединения, используемых программы Обслуживания Системных Связей (System Communication Services software - SCS).

8.1.3.1. Шина CI

Особенности шины CI (CI - Computer Interconnect):

- Это высокоскоростная (70 мегабит в секунду), последовательная двухходовая шина
- Соединяет VAX процессоры и устройства HSC, вместе со Звездным соединителем (Star Coupler) и контроллерами портов CI VAX систем и HSC.

8.1.3.2. Сетевые соединения

Особенности сетевых соединений (посредством Ethernet):

- Низкая скорость (10 мегабит в секунду)
- Последовательная одновходовая шина
- Возможность передачи различными протоколами, DECnet и межпроцессорные SCS передачи

8.1.3.3. Оптико-волоконные (FDDI) сетевые соединения

Особенности оптико-волоконных³ сетевых соединений:

- Дальность соединения до 40 километров
- Возможность передачи различными протоколами, DECnet и межпроцессорные SCS передачи

8.1.3.4. DSSI-шина

Особенности DSSI-шины:

- Короткая (6 метров)
- Быстрая (4 мегабайта в секунду)
- Параллельная шина

8.1.3.5. Смешанные соединения (MI Bus)

Смешанные соединения - это любая комбинация соединений.

³ FDDI (Fiber Distributed Data Interface) - Волоконный интерфейс распределения данных

8.1.4. Пример Кластерных конфигураций

Кластерные конфигурации характеризуются типом соединения используемого для связи его компонентов.

Данный раздел приводит примеры следующих Кластерных конфигураций:

- CI кластер
- Сетевой кластер
- FDDI кластер
- DSSI кластер
- Смешанный кластер

8.1.4.1. CI кластер

CI кластер состоит из членов (VAX, работающий под управлением OpenVMS), которые общаются через шину CI.

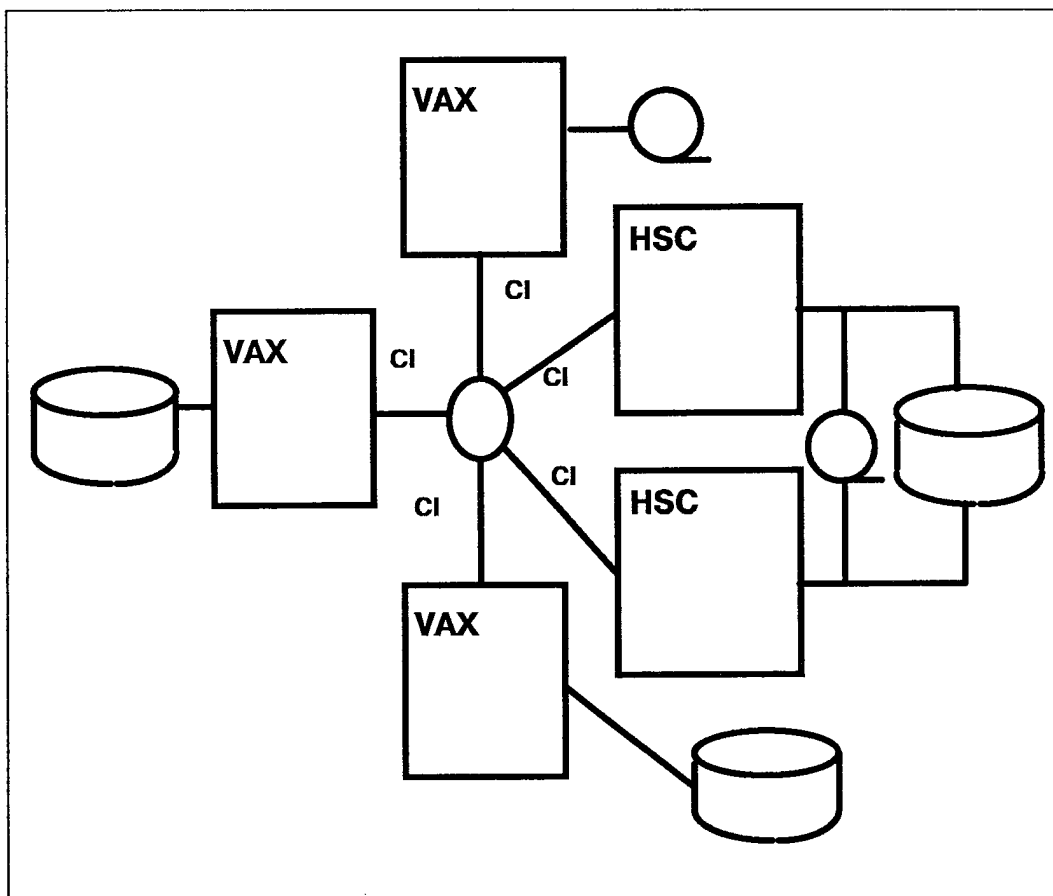


Рис. 8-1. Конфигурация CI кластера

Рис. 8-1 замечания:

Данная конфигурация CI кластера состоит из трех VAX систем.

- Две из них имеют локальные диски
- Одна имеет локальную ленту

- Два иерархических дисковых контроллера (HSC) с подключенными к ним двух портовыми диском и лентой

Любая из трех VAX систем в кластере может монтировать диск и ленту подключенные к HSC контроллеру.

- HSC диски более доступны пользователям, чем локальные потому, что эти диски не зависят от конкретной системы VAX.
- Два локальных диска (напрямую подключенных к системам VAX) могут быть доступны всем членам кластера, но если система VAX имеющая локальный диск остановлена, то диск становится недоступен остальным членам кластера.
- Локальная лента (напрямую подключенная к VAX системе) может быть доступна всем членам кластера, но если система имеющая локальную ленту остановлена, то лента становится недоступна остальным членам кластера.
- Диски подключены сразу к двум HSC контроллерам для увеличения их доступности и надежности кластерной системы. Если один из контроллеров HSC отключится, поток данных автоматически переключится на второй контроллер.

8.1.4.2. Сетевые Кластерные системы

Кластерная система с сетевым (Ethernet) соединением состоит из набора систем VAX, которые устанавливают кластерные соединения и обмениваются данными используя линии Ethernet:

- *Спутники* (MicroVAX и VAXstation), которые загружают операционную систему посредством Ethernet.
- *Загрузочные серверы*, которые передают для загрузки операционную систему и дают спутникам доступ к своему системному диску.

Компоненты сетевой кластерной системы:

- Загрузочные серверы
 - Управляющий центр, предоставляет ресурсы
 - Системный диск содержит системные директории и общие для кластера файлы
- Система DECnet
 - Протокол поддержки операций DECnet (MOP - Maintenance Operations Protocol) распознает запросы спутников для загрузки операционной системы
- спутники обычно используют, а не предоставляют кластерные услуги

Преимущества сетевых кластеров:

- Сравнительно небольшие затраты на кластерную систему
- Кластер обслуживает до 96 членов
- Оборудование также используется для сетевых соединений
- Возможно иметь большой территориальный охват
- Несколько разных Кластерных систем могут работать используя одну физическую сеть Ethernet
- Оптимальное использование дискового пространства, спутники не содержат одинаковых системных файлов

- Централизованное управление системой в целом, взамен управления каждой системой
- Большие загрузочные серверы VAX могут предложить высокопроизводительные очереди
- Возможно использование затененных дисков (shadow disks) на узлах

Недостатки сетевых кластеров

- Скорость ввода/вывода ограничивается Ethernet адаптерами и загруженностью Ethernet
- Сетевые соединения Обслуживания Системных Связей (NI-SCS), более интенсивно занимают процессор
- Производительность кластерной системы зависит от производительности системного диска. (Possibility of system disk bottleneck)

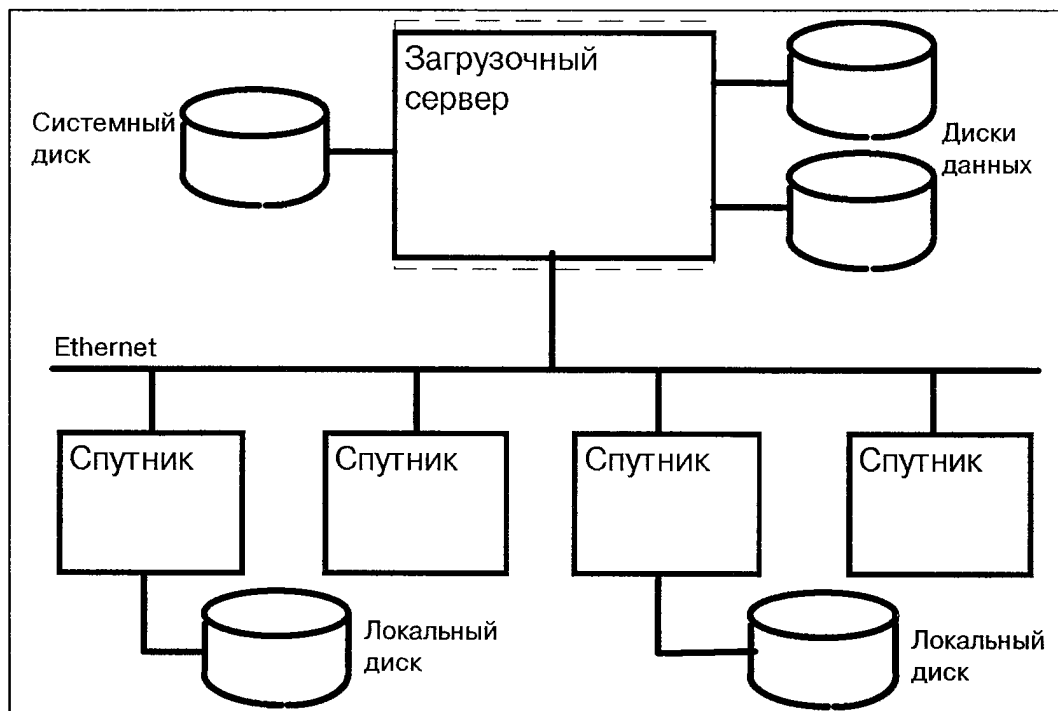


Рис. 8-2. Сетевой (Ethernet) кластер

- Повреждение линии Ethernet приводит

Рис. 8-2, Замечания:

Эта Сетевая кластерная система состоит из нескольких систем VAX соединенных посредством локальной сети Ethernet.

- Верхняя система VAX работает как загрузочный сервер для других систем (называемых спутниками). Спутники загружают операционную систему OpenVMS с загрузочного сервера, следовательно, не используют локальные системные диски.
- Верхняя система VAX выполняет так же функции дискового сервера, предоставляя свои локальные диски спутникам. Спутники могут иметь свои локальные диски. Локальные диски, при необходимости, могут быть доступны другим членам кластера, т.е. спутник может быть дисковым сервером. Это

правило распространяется и на локальные ленты, подключенные к загрузочному серверу или спутнику.

8.1.4.3. Кластерная система на основе FDDI

Волоконный интерфейс распределенных данных FDDI (Fiber Distributed Date Interface) для связи использует волоконно-оптический кабель, что обеспечивает широкую полосу пропускания и высокую дальность связи.

Часть кластера - это набор узлов VAX, соединенных через CI или DSSI. Каждый набор может работать как самостоятельный кластер. Если две или более частей соединяются через FDDI,

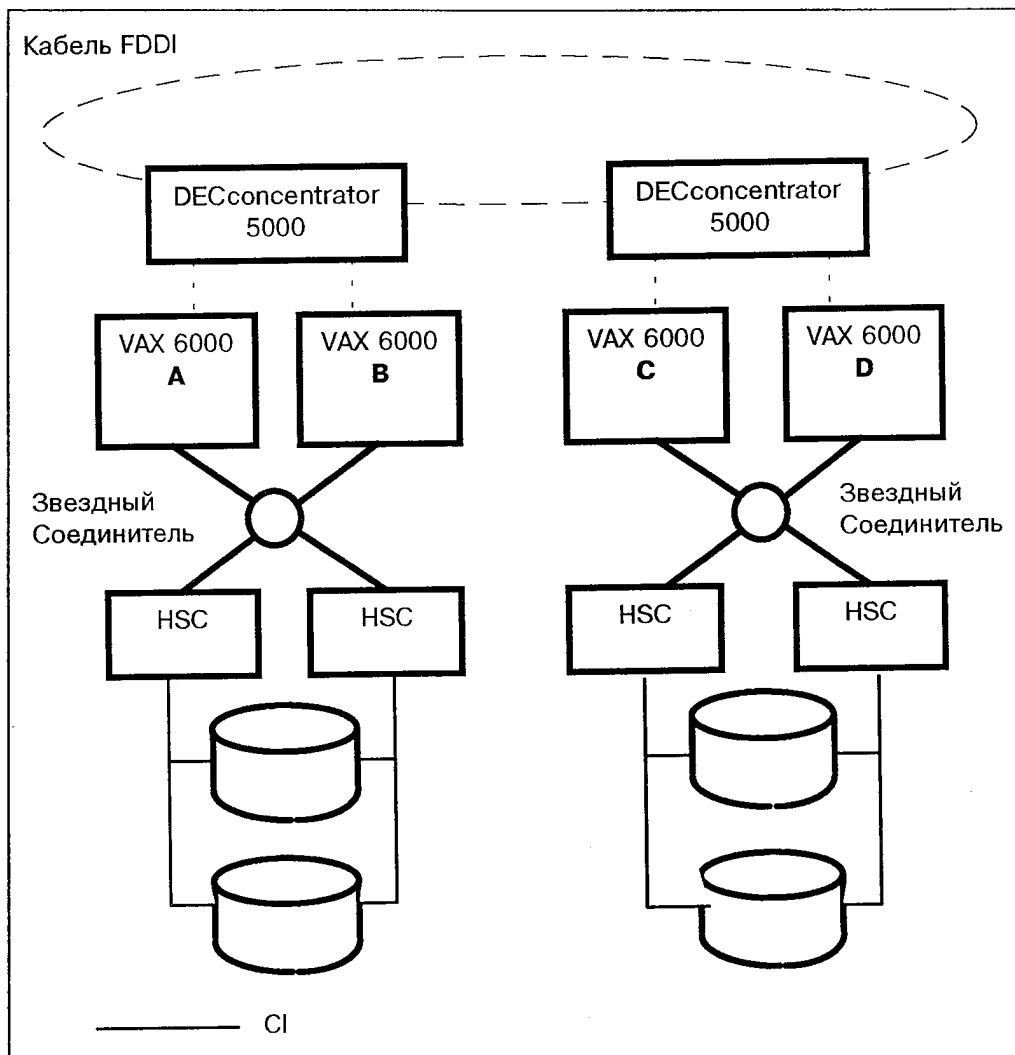


Рис. 8-3. FDDI кластер

то части становятся одной большой кластерной системой.

Рис. 8-3, Замечания:

Представленная конфигурация состоит из двух частей кластерной системы FDDI.

- Эллипс, соединяющий два устройства DECconcentrator 500 изображает FDDI кабель.
- Узлы A и B представляют одну часть кластерной системы.

- Узлы C и D представляют вторую часть кластерной системы.
- FDDI кабель соединяет обе части в единую кластерную систему.

Две части кластерной системы могут находиться на значительном расстоянии друг от друга. Это позволяет удаленным узлам быть частью одного кластера и использовать преимущества кластерной системы.

8.1.4.4. Кластерная система на основе DSSI

Шина DSSI соединяет различные процессоры и устройства ISE⁴. На шине могут находиться более одного процессора, потому возможно несколько путей доступа к устройствам ISE. Конфигурация из двух узлов позволяет членам общаться используя шину DSSI для доступа к дискам и кластерных SCS соединений.

Особенности DSSI кластера:

- Шина DSSI
- Устройство ISE работает как контроллер и как устройство памяти
- Соединения MicroVAX через устройство KFQSA и встроенный DSSI адаптер (EDA) по шине DSSI

Преимущества конфигурации из двух узлов:

- Соединяет функции контроллера и устройства памяти
- Уменьшает конкуренцию за ресурсы дискового контроллера и как следствие - повышается скорость ввода/вывода
- Централизованное управление системой
- Низкая цена

Недостатки конфигурации из двух узлов:

- Небольшое расстояние между узлами
- Поддержка ограниченного количества узлов

⁴ ISE (Integrated Storage Element) - Устройство интегрированной памяти.

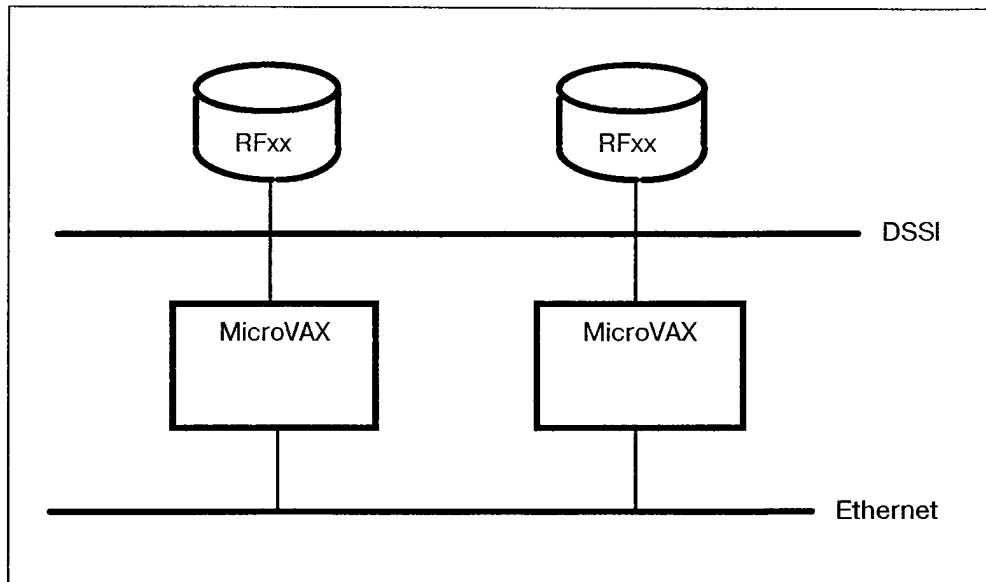


Рис. 8-4. DSSI кластер

8.1.4.5. Смешанные кластерные системы.

Конфигурации кластерных систем могут быть похожи на конфигурацию сети. Как сетевые, так и кластерные системы могут содержать одинаковые процессоры VAX, устройства связи, средства передачи данных, терминальные серверы и сетевое программное обеспечение DECnet. Поэтому, главное отличие сети от кластерной системы - программное обеспечение VMScluster, которое синхронизирует доступ к разделяемым ресурсам - файлам с данными, диски, ленты и печатающим устройствам в кластерной системе.

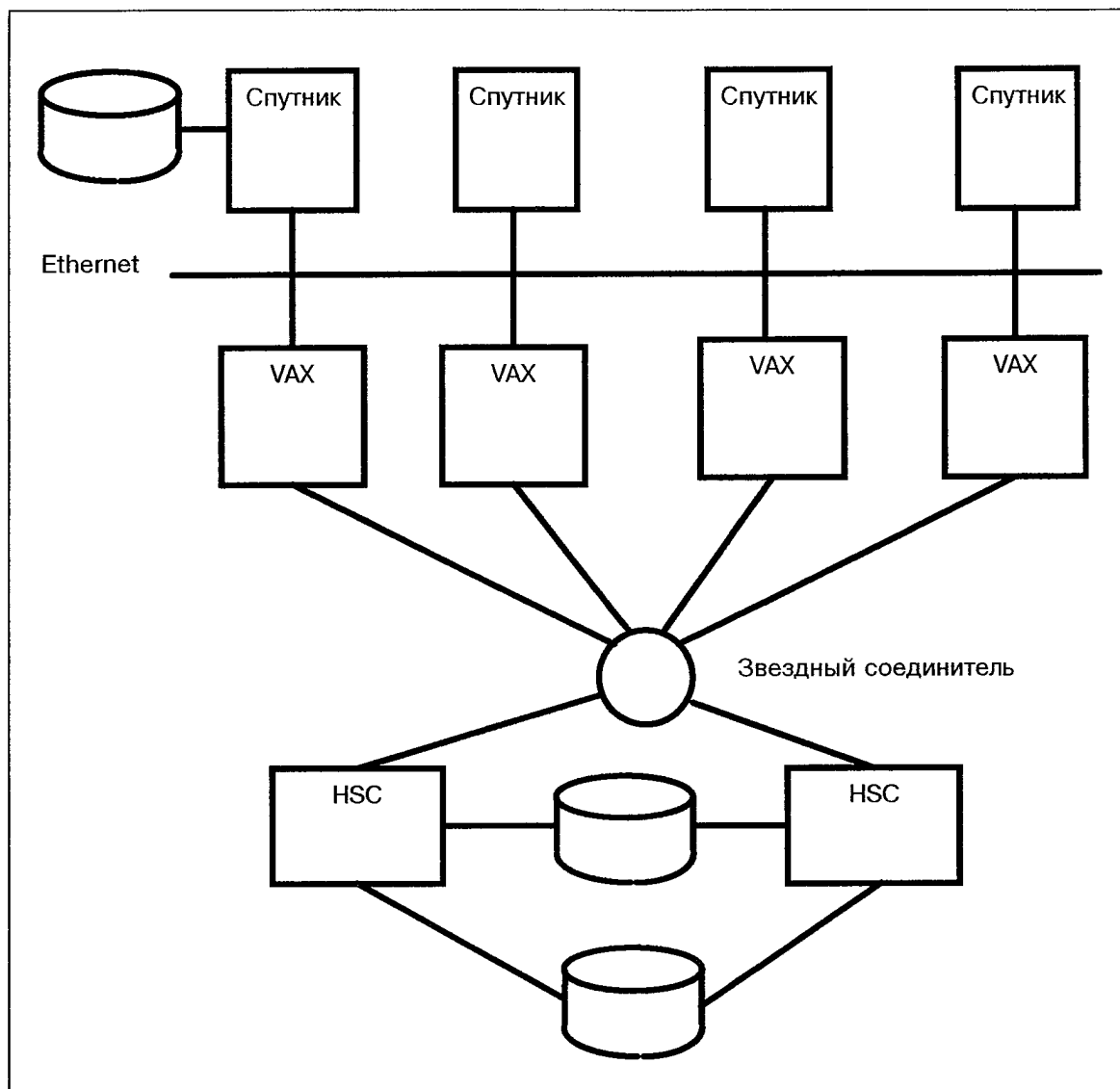


Рис. 8-5. Смешанный кластер

Рис. 8-5, Замечания:

Показанная конфигурация, комбинация различных конфигураций кластерных систем. Эта конфигурация дает возможность сделать доступными все диски для любой системы VAX в кластерной системе.

8.1.5. Администратор соединений

Один из компонентов программного обеспечения VAXcluster - *Администратор соединений*. Программное обеспечение администратора соединений работает на каждом активном узле кластера, для координации состояния кластера, присоединения и отключения членов.

8.1.5.1. Назначение администратора соединений

Администратор соединений:

- Определяет узлы, входящие в кластер
- Позволяет каждому активному узлу кластера знать о членстве в кластере

- Руководит состоянием кластерной системы
- Предоставляет администратору блокировок (lock manager) необходимую поддержку членства в кластере
- Создает и поддерживает структуры данных, необходимые для гарантий одинакового вида кластера со всех узлов
- Использует программу обслуживания системных связей (SCS) для отправки сообщений на другие узлы, программам верхнего уровня
- Для предотвращения дробления кластерной системы использует кворумную схему
 - Дробление кластера возникает, когда две (или более) кластерных системы имеют доступ к разделяемым ресурсам и не знают ничего друг о друге
 - Дробление кластера может повлечь за собой повреждение файлов на диске, поэтому нужна согласованность между всеми членами кластера разделяющих файловую систему

8.1.6. Кворумная схема

Для предотвращения дробления кластерный кворум использует значение, динамически вычисляемое администратором соединений. Это возможно сделать, только если функционирует большинство из ожидаемых участвующих в голосовании членов-узлов.

8.1.6.1. Голоса

Каждый член кластера имеет строго определенное число голосов для участия в кворуме:

- Спутники (по умолчанию) не имеют голосов
- Узлы не спутники (по умолчанию) имеют один голос

8.1.6.2. Вычисление кворума

Для вычисления минимального числа голосов при котором не возникает дробления системы, кворум кластерной системы первоначально устанавливается параметром системы EXPECTED_VOTES.

- Администратор устанавливает значение параметра EXPECTED_VOTES равным сумме голосов планируемых членов кластерной системы (и кворумных дисков, если они есть).

Начальное значение кворума вычисляется по следующей формуле:
INTEGER ((EXPECTED_VOTES +2) / 2)

8.1.6.3. Применение кворума

В процессе изменения состояния кластерной системы, администратор соединений суммирует голоса всех членов, имеющих в наличии, и сравнивает полученный результат со значением кворума.

- Кластер работает, если количество голосов не меньше чем значение кворума
- Если количество голосов меньше чем кворум, кластер приостанавливает работу, пока не наберется необходимое количество голосов
- Изменение состояния кластера возникает, когда присоединяются или отключаются узлы

8.1.6.4. Кворумный диск

Кворумный диск действует как мнимый узел и его голос добавляется к сумме голосов кластера. Это снижает требования к минимальной конфигурации кластера (к примеру кластер из двух узлов)

Для кворумного диска используются:

- Один или более узлов, напрямую подключенные к диску. Эти узлы называются *Наблюдатели* за кворумным диском.
- Системный параметр DISK_QUORUM на каждом узле-наблюдателе описывает имя устройства кворумного диска. На других узлах этот параметр остается не заполненным.
- Остальные узлы распознают это имя обращаясь к узлу-наблюдателю кворумного диска.
- Спутники никогда не могут быть наблюдателями кворумного диска.

Замечание

Кворумный диск может быть описан в процессе установки программного обеспечения VAXcluster или с использованием опции CLUSTER_CONFIG CHANGE. Ниже описаны системные параметры, которые должны быть установлены на узле-наблюдателе за кворумным диском.

Использование кворумного диска контролируется при помощи трех системных параметров:

- DISK_QUORUM
 - Хранит в ASCII формате имя кворумного диска
 - Строка пробелов (" ") показывает отсутствие кворумного диска (по умолчанию)
- QDISKVOTES
 - Количество голосов у кворумного диска (по умолчанию 1)
- QDISKINTERVAL
 - интервал в секундах, через который производится подсчет голосов кворумных дисков (по умолчанию 10)

Кворумным диском может быть:

- Один из дисков подключенных к контроллеру HSC
- Диск подключенный по шине DSSI
- Диск подключенный по шине MUSSBUS
- Локальный диск, подключенный к контроллеру типа DSA (к примеру UDA, KDA, KDB)
- Используется во всех типах кластерных систем

Кворумным диском не может быть теневого диск (shadow disk)

8.1.7. Имена устройств в кластерных системах

Поскольку узлы в кластерной системе могут разделять устройства эти устройства должны называться без повторений и неоднозначностей.

8.1.7.1. Формат имени устройства

В кластерной среде принято два формата имен устройств:

- **узел\$устройство**

- Используется для устройств, которые подключены непосредственно к одному узлу (т.е. локальные для этого узла)
- Нулевое значение параметра выделенного класса (allocation class) программы SYSGEN приводит к использованию этого формата (для дисков ALLOCLASS и TAPE_ALLOCLASS для лент).
- Используется для ссылки на устройство относящееся к другому узлу

Терминал на другом узле для программы связи с оператором (OPCOM)

Принтер на другом узле для контроллера заданий

- **\$класс\$устройство**

- Выделенный класс это параметр, установленный на узле предоставляющем ленты и диски. Это могут быть - контроллеры HSC или ISE, узлы VAX на которых работает сервер MSCP для дисков или сервер TMSCP для лент.
- По умолчанию выделенный класс равен нулю
- Установка ненулевого (1-255) значения параметра ALLOCLASS, разрешает использовать этот формат для спецификации дисков
- Установка ненулевого (1-255) значения параметра TAPE_ALLOCLASS, разрешает использовать этот формат для спецификации лент
- Используется для устройств с двумя путями доступа (двух портовых или подключенных к двум узлам) для назначения единого имени устройства
- Для лент и дисков на всех узлах, которые представляют эти устройства в кластере должен быть одинаковый выделенный класс

8.1.7.2. Одинаковые имена устройств

В кластерной системе не может быть устройств с одинаковыми именами.

К примеру, если два узла имеют выделенный класс 1, вы не можете подключить к обоим узлам устройство с именем DUA0, поскольку будет два устройства с именем \$1\$DUA0. Для решения этой проблемы, смените номер устройства одного из дисков.

8.1.7.3. Имена устройств на локальном узле

Если устройство подключено к локальному узлу:

- Вы можете использовать обычное имя устройств (к примеру TXA2)
- Вы можете добавлять впереди имя узла (к примеру CHERRY\$TXA2)
- Каждый диск должен иметь уникальную метку тома

Таблица 8-1 описывает термины, применяемые при описании конфигурации.

Таблица 8-1. Термины, применяемые в описании конфигурации

Термин	Что обозначает
Dual-ported	Из задней крышки диска выходят два кабеля. Это значит, что

<i>Термин</i>	<i>Что обозначает</i>
	программное обеспечение или аппаратное обеспечение производят сохранение информации быстрее из-за разделения потоков данных. Это так же позволяет двум узлам иметь прямой доступ к устройству
Dual-pathed	Диск имеет кабель идущий к двум разным компьютерам, если один из путей недоступен, вы можете получать данные по второму пути.
Dual-hosted	В смешанном кластере диск, подключенный через шину CI, может предоставляться спутнику разными узлами.

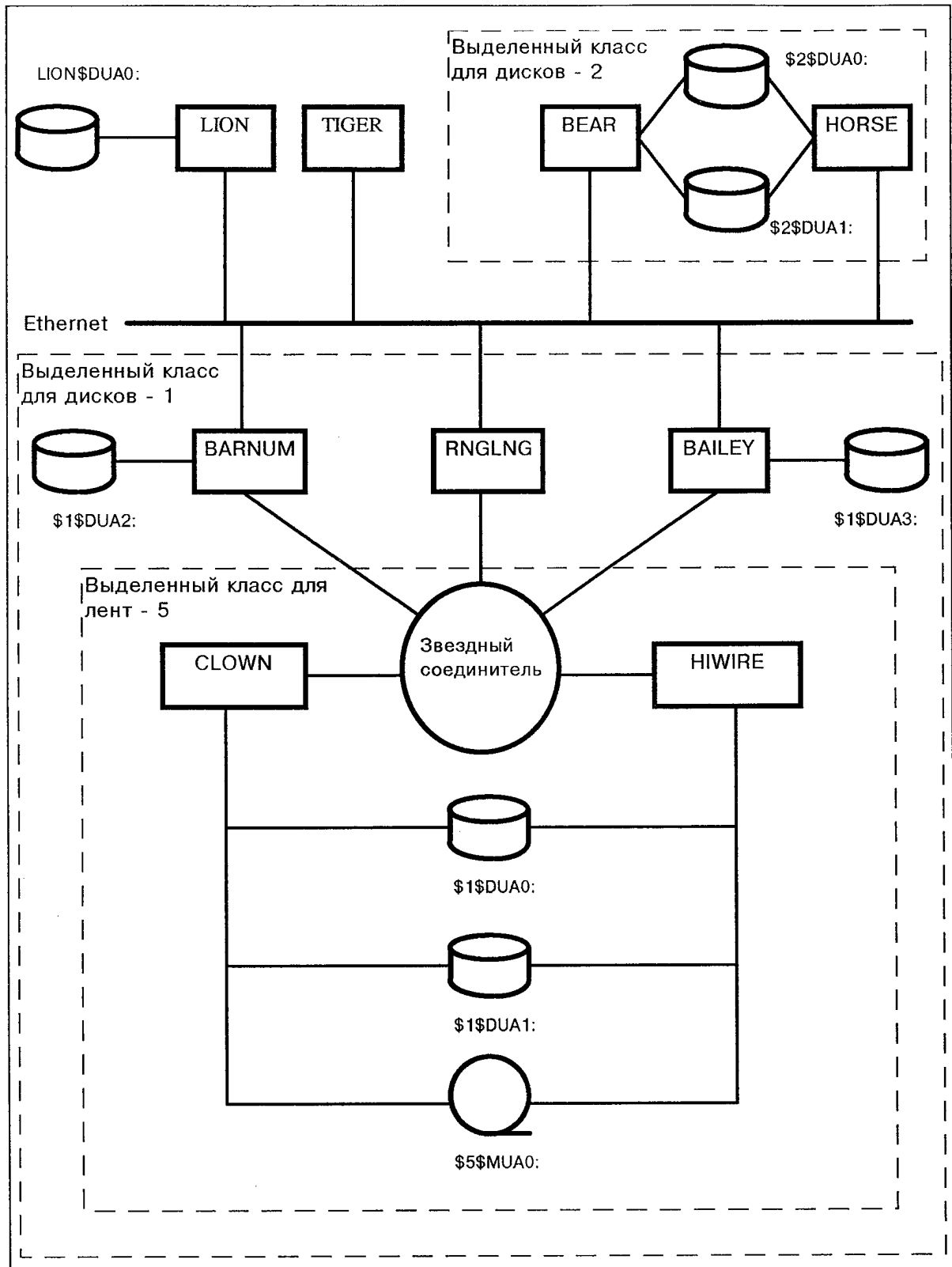


Рис. 8-6. Пример кластерной конфигурации

Рис. 8-6 показывает пример кластерной конфигурации с назначенными на узлах выделенными классами. Показаны имена дисковых и ленточных накопителей.

Рис. 8-6, Замечания.

Заметьте, что сразу три диска в данной конфигурации имеют одинаковый номер устройства (DUA0 на узле LION). Если эти устройства доступны в кластере, то единственное различие между ними - это имя узла, предоставляющее это устройство (к примеру LION\$DUA0).

8.2. Поддержка теневых томов

8.2.1. Определение

Поддержка теневых томов заключается в поддержке копий данных на одном или более дисках. Этим обеспечивается:

- Большая, в сравнении с одним диском, надежность хранения данных
 - Данные находящиеся на одном диске могут стать недоступны
 - Ввод/вывод продолжается на оставшиеся члены набора теневых дисков
- При прочих равных условиях, теневой набор обеспечивает более быстрый доступ к данным, чем одиночный диск
 - Если данные расположены на нескольких дисках, система может иметь возможность использовать больше магнитных головок для чтения данных
 - Увеличивается скорость поиска данных

8.2.2. Фазы поддержки теневых томов

Фирма Digital предоставляет два продукта поддержки теневых томов для операционной системы OpenVMS:

- Поддержка теневых томов для операционной системы OpenVMS первая фаза⁵ (поддержка средствами контроллеров)
- Поддержка теневых томов для операционной системы OpenVMS вторая фаза⁶ (поддержка на уровне узлов)

8.2.2.1. Поддержка средствами контроллеров

Поддержка теневых томов первой фазы, называемая поддержкой на уровне контроллеров, предоставляет поддержку теневых томов в системе OpenVMS для любых стандартных дисков фирмы Digital⁷ (или им подобных) с использованием контроллеров HSC.

Можно затенять системные диски и диски формата Files-11.

8.2.2.2. Поддержка на уровне узлов

Поддержка теневых томов второй фазы, называемая поддержкой на уровне узлов, позволяет затенение томов на таких же как и в первой фазе конфигурациях. В дополнение могут затеняться любые стандартные диски фирмы Digital (DSA).

Вторая фаза поддержки теневых томов для системы OpenVMS:

- Распределенное, а не централизованное затенение

⁵ Volume Shadowing for OpenVMS Phase I

⁶ Volume Shadowing for OpenVMS Phase II

⁷ DSA - Digital Storage Architecture

- Не требуется устройство HSC для выполнения тех же функций, что и при затенении на уровне контроллера
- Члены теневого набора могут располагаться на разных контроллерах и серверах MSCP, что повышает надежность и доступность данных:
 - Возможность поддержки большего числа конфигураций, повышает доступность и целостность данных.

8.2.2.3. Концепция и термины

Таблица 8-2 описывает основные термины, применяемые при описании поддержки теневых томов.

Таблица 8-2. Термины, применяемые при описании теневых томов

Термин	Описание
Теневой набор (Shadow set)	От одного до трех физических томов, которые хранят копии одной информации.
Мнимое устройство (Virtual unit)	Псевдоустройство, которое система OpenVMS использует для обработки обычных запросов на чтение и запись информации. Это устройство получает запросы на ввод/вывод и передает эти запросы членам теневого набора

8.2.3. Создание теневого набора

Для создания и обслуживания теневого набора первой фазы вводите команды с узла-члена CI кластера. Теневой набор второй фазы может быть создан с любого узла, с которого доступны все устройства входящие в теневой набор.

1. Установите параметр системы SHADOWING:

- Для первой фазы поддержки теневых томов этот параметр устанавливается равным 1 на узлах CI и равным 0 на узлах Ethernet
- Для второй фазы равным 2 на всех узлах
- Для поддержки обеих фаз параметр устанавливается равным 3 на всех узлах

Необходимо инициализировать для того, чтобы измененные параметры начали действовать.

2. Проверьте наличие загруженной лицензии (PAK⁸), на каждом CI-узле для первой фазы или на всех узлах, для второй фазы.
3. Используя следующую команду, смонтируйте теневой набор:
\$ MOUNT/SYSTEM имя-теневого-набора/SHADOW=(устройство, устройство)
4. Смонтируйте теневой набор на остальных члена кластера используя следующую команду:
\$ MOUNT/CLUSTER имя-теневого-набора/SHADOW=(устройство, устройство)

8.2.3.1. Пример создания теневого набора

Приведенный ниже пример показывает команду для создания теневого набора первой фазы на дисках подключенных к контроллеру HSC. Имя теневого набора \$1SDUS111 в теневой набор входят диски \$1SDUA111 и \$1\$151.

⁸ PAK - Product Authorisation Key

```
$ MOUNT/SYSTEM -
_ $ $1$DUS111:/SHADOW=($1$DUA111, $1$DUA151) -
_ $ VMS08JUL
```

Приведенный ниже пример показывает команду для создания теневого набора второй фазы, имя теневого набора \$1\$DUS111 в теневой набор входят диски \$1\$DUA111 и \$1\$151.

```
$ MOUNT/SYSTEM -
_ $ $1$DUS111:/SHADOW=($1$DUA111, $1$DUA151) -
_ $ VMS08JUL
```

Для того, чтобы смонтировать теневой набор с других узлов кластера отдайте следующую команду:

```
$ MOUNT/CLUSTER -
_ $ $1$DUS111:/SHADOW=($1$DUA111, $1$DUA151) -
_ $ VMS08JUL
```

Пример 8-1 показывает вид теневого набора с загрузочного сервера.

Пример 8-1. Вид теневого набора

```
$ SHO DEVICES D
Device                               Device      Error   Volume Free  Trans Mnt
Name                               Status      Count   Label Blocks Count Cnt
$1$DUA111: (HIWIRE)                 ShadowSetMember 0       (member of $1$DUS111)
$1$DUA151: (HIWIRE)                 ShadowSetMember 0       (member of $1$DUS111)
$1$DUS111: (HIWIRE)                 Mounted     0       VMS08JUL 244688 118 21
```

8.2.4. Фаза I, ограничения для сетевых членов кластера

Для первой фазы (уровня контроллеров) поддержки теневых томов есть ограничения, касающиеся сетевых членов кластерной системы:

- Сетевой член кластера не может создавать и устранять теневые наборы
- Может монтировать мнимые (виртуальные) устройства
- Должен иметь параметр системы SHADOWING всегда равный 0
- Может использовать сетевой набор как системный диск:
 - Необходимо соответственно изменить загрузочные файлы
 - В базе данных DECnet в параметр имя системного диска для загрузки операционной системы надо записать имя мнимого (к примеру \$1\$DUS111) устройства.
 - Больше никаких описаний теневого набора не требуется.

Пример 8-2 показывает, как выглядит теневой набор на узле-спутнике.

Пример 8-2. Вид теневого набора с узла-спутника

```
$ SHO DEVICES D
Device                               Device      Error   Volume Free  Trans Mnt
Name                               Status      Count   Label Blocks Count Cnt
$1$DUA111: (HIWIRE)                 Online      0       (remote shadow member)
$1$DUA151: (HIWIRE)                 Online      0       (remote shadow member)
$1$DUS111: (HIWIRE)                 Mounted     0       VMS08JUL 244688 118 21
```

8.2.5. Отключение теневого набора

Члены набора сохранения демонтируются из набора без уничтожения самого набора.

DISMOUNT физическое_имя_устройства

Эту возможность можно использовать для копирования системного диска или когда нельзя останавливать работу, при этом все операции в мнимом устройстве продолжаются.

Мнимое устройство теневого набора прекращает существовать после того, как демонтированы все физические устройства, входившие в этот набор.

При использовании первой фазы перед отключением теневого набора убедитесь, что мнимое (виртуальное) устройство этого набора демонтировано на всех сетевых членах кластера.

8.2.6. Использование поддержки теневых томов для резервного копирования дисков подключенных к HSC

Поддержка теневых томов может использоваться для создания физической копии диска устройства подключенного к HSC.

Ниже приведен пример с использованием первой фазы поддержки теневых томов и двух дисков, подключенных через контроллер HSC.

Для того, чтобы скопировать диск подключенный к HSC:

1. Создайте теневой набор

```
$ MOUNT/SYSTEM $1$DUS0:/SHADOW=$1$DUA3: MEDICVOL
```

Эта команда создает теневой набор с одним членом

2. Добавьте диск, на который вы хотите сделать копию.

```
$ MOUNT/SYSTEM $1$DUS0:/SHADOW=$1$DUA4: MEDICVOL
```

Команда добавляет к теневому набору второй диск, начинается операция копирования.

3. Подождите, пока не закончится операция копирования. Сообщение об окончании копирования появится на операторской консоли.

4. Демонтируйте теневой набор

```
$ DISMOUNT $1$DUS0:
```

5. \$1\$DUA4 теперь является физической копией \$1\$DUA3.

Вторая фаза поддержки теневых томов позволяет выполнять эту операцию используя узел под управлением ОС OpenVMS. Единственное различие в том, что в этом случае теневые наборы и физические устройства могут иметь разный выделенный класс.

Замечание

Более подробно про Теневые наборы вы можете прочесть в книге Volume Shadowing for OpenVMS.
