

Лабораторная работа №10

Основы работы с модулями ядра операционной системы

Тукаев Тимур

23 октября 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Цель работы

Основная цель

Получить навыки работы с утилитами управления модулями ядра операционной системы Linux.

Ход выполнения работы

Управление модулями ядра

```
titukaev@titukaev:~$ su
Password:
root@titukaev:/home/titukaev# 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: pix4_smbus
    Kernel modules: i2c_pix4
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@titukaev:/home/titukaev#
```

Рис. 1: Просмотр устройств и модулей ядра

Просмотр устройств с помощью `lspci -k` и определение связанных с ними драйверов.

Просмотр и загрузка модулей

```
root@titukaev:/home/titukaev# lsmod | sort
Module                  Size  Used by
nf_conntrack            204800  2 nf_nat,nft_ct
loop                   45056   0
libata                 512000  4 ata_piix,libahci,ahci,ata_generic
libahci                69632   1
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 vmmwgfx
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
```

Рис. 2: Просмотр загруженных модулей

Просмотр списка загруженных модулей с помощью `lsmod` и загрузка `ext4` через `modprobe`

Проверка и информация о модуле ext4

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

Рис. 3: Информация о модуле ext4

Получение сведений о модуле **ext4** с помощью **modinfo**: лицензия, зависимости, путь и

Выгрузка модулей ядра

```
00:40:00:13:44:CA:1C:0E:D4:AD:00:1D:A9:00:00:00:00:00:0A:14:  
73:F5:28:0B:28:19:84:75: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@titukaev:/home/titukaev#  
root@titukaev:/home/titukaev# modprobe -r ext4  
root@titukaev:/home/titukaev# modprobe -r ext4  
root@titukaev:/home/titukaev# modprobe -r xfs  
modprobe: FATAL: Module xfs is in use.  
root@titukaev:/home/titukaev#
```

Рис. 4: Выгрузка модулей ext4 и xfs

Попытка выгрузить модули **ext4** и **xfs**; модуль **xfs** не выгружен, так как используется файловой системой.

Работа с модулем bluetooth

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

Рис. 5: Информация о модуле bluetooth

Загрузка и выгрузка модуля **bluetooth**, просмотр зависимостей и параметров

Обновление ядра системы

```
root@titukaev:~# dnf update kernel
yum-4.20.0-14.el10_0.rocky.0.1.noarch
zlib-ng-compat-devel-2.2.3-1.el10.rocky.0.1.x86_64
Installed:
  kernel-6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64
  kernel-devel-6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64
  kernel-modules-core-6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64
  libatomic-14.2.1-7.el10.x86_64

Complete!
root@titukaev:~/home/titukaev#
root@titukaev:~/home/titukaev# dnf update kernel
Last metadata expiration check: 0:03:33 ago on Sat 18 Oct 2025 12:06:14 PM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@titukaev:~/home/titukaev# dnf update
Last metadata expiration check: 0:03:36 ago on Sat 18 Oct 2025 12:06:14 PM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@titukaev:~/home/titukaev# dnf upgrade --refresh
Rocky Linux 10 - BaseOS
Rocky Linux 10 - AppStream
Rocky Linux 10 - Extras
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@titukaev:~/home/titukaev#
```

Рис. 6: Обновление ядра и системы

Обновление ядра через `dnf update kernel`, перезагрузка и проверка новой версии ядра.

Итоги работы

Вывод

В ходе лабораторной работы были изучены принципы управления модулями ядра Linux. Получены навыки загрузки, выгрузки и анализа модулей, а также выполнено обновление ядра системы.

Закреплены практические знания по администрированию и сопровождению Linux-систем.