

Лабораторная работа №10

Основы работы с модулями ядра операционной системы

Щемелев Илья Владимирович

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Цель работы

Формулировка цели

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# lsmod | sort
Module           Size  Used by
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_msrm
intel_rapl_msrm   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
```

Проверка наличия и загрузка ext4

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

Выгрузка ext4 и ошибка с xfs

```
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@ivschemelev:/home/ivschemelev#
root@ivschemelev:/home/ivschemelev# lsmod | grep bluetooth
root@ivschemelev:/home/ivschemelev# modprobe bluetooth
root@ivschemelev:/home/ivschemelev# lsmod | grep bluetooth
bluetooth          1118208  0
rfkill                  40960  4 bluetooth
root@ivschemelev:/home/ivschemelev# 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:
```

Параметры bluetooth и выгрузка

```
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