

Отчёт по лабораторной работе №10

Основы работы с модулями ядра операционной системы

Кандакжи Михаил Халидович

Содержание

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

Список иллюстраций

2.1	Вывод команды <code>lspci -k</code>	7
2.2	Список загруженных модулей ядра	8
2.3	Загрузка и информация о модуле <code>ext4</code>	9
2.4	Выгрузка модулей <code>ext4</code> и <code>xfs</code>	10
2.5	Загрузка модуля <code>bluetooth</code>	11
2.6	Информация и выгрузка модуля <code>bluetooth</code>	12
2.7	Проверка версии и списка пакетов ядра	13
2.8	Обновление ядра и системы	13
2.9	Проверка версии 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.

```

m hkandakzhi@m hkandakzhi:~$ su
Password:
root@m hkandakzhi:/home/m hkandakzhi# 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@m hkandakzhi:/home/m hkandakzhi# █

```

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
crc32c_intel            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

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:AR:FF:R7:nQ:AR:70:qR:F6:2R:1R:AG:qD:7D:62:0F:8C:2F:

```

Рис. 2.3: Загрузка и информация о модуле `ext4`

- 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.

```

sig_val:
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:75:8B: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:
            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

1. 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 **rftkill**.

```

root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# lsmod | grep bluetooth
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# modprobe bluetooth
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# lsmod | grep bluetooth
bluetooth                1114112  0
rfkill                    40960  4 bluetooth
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# modinfo bluetooth
filename:                /lib/modules/6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64/kernel/net/bluetooth/bluetooth.ko.x:
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:FA:00:30:5F:00:04:CE:10:04:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:

```

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: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: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

1. 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# uname -r
6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# dnf list kernel
Rocky Linux 10 - BaseOS                                995 B/s | 4.3 kB    00:04
Rocky Linux 10 - BaseOS                                484 kB/s | 21 MB    00:44
Rocky Linux 10 - AppStream                             13 kB/s | 4.3 kB    00:00
Rocky Linux 10 - Extras                               149 B/s | 3.1 kB    00:21
Installed Packages
kernel.x86_64                                          6.12.0-55.12.1.el10_0    @anaconda
Available Packages
kernel.x86_64                                          6.12.0-55.39.1.el10_0    baseos
root@mhkandakzhi:/home/mhkandakzhi# dnf upgrade --refresh
Rocky Linux 10 - BaseOS                                9.1 kB/s | 4.3 kB    00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                             13 kB/s | 4.3 kB    00:00
```

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-ppd-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_0.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                                5.9 kB/s | 4.3 kB    00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                             15 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@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.