

Лабораторная работа №16

Программный RAID

Хохлачева Полина Дмитриевна

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Хохлачева Полина Дмитриевна
- Российский университет дружбы народов
- Номер студенческого билета- 1132242473
- [1132242473@pfur.ru]

Вводная часть

Освоить работу с RAID-массивами при помощи утилиты mdadm.

Выполнение лабораторной работы

Получаем полномочия администратора, проверка наличие дисков, создание разделов на каждом диске(рис. (fig:001?)).

```
[khokhlacheva@vbox ~]$ su -
Пароль:
[root@vbox ~]# fdisk -l | grep /dev/sd
Диск /dev/sda: 40 GiB, 42949672960 байт, 83886080 секторов
/dev/sda1 *                2048 2099199 2097152    1G
83 Linux
/dev/sda2                  2099200 83886079 81786880   39G
8e Linux LVM
Диск /dev/sdb: 512 MiB, 536870912 байт, 1048576 секторов
/dev/sdb1                  2048 206847 204800    100M
8e Linux LVM
/dev/sdb2                  206848 411647 204800    100M
8e Linux LVM
/dev/sdb3                  411648 616447 204800    100M
83 Linux
Диск /dev/sdf: 512 MiB, 536870912 байт, 1048576 секторов
Диск /dev/sdc: 512 MiB, 536870912 байт, 1048576 секторов
/dev/sdc1   2048 206847 204800    100M Файловая система Linux
/dev/sdc2  411648 616447 204800    100M Файловая система Linux
/dev/sdc3  616448 821247 204800    100M Файловая система Linux
/dev/sdc4  821248 1026047 204800    100M Linux swap
Диск /dev/sdd: 512 MiB, 536870912 байт, 1048576 секторов
Диск /dev/sde: 512 MiB, 536870912 байт, 1048576 секторов
[root@vbox ~]# sfdisk /dev/sdd <<EOF
> ;
EOF
Проверяется, чтобы сейчас никто не использовал этот диск... OK
Диск /dev/sdd: 512 MiB, 536870912 байт, 1048576 секторов
Disk model: VBOX HARDDISK
Единицы: секторов по 1 * 512 = 512 байт
Размер сектора (логический/физический): 512 байт / 512 байт
Размер I/O (минимальный/оптимальный): 512 байт / 512 байт
```

Разделы имеют тип 83 (стандартный Linux) ((fig:002?)).

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

Рис. 2: Разделы

Выполнение лабораторной работы

Диски /dev/sdd, /dev/sde, /dev/sdf по 512 МБ, на каждом создан раздел типа fd (Linux RAID),занимают всё пространство диска (511 МБ)(рис. (fig:003?)).

```
[root@vbox ~]# sfdisk -T | grep -i raid
fd Linux raid autodetect
[root@vbox ~]# sfdisk --change-id /dev/sdd 1 fd
sfdisk: change-id is deprecated in favour of --part-type

Таблица разделов была изменена
Вызывается ioctl() для перечитывания таблицы разделов.
Синхронизируются диски.
[root@vbox ~]# sfdisk --change-id /dev/sde 1 fd
sfdisk: change-id is deprecated in favour of --part-type

Таблица разделов была изменена
Вызывается ioctl() для перечитывания таблицы разделов.
Синхронизируются диски.
[root@vbox ~]# sfdisk --change-id /dev/sdf 1 fd
sfdisk: change-id is deprecated in favour of --part-type

Таблица разделов была изменена
Вызывается ioctl() для перечитывания таблицы разделов.
Синхронизируются диски.
[root@vbox ~]# sfdisk -l /dev/sdd
Диск /dev/sdd: 512 MiB, 536870912 байт, 1048576 секторов
Disk model: VBOX HARDDISK
Единицы: секторов по 1 * 512 = 512 байт
Размер сектора (логический/физический): 512 байт / 512 байт
Размер I/O (минимальный/оптимальный): 512 байт / 512 байт
Тип метки диска: dos
Идентификатор диска: 0x33ae98ea

Устр-во   Загрузочный  Конец  Секторы  Размер  Идентификат
ор Тип
/dev/sdd1          2048 1048575 1046528   511M
fd Авт
```


Выполнение лабораторной работы

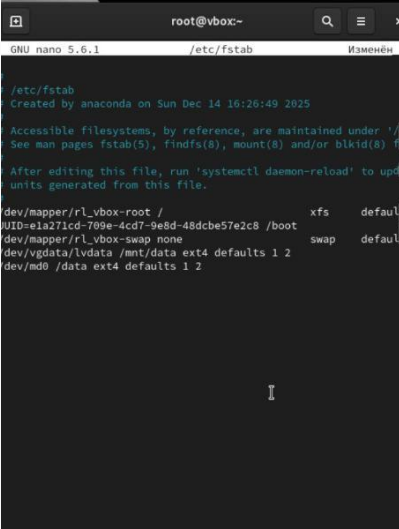
Создаём массив, проверяем состояние массива(рис. (fig:004?)).

```
[root@vbox ~]# 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/N]? y
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md0 started.
[root@vbox ~]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 sde1[1] sdd1[0]
      522240 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
[root@vbox ~]# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 0 spares. Use mdadm --detail
for more detail.
[root@vbox ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
   Version : 1.2
  Creation Time : Sat Dec 20 20:10:40 2025
    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 20 20:10:43 2025
     State : clean
   Active Devices : 2
 Working Devices : 2
```

Добавление записи(рис. (fig:005?)).

A screenshot of a terminal window with a dark background. The title bar shows 'root@vbox:~'. The terminal header indicates 'GNU nano 5.6.1' and the file path '/etc/fstab'. The content of the file is displayed in a light blue monospace font. It includes instructions from anaconda, a warning about accessible filesystems, and a list of four mount entries. The cursor is positioned at the end of the last line.

```
root@vbox:~
GNU nano 5.6.1 /etc/fstab

/etc/fstab
Created by anaconda on Sun Dec 14 16:26:49 2025

Accessible filesystems, by reference, are maintained under '/etc/fstab'.
See man pages fstab(5), findfs(8), mount(8) and/or blkid(8) for more info.

After editing this file, run 'systemctl daemon-reload' to update systemd
units generated from this file.

dev/mapper/rl_vbox-root / xfs defaults 1 2
UUID=ela271cd-709e-4cd7-9e8d-48dcbe57e2c8 /boot
dev/mapper/rl_vbox-swap none swap defaults 1 2
dev/vgdata/lvdata /mnt/data ext4 defaults 1 2
dev/md0 /data ext4 defaults 1 2
```

Выполнение лабораторной работы

Подмонтируем, добавляем запись, имитируем сбой. удаление сбойного диска, заменяем диск в массиве, удаляем массив и очищаем метаданные(рис. (fig:006?)).

```
[root@vbox ~]# mkdir /data
[root@vbox ~]# mount /dev/md0 /data
[root@vbox ~]# nano /etc/fstab
[root@vbox ~]# mdadm /dev/md0 --fail /dev/sde1
mdadm: set /dev/sde1 faulty in /dev/md0
[root@vbox ~]# mdadm /dev/md0 --remove /dev/sde1
mdadm: hot removed /dev/sde1 from /dev/md0
[root@vbox ~]# mdadm /dev/md0 --add /dev/sdf1
mdadm: added /dev/sdf1
[root@vbox ~]# umount /dev/md0
[root@vbox ~]# mdadm --stop /dev/md0
mdadm: stopped /dev/md0
[root@vbox ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sdd1
[root@vbox ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sde1
[root@vbox ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sdf1
[root@vbox ~]#
```

Выполнение лабораторной работы

Создайте массив RAID 1 из двух дисков, добавляем третий диск(рис. (fig:007?)).

```
root@vbox ~]# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 1 spare. Use mdadm --detail
for more detail.
root@vbox ~]# mdadm --detail /dev/md0
dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Sat Dec 20 20:30:13 2025
    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 20 20:30:31 2025
      State : clean
 Active Devices : 2
Working Devices : 3
 Failed Devices : 0
  Spare Devices : 1


Consistency Policy : resync

    Name : vbox:0 (local to host vbox)
   UUID : aaad7b94:08323149:c1436345:f9223aed
   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@vbox ~]# mdadm /dev/md0 --fail /dev/sde1
mdadm: set /dev/sde1 faulty in /dev/md0
root@vbox ~]# mdadm --detail /dev/md0
```

Выполнение лабораторной работы

RAID 1 /dev/md0: Работает на 2 из 3 дисков, /dev/sde1 — сбойный, Состояние: Clean (данные доступны), Размер: 510 МБ(рис. (fig:008?)).

```
[root@vbox ~]# mdadm /dev/md0 --fail /dev/sde1
mdadm: set /dev/sde1 faulty in /dev/md0
[root@vbox ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Sat Dec 20 20:30:13 2025
    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 20 20:31:09 2025
      State : clean
    Active Devices : 2
  Working Devices : 2
  Failed Devices : 1
    Spare Devices : 0

Consistency Policy : resync

    Name : vbox:0 (local to host vbox)
    UUID : aaad7b94:08323149:c1436345:f9223aed
    Events : 37
```

Сымитируем сбой одного из дисков, проверяем состояние, удаляем массив(рис. (fig:009?)).

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

Рис. 9: Состояние

Выполнение лабораторной работы

Создаём массив RAID 1 из двух дисков, добавляем третий диск, подмонтирование(рис. (fig:009?)).

```
[root@vbox ~]# 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/N]? y
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md0 started.
[root@vbox ~]# mdadm --add /dev/md0 /dev/sdf1
mdadm: added /dev/sdf1
[root@vbox ~]# mount /dev/md0
mount: (hint) your fstab has been modified, but systemd still uses
the old version; use 'systemctl daemon-reload' to reload.
```

Рис. 10: Массив

Выполнение лабораторной работы

RAID 1 работает нормально, есть запасной диск на случай сбоя(рис. (fig:011?)).

```
[root@vbox ~]# 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@vbox ~]# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 1 spare. Use mdadm --detail
for more detail.
[root@vbox ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
        Version : 1.2
        Creation Time : Sat Dec 20 20:38:44 2025
        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 20 20:39:01 2025
        State : clean
        Active Devices : 2
        Working Devices : 3
        Failed Devices : 0
        Spare Devices : 1


Consistency Policy : resync

        Name : vbox:0 (local to host vbox)
        UUID : 932fa167:53bed121:54ab7e8d:9cdddef4
        Events : 18
```


Выполнение лабораторной работы

Изменяем тип массива RAID, Состояние массива /dev/md0:Тип изменён: с RAID 1 → RAID 5,Диски: 2 активных, 1 запасной (всего 3),Состояние: Clean (работоспособен),Размер: 510 МБ (остался прежним),RAID 5 с 2 активными дисками: Эффективность как у RAID 0 (нет избыточности),Для полноценного RAID 5 нужно минимум 3 активных диска(рис. (fig:012?)).

```
[root@vbox ~]# mdadm --grow /dev/md0 --level=5
mdadm: level of /dev/md0 changed to raid5
[root@vbox ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Sat Dec 20 20:38:44 2025
    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 20 20:39:32 2025
     State : clean
   Active Devices : 2
 Working Devices : 3
  Failed Devices : 0
   Spare Devices : 1


    Layout : left-symmetric
   Chunk Size : 64K
```

Выполнение лабораторной работы

Состояние массива /dev/md0: Тип: RAID 5, Активные диски: 2 (/dev/sdd1, /dev/sde1), Запасной диск: 1 (/dev/sdf1), Состояние: Clean (работоспособен), Размер: 510 МБ (рис. (fig:013?)).

```
[root@vbox ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Sat Dec 20 20:38:44 2025
    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 20 20:39:32 2025
   State : clean
 Active Devices : 2
Working Devices : 3
 Failed Devices : 0
  Spare Devices : 1


 Layout : left-symmetric
 Chunk Size : 64K

Consistency Policy : resync

    Name : vbox:0 (local to host vbox)
   UUID : 932fa167:53bed121:54ab7e8d:9cdddef4
   Events : 19
```

Удаляем массив и очищаем метаданные(рис. (fig:014?)).

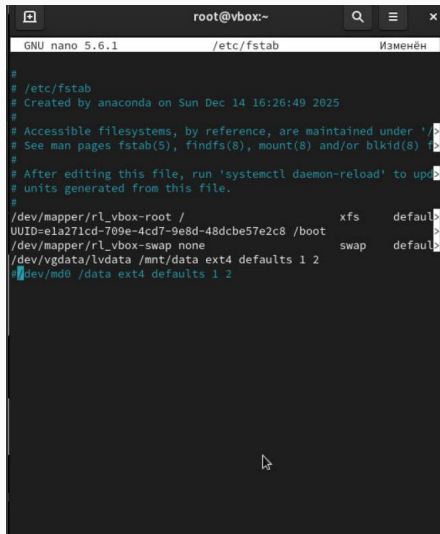
A terminal window with a dark background and light-colored text. The commands and their outputs are as follows:

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

Рис. 14: Удаление

Выполнение лабораторной работы

Закомментирование записи в /etc/fstab(рис. (fig:015?)).



The screenshot shows a terminal window titled 'root@vbox:~' with a search icon, a menu icon, and a close button. The window displays the contents of the /etc/fstab file using the nano 5.6.1 editor. The file's title bar shows 'GNU nano 5.6.1 /etc/fstab' and a status 'Изменён'. The file content includes a header with instructions and a list of filesystem entries. The entry for '/dev/md0 /data ext4 defaults 1 2' is being edited, with the '#' character being inserted at the beginning of the line to comment it out.

```
#  
# /etc/fstab  
# Created by anaconda on Sun Dec 14 16:26:49 2025  
#  
# Accessible filesystems, by reference, are maintained under '/>  
# See man pages fstab(5), findfs(8), mount(8) and/or blkid(8) f>  
#  
# After editing this file, run 'systemctl daemon-reload' to upd>  
# units generated from this file.  
#  
/dev/mapper/rl_vbox-root / xfs defaults 1 2  
UUID=ela271cd-709e-4cd7-9e8d-48dcbe57e2c8 /boot xfs defaults 1 2  
/dev/mapper/rl_vbox-swap none swap defaults 1 2  
/dev/vgdata/lvdata /mnt/data ext4 defaults 1 2  
# /dev/md0 /data ext4 defaults 1 2
```

Выводы

Мы освоили работу с RAID-массивами при помощи утилиты mdadm.