

Отчёт по лабораторной работе №10

Основы работы с модулями ядра операционной системы

Эзиз Хатамов

Содержание

1 Цель работы	5
2 Отчёт по выполнению работы	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	14
4 Заключение	16

Список иллюстраций

2.1	Вывод команды <code>lspci -k</code> и список задействованных модулей ядра	7
2.2	Список загруженных модулей ядра	8
2.3	Загрузка и проверка модуля <code>ext4</code>	9
2.4	Попытка выгрузки модулей <code>ext4</code> и <code>xfs</code>	10
2.5	Загрузка и просмотр параметров модуля <code>bluetooth</code>	11
2.6	Выгрузка модуля <code>bluetooth</code>	12
2.7	Список пакетов ядра	12
2.8	Процесс обновления ядра и системы	13
2.9	Информация о системе после обновления ядра	13

Список таблиц

1 Цель работы

Получить навыки работы с утилитами управления модулями ядра операционной системы.

2 Отчёт по выполнению работы

2.1 Управление модулями ядра из командной строки

1. В терминале были получены права суперпользователя с помощью команды `su -`. Это позволило выполнять операции, требующие административных прав.
2. Для просмотра подключённого оборудования и связанных с ним модулей ядра была выполнена команда `lspci -k`.

В результате отобразился список устройств, включая контроллеры VGA, Ethernet, Audio, USB и другие.

Для каждого устройства указаны активные модули ядра (например, `e1000`, `snd_intel8x0`, `ahci`), что свидетельствует об их успешной загрузке в систему.

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

Рис. 2.1: Вывод команды `lspci -k` и список задействованных модулей ядра

3. Для просмотра всех загруженных модулей использовалась команда `lsmod | sort`.

Отобразилась таблица модулей с указанием их размера и зависимостей.

```

root@ehatamov:/home/ehatamov# 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
dm_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
nf_nat               69632  1 nft_chain_nat
nfnetlink            20480  4 nf_tables,ip_set
nf_reject_ipv4      16384  1 nft_reject_inet

```

Рис. 2.2: Список загруженных модулей ядра

4. Проверка наличия модуля ext4 в системе показала, что он не был загружен.
5. После загрузки модуля ext4 с помощью modprobe ext4 повторная проверка подтвердила успешную загрузку.

```

root@ehatamov:/home/ehatamov# lsmod | grep ext4
root@ehatamov:/home/ehatamov# modprobe ext4
root@ehatamov:/home/ehatamov# lsmod | grep ext4
ext4           1187840  0
mbcache          16384  1 ext4
jbd2            217088  1 ext4
root@ehatamov:/home/ehatamov# 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:          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:A1:34:94:00:57:12:99:67:28: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:

```

Рис. 2.3: Загрузка и проверка модуля ext4

6. Информация о модуле ext4, полученная командой modinfo ext4, включает данные о версии, авторе, лицензии, зависимостях и сигнатуре модуля. Параметры загрузки отсутствуют, что характерно для файловых модулей.
7. Попытка выгрузить модуль ext4 командой modprobe -r ext4 завершилась успешно, модуль был выгружен.
8. При попытке выгрузить модуль xfs командой modprobe -r xfs система выдавала сообщение об ошибке, указывающее, что модуль используется файловой системой.

```

sig_ntry:
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:F8:06:23:85:76:76:43:9B:
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@ehatamov:/home/ehatamov#
root@ehatamov:/home/ehatamov# modprobe -r ext4
root@ehatamov:/home/ehatamov# modprobe -r ext4
root@ehatamov:/home/ehatamov# modprobe -r xfs
modprobe: FATAL: Module xfs is in use.
root@ehatamov:/home/ehatamov# modprobe -r xfs
modprobe: FATAL: Module xfs is in use.
root@ehatamov:/home/ehatamov# ■

```

Рис. 2.4: Попытка выгрузки модулей ext4 и xfs

2.2 Загрузка модулей ядра с параметрами

- Проверка наличия модуля bluetooth показала, что он отсутствует.
- После загрузки модуля bluetooth командой modprobe bluetooth он появился в списке активных модулей.
- Информация о модуле bluetooth, полученная через modinfo bluetooth, содержит параметры, которые могут быть установлены:
 - disable_esc0 – отключает создание eSCO-соединений;
 - disable_ertm – отключает режим расширенной ретрансляции;
 - enable_ecred – включает расширенное управление потоком данных.

```

root@ehatamov:/home/ehatamov#
root@ehatamov:/home/ehatamov# lsmod | grep bluetooth
root@ehatamov:/home/ehatamov# modprobe bluetooth
root@ehatamov:/home/ehatamov# lsmod | grep bluetooth
bluetooth          1114112   0
rfkill              40960   4 bluetooth
root@ehatamov:/home/ehatamov# 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:99:10:80:7A: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:82:18:76:56:00: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:D8:BA:D3:18:B6:EE:D0:57:
                  EC:75:3A:A6:00: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:
                  A1:D6:AD:91:E6:AE:21:D4:7E:EE:E1:D6:9A:DA:D8:6A:12:00:76:A2:

```

Рис. 2.5: Загрузка и просмотр параметров модуля bluetooth

4. После проверки модуль был успешно выгружен командой modprobe -r bluetooth.

```

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:C5:40:41: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@ehatamov:/home/ehatamov#
root@ehatamov:/home/ehatamov# modprobe -r bluetooth
root@ehatamov:/home/ehatamov# 
```

Рис. 2.6: Выгрузка модуля bluetooth

2.3 Обновление ядра системы

1. Версия ядра, используемая в системе, определена как 6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64.
2. Список установленных и доступных пакетов ядра, полученный через dnf list kernel, показал наличие текущей версии 6.12.0-55.12.1 и новой версии 6.12.0-55.37.1.

```

root@ehatamov:/home/ehatamov# modprobe -r bluetooth
root@ehatamov:/home/ehatamov#
root@ehatamov:/home/ehatamov# uname -r
6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64
root@ehatamov:/home/ehatamov# dnf list kernel
Rocky Linux 10 - BaseOS
Rocky Linux 10 - AppStream
Rocky Linux 10 - Extras
Installed Packages
kernel.x86_64
Available Packages
kernel.x86_64
root@ehatamov:/home/ehatamov# 
```

Rocky Linux 10 - BaseOS	5.1 kB/s 4.3 kB	00:00
Rocky Linux 10 - AppStream	5.2 kB/s 4.3 kB	00:00
Rocky Linux 10 - Extras	4.6 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

Рис. 2.7: Список пакетов ядра

3. Обновление пакетов системы и ядра выполнено командами dnf update kernel, dnf update и dnf update –refresh. Конфликтов не обнаружено.

```

root@ehatamov:/home/ehatamov# dnf update kernel
Last metadata expiration check: 0:03:42 ago on Fri 17 Oct 2025 01:42:18 PM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@ehatamov:/home/ehatamov# dnf update
Last metadata expiration check: 0:03:46 ago on Fri 17 Oct 2025 01:42:18 PM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@ehatamov:/home/ehatamov# dnf update --refresh
Rocky Linux 10 - BaseOS
Rocky Linux 10 - AppStream
Rocky Linux 10 - Extras
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@ehatamov:/home/ehatamov# 

```

Рис. 2.8: Процесс обновления ядра и системы

4. После перезагрузки системы версия ядра изменилась на 6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64, что подтверждает успешное обновление.
5. Команда hostnamectl показала параметры текущего окружения, включая сведения о виртуальной машине VirtualBox и срок поддержки ОС.

```

root@ehatamov:~$ uname -r
6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
root@ehatamov:~$ hostnamectl
      Static hostname: ehatamov.localdomain
                  Icon name: computer-vm
                    Chassis: vm
           Machine ID: b47de17405e044edba8d1cda0fbff070
             Boot ID: d371fbac4dfd4835b608ac319baa38ef
        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 5d
          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 2d
root@ehatamov:~$ 

```

Рис. 2.9: Информация о системе после обновления ядра

3 Контрольные вопросы

- 1. Какая команда показывает текущую версию ядра, которая используется на вашей системе?**
 - `uname -r` — отображает текущую версию ядра Linux.
- 2. Как можно посмотреть более подробную информацию о текущей версии ядра операционной системы?**
 - `hostnamectl` — выводит подробные сведения о системе, включая версию ядра, архитектуру и тип виртуализации.
- 3. Какая команда показывает список загруженных модулей ядра?**
 - `lsmod` — отображает список всех модулей ядра, загруженных в данный момент.
- 4. Какая команда позволяет вам определять параметры модуля ядра?**
 - `modinfo <имя_модуля>` — показывает информацию о модуле ядра, включая доступные параметры.
- 5. Как выгрузить модуль ядра?**
 - `modprobe -r <имя_модуля>` — удаляет указанный модуль из ядра.
- 6. Что вы можете сделать, если получите сообщение об ошибке при попытке выгрузить модуль ядра?**
 - Проверить, используется ли модуль системой или другими процессами. Если модуль задействован, необходимо завершить связанные

процессы или размонтировать файловую систему, после чего повторить попытку выгрузки.

7. Как определить, какие параметры модуля ядра поддерживаются?

- `modinfo <имя_модуля>` — в разделе `parm` отображает список параметров, которые можно изменять при загрузке модуля.

8. Как установить новую версию ядра?

- Выполнить команды `dnf update kernel` и `dnf update --refresh`, затем перезагрузить систему и выбрать новое ядро при загрузке.

4 Заключение

В ходе работы были изучены принципы управления модулями ядра Linux, включая их загрузку, выгрузку, просмотр параметров и обновление версии ядра операционной системы.