

Отчёт по лабораторной работе №16

Программный RAID

Лабси Мохаммед

Содержание

1	Цель работы	5
2	Ход выполнения	6
2.1	Создание RAID-массива	6
2.2	RAID-массив с горячим резервом (Hot Spare)	12
2.3	Преобразование RAID 1 в RAID 5	15
2.4	Контрольные вопросы	18
3	Заключение	21

Список иллюстраций

2.1	Проверка дисков	7
2.2	Проверка типов разделов	8
2.3	Состояние разделов	9
2.4	Создание RAID	9
2.5	Состояние массива	10
2.6	Создание ФС	10
2.7	fstab	11
2.8	Пересборка массива	12
2.9	Удаление массива	12
2.10	Создание RAID1	13
2.11	Состояние массива с hotspare	14
2.12	Сбой и автопересборка массива	15
2.13	Состояние RAID1 с резервом	16
2.14	Состояние RAID1 с резервом	16
2.15	Преобразование в RAID5	17
2.16	RAID5 с тремя рабочими дисками	18

Список таблиц

1 Цель работы

Освоить работу с RAID-массивами при помощи утилиты mdadm.

2 Ход выполнения

2.1 Создание RAID-массива

1. Получены права суперпользователя.
2. Проверено наличие добавленных дисков. В системе отобразились устройства **/dev/sdd**, **/dev/sde**, **/dev/sdf**.

```

mlabsi@mlabsi:~$ su
Password:
root@mlabsi:/home/mlabsi# fdisk -l | grep /dev/sd
Disk /dev/sdb: 1.5 GiB, 1610612736 bytes, 3145728 sectors
/dev/sdb1      2048  616447  614400  300M 8e Linux LVM
/dev/sdb2      616448 1230847  614400  300M 8e Linux LVM
Disk /dev/sda: 40 GiB, 42949672960 bytes, 83886080 sectors
/dev/sda1      2048    4095    2048  1M BIOS boot
/dev/sda2      4096  2101247  2097152  1G Linux extended boot
/dev/sda3 2101248 83884031 81782784  39G Linux LVM
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/sdd: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
Disk /dev/sde: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
Disk /dev/sdf: 512 MiB, 536870912 bytes, 1048576 sectors
root@mlabsi:/home/mlabsi# 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 0x3a4ccb3d.
/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: 0x3a4ccb3d

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

```

Рис. 2.1: Проверка дисков

3. На каждом из дисков создан один раздел. Разделы созданы успешно, что подтверждается выводом утилиты `sfdisk`.
4. Проверен тип созданных разделов. Все разделы имели тип **83 (Linux)**.

```

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

```

Рис. 2.2: Проверка типов разделов

5. Просмотрены доступные типы 파티ций RAID. Обнаружен тип **fd – Linux raid autodetect**.
6. Тип всех разделов изменён на **fd (Linux raid autodetect)**.
7. Выполнена дополнительная проверка состояния дисков. Все три раздела отображаются как **Linux raid autodetect**.

```

root@mlabsi:/home/mlabsi# 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: 0x3a4ccb3d

Device      Boot Start      End Sectors  Size Id Type
/dev/sdd1           2048 1048575 1046528   511M fd Linux raid autodetect
root@mlabsi:/home/mlabsi# sfdisk -l /dev/sde
Disk /dev/sde: 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: 0x27ffbc6a

Device      Boot Start      End Sectors  Size Id Type
/dev/sde1           2048 1048575 1046528   511M fd Linux raid autodetect
root@mlabsi:/home/mlabsi# 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: 0x8b191fd8

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

```

Рис. 2.3: Состояние разделов

8. Убедились, что утилита mdadm установлена в системе.
9. Создан RAID-массив уровня 1 на основе разделов **/dev/sdd1** и **/dev/sde1**.

```

root@mlabsi:/home/mlabsi#
root@mlabsi:/home/mlabsi# 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@mlabsi:/home/mlabsi# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
md0 : active raid1 sde1[1] sdd1[0]
      522240 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

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

```

Рис. 2.4: Создание RAID

10. Проверено состояние массива. Массив находится в состоянии **clean**, оба устройства активны и синхронизированы.

```
root@mlabsi:/home/mlabsi#
root@mlabsi:/home/mlabsi# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
    Creation Time : Mon Dec  8 13:24:46 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 : Mon Dec  8 13:24:49 2025
    State : clean
    Active Devices : 2
    Working Devices : 2
    Failed Devices : 0
    Spare Devices : 0

Consistency Policy : resync

    Name : mlabsi.localdomain:0 (local to host mlabsi.localdomain)
    UUID : b70b890b:f74a01f7:b2efeea3:f5279cf0
    Events : 17

    Number Major Minor RaidDevice State
       0       8       49        0     active sync  /dev/sdd1
       1       8       65        1     active sync  /dev/sde1
root@mlabsi:/home/mlabsi#
```

Рис. 2.5: Состояние массива

11. На массиве создана файловая система ext4.

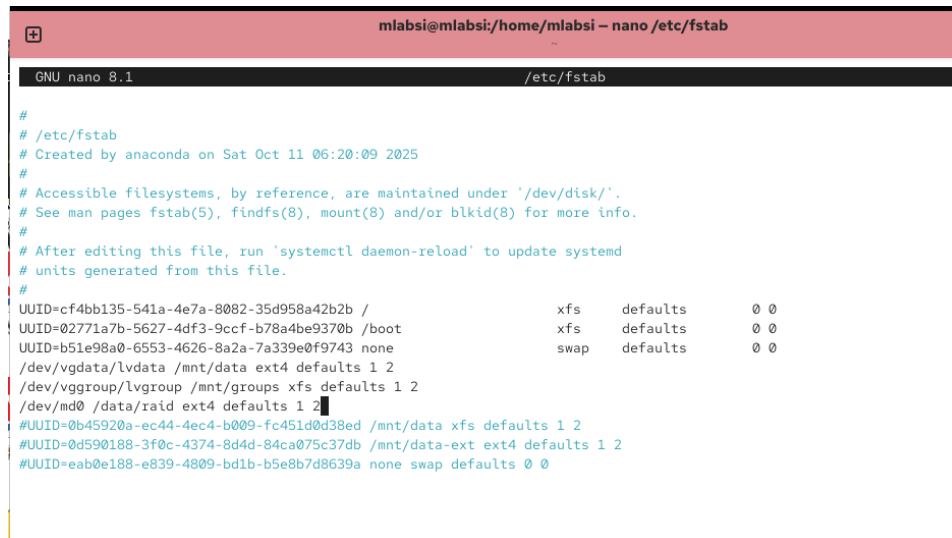
```
-----
root@mlabsi:/home/mlabsi# mkfs.ext4 /dev/md0
mke2fs 1.47.1 (20-May-2024)
Creating filesystem with 522240 1k blocks and 130560 inodes
Filesystem UUID: 4ec61284-7c14-4ca7-a1e2-96add9dc1540
Superblock backups stored on blocks:
    8193, 24577, 40961, 57345, 73729, 204801, 221185, 401409

Allocating group tables: done
Writing inode tables: done
Creating journal (8192 blocks): done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done

root@mlabsi:/home/mlabsi# mkdir /data/raid
mkdir: cannot create directory '/data/raid': No such file or directory
root@mlabsi:/home/mlabsi# mkdir -p /data/raid
root@mlabsi:/home/mlabsi# mount /dev/md0 /data/raid/
root@mlabsi:/home/mlabsi#
```

Рис. 2.6: Создание ФС

12. Создан каталог для монтирования и выполнено подключение RAID-массива в каталог **/data/raid**.
13. В файл **/etc/fstab** добавлена строка для автоматического монтирования массива при загрузке:



```
mlabsi@mlabsi:/home/mlabsi - nano /etc/fstab
GNU nano 8.1 /etc/fstab

#
# /etc/fstab
# Created by anaconda on Sat Oct 11 06:20:09 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=cf4bb135-541a-4e7a-8082-35d958a42b2b / xfs defaults 0 0
UUID=02771a7b-5627-4df3-9ccf-b78a4be9370b /boot xfs defaults 0 0
UUID=b51e98a0-6553-4626-8a2a-7a339e0f9743 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=0b45920a-ec44-4ec4-b009-fc451d0d38ed /mnt/data xfs defaults 1 2
#UUID=0d590188-3f0c-4374-8d4d-84ca075c37db /mnt/data-ext ext4 defaults 1 2
#UUID=eab0e188-e839-4809-bd1b-b5e8b7d8639a none swap defaults 0 0
```

Рис. 2.7: fstab

14. Выполнена имитация сбоя одного из дисков массива (диск **/dev/sde1** был отмечен как неисправный).
15. Сбойный диск удалён из массива.
16. В массив добавлен новый диск **/dev/sdf1**.
17. Проверено состояние массива. Массив пересобран, активны устройства **/dev/sdd1** и **/dev/sdf1**, состояние массива — **clean**.

```

root@mlabstl:/home/mlabstl#
root@mlabstl:/home/mlabstl# mdadm /dev/md0 --fail /dev/sde1
root@mlabstl:/home/mlabstl# mdadm /dev/md0 --remove /dev/sde1
mdadm: hot removed /dev/sde1 from /dev/md0
root@mlabstl:/home/mlabstl# mdadm /dev/md0 --add /dev/sdf1
mdadm: added /dev/sdf1
root@mlabstl:/home/mlabstl# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
        Version : 1.2
        Creation Time : Mon Dec 8 13:24:46 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 : Mon Dec 8 13:28:01 2025
        State : clean
        Active Devices : 2
        Working Devices : 2
        Failed Devices : 0
        Spare Devices : 0

        Consistency Policy : resync

        Name : mlabstl.localdomain:0 (local to host mlabstl.localdomain)
        UUID : b70b890b:f74a01f7:b2efea3:f5279cf0
        Events : 39

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

```

Рис. 2.8: Пересборка массива

18. RAID-массив удалён. Файловая система размонтирована, массив остановлен, метаданные на всех дисках очищены.

```

root@mlabstl:/home/mlabstl#
root@mlabstl:/home/mlabstl# umount /dev/md0
root@mlabstl:/home/mlabstl# mdadm --stop /dev/md0
mdadm: stopped /dev/md0
root@mlabstl:/home/mlabstl# mdadm --zero-superblock /dev/sdd1
root@mlabstl:/home/mlabstl# mdadm --zero-superblock /dev/sde1
root@mlabstl:/home/mlabstl# mdadm --zero-superblock /dev/sdf1
root@mlabstl:/home/mlabstl#

```

Рис. 2.9: Удаление массива

2.2 RAID-массив с горячим резервом (Hot Spare)

1. Получены права суперпользователя.

2. Создан массив RAID 1 из двух дисков **/dev/sdd1** и **/dev/sde1**.

```
root@mlabsi:/home/mlabsi# 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@mlabsi:/home/mlabsi# mdadm --add /dev/md0 /dev/sdf1
mdadm: added /dev/sdf1
root@mlabsi:/home/mlabsi# mount /dev/md0
mount: (hint) your fstab has been modified, but systemd still uses
the old version; use 'systemctl daemon-reload' to reload.
root@mlabsi:/home/mlabsi# 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@mlabsi:/home/mlabsi# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 1 spare. Use mdadm --detail for more detail.
root@mlabsi:/home/mlabsi# █
```

Рис. 2.10: Создание RAID1

3. В массив добавлен третий диск **/dev/sdf1**, который автоматически назначен hot-spare.
4. Массив подмонтирован в файловую систему.
5. Просмотрено состояние массива. Отчёт показывает:
 - уровень массива: **raid1**
 - активные устройства: **2**
 - рабочие устройства: **3**
 - одно устройство находится в состоянии **spare**

```

root@mlabsi:/home/mlabsi# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Mon Dec  8 13:31:23 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 : Mon Dec  8 13:31:42 2025
      State : clean
    Active Devices : 2
  Working Devices : 3
  Failed Devices : 0
    Spare Devices : 1


Consistency Policy : resync

    Name : mlabsi.localdomain:0 (local to host mlabsi.localdomain)
    UUID : fc931632:df56b0aa:baaba8c4:c0fb1c22
    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@mlabsi:/home/mlabsi#

```

Рис. 2.11: Состояние массива с hotspare

6. Сымитирован сбой одного диска (**/dev/sde1**).

7. Проверено состояние массива после сбоя.

В отчёте видно:

- один диск стал **faulty**,
- hot-spare (**/dev/sdf1**) автоматически активировался
- массив пересобирается корректно и остаётся в состоянии **clean**

```

-----
root@mlabsi:/home/mlabsi# mdadm /dev/md0 --fail /dev/sde1
root@mlabsi:/home/mlabsi# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Mon Dec  8 13:31:23 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 : Mon Dec  8 13:32:56 2025
      State : clean
 Active Devices : 2
Working Devices : 2
 Failed Devices : 1
  Spare Devices : 0


Consistency Policy : resync

    Name : mlabsi.localdomain:0 (local to host mlabsi.localdomain)
   UUID : fc931632:df56b0aa:baaba8c4:c0fb1c22
 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
root@mlabsi:/home/mlabsi# █

```

Рис. 2.12: Сбой и автопересборка массива

8. Массив удалён, метаданные RAID очищены.

2.3 Преобразование RAID 1 в RAID 5

1. Получены права суперпользователя.
2. Создан массив RAID 1 из дисков **/dev/sdd1** и **/dev/sde1**.
3. В массив добавлен третий диск **/dev/sdf1**, который стал резервным.
4. RAID подмонтирован, работоспособность массива подтверждена.

```

root@mlabsi:/home/mlabsi# 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@mlabsi:/home/mlabsi# mdadm --add /dev/md0 /dev/sdf1
mdadm: added /dev/sdf1
root@mlabsi:/home/mlabsi# mount /dev/md0
mount: (hint) your fstab has been modified, but systemd still uses
the old version; use 'systemctl daemon-reload' to reload.
root@mlabsi:/home/mlabsi# 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@mlabsi:/home/mlabsi# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 510.00MiB raid1 2 devices, 1 spare. Use mdadm --detail for more detail.
root@mlabsi:/home/mlabsi#

```

Рис. 2.13: Состояние RAID1 с резервом

```

root@mlabsi:/home/mlabsi# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
        Version : 1.2
        Creation Time : Mon Dec  8 13:36:07 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 : Mon Dec  8 13:36:31 2025
        State : clean
        Active Devices : 2
        Working Devices : 3
        Failed Devices : 0
        Spare Devices : 1

        Consistency Policy : resync

        Name : mlabsi.localdomain:0 (local to host mlabsi.localdomain)
        UUID : 23b01db5:1e44866a:2cc93e17:038ac5a6
        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@mlabsi:/home/mlabsi# █

```

Рис. 2.14: Состояние RAID1 с резервом

5. Выполнено преобразование массива RAID 1 в RAID 5.

Уровень массива изменён на **raid5**, что подтверждено отчётом:

```

root@mlabsi:/home/mlabsi#
root@mlabsi:/home/mlabsi# mdadm --grow /dev/md0 --level=5
mdadm: level of /dev/md0 changed to raid5
root@mlabsi:/home/mlabsi# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
        Version : 1.2
        Creation Time : Mon Dec  8 13:36:07 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 : Mon Dec  8 13:38:27 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 : mlabsi.localdomain:0 (local to host mlabsi.localdomain)
        UUID : 23b01db5:1e44866a:2cc93e17:038ac5a6
        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@mlabsi:/home/mlabsi#

```

Рис. 2.15: Преобразование в RAID5

6. Изменено количество рабочих дисков массива — теперь RAID 5 использует **3 диска**.

Состояние массива обновлено, активны три устройства.

```

root@mblabsi:/home/mblabsi# mdadm --grow /dev/md0 --raid-devices=3
root@mblabsi:/home/mblabsi# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Mon Dec  8 13:36:07 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 : Mon Dec  8 13:39:01 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 : mblabsi.localdomain:0 (local to host mblabsi.localdomain)
          UUID : 23b01db5:1e44866a:2cc93e17:038ac5a6
         Events : 37

   Number   Major   Minor   RaidDevice State
     0         8       49         0     active sync   /dev/sdd1
     1         8       65         1     active sync   /dev/sde1
     2         8       81         2     active sync   /dev/sdf1
root@mblabsi:/home/mblabsi#

```

Рис. 2.16: RAID5 с тремя рабочими дисками

7. RAID-массив остановлен и удалён, метаданные очищены.
8. Запись в `/etc/fstab`, относящаяся к `/dev/md0`, закомментирована.

2.4 Контрольные вопросы

1. Приведите определение RAID.

RAID — это технология объединения нескольких физических дисков в единый логический массив с целью повышения отказоустойчивости, производительности или сочетания этих параметров.

Массив работает как одно устройство, а распределение данных между дисками осуществляется по определённым алгоритмам.

2. Какие типы RAID-массивов существуют на сегодняшний день?

Существуют следующие основные уровни RAID:

- RAID 0
- RAID 1
- RAID 2 (практически не используется)
- RAID 3 (редко применяется)
- RAID 4
- RAID 5
- RAID 6
- RAID 10 (1+0)
- RAID 50, RAID 60 (составные уровни)

Отдельно выделяют *hot spare* — резервные диски, автоматически включающиеся в работу при сбое.

3. Охарактеризуйте RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 6. Опишите алгоритм работы, назначение и примеры применения.

RAID 0 (Striping)

Алгоритм: данные равномерно распределяются по всем дискам массива без дублирования.

Назначение: максимальное повышение производительности.

Применение: системы, где важна скорость — обработка видео, временные

файлы, кеши.

Недостаток: выход из строя любого диска приводит к полной потере данных.

RAID 1 (Mirroring)

Алгоритм: данные полностью копируются на два и более дисков.

Назначение: обеспечение высокой отказоустойчивости.

Применение: серверы баз данных, критически важные сервисы, рабочие станции с повышенными требованиями к сохранности данных.

Особенность: при отказе одного диска данные сохраняются полностью.

RAID 5 (Striping + Distributed Parity)

Алгоритм: данные и информация чётности равномерно распределяются по всем дискам.

Назначение: баланс между производительностью, ёмкостью и отказоустойчивостью.

Применение: файловые серверы, корпоративные системы хранения, серверы виртуализации.

Особенность: допускает отказ одного диска без потери данных.

RAID 6 (Striping + Double Parity)

Алгоритм: используется двухкратная чётность, распределённая по всем дискам массива.

Назначение: максимальная надёжность при доступной ёмкости.

Применение: крупные СХД, архивы, резервные хранилища, где возможны длительные операции восстановления.

Особенность: допускает отказ двух дисков одновременно.

3 Заключение

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены и practically освоены методы настройки и администрирования программных RAID-массивов в Linux. Рассмотрены создание RAID 1, работа с горячим резервом, имитация отказов устройств, автоматическая реконфигурация массива, а также преобразование RAID 1 в RAID 5. Получены навыки анализа состояния массива, управления его конфигурацией и удаления RAID с последующей очисткой метаданных.