

Лабораторная работа №10

Основы работы с модулями ядра операционной системы

Эзиз Хатамов

23 октября 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Цель работы

Получение навыков управления модулями ядра Linux, их загрузки, выгрузки и обновления системы.

Ход выполнения работы

- Просмотрены устройства и связанные модули (`lspci -k`)

```
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#
```

Управление модулями из командной строки

- Проверен список модулей (`lsmod`)

```
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
crt10dif_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
```

- Загружен и выгружен модуль **ext4**

```
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:               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:
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:
```

Загрузка модулей с параметрами

- Проверен и загружен модуль **bluetooth**
- Модуль успешно выгружен после проверки

```
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:99:10:8D: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:
```


- Проверена текущая версия ядра (`uname -r`)
- Выполнено обновление ядра и системы (`dnf update kernel`)

```
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                                6.12.0-55.12.1.el10_0                                @anaconda
Available Packages
kernel.x86_64                                6.12.0-55.37.1.el10_0                                baseos
```

Рис. 5: Обновление ядра

Обновление ядра системы

- После перезагрузки активирована новая версия ядра
- Проверена информация через `hostnamectl`

```
ehatamov@ehatamov:~$ uname -r
6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
ehatamov@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
ehatamov@ehatamov:~$
```

Итоги работы

- Освоены команды работы с модулями ядра Linux
- Получены навыки загрузки и выгрузки модулей
- Изучены параметры модулей и их зависимостей
- Проведено обновление ядра и проверена его версия