

# Лабораторная работа №10

Основы работы с модулями ядра операционной системы

---

Щемелев Илья Владимирович

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Цель работы

---

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

## Ход выполнения работы

---

## Определение устройств и модулей (lspci -k)

```
root@ivschemelev:/home/ivschemelev# 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@ivschemelev:/home/ivschemelev#
```

## Список загруженных модулей (lsmod)

```
root@ivschemelev:/home/ivschemelev#  
root@ivschemelev:/home/ivschemelev# lsmod | sort
```

ac97_bus	12288	1	snd_ac97_codec
ahci	57344	3	
ata_generic	12288	0	
ata_piix	45056	1	
cdrom	90112	2	isofs,sr_mod
crc32c_intel	12288	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	139264	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
iscsi_tcp	28672	0	
isofs	69632	1	
joydev	28672	0	
libahci	69632	1	ahci
libata	512000	4	ata_piix,libahci,ahci,ata_generic
libiscsi	94208	2	libiscsi_tcp,iscsi_tcp
libiscsi_tcp	45056	1	iscsi_tcp
loop	45056	0	
Module	Size	Used by	

## Проверка наличия и загрузка ext4

```
root@ivschemellev:/home/ivschemellev#  
root@ivschemellev:/home/ivschemellev# lsmod | grep ext4  
root@ivschemellev:/home/ivschemellev# modprobe ext4  
root@ivschemellev:/home/ivschemellev# lsmod | grep ext4  
ext4                1187840  0  
mbcache             16384   1  ext4  
jbd2                 217088  1  ext4  
root@ivschemellev:/home/ivschemellev# modinfo ext4  
filename:           /lib/modules/6.12.0-124.21.1.el10_1.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:        10.1  
srcversion:          072609EF822F641F8FB2FBB  
depends:             jbd2,mbcache  
intree:             Y  
name:               ext4  
retpoline:          Y  
vermagic:           6.12.0-124.21.1.el10_1.x86_64 SMP preempt mod_unload modversions  
sig_id:             PKCS#7  
signer:             Rocky kernel signing key  
sig_key:            37:B8:CF:EC:A9:44:BE:6D:CB:5A:FD:C9:A1:0F:2E:AF:A2:5C:42:12  
sig_hashalgo:       sha256
```

```
root@ivschemelev:/home/ivschemelev#  
root@ivschemelev:/home/ivschemelev# modprobe -r ext4  
root@ivschemelev:/home/ivschemelev# modprobe -r ext4  
root@ivschemelev:/home/ivschemelev# modprobe -r xfs  
modprobe: FATAL: Module xfs is in use.  
root@ivschemelev:/home/ivschemelev#
```

Рис. 4: Попытка выгрузки ext4 и ошибка при выгрузке xfs



## Загрузка bluetooth и зависимости

```
root@ivschemelov:/home/ivschemelov#  
root@ivschemelov:/home/ivschemelov# lsmod | grep bluetooth  
root@ivschemelov:/home/ivschemelov# modprobe bluetooth  
root@ivschemelov:/home/ivschemelov# lsmod | grep bluetooth  
bluetooth                1118208  0  
rfkill                    40960    4 bluetooth  
root@ivschemelov:/home/ivschemelov# modinfo bluetooth  
filename:                 /lib/modules/6.12.0-124.21.1.el10_1.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:              10.1  
srcversion:               A561ADF438212A49F631F83  
depends:                   rfkill  
intree:                   Y  
name:                     bluetooth  
retpoline:                Y  
vermagic:                 6.12.0-124.21.1.el10_1.x86_64 SMP preempt mod_unload modversions  
sig_id:                   PKCS#7  
signer:                   Rocky kernel signing key  
sig_key:                  37:B8:CF:EC:A9:44:BE:6D:CB:5A:FD:C9:A1:0F:2E:AF:A2:5C:42:12  
sig_hashalgo:             sha256  
signature:                9D:15:FC:F7:8B:9F:7F:51:B2:76:0E:96:9D:8F:F1:38:DF:7E:0D:EF:  
                           8B:A1:ED:25:60:32:CA:5F:CE:0F:AC:CC:9E:12:36:0D:53:EB:0D:E4:  
                           3F:F1:7D:AF:FA:D5:B2:C6:03:1D:94:2F:6F:45:B4:A3:11:AD:3A:FB:
```

Рис. 5: Загрузка bluetooth и просмотр связанных модулей

```
E0:01:50:13:7D:F0:3E:CB:01:95:47:7F:03:A0:A3:46:15:17:4D:FF:
4E:59:55:A6
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@ivschemelev:/home/ivschemelev#
root@ivschemelev:/home/ivschemelev# modprobe -r bluetooth
root@ivschemelev:/home/ivschemelev#
```

Рис. 6: Параметры bluetooth и выгрузка модуля

## Обновление и проверка после перезагрузки

```
root@ivschemelev:/home/ivschemelev# uname -r
6.12.0-124.21.1.el10_1.x86_64
root@ivschemelev:/home/ivschemelev# hostnamectl
  Static hostname: ivschemelev.localdomain
        Icon name: computer-vm
        Chassis: vm 🖥️
        Machine ID: 473c978a805e47e9bc9a702cdd313842
        Boot ID: 4dc896ba0b72485698134d5402aa29e8
        Product UUID: dd1cb896-afb2-384b-89c4-2b7603fd2490
        Virtualization: oracle
        Operating System: Rocky Linux 10.1 (Red Quartz)
        CPE OS Name: cpe:/o:rocky:rocky:10::baseos
        OS Support End: Thu 2035-05-31
        OS Support Remaining: 9y 4month 1w 5d
        Kernel: Linux 6.12.0-124.21.1.el10_1.x86_64
        Architecture: x86-64
        Hardware Vendor: innotek GmbH
        Hardware Model: VirtualBox
        Hardware Serial: VirtualBox-96b81cdd-b2af-4b38-89c4-2b7603fd2490
        Firmware Version: VirtualBox
        Firmware Date: Fri 2006-12-01
        Firmware Age: 19y 1month 2w 2d
root@ivschemelev:/home/ivschemelev#
```

## Итоги работы

---

- Отработаны базовые приёмы управления модулями ядра: просмотр, загрузка, выгрузка
- Проанализированы модули и зависимости на примерах:
  - ФС **ext4** (загрузка, **modinfo**, выгрузка)
  - подсистема **bluetooth** (параметры **parm:** и выгрузка)
- Проверены версии ядра и подход к обновлению через **dnf** с контролем результата после перезагрузки