

Лабораторная работа №16

Программный RAID

Хохлачёва Полина Дмитриевна

Содержание

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

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
    8 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 --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

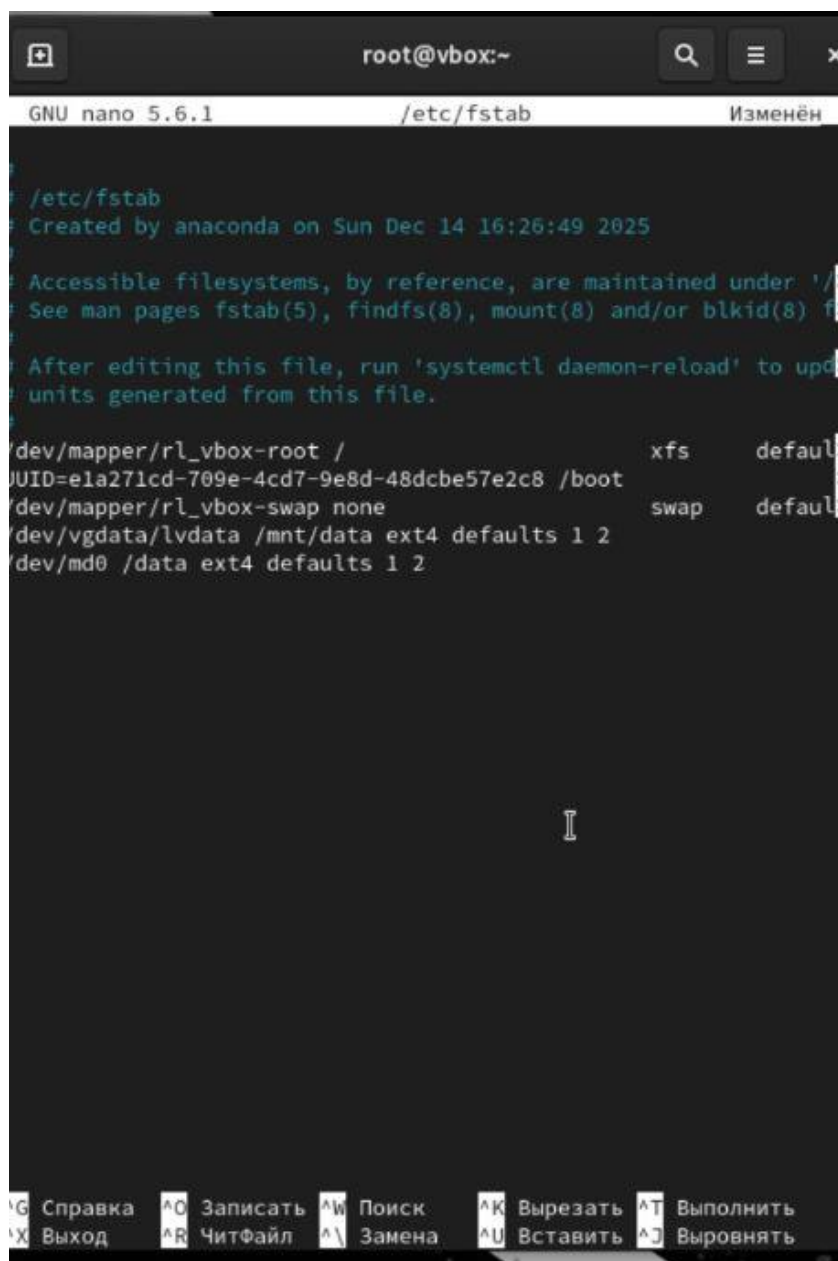
   Update Time : Sat Dec 20 20:10:43 2025
     State : clean
  Active Devices : 2
 Working Devices : 2
  Failed Devices : 0
   Spare Devices : 0

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 '/dev/disk/by-label'
# 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
UUID=e1a271cd-709e-4cd7-9e8d-48dcbe57e2c8 /boot    xfs     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
```

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 --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. 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   /dev/sdd1
     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: Описание

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

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

```
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 'f>  
# 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=e1a271cd-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  
  
[ Прочитано 16 строк ]  
^G Справка ^O Записать ^W Поиск ^K Вырезать ^T Выполнить  
^X Выход ^R ЧитФайл ^\ Замена ^U Вставить ^J Выводить
```

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% потерь 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.