

Подсистема хранения

Цель работы: получить практические навыки работы с подсистемой хранения в Linux, научиться создавать разделы, файловые системы, работать с томами хранения LVM и настраивать NAS систему на примере NFS.

Необходимо:

- ОС Linux на реальной или виртуальной машине

Краткие теоретические сведения:

ОС Linux поддерживает работу с множеством типов как устройств хранения (HDD, SSD), так и сетевыми службами файлового хранения.

Для доступа к дисковым устройствам используется особая абстракция – блочное устройство, которое представляет собой файл в каталоге `/dev`. Например `/dev/sda`, `/dev/hda`, `/dev/mr`.

Следующий уровень абстракции – раздел. Раздел — это непрерывная часть физического диска, которую операционная система представляет пользователю как логическое устройство (используются также названия логический диск алогический раздел). Логическое устройство функционирует так, как если бы это был отдельный физический диск. В Linux раздел имеет свое имя: `/dev/sda1`, `/dev/hda3`, `/dev/mr0`.

Кроме этого, диски и разделы идентифицируются UUID (Universal Unique Identifier) - 16-байтный (128-битный) номер. К разделу или диску можно обращаться по UUID. Имя блочного устройства может меняться, когда диск переподключается в другой порт дискового контроллера, а UUID нет.

Иногда используется еще один логический слой – том (volume), который может объединять несколько разделов.

На разделе создается особая разметка – файловая система, которая уже позволяет хранить файлы и обеспечивает доступа к ним. Кроме этого, файловая система позволяет манипулировать именами, ссылками, структурами хранения, хранить метаданные о файле, обеспечивать разграничение доступа к фалам, обеспечивать избыточность хранения с помощью журналирования изменений. Примерами актуальных файловых систем для Linux являются: `ext4`, `zfs`, `xf`.

Созданная файловая система должна быть смонтирована. Монтирование ФС — это процесс подключения новой ФС на локальном или удаленном хосте. Файловая система нового диска может быть подключена к любой точке существующей файловой системы. Например, в каталог `/var/new_disk`. В этом случае данные, записанные в этот каталог, будут физически попадать в корень подмонтированной системы.

Кроме файловых систем на непосредственно подключенных устройствах хранения могут быть подключены системы на удаленных хостах, через сеть.

Ресурсы на удаленных хостах могут быть предоставлены как каталоги (протоколы NFS, SMB), так и как блочные устройства (iSCSI). Network File System (NFS) — протокол

сетевого доступа к файловым системам, созданный в компании Sun. Он позволяет подключать (монтировать) удалённые файловые системы через сеть, обеспечивает пользователям доступ к файлам, позволяет работать с этими файлами точно так же, как и с локальными.

Для получения информации о дисках служат утилиты: lsblk, blkid, blockdev.

Для манипуляции с разделами – fdisk или parted.

Для создания файловых систем и манипуляции с ними mkfs (mkfs.ext4), resize2fs, tune2fs и др.

Для монтирования файловых систем служат команды mount и umount, а для автоматизации монтирования файл /etc/fstab

Для работы с RAID служит команда mdadm. Данные о работе программного RAID можно получить в файле /proc/mdstat.

Для работы с NFS служит набор утилит из пакета nfs-utils. В частности, утилиты exportfs (работает с файлом /etc/exports - хранящим в себе конфигурацию экспортированных каталогов). Предоставление данных осуществляется службой nfs-server, которая работает по порту tcp\2049.

Размер файловых систем можно получать с помощью команды df.

В Linux существует технология LVM. Она позволяет более гибко работать с томами. Ее утилиты входят в пакет lvm2. Для работы с дисками используют pvcreate, pvscan, pvdisplay и др. Для работы с группами томов vgcreate, vgdisplay, vgextend и др. Для работы с томами lvdisplay, lvcreate, lvremove, lvextend и др.

Инструментальные средства:

Утилиты:	lsblk, blkid, blockdev, fdisk, mkfs.ext4, resize2fs, exportfs, mount, umount, systemctl, pvcreate, vgcreate, vgdisplay, lvcreate, tune2fs
Файлы:	/etc/fstab, /etc/exports
Утилиты работы с текстом:	echo, grep, sed
Редакторы:	vi, nano

Порядок выполнения работы:

Часть 1. Подготовка конфигурации

1. подготовьте две виртуальных машины Linux (для экономии места можно

- использовать клонирование),
2. Сеть в машинах настройте в режиме «Сеть NAT»
 3. Выясните адреса виртуальных машин (команда `ip addr`) и переименуйте хосты (команда `hostnamectl`) так, чтобы они назвались `s7-1` и `s7-2`
 4. Сделайте снимки состояния виртуальных машин.

Часть 2. Подключение диска и монтирование файловой системы

1. Выключите машину `s7-2`. В свойствах виртуальной машины подключите к ней диск, объемом 2 Гб. И запустите машину.
2. Напишите скрипт, который выводит на консоль информацию о диске, включающую:
 - a. Имя диска
 - b. UUID диска
 - c. Объем диска
 - d. Размер сектора
 - e. Количество секторов
3. Создайте на диске раздел, объемом 1Гб, а на нем файловую систему `ext4`.
4. Создайте в каталоге `/mount` каталог `disk1`.
5. Смонтируйте новую файловую систему в этот каталог.
6. Скопируйте на новый диск любой файл.
7. Определите объем свободного места на всех дисках, подключённых к системе (сохраните данные для отчета).

Часть 3. Изменение раздела и файловой системы

1. С помощью утилиты `fdisk` сделайте так, чтобы раздел занимал весь новый диск. Убедитесь, что это удалось сделать, сравнив данные о разделе до и после изменений.
2. Определите доступный размер файловой системы после изменения размера раздела.
3. Увеличьте размер файловой системы до максимально доступного.

Часть 4. Работа с LVM

1. Отредактируйте свойства машины `s7-2`, добавив 5 диска по 10 Гб (для экономии места используйте динамические диски), подключив их к SATA.
2. Убедитесь, что ОС «увидела» устройства в каталоге `/dev/`
3. Создайте на всех новых дисках разделы, занимающие 100% места
Примечание: это не обязательный шаг, с помощью команды `pvcreate` можно сделать LVM раздел прямо на диске, но тогда его будет не видно в традиционных утилитах, вроде `lsblk`, а только в `lvm`-утилитах вроде `pvscan`.
4. Инициализируйте для LVM все созданные разделы.
5. На первых двух дисках (!):
 - a. создайте LVM группу `gr01` на двух дисках
 - b. создайте LVM том `vol01` с линейным отображением
 - c. выясните размер ячейки, который был создан в итоге.
 - d. Создайте файловую систему `ext4` на весь том.
 - e. Смонтируйте том в каталог `/mnt/vol01`
 - f. Получите информацию о томах (`lsblk`), LVM VG, LVM Volume и файловой системе (сохраните данные для отчета).

6. Расширьте раздел на дополнительный диск:
 - a. Добавьте следующий свободный диск в VG gr01
 - b. Расширьте том на 100% нового диска
 - c. Расширьте файловую систему на 100% нового диска (обратите внимание, что вам не пришлось отмонтировать раздел)
 - d. Получите информацию о томах (lsblk), LVM VG, LVM Volume и файловой системе (сохраните данные для отчета).
7. Создайте зеркальный том:
 - a. Добавьте оставшиеся диски в VG gr02
 - b. Создайте зеркальный том vol02 на группе gr02
 - c. Создайте на нем файловую систему ext4.
 - d. Смонтируйте ее в каталог /mnt/vol2
 - e. Получите информацию о томах (lsblk), LVM VG, LVM Volume и файловой системе (сохраните данные для отчета).

Часть 5. Управление монтированием дисков

1. С помощью редактирования файла fstab сделайте так, чтобы файловая система на зеркальном томе vol2 монтировалась в каталог /nfs при старте системы (проверить).

Часть 6. Работа с NFS

1. На машине c7-2 установите службу nfs-kernel-server, разрешите запуск и запустите ее.
2. Разрешите доступ через сеть к этой службе.
Примечание: сделать это можно командами

```
Apt install nfs-kernel-server  
systemctl enable nfs-server  
systemctl start nfs-server
```
3. Занесите в файл /etc/exports параметры, которые:
 - a. Разрешают доступ к каталогу /nfs
 - b. Разрешают доступ к каталогу только с IP адресов ваших машин.
 - c. Разрешают монтировать его для записи.
4. На компьютере c7-1 осуществите монтирование сетевого ресурса nfs в каталог /var/remotenfs.
5. Убедитесь, что монтирование удалось.
6. Скопируйте в каталог remotenfs любой файл.

Часть 7. Работа с RAID в Linux

1. Выключите виртуальную машину c7-1. Добавьте три жёстких диска по 1 Гб. Запустите систему.
2. Определите имена новых дисков.
3. С помощью утилиты mdadm создайте RAID массив уровня 5 с именем md0 на этих дисках. Не забудьте выполнить сохранение конфигурации raid и команду update-initramfs -u для того чтобы обновить initramfs (Initial RAM FileSystem) - временную файловую систему, загружаемую в память во время начального этапа загрузки операционной системы и содержащую необходимые драйвера и структуры для запуска ОС. Сделать это можно так:

```
mdadm --detail --scan | tee -a /etc/mdadm/mdadm.conf
```

update-initramfs -u

4. Создайте на новом массиве файловую систему. Смонтируйте ее в каталог /mount/raid5
5. Выведите информацию о состоянии массива с помощью утилиты mdadm.
6. Выведите содержимое файла /proc/mdstat (сохраните его для отчета)
7. Скопируйте в каталог raid5 любой текстовый файл.
8. Определите доступный объем на новой файловой системе.
9. Выключите машину c7-1. Удалите один из жёстких дисков массива (пусть он выйдет из строя).
10. Запустите машину. Смонтируйте массив в каталог /mount/raid5.
11. Выведите содержимое файла /proc/mdstat. Определите состояние массива. (Сохраните файл для отчета).
12. Выключите машину c7-2. Добавьте новый диск на 1 Гб.
13. Включите машину, осуществите восстановление массива с помощью утилиты mdadm.

Часть 8. Получение информации и изменение файловой системы

1. На виртуальной машине c7-2 с помощью утилиты tune2fs для раздела с корнем файловой системы определите (сохраните данные для отчета):
 - a. Волшебное число файловой системы
 - b. Статус состояния файловой системы
 - c. Количество inode
 - d. Количество блоков в файловой системе.
 - e. Количество зарезервированных для суперпользователя блоков.
 - f. Количество свободных блоков.
 - g. Количество свободных inode.
 - h. Время последней записи в файловую систему.
 - i. Количество монтирований файловой системы с момента последней проверки.
2. С помощью утилиты df выведите информацию об inode для корневого раздела и о свободном месте.
3. С помощью утилиты tune2fs включите использование зарезервированных inode. Убедитесь, что изменения произошли (сохраните данные для отчета).

Содержание отчета

Требуется подготовить отчеты в формате DOC\DOCX или PDF. Отчет содержит титульный лист, артефакты выполнения и ответы на вопросы и задания.

Артефакты:

1. Скрипт из Части 2 п. 2.
2. Консольный вывод из Части 2 п. 7
3. Консольный вывод из части 4 п. 5f, 6d, 7e
4. Текст файла /etc/fstab из части 5
5. Файл exports из части 6.
6. Файл /etc/fstab из части 6 п.4
7. Файлы mdstat из части 7.
8. Консольный вывод из Части 8 п.1 и 3.

Вопросы и задания:

1. Как вы увеличили раздел в части 3? Какие команды использовали. В чем состояла суть выполненных действий?
2. Почему в отличие процедуры увеличения раздела в частях 3 и 4. Почему в случае LVM вам не пришлось отмонтировать раздел?
3. Как можно ограничить доступ через сеть к данным в каталоге NFS сервера?
4. В чем разница архитектуры NAS и DAS?
5. В части 4 п.7 вы создали зеркальный том. От каких рисков потери данных это защищает? От каких не защищает?
6. В части 7 вы смогли запустить raid массив с потерей диска. Откуда взялись данные?
7. Предположим, у вас есть раздел с файловой системой ext4. Свободное место еще есть, права доступа есть, раздел смонтирован для записи, а записать файлы невозможно. В чем может быть причина?

Отчет выслать в течение 4-х недель на адрес edu-net@yandex.ru.

Поддержка работы

Дополнительные материалы по теме курса публикуются на Telegram-канале ITSMDao (t.me/itsmdao). Обсуждать работу и задавать вопросы можно в чате ITSMDaoChat (t.me/itsmdaochat).