

Отчёт по лабораторной работе №16

Дисциплина: Основы администрирования операционных систем

Верниковская Екатерина Андреевна

Содержание

1	Цель работы	6
2	Задание	7
3	Выполнение лабораторной работы	8
3.1	Создание виртуальных носителей	8
3.2	RAID-массив с горячим резервом (hotspare)	16
3.3	Преобразование массива RAID 1 в RAID 5	19
4	Контрольные вопросы + ответы	24
5	Выводы	28
6	Список литературы	29

Список иллюстраций

3.1	Добавление к контроллеру SATA трёх дисков	8
3.2	Режим суперпользователя	8
3.3	Проверка наличия созданных дисков	9
3.4	Создание раздела на диске /dev/sdd	9
3.5	Создание раздела на диске /dev/sde	10
3.6	Создание раздела на диске /dev/sdf	10
3.7	Проверка текущего типа созданных разделов	11
3.8	Типы 파티ций, относящиеся к RAID	11
3.9	Установка типа разделов в Linux raid autodetect	11
3.10	Состояния дисков	12
3.11	Создание массива RAID 1 из двух дисков (1)	12
3.12	Состояние массива RAID (1)	13
3.13	Создание файловой системы ext4 на RAID	14
3.14	Подмонтирование RAID	14
3.15	Открытие файла /etc/fstab (1)	14
3.16	Редактирование файла /etc/fstab (1)	14
3.17	Имитирование сбоя диска /dev/sde1 (1)	15
3.18	Удаление сбойного диска /dev/sde1	15
3.19	Замена сбойного диска на /dev/sdf1	15
3.20	Состояние массива RAID (2)	15
3.21	Удаление массива и очистка метаданных (1)	16
3.22	Создание массива RAID 1 из двух дисков (2)	16
3.23	Добавление третьего диска /dev/sdf1 (1)	17
3.24	Подмонтирование /dev/md0 (1)	17
3.25	Состояние массива RAID (3)	17
3.26	Имитирование сбоя диска /dev/sde1 (2)	18
3.27	Состояние массива RAID (4)	18
3.28	Удаление массива и очистка метаданных (2)	19
3.29	Создание массива RAID 1 из двух дисков (3)	19
3.30	Добавление третьего диска /dev/sdf1 (2)	19
3.31	Подмонтирование /dev/md0 (2)	20
3.32	Состояние массива RAID (5)	20
3.33	Изменение типа массива RAID	21
3.34	Состояние массива RAID (6)	21
3.35	Изменение количества дисков в массиве RAID 5	22
3.36	Состояние массива RAID (7)	22
3.37	Удаление массива и очистка метаданных (3)	23

3.38	Открытие файла /etc/fstab (2)	23
3.39	Редактирование файла /etc/fstab (2)	23

Список таблиц

1 Цель работы

Освоить работу с RAID-массивами при помощи утилиты mdadm.

2 Задание

1. Добавить три диска на виртуальную машину (объёмом от 512 MiB каждый).
При помощи `sfdisk` создать на каждом из дисков по одной партии, задав тип раздела для RAID
2. Создать массив RAID 1 из двух дисков, смонтировать его. Эмитировать сбой одного из дисков массива, удалить искусственно выведенный из строя диск, добавить в массив работающий диск
3. Создать массив RAID 1 из двух дисков, смонтировать его. Добавить к массиву третий диск. Эмитировать сбой одного из дисков массива. Проанализировать состояние массива, указать различия по сравнению с предыдущим случаем
4. Создать массив RAID 1 из двух дисков, смонтировать его. Добавить к массиву третий диск. Изменить тип массива с RAID1 на RAID5, изменить число дисков в массиве с 2 на 3. Проанализировать состояние массива, указать различия по сравнению с предыдущим случаем

3 Выполнение лабораторной работы

3.1 Создание виртуальных носителей

Добавляем к нашей виртуальной машине к контроллеру SATA три диска размером 512 MiB (рис. 3.1)

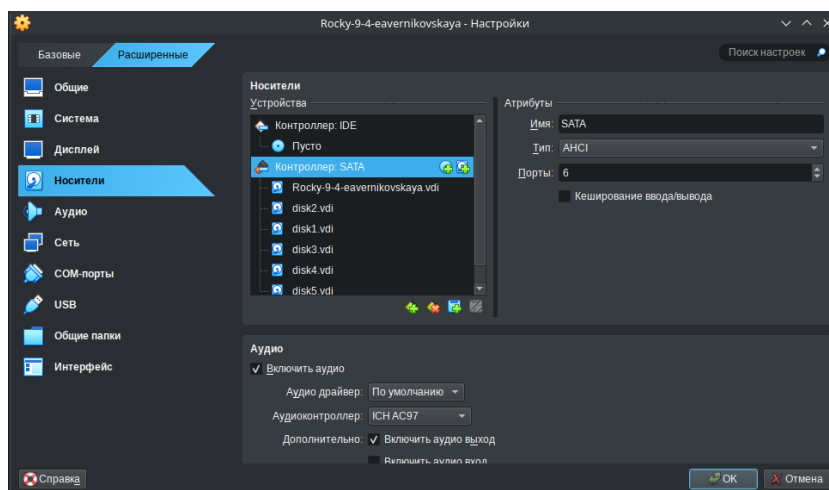


Рис. 3.1: Добавление к контроллеру SATA трёх дисков

Запускаем терминала и получаем полномочия суперпользователя, используя `su` - (рис. 3.2)

```
[eavernikovskaya@eavernikovskaya ~]$ su -  
Password:  
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.2: Режим суперпользователя

Проверим наличие созданных нами на предыдущем этапе дисков: `fdisk -l | grep /dev/sd`. В системе добавленные диски отображаются как `/dev/sdd`, `/dev/sde`, `/dev/sdf` (рис. 3.3)

```
[root@eavernikovskaya ~]# fdisk -l | grep /dev/sd
Disk /dev/sdd: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
Disk /dev/sde: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
Disk /dev/sdf: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
Disk /dev/sdb: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
/dev/sdb1      2048 206847 204800 100M 8e Linux LVM
/dev/sdb2      206848 411647 204800 100M 8e Linux LVM
/dev/sdb3      411648 821247 409600 200M 8e Linux LVM
Disk /dev/sdc: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
/dev/sdc1      2048 206847 204800 100M Linux filesystem
/dev/sdc2      206848 411647 204800 100M Linux filesystem
/dev/sdc3      411648 616447 204800 100M Linux filesystem
Disk /dev/sda: 40 GiB, 42949672960 bytes, 83886080 sectors
/dev/sda1 *      2048 2099199 2097152 1G 83 Linux
/dev/sda2      2099200 83886079 81786880 39G 8e Linux LVM
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.3: Проверка наличия созданных дисков

Создадим на каждом из дисков раздел: `sfdisk /dev/sdd <<EOF`, `sfdisk /dev/sde <<EOF` и `sfdisk /dev/sdf <<EOF` (рис. 3.4), (рис. 3.5), (рис. 3.6)

```
[root@eavernikovskaya ~]# sfdisk /dev/sdd <<EOF
> ;
> EOF
Checking that no-one is using this disk right now ... OK

Disk /dev/sdd: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
Disk model: VBOX HARDDISK
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes

>>> Created a new DOS disklabel with disk identifier 0x5d24f9a9.
/dev/sdd1: Created a new partition 1 of type 'Linux' and of size 511 MiB.
/dev/sdd2: Done.

New situation:
Disklabel type: dos
Disk identifier: 0x5d24f9a9

Device      Boot Start      End Sectors  Size Id Type
/dev/sdd1             2048 1048575 1046528  511M 83 Linux

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.4: Создание раздела на диске `/dev/sdd`

```
[root@eavernikovskaya ~]# sfdisk /dev/sde <<EOF
> ;
> EOF
Checking that no-one is using this disk right now ... OK

Disk /dev/sde: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
Disk model: VBOX HARDDISK
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes

>>> Created a new DOS disklabel with disk identifier 0xa2f0bdac.
/dev/sde1: Created a new partition 1 of type 'Linux' and of size 511 MiB.
/dev/sde2: Done.

New situation:
Disklabel type: dos
Disk identifier: 0xa2f0bdac

Device      Boot Start      End Sectors  Size Id Type
/dev/sde1                2048 1048575 1046528   511M 83 Linux

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.5: Создание раздела на диске /dev/sde

```
[root@eavernikovskaya ~]# sfdisk /dev/sdf <<EOF
> ;
> EOF
Checking that no-one is using this disk right now ... OK

Disk /dev/sdf: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
Disk model: VBOX HARDDISK
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes

>>> Created a new DOS disklabel with disk identifier 0x3cc152ff.
/dev/sdf1: Created a new partition 1 of type 'Linux' and of size 511 MiB.
/dev/sdf2: Done.

New situation:
Disklabel type: dos
Disk identifier: 0x3cc152ff

Device      Boot Start      End Sectors  Size Id Type
/dev/sdf1                2048 1048575 1046528   511M 83 Linux

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.6: Создание раздела на диске /dev/sdf

Проверим текущий тип созданных разделов: *sfdisk -print-id /dev/sdd 1*, *sfdisk -print-id /dev/sde 1* и *sfdisk -print-id /dev/sdf 1*. Созданные нами разделы на дисках имеют тип 83 (Linux) (рис. 3.7)

```
[root@eavernikovskaya ~]# sfdisk --print-id /dev/sdd 1
sfdisk: print-id is deprecated in favour of --part-type
83
[root@eavernikovskaya ~]# sfdisk --print-id /dev/sde 1
sfdisk: print-id is deprecated in favour of --part-type
83
[root@eavernikovskaya ~]# sfdisk --print-id /dev/sdf 1
sfdisk: print-id is deprecated in favour of --part-type
83
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.7: Проверка текущего типа созданных разделов

Посмотрим, какие типы 파티ций, относящиеся к RAID, можно задать: *sfdisk -T | grep -i raid* (рис. 3.8)

```
[root@eavernikovskaya ~]# sfdisk -T | grep -i raid
fd Linux raid autodetect
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.8: Типы партиций, относящиеся к RAID

Установим тип разделов в Linux raid autodetect: *sfdisk --change-id /dev/sdd 1 fd*, *sfdisk --change-id /dev/sde 1 fd* и *sfdisk --change-id /dev/sdf 1 fd* (рис. 3.9)

```
[root@eavernikovskaya ~]# sfdisk --change-id /dev/sdd 1 fd
sfdisk: change-id is deprecated in favour of --part-type

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.
[root@eavernikovskaya ~]# sfdisk --change-id /dev/sde 1 fd
sfdisk: change-id is deprecated in favour of --part-type

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.
[root@eavernikovskaya ~]# sfdisk --change-id /dev/sdf 1 fd
sfdisk: change-id is deprecated in favour of --part-type

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.9: Установление типа разделов в Linux raid autodetect

Посмотрим состояние дисков: *sfdisk -l /dev/sdd*, *sfdisk -l /dev/sde* и *sfdisk -l /dev/sdf*. Тип разделов изменился на Linux raid autodetect (рис. 3.10)

```
[root@eavernikovskaya ~]# sfdisk -l /dev/sdd
Disk /dev/sdd: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
Disk model: VBOX HARDDISK
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disklabel type: dos
Disk identifier: 0x5d24f9a9

Device      Boot Start      End Sectors  Size Id Type
/dev/sdd1    2048 1048575 1046528  511M fd Linux raid autodetect
[root@eavernikovskaya ~]# sfdisk -l /dev/sde
Disk /dev/sde: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
Disk model: VBOX HARDDISK
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disklabel type: dos
Disk identifier: 0xa2f0bdac

Device      Boot Start      End Sectors  Size Id Type
/dev/sde1    2048 1048575 1046528  511M fd Linux raid autodetect
[root@eavernikovskaya ~]# sfdisk -l /dev/sdf
Disk /dev/sdf: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
Disk model: VBOX HARDDISK
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disklabel type: dos
Disk identifier: 0x3cc152ff

Device      Boot Start      End Sectors  Size Id Type
/dev/sdf1    2048 1048575 1046528  511M fd Linux raid autodetect
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.10: Состояния дисков

При помощи утилиты *mdadm* создадим массив RAID 1 из двух дисков: *mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdd1 /dev/sde1* (рис. 3.11)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdd1 /dev/sde1
mdadm: Note: this array has metadata at the start and
may not be suitable as a boot device.  If you plan to
store '/boot/' on this device please ensure that
your boot-loader understands md/v1.x metadata, or use
--metadata=0.90
mdadm: size set to 522240K
Continue creating array? y
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md0 started.
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.11: Создание массива RAID 1 из двух дисков (1)

Проверим состояние массива RAID, используя команды *cat /proc/mdstat*, *mdadm --query /dev/md0* и *mdadm --detail /dev/md0* (рис. 3.12)

```

[root@eavernikovskaya ~]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 sdel[1] sdd1[0]
      522240 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 0 spares. Use mdadm --detail for more detail.
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
   Version : 1.2
  Creation Time : Sat Dec 21 02:07:51 2024
   Raid Level : raid1
   Array Size : 522240 (510.00 MiB 534.77 MB)
  Used Dev Size : 522240 (510.00 MiB 534.77 MB)
   Raid Devices : 2
  Total Devices : 2
 Persistence : Superblock is persistent

   Update Time : Sat Dec 21 02:07:54 2024
     State : clean
   Active Devices : 2
 Working Devices : 2
  Failed Devices : 0
   Spare Devices : 0

Consistency Policy : resync

           Name : eavernikovskaya.localdomain:0 (local to host eavernikovskaya.localdomain)
          UUID : 9c76e214:1d2cbcac:898e7301:22722e0e
         Events : 17

   Number   Major   Minor   RaidDevice State
    0         8       49         0     active sync  /dev/sdd1
    1         8       65         1     active sync  /dev/sdel
[root@eavernikovskaya ~]#

```

Рис. 3.12: Состояние массива RAID (1)

Описание состояния массива:

- Тип массива: RAID 1, состоящий из двух устройств (/dev/sdd1 и /dev/sdel)
- Размер массива: 510.00 MiB, доступно 534.77 MiB
- Статус: Массив находится в чистом состоянии (State = clean), все данные синхронизированы
- Активные устройства: 2 (оба устройства находятся в состоянии синхронизации)
- Проблемы с устройствами: Нет (0 Failed devices)

Создадим файловую систему на RAID: *mkfs.ext4 /dev/md0* (рис. 3.13)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mkfs.ext4 /dev/md0
mke2fs 1.46.5 (30-Dec-2021)
Creating filesystem with 522240 1k blocks and 130560 inodes
Filesystem UUID: 04bd4ae9-0c0e-4581-998b-a2df9ef1ab93
Superblock backups stored on blocks:
    8193, 24577, 40961, 57345, 73729, 204801, 221185, 401409

Allocating group tables: done
Writing inode tables: done
Creating journal (8192 blocks): done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done

[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.13: Создание файловой системы ext4 на RAID

Подмонтируем RAID: *mkdir /data* и *mount /dev/md0 /data* (рис. 3.14)

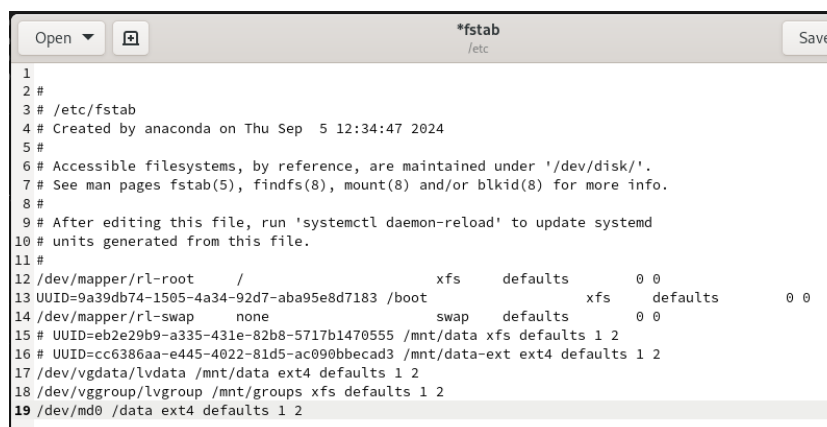
```
[root@eavernikovskaya ~]# mkdir /data
mkdir: cannot create directory '/data': File exists
[root@eavernikovskaya ~]# mount /dev/md0 /data
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.14: Подмонтирование RAID

Далее для автмонтирования добавим запись в */etc/fstab*: */dev/md0 /data ext4 defaults 1 2* (рис. 3.15), (рис. 3.16)

```
[root@eavernikovskaya ~]# gedit /etc/fstab
```

Рис. 3.15: Открытие файла */etc/fstab* (1)



```
*fstab
/etc

1
2 #
3 # /etc/fstab
4 # Created by anaconda on Thu Sep  5 12:34:47 2024
5 #
6 # Accessible filesystems, by reference, are maintained under '/dev/disk/'.
7 # See man pages fstab(5), findfs(8), mount(8) and/or blkid(8) for more info.
8 #
9 # After editing this file, run 'systemctl daemon-reload' to update systemd
10 # units generated from this file.
11 #
12 /dev/mapper/rl-root      /                    xfs     defaults    0 0
13 UUID=9a39db74-1505-4a34-92d7-aba95e8d7183 /boot                xfs     defaults    0 0
14 /dev/mapper/rl-swap     none                swap    defaults    0 0
15 # UUID=eb2e29b9-a335-431e-82b8-5717b1470555 /mnt/data xfs defaults 1 2
16 # UUID=cc6386aa-e445-4022-81d5-ac090bbecad3 /mnt/data-ext ext4 defaults 1 2
17 /dev/vgdata/lvdata      /mnt/data ext4 defaults 1 2
18 /dev/vggroup/lvggroup   /mnt/groups xfs defaults 1 2
19 /dev/md0 /data ext4 defaults 1 2
```

Рис. 3.16: Редактирование файла */etc/fstab* (1)

Сымитируем сбой одного из дисков: `mdadm /dev/md0 --fail /dev/sde1` (рис. 3.17)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm /dev/md0 --fail /dev/sde1
mdadm: set /dev/sde1 faulty in /dev/md0
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.17: Имитирование сбоя диска /dev/sde1 (1)

Удалим сбойный диск: `mdadm /dev/md0 --remove /dev/sde1` (рис. 3.18)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm /dev/md0 --remove /dev/sde1
mdadm: hot removed /dev/sde1 from /dev/md0
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.18: Удаление сбойного диска /dev/sde1

Заменяем диск в массиве: `mdadm /dev/md0 --add /dev/sdf1` (рис. 3.19)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm /dev/md0 --add /dev/sdf1
mdadm: added /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.19: Замена сбойного диска на /dev/sdf1

Посмотрим состояние массива (рис. 3.20)

```
[root@eavernikovskaya ~]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 sdf1[2] sdd1[0]
      522240 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 0 spares. Use mdadm --detail for more detail.
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
   Version : 1.2
  Creation Time : Sat Dec 21 02:07:51 2024
   Raid Level : raid1
   Array Size : 522240 (510.00 MiB 534.77 MB)
  Used Dev Size : 522240 (510.00 MiB 534.77 MB)
   Raid Devices : 2
  Total Devices : 2
 Persistence : Superblock is persistent

   Update Time : Sat Dec 21 02:13:21 2024
     State : clean
   Active Devices : 2
 Working Devices : 2
  Failed Devices : 0
   Spare Devices : 0

Consistency Policy : resync

           Name : eavernikovskaya.localdomain:0 (local to host eavernikovskaya.localdomain)
          UUID : 9c76e214:1d2cbcac:898e7301:22722e0e
         Events : 39

   Number Major Minor RaidDevice State
    0         8      49         0 active sync /dev/sdd1
    2         8      81         1 active sync /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.20: Состояние массива RAID (2)

Описание состояния массива:

- Тип массива: RAID 1 с двумя активными устройствами (/dev/sdd1 и /dev/sdf1)
- Размер массива: 510.00 MiB (534.77 MB)
- Статус: Массив находится в чистом состоянии (State = clean), что означает, что все данные синхронизированы и корректны
- Активные устройства: 2, оба находятся в состоянии синхронизации
- Работающие устройства: 2
- Неисправные устройства: 0 (все устройства работают корректно)

Удалим массив и очистим метаданные: `umount /dev/md0`, `mdadm --stop /dev/md0`, `mdadm --zero-superblock /dev/sdd1`, `mdadm --zero-superblock /dev/sde1` и `mdadm --zero-superblock /dev/sdf1` (рис. 3.21)

```
[root@eavernikovskaya ~]# umount /dev/md0
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --stop /dev/md0
mdadm: stopped /dev/md0
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sdd1
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sde1
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.21: Удаление массива и очистка метаданных (1)

3.2 RAID-массив с горячим резервом (hotspare)

Создадим массив RAID 1 из двух дисков: `mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdd1 /dev/sde1` (рис. 3.22)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdd1 /dev/sde1
mdadm: Note: this array has metadata at the start and
may not be suitable as a boot device. If you plan to
store '/boot' on this device please ensure that
your boot-loader understands md/v1.x metadata, or use
--metadata=0.90
mdadm: size set to 522240K
Continue creating array? y
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md0 started.
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.22: Создание массива RAID 1 из двух дисков (2)

Добавим третий диск: `mdadm --add /dev/md0 /dev/sdf1` (рис. 3.23)


```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --add /dev/md0 /dev/sdf1
mdadm: added /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.23: Добавление третьего диска /dev/sdf1 (1)

Подмонтируем /dev/md0 *mount /dev/md0* (рис. 3.24)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mount /dev/md0
mount: (hint) your fstab has been modified, but systemd still uses
the old version; use 'systemctl daemon-reload' to reload.
[root@eavernikovskaya ~]# systemctl daemon-reload
[root@eavernikovskaya ~]# mount /dev/md0
mount: /data: /dev/md0 already mounted on /data.
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.24: Подмонтирование /dev/md0 (1)

Проверим состояние массива (рис. 3.25)

```
[root@eavernikovskaya ~]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 sdf1[2](S) sdel[1] sdd1[0]
      522240 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 1 spare. Use mdadm --detail for more detail.
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Sat Dec 21 02:17:30 2024
    Raid Level : raid1
    Array Size : 522240 (510.00 MiB 534.77 MB)
  Used Dev Size : 522240 (510.00 MiB 534.77 MB)
    Raid Devices : 2
  Total Devices : 3
 Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Sat Dec 21 02:18:15 2024
      State : clean
  Active Devices : 2
 Working Devices : 3
 Failed Devices : 0
  Spare Devices : 1

Consistency Policy : resync

    Name : eavernikovskaya.localdomain:0 (local to host eavernikovskaya.localdomain)
   UUID : laca45a5:f6a5eb8b:bf760f7b:dac0f2d3
  Events : 18

   Number Major Minor RaidDevice State
     0       8      49        0 active sync /dev/sdd1
     1       8      65        1 active sync /dev/sdel
     2       8      81        - spare /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.25: Состояние массива RAID (3)

Описание состояния массива:

- Тип массива: RAID 1 с двумя активными устройствами (/dev/sdd1 и /dev/sdel), одно запасное устройство (/dev/sdf1)

- Размер массива: 510.00 MiB (534.77 MB)
- Статус: Массив находится в чистом состоянии (State = clean), все данные синхронизированы
- Активные устройства: 2, оба в состоянии синхронизации
- Работающие устройства: 2
- Неисправные устройства: 0
- Запасные устройства: 1 (/dev/sdf1)

Сымитируем сбой одного из дисков: `mdadm /dev/md0 --fail /dev/sde1` (рис. 3.26)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm /dev/md0 --fail /dev/sde1
mdadm: set /dev/sde1 faulty in /dev/md0
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.26: Имитирование сбоя диска /dev/sde1 (2)

Проверим состояние массива: `mdadm --detail /dev/md0` (рис. 3.27)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
  Version : 1.2
  Creation Time : Sat Dec 21 02:17:30 2024
  Raid Level : raid1
  Array Size : 522240 (510.00 MiB 534.77 MB)
  Used Dev Size : 522240 (510.00 MiB 534.77 MB)
  Raid Devices : 2
  Total Devices : 3
  Persistence : Superblock is persistent

  Update Time : Sat Dec 21 02:21:46 2024
  State : clean
  Active Devices : 2
  Working Devices : 2
  Failed Devices : 1
  Spare Devices : 0

  Consistency Policy : resync

  Name : eavernikovskaya.localdomain:0 (local to host eavernikovskaya.localdomain)
  UUID : 1aca45a5:f6a5eb8b:bf760f7b:dac0f2d3
  Events : 37

  Number Major Minor RaidDevice State
    0      8     49        0  active sync  /dev/sdd1
    2      8     81        1  active sync  /dev/sdf1
    1      8     65        -  faulty      /dev/sde1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.27: Состояние массива RAID (4)

Описание состояния массива:

- Тип массива: RAID 1, состоящий из двух активных устройств (/dev/sdd1 и /dev/sdf1) и одного устройства с ошибкой (/dev/sde1)

- Размер массива: 510.00 MiB (534.77 MB)
- Статус: Массив находится в чистом состоянии (State = clean), однако одно устройство (/dev/sdel) имеет статус “faulty”
- Активные устройства: 2, оба находятся в состоянии синхронизации
- Работающие устройства: 2
- Неисправные устройства: 1 (устройство /dev/sdel)
- Запасные устройства: 0

Удалим массив и очистим метаданные (рис. 3.28)

```
[root@eavernikovskaya ~]# umount /dev/md0
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --stop /dev/md0
mdadm: stopped /dev/md0
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sdd1
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sdel
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.28: Удаление массива и очистка метаданных (2)

3.3 Преобразование массива RAID 1 в RAID 5

Создайте массив RAID 1 из двух дисков: `mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdd1 /dev/sde1` (рис. 3.29)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdd1 /dev/sde1
mdadm: Note: this array has metadata at the start and
may not be suitable as a boot device. If you plan to
store '/boot' on this device please ensure that
your boot-loader understands md/v1.x metadata, or use
--metadata=0.90
mdadm: size set to 522240K
Continue creating array? y
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md0 started.
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.29: Создание массива RAID 1 из двух дисков (3)

Добавим третий диск: `mdadm --add /dev/md0 /dev/sdf1` (рис. 3.30)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --add /dev/md0 /dev/sdf1
mdadm: added /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.30: Добавление третьего диска /dev/sdf1 (2)

Подмонтируем /dev/md0 (рис. 3.31)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mount /dev/md0
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.31: Подмонтирование /dev/md0 (2)

Проверим состояние массива (рис. 3.32)

```
[root@eavernikovskaya ~]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 sdf1[2](S) sde1[1] sdd1[0]
      522240 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 1 spare. Use mdadm --detail for more detail.
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
   Version : 1.2
  Creation Time : Sat Dec 21 02:24:30 2024
   Raid Level : raid1
   Array Size : 522240 (510.00 MiB 534.77 MB)
  Used Dev Size : 522240 (510.00 MiB 534.77 MB)
   Raid Devices : 2
  Total Devices : 3
 Persistence : Superblock is persistent

   Update Time : Sat Dec 21 02:25:08 2024
     State : clean
   Active Devices : 2
 Working Devices : 3
  Failed Devices : 0
   Spare Devices : 1

Consistency Policy : resync

   Name : eavernikovskaya.localdomain:0 (local to host eavernikovskaya.localdomain)
  UUID : 8ff3e50c:8410d7b5:9652b2a1:ca62baca
   Events : 18

   Number Major Minor RaidDevice State
    0         8      49        0 active sync /dev/sdd1
    1         8      65        1 active sync /dev/sde1
    2         8      81        - spare   /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.32: Состояние массива RAID (5)

Описание состояния массива:

- Тип массива: RAID 1, содержащий два активных устройства (/dev/sdd1 и /dev/sde1) и одно запасное устройство (/dev/sdf1)
- Размер массива: 510.00 MiB (534.77 MB)
- Статус: Массив находится в чистом состоянии (State = clean), что свидетельствует о том, что данные синхронизированы
- Активные устройства: 2, оба в состоянии синхронизации
- Работающие устройства: 2

- Неисправные устройства: 0
- Запасные устройства: 1 (устройство /dev/sdf1)

Измените тип массива RAID: `mdadm --grow /dev/md0 --level=5` (рис. 3.33)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --grow /dev/md0 --level=5
mdadm: level of /dev/md0 changed to raid5
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.33: Изменение типа массива RAID

Проверим состояние массива (рис. 3.34)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
  Version : 1.2
  Creation Time : Sat Dec 21 02:24:30 2024
  Raid Level : raid5
  Array Size : 522240 (510.00 MiB 534.77 MB)
  Used Dev Size : 522240 (510.00 MiB 534.77 MB)
  Raid Devices : 2
  Total Devices : 3
  Persistence : Superblock is persistent

  Update Time : Sat Dec 21 02:25:56 2024
  State : clean
  Active Devices : 2
  Working Devices : 3
  Failed Devices : 0
  Spare Devices : 1

  Layout : left-symmetric
  Chunk Size : 64K

Consistency Policy : resync

  Name : eavernikovskaya.localdomain:0 (local to host eavernikovskaya.localdomain)
  UUID : 8ff3e50c:8410d7b5:9652b2a1:ca62baca
  Events : 19

  Number Major Minor RaidDevice State
    0       8      49        0 active sync /dev/sdd1
    1       8      65        1 active sync /dev/sde1
    2       8      81        - spare /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.34: Состояние массива RAID (6)

Описание состояния массива:

- Тип массива: RAID 5, состоящий из двух активных устройств (/dev/sdd1 и /dev/sde1) и одного запасного устройства (/dev/sdf1)
- Размер массива: 510.00 MiB (534.77 MB)
- Статус: Массив находится в чистом состоянии (State = clean), что означает, что данные полностью синхронизированы
- Активные устройства: 2, оба в состоянии синхронизации

- Работающие устройства: 3 (включая запасное устройство)
- Неисправные устройства: 0
- Запасные устройства: 1 (/dev/sdf1)

Изменим количество дисков в массиве RAID 5: `mdadm --grow /dev/md0 --raid-devices 3` (рис. 3.35)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --grow /dev/md0 --raid-devices 3
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.35: Изменение количества дисков в массиве RAID 5

Проверим состояние массива (рис. 3.36)

```
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
  Version : 1.2
  Creation Time : Sat Dec 21 02:24:30 2024
  Raid Level : raid5
  Array Size : 1044480 (1020.00 MiB 1069.55 MB)
  Used Dev Size : 522240 (510.00 MiB 534.77 MB)
  Raid Devices : 3
  Total Devices : 3
  Persistence : Superblock is persistent

  Update Time : Sat Dec 21 02:26:59 2024
  State : clean
  Active Devices : 3
  Working Devices : 3
  Failed Devices : 0
  Spare Devices : 0

  Layout : left-symmetric
  Chunk Size : 64K

Consistency Policy : resync

  Name : eavernikovskaya.localdomain:0 (local to host eavernikovskaya.localdomain)
  UUID : 8ff3e50c:8410d7b5:9652b2a1:ca62baca
  Events : 38

  Number Major Minor RaidDevice State
    0       8      49        0  active sync  /dev/sdd1
    1       8      65        1  active sync  /dev/sde1
    2       8      81        2  active sync  /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.36: Состояние массива RAID (7)

Описание состояния массива:

- Тип массива: RAID 5, состоящий из трех активных устройств (/dev/sdd1, /dev/sde1 и /dev/sdf1)
- Размер массива: 1020.00 MiB (1069.55 MB)
- Статус: Массив находится в чистом состоянии (State = clean), что означает, что все данные синхронизированы

- Активные устройства: 3, все находятся в состоянии синхронизации
- Работающие устройства: 3
- Неисправные устройства: 0
- Запасные устройства: 0

Удалим массив и очистим метаданные (рис. 3.37)

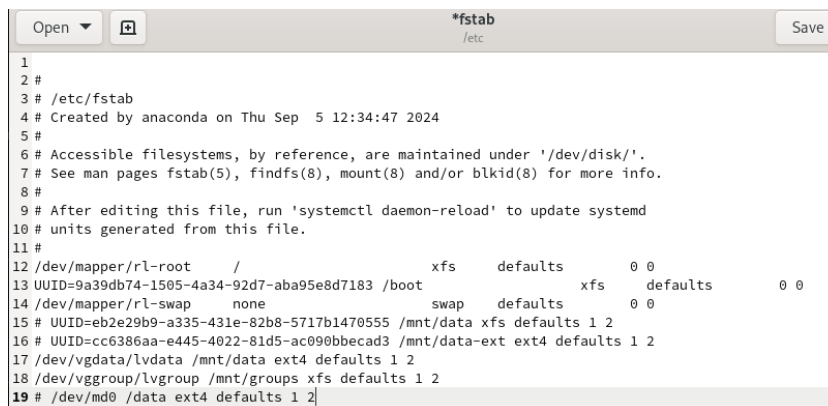
```
[root@eavernikovskaya ~]# umount /dev/md0
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --stop /dev/md0
mdadm: stopped /dev/md0
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sdd1
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sde1
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 3.37: Удаление массива и очистка метаданных (3)

Закомментируем запись в /etc/fstab: */dev/md0 /data ext4 defaults 1 2* (рис. 3.38), (рис. 3.39)

```
[root@eavernikovskaya ~]# gedit /etc/fstab
```

Рис. 3.38: Открытие файла /etc/fstab (2)



```
1
2 #
3 # /etc/fstab
4 # Created by anaconda on Thu Sep  5 12:34:47 2024
5 #
6 # Accessible filesystems, by reference, are maintained under '/dev/disk/'.
7 # See man pages fstab(5), findfs(8), mount(8) and/or blkid(8) for more info.
8 #
9 # After editing this file, run 'systemctl daemon-reload' to update systemd
10 # units generated from this file.
11 #
12 /dev/mapper/r1-root    /                    xfs     defaults    0 0
13 UUID=9a39db74-1505-4a34-92d7-aba95e8d7183 /boot               xfs     defaults    0 0
14 /dev/mapper/r1-swap   none                swap    defaults    0 0
15 # UUID=eb2e29b9-a335-431e-82b8-5717b1470555 /mnt/data xfs defaults 1 2
16 # UUID=cc6386aa-e445-4022-81d5-ac090bbecad3 /mnt/data-ext ext4 defaults 1 2
17 /dev/vgdata/lvdata   /mnt/data ext4 defaults 1 2
18 /dev/vggroup/lvgroup /mnt/groups xfs defaults 1 2
19 # /dev/md0 /data ext4 defaults 1 2
```

Рис. 3.39: Редактирование файла /etc/fstab (2)

4 Контрольные вопросы + ответы

1. Приведите определение RAID.

Аббревиатура RAID расшифровывается как Redundant Array of Inexpensive Disks (избыточный массив недорогих дисков) или Redundant Array of Independent Disks (избыточный массив независимых дисков)

2. Какие типы RAID-массивов существуют на сегодняшний день?

Основные спецификации RAID-массивов:

- RAID 0 (striping). Чередование. Высокая скорость, но не обеспечивается отказоустойчивость. Поэтому фактически не считается RAID
- RAID 1. Зеркалирование. Каждый диск представляет собой полную копию другого. Минимальное количество дисков — 2
- RAID 2. Использует коды Хемминга для контроля чётности. Минимальное количество дисков — 7
- RAID 3. Один из дисков используется для хранения блоков чётности, остальные — для хранения данных. Данные разбиваются на байты
- RAID 4. Аналогичен RAID 3, но данные при этом разбиваются на блоки (stripes)
- RAID 5. Блоки данных и контрольные суммы записываются на все диски циклично. Для хранения контрольных сумм используется объём одного диска. Минимальное количество дисков при использовании RAID 5 равно трём

- RAID 6. Аналогичен RAID 5. Для хранения контрольных сумм используется объём двух дисков. Основан на кодах Рида–Соломона. Минимальное количество дисков — четыре
- RAID 10. Массив RAID 1, составленный из массивов RAID 0
- RAID 50, RAID 60. Аналог RAID 10, составленного из массивов RAID 5 и RAID 6 соответственно

3. Охарактеризуйте RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 6, опишите алгоритм работы, назначение, приведите примеры применения.

RAID 0 (Striping)

Описание: RAID 0 разбивает данные на “полосы” (stripes) и распределяет их по всем дискам массива. Это позволяет достичь высокой производительности при записи и чтении

Алгоритм работы:

- Данные разбиваются на блоки фиксированного размера (например, 64K) и записываются поочередно на все диски
- Если массив состоит из 4 дисков, то первый блок записывается на первый диск, второй на второй диск и так далее, начиная с первого после достижения конца массива

Назначение: Максимизация производительности и скорости доступа к данным

Примеры применения:

- Игровые компьютеры и рабочие станции, где важна высокая скорость чтения/записи
- Обработчики мультимедийных данных, например, видеоредакторы

RAID 1 (Mirroring)

Описание: RAID 1 создает зеркальную копию данных на двух или более дисках. Каждое записанное значение дублируется на всех дисках массива

Алгоритм работы:

- Все данные, записанные на один диск, также записываются на другой диск
- При чтении данные могут считываться с любого из дисков, что увеличивает скорость

Назначение: Обеспечение надежности и защиты данных с минимальными затратами на производительность

Примеры применения:

- Серверы, где критична доступность данных, такие как файловые и веб-серверы
- Дата-центры и системы резервного копирования, где исчезновение данных недопустимо

RAID 5 (Striped with Parity)

Описание: RAID 5 использует чередование с распределением контрольной суммы (parity) для защиты данных. Данные и контрольные суммы распределяются по всем дискам, что позволяет восстанавливать данные в случае отказа одного диска

Алгоритм работы:

- Данные разбиваются на блоки и записываются по кругу среди всех дисков
- Для каждого набора данных создается контрольная сумма, которая сохраняется на отдельном диске
- Если диск выходит из строя, данные могут быть восстановлены с использованием контрольной суммы и оставшихся дисков

Назначение: Обеспечение хорошего баланса между производительностью, емкостью и надежностью

Примеры применения:

- Системы хранения данных, где важно и быстрое чтение, и уровень защиты данных, например, в базах данных и файл-серверах

RAID 6 (Striped with Double Parity)

Описание: RAID 6 похож на RAID 5, но использует две контрольные суммы для повышения надежности. Это позволяет маскировать сбой сразу двух дисков

Алгоритм работы:

- Данные записываются по тому же принципу, что и в RAID 5, с добавлением второй контрольной суммы, которая также распределяется по дискам
- Таким образом, если два диска выйдут из строя, данные все еще могут быть восстановлены

Назначение: Обеспечение высокой степени надежности даже при отказе нескольких дисков

Примеры применения:

- Важные системы, требующие высокой доступности и защиты данных, такие как банки, компании, работающие с большими данными, и критично важные серверы

5 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы мы освоили работу с RAID-массивами при помощи утилиты mdadm

6 Список литературы

1. Лабораторная работа №16 [Электронный ресурс] URL: https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1000000/mod_resource/content/1/mdadm RAID.pdf