

# **Лабораторная работа № 16.**

## **Программный RAID**

**Отчёт**

Сергеев Даниил Олегович

# **Содержание**

<b>1 Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2 Задание</b>	<b>6</b>
<b>3 Ход выполнения лабораторной работы</b>	<b>7</b>
3.1 Создание виртуальных носителей . . . . .	7
3.2 Создание RAID-диска . . . . .	7
3.3 RAID-массив с горячим резервом (hotspare) . . . . .	15
3.4 Преобразование массива RAID 1 в RAID 5 . . . . .	17
<b>4 Ответы на контрольные вопросы</b>	<b>21</b>
<b>5 Вывод</b>	<b>23</b>
<b>Список литературы</b>	<b>24</b>

# Список иллюстраций

3.1 Диски в меню VirutalBox . . . . .	7
3.2 Список подключенных дисков . . . . .	8
3.3 Создание раздела на /dev/sdg . . . . .	9
3.4 Создание раздела на /dev/sdf . . . . .	9
3.5 Создание раздела на /dev/sdb . . . . .	10
3.6 Проверка типа разделов . . . . .	10
3.7 Установка типа fd для разделов . . . . .	11
3.8 Состояние дисков sdg, sdf, sdb . . . . .	11
3.9 Состояние массива /dev/md0 . . . . .	12
3.10 Форматирование и “сбой” /dev/md0 . . . . .	13
3.11 Состояние /dev/md0 после замены диска . . . . .	14
3.12 Удаление массива RAID /dev/md0 . . . . .	14
3.13 Добавление диска к новому массиву . . . . .	15
3.14 Состояние RAID1 /dev/md0 с тремя дисками . . . . .	16
3.15 Состояние RAID1 с 3-мя дисками после сбоя . . . . .	16
3.16 Создание RAID1 /dev/md0 . . . . .	17
3.17 Состояние RAID1 /dev/md0 . . . . .	18
3.18 Состояние RAID5 /dev/md0 . . . . .	19
3.19 Состояние RAID5 /dev/md0, с размером 3 диска . . . . .	19

# **Список таблиц**

# **1 Цель работы**

Освоить работу с RAID-массивами при помощи утилиты mdadm. [1]

## **2 Задание**

- Прочитайте руководство по работе с утилитами fdisk, sfdisk и mdadm.
- 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.
- Создать массив RAID 1 из двух дисков, смонтировать его. Эмулировать сбой одного из дисков массива, удалить искусственно выведенный из строя диск, добавить в массив работающий диск.
- Создать массив RAID 1 из двух дисков, смонтировать его. Добавить к массиву третий диск. Эмулировать сбой одного из дисков массива. Проанализировать состояние массива, указать различия по сравнению с предыдущим случаем.
- 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 Ход выполнения лабораторной работы**

## **3.1 Создание виртуальных носителей**

Перед выполнением лабораторной работы добавим через меню VirutalBox дополнительные диски disk4.vdi, disk5.vdi, disk6.vdi размером 512 МБ.

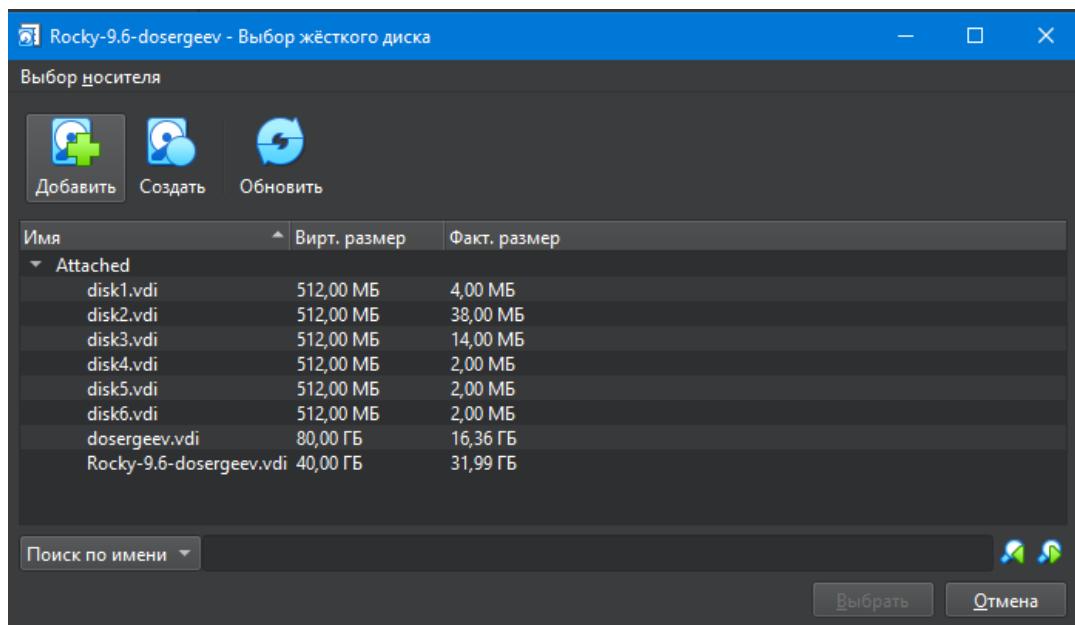


Рис. 3.1: Диски в меню VirutalBox

## **3.2 Создание RAID-диска**

Получим полномочия администратора и проверим наличие созданных дисков.

```
su -  
fdisk -l | grep /dev/sd
```

Добавленные диски отобразились как /dev/sdg /dev/sdf и /dev/sdb.

```
[dosergeev@dosergeev ~]$ su -  
Password:  
[root@dosergeev ~]# fdisk -l | grep /dev/sd  
Disk /dev/sdg: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors  
Disk /dev/sdf: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors  
Disk /dev/sdb: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors  
Disk /dev/sdd: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors  
/dev/sd1      2048 206847 204800 100M 8e Linux LVM  
/dev/sd2      206848 411647 204800 100M 8e Linux LVM  
Disk /dev/sde: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors  
Disk /dev/sdc: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors  
/dev/sdcl     2048 821247 819200 400M 8e Linux LVM  
Disk /dev/sda: 40 GiB, 42949672960 bytes, 83886080 sectors  
/dev/sdal    * 2048 2099199 2097152 1G 83 Linux  
/dev/sda2    2099200 83886079 81786880 39G 8e Linux LVM
```

Рис. 3.2: Список подключенных дисков

Создадим на каждом из дисков по разделу и проверим их тип:

```
sfdisk /dev/sdg <<EOF  
;  
EOF  
  
sfdisk /dev/sdf <<EOF  
;  
EOF  
  
sfdisk /dev/sdb <<EOF  
;  
EOF  
  
sfdisk --print-id /dev/sdg 1  
sfdisk --print-id /dev/sdf 1  
sfdisk --print-id /dev/sdb 1
```

Каждый из разделов имеет тип 83:Linux - файловая система Linux, которая ставится по умолчанию.

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

Disk /dev/sdg: 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 0x6da88e21.
/dev/sdg1: Created a new partition 1 of type 'Linux' and of size 511 MiB.
/dev/sdg2: Done.

New situation:
Disklabel type: dos
Disk identifier: 0x6da88e21

Device      Boot Start     End Sectors  Size Id Type
/dev/sdg1          2048 1048575 1046528 511M 83 Linux

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.
```

Рис. 3.3: Создание раздела на /dev/sdg

```
[root@dosergeev ~]# 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 0xc3080560.
/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: 0xc3080560

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.
```

Рис. 3.4: Создание раздела на /dev/sdf

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

Disk /dev/sdb: 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: 0xaab2be2b

Old situation:

>>> Created a new DOS disklabel with disk identifier 0x5332b9b8.
/dev/sdb1: Created a new partition 1 of type 'Linux' and of size 511 MiB.
/dev/sdb2: Done.

New situation:
Disklabel type: dos
Disk identifier: 0x5332b9b8

Device      Boot Start     End Sectors  Size Id Type
/dev/sdb1          2048 1046528  1026080 511M 83 Linux

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.
```

Рис. 3.5: Создание раздела на /dev/sdb

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

Рис. 3.6: Проверка типа разделов

Посмотрим, какие типыパーティций относятся к RAID в утилите sfdisk:

```
sfdisk -T | grep -i raid
```

Можно задать тип fd:Linux raid autodetect, установим его:

```
sfdisk --change-id /dev/sdg 1 fd
sfdisk --change-id /dev/sdf 1 fd
sfdisk --change-id /dev/sdb 1 fd
```

```
[root@dosergeev ~]# sfdisk -T | grep -i raid
fd Linux raid autodetect
[root@dosergeev ~]# sfdisk --change-id /dev/sdg 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@dosergeev ~]# 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@dosergeev ~]# sfdisk --change-id /dev/sdb 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.
```

Рис. 3.7: Установка типа fd для разделов

Посмотрим состояние дисков:

```
sfdisk -l /dev/sdg
sfdisk -l /dev/sdf
sfdisk -l /dev/sdb
```

```
[root@dosergeev ~]# sfdisk -l /dev/sdg
Disk /dev/sdg: 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: 0x6da88e21

Device      Boot Start     End Sectors  Size Id Type
/dev/sd1       2048 1048575 1046528 511M fd Linux raid autodetect
[root@dosergeev ~]# 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: 0xc3080560

Device      Boot Start     End Sectors  Size Id Type
/dev/sd1       2048 1048575 1046528 511M fd Linux raid autodetect
[root@dosergeev ~]# sfdisk -l /dev/sdb
Disk /dev/sdb: 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: 0x5332b9b8

Device      Boot Start     End Sectors  Size Id Type
/dev/sd1       2048 1048575 1046528 511M fd Linux raid autodetect
```

Рис. 3.8: Состояние дисков sdg, sdf, sdb

У каждого из них имеется раздел под номером 1, который занимает все имеющееся пространство и имеет тип fd.

При помощи утилиты mdadm создадим массив RAID 1 из двух дисков /dev/sdg1 и /dev/sdf1:

```
mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdg1 /dev/sdf1
```

Проверим состояние массива RAID: /dev/md0:

```
cat /proc/mdstat  
mdadm --query /dev/md0  
mdadm --detail /dev/md0
```

```
[root@dosergeev ~]# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdg1 /dev/sdf1  
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@dosergeev ~]# cat /proc/mdstat  
Personalities : [raid1]  
md0 : active raid1 sdf1[1] sdg1[0]  
      522240 blocks super 1.2 [2/2] [UU]  
  
unused devices: <none>  
[root@dosergeev ~]# mdadm --query /dev/md0  
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 0 spares. Use mdadm --detail for more detail.  
[root@dosergeev ~]# mdadm --detail /dev/md0  
/dev/md0:  
      Version : 1.2  
        Creation Time : Sat Dec 20 20:27:39 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 20:27:42 2025  
          State : clean  
        Active Devices : 2  
        Working Devices : 2  
        Failed Devices : 0  
        Spare Devices : 0  
  
Consistency Policy : resync  
  
              Name : dosergeev.localdomain:0 (local to host dosergeev.localdomain)  
              UUID : 8409a008:03669712:89b26cf2:95e01c2c  
              Events : 17  
  
      Number  Major  Minor  RaidDevice State  
        0       8       97       0     active sync   /dev/sdg1  
        1       8       81       1     active sync   /dev/sdf1
```

Рис. 3.9: Состояние массива /dev/md0

Массив /dev/md0 активен и имеет тип raid1. В нем находится два активных раздела [0]/dev/sdg1 и [1]/dev/sdf1.

Создадим файловую систему на RAID, подмонтируем и добавим в автомониторинг:

```

mkfs.ext4 /dev/md0
mkdir /data
mount /dev/md0 /data

# внутри /etc/fstab
/dev/md0 /data ext4 defaults 1 2

```

Сымитируем сбой одного из дисков и удалим его. Заменим на /dev/sdb1:

```

mdadm /dev/md0 --fail /dev/sdg1
mdadm /dev/md0 --remove /dev/sdg1
mdadm /dev/md0 --add /dev/sdb1

```

```

[root@dosergeev ~]# mkfs.ext4 /dev/md0
mke2fs 1.46.5 (30-Dec-2021)
Creating filesystem with 522240 1k blocks and 130560 inodes
Filesystem UUID: 407e5432-37b4-4892-acc9-b529f0386ae2
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@dosergeev ~]# mkdir /data
mkdir: cannot create directory '/data': File exists
[root@dosergeev ~]# mount /dev/md0 /data
[root@dosergeev ~]# vi /etc/fstab
[root@dosergeev ~]# mount -a
[root@dosergeev ~]# mount | grep md0
/dev/md0 on /data type ext4 (rw,relatime,seclabel)
[root@dosergeev ~]# mdadm /dev/md0 --fail /dev/sdg1
[root@dosergeev ~]# mdadm /dev/md0 --remove /dev/sdg1
mdadm: hot removed /dev/sdg1 from /dev/md0
[root@dosergeev ~]# mdadm /dev/md0 --add /dev/sdb1
mdadm: added /dev/sdb1

```

Рис. 3.10: Форматирование и “сбой” /dev/md0

Проверим состояние массива:

```
mdadm --detail /dev/md0
```

```
[root@dosergeev ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
      Version : 1.2
      Creation Time : Sat Dec 20 20:27:39 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 20:32:39 2025
                  State : clean
      Active Devices : 2
      Working Devices : 2
      Failed Devices : 0
      Spare Devices : 0

Consistency Policy : resync

      Name : dosergeev.localdomain:0  (local to host dosergeev.localdomain)
      UUID : 8409a008:03669712:89b26cf2:95e01c2c
      Events : 39

      Number  Major  Minor  RaidDevice State
          2      8       17        0     active sync   /dev/sdb1
          1      8       81        1     active sync   /dev/sdf1
```

Рис. 3.11: Состояние /dev/md0 после замены диска

Теперь вместо диска /dev/sdg1 указан диск [1]/dev/sdb1, который имеет номер 2 в списке и номер 0 в RAID.

Удалим массив и очистим метаданные:

```
umount /dev/md0
mdadm --stop /dev/md0
mdadm --zero-superblock /dev/sdg1
mdadm --zero-superblock /dev/sdf1
mdadm --zero-superblock /dev/sdb1
```

```
[root@dosergeev ~]# umount /dev/md0
umount: /dev/md0: not mounted.
[root@dosergeev ~]# mdadm --stop /dev/md0
mdadm: stopped /dev/md0
[root@dosergeev ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sdg1
[root@dosergeev ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sdf1
[root@dosergeev ~]# mdadm --zero-superblock /dev/sdb1
```

Рис. 3.12: Удаление массива RAID /dev/md0

### 3.3 RAID-массив с горячим резервом (hotspare)

Создадим RAID1 /dev/md0 ещё раз, но добавим к нему третий диск (после создания). Подмонтируем массив:

```
mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdg1 /dev/sdf1  
mdadm --add /dev/md0 /dev/sdb1  
mount /dev/md0
```

```
[root@dosergeev ~]# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdg1 /dev/sdf1  
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@dosergeev ~]# mdadm -add /dev/md0 /dev/sdb1  
mdadm: option -d not valid in manage mode  
[root@dosergeev ~]# mdadm --add /dev/md0 /dev/sdb1  
mdadm: added /dev/sdb1  
[root@dosergeev ~]# mount /dev/md0  
mount: (hint) your fstab has been modified, but systemd still uses  
      the old version; use 'systemctl daemon-reload' to reload.
```

Рис. 3.13: Добавление диска к новому массиву

Проверим состояние массива:

```
cat /proc/mdstat  
mdadm --query /dev/md0  
mdadm --detail /dev/md0
```

```
[root@dosergeev ~]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 sdb1[2](S) sdf1[1] sdg1[0]
      522240 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
[root@dosergeev ~]# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 1 spare. Use mdadm --detail for more detail.
[root@dosergeev ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
      Version : 1.2
      Creation Time : Sat Dec 20 20:35:15 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 20:35:48 2025
      State : clean
      Active Devices : 2
      Working Devices : 3
      Failed Devices : 0
      Spare Devices : 1

Consistency Policy : resync

      Name : dosergeev.localdomain:0 (local to host dosergeev.localdomain)
      UUID : 1822a065:f277c202:56ed424a:194a9170
      Events : 18

      Number  Major  Minor  RaidDevice State
         0      8      97        0     active sync   /dev/sdg1
         1      8      81        1     active sync   /dev/sdf1
         2      8      17        -     spare    /dev/sdb1
```

Рис. 3.14: Состояние RAID1 /dev/md0 с тремя дисками

Массив /dev/md0 активен и имеет тип raid1. В нем находится два активных раздела [0]/dev/sdg1 и [1]/dev/sdf1 и один резервный (spare) [-]/dev/sdb1, который не активен.

Сымитируем сбой диска /dev/sdf1 и проверим состояние массива:

```
mdadm /dev/md0 --fail /dev/sdf1
mdadm --detail /dev/md0
```

```
[root@dosergeev ~]# mdadm /dev/md0 --fail /dev/sdf1
[root@dosergeev ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
      Version : 1.2
      Creation Time : Sat Dec 20 20:35:15 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 20:37:44 2025
      State : clean
      Active Devices : 2
      Working Devices : 2
      Failed Devices : 1
      Spare Devices : 0

Consistency Policy : resync

      Name : dosergeev.localdomain:0 (local to host dosergeev.localdomain)
      UUID : 1822a065:f277c202:56ed424a:194a9170
      Events : 37

      Number  Major  Minor  RaidDevice State
         0      8      97        0     active sync   /dev/sdg1
         2      8      17        1     active sync   /dev/sdb1
         1      8      81        -     faulty    /dev/sdf1
```

Рис. 3.15: Состояние RAID1 с 3-мя дисками после сбоя

Массив автоматически пересобрался - теперь активны диски [0]/dev/sdg1 и [1]/dev/sdb1. Диск [-]/dev/sdf1, в свою очередь, имеет состояние faulty, это значит что диск неисправен.

Удалим массив и очистим метаданные:

```
umount /dev/md0  
mdadm --stop /dev/md0  
mdadm --zero-superblock /dev/sdg1  
mdadm --zero-superblock /dev/sdf1  
mdadm --zero-superblock /dev/sdb1
```

### 3.4 Преобразование массива RAID 1 в RAID 5

Создадим RAID1 /dev/md0, добавим к нему третий диск (после создания). Подмонтируем массив:

```
mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdg1 /dev/sdf1  
mdadm --add /dev/md0 /dev/sdb1  
mount /dev/md0
```

```
[root@dosergeev ~]# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdg1 /dev/sdf1  
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@dosergeev ~]# mdadm --add /dev/md0 /dev/sdb1  
mdadm: added /dev/sdb1  
[root@dosergeev ~]# mount /dev/md0  
mount: (hint) your fstab has been modified, but systemd still uses  
      the old version; use 'systemctl daemon-reload' to reload.
```

Рис. 3.16: Создание RAID1 /dev/md0

Проверим состояние:

```
cat /proc/mdstat  
mdadm --query /dev/md0  
mdadm --detail /dev/md0
```

```
[root@dosergeev ~]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 sdb1[2](S) sdf1[1] sdg1[0]
      522240 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
[root@dosergeev ~]# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 1 spare. Use mdadm --detail for more detail.
[root@dosergeev ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
      Version : 1.2
      Creation Time : Sat Dec 20 20:39:06 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 20:39:26 2025
      State : clean
      Active Devices : 2
      Working Devices : 3
      Failed Devices : 0
      Spare Devices : 1

Consistency Policy : resync

      Name : dosergeev.localdomain:0  (local to host dosergeev.localdomain)
      UUID : b2b93fd6:974457c6:0ec5d412:e6eb86f8
      Events : 18

      Number  Major  Minor  RaidDevice State
          0      8      97        0     active sync   /dev/sdg1
          1      8      81        1     active sync   /dev/sdf1
          2      8      17        -     spare    /dev/sdb1
```

Рис. 3.17: Состояние RAID1 /dev/md0

Оно аналогично состоянию, что было в начале предыдущего задания: Массив /dev/md0 активен и имеет тип raid1. В нем находится два активных раздела [0]/dev/sdg1 и [1]/dev/sdf1 и один резервный (spare) [-]/dev/sdb1, который не активен.

Изменим тип массива и проверим состояние:

```
mdadm --grow /dev/md0 --level=5
mdadm --detail /dev/md0
```

```
[root@dosergeev ~]# mdadm --grow /dev/md0 --level=5
mdadm: level of /dev/md0 changed to raid5
[root@dosergeev ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
      Version : 1.2
      Creation Time : Sat Dec 20 20:39:06 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 20:40:30 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 : dosergeev.localdomain:0  (local to host dosergeev.localdomain)
      UUID : b2b93fd6:974457c6:0ec5d412:e6eb86f8
      Events : 19

      Number  Major  Minor  RaidDevice State
         0      8      97        0     active sync   /dev/sdg1
         1      8      81        1     active sync   /dev/sdf1
         2      8      17        -     spare      /dev/sdb1
```

Рис. 3.18: Состояние RAID5 /dev/md0

Теперь массив имеет тип raid5, однако третий диск [-]/dev/sdb1 все ещё не активен и имеет статус запасного, так как в RAID задан размер 2 диска.

Изменим количество дисков в массиве RAID5:

`mdadm --grow /dev/md0 --raid-devices 3`

`mdadm --detail /dev/md0`

```
[root@dosergeev ~]# mdadm --grow /dev/md0 --raid-devices 3
[root@dosergeev ~]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
      Version : 1.2
      Creation Time : Sat Dec 20 20:39:06 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 : 3
      Total Devices : 3
        Persistence : Superblock is persistent

        Update Time : Sat Dec 20 20:41:33 2025
                      State : clean, reshaping
        Active Devices : 3
       Working Devices : 3
          Failed Devices : 0
            Spare Devices : 0

              Layout : left-symmetric
            Chunk Size : 64K

Consistency Policy : resync

      Reshape Status : 26% complete
      Delta Devices : 1, (2->3)

      Name : dosergeev.localdomain:0  (local to host dosergeev.localdomain)
      UUID : b2b93fd6:974457c6:0ec5d412:e6eb86f8
      Events : 33

      Number  Major  Minor  RaidDevice State
         0      8      97        0     active sync   /dev/sdg1
         1      8      81        1     active sync   /dev/sdf1
         2      8      17        2     active sync   /dev/sdb1
```

Рис. 3.19: Состояние RAID5 /dev/md0, с размером 3 диска

Диск [2]/dev/sdb1 автоматически подключился и активировался, теперь работают 3 диска из 3.

Удалим массив и очистим метаданные:

```
umount /dev/md0  
mdadm --stop /dev/md0  
mdadm --zero-superblock /dev/sdg1  
mdadm --zero-superblock /dev/sdf1  
mdadm --zero-superblock /dev/sdb1
```

## **4 Ответы на контрольные вопросы**

1. Приведите определение RAID.
  - RAID (Redundant Array of Independent Disks – Избыточный массив независимых дисков) – это метод виртуализации, позволяющий объединять несколько дисков в единый логический том, имеющий лучшие характеристики<sup>1</sup> или, простыми словами, несколько дисков, соединенных в единую систему с выделенным местом для исправления ошибок в данных.
2. Какие типы RAID-массивов существуют на сегодняшний день?
  - RAID 0 - чередование;
  - RAID 1 - зеркало;
  - RAID 2 - чередование + код Хемминга;
  - RAID 3 - чередование + диск четности;
  - RAID 4 - чередование + диск четности (блоки данных вместо байтов);
  - RAID 5 - чередование + хранение контрольных сумм распределяется по всему массиву;
  - RAID 6 - чередование + две контрольные суммы;
  - RAID 10 - массив RAID 0, построенный из RAID 1;
  - RAID 50 - массив RAID 0, построенный из RAID 5;
  - RAID 60 - массив RAID 0, построенный из RAID 6;
3. Охарактеризуйте RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 6, опишите алгоритм работы, назначение, приведите примеры применения.

3.1. RAID 0 - Данные разбиваются на блоки и записываются на два или более дисков последовательно и без дублирования. - Назначение: увеличение производительности. - Примеры: **не критичные к потере данных**, но требующие высокой скорости системы.

3.2. RAID 1 - Представляет собой полную копию информации одного диска массива на другой. - Назначение: необходим для важных данных, сохранение которых стоит в приоритете. - Примеры: файл-сервера с критически важными данными, малые базы данных.

3.3. RAID 5 - Данные и контрольные суммы, необходимые для восстановления, распределяются по всем дискам массива. - Четность рассчитывается по алгоритму XOR. - Назначение: баланс между производительностью, отказоустойчивостью и эффективностью использования пространства. - Примеры: сервера общего назначения, системы хранения данных, архивы, где важны и объем и надежность.

3.4. RAID 6 - Улучшенный RAID 5. Контрольные суммы на этот массив записываются в двойном размере, что требует и увеличения объема для их хранения в два раза. - Назначение: повышенная отказоустойчивость. Создан для повышения надежности в массивах с большим количеством дисков и/или с дисками большой емкости. - Примеры: системы, в которых простоя недопустимы, большие массивы хранения данных, системы резервного копирования.

## **5 Вывод**

В результате выполнения лабораторной работы я узнал как создавать RAID-массивы в операционной системе Linux и освоил работу специальной утилиты mdadm.

## **Список литературы**

1. Kulyabov, Korolykova. Лабораторная работа № 16. Программный RAID. [https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/2843533/mod\\_resource/content/4/016-lvm.pdf](https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/2843533/mod_resource/content/4/016-lvm.pdf); RUDN.