

Лабораторная работа №16

Основы администрирования операционных систем

Верниковская Е. А., НПИбд-01-23

21 декабря 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Вводная часть

Освоить работу с RAID-массивами при помощи утилиты mdadm.

Задание

1. Добавить три диска на виртуальную машину (объёмом от 512 MiB каждый). При помощи `sfdisk` создать на каждом из дисков по одной партиции, 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

Выполнение лабораторной работы

Создание виртуальных носителей

Добавляем к нашей виртуальной машине к контроллеру SATA три диска размером 512 MiB (рис. 1)

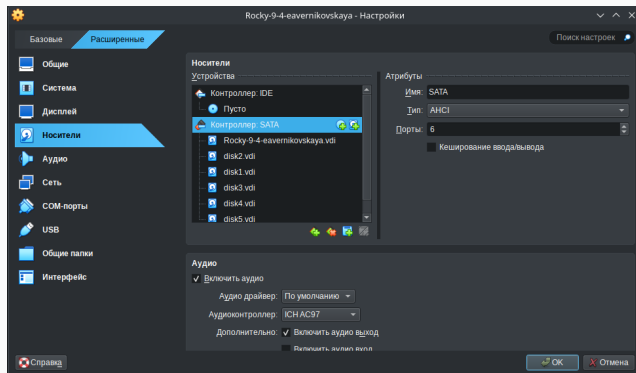
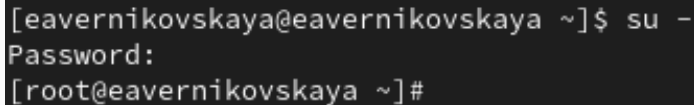


Рис. 1: Добавление к контроллеру SATA трёх дисков

Запускаем терминала и получаем полномочия суперпользователя, используя *su* - (рис. 2)

A terminal window with a dark background and light gray text. The prompt is [eavernikovskaya@eavernikovskaya ~]\$ and the command entered is su -. The next line shows Password: and the final line shows the root prompt [root@eavernikovskaya ~]#.

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

Рис. 2: Режим суперпользователя

Создание виртуальных носителей

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)

```
[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: Проверка наличия созданных дисков

Создание виртуальных носителей

Создадим на каждом из дисков раздел: `sfdisk /dev/sdd <<EOF`, `sfdisk /dev/sde <<EOF` и `sfdisk /dev/sdf <<EOF` (рис. 4), (рис. 5), (рис. 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. 4: Создание раздела на диске /dev/sdd

Создание виртуальных носителей

```
[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. 5: Создание раздела на диске /dev/sde

Создание виртуальных носителей

```
[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. 6: Создание раздела на диске /dev/sdf

Создание виртуальных носителей

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. 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. 7: Проверка текущего типа созданных разделов

Посмотрим, какие типы 파티ций, относящиеся к RAID, можно задать: *sfdisk -T | grep -i raid* (рис. 8)

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

Рис. 8: Типы 파티ций, относящиеся к RAID

Создание виртуальных носителей

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. 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. 9: Установление типа разделов в Linux raid autodetect

Создание виртуальных носителей

Посмотрим состояние дисков: *sfdisk -l /dev/sdd*, *sfdisk -l /dev/sde* и *sfdisk -l /dev/sdf*. Тип разделов изменился на Linux raid autodetect (рис. 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: 0x5d24f9a0

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. 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. 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. 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. 12)

```
[root@eavernikovskaya ~]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 sdd1[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. 12: Состояние массива RAID (1)

Создадим файловую систему на RAID: *mkfs.ext4 /dev/md0* (рис. 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 ~]#
```

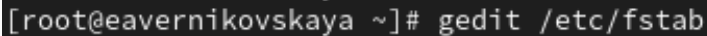
Рис. 13: Создание файловой системы ext4 на RAID

Подмонтируем RAID: *mkdir /data* и *mount /dev/md0 /data* (рис. 14)

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

Рис. 14: Подмонтирование RAID

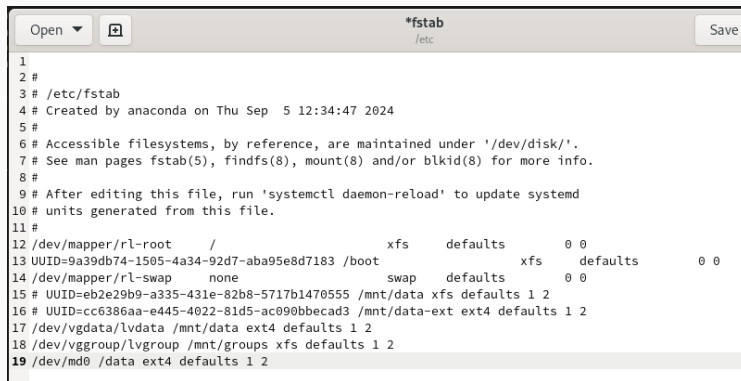
Далее для автомонтирования добавим запись в `/etc/fstab`: `/dev/md0 /data ext4 defaults 1 2` (рис. 15), (рис. 16)

A terminal window with a dark background. The prompt is [root@eavernikovskaya ~]#. The command gedit /etc/fstab has been entered and is highlighted in a lighter color.

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

Рис. 15: Открытие файла `/etc/fstab` (1)

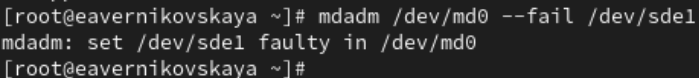
Создание виртуальных носителей



```
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. 16: Редактирование файла /etc/fstab (1)

Сымитируем сбой одного из дисков: *mdadm /dev/md0 --fail /dev/sde1* (рис. 17)



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

Рис. 17: Имитирование сбоя диска /dev/sde1 (1)

Удалим сбойный диск: *mdadm /dev/md0 --remove /dev/sde1* (рис. 18)

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

Рис. 18: Удаление сбойного диска /dev/sde1

Заменяем диск в массиве: *mdadm /dev/md0 --add /dev/sdf1* (рис. 19)

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

Рис. 19: Замена сбойного диска на /dev/sdf1

Посмотрим состояние массива (рис. 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. 20: Состояние массива RAID (2)

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. 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. 21: Удаление массива и очистка метаданных (1)

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

Добавим третий диск: *mdadm --add /dev/md0 /dev/sdf1* (рис. 23)

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

Рис. 23: Добавление третьего диска /dev/sdf1 (1)

Подмонтируем `/dev/md0` *mount /dev/md0* (рис. 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. 24: Подмонтирование `/dev/md0` (1)

RAID-массив с горячим резервом (hotspare)

Проверим состояние массива (рис. 25)

```
[root@eavernikovskaya ~]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 sdf1[2](S) sdd1[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 : 1aca45a5: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/sde1
           2      8      81        - spare   /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 25: Состояние массива RAID (3)

Сымитируем сбой одного из дисков: *mdadm /dev/md0 --fail /dev/sde1* (рис. 26)

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

Рис. 26: Имитирование сбоя диска /dev/sde1 (2)

RAID-массив с горячим резервом (hotspare)

Проверим состояние массива: *mdadm --detail /dev/md0* (рис. 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   /dev/sd
     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. 27: Состояние массива RAID (4)

RAID-массив с горячим резервом (hotspare)

Удалим массив и очистим метаданные (рис. 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/sde1
[root@eavernikovskaya ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 28: Удаление массива и очистка метаданных (2)

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. 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 ~]#
```

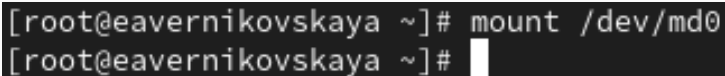
Рис. 29: Создание массива RAID 1 из двух дисков (3)

Добавим третий диск: *mdadm --add /dev/md0 /dev/sdf1* (рис. 30)

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

Рис. 30: Добавление третьего диска /dev/sdf1 (2)

Подмонтируем /dev/md0 (рис. 31)

A terminal window with a dark background and light-colored text. The prompt is [root@eavernikovskaya ~]#. The command mount /dev/md0 has been entered. The cursor is at the end of the second line, which also starts with the prompt [root@eavernikovskaya ~]#. There is a small white rectangular artifact between the prompt and the cursor on the second line.

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

Рис. 31: Подмонтирование /dev/md0 (2)

Преобразование массива RAID 1 в RAID 5

Проверим состояние массива (рис. 32)

```
[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 02:24:30 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/sdel
    2         8       81         -     spare   /dev/sdf1
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 32: Состояние массива RAID (5)

Преобразование массива RAID 1 в RAID 5

Измените тип массива RAID: *mdadm --grow /dev/md0 --level=5* (рис. 33)

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

Рис. 33: Изменение типа массива RAID

Преобразование массива RAID 1 в RAID 5

Проверим состояние массива (рис. 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/sdfl
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 34: Состояние массива RAID (6)

Преобразование массива RAID 1 в RAID 5

Изменим количество дисков в массиве RAID 5: *mdadm --grow /dev/md0 --raid-devices 3*
--raid-devices 3 (рис. 35)

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

Рис. 35: Изменение количества дисков в массиве RAID 5

Преобразование массива RAID 1 в RAID 5

Проверим состояние массива (рис. 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   /dev/sd
     0         8       49         0   active sync   /dev/sdd1
     1         8       65         1   active sync   /dev/sdel
     2         8       81         2   active sync   /dev/sdfl
[root@eavernikovskaya ~]#
```

Рис. 36: Состояние массива RAID (7)

Преобразование массива RAID 1 в RAID 5

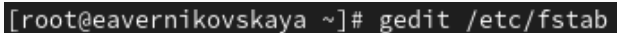
Удалим массив и очистим метаданные (рис. 37)

```
[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. 37: Удаление массива и очистка метаданных (3)

Преобразование массива RAID 1 в RAID 5

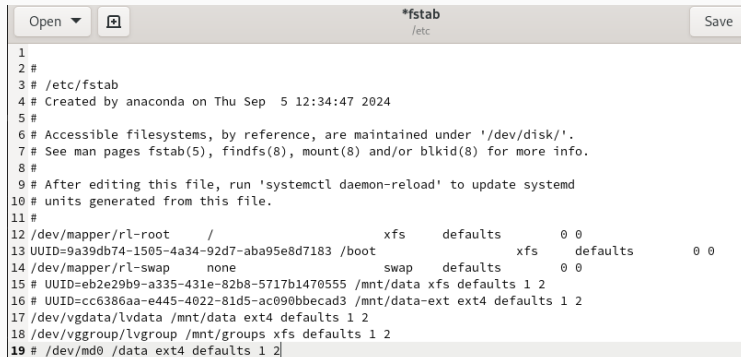
Закомментируем запись в `/etc/fstab`: `/dev/md0 /data ext4 defaults 1 2` (рис. 38),
(рис. 39)

A terminal window with a dark background. The prompt is [root@eavernikovskaya ~]#. The command gedit /etc/fstab has been entered, and a white cursor is visible at the end of the line.

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

Рис. 38: Открытие файла `/etc/fstab` (2)

Преобразование массива RAID 1 в RAID 5



```
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. 39: Редактирование файла /etc/fstab (2)

Подведение итогов

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

1. Лабораторная работа №16 [Электронный ресурс] URL:
https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/2400765/mod_resource/content/4/017-mdadm_raid.pdf