

# **Отчёт по лабораторной работе №10**

**Основы работы с модулями ядра операционной системы**

**Кандакжи Микаил Халидович**

# **Содержание**

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

# Список иллюстраций

2.1	Вывод команды lspci -k . . . . .	7
2.2	Список загруженных модулей ядра . . . . .	8
2.3	Загрузка и информация о модуле ext4 . . . . .	9
2.4	Выгрузка модулей ext4 и xfs . . . . .	10
2.5	Загрузка модуля bluetooth . . . . .	11
2.6	Информация и выгрузка модуля bluetooth . . . . .	12
2.7	Проверка версии и списка пакетов ядра . . . . .	13
2.8	Обновление ядра и системы . . . . .	13
2.9	Проверка версий ядра и информации о системе . . . . .	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. Сначала был запущен терминал и получены права администратора с помощью команды **su -**.

Затем с помощью команды **lspci -k** были выведены устройства, подключённые к системе, и соответствующие им модули ядра.

В списке отображены контроллеры различных типов:

- **Host bridge, ISA bridge и IDE interface** – отвечают за взаимодействие центральной шины и устройств ввода-вывода;
- **VGA controller** – видеоконтроллер VMware SVGA II с драйвером `vmwgfx`;
- **Ethernet controller** – сетевой адаптер Intel PRO/1000 с драйвером `e1000`;
- **Audio controller** – звуковой адаптер AC'97 с модулем `snd_intel8x0`;
- **USB controller** и **SATA controller** – обеспечивают работу портов USB и интерфейса SATA.

```
mhkandakzhi@mhkandakzhi:~$ su
Password:
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# 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@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi#
```

Рис. 2.1: Вывод команды `lspci -k`

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

Отображены модули ядра и количество зависимостей между ними, включая сетевые, файловые и звуковые драйверы.

```

root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# 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_msrm
intel_rapl_msrm    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

```

Рис. 2.2: Список загруженных модулей ядра

3. Для проверки наличия модуля **ext4** была использована команда **lsmod | grep ext4**, показавшая, что модуль не загружен.

Далее выполнена команда **modprobe ext4** для загрузки модуля ядра, после чего повторная проверка подтвердила его успешную активацию.

Затем команда **modinfo ext4** вывела подробную информацию о модуле:

- тип лицензии — *GPL*;
- описание — *Fourth Extended Filesystem*;
- авторы — разработчики подсистемы Linux;

- зависимости – `jbd2, mbcache`;
- версия ядра и цифровая подпись – *Rocky kernel signing key*.

```
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi#
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# lsmod | grep ext4
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# modprobe ext4
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# lsmod | grep ext4
ext4                      1187840  0
mbcache                   16384   1 ext4
jbd2                      217088   1 ext4
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# 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:
              RR:37:9C:4R:FF:R7:D9:4C:70:9R:F6:2R:1R:4A:9D:7D:62:0F:8C:7F:
```

Рис. 2.3: Загрузка и информация о модуле ext4

4. Попытка выгрузить модуль **ext4** с помощью **modprobe -r ext4** завершилась успешно,
- однако модуль **xfs** не был выгружен, так как система сообщила, что он находится в использовании.

```

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

```

Рис. 2.4: Выгрузка модулей ext4 и xfs

## 2.2 Загрузка модулей ядра с параметрами

- Проверено, загружен ли модуль **bluetooth**, с помощью команды **lsmod | grep bluetooth**.

После выполнения команды **modprobe bluetooth** модуль был успешно загружен.

Повторная проверка показала, что модуль активен и использует зависимость **rfkill**.

Рис. 2.5: Загрузка модуля bluetooth

2. Команда **modinfo bluetooth** отобразила сведения о модуле:

- лицензия — *GPL*;
  - версия — 2.22;
  - описание — *Bluetooth Core ver 2.22*;
  - автор — *Marcel Holtmann*;
  - параметры, доступные для настройки:
    - `disable_esco` — отключение создания eSCO-соединений;
    - `disable_ertm` — отключение режима Enhanced Retransmission;

- `enable_ecred` – включение расширенного управления кредитным потоком.

После анализа модуль был успешно выгружен с помощью **modprobe -r bluetooth**.

```

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:82:06: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@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# modprobe -r bluetooth
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi#

```

Рис. 2.6: Информация и выгрузка модуля bluetooth

## 2.3 Обновление ядра системы

- Для проверки текущей версии ядра использовалась команда **uname -r**.

Версия ядра: *6.12.0-55.12.1.el10\_0.x86\_64*.

Далее командой **dnf list kernel** был просмотрен список установленных и доступных версий ядра.

```

root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# dnf upgrade --refresh
Rocky Linux 10 - BaseOS
Rocky Linux 10 - AppStream
Rocky Linux 10 - Extras
Installed Packages
kernel.x86_64
Available Packages
kernel.x86_64
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# dnf upgrade --refresh
Rocky Linux 10 - BaseOS
Rocky Linux 10 - AppStream
9.1 kB/s | 4.3 kB 00:00
13 kB/s | 4.3 kB 00:00
149 B/s | 3.1 kB 00:21

```

Рис. 2.7: Проверка версии и списка пакетов ядра

2. Выполнена последовательность команд для обновления системы и ядра:

- **dnf upgrade –refresh** – обновление метаданных и установка доступных обновлений;
- **dnf update kernel** – обновление пакета ядра;
- **dnf update** – обновление остальных пакетов системы.

После завершения операций система подтвердила, что все пакеты обновлены.

```

sudo-1.9.15-8.p5.el10_0.2.x86_64
tiwilink-firmware-20250812-15.7.el10_0.noarch
tuned-2.25.1-2.el10_0.noarch
udisks2-iscsi-2.10.90-5.el10_0.1.x86_64
valgrind-1:3.24.0-5.el10_0.x86_64
which-2.21-44.el10_0.x86_64
xdg-user-dirs-0.18-6.el10_0.1.x86_64
yum-4.20.0-14.el10_0.rocky.0.1.noarch
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-devel-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
kernel-modules-core-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
libatomic-14.2.1-7.el10.x86_64
Complete!
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# dnf update kernel
Last metadata expiration check: 0:01:31 ago on Sat 18 Oct 2025 10:23:24 AM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# dnf update
Last metadata expiration check: 0:01:33 ago on Sat 18 Oct 2025 10:23:24 AM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# dnf upgrade --refresh
Rocky Linux 10 - BaseOS
Rocky Linux 10 - AppStream
Rocky Linux 10 - Extras
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi#

```

Рис. 2.8: Обновление ядра и системы

3. После перезагрузки команда **uname -r** показала, что активна новая версия ядра: *6.12.0-55.37.1.el10\_0.x86\_64*.

Команда **hostnamectl** вывела сведения о системе, подтвердив, что используется ОС **Rocky Linux 10.0 (Red Quartz)** под управлением **VirtualBox**.

```
mhkandakzhi@mhkandakzhi:~$ uname -r
6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
mhkandakzhi@mhkandakzhi:~$ hostnamectl
  Static hostname: mhkandakzhi.localdomain
    Icon name: computer-vm
      Chassis: vm
     Machine ID: 63a2ec2a4b124042b3004955ec0ce17d
        Boot ID: 0b36111f87594bbcabdc0eec6ff592da
  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 6.12.0-55.37.1.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
mhkandakzhi@mhkandakzhi:~$ █
```

Рис. 2.9: Проверка версии ядра и информации о системе

## 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

5. **Как выгрузить модуль ядра?**

modprobe -r

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

Проверить, используется ли модуль другими процессами или системными службами, и остановить их перед повторной попыткой выгрузки.

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

Использовать команду modinfo и просмотреть строки, начинающиеся с *parm*:

## **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 в операционной системе **Linux**.

Были рассмотрены команды для просмотра загруженных модулей, их загрузки и выгрузки, а также получения подробной информации о каждом модуле с помощью **modinfo**.

Изучены зависимости модулей, цифровые подписи и параметры, доступные для конфигурации.

Также была выполнена процедура обновления ядра системы с использованием утилиты **dnf**, что позволило закрепить навыки администрирования и обновления компонентов операционной системы.