

# **Отчёт по лабораторной работе №10**

**Основы работы с модулями ядра операционной системы**

Наурузова Айшат Магометовна

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>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 . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Контрольные вопросы</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Заключение</b>	<b>14</b>

# Список иллюстраций

2.1	Вывод команды <code>lspci -k</code> . . . . .	6
2.2	Список загруженных модулей ядра . . . . .	7
2.3	Загрузка и проверка модуля <code>ext4</code> . . . . .	8
2.4	Выгрузка модулей <code>ext4</code> и <code>xfs</code> . . . . .	8
2.5	Загрузка модуля <code>bluetooth</code> . . . . .	9
2.6	Информация о модуле <code>bluetooth</code> и его выгрузка . . . . .	10
2.7	Проверка версии и доступных пакетов ядра . . . . .	10
2.8	Обновление ядра и системы . . . . .	11
2.9	Проверка версии ядра и системных сведений . . . . .	11

## **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.

Выполнен просмотр подключённых устройств и связанных с ними модулей ядра с помощью команды `lspci -k`.

Команда вывела список всех устройств, включая сетевые, графические, USB и звуковые адаптеры. Для каждого устройства указаны загруженные драйверы ядра и модули, обеспечивающие их работу.

Например, для сетевого контроллера Intel PRO/1000 MT Desktop Adapter используется модуль `e1000`, а для видеокарты — `vmwgfx`.

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

Рис. 2.1: Вывод команды `lspci -k`

Для отображения всех загруженных модулей ядра была выполнена команда `lsmod | sort`.

Результат показал множество модулей, загруженных в систему, включая `e1000`, `vmwgfx`, `snd_intel8x0`, `ata_piix` и другие. Это свидетельствует о корректной работе драйверов для устройств, установленных в системе.

```
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# 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
crc10dif_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
nf_defrag_ipv6   24576  1 nf_conntrack
```

Рис. 2.2: Список загруженных модулей ядра

Для проверки, загружен ли модуль файловой системы `ext4`, использовалась команда `lsmod | grep ext4`.

Модуль не был найден, поэтому был выполнен его запуск с помощью `modprobe ext4`.

После повторной проверки модуль успешно появился в списке.

```

root@amnauruzova:/home/amnauruzova# lsmod | grep ext4
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# modprobe ext4
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# lsmod | grep ext4
ext4                1187840    0
mbcache              16384     1 ext4
jbd2                 217088     1 ext4
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# 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:17:06:A9:9C:85:71:
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:
C7:33:0D:4A:01:B7:F3:17:11:06:81:B7:F8:C6:73:85:76:43:9B:

```

Рис. 2.3: Загрузка и проверка модуля ext4

Информация о модуле была получена с помощью `modinfo ext4`.

Были выведены сведения о местоположении модуля, лицензии GPL, авторах (Remy Card, Stephen Tweedie и др.), а также зависимостях jbd2 и mbcache.

Отмечено, что модуль не имеет параметров настройки.

Для удаления модуля ext4 была выполнена команда `modprobe -r ext4`.

Модуль выгружен без ошибок. Однако при попытке выгрузить модуль xfs система выдала сообщение об ошибке «FATAL: Module xfs is in use», что означает, что модуль используется файловой системой и не может быть удалён.

```

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

```

Рис. 2.4: Выгрузка модулей ext4 и xfs



## 2.2 Загрузка модулей ядра с параметрами

Для проверки наличия модуля Bluetooth использовалась команда `lsmod | grep bluetooth`.

Модуль отсутствовал, после чего он был загружен при помощи `modprobe bluetooth`.

Повторная проверка показала, что модуль bluetooth успешно активирован.

```
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# lsmod | grep bluetooth
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# modprobe bluetooth
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# lsmod | grep bluetooth
bluetooth          1114112  0
rfkill              40960  4 bluetooth
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# 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:4D:5D:46:4B:C1:R2:R1:C4:F3:RR:1A:12:5D:F2:52:00:42:DD:FD:
```

Рис. 2.5: Загрузка модуля bluetooth

Информация о модуле получена с помощью `modinfo bluetooth`.

Выведено описание — Bluetooth Core ver 2.22, лицензия GPL, автор Marcel Holtmann.

Зависимость — модуль rfkill.

Модуль поддерживает следующие параметры:

- `disable_esco` — отключение eSCO-соединений
- `disable_ertm` — отключение режима расширенной передачи
- `enable_ecred` — включение улучшенного потока управления

После проверки модуль был выгружен командой `modprobe -r bluetooth`.

```
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@amnauruzova:/home/amnauruzova#
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# modprobe -r bluetooth
root@amnauruzova:/home/amnauruzova#
```

Рис. 2.6: Информация о модуле bluetooth и его выгрузка

## 2.3 Обновление ядра системы

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

В системе установлено ядро версии `6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64`.

Для просмотра доступных пакетов ядра применена команда `dnf list kernel`.

В списке пакетов видно, что доступна более новая версия ядра — `6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64`.

```
root@amnauruzova:/home/amnauruzova#
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# uname -r
6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# dnf list kernel
Rocky Linux 10 - BaseOS                               5.9 kB/s | 4.3 kB    00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                             3.3 kB/s | 4.3 kB    00:01
Rocky Linux 10 - Extras                                8.1 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@amnauruzova:/home/amnauruzova#
```

Рис. 2.7: Проверка версии и доступных пакетов ядра

Для обновления были выполнены команды `dnf update kernel`, `dnf update`, `dnf upgrade --refresh`.

Система подтвердила отсутствие зависимостей и корректное завершение обновления.

```
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                libdex-0.8.1-1.el10.x86_64

Complete!
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# dnf update kernel
Last metadata expiration check: 0:02:32 ago on Wed 15 Oct 2025 01:40:50 PM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# dnf update
Last metadata expiration check: 0:02:36 ago on Wed 15 Oct 2025 01:40:50 PM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@amnauruzova:/home/amnauruzova# dnf upgrade --refresh
Rocky Linux 10 - BaseOS                               12 kB/s | 4.3 kB  00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                             15 kB/s | 4.3 kB  00:00
Rocky Linux 10 - Extras                                12 kB/s | 3.1 kB  00:00
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@amnauruzova:/home/amnauruzova#
```

Рис. 2.8: Обновление ядра и системы

После перезагрузки и выбора нового ядра команда `uname -r` показала, что активна версия ядра `6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64`.

Команда `hostnamectl` отобразила информацию о системе: дистрибутив Rocky Linux 10.0, виртуализация Oracle (VirtualBox), архитектура `x86_64`.

```
amnauruzova@amnauruzova:~$ uname -r
6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
amnauruzova@amnauruzova:~$ hostnamectl
  Static hostname: amnauruzova.localdomain
    Icon name: computer-vm
    Chassis: vm 🖥️
  Machine ID: 1c80a20b5c184a759c9cd8fa84bc080c
    Boot ID: 1f78f442531842b8ba4735762e7ebceb
  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 2w
    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
amnauruzova@amnauruzova:~$
```

Рис. 2.9: Проверка версии ядра и системных сведений

## 3 Контрольные вопросы

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

Для этого используется команда `uname -r`.

Она выводит номер версии ядра, загруженного в данный момент.

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

Для получения детальных сведений используется команда `hostnamectl`.

Она показывает версию ядра, архитектуру системы, производителя оборудования и виртуализацию.

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

Для отображения всех загруженных модулей применяется команда `lsmod`.

Она выводит список модулей с указанием их размера и количества использований.

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

Чтобы просмотреть параметры модуля, используется команда `modinfo <имя_модуля>`.

В выводе отображаются доступные параметры, их типы и описание.

### 5. Как выгрузить модуль ядра?

Для выгрузки модуля используется команда `modprobe -r <имя_модуля>`.

Она удаляет модуль из памяти, если он не используется другими процессами.

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

Если система сообщает, что модуль используется, необходимо сначала остановить процесс или службу, задействующую этот модуль, либо размонтировать файловую систему, если она использует модуль.

После этого можно повторно выполнить команду выгрузки.

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

Для этого также используется команда `modinfo <имя_модуля>`.

В разделе *parm* указываются поддерживаемые параметры и их описание.

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

Для установки новой версии ядра применяется пакетный менеджер `dnf`.

Сначала выполняется обновление списка пакетов:

```
dnf upgrade --refresh
```

Затем обновление ядра:

```
dnf update kernel
```

После установки необходимо перезагрузить систему и выбрать новое ядро при старте.

## 4 Заключение

В ходе лабораторной работы были изучены основные принципы управления модулями ядра в операционной системе Linux.

Были рассмотрены команды для просмотра, загрузки, выгрузки и анализа модулей, такие как `lsmod`, `modprobe` и `modinfo`.

На практике были загружены и исследованы модули файловых систем и сетевых устройств, а также выполнено обновление ядра системы до новой версии.