

# **Лабораторная работа №16**

## **Программный RAID**

Хохлачёва Полина Дмитриевна

# **Содержание**

<b>1 Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2 Выполнение лабораторной работы</b>	<b>6</b>
<b>3 Ответы на вопросы</b>	<b>19</b>
<b>4 Выводы</b>	<b>20</b>

# Список иллюстраций

2.1 Создание . . . . .	7
2.2 Разделы . . . . .	7
2.3 Диски . . . . .	8
2.4 Состояние . . . . .	9
2.5 Добавление . . . . .	10
2.6 Сбой . . . . .	11
2.7 Массив . . . . .	12
2.8 Описание . . . . .	13
2.9 Состояние . . . . .	13
2.10 Создание . . . . .	14
2.11 Работа . . . . .	15
2.12 Описание . . . . .	16
2.13 Оптсание . . . . .	17
2.14 Удаление . . . . .	17
2.15 Запись . . . . .	18

# **Список таблиц**

# **1 Цель работы**

Освоить работу с RAID-массивами при помощи утилиты mdadm.

## **2 Выполнение лабораторной работы**

Получаем полномочия администратора, проверка наличие дисков, создание разделов на каждом диске(рис. 2.1).

```
[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      8
e Linux LVM
/dev/sdb2                  206848 411647   204800   100M      8
e Linux LVM
/dev/sdb3                  411648 616447   204800   100M      8
3 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

>>> Создана новая метка DOS с идентификатором 0x33ae98ea.
/dev/sdd1: Создан новый раздел 1 с типом 'Linux' и размером 511
MiB.
/dev/sdd2: Done.

Новая ситуация:
Тип метки диска: dos
Идентификатор диска: 0x33ae98ea
```

Рис. 2.1: Создание

Разделы имеют тип 83 (стандартный Linux).(рис. 2.2).

```
[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. 2.2: Разделы

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. 2.3).

```
[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 начало      Конец Секторы Размер Идентификат
ор Тип
/dev/sdd1                  2048 1048575 1046528  511M
fd Авт

[root@vbox ~]# sfdisk -l /dev/sde
Диск /dev/sde: 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: 0xab2d921e
```

Рис. 2.3: Диски

Создаём массив, проверяем состояние массива(рис. 2.4).

```
[root@vbox ~]# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --rai  
d-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 --detai  
l 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  
            Failed Devices : 0  
            Spare Devices : 0  
  
Consistency Policy : resync
```

Рис. 2.4: Состояние

Добавление записи(рис. 2.5).

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

/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 details.

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

/dev/mapper/rl_vbox-root /           xfs      defaults
UUID=e1a271cd-709e-4cd7-9e8d-48dcbe57e2c8 /boot      ext4     defaults
/dev/mapper/rl_vbox-swap none        swap      defaults
/dev/vgdata/lvdata /mnt/data ext4 defaults 1 2
/dev/md0 /data ext4 defaults 1 2
```

Справка Записать Поиск Вырезать Выполнить  
Выход Читать Замена Вставить Выровнять

Рис. 2.5: Добавление

Подмонтируем, добавляем запись, имитируем сбой. удаление сбойного диска, заменяем диск в массиве, удаляем массив и очищаем метаданные(рис. 2.6).

```
[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 ~]#
```

Рис. 2.6: Сбой

Создайте массив RAID 1 из двух дисков, добавляем третий диск,(рис. 2.7).

```
[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
/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)
```

Рис. 2.7: Массив

RAID 1 /dev/md0: Работает на 2 из 3 дисков,/dev/sde1 – сбойный,Состояние: Clean (данные доступны),Размер: 510 МБ(рис. 2.8).

```
[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

          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
```

Рис. 2.8: Описание

Сымитируем сбой одного из дисков, проверяем состояние, удаляем массив(рис. 2.9).

```
[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. 2.9: Состояние

Создаём массив RAID 1 из двух дисков, добавляем третий диск, подмонтирование(рис. 2.10).

```
[root@vbox ~]# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --rai  
d-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 us  
es  
      the old version; use 'systemctl daemon-reload' to reload.  
[root@vbox ~]#
```

Рис. 2.10: Создание

RAID 1 работает нормально, есть запасной диск на случай сбоя.(рис. 2.11).

```

[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

      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

```

Рис. 2.11: Работа

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. 2.12).

```
[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

Consistency Policy : resync

                    Name : vbox:0 (local to host vbox)
                      UUID : 932fa167:53bed121:54ab7e8d:9cdddef4
                      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@vbox ~]# mdadm --grow /dev/md0 --raid-devices
```

Рис. 2.12: Описание

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. 2.13).

```
[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

      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
```

Рис. 2.13: Оптсание

Удаляем массив и очищаем метаданные(рис. 2.14).

```
[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. 2.14: Удаление

Закомментированние записи в /etc/fstab(рис. 2.15).

The screenshot shows a terminal window titled "root@vbox:~". The window contains the contents of the "/etc/fstab" file, which is being edited with the "nano" text editor. The file includes comments about its maintenance and a list of file system entries. A cursor is visible in the bottom right corner of the terminal window. At the bottom of the screen, there is a status bar with Russian text and keyboard shortcuts.

```
GNU nano 5.6.1          /etc/fstab          Изменён

#
# /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 /
UUID=e1a271cd-709e-4cd7-9e8d-48dcbe57e2c8 /boot
/dev/mapper/rl_vbox-swap none swap defaults
/dev/vgdata/lvdata /mnt/data ext4 defaults 1 2
# /dev/md0 /data ext4 defaults 1 2

[ Прочитано 16 строк ]
^G Справка ^O Записать ^W Поиск ^K Вырезать ^T Выполнить
^X Выход ^R ЧитФайл ^\ Замена ^U Вставить ^J Выровнять
```

Рис. 2.15: Запись

## **3 Ответы на вопросы**

1. RAID – объединение дисков в массив для повышения скорости/надёжности.
2. Основные типы: RAID 0, 1, 5, 6, 10, 50, 60.
3. RAID 0 – скорость, нет надёжности.

RAID 1 – зеркало, надёжность, 50% потеря ёмкости.

RAID 5 – чередование с чётностью, 1 диск на отказ.

RAID 6 – два диска на отказ, для критичных данных.

## **4 Выводы**

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