

# **Отчёт по лабораторной работе №10**

**Основы работы с модулями ядра операционной системы**

Амина Аджигалиева

# **Содержание**

<b>1 Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2 Ход выполнения работы</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	Просмотр загруженных модулей . . . . .	7
2.3	Информация о модуле ext4 . . . . .	8
2.4	Выгрузка модулей ext4 и xfs . . . . .	9
2.5	Загрузка модуля bluetooth . . . . .	10
2.6	Информация и выгрузка модуля bluetooth . . . . .	10
2.7	Просмотр доступных версий ядра . . . . .	11
2.8	Обновление ядра и системы . . . . .	12
2.9	Проверка версии ядра после обновления . . . . .	12

# **Список таблиц**

# **1 Цель работы**

Получить навыки работы с утилитами управления модулями ядра операционной системы.

## 2 Ход выполнения работы

### 2.1 Управление модулями ядра из командной строки

Сначала я получила права суперпользователя с помощью команды su, после чего выполнила команду lspci -k, чтобы просмотреть устройства системы и связанные с ними модули ядра.

Команда отобразила список контроллеров (видео, сетевой, аудио, USB и т. д.), а также указала драйверы, которые используются для каждого устройства.

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

Рис. 2.1: Вывод команды lspci -k

Далее я проверила список загруженных модулей с помощью команды lsmod |

sort.

Команда вывела системные модули, включая драйверы для сетевых и дисковых устройств, подсистем ввода-вывода, а также графические и файловые компоненты.

```
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# 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
crc32dif_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
```

Рис. 2.2: Просмотр загруженных модулей

Затем я проверила, загружен ли модуль ext4, выполнив команду `lsmod | grep ext4`. После загрузки модуля командой `modprobe ext4` убедилась, что он присутствует в списке загруженных модулей.

Для получения подробных сведений о модуле была выполнена команда `modinfo ext4`, которая отобразила путь к файлу модуля, его описание, авторов, лицензию, версии и зависимости (`jbd2, mbcache`).

Модуль не имеет параметров конфигурации, что означает, что его поведение определяется внутренне.

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

Рис. 2.3: Информация о модуле ext4

Попытка выгрузить модуль ext4 с помощью modprobe -r ext4 не вызвала ошибок, так как модуль не использовался другими процессами.

Аналогичная команда, применённая к модулю xfs, выдала сообщение об ошибке, так как данный модуль находился в использовании файловой системой.

```

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:FB:A9:0B:53:DD:33:AD:DA:F4:
73:F5:28:0B:2B:19:84:75:BB:86:D5:2E:34:3E:89:53:FB:FD:78:C6:
FB:83:F0:1D:75:8B:8C:96:8D:87:62:27:80:58:99:A0:A0:23:E2:A7:
2B:E7:E7:25:2C:AB:D2:6B: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@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# modprobe -r ext4
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# modprobe -r ext4
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# modprobe -r xfs
modprobe: FATAL: Module xfs is in use.
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#

```

Рис. 2.4: Выгрузка модулей ext4 и xfs

## 2.2 Загрузка модулей ядра с параметрами

Я проверила наличие модуля Bluetooth командой `lsmod | grep bluetooth`, после чего загрузила его с помощью `modprobe bluetooth`.

Повторный вызов `lsmod` подтвердил успешную загрузку модуля.

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# lsmod | grep bluetooth
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# modprobe bluetooth
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# lsmod | grep bluetooth
bluetooth          1114112  0
rfkill              40960  4 bluetooth
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# 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:

```

Рис. 2.5: Загрузка модуля bluetooth

Команда modinfo bluetooth показала информацию о модуле, включая автора, лицензию GPL, версию 2.22 и зависимости от модуля rfkill.

Также модуль имеет параметры, такие как disable\_esco, disable\_ertm и enable\_ecred, позволяющие управлять различными режимами работы Bluetooth.

В конце модуль был выгружен командой modprobe -r bluetooth.

```

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: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: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:B9:72:31:88:98:
                 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@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# modprobe -r bluetooth
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#

```

Рис. 2.6: Информация и выгрузка модуля bluetooth

## 2.3 Обновление ядра системы

Для обновления ядра я проверила текущую версию с помощью `uname -r`, а затем просмотрела доступные версии пакета `kernel` через `dnf list kernel`.

Было обнаружено, что установлена версия 6.12.0-55.12.1.el10\_0.x86\_64, а также доступна более новая версия 6.12.0-55.37.1.el10\_0.x86\_64.

```
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# uname -r
6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# dnf list kernel
Rocky Linux 10 - BaseOS                                8.8 kB/s | 4.3 kB   00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                             16 kB/s | 4.3 kB   00:00
Rocky Linux 10 - Extras                               5.4 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@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
```

Рис. 2.7: Просмотр доступных версий ядра

После выполнения последовательности команд

`dnf upgrade --refresh`,

`dnf update kernel`,

`dnf update`

— система подтвердила обновление без конфликтов и успешно установила новое ядро.

```

xorg-x11-server-Xwayland-24.1.5-4.el10_0.x86_64
yum-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-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
                                         kernel-core-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
                                         kernel-modules-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
                                         kernel-modules-extra-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
                                         libdex-0.8.1-1.el10.x86_64

Complete!
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# dnf update kernel
Last metadata expiration check: 0:01:55 ago on Thu 16 Oct 2025 11:59:49 AM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# dnf update
Last metadata expiration check: 0:01:59 ago on Thu 16 Oct 2025 11:59:49 AM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# dnf upgrade --refresh
Rocky Linux 10 - BaseOS
Rocky Linux 10 - AppStream
Rocky Linux 10 - Extras
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# ■

```

Рис. 2.8: Обновление ядра и системы

После перезагрузки я вновь проверила текущую версию ядра (`uname -r`) и информацию о системе (`hostnamectl`).

Вывод подтвердил, что используется обновлённое ядро Rocky Linux 10.0 с версией 6.12.0-55.37.1.el10\_0.x86\_64.

```

aradzhigalieva@aradzhigalieva:~$ uname -r
6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
aradzhigalieva@aradzhigalieva:~$ hostnamectl
      Static hostname: aradzhigalieva.localdomain
                  Icon name: computer-vm
                    Chassis: vm 🖥
           Machine ID: 343a350182dc4246a2a53c31ed9190c4
            Boot ID: dc66839e75fd4337818dda2f5176e4e7
      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 6d
          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 1d
aradzhigalieva@aradzhigalieva:~$ ■

```

Рис. 2.9: Проверка версии ядра после обновления

## 3 Контрольные вопросы

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

Команда uname -r выводит номер версии ядра, используемого в данный момент системой.

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

Команда hostnamectl отображает детальные сведения о системе, включая версию ядра, архитектуру и дистрибутив.

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

Команда lsmod выводит перечень всех активных модулей ядра.

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

Команда modinfo показывает сведения о модуле, включая возможные параметры, версию, автора и зависимости.

- 5. Как выгрузить модуль ядра?**

Для удаления модуля из памяти используется команда modprobe -r .

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

Следует убедиться, что модуль не используется системой или другими модулями. При необходимости завершить процессы, использующие модуль, либо перезагрузить систему.

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

Список параметров отображается в конце вывода команды modinfo в разделе parm.

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

Новое ядро устанавливается с помощью пакетного менеджера DNF:

```
dnf update kernel
```

После установки необходимо перезагрузить систему и выбрать обновлённое ядро при запуске.

## **4 Заключение**

В ходе выполнения лабораторной работы я изучила основные приёмы работы с модулями ядра операционной системы Linux.

Я научилась просматривать список устройств и связанных с ними модулей, загружать и выгружать модули, а также получать подробную информацию о них с помощью команд `lspci`, `lsmod`, `modprobe` и `modinfo`.

Полученные знания и практические навыки позволяют эффективно управлять модулями ядра, понимать их зависимости и конфигурацию, а также выполнять обновление и сопровождение ядра Linux, что является важной частью системного администрирования.