

Отчёт по лабораторной работе №10

Основы работы с модулями ядра операционной системы

Руслан Алиев

Содержание

1	Цель работы	5
2	Выполнение	6
2.1	Управление модулями ядра из командной строки	6
2.2	Загрузка модулей ядра с параметрами	10
2.3	Обновление ядра системы	12
3	Контрольные вопросы	15
4	Заключение	17

Список иллюстраций

2.1	Список устройств и модулей ядра	7
2.2	Список загруженных модулей ядра	8
2.3	Загрузка модуля ext4	9
2.4	Выгрузка модулей ext4 и xfs	10
2.5	Загрузка модуля bluetooth	11
2.6	Информация о модуле bluetooth	12
2.7	Просмотр версии ядра и списка пакетов kernel	13
2.8	Обновление	13
2.9	Информация о системе и ядре после обновления	14

Список таблиц

1 Цель работы

Получить навыки работы с утилитами управления модулями ядра операционной системы.

2 Выполнение

2.1 Управление модулями ядра из командной строки

1. В начале работы был запущен терминал и получены права суперпользователя с помощью команды **su -**.

Далее для просмотра подключённых устройств и связанных с ними модулей ядра использовалась команда **lspci -k**.

Она отобразила список аппаратных компонентов, драйверов и модулей, отвечающих за их работу.

Например, сетевой адаптер использует модуль `e1000`, видеокарта — `vmwgfx`, а контроллеры хранения — `ata_piix` и `ahci`.

```

raliev@raliev:~$ su
Password:
root@raliev:/home/raliev# lspci -k
00:00.0 Host bridge: Intel Corporation 440FX - 82441FX PMC [Natoma] (rev 02)
00:01.0 ISA bridge: Intel Corporation 82371SB PIIX3 ISA [Natoma/Triton II]
00:01.1 IDE interface: Intel Corporation 82371AB/EB/MB PIIX4 IDE (rev 01)
        Kernel driver in use: ata_piix
        Kernel modules: ata_piix, ata_generic
00:02.0 VGA compatible controller: VMware SVGA II Adapter
        Subsystem: VMware SVGA II Adapter
        Kernel driver in use: vmwgfx
        Kernel modules: vmwgfx
00:03.0 Ethernet controller: Intel Corporation 82540EM Gigabit Ethernet Controller (rev 02)
        Subsystem: Intel Corporation PRO/1000 MT Desktop Adapter
        Kernel driver in use: e1000
        Kernel modules: e1000
00:04.0 System peripheral: InnoTek Systemberatung GmbH VirtualBox Guest Service
        Kernel driver in use: vboxguest
        Kernel modules: vboxguest
00:05.0 Multimedia audio controller: Intel Corporation 82801AA AC'97 Audio Controller (rev 01)
        Subsystem: Dell Device 0177
        Kernel driver in use: snd_intel8x0
        Kernel modules: snd_intel8x0
00:06.0 USB controller: Apple Inc. KeyLargo/Intrepid USB
        Kernel driver in use: ohci-pci
00:07.0 Bridge: Intel Corporation 82371AB/EB/MB PIIX4 ACPI (rev 08)
        Kernel driver in use: piix4_smbus
        Kernel modules: i2c_piix4
00:0b.0 USB controller: Intel Corporation 82801FB/FBM/FR/FW/FRW (ICH6 Family) USB2 EHCI Controller
        Kernel driver in use: ehci-pci
00:0d.0 SATA controller: Intel Corporation 82801HM/HEM (ICH8M/ICH8M-E) SATA Controller [AHCI mode] (rev 02)
        Kernel driver in use: ahci
        Kernel modules: ahci
root@raliev:/home/raliev#

```

Рис. 2.1: Список устройств и модулей ядра

2. Для просмотра списка загруженных модулей использовалась команда **lsmod | sort**.

Команда выводит все активные модули ядра, отсортированные по имени.

Среди них можно увидеть, например, **ahci**, **e1000**, **vmwgfx**, **ata_piix** и другие.

```
root@raliev:/home/raliev# lsmod | sort
ac97_bus          12288  1 snd_ac97_codec
ahci              57344  3
ata_generic      16384  0
ata_piix         45056  1
cdrom            90112  2 isofs,sr_mod
crc32c_intel     16384  0
crc32_pclmul     12288  0
crt10dif_pclmul  12288  1
dm_log           24576  2 dm_region_hash,dm_mirror
dm_mirror        28672  0
dm_mod           245760  9 dm_multipath,dm_log,dm_mirror
dm_multipath     53248  0
dm_region_hash   28672  1 dm_mirror
drm_ttm_helper   16384  2 vmwgfx
e1000            200704  0
fuse            253952  5
ghash_clmulni_intel 16384  0
i2c_piix4        36864  0
i2c_smbus        20480  1 i2c_piix4
intel_pmc_core   126976  0
intel_rapl_common 53248  1 intel_rapl_msr
intel_rapl_msr   20480  0
intel_uncore_frequency_common 16384  0
intel_vsec       20480  1 intel_pmc_core
ip_set           69632  0
isofs            69632  1
joydev           28672  0
libahci          69632  1 ahci
libata           512000  4 ata_piix,libahci,ahci,ata_generic
loop            45056  0
Module           Size Used by
nf_conntrack     204800  2 nf_nat,nft_ct
nf_defrag_ipv4   12288  1 nf_conntrack
```

Рис. 2.2: Список загруженных модулей ядра

3. Проверка загрузки модуля **ext4** выполнялась с помощью команды **lsmod | grep ext4**, после чего модуль был загружен:
modprobe ext4.

Повторная проверка показала его успешную активацию.


```

root@raliev:/home/raliev#
root@raliev:/home/raliev# lsmod | grep ext4
root@raliev:/home/raliev# modprobe ext4
root@raliev:/home/raliev# lsmod | grep ext4
ext4                1187840  0
mbcache             16384  1 ext4
jbd2                 217088  1 ext4
root@raliev:/home/raliev# modinfo ext4
filename:           /lib/modules/6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64/kernel/fs/ext4/ext4.ko.xz
softdep:            pre: crc32c
license:            GPL
description:        Fourth Extended Filesystem
author:             Remy Card, Stephen Tweedie, Andrew Morton, Andreas Dilger, Theodore Ts'o and others
alias:              fs-ext4
alias:              ext3
alias:              fs-ext3
alias:              ext2
alias:              fs-ext2
rhelversion:        10.0
srcversion:         CBA9BD0FC931061AEC0A8F4
depends:             jbd2,mbcache
intree:             Y
name:               ext4
retpoline:          Y
vermagic:           6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64 SMP preempt mod_unload modversions
sig_id:             PKCS#7
signer:             Rocky kernel signing key
sig_key:            57:BC:A1:34:94:0D:57:12:99:67:28:D8:C0:8B:1C:4B:8C:8A:13:06
sig_hashalgo:       sha256
signature:          05:D7:3D:A0:55:EA:4A:16:70:78:23:1F:C7:9A:17:C6:A9:9C:B5:71:
                   6B:EB:97:2C:94:5A:49:CB:07:A0:85:2E:27:8D:C4:01:27:43:2A:C8:

```

Рис. 2.3: Загрузка модуля ext4

4. Для получения информации о модуле использовалась команда **modinfo ext4**.

Отображены сведения о версии, лицензии, авторах, зависимостях и криптографической подписи.

Видно, что **ext4** — это модуль для работы с файловой системой Fourth Extended Filesystem, лицензирован под GPL и зависит от модулей **jbd2** и **mbcache**.

5. При попытке выгрузить модуль с помощью **modprobe -r ext4** система успешно выполнила команду, а при аналогичной операции с модулем **xfs** — отобразила ошибку *“Module xfs is in use”*, что означает невозможность выгрузки модуля, так как он используется системой.

```

sig_id:      PKCS#7
signer:      Rocky kernel signing key
sig_key:     57:BC:A1:34:94:0D:57:12:99:67:28:D8:C0:8B:1C:4B:8C:8A:13:06
sig_hashalgo: sha256
signature:   05:D7:3D:A0:55:EA:4A:16:70:78:23:1F:C7:9A:17:C6:A9:9C:B5:71:
             6B:EB:97:2C:94:5A:49:CB:07:A0:85:2E:27:8D:C4:01:27:43:2A:C8:
             B8:37:9C:AB:EF:B7:D9:AC:70:98:F6:2B:1B:A6:9D:7D:62:0E:8C:2E:
             4E:D6:0E:3F:B9:33:E7:D9:8E:05:F0:70:09:81:08:5F:1E:26:99:E4:
             C2:33:CD:4A:01:B2:F3:17:11:06:81:B2:F8:C6:23:85:76:76:43:9B:
             00:78:01:A7:51:FA:AC:9F:25:39:88:1C:FF:27:C2:AF:0B:30:64:BA:
             D6:FB:2C:81:43:AA:61:09:3E:6B:C8:5C:43:D2:B1:BB:8F:E4:99:95:
             45:FE:EF:EC:B8:E0:3F:A1:50:E8:31:E2:8C:F2:5D:EF:15:87:2D:54:
             98:24:93:D0:B7:A8:17:6B:E7:5A:23:6B:DB:9D:1C:CC:42:F1:5B:2B:
             D5:48:EE:F5:A4:EA:FC:0E:D4:AD:8B:FB:A9:0B:53:DD:33:AD:DA:F4:
             73:F5:28:0B:2B:19:84:75:BB:B6:D5:2E:34:3E:89:53:FB:FD:78:C6:
             FB:83:F0:1D:75:8B:8C:96:8D:87:62:27:B0:58:99:A0:A0:23:E2:A7:
             2B:E7:E7:25:2C:AB:D2:68:A2:C9:44:30:39:FF:46:82:CC:80:DF:CB:
             3A:10:6D:7F:43:6F:35:78:A0:96:EA:BC:3C:31:E4:5F:15:DB:8E:C4:
             01:8F:DB:E7:F9:0D:AF:80:8F:C2:59:13:7D:01:5E:78:18:AE:ED:F8:
             FA:7A:C2:3E:9E:63:B4:57:50:92:28:E8:95:2D:D3:44:C5:8B:F5:C8:
             0A:BE:F5:96:B5:D8:DE:8F:91:DA:85:E5:BF:A2:7D:9B:2A:4C:AD:4E:
             07:54:52:A9:F2:62:B6:D7:58:9F:2E:8D:6A:C2:F4:8E:98:32:EB:14:
             E6:BE:EE:3B:C5:98:36:95:53:D8:61:BD:41:8A:FF:4B:AC:49:70:B2:
             19:94:AF:2A

root@raliev:/home/raliev#
root@raliev:/home/raliev# modprobe -r ext4
root@raliev:/home/raliev# modprobe -r xfs
modprobe: FATAL: Module xfs is in use.
root@raliev:/home/raliev#

```

Рис. 2.4: Выгрузка модулей ext4 и xfs

2.2 Загрузка модулей ядра с параметрами

1. Проверка наличия модуля **bluetooth** выполнялась командой **lsmod | grep bluetooth**.

Если модуль отсутствовал, он загружался командой **modprobe bluetooth**.

После загрузки повторная проверка подтвердила его наличие.

```

root@raliev:/home/raliev#
root@raliev:/home/raliev# lsmod | grep bluetooth
root@raliev:/home/raliev# modprobe bluetooth
root@raliev:/home/raliev# lsmod | grep bluetooth
bluetooth                1114112  0
rfkill                    40960  4 bluetooth
root@raliev:/home/raliev# modinfo bluetooth
filename:                 /lib/modules/6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64/kernel/net/bluetooth/bluetooth.ko.xz
alias:                    net-pf-31
license:                  GPL
version:                  2.22
description:              Bluetooth Core ver 2.22
author:                   Marcel Holtmann <marcel@holtmann.org>
rhelversion:              10.0
srcversion:               5F9AA895ADC3BA3840211D1
depends:                   rfkill
intree:                   Y
name:                     bluetooth
retpoline:                Y
vermagic:                 6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64 SMP preempt mod_unload modversions
sig_id:                   PKCS#7
signer:                   Rocky kernel signing key
sig_key:                  57:BC:A1:34:94:0D:57:12:99:67:28:D8:C0:8B:1C:4B:8C:8A:13:06
sig_hashalgo:             sha256
signature:                2E:24:0B:EE:9E:E6:A3:58:91:2A:D3:87:25:A3:1B:46:06:89:06:BC:
                        4A:99:10:8D:7A:0F:1E:FF:92:59:FD:59:74:DB:7E:42:40:14:03:C9:
                        43:D0:A3:4F:F3:10:71:07:4D:FF:34:52:96:1A:8B:90:9C:DF:D8:FB:
                        07:E9:07:16:2E:8D:4B:23:0C:92:93:0B:88:E9:82:6B:06:1B:BD:25:
                        69:7D:37:70:CC:C2:A5:08:85:C9:34:D9:69:1C:28:BB:81:B0:8A:C7:
                        9F:AD:5D:46:AB:C1:B2:B1:C4:E3:8B:1A:12:5D:E2:52:D0:42:DD:FD:
                        2B:D0:5A:51:5C:6E:AD:0D:FD:90:EB:62:89:91:D2:C8:4A:25:EA:9D:
                        CA:B9:BE:27:C7:BB:85:D6:A5:A1:7B:8B:DE:E2:CC:26:F3:D6:D1:D2:
                        8C:FF:82:18:76:56:0C:DE:85:BB:B2:BD:8C:56:99:B6:21:B5:3A:ED:

```

Рис. 2.5: Загрузка модуля bluetooth

2. Команда **modinfo bluetooth** вывела подробную информацию о модуле.

Из вывода следует, что модуль имеет параметры:

- **disable_esco** — отключает создание eSCO-соединений,
- **disable_ertm** — отключает улучшенный режим передачи,
- **enable_escred** — включает расширенное управление потоком данных.

Таким образом, данные параметры позволяют настраивать работу Bluetooth-подсистемы.

```

sig_key:      57:BC:A1:34:94:0D:57:12:99:67:28:D8:C0:8B:1C:4B:8C:8A:13:06
sig_hashalgo: sha256
signature:    2E:24:0B:EE:9E:E6:A3:58:91:2A:D3:87:25:A3:1B:46:06:89:06:BC:
              4A:99:10:8D:7A:0F:1E:FF:92:59:FD:59:74:DB:7E:42:40:14:03:C9:
              43:D0:A3:4F:F3:10:71:07:4D:FF:34:52:96:1A:8B:90:9C:DF:D8:FB:
              07:E9:07:16:2E:8D:4B:23:0C:92:93:0B:88:E9:82:6B:06:1B:BD:25:
              69:7D:37:70:CC:C2:A5:08:85:C9:34:D9:69:1C:28:BB:81:B0:8A:C7:
              9F:AD:5D:46:AB:C1:B2:B1:C4:E3:8B:1A:12:5D:E2:52:D0:42:DD:FD:
              2B:D0:5A:51:5C:6E:AD:0D:FD:90:EB:62:89:91:D2:C8:4A:25:EA:9D:
              CA:B9:BE:27:C7:BB:85:D6:A5:A1:7B:8B:DE:E2:CC:26:F3:D6:D1:D2:
              8C:FF:82:18:76:56:0C:DE:85:BB:B2:BD:8C:56:99:B6:21:B5:3A:ED:
              15:E8:CC:3D:5F:C9:84:65:1C:94:DD:98:ED:03:D3:6D:DE:F3:B7:31:
              19:34:07:1F:19:4A:82:C6:F5:82:F3:3C:87:38:F3:A7:69:66:0E:3B:
              54:25:78:36:FC:A5:17:C0:5A:62:C5:4C:41:F6:FF:87:5F:0C:58:45:
              AF:12:D3:12:5D:11:49:20:BD:B1:E1:A4:DB:BA:D3:18:B6:EE:D0:57:
              EC:75:3A:A6:0D:E2:36:37:78:C6:BB:DD:9B:1C:67:EB:D2:A8:9F:16:
              2B:8A:CF:8F:23:38:B4:7A:A9:92:49:86:D7:9F:08:7D:8A:92:7D:DD:
              41:D6:4B:31:F6:45:31:D4:7E:6E:E1:D6:94:BA:D0:6A:12:CC:76:A2:
              12:55:EF:6B:91:CB:45:F0:F5:75:0B:DD:7D:6B:D7:E1:B0:13:51:40:
              29:D2:1D:3B:DD:E2:BF:AC:4B:77:67:BA:C8:95:16:41:00:9A:8F:96:
              21:DC:9A:C2:B2:20:31:5C:EC:90:EA:B0:24:C3:5D:B9:72:31:B8:98:
              DB:A9:4D:FE
parm:         disable_esco:Disable eSCO connection creation (bool)
parm:         disable_ertm:Disable enhanced retransmission mode (bool)
parm:         enable_ecred:Enable enhanced credit flow control mode (bool)
root@raliev:/home/raliev#
root@raliev:/home/raliev# modprobe -r bluetooth
root@raliev:/home/raliev# modprobe -r bluetooth
root@raliev:/home/raliev# █

```

Рис. 2.6: Информация о модуле bluetooth

3. Для выгрузки использовалась команда **modprobe -r bluetooth**, после чего модуль был успешно удалён из активных.

2.3 Обновление ядра системы

1. Для проверки текущей версии ядра применялась команда **uname -r**, которая показала установленную версию ядра 6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64.
2. Затем была выполнена команда **dnf list kernel**, отобразившая список установленных и доступных версий пакета kernel.

```
root@raliev:/home/raliev#
root@raliev:/home/raliev# su
root@raliev:/home/raliev# uname -r
6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64
root@raliev:/home/raliev# dnf list kernel
Rocky Linux 10 - BaseOS                                205 B/s | 4.3 kB    00:21
Rocky Linux 10 - BaseOS                                989 kB/s | 21 MB    00:21
Rocky Linux 10 - AppStream                              14 kB/s | 4.3 kB    00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                              6.2 MB/s | 2.2 MB    00:00
Rocky Linux 10 - Extras                                831 B/s | 3.1 kB    00:03
Rocky Linux 10 - Extras                                2.6 kB/s | 5.4 kB    00:02
Installed Packages
kernel.x86_64                                           6.12.0-55.12.1.el10_0    @anaconda
Available Packages
kernel.x86_64                                           6.12.0-55.39.1.el10_0    baseos
root@raliev:/home/raliev#
```

Рис. 2.7: Просмотр версии ядра и списка пакетов kernel

3. Для обновления пакетов и ядра выполнялись команды:

- **dnf upgrade --refresh** — обновление всех пакетов с проверкой актуаль-
ных метаданных;
- **dnf update kernel** — обновление пакета ядра;
- **dnf update** — обновление всей системы.

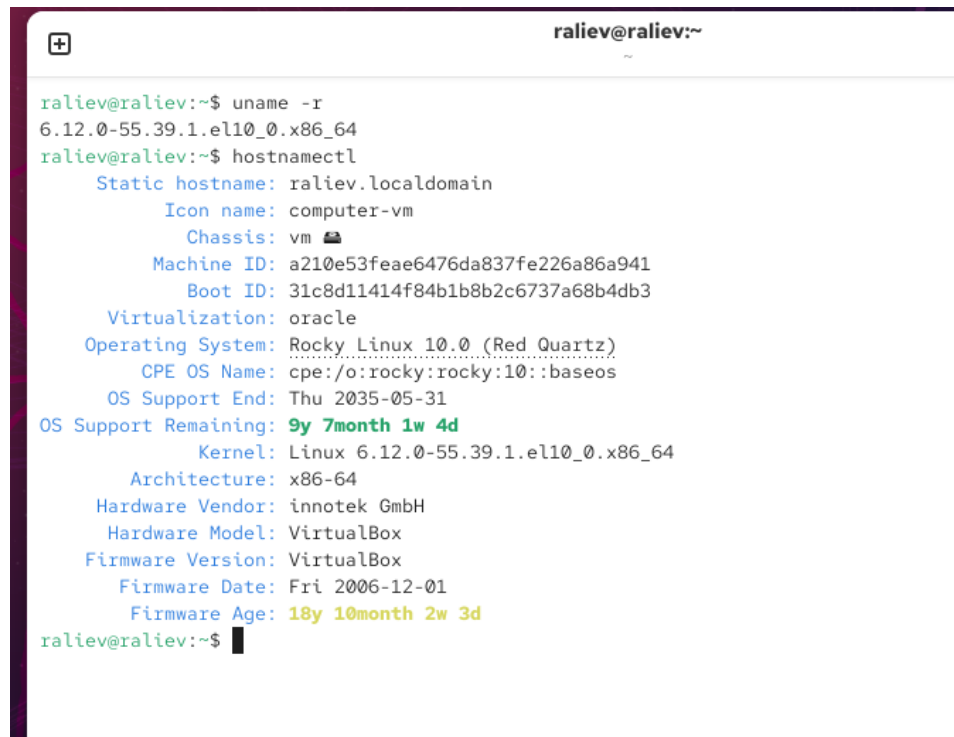
После завершения процесса обновления система была перезагружена,
и новое ядро успешно установлено.

```
yum-4.20.0-14.el10_0.rocky.0.1.noarch
zlib-ng-compat-2.2.3-1.el10_0.rocky.0.1.x86_64
zlib-ng-compat-devel-2.2.3-1.el10_0.rocky.0.1.x86_64
Installed:
kernel-6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64      kernel-core-6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64
kernel-devel-6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64  kernel-modules-6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64
kernel-modules-core-6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64  kernel-modules-extra-6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64
libatomic-14.2.1-7.el10_0.x86_64          libdex-0.8.1-1.el10_0.x86_64

Complete!
root@raliev:/home/raliev# dnf update kernel
Last metadata expiration check: 0:00:54 ago on Sat 18 Oct 2025 11:08:09 AM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@raliev:/home/raliev# dnf update
Last metadata expiration check: 0:00:57 ago on Sat 18 Oct 2025 11:08:09 AM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@raliev:/home/raliev# dnf upgrade --refresh
Rocky Linux 10 - BaseOS                                256 B/s | 4.3 kB    00:17
Rocky Linux 10 - AppStream                              15 kB/s | 4.3 kB    00:00
Rocky Linux 10 - Extras                                9.6 kB/s | 3.1 kB    00:00
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@raliev:/home/raliev#
```

Рис. 2.8: Обновление

4. Проверка после перезагрузки с помощью **uname -r** и **hostnamectl** подтвердила,
что система работает на новой версии ядра 6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64
и использует дистрибутив **Rocky Linux 10.0 (Red Quartz)**.

A terminal window titled 'raliev@raliev:~' showing the output of 'uname -r' and 'hostnamectl'. The 'uname -r' command returns '6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64'. The 'hostnamectl' command displays detailed system information, including static hostname, icon name, chassis, machine and boot IDs, virtualization type (oracle), operating system (Rocky Linux 10.0 (Red Quartz)), CPE OS Name, OS support end date, OS support remaining (9y 7month 1w 4d), kernel version, architecture, hardware vendor (innotek GmbH), hardware model (VirtualBox), firmware version (VirtualBox), firmware date (Fri 2006-12-01), and firmware age (18y 10month 2w 3d).

```
raliev@raliev:~$ uname -r
6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64
raliev@raliev:~$ hostnamectl
  Static hostname: raliev.localdomain
        Icon name: computer-vm
        Chassis: vm 🖥️
        Machine ID: a210e53feae6476da837fe226a86a941
        Boot ID: 31c8d11414f84b1b8b2c6737a68b4db3
  Virtualization: oracle
  Operating System: Rocky Linux 10.0 (Red Quartz)
    CPE OS Name: cpe:/o:rocky:rocky:10::baseos
    OS Support End: Thu 2035-05-31
OS Support Remaining: 9y 7month 1w 4d
        Kernel: Linux 6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64
        Architecture: x86-64
        Hardware Vendor: innotek GmbH
        Hardware Model: VirtualBox
        Firmware Version: VirtualBox
        Firmware Date: Fri 2006-12-01
        Firmware Age: 18y 10month 2w 3d
raliev@raliev:~$
```

Рис. 2.9: Информация о системе и ядре после обновления

3 Контрольные вопросы

1. **Какая команда показывает текущую версию ядра, которая используется на вашей системе?**

`uname -r`

2. **Как можно посмотреть более подробную информацию о текущей версии ядра операционной системы?**

`hostnamectl`

3. **Какая команда показывает список загруженных модулей ядра?**

`lsmod`

4. **Какая команда позволяет вам определять параметры модуля ядра?**

`modinfo module_name`

5. **Как выгрузить модуль ядра?**

`modprobe -r module_name`

6. **Что вы можете сделать, если получите сообщение об ошибке при попытке выгрузить модуль ядра?**

Убедиться, что модуль не используется другими процессами или системными службами.

При необходимости остановить соответствующие службы или размонтировать файловые системы, затем повторить команду **`modprobe -r module_name`**.

7. Как определить, какие параметры модуля ядра поддерживаются?

`modinfo module_name` — в выводе команды указаны доступные параметры с описанием.

8. Как установить новую версию ядра?

`dnf update kernel`

или

`dnf upgrade --refresh`

4 Заключение

В ходе работы были изучены основные приёмы управления модулями ядра операционной системы Linux из командной строки.

Были рассмотрены команды для просмотра списка устройств, загруженных модулей и их параметров, а также способы загрузки и выгрузки модулей с использованием утилит **lsmod**, **modprobe** и **modinfo**.

На практике выполнено подключение модулей **ext4** и **bluetooth**, исследована их структура, зависимости и параметры.