

Лабораторная работа №10

Основы работы с модулями ядра операционной системы

Тукаев Тимур

23 октября 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Цель работы

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

Ход выполнения работы

```
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: 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@titukaev:/home/titukaev#
```

Рис. 1: Просмотр устройств и модулей ядра

Просмотр и загрузка модулей

```
root@titukaev:/home/titukaev#  
root@titukaev:/home/titukaev# 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  
crct10dif_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
```

Рис. 2: Просмотр загруженных модулей

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

```
03:40:EE:13:44:EA:10:0E:04:AD:0B:1B:A3:0B:33:00:33:AD:0A:14:
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@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.


```
root@titukaev:/home/titukaev#  
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

Обновление ядра системы

```
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                                8.1 kB/s | 4.3 kB    00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                             13 kB/s | 4.3 kB    00:00
Rocky Linux 10 - Extras                                10 kB/s | 3.1 kB    00:00
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

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.