

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики

Факультет инфокоммуникационных технологий

Направление подготовки 11.03.02

Лабораторная работа №2

Создание и использование размерных типов данных

Выполнил:

Доценников Никита Андреевич

Группа: К3221

Проверил:

Береснев Артем Дмитриевич

Санкт-Петербург

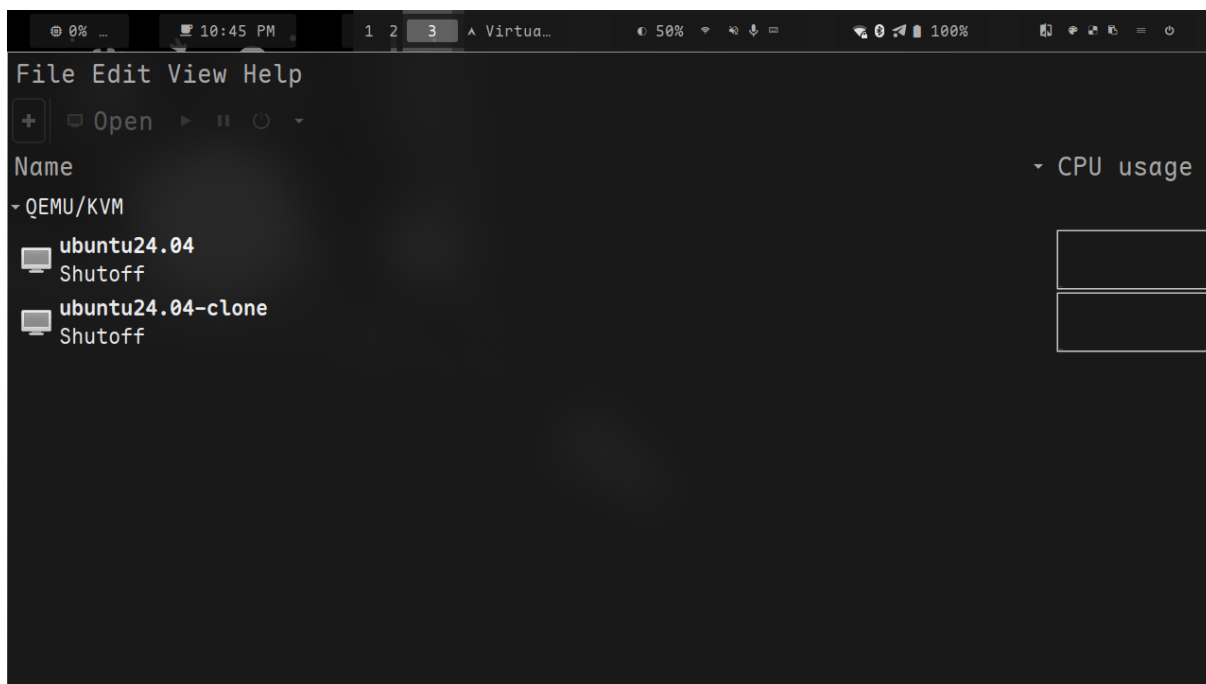
2025

Цель работы:

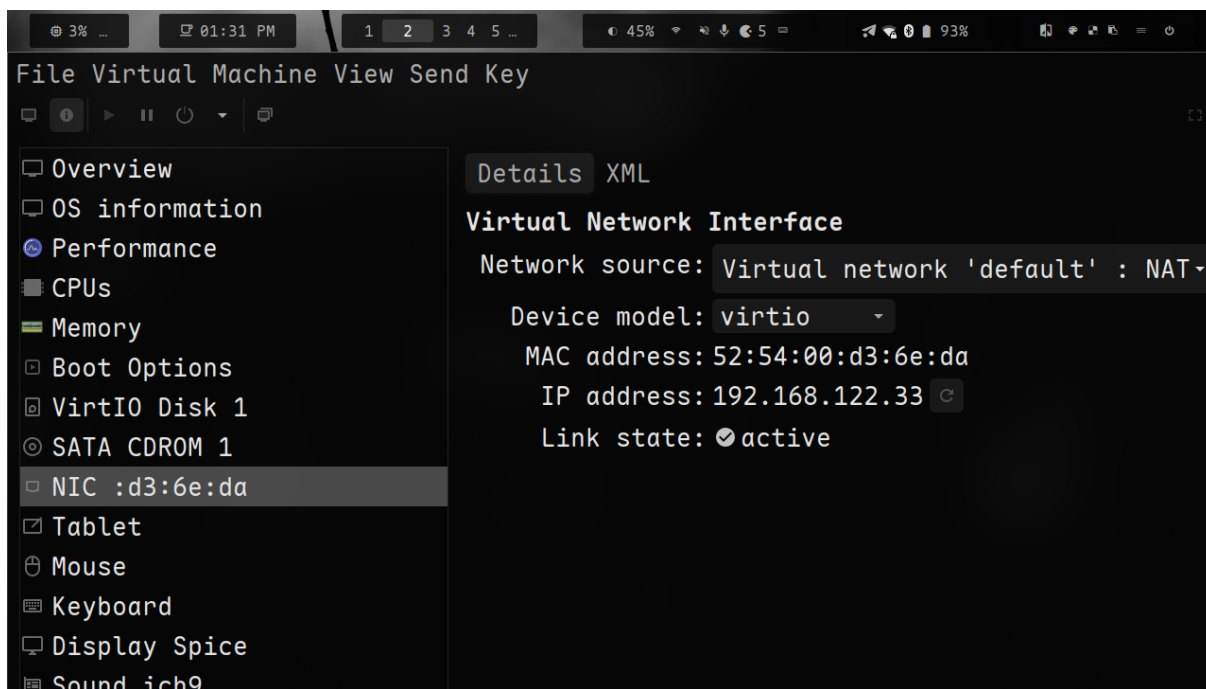
Получить практические навыки работы с подсистемой хранения в Linux, научиться создавать разделы, файловые системы, работать с томами хранения LVM и настраивать NAS систему на примере NFS.

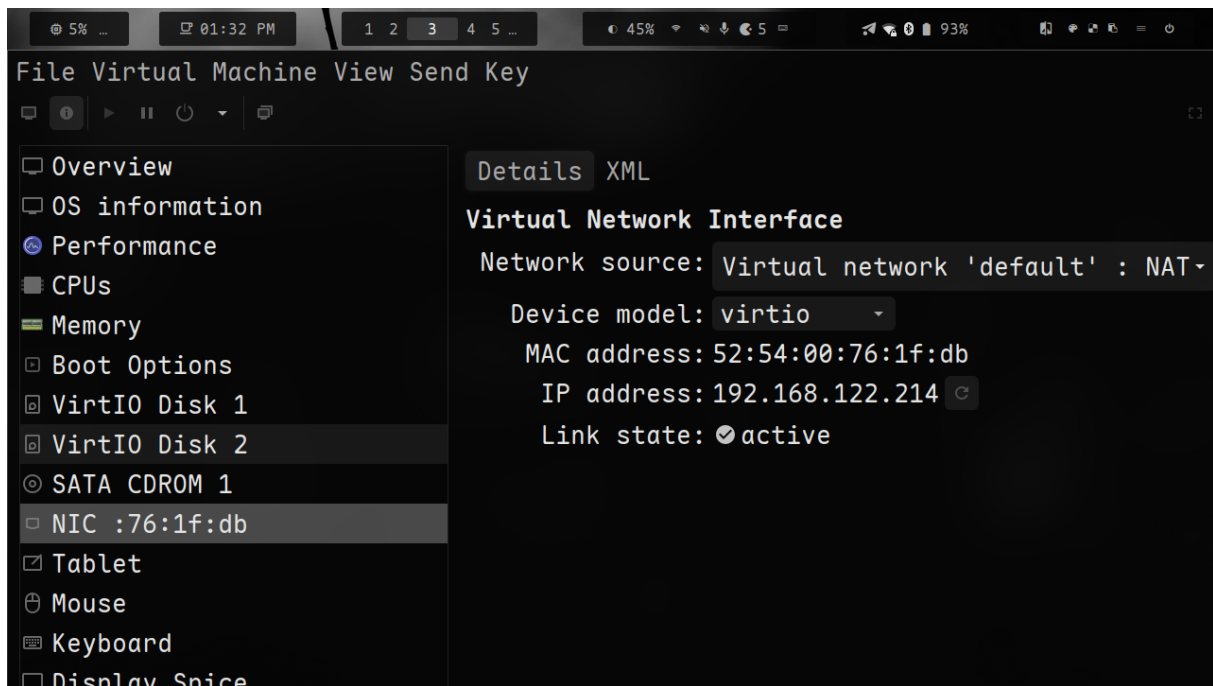
Часть 1. Подготовка конфигурации.

Я подготовил две виртуальные машины Linux на `ubuntu24`.



А также настроил сеть в машинах в режиме “Сеть NAT”.



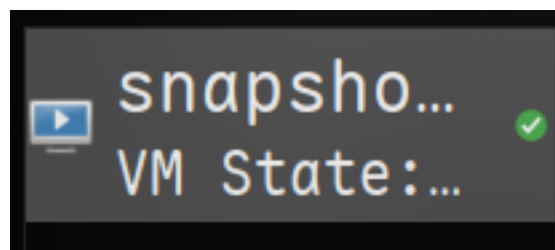


И переименовал в соответствии с заданием:

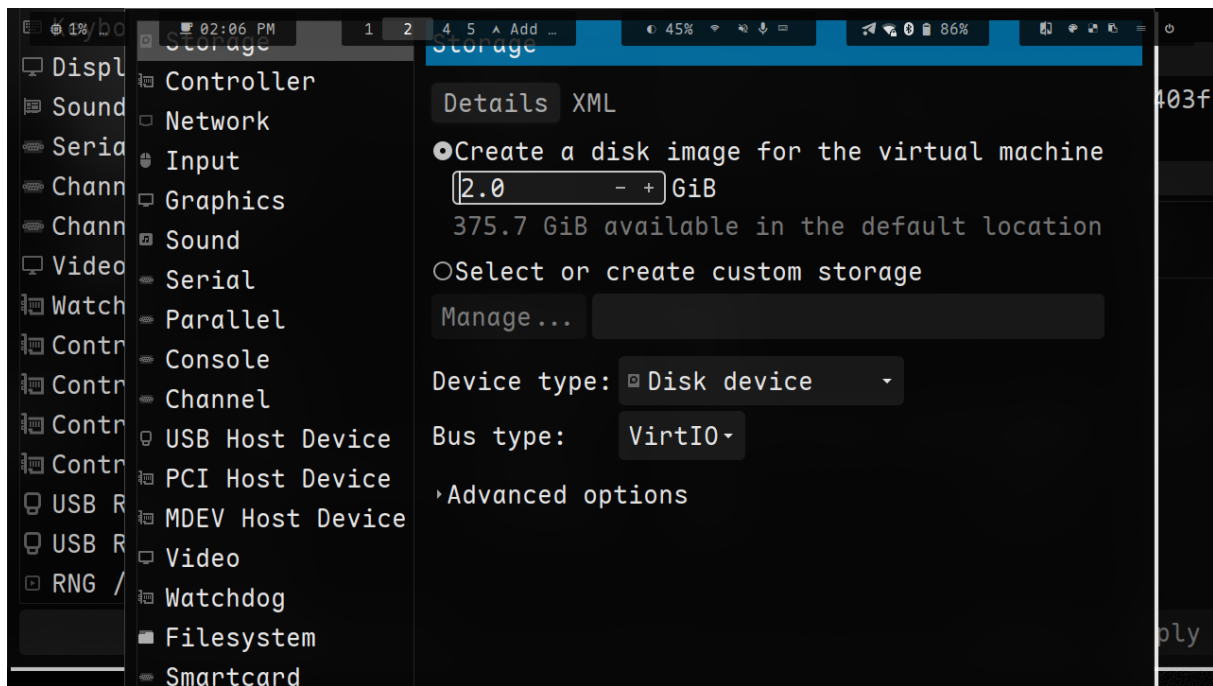
```
part of the FQDN) in the /etc/hosts file.
nik@nik:~$ sudo hostnamectl set-hostname c7-1
nik@nik:~$ hostname
c7-1
nik@nik:~$
```

```
nik@nik:~$ sudo hostnamectl set-hostname c7-2
[sudo] password for nik:
nik@nik:~$ hostname
c7-2
nik@nik:~$
```

Также я сделал снимки состояния виртуальных машин.



Часть 2. Подключение диска и монтирование файловой системы.
При помощи функции “Add Hardware” я добавил диск к машине c7-2.



Я написал скрипт, который выводит на консоль информацию о диске:

```
#!/bin/bash
disk="${1:-/dev/vdb}"
name="$(basename "$disk")"
uuid="$(blkid -s UUID -o value "$disk" 2>/dev/null || true)"
size="$(lsblk -dn -o SIZE "$disk")"
sector_size="$(cat "/sys/block/$name/queue/hw_sector_size")"
sectors="$(cat "/sys/block/$name/size")"
echo "disk name: $name"
echo "disk uuid: ${uuid:-none}"
echo "disk volume: $size"
echo "sector size: $sector_size"
echo "# of sectors: $sectors"
```

```
nik@c7-2:~$ nvim info.sh
nik@c7-2:~$ ./info.sh
disk name: vdb
disk uuid: none
disk volume: 2G
sector size: 512
# of sectors: 4194304
nik@c7-2:~$
```

Затем я создал на диске раздел, объемом 1Гб, а на нем файловую систему ext4:

```
nik@c7-2:~$ sudo fdisk /dev/vdb

Welcome to fdisk (util-linux 2.39.3).
Changes will remain in memory only, until you decide to write them.
Be careful before using the write command.

Device does not contain a recognized partition table.
Created a new DOS (MBR) disklabel with disk identifier 0xd4814789.

Command (m for help): g
Created a new GPT disklabel (GUID: CABB7900-9472-455F-9C52-043C559A7EC9).

Command (m for help): n
Partition number (1-128, default 1):
First sector (2048-4194270, default 2048):
<size{K,M,G,T,P} (2048-4194270, default 4192255): +1G

Created a new partition 1 of type 'Linux filesystem' and of size 1 GiB.

Command (m for help): w
The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.
```

```

nik@c7-2:~$ lsblk
NAME                                MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINTS
sr0                                11:0    1 1024M  0 rom
vda                                253:0    0   25G  0 disk
├─vda1                             253:1    0    1M  0 part
├─vda2                             253:2    0    2G  0 part /boot
├─vda3                             253:3    0   23G  0 part
│   └─ubuntu--vg-ubuntu--lv        252:0    0 11.5G  0 lvm  /
vdb                                253:16    0    2G  0 disk
└─vdb1                             253:17    0    1G  0 part

```

```

nik@c7-2:~$ sudo mkfs.ext4 /dev/vdb1
mke2fs 1.47.0 (5-Feb-2023)
Discarding device blocks: done
Creating filesystem with 262144 4k blocks and 65536 inodes
Filesystem UUID: 84641520-5242-4593-9773-a66ac568f3a3
Superblock backups stored on blocks:
    32768, 98304, 163840, 229376

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

nik@c7-2:~$ █

```

После этого, в каталоге `/mount` я создал каталог `disk1`.

```

nik@c7-2:~$ sudo mkdir -p /mount/disk1
nik@c7-2:~$ ls -ld /mount/disk1
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Oct  6 11:42 /mount/disk1

```

Потом смонтировал новую систему в этот каталог:

```

nik@c7-2:~$ sudo mount /dev/vdb1 /mount/disk1
nik@c7-2:~$ df -h | grep vdb1
/dev/vdb1                                974M   24K  907M   1% /mount/disk1

```

Скопировал на новый диск тестовый файл.

```

nik@c7-2:~$ nvim test.txt
nik@c7-2:~$ cat test.txt
hello world!
nik@c7-2:~$ sudo cp test.txt /mount/disk1/
nik@c7-2:~$ ls -l /mount/disk1
total 20
drwx----- 2 root root 16384 Oct  6 11:39 lost+found
-rw-r--r-- 1 root root    13 Oct  6 11:47 test.txt
nik@c7-2:~$ █

```

Определил объем свободного места на всех дисках, подключенных к системе:

```

nik@c7-2:~$ df -h

```

Filesystem	Size	Used	Avail	Use%	Mounted on
tmpfs	392M	1.2M	391M	1%	/run
/dev/mapper/ubuntu--vg-ubuntu--lv	12G	4.9G	5.8G	47%	/
tmpfs	2.0G	0	2.0G	0%	/dev/shm
tmpfs	5.0M	0	5.0M	0%	/run/lock
/dev/vda2	2.0G	100M	1.7G	6%	/boot
tmpfs	392M	12K	392M	1%	/run/user/1000
/dev/vdb1	974M	28K	907M	1%	/mount/disk1

```

nik@c7-2:~$ █

```

Часть 3. Изменение раздела и файловой системы.

Я, с помощью утилиты `fdisk`, сделал так, чтобы раздел занимал весь диск:

```
nik@c7-2:~$ sudo fdisk /dev/vdb
```

```
Welcome to fdisk (util-linux 2.39.3).
```

```
Changes will remain in memory only, until you decide to write them.
```

```
Be careful before using the write command.
```

```
This disk is currently in use - repartitioning is probably a bad idea.
```

```
It's recommended to umount all file systems, and swapoff all swap  
partitions on this disk.
```

```
Command (m for help): p
```

```
Disk /dev/vdb: 2 GiB, 2147483648 bytes, 4194304 sectors
```

```
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: gpt
```

```
Disk identifier: CABB7900-9472-455F-9C52-043C559A7EC9
```

Device	Start	End	Sectors	Size	Type
/dev/vdb1	2048	2099199	2097152	1G	Linux filesystem

```
Command (m for help): d
```

```
Selected partition 1
```

```
Partition 1 has been deleted.
```

```
Command (m for help): n
```

```
Partition number (1-128, default 1):
```

```
First sector (2048-4194270, default 2048):
```

```
Last sector, +/-sectors or +/-size{K,M,G,T,P} (2048-4194270, default 4192255):
```

```
Created a new partition 1 of type 'Linux filesystem' and of size 2 GiB.
```

```
Partition #1 contains a ext4 signature.
```

```
Do you want to remove the signature? [Y]es/[N]o: N
```

```
Command (m for help): w
```

```
nik@c7-2:~$ sudo partprobe
```

```
nik@c7-2:~$ sudo resize2fs /dev/vdb1
```

```
resize2fs 1.47.0 (5-Feb-2023)
```

```
Filesystem at /dev/vdb1 is mounted on /mount/disk1; on-line resizing required
```

```
old_desc_blocks = 1, new_desc_blocks = 1
```

```
The filesystem on /dev/vdb1 is now 523776 (4k) blocks long.
```

```
nik@c7-2:~$ df -h | grep vdb1
```

/dev/vdb1	2.0G	28K	1.9G	1%	/mount/disk1
-----------	------	-----	------	----	--------------

Затем, определил доступный размер файловой системы.

```
nik@c7-2:~$ df -h | grep vdb1
/dev/vdb1                2.0G   28K   1.9G   1% /mount/disk1
nik@c7-2:~$
```

После, я увеличил размер файловой системы до максимального доступного.

```
nik@c7-2:~$ sudo fdisk -l /dev/vdb
Disk /dev/vdb: 2 GiB, 2147483648 bytes, 4194304 sectors
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: gpt
Disk identifier: CABB7900-9472-455F-9C52-043C559A7EC9

Device      Start      End Sectors Size Type
/dev/vdb1   2048 4192255 4190208   2G Linux filesystem
nik@c7-2:~$ sudo resize2fs /dev/vdb1
resize2fs 1.47.0 (5-Feb-2023)
The filesystem is already 523776 (4k) blocks long.  Nothing to do!

nik@c7-2:~$ df -h | grep vdb1
/dev/vdb1                2.0G   28K   1.9G   1% /mount/disk1
nik@c7-2:~$
```

Часть 4. Работа с LVM.

Я создал 5 новых SATA дисков по 10Гб каждый и убедился, что каталог `/dev/` их увидел:

```
nik@c7-2:~$ lsblk
NAME                                MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINTS
sda                                 8:0      0   10G  0 disk
sdb                                 8:16     0   10G  0 disk
sdc                                 8:32     0   10G  0 disk
sdd                                 8:48     0   10G  0 disk
sde                                 8:64     0   10G  0 disk
```

```
nik@c7-2:~$ ls /dev/sd*
/dev/sda  /dev/sdb  /dev/sdc  /dev/sdd  /dev/sde
nik@c7-2:~$
```

Для того, чтобы создать на всех новых дисках разделы, занимающие 100% места, я использовал скрипт:

```
#!/bin/bash

for disk in /dev/sd{a,b,c,d,e}; do
    sudo parted -s $disk mklabel gpt
    sudo parted -s $disk mkpart primary 0% 100%
done
```

```
nik@c7-2:~$ ./part.sh
[sudo] password for nik:
nik@c7-2:~$ lsblk
```

NAME	MAJ:MIN	RM	SIZE	RO	TYPE	MOUNTPOINTS
sda	8:0	0	10G	0	disk	
└─sda1	8:1	0	10G	0	part	
sdb	8:16	0	10G	0	disk	
└─sdb1	8:17	0	10G	0	part	
sdс	8:32	0	10G	0	disk	
└─sdс1	8:33	0	10G	0	part	
sdd	8:48	0	10G	0	disk	
└─sdd1	8:49	0	10G	0	part	
sde	8:64	0	10G	0	disk	
└─sde1	8:65	0	10G	0	part	
sr0	11:0	1	1024M	0	rom	
vda	253:0	0	25G	0	disk	

Инициализировал для LVM все созданные разделы.

```
nik@c7-2:~$ sudo pvcreate /dev/sd{a,b,c,d,e}1
Physical volume "/dev/sda1" successfully created.
Physical volume "/dev/sdb1" successfully created.
Physical volume "/dev/sdc1" successfully created.
Physical volume "/dev/sdd1" successfully created.
Physical volume "/dev/sde1" successfully created.
```

```

nik@c7-2:~$ sudo pvs
  PV          VG          Fmt  Attr  PSize   PFree
  /dev/sda1                lvm2  ---   <10.00g <10.00g
  /dev/sdb1                lvm2  ---   <10.00g <10.00g
  /dev/sdc1                lvm2  ---   <10.00g <10.00g
  /dev/sdd1                lvm2  ---   <10.00g <10.00g
  /dev/sde1                lvm2  ---   <10.00g <10.00g
  /dev/vda3  ubuntu-vg  lvm2  a--   <23.00g  11.50g

```

Создал LVM группы `gr01` на двух первых дисках:

```

nik@c7-2:~$ sudo vgcreate gr01 /dev/sda1 /dev/sdb1
Volume group "gr01" successfully created
nik@c7-2:~$

```

Создал LVM том `vol01`:

```

nik@c7-2:~$ sudo lvcreate -l 100%FREE -n vol01 gr01
Logical volume "vol01" created.
nik@c7-2:~$

```

Проверил размер:

```

nik@c7-2:~$ sudo vgdisplay gr01 | grep "PE Size"
  PE Size                4.00 MiB
nik@c7-2:~$

```

Создал файловую систему `ext4`:

```

nik@c7-2:~$ sudo mkfs.ext4 /dev/gr01/vol01
mke2fs 1.47.0 (5-Feb-2023)
Discarding device blocks: done
Creating filesystem with 5240832 4k blocks and 1310720 inodes
Filesystem UUID: c949475a-a435-4104-ba19-4450ddb6f3e9
Superblock backups stored on blocks:
    32768, 98304, 163840, 229376, 294912, 819200, 884736, 1605632, 2654
    208,
    4096000

Allocating group tables: done
Writing inode tables: done
Creating journal (32768 blocks): done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done

nik@c7-2:~$ █

```

Затем смонтировал том в каталог `/mnt/vol01`:

```

nik@c7-2:~$ sudo mkdir -p /mnt/vol01
nik@c7-2:~$ sudo mount /dev/gr01/vol01 /mnt/vol01
nik@c7-2:~$ df -h | grep vol01
/dev/mapper/gr01-vol01          20G   24K   19G   1% /mnt/vol01
nik@c7-2:~$ █

```

Добавил третий диск в VG `gr01`:

```

nik@c7-2:~$ sudo vgextend gr01 /dev/sdc1
Volume group "gr01" successfully extended
nik@c7-2:~$ █

```

Расширил том `vol01` на 100 % нового диска.

```

nik@c7-2:~$ sudo vgextend gr01 /dev/sdc1
Volume group "gr01" successfully extended
nik@c7-2:~$ sudo lvextend -l +100%FREE /dev/gr01/vol01
Size of logical volume gr01/vol01 changed from 19.99 GiB (5118 extents) to
29.99 GiB (7677 extents).
Logical volume gr01/vol01 successfully resized.
nik@c7-2:~$ █

```

Расширил файловую систему:

```
nik@c7-2:~$ sudo resize2fs /dev/gr01/vol01
resize2fs 1.47.0 (5-Feb-2023)
Filesystem at /dev/gr01/vol01 is mounted on /mnt/vol01; on-line resizing required
old_desc_blocks = 3, new_desc_blocks = 4
The filesystem on /dev/gr01/vol01 is now 7861248 (4k) blocks long.

nik@c7-2:~$
```

```
nik@c7-2:~$ df -h /mnt/vol01
Filesystem                Size      Used Avail Use% Mounted on
/dev/mapper/gr01-vol01    30G       24K    28G   1% /mnt/vol01
nik@c7-2:~$
```

Добавил оставшиеся диски в новую VG `gr02`:

```
nik@c7-2:~$ sudo vgcreate gr02 /dev/sdd1 /dev/sde1
[sudo] password for nik:
Volume group "gr02" successfully created
nik@c7-2:~$
```

Создал зеркальный том `vol02` в этой группе.

```
nik@c7-2:~$ sudo lvcreate -L 10G -m1 -n vol02 gr02
Insufficient free space: 5122 extents needed, but only 5118 available
nik@c7-2:~$
nik@c7-2:~$ sudo lvcreate -L 9.9G -m1 -n vol02 gr02
Rounding up size to full physical extent 9.90 GiB
Logical volume "vol02" created.
nik@c7-2:~$
```

Создал файловую систему `ext4`:

```

nik@c7-2:~$ sudo mkfs.ext4 /dev/gr02/vol02
mke2fs 1.47.0 (5-Feb-2023)
Discarding device blocks: done
Creating filesystem with 2595840 4k blocks and 648960 inodes
Filesystem UUID: 94897d69-fcbf-49a7-beb1-732d8062bd0c
Superblock backups stored on blocks:
    32768, 98304, 163840, 229376, 294912, 819200, 884736, 1605632

Allocating group tables: done
Writing inode tables: done
Creating journal (16384 blocks): done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done

```

Смонтировал том:

```

nik@c7-2:~$ sudo mkdir -p /mnt/vol2
nik@c7-2:~$ sudo mount /dev/gr02/vol02 /mnt/vol2
nik@c7-2:~$ df -h /mnt/vol2

```

Filesystem	Size	Used	Avail	Use%	Mounted on
/dev/mapper/gr02-vol02	9.7G	24K	9.2G	1%	/mnt/vol2

```

nik@c7-2:~$ █

```

Часть 5. Управление монтированием дисков.

Я создал каталог для монтирования и получил UUID фс на зеркальном томе:

```

nik@c7-2:~$ sudo blkid /dev/gr02/vol02
/dev/gr02/vol02: UUID="94897d69-fcbf-49a7-beb1-732d8062bd0c" BLOCK_SIZE="4096" TYPE="ext4"
nik@c7-2:~$ nvim /etc/fstab
nik@c7-2:~$ sudo nvim /etc/fstab
nik@c7-2:~$ ls
info.sh  part.sh  test.txt
nik@c7-2:~$ sudo nvim /etc/fstab
nik@c7-2:~$ █

```

Затем, в файл `/etc/fstab` я добавил строку:

```

UUID=94897d69-fcbf-49a7-beb1-732d8062bd0c    /nfs    ext4
defaults    0    2

```

Проверим работоспособность:

```
nik@c7-2:~$ sudo umount /mnt/vol2 2>/dev/null
nik@c7-2:~$ sudo mount -a
mount: (hint) your fstab has been modified, but systemd still uses
the old version; use 'systemctl daemon-reload' to reload.
nik@c7-2:~$
```

```
nik@c7-2:~$ df -h | grep /nfs
/dev/mapper/gr02-vol02          9.7G   24K   9.2G   1% /nfs
```

```
Memory usage: 6%                      IPv4 address for enp1s0: 192.168.122.214
Swap usage:   0%
```

Expanded Security Maintenance for Applications is not enabled.

0 updates can be applied immediately.

Enable ESM Apps to receive additional future security updates.
See <https://ubuntu.com/esm> or run: `sudo pro status`

Last login: Mon Oct 6 13:28:28 2025 from 192.168.122.1

```
nik@c7-2:~$ df -h | grep /nfs
/dev/mapper/gr02-vol02          9.7G   24K   9.2G   1% /nfs
nik@c7-2:~$
```

Часть 6. Работа с NFS.

На машине `c7-2` установил службу `nfs-kernel-server`, разрешил запуск и запустил её:

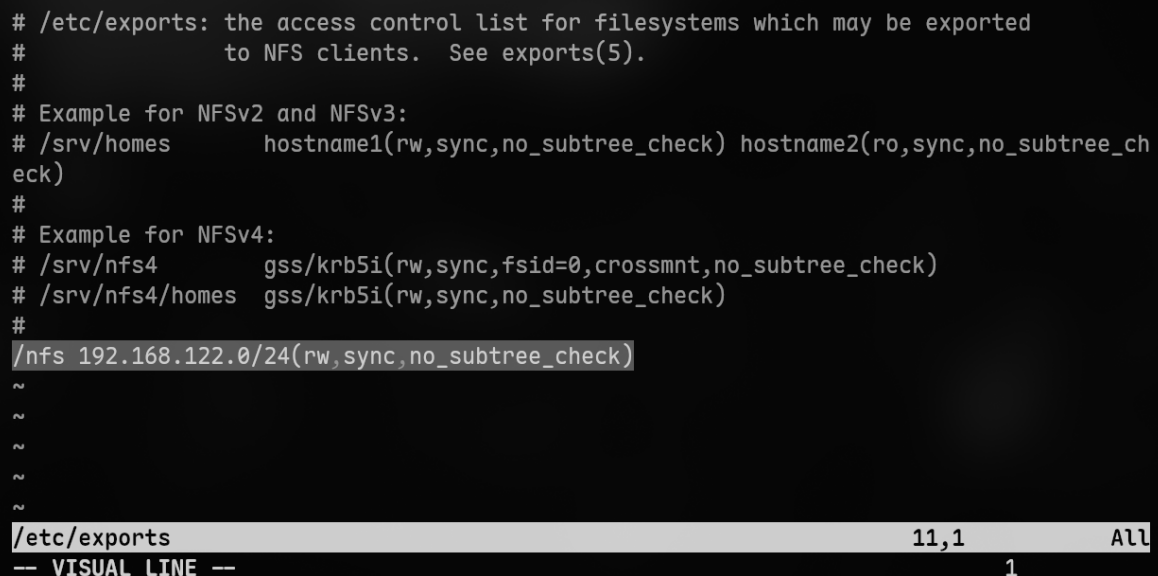
```

nik@c7-2:~$ sudo systemctl enable nfs-kernel-server
Synchronizing state of nfs-kernel-server.service with SysV service script with /usr/lib/systemd/systemd-sysv-install.
Executing: /usr/lib/systemd/systemd-sysv-install enable nfs-kernel-server
nik@c7-2:~$ sudo systemctl start nfs-kernel-server
nik@c7-2:~$ systemctl status nfs-kernel-server
WARNING: terminal is not fully functional
Press RETURN to continue
● nfs-server.service - NFS server and services
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nfs-server.service; enabled; >
   Active: active (exited) since Mon 2025-10-06 13:50:19 UTC; 5min ago
   Main PID: 1117 (code=exited, status=0/SUCCESS)
   CPU: 8ms

Oct 06 13:50:19 c7-2 systemd[1]: Starting nfs-server.service - NFS server >
Oct 06 13:50:19 c7-2 systemd[1]: Finished nfs-server.service - NFS server >
nik@c7-2:~$

```

Я разрешил доступ к каталогу `\nfs` через сеть:



```

# /etc/exports: the access control list for filesystems which may be exported
#               to NFS clients.  See exports(5).
#
# Example for NFSv2 and NFSv3:
# /srv/homes      hostname1(rw,sync,no_subtree_check) hostname2(ro,sync,no_subtree_ch
#               eck)
#
# Example for NFSv4:
# /srv/nfs4       gss/krb5i(rw,sync,fsid=0,crossmnt,no_subtree_check)
# /srv/nfs4/homes gss/krb5i(rw,sync,no_subtree_check)
#
/nfs 192.168.122.0/24(rw,sync,no_subtree_check)
~
~
~
~
~

```

/etc/exports	11,1	All
--------------	------	-----

-- VISUAL LINE --

```

nik@c7-2:~$ sudo exportfs -ra
nik@c7-2:~$ sudo exportfs -v
/nfs      192.168.122.0/24(sync,wdelay,hide,no_subtree_check,sec=sys,
rw,secure,root_squash,no_all_squash)
nik@c7-2:~$

```

С `c7-1` осуществил монтирование сетевого ресурса `nfs` в каталог `/var/remotenfs`.

```
nik@c7-1:~$ sudo mkdir -p /var/remotenfs
nik@c7-1:~$ showmount -e 192.168.122.214
Export list for 192.168.122.214:
/nfs 192.168.122.0/24
nik@c7-1:~$ sudo mount 192.168.122.214:/nfs /var/remotenfs
nik@c7-1:~$ df -h | grep remotenfs
192.168.122.214:/nfs          9.7G      0  9.2G   0% /var/remotenfs
nik@c7-1:~$
```

```
nik@c7-1:~$ sudo nvim /var/remotenfs/test.txt
nik@c7-1:~$ cat /var/remotenfs/test.txt
hello, world!
nik@c7-1:~$
```

```
nik@c7-1:~$ ls -l /var/remotenfs/
total 20
drwx-----? 2 root  root    16384 Oct  6 13:38 lost+found
-rw-r--r--  1 nobody nogroup   14 Oct  6 14:13 test.txt
nik@c7-1:~$
```

```
nik@c7-2:~$ ls -l /nfs
total 20
drwx----- 2 root  root    16384 Oct  6 13:38 lost+found
-rw-r--r--  1 nobody nogroup   14 Oct  6 14:13 test.txt
nik@c7-2:~$ cat test.txt
hello world!
nik@c7-2:~$
```

Часть 7. Работа с RAID в Linux.

На машину `c7-1` я добавил 3 жестких диска по 1гб.

```

nik@c7-1:~$ lsblk
NAME                                MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINTS
sda                                 8:0      0   1G  0 disk
sdb                                 8:16     0   1G  0 disk
sdc                                 8:32     0   1G  0 disk
sr0                                11:0     1 1024M  0 rom
vda                                253:0     0   25G  0 disk
├─vda1                             253:1     0    1M  0 part
├─vda2                             253:2     0    2G  0 part /boot
├─vda3                             253:3     0   23G  0 part
└─ubuntu--vg-ubuntu--lv 252:0     0 11.5G  0 lvm  /
nik@c7-1:~$

```

Затем создал RAID-5 массив:

```

nik@c7-1:~$ sudo mdadm --create /dev/md0 --level=5 --raid-devices=3 /dev/sda /dev/sdb /dev/sdc
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md0 started.
nik@c7-1:~$

```

```

nik@c7-1:~$ cat /proc/mdstat
Personalities : [raid0] [raid1] [raid6] [raid5] [raid4] [raid10]
md0 : active raid5 sdc[3] sdb[1] sda[0]
      2093056 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [3/3] [UUU]

unused devices: <none>

```

Сохранил конфигурацию RAID, чтобы массив поднимался автоматически при загрузке:

```

nik@c7-1:~$ sudo mdadm --detail --scan | sudo tee -a /etc/mdadm/mdadm.conf
ARRAY /dev/md0 metadata=1.2 UUID=9605cea2:06c9ffc1:7d50b830:f2dc9260
nik@c7-1:~$

```

Обновил initramfs:

```

nik@c7-1:~$ sudo update-initramfs -u
update-initramfs: Generating /boot/initrd.img-6.8.0-85-generic
nik@c7-1:~$

```

```

nik@c7-1:~$ sudo mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Mon Oct  6 14:29:21 2025
    Raid Level : raid5
    Array Size : 2093056 (2044.00 MiB 2143.29 MB)
  Used Dev Size : 1046528 (1022.00 MiB 1071.64 MB)
    Raid Devices : 3
  Total Devices : 3
  Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Mon Oct  6 14:29:27 2025
      State : clean
  Active Devices : 3
 Working Devices : 3
 Failed Devices : 0
  Spare Devices : 0


    Layout : left-symmetric
  Chunk Size : 512K

Consistency Policy : resync


    Name : c7-1:0 (local to host c7-1)
    UUID : 9605cea2:06c9ffc1:7d50b830:f2dc9260
    Events : 18


   Number   Major   Minor   RaidDevice State   /dev/sda
     0         8        0         0     active sync
     1         8       16         1     active sync
     3         8       32         2     active sync   /dev/sdb
                                     /dev/sdc
nik@c7-1:~$

```

Я создал файловую систему `ext4` на RAID массиве:

```
nik@c7-1:~$ sudo mkfs.ext4 /dev/md0
mke2fs 1.47.0 (5-Feb-2023)
Creating filesystem with 523264 4k blocks and 130816 inodes
Filesystem UUID: 62735a38-b214-4391-9891-73397dac9614
Superblock backups stored on blocks:
    32768, 98304, 163840, 229376, 294912

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

Затем я создал каталог и смонтировал массив:

```
nik@c7-1:~$ sudo mkdir -p /mount/raid5
nik@c7-1:~$ sudo mount /dev/md0 /mount/raid5
nik@c7-1:~$ df -h | grep raid5
/dev/md0                2.0G   24K  1.9G   1% /mount/raid5
nik@c7-1:~$ █
```

```

nik@c7-1:~$ sudo mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Mon Oct  6 14:29:21 2025
    Raid Level : raid5
    Array Size : 2093056 (2044.00 MiB 2143.29 MB)
  Used Dev Size : 1046528 (1022.00 MiB 1071.64 MB)
    Raid Devices : 3
  Total Devices : 3
 Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Mon Oct  6 14:42:31 2025
      State : clean
 Active Devices : 3
Working Devices : 3
 Failed Devices : 0
 Spare Devices : 0


    Layout : left-symmetric
  Chunk Size : 512K

Consistency Policy : resync

        Name : c7-1:0 (local to host c7-1)
        UUID : 9605cea2:06c9ffc1:7d50b830:f2dc9260
        Events : 18

   Number   Major   Minor   RaidDevice State
     0         8        0         0     active sync   /dev/sda
     1         8       16         1     active sync   /dev/sdb
     3         8       32         2     active sync   /dev/sdc
nik@c7-1:~$

```

```

nik@c7-1:~$ cat /proc/mdstat
Personalities : [raid0] [raid1] [raid6] [raid5] [raid4] [raid10]
md0 : active raid5 sdc[3] sdb[1] sda[0]
      2093056 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [3/3] [UUU]

unused devices: <none>

```

Положил в RAID каталог тестовый файл:

```

nik@c7-1:~$ sudo nvim /mount/raid5/test.txt
nik@c7-1:~$ cat /mount/raid5/test.txt
hello, world!
nik@c7-1:~$ ls -l /mount/raid5
total 20
drwx----- 2 root root 16384 Oct  6 14:40 lost+found
-rw-r--r-- 1 root root   14 Oct  6 14:44 test.txt
nik@c7-1:~$ █

```

Определил доступный объем:

```

nik@c7-1:~$ df -h /mount/raid5
Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
/dev/md0        2.0G  28K  1.9G   1% /mount/raid5
nik@c7-1:~$ █

```

Затем я удалил диск `sdc`.

```

nik@c7-1:~$ cat /proc/mdstat
Personalities : [raid0] [raid1] [raid6] [raid5] [raid4] [raid10]
md0 : inactive sdb[1](S) sda[0](S)
      2093056 blocks super 1.2

unused devices: <none>
nik@c7-1:~$ sudo mdadm --detail /dev/md0
[sudo] password for nik:
Sorry, try again.
[sudo] password for nik:
/dev/md0:
   Version : 1.2
  Raid Level : raid5
 Total Devices : 2
 Persistence : Superblock is persistent

   State : inactive
 Working Devices : 2

   Name : c7-1:0 (local to host c7-1)
  UUID : 9605cea2:06c9ffc1:7d50b830:f2dc9260
 Events : 20

Number   Major   Minor   RaidDevice
  -       8        0        -         /dev/sda
  -       8       16        -         /dev/sdb

```

Добавил новый диск:

```
nik@c7-1:~$ lsblk
```

NAME	MAJ:MIN	RM	SIZE	RO	TYPE	MOUNTPOINTS
sda	8:0	0	1G	0	disk	
└─md0	9:0	0	0B	0	md	
sdb	8:16	0	1G	0	disk	
└─md0	9:0	0	0B	0	md	
sdc	8:32	0	1G	0	disk	

```
nik@c7-1:~$ sudo mdadm --add /dev/md0 /dev/sdc
```

```
mdadm: Cannot get array info for /dev/md0
```

```
nik@c7-1:~$ █
```

```

nik@c7-1:~$ cat /proc/mdstat
Personalities : [raid0] [raid1] [raid6] [raid5] [raid4] [raid10]
md0 : active raid5 sda[0] sdb[1]
      2093056 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [3/2] [UU_]

unused devices: <none>
nik@c7-1:~$ sudo mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Mon Oct  6 14:29:21 2025
    Raid Level : raid5
    Array Size : 2093056 (2044.00 MiB 2143.29 MB)
  Used Dev Size : 1046528 (1022.00 MiB 1071.64 MB)
    Raid Devices : 3
    Total Devices : 2
 Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Mon Oct  6 14:47:32 2025
      State : clean, degraded
 Active Devices : 2
Working Devices : 2
 Failed Devices : 0
 Spare Devices : 0


    Layout : left-symmetric
   Chunk Size : 512K

Consistency Policy : resync


    Name : c7-1:0 (local to host c7-1)
    UUID : 9605cea2:06c9ffc1:7d50b830:f2dc9260
    Events : 20

   Number   Major   Minor   RaidDevice State
    0         8        0         0     active sync   /dev/sda
    1         8       16         1     active sync   /dev/sdb
    -         0        0         2     removed

nik@c7-1:~$

```

```

nik@c7-1:~$ sudo mdadm --add /dev/md0 /dev/sdc
mdadm: added /dev/sdc

```

```

nik@c7-1:~$ sudo mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Mon Oct  6 14:29:21 2025
    Raid Level : raid5
    Array Size : 2093056 (2044.00 MiB 2143.29 MB)
  Used Dev Size : 1046528 (1022.00 MiB 1071.64 MB)
    Raid Devices : 3
  Total Devices : 3
 Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Mon Oct  6 15:05:10 2025
      State : clean
 Active Devices : 3
Working Devices : 3
 Failed Devices : 0
  Spare Devices : 0


    Layout : left-symmetric
   Chunk Size : 512K

Consistency Policy : resync


    Name : c7-1:0 (local to host c7-1)
    UUID : 9605cea2:06c9ffc1:7d50b830:f2dc9260
    Events : 41


   Number  Major   Minor   RaidDevice State
    0         8        0         0     active sync   /dev/sda
    1         8       16         1     active sync   /dev/sdb
    3         8       32         2     active sync   /dev/sdc
nik@c7-1:~$ cat /proc/mdstat
Personalities : [raid0] [raid1] [raid6] [raid5] [raid4] [raid10]
md0 : active raid5 sdc[3] sda[0] sdb[1]
      2093056 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [3/3] [UUU]

unused devices: <none>
nik@c7-1:~$ █

```

Часть 8. Получение информации и изменение файловой системы.

Нашел корневой раздел:

```

nik@c7-2:~$ df -h /
Filesystem                                Size  Used Avail Use% Mounted on
/dev/mapper/ubuntu--vg-ubuntu--lv        12G   5.0G   5.7G  47% /
nik@c7-2:~$ █

```

```

Filesystem volume name: <none>
Last mounted on: /
Filesystem UUID: 3713c9b6-9744-4683-bbe7-ea5981f714fd
Filesystem magic number: 0xEF53
Filesystem revision #: 1 (dynamic)
Filesystem features: has_journal ext_attr resize_inode dir_index filetype needs_recovery extent 64bit flex_bg sparse_super large_file huge_file dir_nlink extra_isize metadata_csum
Filesystem flags: signed_directory_hash
Default mount options: user_xattr acl
Filesystem state: clean
Errors behavior: Continue
Filesystem OS type: Linux
Inode count: 753664
Block count: 3013632
Reserved block count: 150681
Overhead clusters: 73942
Free blocks: 1641342
Free inodes: 653410
First block: 0
Block size: 4096
Fragment size: 4096
Group descriptor size: 64
Reserved GDT blocks: 1024
Blocks per group: 32768
Fragments per group: 32768
Inodes per group: 8192
Inode blocks per group: 512
Flex block group size: 16
Filesystem created: Sat Oct 4 19:03:25 2025
Last mount time: Mon Oct 6 15:11:24 2025
Last write time: Mon Oct 6 15:11:22 2025
Mount count: 17
Maximum mount count: -1
Last checked: Sat Oct 4 19:03:25 2025
Check interval: 0 (<none>)
Lifetime writes: 6025 MB
Reserved blocks uid: 0 (user root)
Reserved blocks gid: 0 (group root)
First inode: 11
Inode size: 256
Required extra isize: 32

```

```

nik@c7-2:~$ df -ih /
Filesystem                                Inodes  IUsed  IFree  IUse% Mounted on
/dev/mapper/ubuntu--vg-ubuntu--lv        736K    98K   639K   14% /
nik@c7-2:~$ df -h /
Filesystem                                Size    Used Avail Use% Mounted on
/dev/mapper/ubuntu--vg-ubuntu--lv        12G     5.0G   5.7G   47% /
nik@c7-2:~$

```

Включил использование зарезервированных `inode`:

```

nik@c7-2:~$ sudo tune2fs -m 1 /dev/mapper/ubuntu--vg-ubuntu--lv
tune2fs 1.47.0 (5-Feb-2023)
Setting reserved blocks percentage to 1% (30136 blocks)
nik@c7-2:~$

```

```

nik@c7-2:~$ sudo tune2fs -l /dev/mapper/ubuntu--vg-ubuntu--lv | grep 'Reserved block count'
Reserved block count:      30136
nik@c7-2:~$

```

Ответы на вопросы:

Как вы увеличили раздел в части 3? Какие команды использовали. В чем состояла суть выполненных действий?

Я использовал утилиту `fdisk`, чтобы удалить старый раздел и создать новый, занимающий весь диск:

```
sudo fdisk /dev/vdb
```

После этого заново создал раздел. Затем обновил файловую систему:

```
sudo resize2fs /dev/vdb1
```

Физически размер раздела увеличился, и командой `resize2fs` файловая система была расширена, чтобы занять всё доступное место на диске.

Почему отличается процедура увеличения раздела в частях 3 и 4? Почему в случае LVM не пришлось отмонтировать раздел?

В LVM файловая система расположена не на “жестком” разделе, а на логическом томе, который можно динамически изменять. LVM поддерживает online resize, то есть позволяет расширять том, пока он смонтирован:

```
sudo lvextend -l +100%FREE /dev/gr01/vol01  
sudo resize2fs /dev/gr01/vol01
```

Это возможно, потому что LVM управляет логическими блоками и абстрагирует файловую систему от физического устройства. В обычном случае (fdisk) нужно отмонтировать, так как изменяются реальные границы раздела.

Как можно ограничить доступ через сеть к данным в каталоге NFS сервера?

Ограничение доступа делается через файл `/etc/exports`, где указывается, какие IP-адреса или подсети могут монтировать каталог и с какими правами. Пример:

```
/nfs 192.168.122.0/24(rw,sync,no_root_squash)
```

Здесь доступ разрешён только хостам из подсети `192.168.122.0/24`, с правом записи (`rw`).

В чем разница архитектуры NAS и DAS?

Параметр	NAS	DAS
----------	-----	-----

Подключение	Через сеть (TCP/IP, NFS, SMB)	Непосредственно к серверу (SATA, SAS, USB)
Доступ	Несколько клиентов	Один конкретный сервер
Масштабирование	Легко масштабируется	Ограничено локальными портами
Пример	Synology, TrueNAS	Внутренний HDD или SSD

Главное отличие: NAS — это сетевое хранилище, DAS — локально подключённый диск.

В части 4 п.7 вы создали зеркальный том. От каких рисков потери данных это защищает? От каких — не защищает?

Защищает:

- от отказа одного физического диска;
- от ошибок чтения/записи на отдельном носителе.

Не защищает:

- от случайного удаления файлов;
- от вирусов и логических ошибок;
- от выхода из строя контроллера или потери всей группы дисков одновременно.

В части 7 вы смогли запустить RAID-массив с потерей диска. Откуда взялись данные?

RAID-5 хранит не только данные, но и чётность (parity), распределённую по всем дискам. При потере одного диска оставшиеся два содержат достаточно информации, чтобы восстановить недостающие блоки “а лету”. То есть данные не хранились “копией”, а восстанавливались математически через XOR из чётности и оставшихся данных.

Почему невозможно записать файлы, если свободное место есть, права есть и раздел смонтирован для записи?

На файловых системах типа `ext4` часть блоков зарезервирована для суперпользователя (обычно 5%). Если все “пользовательские” блоки

заняты, обычный пользователь не сможет записывать файлы, хотя `df` будет показывать, что немного места ещё “есть”. Проверить можно:

```
sudo tune2fs -l /dev/sdX | grep 'Reserved block count'
```

Также возможны другие причины:

- переполнены inode (слишком много мелких файлов);
- раздел смонтирован в режиме read-only после ошибки (`dmesg` покажет).

Вывод:

В ходе лабораторной работы я освоил основные операции с подсистемой хранения данных в Linux: создание и изменение разделов, работу с файловыми системами и LVM, настройку сетевого хранилища NFS и организацию RAID-массивов. На практике были изучены принципы расширения разделов и томов, монтирование файловых систем, создание зеркальных и распределённых хранилищ, а также восстановление RAID после отказа диска. Получены навыки администрирования хранилищ и управления доступом к ним.