

# **Отчёт по лабораторной работе №10**

**Основы работы с модулями ядра операционной системы**

Анастасия Мазуркевич

# **Содержание**

<b>1 Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2 Ход выполнения</b>	<b>6</b>
2.1 Управление модулями ядра из командной строки . . . . .	6
2.2 Загрузка модулей ядра с параметрами . . . . .	9
2.3 Обновление ядра системы . . . . .	11
<b>3 Контрольные вопросы</b>	<b>13</b>
<b>4 Заключение</b>	<b>15</b>

# Список иллюстраций

2.1	Вывод команды lspci -k . . . . .	6
2.2	Список загруженных модулей ядра . . . . .	7
2.3	Загрузка и проверка модуля ext4 . . . . .	8
2.4	Попытка удаления модулей ext4 и xfs . . . . .	9
2.5	Загрузка модуля bluetooth . . . . .	10
2.6	Информация о модуле bluetooth и его параметры . . . . .	11
2.7	Проверка текущего ядра и списка доступных пакетов . . . . .	11
2.8	Обновление ядра и системы . . . . .	12
2.9	Проверка после обновления ядра . . . . .	12

# **Список таблиц**

# **1 Цель работы**

Получить навыки работы с утилитами управления модулями ядра операционной системы.

## 2 Ход выполнения

### 2.1 Управление модулями ядра из командной строки

После входа в систему были получены права администратора с помощью команды su.

Для анализа подключённых устройств использовалась команда lspci -k, которая вывела список оборудования и соответствующих драйверов ядра.

В системе обнаружены устройства виртуальной среды VirtualBox, в том числе сетевой адаптер Intel PRO/1000, аудиоконтроллер Intel AC'97 и контроллер USB. Для каждого устройства указаны используемые модули ядра.

```
admazurkevich@admazurkevich:~$ su
Password:
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# 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: pix4_smbus
    Kernel modules: i2c_pix4
00:0b.0 USB controller: Intel Corporation 82801FB/FBM/FR/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@admazurkevich:/home/admazurkevich#
```

Рис. 2.1: Вывод команды lspci -k

Далее была выполнена команда lsmod | sort, отобразившая список загружен-

ных модулей ядра.

Среди них присутствуют сетевые (e1000), файловые (libata, ahci), звуковые (snd\_intel8x0), а также модули виртуализации (vboxguest, vmwgfx).

```
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# 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
crct10dif_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_ms
intel_rapl_ms      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
nf_defrag_ipv6      24576   1 nf_conntrack
nf_nat              69632   1 nft_chain_nat
```

Рис. 2.2: Список загруженных модулей ядра

Проверка наличия модуля ext4 показала, что он отсутствует в списке. После загрузки с помощью modprobe ext4 модуль появился в списке активных, что подтверждает успешное подключение.

```

root@admazurkevich:/home/admazurkevich#
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# lsmod | grep ext4
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# modprobe ext4
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# lsmod | grep ext4
ext4           1187840  0
mbcache          16384  1 ext4
jbd2            217088  1 ext4
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# 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:
                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:

```

Рис. 2.3: Загрузка и проверка модуля ext4

Для изучения свойств использована команда `modinfo ext4`, отобразившая подробные сведения: версию, лицензию (GPL), авторов, зависимости и путь к файлу `/lib/modules/.../ext4.ko.xz`.

Данный модуль реализует поддержку файловой системы ext4, не имеет пользовательских параметров и зависит от модулей `mbcache` и `jbd2`.

Попытка выгрузить модуль командой `modprobe -r ext4` завершилась без ошибок, однако повторный вызов показал отсутствие активных зависимостей. При удалении модуля `xfs` система выдала сообщение об ошибке — модуль используется, и выгрузка невозможна.

```
root@admazurkevich:~# lsmod | grep ext4
root@admazurkevich:~# modprobe -r ext4
root@admazurkevich:~# modprobe -r ext4
root@admazurkevich:~# modprobe -r xfs
modprobe: FATAL: Module xfs is in use.
root@admazurkevich:~#
```

Рис. 2.4: Попытка удаления модулей ext4 и xfs

## 2.2 Загрузка модулей ядра с параметрами

Для проверки работы модуля Bluetooth использовались команды `lsmod | grep bluetooth` и `modprobe bluetooth`. После загрузки модуль появился в списке активных.

```

root@admazurkevich:/home/admazurkevich#
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# lsmod | grep bluetooth
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# modprobe bluetooth
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# lsmod | grep bluetooth
bluetooth          1114112  0
rfkill              40960  4 bluetooth
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# 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:      5F9AAB95ADC3BA3840211D1
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:B8:90:9C:DF:D8:FB:
                07:E9:07:16:2E:80:4B: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:90:
                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:82:06:F5:82:F3:3C:87:38:F3:A7:69:66:0E:3B:

```

Рис. 2.5: Загрузка модуля bluetooth

Команда `modinfo bluetooth` показала подробную информацию о версии (2.22), лицензии GPL, авторе и зависимости от модуля `rfkill`.

В конце вывода указаны доступные параметры:

- `disable_esc0` — отключение режима eSCO;
- `disable_ertm` — отключение режима enhanced retransmission;
- `enable_ecred` — включение enhanced credit flow control mode.

Модуль был выгружен командой `modprobe -r bluetooth`.

```

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:A3:18:46:06:89:06: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:0D:
           41:D6:4B:31:F6:45:31:D4:7E:6E:E1:D6:94:BA:D0:6A:12:CC:76:DA:
           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_erm:Disable enhanced retransmission mode (bool)
parm: enable_ecred:Enable enhanced credit flow control mode (bool)
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# modprobe -r bluetooth
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# 
```

Рис. 2.6: Информация о модуле bluetooth и его параметры

## 2.3 Обновление ядра системы

Сначала была проверена версия активного ядра – **6.12.0-55.12.1.el10\_0.x86\_64**.

Затем с помощью `dnf list kernel` выявлено наличие более новой версии **6.12.0-55.37.1.el10\_0**.

```

root@admazurkevich:/home/admazurkevich# uname -r
6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# dnf list kernel
Rocky Linux 10 - BaseOS                               9.3 kB/s | 4.3 kB   00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                            13 kB/s | 4.3 kB   00:00
Rocky Linux 10 - Extras                             4.4 kB/s | 3.1 kB   00:00
Installed Packages
kernel.x86_64                                         6.12.0-55.12.1.el10_0          @anaconda
Available Packages
kernel.x86_64                                         6.12.0-55.37.1.el10_0          baseos
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# 
```

Рис. 2.7: Проверка текущего ядра и списка доступных пакетов

Выполнены команды `dnf upgrade --refresh`, `dnf update kernel`, `dnf update`.

Все обновления прошли успешно, в систему установлено новое ядро.

```

y-4.20.0-14.el10_0.rocky.0.1.noarch          zlib-ng-compat-2.2.3-1.el10.rocky.0.1.x86_64
zlib-ng-compat-devel-2.2.3-1.el10.rocky.0.1.x86_64
Installed:
  kernel-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64        kernel-core-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
  kernel-devel-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64   kernel-modules-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
  kernel-modules-core-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64 kernel-modules-extra-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
  libatomic-14.2.1-7.el10.x86_64               libdmtx-0.8.1-1.el10.x86_64
                                         @anaconda
                                         @baseos

Complete!
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# dnf list kernel
Last metadata expiration check: 0:03:48 ago on Fri 17 Oct 2025 10:59:18 AM MSK.
Installed Packages
kernel.x86_64                         6.12.0-55.12.1.el10_0
kernel.x86_64                         6.12.0-55.37.1.el10_0
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# dnf update kernel
Last metadata expiration check: 0:04:00 ago on Fri 17 Oct 2025 10:59:18 AM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# dnf update
Last metadata expiration check: 0:04:04 ago on Fri 17 Oct 2025 10:59:18 AM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@admazurkevich:/home/admazurkevich# dnf upgrade --refresh
Rocky Linux 10 - BaseOS                  10 kB/s | 4.3 kB  00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                12 kB/s | 4.3 kB  00:00
Rocky Linux 10 - Extras                  11 kB/s | 3.1 kB  00:00
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@admazurkevich:/home/admazurkevich#

```

Рис. 2.8: Обновление ядра и системы

После перезагрузки системы и выбора нового ядра команда `uname -r` подтвердила использование версии **6.12.0-55.37.1.el10\_0.x86\_64**.

Команда `hostnamectl` показала общую информацию о системе Rocky Linux 10, виртуализации VirtualBox и версии прошивки.

```

admazurkevich@admazurkevich:~$ uname -r
6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
admazurkevich@admazurkevich:~$ hostnamectl
  Static hostname: admazurkevich.localdomain
    Icon name: computer-vm
    Chassis: vm
      Machine ID: c9e273a9076042e7849804b1c4762ff4
        Boot ID: b47f52d8d254446191dd42afbb8c0cac
      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 5d
        Kernel: Linux 6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
      Architecture: x86-64
        Hardware Vendor: innoteck GmbH
        Hardware Model: VirtualBox
      Firmware Version: VirtualBox
        Firmware Date: Fri 2006-12-01
        Firmware Age: 18y 10month 2w 2d
admazurkevich@admazurkevich:~$ 

```

Рис. 2.9: Проверка после обновления ядра

## 3 Контрольные вопросы

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

Для отображения версии активного ядра используется команда `uname -r`.

Она выводит номер версии и архитектуру, например: `6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64`.

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

Подробные сведения предоставляет команда `hostnamectl`.

Она показывает версию ядра, дистрибутив, архитектуру и параметры виртуализации.

Также можно использовать `uname -a` для вывода полной информации о ядре и системе.

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

Список всех загруженных модулей выводится командой `lsmod`.

Для удобства вывода можно применить сортировку: `lsmod | sort`.

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

Команда `modinfo <имя_модуля>` показывает сведения о модуле, включая доступные параметры, версию, авторов и зависимости.

**5. Как выгрузить модуль ядра?**

Для удаления модуля из памяти используется команда `modprobe -r <имя_модуля>`.

Её можно выполнить только с правами суперпользователя.

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

Если модуль используется системой, выгрузка невозможна.

Следует остановить процессы, использующие модуль, либо отключить связанные службы.

После этого повторить команду `modprobe -r`.

### **7. Как определить, какие параметры модуля ядра поддерживаются?**

Поддерживаемые параметры указаны в выводе команды `modinfo <имя_модуля>` в секции `parm`.

Например, для `bluetooth` доступны параметры `disable_esco`, `disable_ertm` и `enable_ecred`.

### **8. Как установить новую версию ядра?**

Для обновления ядра используется пакетный менеджер DNF.

Последовательность действий:

- проверить доступные версии: `dnf list kernel`;
- обновить пакеты: `dnf upgrade --refresh`;
- установить новое ядро: `dnf update kernel`;
- перезагрузить систему и выбрать новое ядро при загрузке.

## **4 Заключение**

В ходе лабораторной работы были изучены основные приёмы управления модулями ядра операционной системы Linux.

Были рассмотрены команды для просмотра загруженных модулей, их параметров, а также способы загрузки и выгрузки модулей из памяти.

Был выполнен процесс обновления ядра системы Rocky Linux, что позволило закрепить навыки администрирования и сопровождения операционной системы на уровне ядра.