

# **Отчёт по лабораторной работе №10**

**Основы работы с модулями ядра операционной системы**

Яковлева Дарья Сергеевна

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>7</b>
3.1	Управление модулями ядра из командной строки . . . . .	7
3.1.1	Инвентаризация устройств и связанных модулей . . . . .	7
3.1.2	Просмотр загруженных модулей и загрузка ext4 . . . . .	8
3.1.3	Информация о модуле ext4 . . . . .	9
3.1.4	Выгрузка модулей ext4 и xfs . . . . .	10
3.2	Загрузка модулей с параметрами (Bluetooth) . . . . .	11
3.3	Обновление ядра системы . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Контрольные вопросы</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Заключение</b>	<b>16</b>

# Список иллюстраций

3.1	Вывод lspci -k . . . . .	8
3.2	Загрузка и проверка модуля ext4 . . . . .	9
3.3	Информация о модуле ext4 . . . . .	10
3.4	Выгрузка ext4 и ошибка при удалении xfs . . . . .	10
3.5	Загрузка и проверка bluetooth . . . . .	11
3.6	modinfo bluetooth . . . . .	11
3.7	Проверка версии ядра и доступных пакетов . . . . .	12
3.8	Обновление пакетов и ядра . . . . .	12
3.9	Проверка версии ядра после перезагрузки . . . . .	13

## **Список таблиц**

# 1 Цель работы

Получить навыки работы с утилитами управления модулями ядра операционной системы.

## **2 Выполнение лабораторной работы**

## **3 Выполнение лабораторной работы**

### **3.1 Управление модулями ядра из командной строки**

#### **3.1.1 Инвентаризация устройств и связанных модулей**

Получаю root-доступ и вывожу список контроллеров с привязками драйверов (`lspci -k`).

Обнаружено, что видеокарта VMware SVGA II использует модуль `vmwgfx`, сетевой адаптер Intel — `e1000`, гостевые службы VirtualBox — `vboxguest`, аудио-контроллер Intel — `snd_intel8x0`, USB-контроллеры используют `ohci_pci` и `ehci_pci`, а SATA-контроллер работает через `ahci`.

```
root@dsyakovleva:~ -- -bash
dsyakovleva@dsyakovleva:~$ su -
Password:
Last login: Wed Oct 29 00:02:46 MSK 2025 on pts/0
root@dsyakovleva:~# 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@dsyakovleva:~#
```

Рис. 3.1: Вывод `lspci -k`

### 3.1.2 Просмотр загруженных модулей и загрузка `ext4`

Смотрю список загруженных модулей (`lsmod | sort`).

Проверяю наличие файловой системы `ext4` — модуль отсутствует. Загружаю модуль, затем повторно проверяю список модулей: появляется `ext4` и его зависимости `mbcache` и `jbd2`.



```

snd_timer          57344  3  snd_seq,snd_hrtimer,snd_pcm
soundcore          16384  1  snd
sr_mod             28672  1
ttm                110592 2  vmwgfx,drm_ttm_helper
uinput            24576  0
vboxguest          516096 4
video              81920  0
vmwgfx             495616 3
vmw_vmci           118784 1  vmw_vsock_vmci_transport
vmw_vsock_virtio_transport_common 61440 1  vsock_loopback
vmw_vsock_vmci_transport 49152 0
vsock              65536 5  vmw_vsock_virtio_transport_common,vsock_loopback,vmw_vsock_vmci_tr
ansport
vsock_loopback     12288  0
wmi                32768  1  video
xfs                3207168 2
root@dvyakovleva:~# lsmod | grep ext4
root@dvyakovleva:~# modprobe ext4
root@dvyakovleva:~# lsmod | grep ext4
ext4                1187840 0
mbcache             16384  1  ext4
jbd2                217088  1  ext4

```

Рис. 3.2: Загрузка и проверка модуля ext4

### 3.1.3 Информация о модуле ext4

Вывожу информацию о модуле (`modinfo ext4`).

Отмечаю следующие данные:

- `filename` — путь к файлу модуля в системе;
- `license` — лицензия GPL;
- `description` — модуль файловой системы ext4;
- `depends` — зависимости jbd2, mbcache;
- `vermagic` — версия ядра, с которой совместим модуль;
- `signature` и `signer` — цифровая подпись модуля.

Параметров у модуля нет.

```

root@dsyakovleva:~# 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:
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:FA: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:

```

Рис. 3.3: Информация о модуле ext4

### 3.1.4 Выгрузка модулей ext4 и xfs

Пытаюсь выгрузить ext4. Команда выполняется только после нескольких повторов, так как модуль может быть занят.

Пробую выгрузить xfs, но система сообщает ошибку — модуль используется и выгрузить его невозможно.

```

root@dsyakovleva:~# modprobe -r ext4
root@dsyakovleva:~# modprobe -r ext4
root@dsyakovleva:~# modprobe -r ext4
root@dsyakovleva:~# modprobe -r ext4
root@dsyakovleva:~# modprobe -r xfs
modprobe: FATAL: Module xfs is in use.
root@dsyakovleva:~#

```

Рис. 3.4: Выгрузка ext4 и ошибка при удалении xfs

## 3.2 Загрузка модулей с параметрами (Bluetooth)

Проверяю наличие Bluetooth-модулей — отсутствуют.

Загружаю модуль Bluetooth и повторно проверяю — появляется bluetooth и связанный rfkill.

```
root@dsyakovleva:~# lsmod | grep bluetooth
root@dsyakovleva:~# modprobe bluetooth
root@dsyakovleva:~# lsmod | grep bluetooth
bluetooth      1114112  0
rfkill          40960  4 bluetooth
root@dsyakovleva:~# 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:
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:
43:05:4D:31:F6:4E:31:DA:7E:EE:F1:06:0A:BA:DA:13:00:7E:A3:
```

Рис. 3.5: Загрузка и проверка bluetooth

Смотрю информацию о модуле. У него есть параметры, которые можно передавать при загрузке:

- `disable_esco` — отключение eSCO-соединений;
- `disable_ertm` — отключение режима ERTM (enhanced retransmission);
- `enable_ecred` — включение режима enhanced credit flow control.

```
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@dsyakovleva:~# █
```

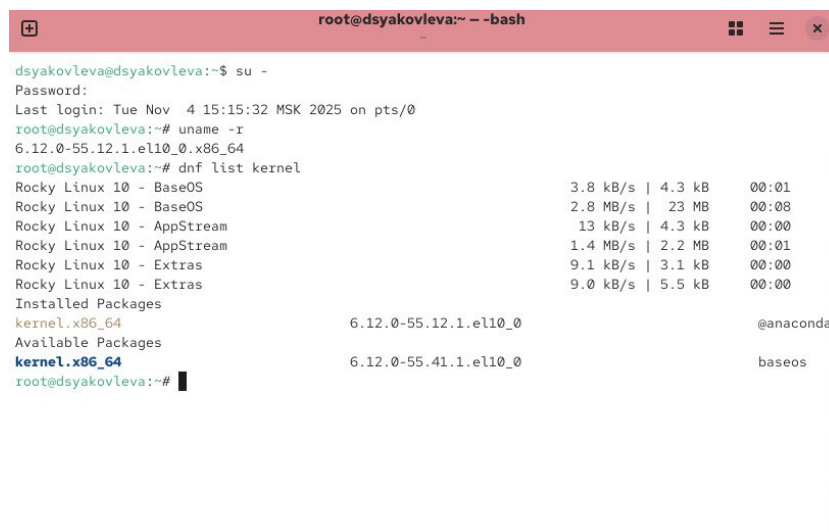
Рис. 3.6: modinfo bluetooth

После проверки выгружаю модуль.

### 3.3 Обновление ядра системы

Проверяю текущую версию ядра.

Смотрю доступные версии пакетов ядра в репозиториях — присутствует более новая версия.

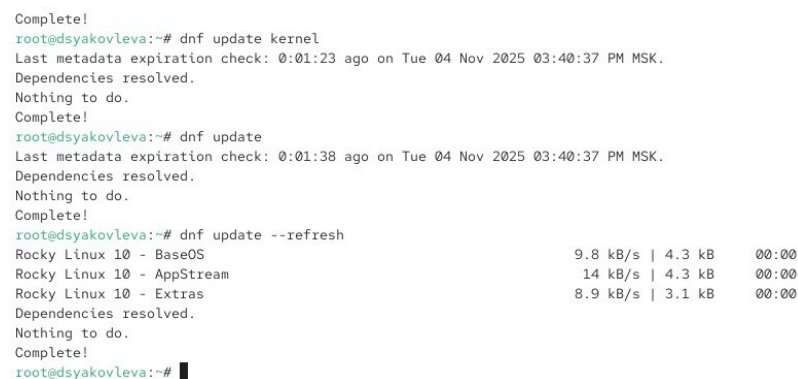


```
root@dsyakovleva:~ -- bash
dsyakovleva@dsyakovleva:~$ su -
Password:
Last login: Tue Nov  4 15:15:32 MSK 2025 on pts/0
root@dsyakovleva:~# uname -r
6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64
root@dsyakovleva:~# dnf list kernel
Rocky Linux 10 - BaseOS                               3.8 kB/s | 4.3 kB    00:01
Rocky Linux 10 - BaseOS                               2.8 MB/s | 23 MB    00:08
Rocky Linux 10 - AppStream                             13 kB/s | 4.3 kB    00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                             1.4 MB/s | 2.2 MB    00:01
Rocky Linux 10 - Extras                                9.1 kB/s | 3.1 kB    00:00
Rocky Linux 10 - Extras                                9.0 kB/s | 5.5 kB    00:00
Installed Packages
kernel.x86_64                                         6.12.0-55.12.1.el10_0 @anaconda
Available Packages
kernel.x86_64                                         6.12.0-55.41.1.el10_0 baseos
root@dsyakovleva:~#
```

Рис. 3.7: Проверка версии ядра и доступных пакетов

Выполняю обновление ядра и обновление всей системы.

В процессе система сообщает, что зависимости разрешены и обновление завершено.



```
Complete!
root@dsyakovleva:~# dnf update kernel
Last metadata expiration check: 0:01:23 ago on Tue 04 Nov 2025 03:40:37 PM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@dsyakovleva:~# dnf update
Last metadata expiration check: 0:01:38 ago on Tue 04 Nov 2025 03:40:37 PM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@dsyakovleva:~# dnf update --refresh
Rocky Linux 10 - BaseOS                               9.8 kB/s | 4.3 kB    00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                             14 kB/s | 4.3 kB    00:00
Rocky Linux 10 - Extras                                8.9 kB/s | 3.1 kB    00:00
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@dsyakovleva:~#
```

Рис. 3.8: Обновление пакетов и ядра

После перезагрузки проверяю текущую версию ядра и системную информацию — загружено новое ядро.

```
dsyakovleva@dsyakovleva:~$ uname -r
6.12.0-55.41.1.el10_0.x86_64
dsyakovleva@dsyakovleva:~$ hostnamectl
  Static hostname: dsyakovleva.localdomain
        Icon name: computer-vm
        Chassis: vm
        Machine ID: c1751782e9cf4affa180480ac67c0b9e
        Boot ID: 82aa6347a236400bbaf870aeaae88f57
        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 6month 3w 3d
        Kernel: Linux 6.12.0-55.41.1.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 11month 4d
dsyakovleva@dsyakovleva:~$
```

Рис. 3.9: Проверка версии ядра после перезагрузки

## 4 Контрольные вопросы

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

Используется команда `uname -r`.

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

Подробные сведения выводит команда `hostnamectl`.

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

Для просмотра используется `lsmod`.

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

Информацию выводит команда `modinfo <имя_модуля>`.

5. **Как выгрузить модуль ядра?**

Для удаления используется `modprobe -r <имя_модуля>`.

6. **Что делать, если появляется сообщение об ошибке при попытке выгрузить модуль ядра?**

Это значит, что модуль используется. Нужно остановить процессы или службы, которые его используют, или завершить работу файловой системы/устройства, связанного с модулем.

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

Параметры отображаются в выводе `modinfo`, в секции `parm:`.

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

Выполняется обновление системы и пакета ядра с помощью `dnf update kernel`, затем перезагрузка и выбор нового ядра при старте системы.

## 5 Заключение

В ходе лабораторной работы были освоены основные приёмы работы с модулями ядра в Linux. Рассмотрены способы определения загруженных модулей, их загрузки и выгрузки, а также изучения параметров модулей через `modinfo`. Было проведено управление модулями `ext4` и `bluetooth`, выявлены их зависимости и поддерживаемые параметры. Также выполнено обновление ядра операционной системы, что позволило получить навыки работы с пакетным менеджером и настройкой загрузки новой версии ядра. Полученные знания позволяют гибко управлять функциональностью ядра и диагностировать работу оборудования на уровне модулей.