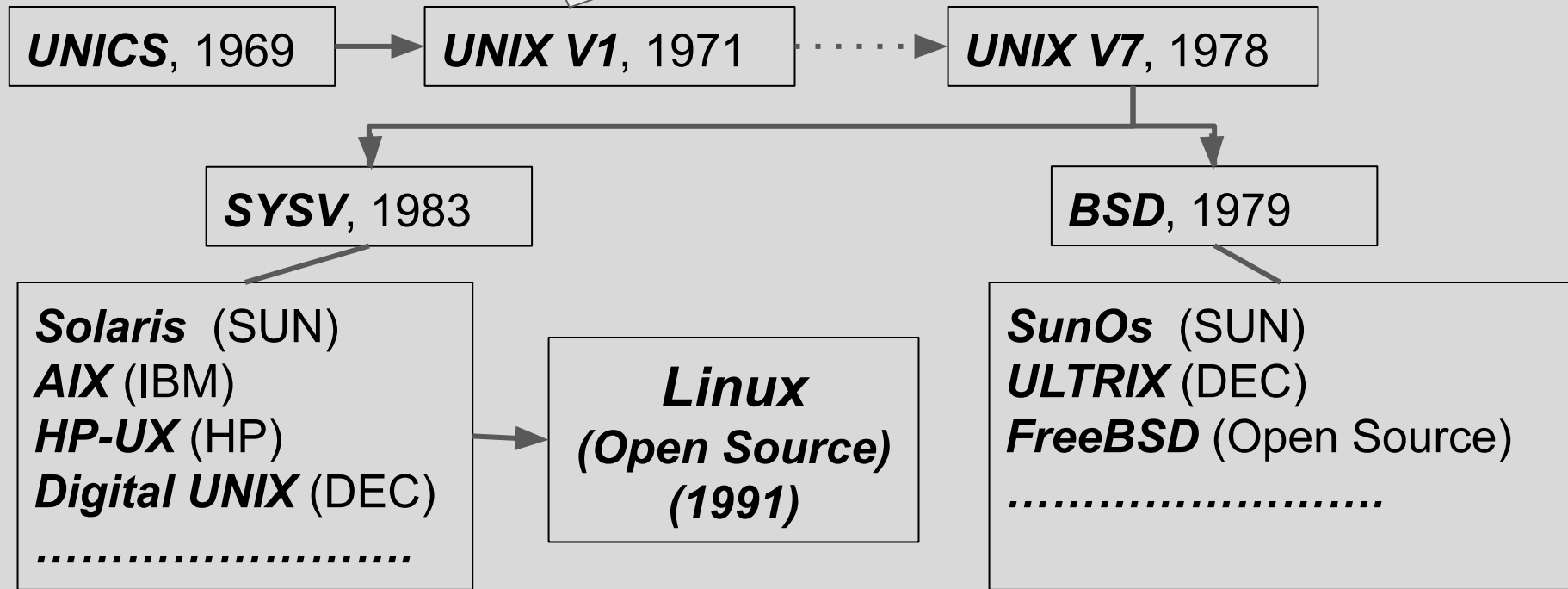


Лекция 2

Операционная система GNU/Linux

- Происхождение GNU/Linux.
- Загрузчик GRUB.
- Загрузка Linux.
- Интерфейс пользователя.

ОС с разделением времени



Slackware, 1993

SuSE (Software-und System-Entwicklung), 1994 {YaST – Yet another Setup Tool,
менеджер пакетов **zypper**}

SuSE Enterprise Linux, 2006 (корпорация Novell)

OpenSuse, 2006 (открытое сообщество)

Red Hat, 1995-2003 {rpm – Red hat **Package Manager**}

RedHat Enterprise Linux, 2003 (компания Red Hat)

Fedora, 2003 (открытое сообщество)

Debian, 1995 (открытое сообщество) {мощный репозиторий; поддержка
большого количества платформ; apt - **Advanced Packaging Tool**}

Knoppix, 2000 {первый LiveCD}

Ubuntu, 2004 {расширенное применение команды sudo}

ArchLinux, 2002 {оптимизация x86-64; “замучаешься устанавливать”}

Astra Linux, 2009 {российская разработка, **дериватив Debian**}

Red OS, 2017 {российская разработка, упрощение миграции с MS Windows}

Загрузчик GRUB

При включении компьютера, после самотестирования - выполнения процедуры POST, когда выявляются неполадки с процессором, памятью и внешними устройствами, система BIOS выполняет код, записанный в разделе MBR на внешнем носителе. Размер MBR один сектор - 512 байт, и задача этого кода, Bootstrap Code'а, загрузить загрузчик операционной системы. Популярным загрузчиком операционных систем является GRUB. Это мультизагрузчик, позволяющий загружать несколько операционных систем, пользователю предоставляется возможность выбрать из меню GRUB, какую именно ОС надо загрузить. Настройка GRUB производится во время установки Linux. Параметры загрузчика можно менять перед каждой сессией, редактируя его конфигурацию. Конфигурация загрузчика хранится в файле `grub.cfg`. Чтобы внести постоянные изменения в конфигурацию можно отредактировать этот файл или использовать утилиту администрирования, в *OpenSuse* это *Yast*.

openSUSE Leap 15.6

Advanced options for openSUSE Leap 15.6

Windows Boot Manager (on /dev/sda1)

UEFI Firmware Settings

GNU GRUB version 2.12

```
setparams 'openSUSE Leap 15.6'

load_video
set gfxpayload=keep
insmod gzio
insmod part_msdos
insmod btrfs
set root='hd1,msdos1'
if [ x${feature_platform_search_hint} = xy ]; then
  search --no-floppy --fs-uuid --set=root --hint-bios=hd1,msdos1 --hint-efi=hd1,msdos1 --hint-baremetal=ahci1,msdos1 3768d6e3-27f1-4832-ab59-08a995aa35ba
else
  search --no-floppy --fs-uuid --set=root 3768d6e3-27f1-4832-ab59-08a995aa35ba
fi
echo          'Loading Linux 6.4.0-150600.23.7-default ...'
linux        /boot/vmlinuz-6.4.0-150600.23.7-default root=UUID=3768d6e3-27f1-4832-ab59-08a995aa35ba ${extra_cmdline} splash=silent resume=/dev/disk/by-uu\
id/ead7ae64-ef7b-476f-a0e0-78a7b3fc77fc preempt=full quiet security=apparmor mitigations=auto _3
echo          'Loading initial ramdisk ...'
initrd       /boot/initrd-6.4.0-150600.23.7-default
```

Minimum Emacs-like screen editing is supported. TAB lists completions. Press Ctrl-x or F10 to boot, Ctrl-c or F2 for a command-line or ESC to discard edits and return to the GRUB menu.

```
malkov@192: > sudo cat /boot/grub2/grub.cfg | grep splash > grcfg.txt
malkov@192: > vim grcfg.txt
linux /boot/vmlinuz-6.4.0-150600.23.7-default root=UUID=3768d6e3-27f1-4832-
ab59-08a995aa35ba ${extra_cmdline} splash=silent resume=/dev/disk/by-
uuid/ead7ae64-ef7b-476f-a0e0-78a7b3fc77fc preempt=full quiet
security=apparmor mitigations=auto 3
```

YaST2 - bootloader @ 192.168.0.6

Boot Loader Settings

Boot Code Options — Kernel Parameters — Bootloader Options

ent resume=/dev/disk/by-uuid/ead7ae64-ef7b-476f-a0e0-78a7b3fc77fc preempt=full quiet security=apparmor

CPU Mitigations

Auto ↓

☒ Graphical console

Console resolution

Console theme

[Browse...]

Autodetect by grub2

↔ s/openSUSE/theme.txt

☐ Serial console

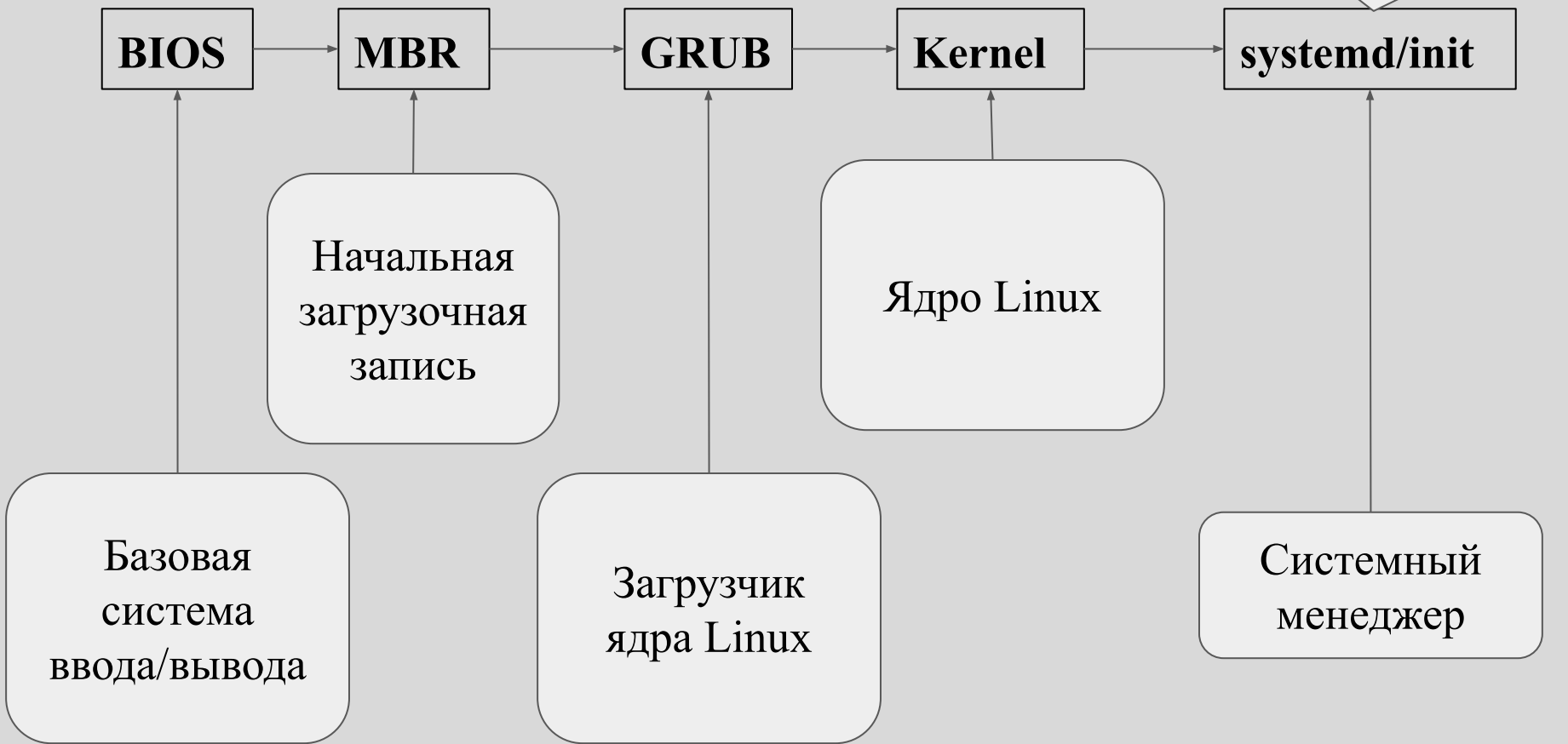
Console arguments

[Help]

[Cancel]

[OK]

Запуск программ и служб



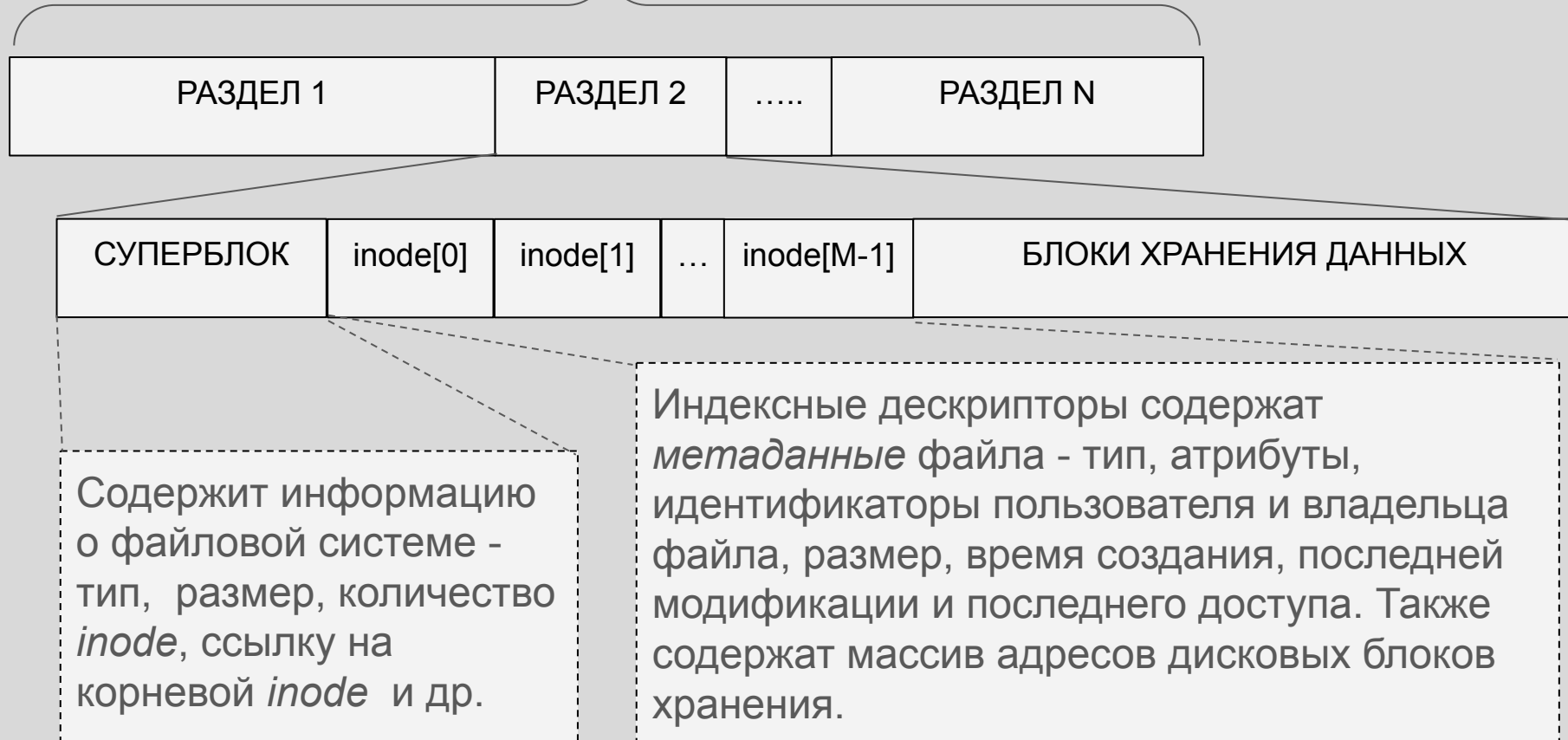
Файловая система Linux

После обнаружения и тестирования периферийных устройств загрузка ядра заканчивается **монтированием** файловой системы.

В UNIX/Linux операционных системах существуют следующие типы файлов:

1. **Обычные файлы** (файлы с данными различных форматов, хранящиеся на внешних носителях).
2. **Директории (каталоги)**, содержащие имена файлов и индекс соответствующего файлового дескриптора - *inode*, с информацией о файле. Каталоги формируют *дерево файловой системы*.
3. **Файлы устройств** для управления аппаратными устройствами.
4. **Именованные каналы (FIFO)** для межпроцессного сообщения.
5. **Связи** (дополнительные имена файлов с тем же *inode*).
6. **Сокеты**, обеспечивающие межпроцессное сообщение в сети.

Диск/внешняя память



Существует предопределенная структура каталогов в UNIX/Linux с предопределенными именами:

drwxr-xr-x	1	root	root	1756	июн	8	17:47	bin
drwxr-xr-x	1	root	root	704	июл	17	2024	boot
drwxr-xr-x	20	root	root	4440	авг	29	16:48	dev
drwxr-xr-x	1	root	root	5586	авг	29	16:48	etc
drwxr-xr-x	3	root	root	20	июл	17	2024	home
drwxr-xr-x	1	root	root	1266	дек	15	2024	lib
drwxr-xr-x	1	root	root	2326	июл	17	2024	lib64
drwxr-xr-x	1	root	root	0	мар	15	2022	mnt
drwxr-xr-x	1	root	root	32	июл	18	2024	opt
dr-xr-xr-x	381	root	root	0	авг	29	2025	proc
drwx-----	1	root	root	368	авг	28	14:02	root
drwxr-xr-x	49	root	root	1240	авг	29	16:48	run
drwxr-xr-x	1	root	root	3840	дек	15	2024	sbin
drwxr-xr-x	1	root	root	0	мар	15	2022	selinux
drwxr-xr-x	1	root	root	28	июл	17	2024	srv
dr-xr-xr-x	13	root	root	0	авг	29	2025	sys
drwxrwxrwt	1	root	root	66416	авг	29	18:00	tmp
drwxr-xr-x	1	root	root	124	июл	17	2024	usr
drwxr-xr-x	1	root	root	254	авг	30	2024	var

Подключение файловой системы к дереву каталогов называется *монтированием файловой системы*. После монтирования операционная система может манипулировать файлами, используя имена файлов и абстрагируясь от их аппаратной реализации.

Примечание. Системы UNIX/Linux поддерживают различные файловые системы - FAT16, FAT32, NTFS, ReiserFS, Ext[2-4], Btrfs и др. (и не только дисковые) посредством интерфейса *VFS, виртуальной файловой системы*.

Монтирование при загрузке

Устройства
монтирования

Точка
монтирования

Тип
файловый
системы

Опции
монтирования

```
ewgenij@dew:~$ cat /etc/fstab
```

/dev/disk/by-id/ata-ST31000524AS_9VPGD772-part1	swap	swap	defaults	0 0
/dev/disk/by-id/ata-ST31000524AS_9VPGD772-part2	/	ext4	acl,user_xattr	1 1
/dev/disk/by-id/ata-ST31000524AS_9VPGD772-part3	/home	ext4	acl,user_xattr	1 2
proc	/proc	proc	defaults	0 0
sysfs	/sys	sysfs	noauto	0 0
debugfs	/sys/kernel/debug	debugfs	noauto	0 0
devpts	/dev/pts	devpts	mode=0620,gid=5	0 0

Другой формат *fstab*

```
malkov@192:~> cat /etc/fstab
```

UUID=fbc31785-ea37-40c8-9dc2-928b1d9cd03f /	btrfs defaults	0 0
UUID=fbc31785-ea37-40c8-9dc2-928b1d9cd03f /var	btrfs subvol=/@/var	0 0
UUID=fbc31785-ea37-40c8-9dc2-928b1d9cd03f /usr/local	btrfs subvol=/@/usr/local	0 0
UUID=fbc31785-ea37-40c8-9dc2-928b1d9cd03f /tmp	btrfs subvol=/@/tmp	0 0
UUID=fbc31785-ea37-40c8-9dc2-928b1d9cd03f /srv	btrfs subvol=/@/srv	0 0
UUID=fbc31785-ea37-40c8-9dc2-928b1d9cd03f /root	btrfs subvol=/@/root	0 0
UUID=fbc31785-ea37-40c8-9dc2-928b1d9cd03f /opt	btrfs subvol=/@/opt	0 0
UUID=e3ebe36f-a638-462e-b93b-fdd504b6e500 /home	xfs defaults	0 0
UUID=9525-6B4D /boot/efi	vfat defaults	0 2
UUID=a2ae30f3-112d-4a13-8e28-0277e29a9205 swap	swap defaults	0 0

NAME	MAJ:MIN	RM	SIZE	RO	TYPE	MOUNTPOINTS
sda	8:0	0	238,5G	0	disk	
└sda1	8:1	0	100M	0	part	
└sda2	8:2	0	16M	0	part	
└sda3	8:3	0	237,4G	0	part	
└sda4	8:4	0	999M	0	part	
sdb	8:16	0	931,5G	0	disk	
└sdb1	8:17	0	350G	0	part	/var
						/usr/local
						/tmp
						/srv
						/root
						/opt
						/boot/grub2/x86_64-efi
						/boot/grub2/i386-pc
						/
└sdb2	8:18	0	16G	0	part	[SWAP]
└sdb3	8:19	0	553G	0	part	/home
└sdb4	8:20	0	1G	0	part	/boot/efi
sdc	8:32	0	1,8T	0	disk	
└sdc1	8:33	0	1,8T	0	part	

Запуск пространства пользователя

Окружение пользователя начинается с создания процесса **init/systemd/Upstart**, который запускает программы, составляющие это окружение.

```
systemd-+-ModemManager—3*[ModemManager]
        |-NetworkManager—3*[NetworkManager]
        |-auditd—{auditd}
```

```
.....
        |-cron
        |-firewalld—{firewalld}
        |-lab15f-s
        |-login—bash—sudo—sudo—pstree
```

```
.....
        |-systemd-journal
        |-systemd-logind
        '-systemd-udev
```


Набор процессов, задействованных *init* называется уровнем запуска.

Уровни запуска *init*:

- 0 – Закончить выполнение выполнение.
- 6 – Перезагрузка.
- 1, s, S – Однопользовательский режим, режим восстановления.
- 2 – Многопользовательский режим без поддержки NetworkFileSystem.
- 3 – Полноценный многопользовательский текстовый режим.
- 5 – Полноценный многопользовательский графический режим.
- 4 – Не используется.

ПРИМЕЧАНИЕ.

В UNIX-подобных операционных системах оконный интерфейс пользователя не интегрирован в систему, в отличие от *MS Windows*. *GUI*, *X Window System*, или, просто - X-ы, загружаются по желанию пользователя. Соответственно, графическому режиму отвечает уровень `init 5`, текстовому режиму - уровень `3`. Для установки режима текстового пользовательского интерфейса при загрузке необходимо в файле конфигурации загрузчика, в конце списка команды ***linux*** вставить цифру **3**. Переход в текстовый режим (выгрузка X-ов) в любой момент может быть выполнен нажатием клавиш *Ctrl+Alt+F[1-6]*, или командой **`sudo init 3`**. Задачей курса является знакомство с базовыми технологиями ОС, поэтому, не отвлекаясь на графический интерфейс, всё изложение будет основано на работе с терминалом в текстовом режиме. X Window System будут посвящены последние лекции.

```
malkov@192: > sudo cat /boot/grub2/grub.cfg | grep splash > grcfg.txt
malkov@192: > vim grcfg.txt
linux /boot/vmlinuz-6.4.0-150600.23.7-default root=UUID=3768d6e3-27f1-4832-
ab59-08a995aa35ba ${extra_cmdline} splash=silent resume=/dev/disk/by-
uuid/ead7ae64-ef7b-476f-a0e0-78a7b3fc77fc          preempt=full          quiet
security=apparmor mitigations=auto 3
```

YaST2 - bootloader @ 192.168.0.6

Boot Loader Settings

Boot Code Options—Kernel Parameters—Bootloader Options

ent resume=/dev/disk/by-uuid/ead7ae64-ef7b-476f-a0e0-78a7b3fc77fc preempt=full quiet security=apparmor

CPU Mitigations

Auto ↓

☒ Graphical console

Console resolution

Console theme

[Browse...]

Autodetect by grub2

↩s/openSUSE/theme.txt

☐ Serial console

Console arguments

[Help]

[Cancel]

[OK]

Терминал

После загрузки ядра, в конце загрузки пользовательских программ/служб вызывается программа *agetty*, предоставляющая пользователю виртуальный терминал с приглашением ввести имя пользователя (*login*). После ввода логина запускается программа (*login*) с приглашением ввести пароль. Если пользователь зарегистрирован в системе, существует соответствующая учетная запись, то запускается интерпретатор команд, оболочка, с приглашением ввода команды. Наиболее популярной оболочкой в *Linux* является *bash*.

```
Welcome to openSUSE Leap 15.6 - Kernel 6.4.0-150600.23.7-default (tty1).  
eth0: 192.168.0.6 fe80::7285:c2ff:fed5:9781  
localhost login: malkov  
Password:  
No mail.  
Last login: Fri Aug 8 20:27:33 on tty1  
Have a lot of fun...  
(base) malkov@192: >
```

По умолчанию существуют шесть виртуальных терминалов переход в терминал *tty[1-6]* осуществляется нажатием клавиш *Alt-F[1-6]*. Их количество и другие параметры терминала можно поменять с помощью команды *agetty*.

Окно терминала можно разделять на отдельные панели используя команды пакета *tmux*.

Используя команду **ssh** (*secure shell*) можно соединиться с другим компьютером и получить *удаленную консоль* (при условии, что на удаленном компьютере запущен демон **sshd**).

```
(base) malkov@192:~> ssh eamalkov@clu.nusc.ru
```

```
Enter passphrase for key '/home/malkov/.ssh/id_rsa':
```

```
Last login: Wed Aug 23 14:01:17 2025 from 90.189.165.133
```

Filesystem	Used	Soft	Hard	State
/mnt/storage	6.69GB	10GB	11GB	Good, quota is not exceeded
/mnt/scratch	0.00GB	18GB	20GB	Good, quota is not exceeded

```
eamalkov@clu:~>
```

Пользователи и группы

```
malkov@192:~> sudo groupadd GrTest1
malkov@192:~> sudo useradd -m -G GrTest1 dummy
malkov@192:~> sudo passwd dummy
malkov@192:~> sudo usermod -aG GrTest1 tatiana
malkov@192:~> vim /etc/group
```

```
.....
video:x:482:gdm,malkov
```

```
vnc:x:461:
```

```
wheel:x:493:
```

```
www:x:459:wwwrun
```

```
wwwrun:!:457:
```

```
users:x:100:
```

```
GrTest1:x:1000:dummy,tatiana
```

```
malkov@192:~> su - dummy
```

Пароль:

```
dummy@192:~> ls -l
```

total 0

```
drwxr-xr-x 2 dummy users 6 Mar 23 2021 bin
```

```
dummy@192:~> newgrp GrTest1
```

```
dummy@192:~> touch testfile
```

```
dummy@192:~> ls -l
```

total 0

```
drwxr-xr-x 2 dummy users 6 Mar 23 2021 bin
```

```
-rw-r--r-- 1 dummy GrTest1 0 Sep 8 15:52 testfile
```

```
dummy@192:~> chmod 660 testfile
```



```
dummy@192:~> su tatiana
```

```
tatiana@192:/home/dummy> ll
```

```
total 0
```

```
drwxr-xr-x 2 dummy users  6 Mar 23  2021 bin
```

```
-rw-rw---- 1 dummy GrTest1 0 Sep  8 15:52 testfile
```

```
tatiana@192:/home/dummy> echo "You see it!" > testfile; cat testfile
```

```
You see it!
```

```
tatiana@192:/home/dummy> su malkov
```

```
Password:
```

```
malkov@192:/home/dummy> cat testfile
```

```
cat: testfile: Permission denied
```

```
malkov@192:/home/dummy> sudo setfacl -m u:malkov:r testfile
```

```
malkov@192:/home/dummy> cat testfile
```

```
You see it!
```

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

ПРИЛОЖЕНИЕ 1: оболочки - интерпретаторы команд.

ПРИЛОЖЕНИЕ: команды *bash*.

```
(base) malkov@192:~> compgen -b
```

```
(base) malkov@192:~> ls -l /usr/bin
```

```
(base) malkov@192:~> pwd --help
```

```
(base) malkov@192:~> man pwd
```

Основные команды оболочки *bash*:

ls <опции> <путь> - *просмотр каталогов*

Пример:

```
~>ls -ltr ../
```

```
drwxr-xr-x 7 dummy  users 280 Aug 12 15:03 dummy
```

```
drwxr-xr-x 7 tatiana users 324 Aug 26 15:08 tatiana
```

```
drwxr-xr-x 70 malkov  users 8192 Sep  2 13:37 malkov
```

touch <опции> <имена_файлов> - *создание файлов*

Пример:

```
~>touch test_file.txt
```

```
~>ls -l test_file.txt
```

```
~>rw-r--r-- 1 malkov users 0 Sep  2 14:20 test_file.txt
```

mkdir <опции> <имя_директории> - *создание директории*

Пример:

```
~>sudo mkdir ../ttd
```

```
~>ls -l ../ | grep ttd
```

```
~>drwxr-xr-x 2 root  root  6 Sep  2 14:04 ttd
```

rm <опции> <имена_файлов> - *удаление файлов (директорий)*

Пример:

```
~>sudo rm -fR ../ttt
```

```
~>ls -ld ../*
```

```
~>drwxr-xr-x 7 dummy users 280 Aug 12 15:03 ../dummy
```

```
drwxr-xr-x 70 malkov users 8192 Sep 2 14:20 ../malkov
```

```
drwxr-xr-x 7 tatiana users 324 Aug 26 15:08 ../tatiana
```

cp <опции> <имя_файла/файлов> <имя_файла/директория> -
копирование файлов

mv <опции> <имя_файла/файлов> <имя_файла/директория> -
перенос (переименование) файлов

Пример:

```
~>cp(mv) t2023-1.dat t2023-2.dat 2023_dir
```

ssh - получение удаленной консоли

Примеры:

```
~>ssh eamalkov@clu.nusc.ru
```

```
~>ssh malkov@192.168.0.5
```

scp - копирование файлов с удаленного хоста (на удаленный хост)

Примеры:

```
~>scp my_file.dat malkov@cyber.sibsutis.ru:~/My_dir/
```

```
~>scp malkov@cyber.sibsutis.ru:~/My_dir/my_file.dat .
```

cd <имя_директории> - изменение текущей директории

Пример:

```
~>cd ../../
```

```
/>ls -l | head -n3
```

итого 0

```
drwxr-xr-x  1 root root  1856 Dec  7 2022 bin
```

```
drwxr-xr-x  1 root root  1424 Dec  7 2022 boot
```

echo <опции> <строки> - *печать строк*

Пример:

```
~>echo $PATH
```

```
/usr/local/cuda-11.2/bin:/home/malkov/anaconda3/bin:/home/malkov/anaconda3/conda
```

```
bin:/usr/local/cuda-11.2/bin:/home/malkov/bin:/usr/local/bin:/usr/bin:/bin:/snap
```

```
/bin
```


Конфигурация оболочки bash. Переменные окружения.

```
~>cat .bashrc
```

```
# Sample .bashrc for SuSE Linux
```

```
.....
```

```
# Some applications read the EDITOR variable to determine your favourite text  
# editor. So uncomment the line below and enter the editor of your choice :-)
```

```
#export EDITOR=/usr/bin/vim
```

```
#export EDITOR=/usr/bin/mcedit
```

```
.....
```

```
export PATH=/usr/local/cuda-11.2/bin${PATH:+:${PATH}}
```

```
export
```

```
LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/cuda-11.2/lib64${LD_LIBRARY_PATH:+:${LD_LIBRARY_PATH}}
```

```
.....
```

ПРИЛОЖЕНИЕ 2: команда *mount*.

```
malkov@192:~> mkdir win10
```

```
malkov@192:~> sudo mount -o ro -t ntfs-3g /dev/sda3 win10
```

```
malkov@192:~> ls -l win10
```

```
итого 19285304
```

```
lrwxrwxrwx 2 root root      24 Oct 21  2019 Documents and Settings ->  
/home/malkov/win10/Users
```

```
.....  
drwxrwxrwx 1 root root      8192 Sep 15  2021 ProgramData  
drwxrwxrwx 1 root root     20480 Jul 27 00:10 Program Files  
drwxrwxrwx 1 root root     12288 Apr 26 18:09 Program Files (x86)  
drwxrwxrwx 1 root root      4096 Feb 24  2021 Recovery
```

```
.....  
drwxrwxrwx 1 root root      4096 May  7 21:07 Users  
drwxrwxrwx 1 root root     16384 Aug 23 18:18 Windows
```

```
malkov@192:~> sudo umount win10
```

```
[sudo] пароль для root:
```

```
(base) malkov@192:~> ls -l win10
```

```
итого 0
```

```
malkov@192:~> mkdir EDUCATION
```

```
malkov@192:~>sudo mount -B /home/malkov/Workshop/EDUCATION/ EDUCATION
```

```
malkov@192:~> ls -l EDUCATION/
```

```
итого 12
```

```
drwxr-xr-x  4 malkov users 172 Feb 27 2022 2021-2022
```

```
drwxr-xr-x 17 malkov users 4096 Jun 18 12:25 2022-2023
```

```
drwxr-xr-x  6 malkov users  56 Sep  7 18:55 2023-2024
```

```
drwxr-xr-x  7 malkov users 163 Mar 10 2023 CUDA
```

```
drwxr-xr-x  4 malkov users  31 Feb  4 2021 workspace
```

```
malkov@192:~> sudo umount EDUCATION
```

```
malkov@192:~> ls -l EDUCATION/
```

```
итого 0
```

```
malkov@192:~> mkdir REDOS
```

```
malkov@192:~> sudo mount -o loop
```

```
Redos-KDE-Live-x86_64-8-20250723-1.iso      REDOS
```

```
malkov@192:~> ls -l REDOS
```

```
total 8,0K
```

```
drwxrwxr-x 1 root root 2,0K июл 23 14:21 boot
```

```
drwxrwxr-x 1 root root 2,0K июл 23 14:21 EFI
```

```
drwxrwxr-x 1 root root 2,0K июл 23 14:21 images
```

```
drwxrwxr-x 1 root root 2,0K июл 23 14:21 LiveOS
```