

Отчёт по лабораторной работе №16

Программный RAID

Амина Аджигалиева

Содержание

1	Цель работы	5
2	Ход выполнения работы	6
2.1	Подготовка и проверка дисков	6
2.2	Создание RAID-массива уровня 1	9
2.3	Создание RAID-массива с горячим резервом	12
2.4	Преобразование массива RAID 1 в RAID 5	15
3	Контрольные вопросы	20
4	Заключение	22

Список иллюстраций

2.1	Проверка доступных дисков	6
2.2	Создание разделов и просмотр их параметров	7
2.3	Изменение типа разделов на RAID	8
2.4	Состояние дисков после изменения типа	9
2.5	Создание RAID и проверка состояния	10
2.6	Детальный вывод mdadm	10
2.7	Создание ФС и монтирование	11
2.8	Конфигурация fstab	11
2.9	Состояние массива после замены диска	12
2.10	Удаление массива и очистка суперблоков	12
2.11	Создание RAID 1	13
2.12	Состояние массива RAID 1 с hotspare	14
2.13	Сбой диска в RAID и автозамена hotspare	15
2.14	Удаление массива и очистка суперблоков	15
2.15	Создание RAID1	16
2.16	Добавление третьего диска	17
2.17	Изменение уровня массива на RAID 5	18
2.18	Расширение RAID 5 до трёх дисков	19
2.19	Очистка суперблоков	19

Список таблиц

1 Цель работы

Освоить работу с RAID-массивами при помощи утилиты mdadm.

2 Ход выполнения работы

2.1 Подготовка и проверка дисков

Сначала были получены права администратора с помощью команды `su -`. Затем выполнена проверка доступных в системе дисков. На скриншоте отображаются устройства `/dev/sdb`, `/dev/sdd`, `/dev/sdf`, подготовленные для использования в RAID.

```
aradzhigalieva@aradzhigalieva:~$ su
Password:
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# fdisk -l | grep /dev/sd
Disk /dev/sda: 1.5 GiB, 1610612736 bytes, 3145728 sectors
/dev/sda1      2048 616447 614400 300M 8e Linux LVM
/dev/sda2      616448 1230847 614400 300M 8e Linux LVM
Disk /dev/sdb: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
Disk /dev/sdc: 1.5 GiB, 1610612736 bytes, 3145728 sectors
/dev/sdc1      2048 1230847 1228800 600M 8e Linux LVM
/dev/sdc2      1230848 2152447 921600 450M 8e Linux LVM
Disk /dev/sde: 40 GiB, 42949672960 bytes, 83886080 sectors
/dev/sde1      2048 4095 2048 1M BIOS boot
/dev/sde2      4096 2101247 2097152 1G Linux extended boot
/dev/sde3      2101248 83884031 81782784 39G Linux LVM
Disk /dev/sdd: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
Disk /dev/sdf: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
```

Рис. 2.1: Проверка доступных дисков

Для каждого из добавленных дисков был создан новый раздел. После этого был определён тип созданных разделов. Все они имели значение **83** — **Linux**.

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# 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 (MBR) disklabel with disk identifier 0x7d8328fc.
/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: 0x7d8328fc

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@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# █

```

Рис. 2.2: Создание разделов и просмотр их параметров

Был изучен список доступных типов разделов, относящихся к RAID.

Затем тип каждого созданного раздела был изменён на **fd — Linux raid autodetect**.

Проверка состояния дисков показала, что все разделы корректно получили новый тип.

```

root@aradzhigaliev:/home/aradzhigaliev#
root@aradzhigaliev:/home/aradzhigaliev# sfdisk --print-id /dev/sdb 1
sfdisk: print-id is deprecated in favour of --part-type
83
root@aradzhigaliev:/home/aradzhigaliev# sfdisk --print-id /dev/sdd 1
sfdisk: print-id is deprecated in favour of --part-type
83
root@aradzhigaliev:/home/aradzhigaliev# sfdisk --print-id /dev/sdf 1
sfdisk: print-id is deprecated in favour of --part-type
83
root@aradzhigaliev:/home/aradzhigaliev# sfdisk -T | grep -i raid
fd Linux raid autodetect
root@aradzhigaliev:/home/aradzhigaliev# 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.
root@aradzhigaliev:/home/aradzhigaliev# 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@aradzhigaliev:/home/aradzhigaliev# 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@aradzhigaliev:/home/aradzhigaliev# █

```

Рис. 2.3: Изменение типа разделов на RAID

Просмотр итогового состояния:


```

-----
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# 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: 0x7dc2939e

Device      Boot Start      End Sectors  Size Id Type
/dev/sdb1    2048 1048575 1046528  511M fd Linux raid autodetect
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# 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: 0x7d8328fc

Device      Boot Start      End Sectors  Size Id Type
/dev/sdd1    2048 1048575 1046528  511M fd Linux raid autodetect
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# 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: 0x064def32

Device      Boot Start      End Sectors  Size Id Type
/dev/sdf1    2048 1048575 1046528  511M fd Linux raid autodetect
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# █

```

Рис. 2.4: Состояние дисков после изменения типа

2.2 Создание RAID-массива уровня 1

После подготовки разделов был создан массив RAID 1 на устройствах /dev/sdb1 и /dev/sdd1.

Затем было выполнено подробное изучение состояния массива:

он успешно собран, оба устройства работают синхронно, сбойных элементов нет.

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdb1 /dev/sdd1
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@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 sdd1[1] sdb1[0]
      522240 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 0 spares. Use mdadm --detail for more detail.
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#

```

Рис. 2.5: Создание RAID и проверка состояния

Детальная информация подтверждает работоспособность массива.

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
    Creation Time : Sat Nov 22 12:41:44 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 : 2
    Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Sat Nov 22 12:41:47 2025
    State : clean
    Active Devices : 2
    Working Devices : 2
    Failed Devices : 0
    Spare Devices : 0

    Consistency Policy : resync

    Name : aradzhigalieva.localdomain:0 (local to host aradzhigalieva.localdomain)
    UUID : 501badbe:f33a5651:e73e8d06:6d3b4798
    Events : 17

    Number Major Minor RaidDevice State
       0       8       17        0     active sync  /dev/sdb1
       1       8       49        1     active sync  /dev/sdd1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# █

```

Рис. 2.6: Детальный вывод mdadm

На RAID-массиве была создана файловая система **ext4**.

Затем был создан каталог для монтирования и RAID подключён к системе.

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mkfs.ext4 /dev/md0
mke2fs 1.47.1 (20-May-2024)
Creating filesystem with 522240 1k blocks and 130560 inodes
Filesystem UUID: 33da0afe-fdf8-4f8f-ad30-3c7577ce1b72
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@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mkdir /data/raid
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mount /dev/md0 /data/raid/
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# █

```

Рис. 2.7: Создание ФС и монтирование

В файл `/etc/fstab` была добавлена строка, обеспечивающая автоматическое монтирование массива при запуске системы.

```

GNU nano 8.1 /etc/fstab

#
# /etc/fstab
# Created by anaconda on Fri Sep  5 07:48:31 2025
#
# Accessible filesystems, by reference, are maintained under '/dev/disk/'.
# 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.
#
UUID=979ff020-2464-4c10-8441-bb10b43fea61 / xfs defaults 0 0
UUID=2de57be3-2ddc-4d5c-a9ee-5384ed3b992f /boot xfs defaults 0 0
UUID=37baf132-ff2d-40d2-8971-0a34fda074d8 none swap defaults 0 0
/dev/vgdata/lvdata /mnt/data ext4 defaults 1 2
/dev/vggroup/lvgroup /mnt/groups xfs defaults 1 2
/dev/md0 /data/raid ext4 defaults 1 2

#UUID=0d101af8-6094-44d3-bc04-a693a75a14da /mnt/data xfs defaults 1 2
#UUID=567fad0-365a-483a-bdbc-c58a907e370b /mnt/data-ext ext4 defaults 1 2
#UUID=6b3e562c-2d15-4528-b304-8c8a391e775b none swap defaults 0 0

```

Рис. 2.8: Конфигурация fstab

Для имитации сбоя один из дисков массива был переведён в состояние «faulty» и удалён.

После этого в массив был добавлен новый диск `/dev/sdf1`.

Состояние RAID после восстановления вновь отображает два активных устройства.

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm /dev/md0 --fail /dev/sdd1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm /dev/md0 --remove /dev/sdd1
mdadm: hot removed /dev/sdd1 from /dev/md0
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm /dev/md0 --add /dev/sdf1
mdadm: added /dev/sdf1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
        Version : 1.2
        Creation Time : Sat Nov 22 12:41:44 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 : 2
        Persistence : Superblock is persistent

        Update Time : Sat Nov 22 12:46:08 2025
        State : clean
        Active Devices : 2
        Working Devices : 2
        Failed Devices : 0
        Spare Devices : 0

Consistency Policy : resync

        Name : aradzhigalieva.localdomain:0 (local to host aradzhigalieva.localdomain)
        UUID : 501badbe:f33a5651:e73e8d06:6d3b4798
        Events : 39

        Number Major Minor RaidDevice State
           0      8      17         0 active sync  /dev/sdb1
           2      8      81         1 active sync  /dev/sdf1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#

```

Рис. 2.9: Состояние массива после замены диска

Работа завершена удалением RAID-массива, остановкой устройства и очисткой суперблоков всех использованных разделов.

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# umount /dev/md0
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --stop /dev/md0
mdadm: stopped /dev/md0
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --zero-superblock /dev/sdb1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --zero-superblock /dev/sdd1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --zero-superblock /dev/sdf1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# █

```

Рис. 2.10: Удаление массива и очистка суперблоков

2.3 Создание RAID-массива с горячим резервом

Сначала был создан массив RAID 1 из двух дисков /dev/sdb1 и /dev/sdd1. Процесс инициализации завершился успешно, массив был активирован.

```

root@aradzhigalieva:~# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdb1 /dev/sdd1
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@aradzhigalieva:~# mdadm --add /dev/md0 /dev/sf1
mdadm: stat failed for /dev/sf1: No such file or directory
root@aradzhigalieva:~# mdadm --add /dev/md0 /dev/sdf1
mdadm: added /dev/sdf1
root@aradzhigalieva:~# mount /dev/md0
mount: (hint) your fstab has been modified, but systemd still uses
the old version; use 'systemctl daemon-reload' to reload.
root@aradzhigalieva:~# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 sdf1[2](S) sdd1[1] sdb1[0]
      522240 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
root@aradzhigalieva:~# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 1 spare. Use mdadm --detail for more detail.
root@aradzhigalieva:~#

```

Рис. 2.11: Создание RAID 1

После создания массива к нему был добавлен третий диск `/dev/sdf1`, который был определён как горячий резерв.

Состояние массива показывает два активных устройства и одно — в статусе `spare`.

Была выполнена проверка с использованием команды `mdadm --detail`. Вывод подтверждает:

- Активные устройства: **2**
- Рабочие устройства: **3**
- Диск `/dev/sdf1` работает как hotspare
- Состояние массива: **clean**

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
    Creation Time : Sat Nov 22 12:49:24 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 Nov 22 12:49:49 2025
    State : clean
    Active Devices : 2
    Working Devices : 3
    Failed Devices : 0
    Spare Devices : 1

    Consistency Policy : resync

    Name : aradzhigalieva.localdomain:0 (local to host aradzhigalieva.localdomain)
    UUID : 6839131f:7e92e0a2:afef2410:8f33fb6f
    Events : 18

    Number Major Minor RaidDevice State
    0      8      17        0     active sync  /dev/sdb1
    1      8      49        1     active sync  /dev/sdd1

    2      8      81        -     spare      /dev/sdf1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# █

```

Рис. 2.12: Состояние массива RAID 1 с hotspare

Для проверки корректной работы hotspare был симитирован сбой устройства /dev/sdd1.

RAID автоматически активировал резервный диск и начал перестроение массива.

В выводе видно:

- /dev/sdd1 получил статус **faulty**
- /dev/sdf1 автоматически занял место в массиве
- Активных устройств по-прежнему два

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm /dev/md0 --fail /dev/sdd1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
        Version : 1.2
        Creation Time : Sat Nov 22 12:49:24 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 Nov 22 12:52:06 2025
        State : clean
        Active Devices : 2
        Working Devices : 2
        Failed Devices : 1
        Spare Devices : 0

        Consistency Policy : resync

        Name : aradzhigalieva.localdomain:0 (local to host aradzhigalieva.localdomain)
        UUID : 6839131f:7e92e0a2:afef2410:8f33fb6f
        Events : 37

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

           1       8      49         -      faulty    /dev/sdd1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# █

```

Рис. 2.13: Сбой диска в RAID и автозамена hotspare

После завершения эксперимента массив был размонтирован, остановлен и очищены суперблоки всех устройств.

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# umount /dev/md0
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --stop /dev/md0
mdadm: stopped /dev/md0
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --zero-superblock /dev/sdb1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --zero-superblock /dev/sdd1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --zero-superblock /dev/sdf1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# █

```

Рис. 2.14: Удаление массива и очистка суперблоков

2.4 Преобразование массива RAID 1 в RAID 5

На следующем этапе снова был создан RAID 1 на устройствах /dev/sdb1 и /dev/sdd1.

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdb1 /dev/sdd1
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@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --add /dev/md0 /dev/sdf1
mdadm: added /dev/sdf1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mount /dev/md0
mount: (hint) your fstab has been modified, but systemd still uses
the old version; use 'systemctl daemon-reload' to reload.
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 sdf1[2](S) sdd1[1] sdb1[0]
      522240 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 1 spare. Use mdadm --detail for more detail.
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# █

```

Рис. 2.15: Создание RAID1

В массив был добавлен третий диск `/dev/sdf1`, который вошёл в состав массива как hotspare.

Проверка показывает:

- 3 устройства в работе
- 2 активных
- 1 spare


```

root@aradzhigaliev:~# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
    Creation Time : Sat Nov 22 12:55:14 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 Nov 22 12:55:33 2025
    State : clean
    Active Devices : 2
    Working Devices : 3
    Failed Devices : 0
    Spare Devices : 1

    Consistency Policy : resync

    Name : aradzhigaliev.localdomain:0 (local to host aradzhigaliev.localdomain)
    UUID : 9cc7048a:af92bcf0:61e83946:91f0f679
    Events : 18

    Number Major Minor RaidDevice State
    0        8      17        0     active sync  /dev/sdb1
    1        8      49        1     active sync  /dev/sdd1

    2        8      81        -     spare   /dev/sdf1
root@aradzhigaliev:~#

```

Рис. 2.16: Добавление третьего диска

Тип массива был изменён, и RAID начал перестройку в RAID 5.

После изменения уровня отображается новая конфигурация:

- RAID Level: **raid5**
- Активные устройства: **2**
- Рабочие устройства: **3**
- Spare: **1**

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --grow /dev/md0 --level=5
mdadm: level of /dev/md0 changed to raid5
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
    Creation Time : Sat Nov 22 12:55:14 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 Nov 22 12:56:34 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 : aradzhigalieva.localdomain:0 (local to host aradzhigalieva.localdomain)
    UUID : 9cc7048a:af92bcf0:61e83946:91f0f679
    Events : 19

    Number Major Minor RaidDevice State
    0      8     17        0     active sync  /dev/sdb1
    1      8     49        1     active sync  /dev/sdd1

    2      8     81        -     spare   /dev/sdf1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#

```

Рис. 2.17: Изменение уровня массива на RAID 5

После расширения массива до трёх устройств все три диска стали активными.

Новая конфигурация:

- Активные устройства: **3**
- Используемая ёмкость увеличилась вдвое
- Spare-устройств нет

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --grow /dev/md0 --raid-devices=3
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
    Creation Time : Sat Nov 22 12:55:14 2025
    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 Nov 22 12:58:19 2025
    State : clean
    Active Devices : 3
    Working Devices : 3
    Failed Devices : 0
    Spare Devices : 0


    Layout : left-symmetric
    Chunk Size : 64K

Consistency Policy : resync

    Name : aradzhigalieva.localdomain:0 (local to host aradzhigalieva.localdomain)
    UUID : 9cc7048a:af92bcf0:61e83946:91f0f679
    Events : 37

    Number Major Minor RaidDevice State
       0     8     17        0     active sync  /dev/sdb1
       1     8     49        1     active sync  /dev/sdd1
       2     8     81        2     active sync  /dev/sdf1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# █

```

Рис. 2.18: Расширение RAID 5 до трёх дисков

По завершении работы массив был размонтирован, остановлен и суперблоки всех устройств очищены.

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# umount /dev/md0
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --stop /dev/md0
mdadm: stopped /dev/md0
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --zero-superblock /dev/sdb1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --zero-superblock /dev/sdd1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# mdadm --zero-superblock /dev/sdf1
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#

```

Рис. 2.19: Очистка суперблоков

3 Контрольные вопросы

1. **Приведите определение RAID.** RAID (Redundant Array of Independent Disks) — это технология объединения нескольких физических дисков в единый логический массив с целью повышения производительности, отказоустойчивости или обоих параметров одновременно.
2. **Какие типы RAID-массивов существуют на сегодняшний день?** Наиболее распространённые уровни RAID: RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 6, RAID 10, RAID 50, RAID 60, а также модификации: RAID 1E, RAID 5E, RAID 5EE, Nested RAID (RAID 01, 100 и др.).
3. **Охарактеризуйте RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 6.**
 - **RAID 0 (Striping)** Данные распределяются по дискам блоками. Отказоустойчивость отсутствует: выход любого диска приводит к потере данных. Применяется для задач, где важна скорость: видеомонтаж, временные хранилища.
 - **RAID 1 (Mirroring)** Каждая запись дублируется на два или более дисков. Обеспечивает высокую отказоустойчивость, но требует вдвое больше места. Используется для критичных данных: системные разделы, серверы баз данных.
 - **RAID 5 (Striping + Parity)** Данные и контрольные суммы (parity) распределяются по всем дискам. При выходе одного диска массив продолжает работу за счёт восстановления данных по контрольным суммам. Эф-

фективен в сочетании скорости и надёжности, подходит для серверов файлов и приложений.

- **RAID 6 (Dual Parity)** Использует два блока контрольных сумм на каждый набор данных. Выдерживает отказ сразу двух дисков, но имеет более низкую производительность записи, чем RAID 5. Применяется для больших хранилищ, где важна максимальная надёжность.

4 Заключение

В ходе выполнения работы я изучила принципы создания и управления программными RAID-массивами в Linux. Были сформированы массивы RAID 1 и RAID 5, добавлены резервные устройства, проведена симуляция сбоя дисков и восстановление массива. Я научилась создавать файловые системы на RAID, подключать их к системе и выполнять корректное удаление массива с очисткой метаданных.