

УДК 004.33

Аппаратные средства организации верхнего уровня оперативного хранения часто используемых экологических данных в многоуровневых системах хранения

Шарапов Р.В.

В работе рассмотрены вопросы создания и использования многоуровневых систем хранения для оперативного доступа к экологическим данным. Обсуждаются возможности применения дисковых накопителей на верхних уровнях подобных систем, обеспечивающего быстрый доступ к данным. Приводится описание и технические характеристики аппаратных средств хранения.

Ключевые слова: многоуровневая система хранения данных, хранилище данных, твёрдотельный накопитель, Direct Attached Storage, Network Attached Storage, Storage Area Network

При построении многоуровневых систем хранения экологических данных [1, 2] актуальной задачей является обеспечение быстрого доступа к информации. Для этих целей наиболее востребованная информация хранится обычно на верхних уровнях таких систем. Эти уровни отличаются активным обращением к данным и малым временем доступа. По мере снижения актуальности информация перемещается на более низкие и медленные уровни. Число уровней подобных систем зависит от конкретных задач, решаемых в той или иной организации [3, 4]. Обычно многоуровневые системы хранения имеют от двух до четырех уровней.

Для хранения данных на верхнем уровне используются быстрые накопители на жёстких магнитных дисках и твёрдотельные накопители. Второй уровень использует более дешёвые варианты хранения данных на сетевых устройствах, построенных на основе накопителей на жёстких магнитных дисках (например, NAS). Нижние уровни используют для хранения информации оптические и ленточные носители и библиотеки [5]. Эти устройства имеют значительно большее время доступа, но позволяют хранить огромные объёмы информации.

Цель работы – рассмотреть современные аппаратные средства, применяемые на верхних уровнях многоуровневых систем хранения.

Накопитель на жёстких магнитных дисках

Накопитель на жёстких магнитных дисках (Hard Disk Drive, HDD) — устройство хранения информации, основанное на принципе магнитной записи. Благодаря своей надёжности и высокой скорости работы, накопители на жёстких дисках стали основными устройствами хранения информации в компьютерах.

Первый жёсткий диск IBM 350 был выпущен в 1956 году, весил 971 кг и имел ёмкость в 3,5 Мб. По мере своего развития жёсткие диски уменьшались в размерах и позволяли хранить все большие объёмы информации. В настоящее время ёмкость дисков достигает нескольких терабайт и продолжает расти.

Информация в накопителях хранится на специальных жёстких пластинах (дисках), выполненных из алюминия или стекла и покрытых слоем ферромагнитного материала. Один накопитель может содержать несколько таких пластин. Обычно диски вращаются со скоростью 4800, 5400 или 7200 оборотов в минуту. Известны серверные накопители со скоростью вращения дисков в 10000 или 15000 оборотов в минуту. Скорость вращения шпинделя определяет время доступа к данным на диске. В современных накопителях время доступа составляет от 2 до 16 мс. Информация читается специальными считывающими головками, скользящими над поверхностью дисков.

К достоинствам накопителей на жёстких магнитных дисках относятся:

- высокая скорость доступа к данным,
- большая ёмкость носителей,
- небольшая удельная стоимость хранения информации.

К недостаткам накопителей на жёстких магнитных дисках можно отнести:

- чувствительность к механическим воздействиям,
- перегрев носителей,
- достаточно высокое энергопотребление,
- снижение производительности по мере использования накопителей вследствие дефрагментации данных.

В настоящее время выпускаются жёсткие диски размерами 1,8", 2,5" и 3,5". Накопители могут использовать различные интерфейсы. Наиболее быстрые жёсткие диски используют интерфейсы SATA, SAS и Fibre Channel.

Среди производителей накопителей на жёстких магнитных дисках, используемых в корпоративной сфере, можно выделить Seagate Technology, Dell, Hewlett-Packard, Western Digital, Hitachi.

При стоимости бюджетного накопителя на жёстких магнитных дисках ёмкостью 2 Тб в 75\$, стоимость хранения 1 Гб информации составляет 0,037\$ (без учета стоимости дополнительного оборудования и расходов на электроэнергию). Стоимость серверных накопителей несколько выше. Так Hitachi Ultrastar 15K600 ёмкостью в 600 Гб, имеющий интерфейс SAS 2.0 и скорость вращения шпинделя 15000 оборотов в минуту, составляет 340\$. Стоимость хранения 1 Гб информации при этом составляет 0,567\$.

Накопители на жёстких магнитных дисках используются в различных видах систем хранения информации — RAID массивах, сетевых системах хранения данных, сетях хранения данных.

Твёрдотельные накопители

Твёрдотельный накопитель (SSD, solid-state drive) — запоминающее устройство с функциями жёсткого диска, не содержащее движущихся элементов. В качестве запоминающих устройств в таких накопителях чаще всего используется энергонезависимая флэш-память (существуют накопители на основе энергозависимой памяти).

К достоинствам твёрдотельных накопителей относятся:

- высокая скорость доступа к данным,
- нечувствительность к механическим воздействиям (вследствии отсутствия движущихся частей),
- малое потребление энергии,
- бесшумная работа,
- высокая стабильность работы даже при большой дефрагментации данных,
- широкий диапазон рабочих температур.

Неостатками твёрдотельных накопителей являются:

- ограниченное число циклов перезаписи информации (десятки тысяч циклов),
- высокая стоимость хранения информации,
- небольшая ёмкость по сравнению с накопителями на жёстких магнитных дисках.

Скорость доступа к данным в твёрдотельных накопителях составляет около 0,1 мс, что существенно выше аналогичных показателей накопителей на жёстких магнитных дисках.

При стоимости бюджетного SSD накопителя ёмкостью 480 Гб в 800\$, стоимость хранения 1 Гб информации составляет 1,67\$. В связи с тем, что твёрдотельные накопители являются достаточно новой ветвью в хранении данных, можно ожидать совершенствования технологии и постепенного снижения стоимости подобных устройств.

Рассмотрим способы подключения устройств к многоуровневым системам хранения.

Direct Attached Storage

Прямо подключаемое хранилище данных (Direct Attached Storage, DAS) — запоминающее устройство, непосредственно подключаемое к серверу.

Прямо подключаемые хранилища данных обычно представляют собой такие устройства, как накопители на жёстких магнитных

дисках, оптические накопители и т.д., соединяемые с компьютером адаптером контроллера шины. В качестве интерфейса подключения используются протоколы ATA, SATA, SAS, SCSI, Fibre Channel. DAS не использует каких-либо сетевых устройств (маршрутизаторов, концентраторов или коммутаторов) для подключения к компьютеру (см. рис. 1).

Сервер осуществляет блочный доступ к данным, хранящимся на устройствах DAS. Сетевые клиенты получают файловый доступ к данным, обращаясь к серверу.

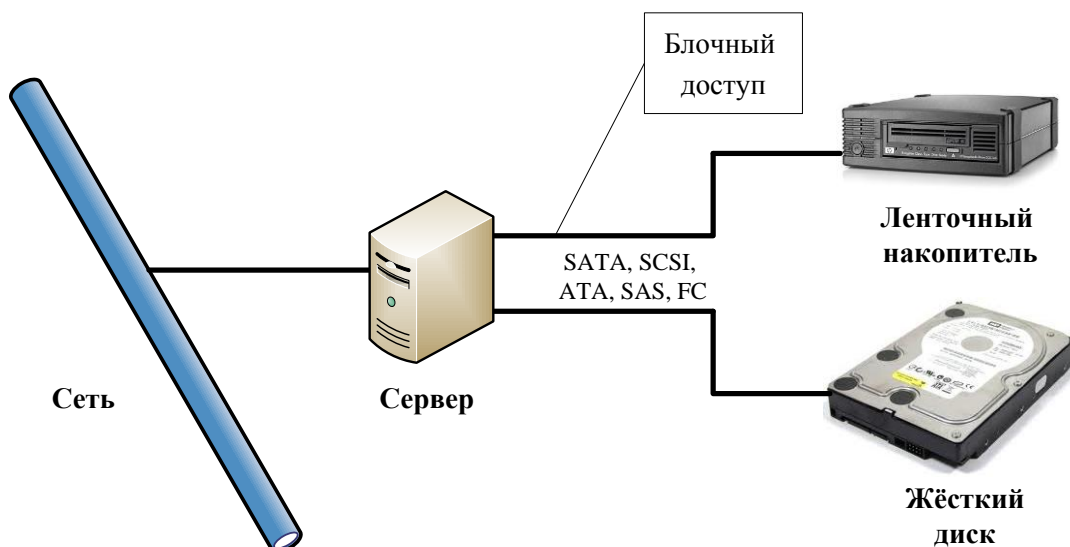


Рис. 1. Схема подключения DAS к локальной сети.

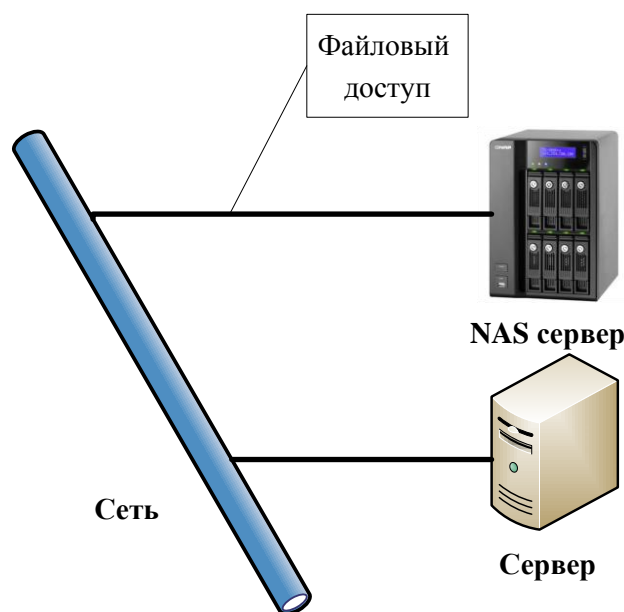


Рис. 2. Схема подключения NAS к локальной сети.

Network Attached Storage

Сетевая система хранения данных (Network Attached Storage, NAS) — специализированный компьютер, содержащий некоторый дисковый массив, подключаемый к сети и поддерживающий работу в ней по заданным протоколам [6]. Основная цель такой системы — предоставление пользователям доступа к дисковым массивам. Чаще всего NAS не имеют собственного дисплея и клавиатуры, а управляются удалено.

Использование NAS позволяет легко расширять доступное по сети дисковое пространство без дорогостоящих модификаций уже установленного серверного оборудования. Новое устройство достаточно просто подключить к локальной сети. При подключении сетевая система хранения данных получает свой IP-адрес, по которому становится доступна в сети даже при выключенном основном сервере.

NAS функционирует под управлением так называемых мини операционных систем, построенных чаще всего на основе Linux и FreeBSD.



Рис. 3. Network Attached Storage
QNAP TS-809 Pro

Сетевые системы хранения данных имеют ряд преимуществ:

- простота администрирования,
- хорошая масштабируемость,
- низкая стоимость по сравнению с обычными серверами,
- невысокое энергопотребление (определяется в первую очередь энергопотреблением дисковых накопителей),
- мультиплатформенность.

Сетевые системы хранения данных выполняются в виде отдельных системных блоков (см. рис. 3.) или в виде модулей, монтируемых в стойки.

Storage Area Network

Сеть хранения данных (Storage Area Network, SAN) — сеть из устройств хранения данных (дисковые накопители, ленточные библиотеки, оптические накопители), подключаемых к серверам таким образом, что операционная система воспринимает их как локальные устройства [7].

Сеть хранения данных обеспечивает предоставление сетевых блочных устройств (сетевых дисков). Для этих целей используются такие протоколы, как iSCSI, Fibre Channel и AoE (ATA over Ethernet). Использование сети хранения данных позволяет повысить эффективность использования сетевых ресурсов за счет возможности выделения любого ресурса любому узлу сети.

Использование SAN облегчает администрирование устройств и обеспечивает гибкость их подключения. Нет необходимости физически переподключать устройства между серверами.

Сеть хранения данных имеет следующие преимущества:

- простота администрирования,
- удобное централизованное управление коммутацией и данными,

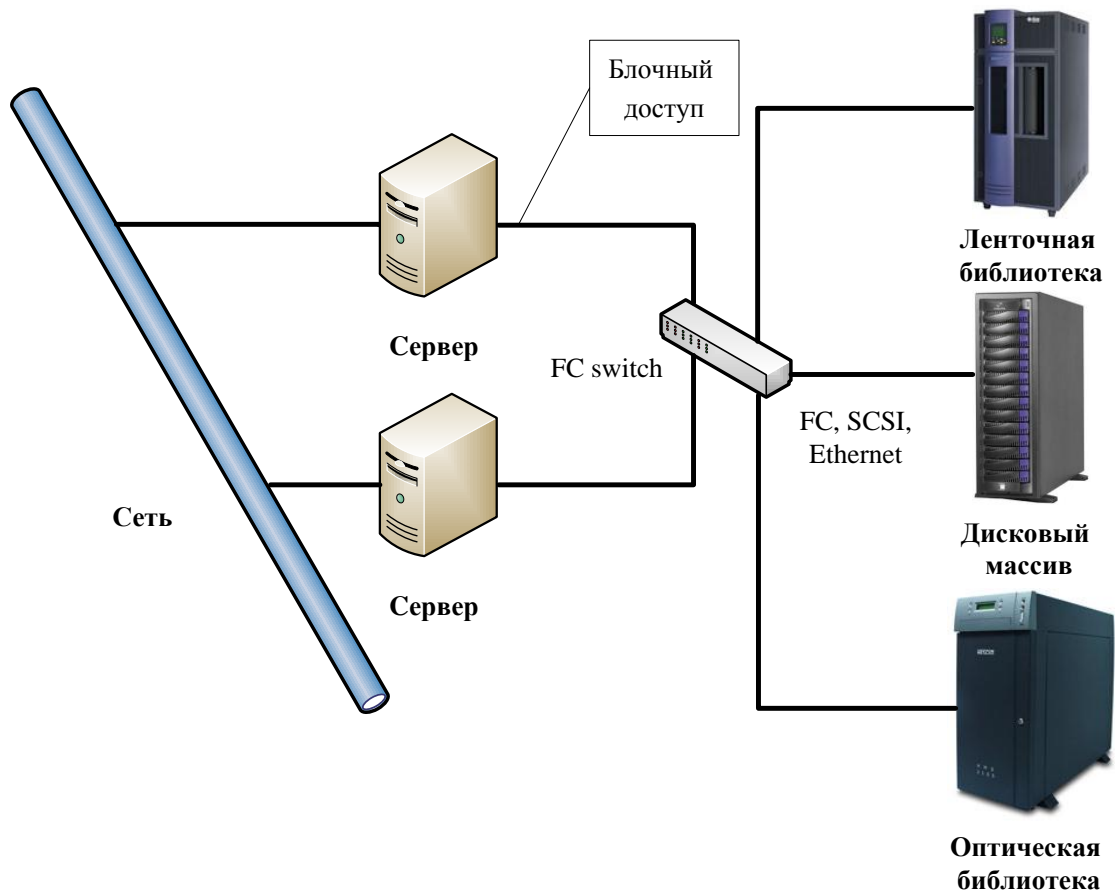


Рис. 4. Схема подключения SAN к локальной сети.

- эффективное восстановление работоспособности после сбоев,
- высокая надёжность доступа к данным,
- хорошая масштабируемость,
- гибкость подключения устройств,
- перенос интенсивного трафика в отдельную сеть, разгружая тем самым основную сеть,
- высокая производительность сети,
- возможность оперативно распределять ресурсы между серверами сети.

К недостаткам SAN можно отнести высокую стоимость оборудования.

Выводы

Таким образом, для хранения данных на верхнем уровне следует использовать твёрдотельные накопители и быстрые накопители на жёстких магнитных дисках с интерфейсами

SAS и Fibre Channel и скоростью вращения дисков в 10000 и 15000 оборотов в минуту.

В качестве устройств хранения на втором уровне следует применять более дешёвые и менее скоростные накопители на жёстких магнитных дисках. Это могут быть устаревшие устройства, снимаемые с верхнего уровня (при обновлении аппаратной конфигурации), устройства с менее быстрыми интерфейсами (IDE и SATA) и т.д. в качестве способов подключения устройств хранения на этом уровне вполне подойдут Direct Attached Storage, Network Attached Storage. Подключение по принципу сети хранения данных (Storage Area Network) может использоваться как для устройств на одном уровне хранения, так и для объединения разных уровней в единую многоуровневую систему хранения.

Литература

1. Шаранов Р.В. Многоуровневые системы хранения изображений в мониторинге окружающей среды // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности: межвузовский сб. науч. работ. Вып. 6 / Под общ. ред. проф. Н.В.Чайковской. – М: ООО «Издательство «Машиностроение», 2009. – с.72-75

2. Шаранов Р.В. Некоторые вопросы использования многоуровневых систем хранения изображений в задачах мониторинга окружающей среды // «Современные наукоемкие технологии» – М: Российская академия естествознания, 2011 г. № 2, С. 50-52

3. Шаранов Р.В., Дунаева Е.В. Прогнозирование масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях на химически опасных объектах и транспорте // Известия Орловского государственного технического университета. Серия:

Информационные системы и технологии. 2006. № 1-2. - С. 239-243.

4. Шаранов Р.В., Шаранова Е.В. Проблема интеграции электронных коллекций состояний экосистем // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности: межвузовский сб. науч. работ. Вып. 6 / Под общ. ред. проф. Н.В.Чайковской. – М: ООО «Издательство «Машиностроение», 2009. – с.75-78

5. Шаранов Р.В. Вопросы применения ленточных библиотек в многоуровневых системах хранения экологических данных // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности: 2011, № 2(9) – С 33-36

6. An Introduction to Network Attached Storage // HWM magazine, Jul 2003. Published by SPH Magazines. p. 90-92

7. Tate J., Lucchese F., Moore R. Introduction to Storage Area Networks // IBM: Redbook, 2006. 326 pp.

Статья поступила в редакцию 10 декабря 2011 г.

The paper discusses the creation and use of multi-level storage for quick access to environmental data. Discusses the use of disk drives on the top-level storages for fast access to data. The description and specifications of the hardware store are given.

Keywords: multi-level storage system, data storage, solid-state drive, Direct Attached Storage, Network Attached Storage, Storage Area Network.

Шаранов Руслан Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»